



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGROPECUARIAS
IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN PARA LA GRANJA
NONO-UDLA.

Trabajo de Titulación presentado en conformidad con los requisitos establecidos
para optar por el título de Ingenieros Electrónicos en Redes de Información.

Profesor Guía

MSc. David Fernando Pozo Espín

Autores

Michelle Alejandra Cueva Jiménez

Daniel Alberto Ordoñez Valdivieso

Año

2017

DECLARACIÓN DEL PROFESOR GUÍA

“Declaro haber dirigido este trabajo a través de reuniones periódicas con los estudiantes orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación”

David Fernando Pozo Espín

Magister en Automática y Robótica

Cl.: 1717340143

DECLARACIÓN DEL PROFESOR CORRECTOR

“Declaro haber revisado este trabajo, dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación”

Jorge Luis Rosero Beltrán

Magister en Ciencias con Especialidad en Automatización

CI.: 1803610185

DECLARACIÓN DE AUTORÍA DE LOS ESTUDIANTES

“Declaramos que este trabajo es original, de nuestra autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes”

Michelle Alejandra Cueva Jiménez

CI.:1724079510

Daniel Albero Ordoñez Valdivieso

CI.: 1714769906

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a Dios por permitirnos terminar con éxito esta carrera, ya que culmina una etapa llena de sacrificios y dedicación.

A nuestros padres y hermanos quienes han sido un pilar fundamental para seguir adelante, en cada paso que hemos dado.

A nuestro Tutor de Tesis MSc. David Pozo, quien a pesar de las dificultades que se nos han presentado, mostro siempre su interés y dedicación constante con nuestro proyecto.

DEDICATORIA

Dedico este proyecto a mis padres Amparito y Ronald, porque ellos siempre estuvieron a mi lado brindándome su apoyo, comprensión y amor, esforzándose por mí siempre, a mi hermano Ronald por ser el mejor ejemplo a seguir, a Esteban por su apoyo incondicional.

(Michelle Cueva)

DEDICATORIA

Dedico este proyecto a Dios por darme la constancia para finalizar el proyecto con éxito, a mis padres quienes me han apoyado incondicionalmente, a mi compañera de tesis Michelle quien se ha esforzado en conjunto conmigo para culminar el trabajo de titulación con los mejores resultados. *(Daniel Ordoñez)*

RESUMEN

La necesidad de implementar un sistema de climatización en las instalaciones de la granja experimental de La Universidad de Las Américas, ubicada en Nono nace a causa de las bajas temperaturas registradas en esta parroquia, además de ciertos factores económicos que dificultan el pago de horas extras a los cuidadores que deben revisar las instalaciones en altas horas de la noche, estos factores dificultan la crianza, producción y reproducción de los animales criados en este lugar.

Al pertenecer a las instalaciones de la universidad, esta inserción de tecnología brindaría más interés de conocer la granja y el sistema de climatización utilizado.

Tanto profesores como estudiantes, realizan prácticas profesionales y pre-profesionales en este lugar, es por esto que se vuelve importante que las instalaciones se vuelvan más cómodas y amigables tanto para los animales como para los visitantes.

Es importante tomar en cuenta que el estudio que se realizará para el diseño del sistema de climatización de la granja, se basa en las diferentes características ambientales, fisiológicas, estructurales y de equipamiento que se tienen en el lugar.

Al tener identificadas las diferentes características y realizando diferentes diseños, se realizará un estudio económico seleccionando el mejor equipamiento y los mejores precios encontrados en el mercado nacional, para así obtener la mejor solución tanto en diseño como en precio de implementación.

Todo el estudio, diseño y selección de equipos se realizará para mejorar la vida, producción y reproducción de los animales que habitan en la Granja UDLA.

ABSTRACT

The need of implementing a temperature control system in the facilities of the experimental farm of the “Universidad de Las Americas” located in Nono was born due to the low temperatures registered in this town, besides certain economic factors that makes it difficult the payment of extra hours to the caregivers that must review the facilities late at night, These factors make it hard the breeding, production and reproduction of the animals raised in this place.

Since this facility belongs to the University, the inclusion of technology would provide more interest in getting to know the farm and the temperature control system used in it.

Both teachers and students carry out professional and pre professional practices this is why it becomes important that facilities become more comfortable and friendly for animals and visitors.

It is important to keep in mind that the study to be held for the design of the temperature control system for the farm is based on different environmental, physiological, structural features and existing equipment located in the farm.

Having identified the different characteristics and making different designs, an economic study will be done by selecting the best equipment and the best prices found on the national market, obtaining with this the best solution both in design and price of implementation.

All the studies, design and selection of equipment is held to improve the life, production and reproduction of them animals that live in the farm UDLA.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	1
ANTECEDENTES.....	2
ALCANCE.....	4
JUSTIFICACIÓN.....	5
OBJETIVOS	6
Objetivo general.....	6
Objetivos Específicos.....	6
1. MARCO TEÓRICO.....	7
1.1 INTRODUCCIÓN	7
1.2 FACTORES FISIOLÓGICOS Y MEDIO AMBIENTE	8
1.2.1 Temperatura y Fisiología de las Aves de Postura (Gallus Domesticus).....	8
1.2.2 Temperatura y Fisiología de las Codornices (Coturnix Japonica).....	10
1.2.3 Temperatura y Fisiología de los Cuyes (Cavia Porcellus).....	12
1.2.4 Temperatura y Fisiología de los Cerdos (Sus scrofa domestica).....	13
1.3 FACTORES DE TEMPERATURA	15
1.4 GASES TÓXICOS	17
1.5 ESTRUCTURA DE GALPONES	18
1.6 MEDICIÓN DE TEMPERATURA	19
1.6.1 Soluciones comerciales	19
1.6.2 Sensores de Temperatura	21
1.6.2.1 Termocuplas	21
1.6.2.2. RTD (Resistive Temperature Detector)	23
1.6.2.3. Termistores.....	25
1.7. CONTROLADORES LÓGICOS PROGRAMABLES	26
1.8. MÉTODOS DE VENTILACIÓN Y CALEFACCIÓN	28
1.9. CARACTERÍSTICAS DE LA PARROQUIA NONO.....	32
1.10. CONSIDERACIONES GENERALES	33
2. DIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA.....	35
2.1 INTRODUCCIÓN	35
2.2. ANÁLISIS DE ESCENARIOS CLIMÁTICOS	35

2.3	EQUIPOS EXISTENTES EN LA GRANJA	36
2.4	ANÁLISIS DE INFRAESTRUCTURA.....	38
2.4.1	Galpón de Gallinas Ponedora	39
2.4.2	Galpón de Codornices	41
2.4.3	Galpón de Cuyes	42
2.4.4	Galpón de Cerdos.....	44
2.5	SISTEMA DE CONTROL DE TEMPERATURA.....	46
2.5.1	Estudio para la elección de tipo de ventilación	47
2.5.2	Características de los equipos a utilizar.....	51
2.5.2.1	PLC Schneider M-221 (TM221CE16R).....	51
2.5.2.2	RTD- PT100 de 3 hilos	54
2.5.2.3	Extractor KDK 25AUH.....	55
2.5.2.4	Calentadores Infrarrojos	56
2.5.3	Actuadores de Control	57
2.5.3.1	Contactador	58
2.5.3.2	Relés Térmicos de Protección	59
2.6	LISTA Y COSTO DE EQUIPOS A UTILIZAR	60
2.7	DISEÑO DEL SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN.....	62
2.8	ASPECTOS GENERALES	66
3.	DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL PROTOTIPO	68
3.1	INTRODUCCIÓN	68
3.2	DISEÑO DEL PROTOTIPO.....	68
3.3	DESARROLLO DEL PROYECTO	70
3.3.1	Instalación.....	70
3.3.2	Programación.....	71
3.3.2.1	Cálculo y Configuración de Entradas Analógicas.....	77
3.3.2.2	Carga del Programa a PLC	84
3.3.3	Lista de Materiales.....	85
3.3.4	Implementación del Prototipo.....	86
3.3.5	Pruebas Finales de Funcionamiento.....	93
4.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	100
4.1	CONCLUSIONES.....	100
4.2	RECOMENDACIONES	101
	REFERENCIAS	103

ANEXOS.....	108
-------------	-----

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Efectos de la concentración de Amoníaco.	10
Tabla 2. Temperaturas según el clima para Cuyes	13
Tabla 3. Ejemplos de soluciones comerciales.....	20
Tabla 4. Tipos de Termocuplas	22
Tabla 5. Tipos de RTD	25
Tabla 6 . Modelos de Termistores	26
Tabla 7. Marcas Conocidas de PLC y sus características.	28
Tabla 8. Ubicación granja UDLA	32
Tabla 9. Cantidad de animales proyectada por galpón	39
Tabla 10. División galpón de gallinas ponedoras	39
Tabla 11. Características galpón de gallinas ponedoras.....	40
Tabla 12. Problemas galpón de gallinas ponedoras.....	40
Tabla 13. Solución galpón de gallinas ponedoras	40
Tabla 14. División galpón Codornices	41
Tabla 15 . Características galpón de Codornices.....	41
Tabla 16 . Problemas galpón de Codornices.....	42
Tabla 17. Solución galpón de Codornices	42
Tabla 18. Solución galpón Cuyes.....	42
Tabla 19. Características galpón Cuyes.....	43
Tabla 20. Problemas galpón Cuyes	43
Tabla 21. Solución galpón Cuyes.....	44
Tabla 22. División del galpón	44
Tabla 23. Características del galpón	45
Tabla 24. Problemas del galpón.....	45
Tabla 25. Solución del galpón	46
Tabla 26. Características Generales PLC M-221C	52
Tabla 27. Acondicionador RTD PT100.....	54
Tabla 28. Características técnicas	56
Tabla 29. Características técnicas del calefactor	57
Tabla 30. Características técnicas Contactor para Calefactores.....	58
Tabla 31. Características Relé extractor	59
Tabla 32. Características Relé calefactor.....	60
Tabla 33. Lista de Precios de Equipos	61
Tabla 34. Definición de variables de Entrada y Salida PLC	73
Tabla 35. Lista de Materiales	85

Tabla 36. Entradas Externas (PLC – RELÉS)	89
Tabla 37. Entradas de Botonera.....	91
Tabla 38 Relación de Variables.....	96

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.</i> Factores para la buena crianza	13
<i>Figura 2.</i> Solución comercial, HW-Group	20
<i>Figura 3.</i> Tipos de Termocuplas, tomado de anayco.net	22
<i>Figura 4.</i> Relación no lineal entre resistencia y temperatura cuando temperatura es > 0 °C.	24
<i>Figura 5.</i> RTD- PT100, Tomado de Electro-Comercial.....	24
<i>Figura 6.</i> Termistores NTC.....	26
<i>Figura 7.</i> Controlador Lógico Programable	27
<i>Figura 8.</i> Ventilación Trasversal.....	30
<i>Figura 9.</i> Ventilación túnel.....	31
<i>Figura 10.</i> Ventilación longitudinal.....	31
<i>Figura 11.</i> Ubicación Geográfica.	32
<i>Figura 12.</i> Termómetro Digital.....	37
<i>Figura 13.</i> Calefactores a Gas.....	37
<i>Figura 14.</i> Cortinas.....	38
<i>Figura 15.</i> Esquema Básico de Funcionamiento	47
<i>Figura 16.</i> Medidas de la Infraestructura	49
<i>Figura 17.</i> Tipo de ventilación y datos de equipos	50
<i>Figura 18.</i> Tipo de Calentador y Potencia	50
<i>Figura 19.</i> Total de equipos y aberturas necesarios.....	51
<i>Figura 20.</i> Total de Equipos a Utilizar	51
<i>Figura 21.</i> Componentes Físicos M-221	53
<i>Figura 22.</i> Circuito RTD-PT100	54
<i>Figura 23.</i> Conexión de PT100 al acondicionador.....	55
<i>Figura 24.</i> Distribución de Equipos.....	56
<i>Figura 25.</i> Posición de Calefacción	57
<i>Figura 26.</i> Diagrama de Flujo General	62
<i>Figura 27.</i> Conexión RTD-Acondicionador- PLC.....	63
<i>Figura 28.</i> Conexión PLC-Botonera- Luces Piloto	64
<i>Figura 29.</i> Diagrama de Control	65
<i>Figura 30.</i> Diagrama Esquemático de Fuerza.....	66
<i>Figura 31.</i> Conexión de PLC	69
<i>Figura 32.</i> Diagrama de Control Prototipo.....	70
<i>Figura 33.</i> Pantalla inicial de programa	71
<i>Figura 34.</i> Pestañas de Programa.....	72

<i>Figura 35.</i> Características del PLC.....	72
<i>Figura 36.</i> Pantalla de Programación	73
<i>Figura 37.</i> Línea de ON.....	74
<i>Figura 38.</i> Pantalla de Ejecución.....	75
<i>Figura 39.</i> Pantalla de Ejecución Resultados	76
<i>Figura 40.</i> Línea de OFF	76
<i>Figura 41.</i> Relación de Proporcionalidad Voltaje-Temperatura	77
<i>Figura 42.</i> Asignación de Marcas	80
<i>Figura 43.</i> Comparación de Temperatura	81
<i>Figura 44.</i> Control de Histéresis	81
<i>Figura 45.</i> Comprobación y Pruebas.....	82
<i>Figura 46.</i> Comprobación y Pruebas 2.....	83
<i>Figura 47.</i> Conexión de PC a PLC	84
<i>Figura 48.</i> Carga del programa al PLC.....	85
<i>Figura 49.</i> Diseño de Placas y Borneras	86
<i>Figura 50.</i> Diseño de Tablero de Control	87
<i>Figura 51.</i> PLC anclado en riel DIN.....	87
<i>Figura 52.</i> Conexión de sensor a acondicionador	88
<i>Figura 53.</i> Entradas externas	88
<i>Figura 54.</i> Alimentación de Equipos finales	90
<i>Figura 55.</i> Puenteo de N y 24 v.....	90
<i>Figura 56.</i> Conexión de luces Encendido / Apagado del Sistema.....	91
<i>Figura 57.</i> Salidas Equipos de Control	92
<i>Figura 58.</i> Salidas de PLC a Relé de cada Equipo	92
<i>Figura 59.</i> Implementación final del Prototipo	93
<i>Figura 60.</i> Luz apagado del Sistema.....	93
<i>Figura 61.</i> Luz encendido del Sistema	94
<i>Figura 62.</i> Equipos de Medición	94
<i>Figura 63.</i> Temperatura Detectada por el Sensor	95
<i>Figura 64.</i> Medición de Voltaje	95
<i>Figura 65.</i> Pendiente formada por el comportamiento de las muestras obtenidas	97
<i>Figura 66.</i> Cambios de programación	98
<i>Figura 67.</i> Prueba Final del Prototipo.....	99

INTRODUCCIÓN

La granja experimental NONO UDLA ubicada en la parroquia de San Miguel de Nono, perteneciente a la Universidad de Las Américas, es el lugar perfecto para que los estudiantes puedan realizar sus prácticas pre-profesionales.

Actualmente, la granja experimental cuenta con algunos animales como: cerdos, cuyes, pollos, codornices, entre otros. Estos son criados por cuidadores y permiten a los estudiantes de diferentes carreras de la Universidad de Las Américas, aprender y desarrollar de forma práctica sus conocimientos.

Por esta razón, es importante tener un buen cuidado de los animales que se crían en esta granja, puesto que ayudan a los estudiantes a crecer profesionalmente y que puedan desenvolverse de mejor manera en el ámbito laboral.

Sin embargo, aunque la granja experimental de NONO brinda beneficios a los estudiantes, no se ha realizado estudios en cuanto a la climatización y ventilación de la misma, lo cual ha causado enfermedades y muerte de ciertos animales criados allí.

Al observar las diferentes necesidades de los animales y de las personas que crían a los mismos, se procederá a realizar un análisis de las áreas para el diseño del sistema de climatización y ventilación, lo cual conlleva verificaciones preliminares como: estudio del área a utilizar, planos estructurales, niveles de ventilación, consumo de energía, cálculo de cargas, ubicación de los equipos de ventilación, ubicación de sensores a utilizar, entre otros.

ANTECEDENTES

La mejora en la crianza de animales, es de suma importancia en la actualidad, ya que va encaminado al adecuado crecimiento y desarrollo saludable de los mismos (FAO, 2015). La Universidad de las Américas, al poseer instalaciones agropecuarias, ha visto la necesidad de implementar tecnología para el cuidado y la crianza de los animales.

En la actualidad, la granja de la Universidad de Las Américas asentada en la parroquia de San Miguel de Nono perteneciente al cantón Quito, cuenta con cuatro galpones con diferentes especies de animales:

- Aves de Postura (Gallinas)
- Codornices
- Cuyes
- Cerdos

La falta de control de temperatura y ventilación en estos galpones, ha generado problemas, ya que se ha podido registrar aumento de enfermedades e inclusive muerte de los animales. Esta información ha sido proporcionada por cuidadores y representantes de la granja. Las temperaturas promedio en esta parroquia se registran entre 12 y 18 grados centígrados, siendo muy bajas para la cría de las cuatro especies que se pueden encontrar. A continuación, en la Tabla 1 se menciona los rangos ideales para cada especie, proporcionadas por los ingenieros de la granja UDLA.

La supervisión de las temperaturas internas para que los animales puedan tener una buena vida se ha convertido en otro problema, ya que los vigilantes de la granja no están dispuestos a verificarlas en las horas de la noche y madrugada, generando así inconvenientes económicos, por falta de pagos a las horas extras y trabajos adicionales. Esto ha generado que las tasas de mortalidad y enfermedades de los animales aumenten por falta de un control adecuado, según representaste de la granja.

Tabla i. *Temperaturas proporcionadas por la Ing. Francisca Martínez*

ESPECIE	RANGOS DE TEMPERATURA
Aves de Postura	15-20 grados centígrados
Codornices	18-24 grados centígrados
Cuyes	10-20 grados centígrados
Lechones	30 grados por 15 días

Nota: Coordinadora de Proceso Grana Experimental UDLA

Al ser una granja experimental, para la universidad es importante que esta cumpla con todos los requerimientos para el cuidado y crianza de los animales. La mejora del control ambiental, evita pérdidas de animales, pues aumenta la calidad de vida de los mismos, incrementando también la tasa de natalidad de las diferentes especies que conviven. Por tal motivo, dicha granja presentó interés en corregir este factor ambiental en la crianza de los animales.

ALCANCE

Primero se realizará una inspección de la granja, para revisar el estado de las instalaciones y los equipos existentes, esto con el fin de verificar en que ámbitos se pueden realizar mejoras. En el caso de que los equipos sean muy antiguos se realizará un pequeño estudio para adquirir mejores equipos, con mejor tecnología y que aporten beneficios a todos los galpones de la granja.

Con este trabajo, se pretende mejorar las condiciones ambientales en los galpones donde habitan los diferentes tipos de animales.

Para ello, se diseñará e implementará un prototipo de un sistema de climatización con la capacidad de controlar (manipular) de manera automática los parámetros de temperatura y ventilación necesarios para proporcionar ambientes adecuados en los galpones de la granja. El sistema comprenderá:

- Equipos de medición (adquisición).
- Mecanismos de activación de los equipos de clima (control).

El sistema permitirá definir los rangos de temperatura en cada galpón. Se pretende realizar un diseño real, para que a partir de la implementación del prototipo sea más factible en un futuro realizarlo de forma real.

JUSTIFICACIÓN

La necesidad de controlar automáticamente la temperatura en los galpones es primordial para mantener el ambiente adecuado de los mismos en todas las horas del día.

La temperatura es un factor que influye directamente en el crecimiento y desarrollo de los animales, ya que al aumentar, esta afecta directamente a la cantidad de agua y alimento necesario para los animales, de igual manera también aumenta la tasa de mortalidad, pues pueden presentar estrés calórico y sufrir de asfixia. Del mismo modo, cuando la temperatura es muy baja, los animales pueden sufrir enfermedades respiratorias y morir por hipertermia.

La ventilación es otro factor que incide en la crianza de ciertas especies, ya que algunas de estas producen muchos gases tóxicos, que al concentrarse pueden provocarles enfermedades como ampollas en la piel. Adicionalmente, estos gases también producen efectos negativos en las personas que tienen contacto con el ambiente de los galpones, causando enfermedades respiratorias y fuertes irritaciones en los ojos. Al automatizar el control de ventilación y temperatura, se puede evitar pérdidas de especies y aumentar la producción de animales en la granja UDLA.

OBJETIVOS

Objetivo general

- Implementar un sistema automático de climatización, mediante el control de los parámetros ambientales que influyen en la crianza de las especies de los animales en la granja experimental de la UDLA.

Objetivos Específicos

- Identificar parámetros de temperatura y ventilación, en relación a cada tipo de animal en la granja.
- Diseñar el sistema a partir del dimensionamiento en base a las instalaciones de la granja.
- Implementar un prototipo del sistema en base al diseño propuesto.
- Comprobar el correcto funcionamiento del sistema.

1. MARCO TEÓRICO

1.1 INTRODUCCIÓN

La crianza de animales de granja ha tenido un desarrollo trascendental en los últimos tiempos, debido al aumento de consumo de éstos y de los productos derivados de los mismos (MAGRAMA, 2010).

El bienestar animal y la calidad de los alimentos van de la mano, según David Hammerstein (Sociólogo y político ecologista Estadounidense), por tal motivo, es fundamental mejorar las condiciones de vida en las que se reproducen los animales, tomando en cuenta las características fisiológicas de cada uno, así como los factores ambientales a los que están expuestos al criarse en lugares cerrados.

Estudios realizados demuestran que los animales que se crían en cautiverio tienden a tener mayor porcentaje de enfermedades que animales que viven en libertad; esto es causado por la limitación de espacio y la falta de estímulos que pueden recibir al no criarse en su hábitat natural (Myers, 2011, p 2).

La falta de ventilación y circulación de aire fresco dentro de los galpones aumenta las enfermedades respiratorias en los animales, generando reducción de su mecanismo de defensa e incidiendo así en un aumento de enfermedades como pulmonía, neumonía, estrés calórico e hipertermia (Montalbetti, 2012, p 10). Al mejorar la temperatura y ventilación en los galpones se puede lograr bajar la tasa de mortalidad de un 9.8% a 5.4% (Kain y Kuonqui, 2005, p 6).

Es importante tomar en cuenta todos los factores ambientales y de infraestructura que se tienen en los galpones de la granja, ya que a partir de estas características se podrá realizar el correcto estudio, para la selección de la mejor solución de control, para solventar los diferentes problemas que se registren en cada galpón.

1.2 FACTORES FISIOLÓGICOS Y MEDIO AMBIENTE

1.2.1 Temperatura y Fisiología de las Aves de Postura (*Gallus Domesticus*)

Para alcanzar el mejor rendimiento en la crianza de aves de postura, es necesario establecer y mantener las condiciones ambientales óptimas, evitando así que el animal muera por frío o por deshidratación (Chiappe, G, 2010).

La temperatura de los órganos internos de las aves son variables, ya que no cuentan con una temperatura corporal absoluta. Su temperatura corporal varía entre los 40.6°C y 41.7°C a lo largo del día (Estrada, M, 2007).

Las aves no poseen glándulas sudoríparas con las que pueden regular su temperatura corporal, sin embargo utilizan diferentes mecanismos para disipar su calor corporal (Alberto Echeverría y Raúl Miazzano, 2002), como:

- Radiación
- Conducción
- Convección
- Evaporación

Los diferentes mecanismos liberan el calor corporal del ave, pero a la vez aumenta el calor ambiental (Alberto Echeverría y Raúl Miazzano, 2002).

La temperatura corporal de las aves pueden sufrir variaciones por los siguientes factores (Quiles y M.L.Hevia, 2004):

- La edad: la temperatura de las aves recién nacidas es aproximadamente 39°C, al ser “adultas” su temperatura se eleva y es casi constante (Quiles y M.L.Hevia, 2004).
- Sexo: la temperatura en machos es ligeramente mayor que las hembras, por su proceso metabólico y uso muscular (Quiles y M.L.Hevia, 2004).
- Raza: las aves más pequeñas tienen mayor temperatura que las aves grandes (Quiles y M.L.Hevia, 2004).

- La actividad física aumenta la temperatura corporal, las aves que se encuentran en jaulas tienen menos temperatura que las que se encuentran libres en un galpón o gallinero (Quiles y M.L.Hevia, 2004).
- Muda de Plumas: las aves que empiezan a emplumar tienen mayor temperatura que las que ya tienen su plumaje completo (Quiles y M.L.Hevia, 2004).
- Incubación: en el momento que empollan su temperatura baja por menor actividad muscular (Quiles y M.L.Hevia, 2004).
- Alimentación: después de comer la temperatura sube por el proceso de digestión (Quiles y M.L.Hevia, 2004).
- Temperatura ambiente: es importante que las aves de postura no se encuentren en ambientes con muy altas ni con muy bajas temperaturas, porque pueden sufrir de hipertermia e hipotermia. Tampoco deben encontrarse en ambientes con los mismos valores que su temperatura corporal, ya que las aves no podrían disipar su calor por medio de los diferentes mecanismos. Si estos problemas son constantes pueden producir la muerte (Quiles y M.L.Hevia, 2004).

Dependiendo de todas estas características, las temperaturas en las instalaciones se deben conservar en un rango entre los 11 °C y 21 °C (Chiappe, G, 2010).

Otro factor importante en la crianza de las aves es el control de gases tóxicos (amoníaco), este es producido por las deyecciones y la descomposición de la yacija en los galpones. Es importante regular la ventilación para mantener una concentración por debajo del 0.2%. El amoníaco en los galpones se mide en partes por millón (ppm) (Chiappe, G, 2010).

El efecto de concentración de amoníaco en el aire de un gallinero se observa en la Tabla 1.

Tabla 1. *Efectos de la concentración de Amoniaco.*

Concentración de Amoniaco en ppm	Efecto
5-10	Puede ser detectado por el humano.
10-15	Olor más fuerte.
50	Irritación del ojo del humano y ave.
100	Reduce drásticamente el ritmo respiratorio consumo de alimento y producción de huevos.
200	Reduce la puesta (2 semanas).
500	Muere el ave.

Tomado de Castello y Sole, 1975.

En la práctica las aves ponedoras pueden soportar una concentración de amoniaco máximo de 15 ppm (Castello y Sole, 1975).

1.2.2 Temperatura y Fisiología de las Codornices (*Coturnix Japónica*)

La codorniz es originaria de China y Japón, actualmente se explotan en países como Francia, Alemania, Inglaterra, Italia, Colombia, Ecuador y otros países de América del Sur. Las codornices son aves de tamaño pequeño. Las hembras son buenas productoras durante los tres primeros años aproximadamente (Mugica, F, 2009).

Al pertenecer a los ovíparos, utilizan los mismos mecanismos que las aves de postura para disipar su temperatura corporal y de igual forma existen diferentes escenarios como la edad del ave, cambio de plumaje, alta actividad física, incubación, etcétera que afectan la variación de su temperatura interna (Mugica, F, 2009).

Con respecto a la fisiología de las codornices tienen una temperatura corporal de 41,5 °C aproximadamente (Cría de Codornices Japonesas, 2007), que es regulada

por la presión sanguínea y la respiración, ya que al igual que las aves ponedoras no cuentan con glándulas sudoríparas.

Es importante tomar en cuenta que aunque pertenezcan a una misma especie, estas aves no deben estar expuestas a corrientes de aire dentro de los galpones en donde se las ubica, ya que este tipo de espécimen debe mantenerse en galpones o jaulas en condiciones cálidas (Cría de Codornices Japonesas, 2007).

Referente a las temperaturas que se necesitan en el momento de la incubación, hay que tomar en cuenta que los huevos se deben recoger varias veces al día, para mantenerlos en refrigeración a una temperatura de 15 °C, es por esto que los huevos y las aves no pueden estar a la misma temperatura, porque puede afectar tanto a los huevos como a las aves adultas (Mugica, F, 2009). Este tipo de aves necesitan ventilación solo para que la recirculación del aire sea adecuada, y la mejor forma de lograrlo es con el uso de ventilación natural. Estos ovíparos deben mantenerse en un clima cálido, y la ventilación natural es la mejor opción para lograr pureza en el aire. (Cría de la Codorniz, 2010).

Las codornices requieren de 14 a 18 horas de luz al día para mantener la fertilidad al máximo (Maurice Randall, Ganadería Avícola, 2010), en Ecuador esta tarea es mucho más fácil, ya que no se cuenta con las cuatro estaciones tan definidas como en otros países, es por esto que las aves pueden contar con este tipo de iluminación todos los días del año (Eduardo Uzcátegui Ph. D, 2015).

La codorniz es un ave que se adapta fácilmente a cualquier condición climática, pero en su explotación se obtiene mejores resultados en zonas secas, con temperaturas de 17 a 21°C (Cría de Codornices Japonesas, 2007); si se mantiene este rango se estimula la ovulación y se favorece al rendimiento en la producción. Son sensibles a las temperaturas frías, por lo cual no es recomendable su explotación en este tipo de lugares (Murice Randall y Gerry Bolla, 2010).

1.2.3 Temperatura y Fisiología de los Cuyes (*Cavia Porcellus*)

El cuy (cobayo o curí) es un mamífero roedor originario de la zona andina de Bolivia, Colombia, Ecuador y Perú. El cuy constituye un producto alimenticio de alto valor nutricional que contribuye a la alimentación diaria de la población rural (Chauca de Zaldivar, 1997, cap. 1).

Para la crianza de estos animales es importante mantener en excelentes condiciones las instalaciones, estas deben ser diseñadas para controlar la temperatura y movimiento del aire. Los cuyes son animales que son susceptibles a enfermedades respiratorias, siendo más tolerantes al frío que al calor. Su cuerpo es capaz de conservar el frío de forma correcta, pero al momento de disipar el calor su organismo es deficiente. (Chauca de Zaldivar, 1997, cap. 3).

Uno de los factores más importantes es la temperatura del medio ambiente. El animal debe mantenerse en un ambiente cuya temperatura le permita vivir sin estar expuesto ni al frío ni al calor excesivo.

Este tipo de mamíferos utiliza su alimentación para producir y perder calor, por medio de procesos metabólicos (Eduardo Uzcátegui Ph. D, 2015).

Los cuyes cuentan con un pelaje muy abultado, es por esto que hay que mantener su temperatura en un bajo nivel, ya que al no poder disipar el calor de su cuerpo, pueden sufrir estrés alterando su movimiento y generando más calor. La temperatura corporal de esta especie se encuentra en un rango de 37 a 39 °C. (Chauca de Zaldivar, 1997, cap. 3).

El hábitat normal de los cuyes es la sierra andina, donde existen variaciones de temperatura muy marcadas en el día y la noche. La temperatura óptima para la crianza de estos animales se encuentra en un rango de 18 a 24 °C (C.Lemus, Comunicación Personal, 7 de Noviembre de 2015), teniendo la temperatura más alta en el día. Sin embargo, existen temperaturas para cada tipo de clima en donde pueden ser criados estos animales:

Tabla 2. Temperaturas según el clima para Cuyes

Clima	Temperaturas
Tropical	Los 12 meses del año a temperatura de 20 °C.
Subtropical	De 4 a 11 meses temperaturas de 20 °C y de 1 a 8 meses entre 10 y 20 °C.
Templado	Los 12 meses del año a temperatura de 18 y 24 °C.
Fríos	De 1 a 4 meses temperaturas entre 10 y 20 °C y de 8 a 11 meses de -10 °C.

Tomado de Chauca de Zaldivar, 1993.

Es importante tomar en cuenta la región en donde se crían, para establecer las temperaturas óptimas. En este caso particular el galpón se encuentra ubicado en un clima templado.

1.2.4 Temperatura y Fisiología de los Cerdos (*Sus scrofa domestica*)

Durante el proceso de producción de cerdos, se relacionan un grupo de factores de diversas índoles que pueden afectar o impulsar el proceso productivo. Todos, tienen un peso fundamental, vinculándose estrechamente unos con otros (Universo Porcino, 2014).

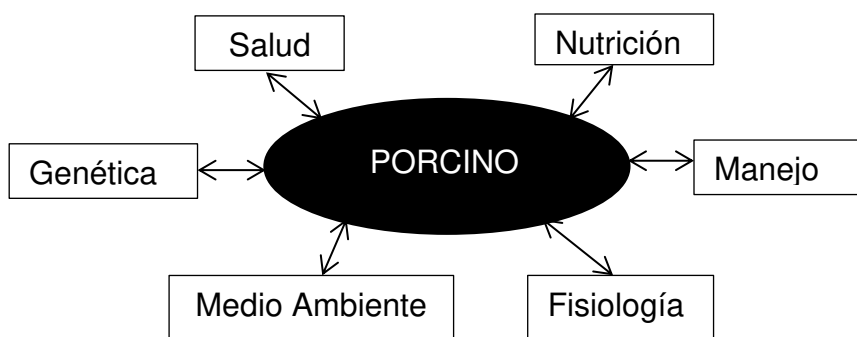


Figura 1. Factores para la buena crianza

Estos factores son sumamente importantes, para no ocasionar graves problemas en el proceso de productividad del cerdo, sin embargo el principal factor de esta investigación se basa en el medio ambiente. Es importante mejorar el acondicionamiento ambiental en donde crecen los cerdos, desde el momento de su nacimiento, crecimiento, reproducción y muerte (Universo Porcino, 2014).

La temperatura ideal para el desarrollo de este mamífero se encuentra en un rango de 16 a 24 °C (C.Lemus, Comunicación Personal, 7 de Noviembre de 2015), tanto para los criaderos, el área de maternidad y los corrales donde viven los cerdos adultos.

Es importante, mantener la pureza del aire por medio de ventilación, ya que al ser animales grandes producen gran cantidad de gases tóxicos (Mora, 2003).

Los gases tóxicos pueden ser perjudiciales, ya que se localizan en la parte baja de los galpones, siendo este el aire que respiran directamente los cerdos (Bjarne K. Pedersen, 2005).

Para evitar la presencia de este tipo de gases, se debe mantener una buena ventilación. El cerdo necesita mucho aire fresco, especialmente cuando come, duerme y defeca. El aire fresco debe fluir y reemplazar al aire viciado evitando humedad, malos olores y gérmenes que pueden ser productores de enfermedades (Bjarne K. Pedersen, 2005).

Los cerdos carecen de glándulas sudoríparas, esto quiere decir que en un ambiente de altas temperaturas, al cerdo se le dificulta eliminar el calor de su cuerpo, su ritmo respiratorio aumenta y la única forma de enfriarse es revolcándose en el lodo o charcas, y si estas están sucias se puede producir mayor riesgo de contraer enfermedades en la piel (Blas, Cervera, Fernández, Jóver, Pascual, 2011, p. 40).

Así como los sistemas de ventilación son muy importantes, porque mantienen estable el ambiente, la calefacción también es un factor importante ya que regulan

la temperatura para evitar pérdidas por hipotermia en climas y meses muy fríos (Bjarne K. Pedersen, 2005).

Una de las mejores formas de mantener la calefacción adecuada, es por medio de la regulación natural, en lugares con cambios climáticos no tan drásticos. (Montanaro, 2013, p 2).

El número de animales alojados en las instalaciones, es otro factor que se debe tomar en cuenta para mantener la temperatura ambiente, ya que al existir mucha densidad de animales, se necesita aumentar la ventilación, para que cada uno de los animales se encuentre en un estado confortable dentro del galpón (Montanaro, 2013, p 13).

1.3 FACTORES DE TEMPERATURA

Todos los galpones necesitan algún tipo de ventilación para garantizar un suministro adecuado de oxígeno, y al mismo tiempo eliminar dióxido de carbono y polvo (Glatz y Bolla, 2004).

La ventilación natural, es habitual en galpones de mediana y pequeña escala, y en zonas donde las condiciones climáticas son similares a las temperaturas requeridas por los diferentes tipos de animales (Phil Glatz y Robert Pym, p 29).

La ventilación, es un factor que se relaciona directamente a la temperatura, ya que con una buena ventilación, se puede evitar que las paredes se calienten o almacenen calor por el sol que reciben durante el día y así mantener las temperaturas adecuadas (Phil Glatz y Robert Pym, p 35). Existen diferentes tipos de ventilaciones que se utilizan dependiendo del tipo de estructura del galpón (Ross Bulletin, 2007):

Ventilación Natural por cortinas

Este tipo de ventilación es aceptable, siempre y cuando la diferencia entre la temperatura exterior y la temperatura interior deseada no sea mayor a 8°C. Al

utilizar la ventilación natural, existe un ahorro energético considerable, y se puede mejorar cuando el sistema de apertura de las cortinas se realiza de forma automática (Ross Bulletin, 2007).

Ventilación por presión negativa

Esta ventilación consiste en extraer el aire que está dentro del galpón, e ingresar nuevo aire al mismo tiempo, manteniendo el control de estos dos, generando un vacío en el galpón. De esta manera, se puede conseguir un flujo mucho más estable y mejor distribuido (Ross Bulletin, 2007).

Este tipo de ventilación utiliza grandes extractores para su funcionamiento efectivo requiere que los galpones estén correctamente cerrados y sellados, de manera que el aire fluya de la forma prevista y no se pierde el equilibrio alcanzado por el sistema (Ross Bulletin, 2007).

Ventilación por recirculación de aire

En zonas de mucho calor, este tipo de ventilación es la más utilizada. Consiste en ventiladores de movimiento de aire (aproximadamente de un metro), los cuales pueden estar colocados de muchas formas, en las partes centrales, laterales o intercalados en el galpón (Ross Bulletin, 2007).

Este tipo de sistema produce una alta velocidad del aire a una distancia cercana del mismo, mientras más se aleja, la velocidad del mismo disminuye y se pierden zonas de confort (Ross Bulletin, 2007).

Esta forma de ventilación es válida para estaciones calurosas, ventiladores por todo el galpón, para que el aire se encuentre fresco en todas partes; es importante recalcar este factor, ya que puede generar altos costos económicos (Ross Bulletin, 2007).

Ventilación positiva

El proceso de ventilación positiva es cuando los ventiladores empujan aire del exterior hacia el interior del galpón (efecto inflar galpón) (Ross Bulletin, 2007).

Este tipo de ventilación se utiliza en climas fríos, siempre y cuando el galpón este equipado con otro tipo de corriente para mantener el calor. El sistema necesita un ventilador instalado en las paredes laterales del galpón para la emisión de aire, colocando un quemador frente al hélice, de modo que cuando el aire entre se caliente. Para que este tipo de ventilación sea eficaz, es necesario colocar recirculadores internos (Ross Bulletin, 2007).

Para conseguir los mejores rendimientos es necesario establecer y mantener las condiciones ambientales óptimas, seleccionando el mejor tipo de ventilación que se debe colocar, conforme a la ubicación y clima en donde se encuentran los galpones.

1.4 GASES TÓXICOS

De manera general, la ventilación es importante en todo el proceso de crianza de los diferentes animales, se debe seleccionar el tipo de ventilación adecuada según el animal y elegir la más eficaz.

El principal propósito de la ventilación, es mantener una buena calidad del aire. Siempre se deben mantener niveles adecuados de oxígeno y mínimos niveles de CO₂, C, NH₃ y polvo (zonas secas). (Pantoja, 2014, p 5). Una ventilación inadecuada degrada la calidad del aire dentro de los galpones, trae como consecuencia altos niveles de amoniaco y dióxido de carbono, que puede desencadenar en enfermedades respiratorias crónicas.

El manejo adecuado del ambiente dentro de los galpones permite reducir los valores de mortalidad, disminuir los descartes en las plantas de faena, minimizar el estrés calórico y aumentar la densidad de animales por metro cuadrado (Bjarne K. Pedersen, 2005).

La necesidad de nuevos tipos de control ambiental surge debido al mayor desarrollo de los animales genéticamente, ya que al aumentar su tamaño para una mayor producción, hace que estos sean más susceptibles al estrés calórico, por esto debe existir una mayor exigencia en los sistemas de control ambiental para los galpones (Pantoja, 2014, p 10).

Para poder hablar de una ventilación eficaz, podemos referirnos a aquella que se consigue teniendo una temperatura y humedad teniendo como objetivo suministrar el suficiente aire fresco para evacuar gases nocivos (David Lahoz, 2014).

1.5 ESTRUCTURA DE GALPONES

Un galpón adecuado contribuye al bienestar animal. Para producir animales sanos, con alta calidad de vida y alta producción. Los galpones deben ser lo suficientemente adecuados y organizados (Agrytec, s.f., 2011).

La estructura y condiciones deben ser adaptables a las temperaturas ambientales con el fin de que los animales vivan en un ambiente agradable.

Por tal, motivo es importante tomar en cuenta ciertas consideraciones generales sobre la estructura de los galpones, entre estos se encuentran los siguientes (Donald, 2009, p 4):

- El galpón debe ubicarse en tierras secas, para evitar infiltración de frío y humedad en el piso.
- Preferiblemente debe ser construido para que el sol penetre varias horas al día y en dirección contraria a las fuertes corrientes de viento que se registren.
- La calidad de construcción, dependerá mucho del tipo de materiales que se utilicen, como el piso, paredes, techo y ventanas.
- Dimensiones del galpón y el número de animales que se van a colocar por metro cuadrado.

Para la implementación de un sistema de climatización, es importante tomar en cuenta los diferentes tipos de galpones existentes. Ya que dependiendo de su construcción y estructura se podrá elegir la mejor solución. Existen dos tipos de galpones (Coronel, 2009, p 10):

- Galpón de Ambiente Controlado
- Galpón Abierto

Galpón de Ambiente Controlado

Este tipo de galpón es aquel que mantiene las condiciones adecuadas, por medio de casetas completamente cerradas. Tienen un aislamiento estricto, para controlar las temperaturas y gases tóxicos de manera automática, debe tener un techo triangular (Manejo de Galpones, s.f., 2014).

Galpón Abierto

Los galpones abiertos, dependen de su construcción para la ventilación y control de temperaturas, ya que el ancho, altura, largo y forma del techo del galpón, influyen en el flujo de aire que ingresa en el día y la noche, teniendo efectos sobre la temperatura interna del galpón (Manejo de Galpones, s.f., 2014).

1.6 MEDICIÓN DE TEMPERATURA

Para mantener la temperatura adecuada en los galpones es importante contar con dispositivos de medición específicos, se puede utilizar soluciones industriales muy robustas o sensores de temperatura más sencillos, para mejorar el proceso de medición, también se puede utilizar controladores de temperatura, para facilitar el manejo de los rangos de temperatura necesarios.

1.6.1 Soluciones comerciales

Las soluciones comerciales juegan un papel importante en los sistemas de control, ya que han sido diseñados para solventar los diferentes problemas en la industria. Dentro de estas soluciones, podemos encontrar dispositivos de medición de

temperatura muy robustos que cuentan con características técnicas de alta tecnología como se detallan a continuación:

- Entradas: Ethernet RJ45 (10/100 BASE - T).
- WEB: Web Server integrado.
- Registrador de Datos: Pueden registrar más de 250.000 datos.
- Sensores: 1-Wire / 1 – Wire UNI.
- Protocolos de Comunicación (M2M): SNMP, XML, Modbus/TCP.
- Comunicación Remota: GPRS, GSM SMS.
- Control de Dispositivo: Software de sus fabricantes.



Figura 2. Solución comercial, HW-Group

Tomado de www.hw-group.com

Existen muchos tipos de soluciones comerciales, estos se diferencian por sus modelos, marcas, rangos de temperatura y ventajas, como indica la Tabla 3.

Tabla 3. Ejemplos de soluciones comerciales

TERMOMETROS AMBIENTALES					
ENTRADAS	SALIDAS	MODEL O	FABRICANTE	RANGO DE TEMPERATURA	VENTAJAS
2 DIGITALES, 2 ANALOGICAS	2 DIGITALES	AG- 0602	ARMM2	-40 a +80 °C	Identificación única, posee un sistema anti robo.

4 DIGITALES	2 DIGITALES	POSEID ON 2 3268	HW GROUP	-35 a +85°C (-31 a +185°F)	Registrador Interno, conectores RJ11, Recordatorio de alarma
4 DIGITALES	2 DIGITALES	POSEID ON 3268	HW GROUP	0 a 65°C (32 a 149 °F)	Puerto Ethernet

1.6.2 Sensores de Temperatura

Estos sensores son dispositivos que transforman los cambios de temperatura en señales eléctricas para luego ser procesados por un equipo eléctrico o electrónico. Los sensores de temperatura suelen estar formados por un material conductor, para transmitir rápidamente la señal al equipo electrónico que se conecta. (Parra, 2014, p 4).

Entre los sensores de temperatura más populares se tiene las termocuplas (termopares), RTD y termistores (Parra, 2014, p 4).

1.6.2.1 Termocuplas

Las termocuplas o llamados también termopares, son sensores de temperatura comúnmente utilizados en la industria, por los rangos de temperatura soportados (Parra, 2014, p 4). Su funcionamiento básico se basa en que al momento de calentarse o enfriarse la unión de dos metales distintos produce una tensión que es proporcional a la temperatura (Creus 2010, p 256).

La interconexión entre termocuplas e instrumentos se realiza por medio de cables especiales de compensación.



Figura 3. Tipos de Termocuplas

Tomado de anayco.net

Existe infinidad de tipos de termocuplas, sin embargo en la Tabla 5 se mencionan las más comunes y sus características principales (Arroyo, 2015, p 9).

Tabla 4. *Tipos de Termocuplas*

TERMOCUPLAS					
TIPO	MATERIALES	RANGO DE TEMPERATURA	SALIDAS	TENSION	ESCENARIOS DE USO
K	Cromel/ Alumel	-200 a +1372°C	Analógica	-5.891 a 54.885 mV	Atmosferas inertes y oxidables, alta resistencia a la oxidación.
E	Cromel/ Constantan	-200 a +1000°C	Analógica	-9.719 a 76.37 mV	Atmosferas oxidables o al vacío, posee alta potencia termoeléctrica.
J	Hierro/ Constantan	-210 a +760°C	Analógica	-8.096 a 69.555 mV	Atmosferas neutras, oxidable o reductoras.
N	Nicrosil/ Nisil	-270 a +1300°C	Analógica	-3.990 a 47.514 mV	Sustituto al termopar K con mayor resistencia de oxidación.
B	Platino/ Rodio	0 a +1820°C	Analógica	-1.792 a 13.82 mV	Estabilidad en temperaturas altas, atmosferas oxidables.
R	Platino/ Rodio	-50 a +1768°C	Analógica	-0.101 a 21.089 mV	Mismas características del tipo S con una potencia termoeléctrica mayor en 11%.

S	Platino/ Rodio	-50 a +1768°C	Analógica	-0.103 a 18.6822 mV	Presenta menor difusión de rodios que los tipos R.
---	-------------------	---------------	-----------	---------------------------	--

Tomado de Arroyo, 2015.

1.6.2.2. RTD (Resistive Temperature Detector)

Los RTD o llamados también termoresistencias son sensores de temperatura que dependen de la variación de resistencia en función de la temperatura. (Creus 2010, p 240).

El material por el que se forma el conductor se caracteriza por ser llamado “coeficiente de temperatura de resistencia”, que expresa: “A una temperatura especificada, la variación de la resistencia en ohmios del conductor cambia por cada cambio grado de temperatura” (Creus 2010, p 241). La relación fundamental de estos factores se expresa en la siguiente expresión lineal:

$$R_t = R_o * (1 + \alpha * t) \quad \text{(Ecuación 1)}$$

Siendo:

- R_t : resistencia en ohmios a t grados Celsius
- R_o : resistencia en ohmios a 0 grados Celsius
- α : coeficiente de temperatura de la resistencia. Cuyo valor entre 0 y 100 °C es de 0,003850 Ω .

Sin embargo esta relación presenta una diferencia entre su resistencia en ohmios R_1 y la resistencia real de la sonda. Como se muestra en la *Figura 4*.

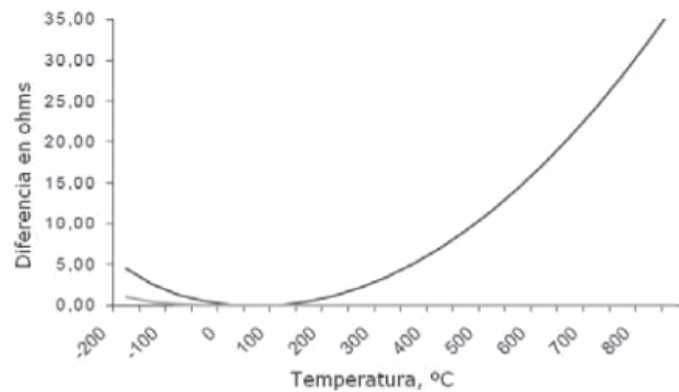


Figura 4. Relación no lineal entre resistencia y temperatura cuando temperatura es > 0 °C.

Tomado de Electrónica e Instrumentación, Creus 2010.

Por tal relación la ecuación general pasa a ser:

$$R_t = R_0[1 + At + Bt^2 + C(T - 100)t^3] \quad (\text{Ecuación 2})$$

válida de -200 °C a 0

$$R_t = R_0[1 + At + Bt^2 + Ct^3] \quad (\text{Ecuación 3})$$

válida de 0 °C a 850 °C

donde, A, B, C son coeficientes de temperatura de la resistencia de valores

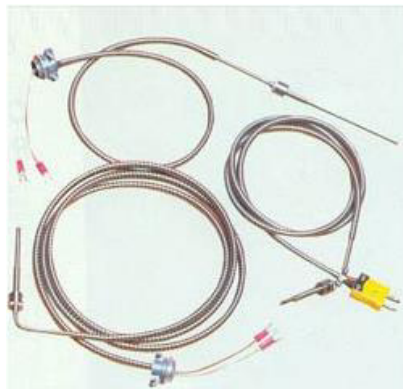


Figura 5. RTD- PT100.

Tomado de Electro-Comercial

La interconexión entre termoresistencias e instrumentos se realiza por medio de un cable común de cobre.

En el mercado existe infinidad de RTD, sin embargo a continuación se detallan las más comunes

Tabla 5. *Tipos de RTD*

RTD				
MODELO	SALIDAS	MATERIAL	RANGO DE TEMPERATURA	CARACTERISTICAS
Pt100	Resistencia /Analógica	Platino	-100 a +200°C	Alta Fiabilidad y sensibilidad, uso industrial
Pt1000	Resistencia /Analógica	Platino	-200 a +600°C	Estable y pequeño.
Pt500	Resistencia /Analógica	Platino	0 a +120°C	Es uno de los modelos menos utilizados

1.6.2.3. Termistores

Los termistores son semiconductores electrónicos con un coeficiente de temperatura de resistencia negativo de valor elevado, por lo que presentan variaciones rápidas para los pequeños cambios de temperatura (Creus2010, 251).

Estos sensores se denominan también NTC (coeficiente de temperatura negativo), existiendo casos especiales de coeficiente positivo cuando su resistencia aumenta con la temperatura (Creus2010, p 251).

La relación entre la resistencia del termistor y la temperatura viene dada por la siguiente expresión:

$$R_t = R_0 e^{\beta \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_0} \right)} \quad (\text{Ecuación 4})$$

en la que:

R_1 = resistencia en ohmios a la temperatura absoluta T_t

R_0 = resistencia en ohmios a la temperatura de referencia T_0

β = constante dentro de un intervalo moderado de temperaturas



Figura 6. Termistores NTC

Tabla 6 . Modelos de Termistores

TERMISTORES			
Modelo	Salidas	Materiales	RANGO DE TEMPERATURA
Perla	Analógico	Óxidos Metálicos/Hilos Platino	-40 a +300°C
SMD	Analógico	Cerámica, metal, cristal	-40 a +300°C
Disco	Analógico	Amalgama/Cerámica	-40 a +300°C
Axial	Analógico	Platino	-40 a +300°C
Sonda	Analógico	Acero inoxidable, manganeso, níquel y cobalto	0 a +100°C

1.7. CONTROLADORES LÓGICOS PROGRAMABLES

El controlador Lógico Programable (PLC), apareció como solución al control de circuitos complejos de automatización. Un PLC es un aparato electrónico que sustituye los circuitos auxiliares o de mando de los sistemas automáticos (Elementos y Equipos Eléctricos, s.f, 2015).

Entre sus principales ventajas tenemos facilidad de manejo, posibilidad de manejar varias máquinas con el mismo PLC, aumentar sus entradas y salidas por medio de módulos expansivos, facilidad de programación, pueden operar en condiciones

industriales, robustos, permiten monitoreo, entre otros (Elementos y Equipos Eléctricos, s.f, 2015).



Figura 7. Controlador Lógico Programable
Tomado de Siemens

Por sus características tienen un campo de aplicación muy extenso. Su utilización fundamental es en instalaciones donde se necesita o realiza (Elementos y Equipos Eléctricos, s.f, 2015):



- Procesos de producción periódicamente cambiante.
- Procesos secuenciales.
- Maquinarias de procesos.
- Maniobra de máquinas.
- Señalización y Control

El controlador se encarga de recolectar los datos enviados por diferentes sensores, para procesarlos y enviar las señales a los actuadores para activarlos. Su diseño consta de variedad de tipo de entradas y salidas:

- IN/OUT Analógica
- IN/OUT Digital

Por sus diferentes características y funcionalidad estos dispositivos son la mejor opción para el control de este proyecto, a continuación se detallan los PLC que se adaptan más al proyecto por sus diferentes características.

Tabla 7. Marcas Conocidas de PLC y sus características.

Controladores Lógicos Programables						
Marca / Modelo	Entradas / Salidas	Entradas Analógicas	Módulo de Expansión	Software	Profinet	Foto
Schneider M-221	4 IN/ 7 OUT	5 IN	3 módulos	SoMachine, Software Libre	1 puerto de comunicación Ethernet (Para programación).	
Siemens S7-1200	6 IN/ 4 OUT	2 IN	3 módulos	STEP 7 Basic, Software licenciado	1 puerto de comunicación Ethernet.	

1.8. MÉTODOS DE VENTILACIÓN Y CALEFACCIÓN

Para aumentar, disminuir y mantener la temperatura se pueden utilizar diferentes equipos.

Cuando se habla de métodos para mantener fresco un espacio se puede referir a los ventiladores, estos son equipos eléctricos que funcionan por medio de un motor para hacer girar sus aspas y generar enfriamiento del ambiente, estos equipos pueden ser automatizados y controlados

Para calefacción existen diferentes tipos de soluciones para utilizarse a nivel industrial, tomando en cuenta que su principal factor de diferenciación es el costo.

Los calefactores eléctricos son dispositivos para calentar un ambiente (Diccionario Lengua Española, 2007), proporcionan combustión limpia y no necesitan ningún tipo de gas para su funcionamiento. Al no realizar ruido son recomendados para calentar el ambiente de animales.

Otra solución para calentar ambientes industriales son las lámparas calefactoras, esta permite calentar uniformemente más que los calefactores eléctricos, son resistentes al agua y golpes diseñadas para soportar condiciones de campo.

No hay que dejar de lado mencionar el uso de cortinas para la ventilación, estas son piezas móviles. Su función es la de aislar y conservar temperatura, son resistentes a diferentes condiciones climáticas (lluvias, sol, viento y bajas temperaturas)

Después de tener un concepto más claro sobre los equipos de ventilación y calefacción que se pueden utilizar en los galpones de animales, es importante conocer que tipos de ventilación existen, ya que a partir de este estudio se podrá elegir el tipo de ventilación que mejor se adapte a la infraestructura que se tiene en los galpones de la granja.

Los tipos de ventilación más utilizados hoy en día son los siguientes (Garcia, 2014, p 6):

- Ventilación Trasversal
- Ventilación de túnel
- Ventilación longitudinal

Ventilación Trasversal

Cuando se habla de la ventilación transversal, se refiere a que el flujo de aire al interior del galpón atraviesa el ancho del mismo.

La principal ventaja de la ventilación transversal es que la velocidad del aire es media, por lo tanto, en invierno aporta seguridad, es decir, las aves difícilmente van a sufrir enfriamiento corporal causado por corrientes de aire elevadas.

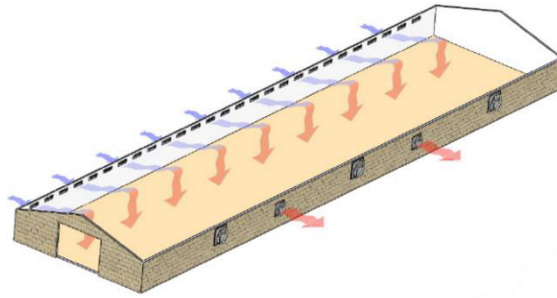


Figura 8. Ventilación Transversal.

Tomada de Selecciones Avícolas.

Así mismo, el principal inconveniente está en la imposibilidad de generar altas velocidades de aire en condiciones de verano.

La ventilación transversal es recomendable para regiones donde los veranos sean frescos (Garcia, 2014, p 8).

Ventilación Túnel

Este tipo de ventilación, es cuando el flujo de aire en el interior del galpón coincide con el eje longitudinal de la misma, esto quiere decir que todo el aire que ingrese por un extremo del galpón, circula a lo largo del galpón siendo extraído por extractores situados en el otro extremo. Por las fachadas laterales no ingresa ni sale ningún aire.

La primordial ventaja de esta ventilación es evitar el estrés térmico en los animales cuando se tienen altas temperaturas, al ser la velocidad del flujo del aire mayor.

Su desventaja es que, este tipo de ventilación exige una longitud máxima del galpón. Adicional, esta ventilación debe utilizarse únicamente cuando las aves presenten estrés térmico.

Esta ventilación es recomendable cuando existen altas temperaturas en verano (Garcia, 2014, p 9).

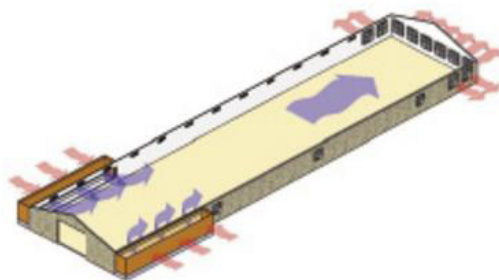


Figura 9. Ventilación túnel.

Tomada de Selecciones Avícolas.

Ventilación Longitudinal

En la ventilación longitudinal la infraestructura juega un papel muy importante, ya que el flujo de aire ingresa por pequeñas ventanas que se encuentran en todo el eje longitudinal del galpón, expulsando el aire por extractores ubicados en un extremo del galpón.

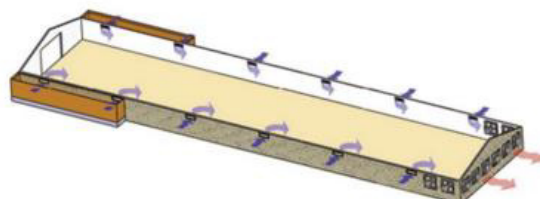


Figura 10. Ventilación longitudinal.

Tomada de Selecciones Avícolas.

La ventaja de este tipo de ventilación es el coste de instalación, por requerir menor cantidad de extractores.

Los inconvenientes que presenta esta ventilación es que, a medida que se acercan los ingresos de aire a los extractores, se demora más en salir y puede producir enfriamiento excesivo en estas zonas, cuando se tienen temperaturas muy altas la velocidad del aire no es suficiente para enfriar la parte inicial del galpón.

Esta ventilación es recomendada siempre y cuando se dote el galpón de ventilación longitudinal o túnel conjuntamente (García, 2014, p 10)

1.9. CARACTERÍSTICAS DE LA PARROQUIA NONO

Nono es una de las parroquias rurales más antiguas del Distrito Metropolitano de Quito. Está localizada en las faldas del volcán Pichincha a una altura de 2724 metros sobre el nivel del mar (Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial, 2015, p 1).

Tabla 8. *Ubicación granja UDLA*

LUGAR:	Granja Experimental "UDLA"
PROVINCIA:	Pichincha
CANTÓN:	Quito
PARROQUIA:	San Miguel de Nono
LONGITUD - LATITUD:	-78,5194; -0,2527
ALTITUD:	2724m.s.n.m

La temperatura aproximada de esta parroquia varía entre los 13 °C y 22 °C promedio, registrando menores temperaturas en noches, madrugadas y días lluviosos. Teniendo como temperaturas picos máximas de 24 °C y 5 °C como temperaturas reales mínimas (The Weather Channel, 2015).



Figura 11. Ubicación Geográfica.

1.10. CONSIDERACIONES GENERALES

A continuación se detallan los aspectos más importantes de este capítulo que serán de gran utilidad para un posterior desarrollo.

- Para evitar pérdidas innecesarias en la granja es importante mantener los siguientes rangos de temperatura para cada especie:
 - Aves Ponedoras: 11 °C a 21 °C.
 - Cuyes: 18 °C a 24 °C.
 - Codornices: 17 a 21°C
 - Cerdos: 16 °C a 24 °C

- Para controlar los niveles de temperatura se cuentan con varios tipos de ventilación, que se deberán elegir dependiendo principalmente de un factor económico y de las condiciones de los galpones:
 - Ventilación Natural por cortinas.
 - Ventilación por presión negativa.
 - Ventilación por recirculación de aire.
 - Ventilación positiva.

- Se debe tomar en cuenta el tipo de galpón construido en la granja:
 - Galpón de Ambiente Controlado.
 - Galpón Abierto.

- Para el diseño se debe tomar en cuenta los diferentes equipos de ventilación, calefacción y medición.

- Se cuenta con varias tecnologías, componentes para la activación, funcionamiento y manejo de los diferentes equipos, que se utilizarán en un próximo diseño:
 - Sensores (TERMOCUPLAS, RTD, TERMISTORES).
 - Controladores de Temperatura
 - Controladores Lógicos programables.

El método de calefacción se deberá escoger de acuerdo a la construcción de las instalaciones, sin embargo es importante mencionar que el mejor método para este proyecto es el de ventilación transversal.

Es importante tener estas consideraciones claras. Ya que a partir de las condiciones ambientales e infraestructura que se tenga se deberá escoger los equipos, tecnologías, tipos de ventilación y calefacción que mejor se ajusten a los galpones de La Granja Experimental UDLA.

2. DIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA

2.1 INTRODUCCIÓN

El presente capítulo hace referencia a la infraestructura y escenarios climáticos que se tienen en la Granja Experimental UDLA. Se desarrollará las diferentes características que tiene cada galpón de forma individual. Tras un estudio, también se identificarán los principales problemas de cada uno y la mejor solución que se puede implementar para lograr los objetivos propuestos. Adicionalmente, se realizará el esquema y diseño que se va a implementar en el galpón, a partir de la infraestructura y escenarios climáticos mencionados anteriormente, se detallará sobre los equipos que se van a utilizar y el precio referencial para la solución propuesta. Todo esto con la finalidad de facilitar la implementación, que se tratará en capítulos posteriores.

2.2. ANÁLISIS DE ESCENARIOS CLIMÁTICOS

Es importante tomar en cuenta que a pesar de que en Ecuador no existen estaciones climatológicas, las temperaturas pueden variar en todo un día, tanto en la mañana, la noche y la madrugada.

La sierra ecuatoriana cuenta con dos estaciones de clima, invierno y verano, siendo el invierno de 8 meses, mientras el verano de 4 meses. Nono es una parroquia ubicada en la Sierra por esta razón tiene las siguientes estaciones climáticas.

Verano

Verano Diurno

Las mañanas de verano son bastante soleadas, la luz ilumina y calienta hasta la tarde, alcanzando temperaturas aproximadas de 24° C a 25° C (C.Lemus, Entrevista, 18 de Julio de 2016)

Verano Nocturno

Las noches de verano son cálidas, existe buena circulación de viento, buena ventilación por los ventanales abriéndolos por un corto tiempo. Las temperaturas varían de 4° C a 5° C (C.Lemus, Entrevista, 18 de Julio de 2016)

Invierno

Invierno Diurno

En la época de invierno, se registran días totalmente nublados, suele existir lluvia y vientos fuertes, siendo este el caso, se debería usar calefacción y ventilación natural en el caso de que no existan fugas por los ventanales. Las temperaturas varían entre 12° C y 14° C. (C.Lemus, Entrevista, 18 de Julio de 2016)

Invierno Nocturno

En el caso de las noches de invierno, se pueden registrar temperaturas entre los 5° C y 9° C. De igual forma, se pueden presentar noches con lluvias torrenciales y vientos fuertes (C.Lemus, Entrevista, 18 de Julio de 2016)

2.3 EQUIPOS EXISTENTES EN LA GRANJA

Para el desarrollo de este proyecto, se realizará una inspección de los equipos existentes en la granja, con el fin de verificar si son apropiados para utilizarlos en la implementación, ya que esto podría reducir el costo en la adquisición de equipos. Sin embargo, a partir del diseño se decidirá si estos equipos facilitarán la implementación o si se deberá realizar mejoras en la selección de los mismos, es importante tomar en cuenta que todo se debe realizar buscando el bienestar de los animales. A continuación se detallan los equipos existentes:

- **Termómetros Digitales:**

- Se cuenta con 5 termómetros digitales, que miden la temperatura interior y exterior, por medio de pequeños sensores.

- Este tipo de termómetros no cuentan con memoria, es decir no se puede tener un registro de la variación de temperatura durante todo el día, a menos que se haga de forma manual.
- Su marca no es reconocida en el mercado



Figura 12. Termómetro Digital

- **Calefactores o Calentadores a Gas:**

- Se cuentan con dos calefactores para todos los galpones.
- Estos equipos se utilizan para calentar la parte interior del galpón.
- Son un modelo antiguo y funcionan a gas.
- No se puede tener encendidos por mucho tiempo, ya que emiten demasiado ruido, generando estrés en los animales.
- Contaminan el ambiente puesto que emiten gases tóxicos.



Figura 13. Calefactores a Gas

- **Cortinas**

Las cortinas están colocadas en todas las ventanas, su principal función es abrirse cuando hace calor para dejar entrar aire fresco del exterior y cuando hace frío se cierran para restringir el flujo de aire, sin embargo este mecanismo no es el más apropiado ya que funciona de forma manual y el material es demasiado delicado y delgado para poder utilizar un sistema automatizado.



Figura 14. Cortinas

2.4 ANÁLISIS DE INFRAESTRUCTURA

El correcto funcionamiento de un sistema de climatización depende mucho de una infraestructura en buen estado (Selecciones Avícolas, 2011). La granja experimental UDLA, cuenta con 4 galpones en sus instalaciones con diferentes especies de animales ya antes mencionados:

- Gallinas Ponedoras.
- Codornices.
- Cuyes.
- Cerdos.

Cada galpón tiene su propia distribución, infraestructura y características independientes, debido a los diferentes entornos en los que se deben desarrollar cada especie. Otro factor de suma importancia es la cantidad de animales que se tiene y la cantidad que se proyecta según su especie (A. Maldonado, Comunicación Personal, 7 de Noviembre de 2015).

Tabla 9. *Cantidad de animales proyectada por galpón*

ESPECIE	CANTIDAD PROYECTADA
GALLINAS	800u
CODORNICES	400u
CUYES	200u
CERDOS	40u

2.4.1 Galpón de Gallinas Ponedora

El galpón de gallinas ponedoras tiene un área de 120 m², dividida en tres áreas, como se muestra en la Tabla 10:

Tabla 10. *División galpón de gallinas ponedoras*

Área Total 120 m2	48 m ²	Ubicación de Aves.
	48 m ²	Vacío.
	24 m ²	Bodega de almacenamiento.

En el Anexo 3 se puede apreciar el plano de la distribución del Galpón de gallinas ponedoras

Para elegir la mejor solución es importante tomar en cuentas las características que tiene el galpón.

Tabla 11. *Características galpón de gallinas ponedoras*

Características Principales	Temperatura	13.9 °C durante el día
	Ambiente	Cerrado/Natural
	Ventilación	Natural/Cortinas Manuales
	Desfogues de Aire	No
	Puerta Principal	Metal
	Material de Paredes	Hormigón
	Material de Piso	Cemento
	Material de Techo	Metal Corrugado
	Iluminación	Aberturas en el techo
	Equipos de Calefacción	No
	Equipos de Enfriamiento	No

Los principales problemas que se tiene en este galpón se muestran en la Tabla 12

Tabla 12. *Problemas galpón de gallinas ponedoras*

Problemas Registrados	Temperatura	Fuera de Rango Definido
	Ambiente	Fuertes Olores.
	Ventilación	Ventanas cubiertas
	Calefacción	No existe
	Enfriamiento	No existe
	Apertura de Cortinas	Manual

Al tener identificado las características y problemas del galpón es importante manejar la mejor solución, como se muestra en la Tabla 13.

Tabla 13. *Solución galpón de gallinas ponedoras*

Solución Propuesta	Temperatura	Sensores de temperatura
	Ambiente	Ventilación
	Calefacción	Calefacción Automatizada

2.4.2 Galpón de Codornices

El galpón de codornices tiene un área total de 60 m², dividida en dos áreas:

Tabla 14. *División galpón Codornices*

Área Total 120 m ²	48 m ²	Ubicación de Codornices.
	12 m ²	Bodega de alimentos.

En el Anexo 4 se puede apreciar el plano de la distribución del galpón de codornices

Las principales características de infraestructura de muestran en la Tabla 15:

Tabla 15 . *Características galpón de Codornices*

Características Principales	Temperatura	15 °C durante el día
	Ubicación de Aves	Jaulas de metal (no asentadas en el piso)
	Ambiente	Cerrado/Natural
	Gases Tóxicos	No
	Ventilación	Cortinas Manuales
	Calefacción	No
	Enfriamiento	No
	Material de Paredes	Hormigón
	Material de Piso	Cemento
	Puerta Principal	Metal
	Material de Techo	Metal Corrugado

Los principales inconvenientes registrados en el galpón se muestran en la Tabla 16.

Tabla 16 . *Problemas galpón de Codornices*

Problemas Registrados	Temperatura	Fuera de rango establecido
	Ambiente	Natural, no ayuda a satisfacer las temperaturas
	Apertura de Cortinas	Manual
	Calefacción	No
	Enfriamiento	No
	Ventilación	Cortinas Manuales

Al tener identificado las características y problemas es importante manejar la mejor solución:

Tabla 17. *Solución galpón de Codornices*

Solución Propuesta	Temperatura	Sensores de Temperatura
	Ambiente	Ventilación
	Calefacción	Calefacción Automatizada

2.4.3 Galpón de Cuyes

El galpón de cuyes tiene un área de 62.5 m². Los cuyes necesitan vivir en calor, por esta razón están ubicados en zonas bajas llamadas pozas que tienen una área de 1x1.5 m².

Tabla 18. *Solución galpón Cuyes*

Área Total 62.5 m²	52.5 m ²	Ubicación de cuyes pozas de 1m x 1.5m
	10 m ²	Bodega de alimentos

En el Anexo 5 se puede apreciar el plano de la distribución del galpón de codornices

Las principales características del galpón se muestran en la Tabla 19 y los principales problemas se detallan en la Tabla 19:

Tabla 19. *Características galpón Cuyes*

Características Principales	Temperatura	14.1 °C durante el día.
	Localización de los cuyes	Pozas con 50 cm de altura, cubiertas de paja y hierba
	Cantidad de cuyes por poza	Entre 5 y 7
	Ambiente	Cerrado/Natural
	Gases Tóxicos	No
	Calefacción	No
	Ventilación	Cortinas Manuales
	Enfriamiento	No
	Material de paredes	Cemento
	Material de piso	Cemento
	Puerta Principal	Metal
	Material de techo	Metal Corrugado
	Iluminación	Aberturas en el techo

Tabla 20. *Problemas galpón Cuyes*

Problemas del Galpón	Temperatura	Fuera del rango establecido
	Ambiente	Natural
	Apertura de cortinas	Manual
	Ventilación/Calefacción	No

Tabla 21. *Solución galpón Cuyes*

Solución Propuesta	Temperatura	Sensores de Temperatura
	Ambiente	Ventilación
	Calefacción	Calefacción Automatizada

2.4.4 Galpón de Cerdos

Este galpón en particular se encuentra en remodelación, busca implementar tres diferentes sectores de crianza:

- Maternidad
- Gestación
- Engorde

Tabla 22. *División del galpón*

Área Total 257.04 m2	44.22 m2	Criadero de Cerdos
	57.5225 m2	Sala de Engorde
	55.86 m2	Maternidad
	55.86 m2	Área de Gestación
	10.30 m2	Bodega de alimentos
	12 m2	Desocupado
	9.3 m2	Bodega de alimentos

El plano que se muestra a continuación, es el diseño proyectado del galpón de acuerdo a la remodelación propuesta por las personas que trabajan en la granja, sin embargo se debe tomar en cuenta que la obra civil en este galpón todavía no se encuentra terminada en su totalidad.

En el Anexo 6 se puede apreciar el plano de la distribución del galpón de cerdos

Las características actuales del galpón se encuentran en la siguiente Tabla 23.

Tabla 23. *Características del galpón*

Características del Galpón	Temperatura	14.3 °C durante el día
	Ambiente	Cerrado/Natural
	Gases Tóxicos	No
	Ventilación	Cortinas Manuales
	Calefacción	Calentador a gas sobrepuesto
	Material de paredes	Hormigón
	Material de piso	Cemento
	Puerta Principal	Metal
	Material de techo	Metal Corrugado
	División entre áreas	No existe división entre las diferentes áreas

El principal problema que se tiene en este galpón es que no está terminada la obra civil, adicional registra problemas que se detalla a continuación:

Tabla 24. *Problemas del galpón*

Problemas del Galpón	Temperatura	Fuera del rango establecido
	Construcción	Sin divisiones
	Ambiente	Natural
	Apertura de cortinas	Manual
	Calefacción	Temporales a gas
	Ventilación	Sin equipos de enfriamiento

Las soluciones a los distintos problemas del galpón, se muestran en la Tabla 25.

Tabla 25. *Solución del galpón*

Solución Propuesta	Temperatura	Sensores
	Ambiente	Ventilación Automatizada Calefacción Automatizada
	Infraestructura	Terminar obra civil y divisiones interiores

2.5 SISTEMA DE CONTROL DE TEMPERATURA

Para el diseño de este sistema es necesario tomar en cuenta los factores más importantes que se han mencionado anteriormente:

- Condiciones ambientales (temperatura en el interior y exterior).
- Condiciones Físicas (infraestructura).
- Equipos existentes.

A pesar de que el sistema de control de temperatura es el mismo en todos los galpones, se ha decidido utilizar un PLC independiente en cada uno, esto con el fin de facilitar la instalación y manejo del sistema en los diferentes galpones.

Es importante definir el diseño del sistema, cuál será su funcionamiento y los componentes a utilizar, al elegir el mejor tipo de ventilación. Se diseña un solo sistema para la implementación en los diferentes galpones, adecuando a las necesidades de cada uno.

Es importante tener claro el esquema básico de funcionamiento que se maneja para el diseño del sistema de control, como se muestra en la Figura 15.

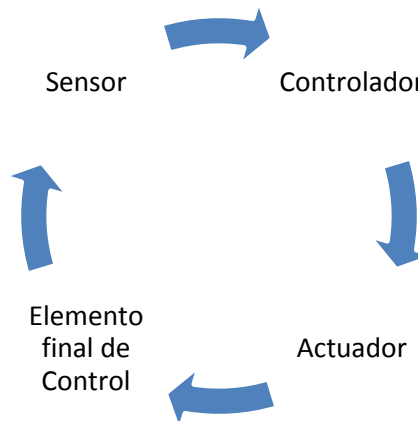


Figura 15. Esquema Básico de Funcionamiento

- El sensor será el encargado de proporcionar datos sobre la temperatura y enviarlos al controlador (RTD, TERMOCUPLA, TERMISTOR).
- El controlador (PLC) recolecta y procesa los datos, para enviarlos a los actuadores.
- Los actuadores deberán realizar los correctivos necesarios, por medio de las indicaciones del controlador para activar los elementos finales de control (Relés y contactores).
- El elemento final de control es el dispositivo encargado de mantener las variables dentro de los rangos definidos, en este caso la temperatura. (Extractores, Calefactores).

2.5.1 Estudio para la elección de tipo de ventilación

El primer paso para realizar el diseño es seleccionar el tipo de ventilación, y que tipo de equipos se ajustan con esta solución.

La ventilación seleccionada es la Ventilación Trasversal, por las siguientes razones:

- Es recomendable para climas donde no se tienen temperaturas muy altas ni muy bajas, como en este caso.

- De acuerdo a la construcción de los galpones al salir el aire viciado por el eje transversal, no afecta la ventilación a los otros galpones que se encuentran en el eje horizontal.
- Se tienen aberturas en los dos ejes transversales de todos los galpones.

Los equipos que más se acoplan a esta ventilación son:

- Extractores de Aire.
- Cortinas (Abertura dependiendo de temperatura)
- Calentador infrarrojo (Esto dependiendo de la necesidad del galpón)

El número de equipos que se utilizarán, se lo realizará por medio de un estudio realizado con la ayuda de Poultrysimulator (Gestión eficiente del medio ambiente a menor coste).

Poultrysimulator, es un simulador desarrollado por Serafín García Freire, veterinario especialista avícola.

El principal objetivo del simulador Poultrysimulator, es obtener datos casi reales del número de equipos que se deben utilizar según el tamaño y características de cada galpón.

A continuación, se detalla la simulación realizada para el tipo de galpones que se presentan en este trabajo.

CÁLCULO DE EQUIPOS SEGÚN INFRAESTRUCTURA



Figura 16. Medidas de la Infraestructura

Se ingresa el dimensionamiento de los galpones, para que el cálculo de los equipos se realice en base al tipo de infraestructura que se tiene en la granja.

CÁLCULO DE EQUIPOS SEGÚN SUS CARACTERÍSTICAS

Para obtener el cálculo correcto de los equipos es importante, detallar las características de los mismos y los diferentes factores que pueden afectar, ya que con esta información el total de equipos y el diseño que se obtiene es real.

Para el cálculo de los equipos de ventilación se debe detallar información como el tipo de ventilación y el caudal de viento que este equipo genera, como se muestra en la figura 17.

Para el cálculo de los equipos de calefacción, se debe detallar información como el tipo y la potencia que tienen los mismos, como se muestra en la figura 18.

TIPO DE VENTILACIÓN

VENTILACIÓN TRANSVERSAL (invierno y verano) i VER FOTOS

DATOS DE LOS EQUIPOS DE VENTILACIÓN

Abertura de 1 trampilla de entrada de aire lateral (en m²) 1.87 m² i

Caudal de un ventilador de invierno 835 m³/h

Figura 17. Tipo de ventilación y datos de equipos

Campanas de infrarrojo a gas propano ▼

Potencia de campanas 1500 Vatios i

Figura 18. Tipo de Calentador y Potencia

En el caso de la simulación del calefactor se selecciona los equipos infrarrojos a gas propano sin embargo las que se colocarán son eléctricas. La única diferencia entre las lámparas a gas propano y eléctricas es el aumento de ventilación por la emanación de gases tóxicos.

TOTAL DE EQUIPOS A UTILIZAR

Finalmente, el programa muestra los datos totales de los equipos a utilizar según las características mencionadas anteriormente, así se puede obtener el total de equipos que se utilizarán.

EQUIPOS DE VENTILACIÓN A INSTALAR (según diseño de vent. seleccionado)			
Ventilación escogida:	VENTILACIÓN TRANSVERSAL (invierno y verano)		
Ventiladores	Número de ventiladores laterales	3	de 835 m ³ /h
		NaN	de m ³ /h
Entradas de aire	Número de trampillas de entrada de aire laterales	1	

Figura 19. Total de equipos y aberturas necesarios


CALEFACCIÓN A INSTALAR		
Calefacción escogida:	CAMPANAS DE INFRARROJO A GAS PROPANO	
N° requerido de campanas de infrarrojo	9	6 de ellas en el criadero 

Figura 20. Total de Equipos a Utilizar

2.5.2 Características de los equipos a utilizar

2.5.2.1 PLC Schneider M-221 (TM221CE16R)

El controlador lógico M-221, brinda la mejor solución para la implementación de este proyecto, ya que reduce el costo de mano obra al automatizar las tareas, el humano deja de ser prescindible, adicionalmente su instalación es sencilla, ocupan menos espacio y tienen la posibilidad de manejar varios equipos de manera simultánea. Entre sus otras características optimiza el espacio en los tableros y alcanza una solución personalizada para los diferentes procesos que se requiere realizar en este proyecto. Entre sus principales características generales:



Software de programación SoMachine Basic. (GRATUITO).



Compatible con módulos de expansión TM3 y TM2 (Módulos de Expansión compatibles con termocuplas).

Sus características técnicas principales se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 26. Características Generales PLC M-221C

CONTROLADOR LOGICO M221 16 IO Relay Ethernet	
Voltaje	100...240 V AC
IN	9 INPUT IEC61131-2
IN Analógica	2 Entradas rango: 0...10 V
Tipo de Salida	Relé normalmente abierto
Salidas	7 Relé
Salida de Voltaje	5...250 V AC 5...125 V DC
Salida de Corriente	2A
Límite de Voltaje	85...264 V
Entrada de Voltaje	24 V
Resolución de Entrada Analógica	10 bits



Tomado de Schneider Electric

Estos controladores pueden trabajar bajo los siguientes parámetros ambientales:

- Temperatura ambiente de funcionamiento: -10 a 55°C.
- Altitud de funcionamiento: 0 a 2000m

Con respecto a su alimentación:

- Límite de tensión (incluyendo el rizado): 19.2 a 28.8 VDC / 85 A 264 VAC.
- Inmunidad a micro-cortes: 10 ms
- Consumo máximo: 17.2 W

De acuerdo a sus componentes físicos se tiene:

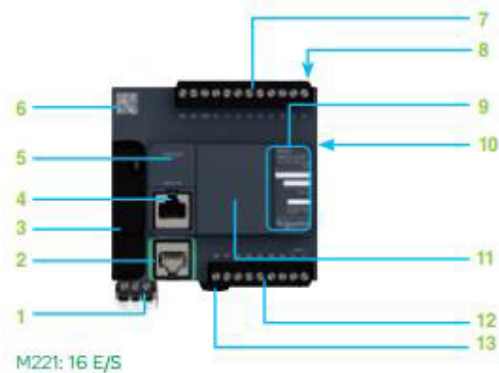


Figura 21. Componentes Físicos M-221

1. Borneo de tornillos extraíbles para alimentación de 24 VDC.
2. Conector RJ45 para red Ethernet, con LED de actividad.
3. Detrás de la tapa extraíble, se tiene:
 - Conector USB mini-B para conectar un PC equipado con el software SoMachine Basic.
 - Ranura para la tarjeta de memoria SD.
 - Interruptor de Run/Stop.
4. Puerto serial (RS232 o RS485): conector RJ45
5. Detrás de la tapa: conector extraíble destinado a dos entradas analógicas.
6. Código QR, para descargar documentación técnica del controlador
7. Conexión de entradas lógicas
8. Ranura para batería de reserva
9. Bloque de visualización LED que muestra estado de la controladoras y sus componentes, estado de los puertos, estado de E/S
10. En el lateral: conector de bus TM3 para conectar los módulos de extensión.
11. Ranuras para cartuchos de E/S,

12. Conexión de entradas lógicas de relé/transistor

13. Pestaña para bloqueo en carril

2.5.2.2. RTD- PT100 de 3 hilos

Para la medición de temperatura de los galpones se ha escogido el sensor RTD-PT100 de tres hilos, esto por ser el más común utilizado y por su porcentaje de precisión del $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$, además de un factor económico.

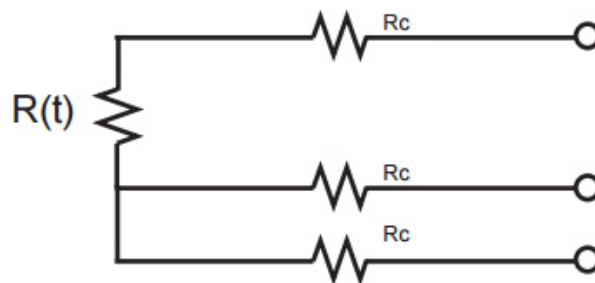



Figura 22. Circuito RTD-PT100

Sus salidas no son en función de voltaje sino en resistencia y las entradas del PLC son entradas de voltaje por lo que se debe adquirir un acondicionador RTD-PT100, para poder conectar el sensor directo al PLC.

Tabla 27. Acondicionador RTD PT100

ACONDICIONADOR Rtd Pt100 INDUSTRIAL		
Rango de medición:	-50 - 100°C	
Salida:	0-10VA	
Voltaje de alimentación:	DC 24V	
Precisión:	$\pm 0.5\%$ de la escala completa	

La solución más óptima es módulos de expansión para la conexión directa del sensor al PLC, sin embargo esta solución es mucho más costosa.

Finalmente la conexión entre estos dos dispositivos se muestra a continuación:

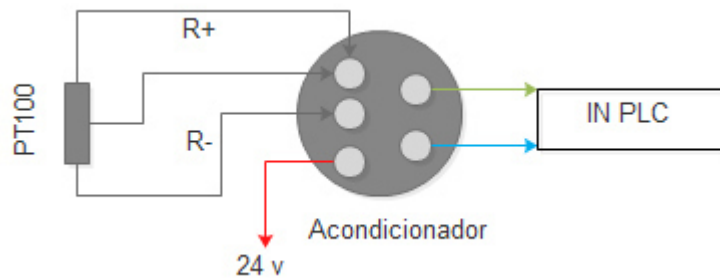


Figura 23. Conexión de PT100 al acondicionador

2.5.2.3 Extractor KDK 25AUH

Según el cálculo realizado, se debe utilizar 3 equipos que tengan un caudal de ventilación de 853 m³/h.

El equipo escogido se elige por su característica de ser aptos para ambientes industriales. Adicional, sus características técnicas se acoplan a lo requerido en este proyecto.

Al utilizar el tipo de ventilación transversal es importante mencionar que los ventiladores deben colocarse a lo largo del galpón frente a las aberturas de ventilación.

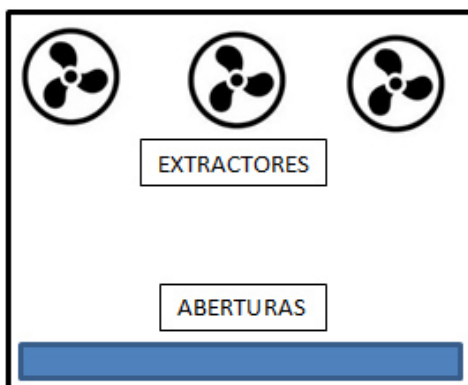



Figura 24. Distribución de Equipos

En la siguiente tabla se detallan las características técnicas.

Tabla 28. Características técnicas

EXTRACTOR 25AUFA KDK	
Voltaje	110 - 127 V
Frecuencia	60 Hz
Consumo de Energía	34 W
Tipo	Monofásico
Corriente	0.22 - 0.24 A
Velocidad	1145 min-1
Entrega de Aire	15.8 m ³ /min
Peso	2.4 Kg



Para la conexión de los ventiladores es importante tomar en cuenta sus características técnicas, para elegir las mejores protecciones y actuadores.

2.5.2.4 Calentadores Infrarrojos

Para la elección de calentadores, se han escogido lámparas infrarrojas, ya que lo que se pretende es disminuir la contaminación por equipos que funcionan a gas, como los que se tienen en la granja.

Los equipos elegidos, cumplen las características con las que se realizó el dimensionamiento de equipos en capítulos anteriores. Según el cálculo realizado, se debe utilizar 9 equipos que tengan una potencia de 1500 watts.

Estos calefactores vienen de forma vertical, sin embargo se deben y se pueden colocar de forma horizontal a cierta distancia para mantener la mejor temperatura en la parte inferior del galpón.

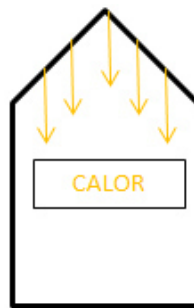


Figura 25. Posición de Calefacción

Las características de los calefactores se detallan en la siguiente tabla:

Tabla 29. Características técnicas del calefactor

CALEFACTOR HALOGENO		
Voltaje	110V/220V	
Calentamiento	1500W	
Consumo de Energía	1500W 10 A	

2.5.3 Actuadores de Control

En este punto se especificarán los diferentes equipos de control que se van a utilizar para la activación y protección de los equipos finales de control. Estos elementos adicionales ayudan para un mejor manejo y conexión entre los diferentes elementos, además facilita el montaje del sistema y pueden ser útiles para verificar cuando existan fallas en el sistema.

2.5.3.1 Contactor


El contactor es un dispositivo diseñado para cerrar o interrumpir la corriente en uno o más circuitos eléctricos.

El contactor electromecánico es más utilizado por su gran potencia, sencillez de construcción y robustez.

Según sus características y especificaciones técnicas, se debe elegir el componente que mejor se adapte al diseño y que de igual forma se acople a los dispositivos de control elegidos, en este caso se utilizarán para la conexión de los equipos de calefacción.

En este caso en particular se ha elegido el Contactor Schneider LC1D25F7, por su disponibilidad en el mercado, costo y por las características técnicas que se detallan en la siguiente tabla

Tabla 30. *Características técnicas Contactor para Calefactores*

CONTACTOR LC1D25F7		
Categoría	AC1 AC3	
Voltaje	110 V AC 50/60 Hz	
Composición Contacto Auxiliar	1 NO + 1 NC	
Intensidad asignada de empleo de Corriente	En AC1: 40A En AC3: 25 A	
Rango de Impulsos	6Kv	

Según sus características este contactor nos permite conectar 3 calefactores, ya que por su categoría AC1 puede soportar 40 A, y cada calefactor tiene una intensidad de 10 A.

2.5.3.2 Relés Térmicos de Protección

Un relé térmico es un aparato diseñado para proteger un motor de sobrecargas, fallo de fase y diferencias de carga entre fases.

Se destinan a controlar el calentamiento de los motores y a provocar la apertura automática del contactor cuando se alcanza un calentamiento límite, dado por sus características técnicas.


Estos relés poseen un elemento que se calienta en función de la corriente del motor y provoca la apertura de un contacto, cuando se llega a la temperatura de reacción. Con las diferentes características de los equipos finales de control se debe elegir protecciones adecuadas para cada equipo.

Relé de Protección para extractores

De acuerdo a las características técnicas de los extractores se debe elegir un relé de protección que se acople a los mismos, además como se mencionó anteriormente es importante elegir los diferentes componentes por la disponibilidad en el mercado y costo.

El relé de protección elegido es el GV2ME05, sus características principales se detallan en la tabla 31:

Tabla 31. Características Relé extractor


RELE GV2ME05 - 0.63...1 A		
Aplicación	Motor	
Rango de protección	0.63...1 A	
Rango de Impulsos	6Kv	

Como se puede observar su rango de protección es de 0.63 a 1 A, mientras que el rango de cada ventilador se encuentra entre 0.22 y 0.24 A, por tal motivo con un relé se puede proteger a los tres equipos de ventilación.

Relé de Protección para calefactores

El relé seleccionado para protección de los calefactores es el LRD32, sus principales características se detallan en la siguiente tabla:

Tabla 32. *Características Relé calefactor*

RELE LRD32 - 23...32 A class 10 A		
Aplicación	Protección de Motor	
Rango de Protección	23...32 A	
Rango de Impulsos	6Kv	

De igual forma su rango de protección es ideal para los calefactores elegidos, ya que su rango de protección es de 23 a 32 A y cada calefactor tiene un consumo de 10 A, con estos datos se puede concluir que para los nueve equipos de calefacción se necesitarán tres de estos relés; como se muestra en la (Figura 30).

2.6 LISTA Y COSTO DE EQUIPOS A UTILIZAR

A continuación se detalla el costo de los equipos y componentes a utilizar. Para la elección de los mismos se debe tomar en cuenta los siguientes factores:

- Costo de los equipos y componentes en el Ecuador
- Tipo de tecnología y enfoque de crecimiento
- Disponibilidad de equipos y componentes a nivel nacional

La lista de precios que se detalla a continuación, es el costo referencial de la implementación de un solo galpón. Dando un total de \$5112,74.

Tabla 33. Lista de Precios de Equipos

SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN GRANJA UDLA				
Cotizador:		Teléfono:		
Fecha:		EMAIL:		
COTIZACION - Por Galpón				
COTIZACION	PRODUCTO	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL
EQUIPOS				
	PLC SCHNEIDER M-221	1	\$374,00	\$374,00
	ACONDICIONADOR PT100 INDUSTRIAL	2	\$39,13	\$ 78,25
	RTD PT100 SIN MARCA	2	\$18,75	\$ 37,50
	Extractor 25AUFA KDK 25cm MONOFASICO	3	\$90,89	\$ 272,66
	RELE INDUSTRIALES + BASE (Extractor)	1	\$25,00	\$ 25,00
	CALENTADOR HALOGENO, 1500W	9	\$312,50	\$ 2.812,50
	RELE TERMICO 23-32 A	3	\$82,46	\$ 247,39
	RELE TERMICO 0.63 - 1 A	1	\$58,09	\$ 58,09
	CONTACTOR AC1	3	\$25,00	\$ 75,00
MATERIALES				
	CABLE por metro	20	\$0,88	\$ 17,50
	TUBERIAS Y CANALETAS	20	\$6,25	\$ 125,00
	TABLERO DE CONTROL	1	\$79,85	\$ 79,85
	BOTON DE EMERGENCIA	1	\$10,00	\$ 10,00
	BOTONERAS UNIVERSAL	2	\$12,50	\$ 25,00
COSTO DE INSTALACION			\$0,00	
	TRANSPORTE	1	\$62,50	\$ 62,50
	MANO DE OBRA	2	\$250,00	\$ 500,00
	MATERIALES VARIOS DE INSTALACION	1	\$312,50	\$ 312,50
			TOTAL	\$5.112,74

2.7 DISEÑO DEL SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN

Tras realizar el dimensionamiento de infraestructura, detectar los problemas que tienen los galpones y la elección de equipos de acuerdo a la disponibilidad y costo, se procederá a realizar el diseño del sistema, posteriormente a lo cual se puede realizar la correcta implementación. Es importante tener claro el flujo de conexión del sistema.

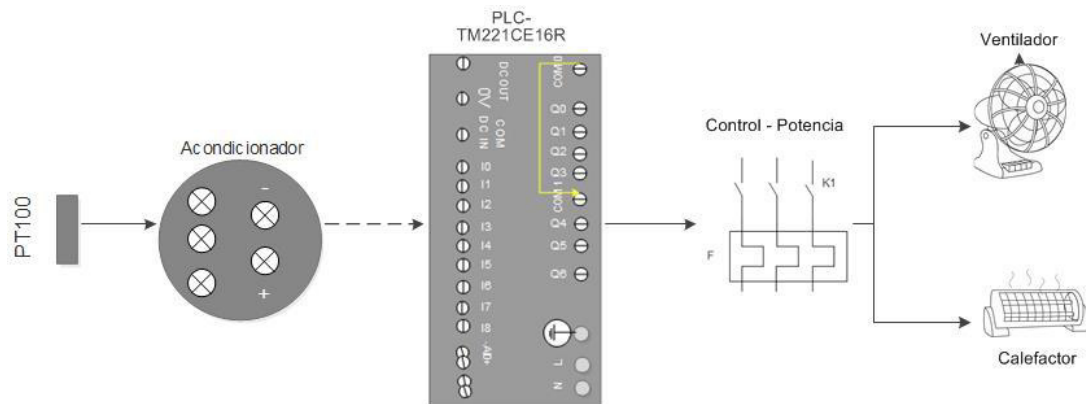


Figura 26. Diagrama de Flujo General

Para el diseño del sistema se ha optado por realizar diagramas en bloques, tras haber leído las características de hardware del PLC (Anexo 7) se procede a realizar el diseño como se ilustra en la Figura 27.

En la figura 28 se muestra la conexión de botones (entradas) y luces piloto (salidas) en el PLC.

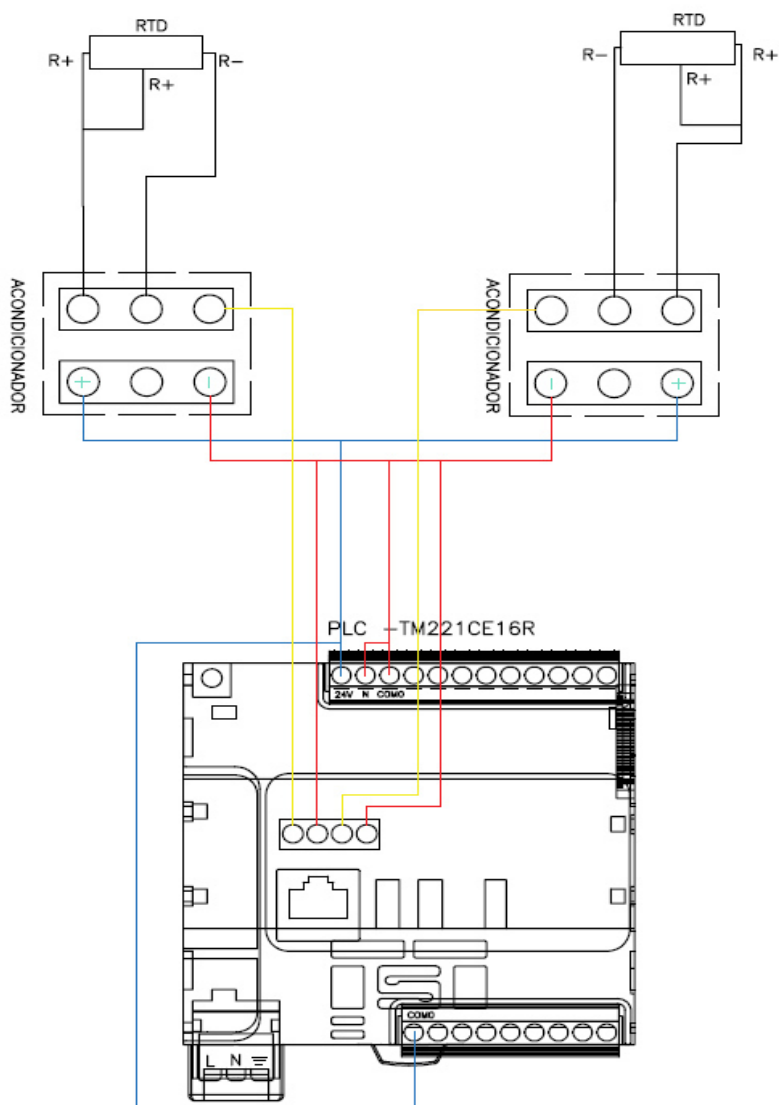


Figura 27. Conexión RTD-Acondicionador- PLC

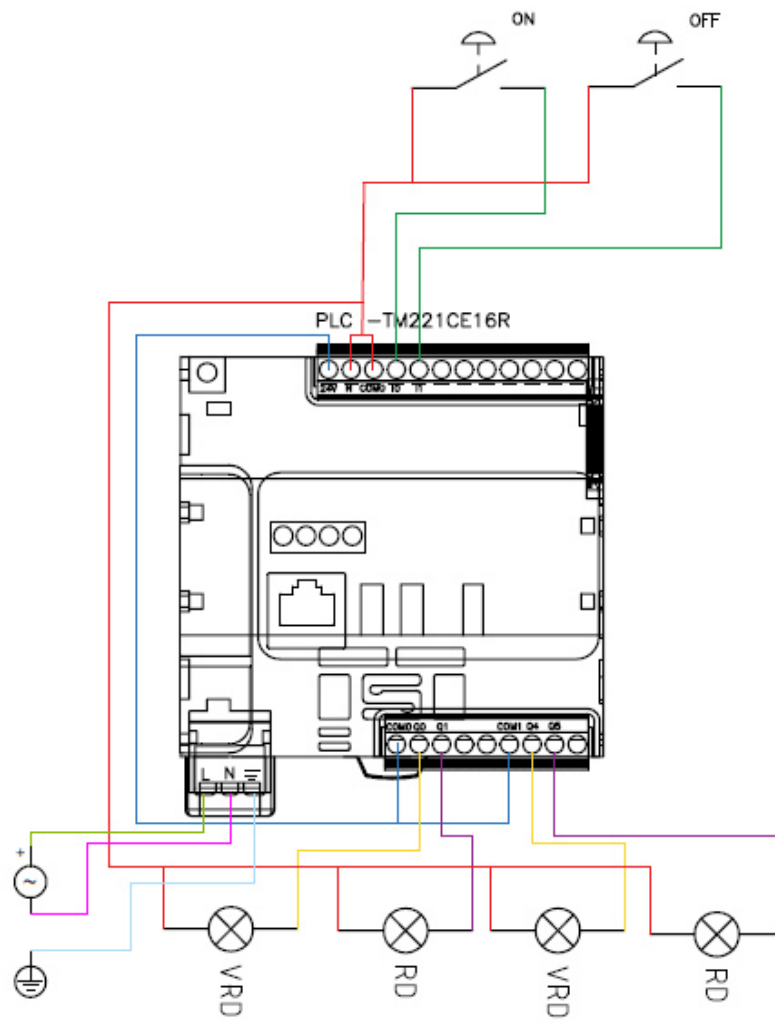


Figura 28. Conexión PLC-Botonera- Luces Piloto

En la figura 29 se muestra el diagrama de control y se detalla la identificación de aparatos.

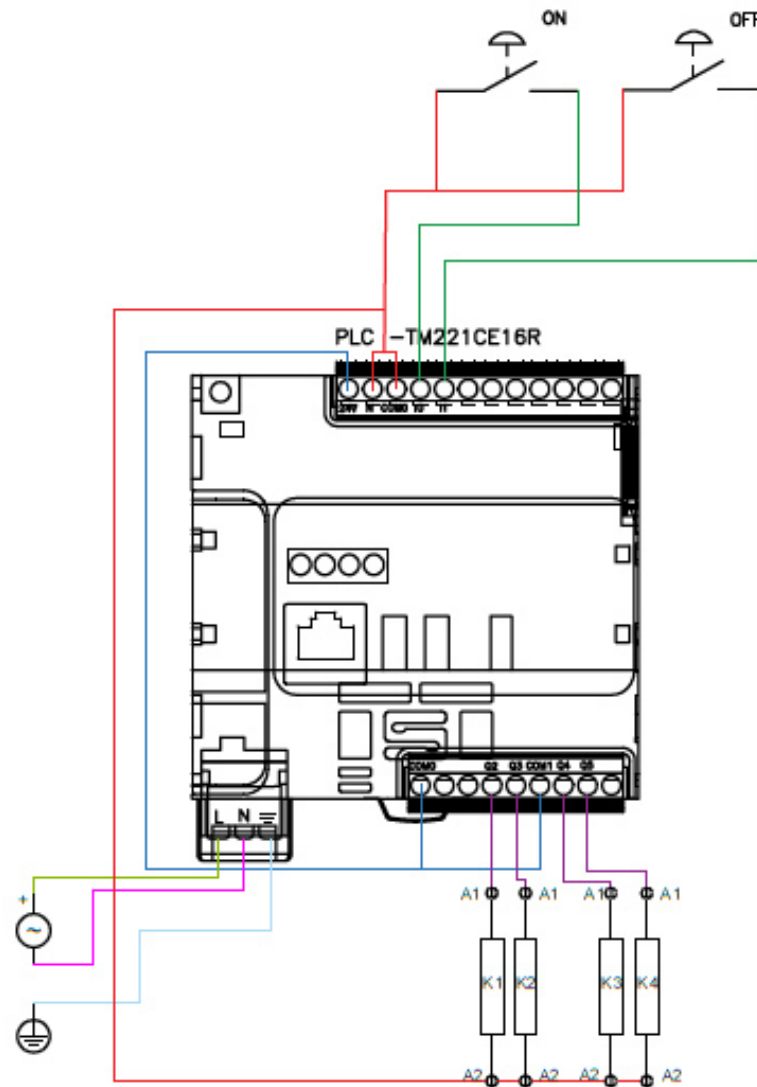


Figura 29. Diagrama de Control

A1 - A2 → Bornes de la Bobina
 K1 - Contactor Ventilador
 K2 - Contactor Calefactor

K3 - Contactor Calefactor
 K4 - Contactor Calefactor

Y finalmente en la figura 30 se muestra el diagrama esquemático y sus características, donde se puede observar la agrupación de equipos de control, rele y contactor.

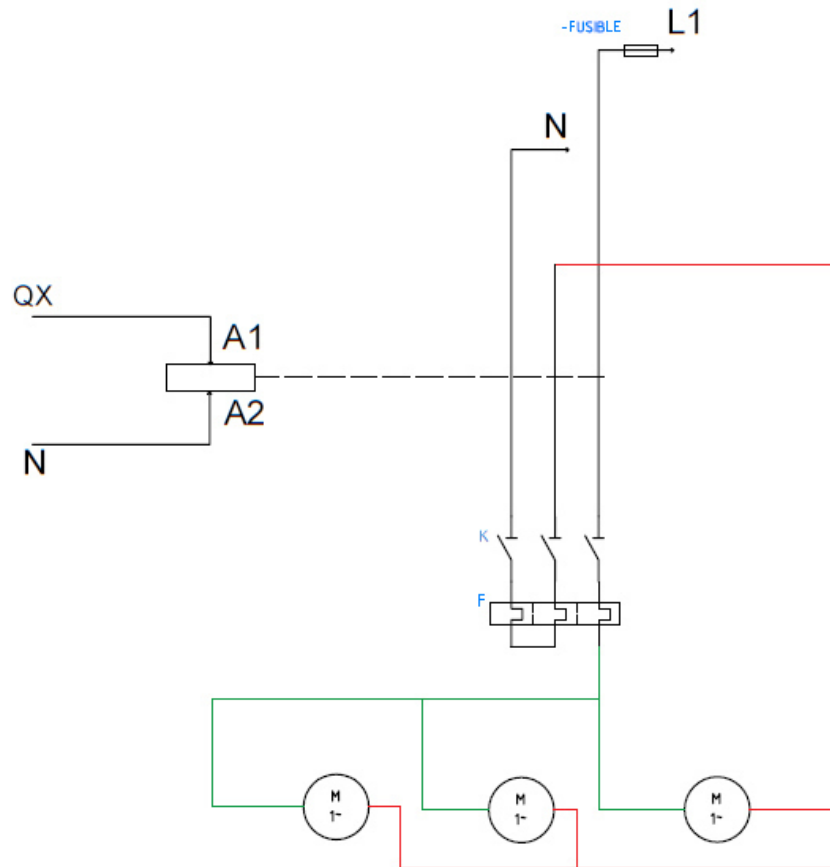


Figura 30. Diagrama Esquemático de Fuerza

2.8 ASPECTOS GENERALES

Después de realizar el análisis de escenarios climáticos y al tener identificadas las temperaturas ambientales a diferentes horas del día y compararlas con las temperaturas que necesitan los animales mencionadas en el capítulo I, se facilita la elección del tipo de ventilación y equipos finales a utilizar.

Tras el análisis y estudio de las instalaciones e infraestructura, se puede identificar los problemas de cada galpón, logrando seleccionar la mejor solución.

Es importante destacar que todos los galpones están contruidos con similitud, por tal razón se decidió utilizar un mismo diseño para implementarlo en los diferentes galpones según las temperaturas que se requieran.

Los equipos existentes en la granja son obsoletos, por tal razón se decidió no utilizarlos y usar equipos con mayor tecnología, que beneficiarán al control de temperatura y podrán servir en el caso de que exista crecimiento de infraestructura.

A partir de la elección de los diferentes componentes y equipos, se procedió con el diseño de conexión.

Es importante tomar en cuenta que los componentes van a ser montados en un tablero con rieles din, para mantener ordenado el sistema de control.

Para esta selección se ha tomado en cuenta los equipos y componentes con mejores características y que aportan más beneficios al proyecto, desde un punto de vista técnico y económico.

Es importante tomar en cuenta que el diseño, los equipos y el costo de los mismos que se mencionaron anteriormente aplican, siempre y cuando el proyecto se implemente en las instalaciones reales de la granja.

3. DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL PROTOTIPO

3.1 INTRODUCCIÓN

En este capítulo se describen los equipos, diseño e implementación del prototipo del sistema de climatización, lo que se presentará es el correcto funcionamiento del sistema a pequeña escala. El prototipo se realizará con algunos componentes ya expuestos en capítulos anteriores, ya que se pretende realizar un diseño lo más parecido al diseño original que se expuso en un capítulo anterior.

3.2 DISEÑO DEL PROTOTIPO

Se realiza un diseño del prototipo, para proceder a adquirir los elementos necesarios que se adecuen al diseño a pequeña escala, se debe tomar en cuenta que el diseño del prototipo se realiza lo más parecido posible al diseño real, por lo cual se sigue utilizando el mismo PLC, lo que se pretende con el diseño del prototipo es disminuir el costo en los equipos de protección, actuadores y equipos finales de control (Extractor y Calefactor).

Es importante tomar en cuenta que se continúa con el diseño en bloque de los diagramas, ya que en uno se mostrará las conexiones de los equipos de activación y en el otro se presentará la conexión de los actuadores y los equipos finales de control.

En la figura 31 se muestra la conexión entre:

- RTD - Pt100 y Acondicionador
- Acondicionador y PLC,
- Conexión de botonera a las entradas del PLC.
- Conexión de luces piloto a las salidas del PLC.

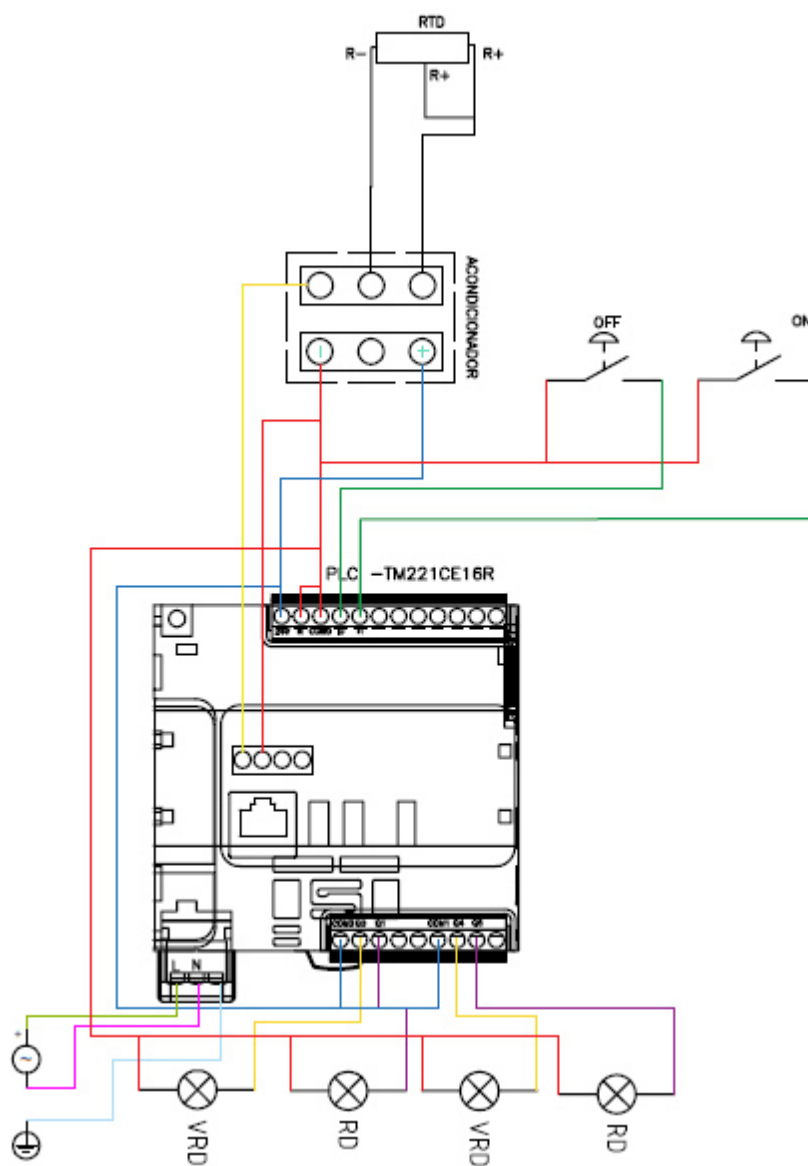


Figura 31. Conexión de PLC

Adicionalmente se muestra el diagrama de control del prototipo para la activación de los equipos finales de control en la figura 32.

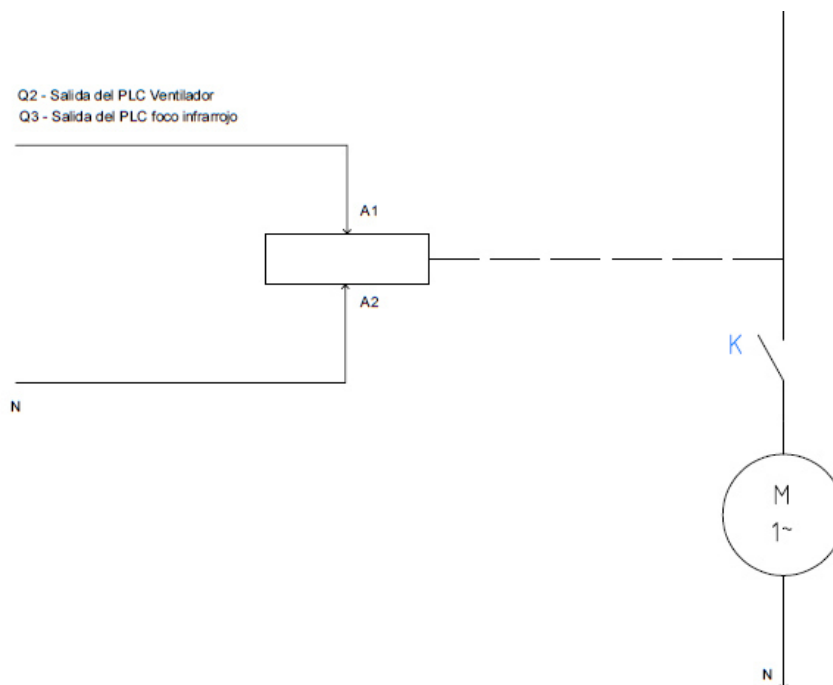


Figura 32. Diagrama de Control Prototipo

3.3 DESARROLLO DEL PROYECTO

Para la implementación del prototipo inicialmente se debe desarrollar el proyecto que se cargará al PLC. Esto se realiza mediante el programa SoMACHINE Basic, el cual se puede descargar de forma gratuita de la página oficial de SCHNEIDER o se la obtiene en un CD cuando se adquiere este tipo de controlador.

3.3.1 Instalación

La instalación del programa no es complicada, ya que se ejecuta todas las configuraciones por defecto, sin embargo en anexos se podrá encontrar un manual de instalación del programa para PC –Windows 7. (Anexo 15).

3.3.2 Programación

Al momento de abrir el programa SoMACHINE Basic 1.1, aparece una ventana como la que se muestra a continuación, en esta se debe elegir crear nuevo proyecto.

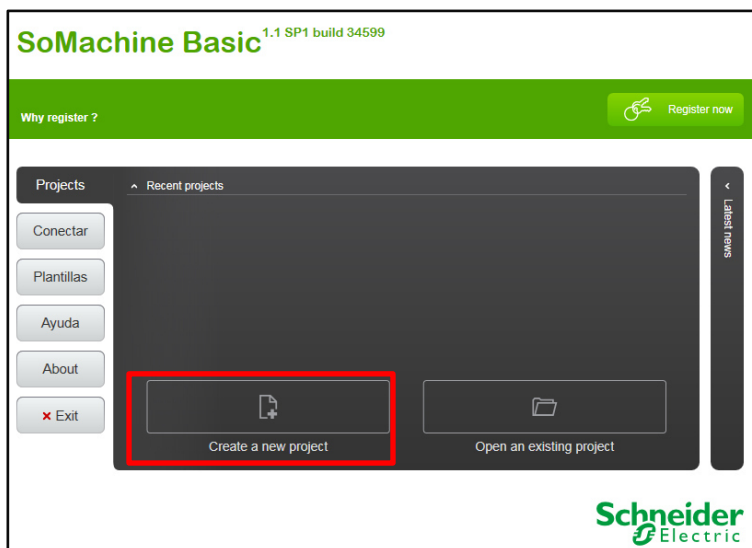


Figura 33. Pantalla inicial de programa

A continuación se muestra una ventana la cual cuenta con 5 pestañas importantes:

- Propiedades: en esta pestaña se puede dar una descripción del proyecto, tal como propietarios, empresa, información general del proyecto, etc.
- Configuración, en esta pestaña se elige el tipo de producto a utilizar (Modelo de PLC).
- Programación, en esta pestaña se realiza la programación del proyecto.
- Visualización, en esta pestaña se puede visualizar el producto a utilizar
- Puesta en funcionamiento, en esta pestaña se gestiona las conexiones al PLC así como la transferencia de los programas al mismo.

Apellidos	<input type="text"/>
Nombre	<input type="text"/>
Número de teléfono	<input type="text"/>
Número de celdas	<input type="text"/>
Correo electrónico	<input type="text"/>
Calle	<input type="text"/>
Ciudad	<input type="text"/>
Código postal	<input type="text"/>
Estado	<input type="text"/>
País	<input type="text"/>

Figura 34. Pestañas de Programa

Para empezar la programación hay que dirigirse a la pestaña de configuración, aquí se debe seleccionar el tipo de equipo que se va a utilizar, este caso en específico se utilizará:

- PLC – TM221C16R

Cuando se identifica el dispositivo a utilizar se debe arrastrar de la parte derecha a la parte izquierda de la pantalla, donde automáticamente se muestra una descripción y el tipo de entradas y salidas que este tiene.

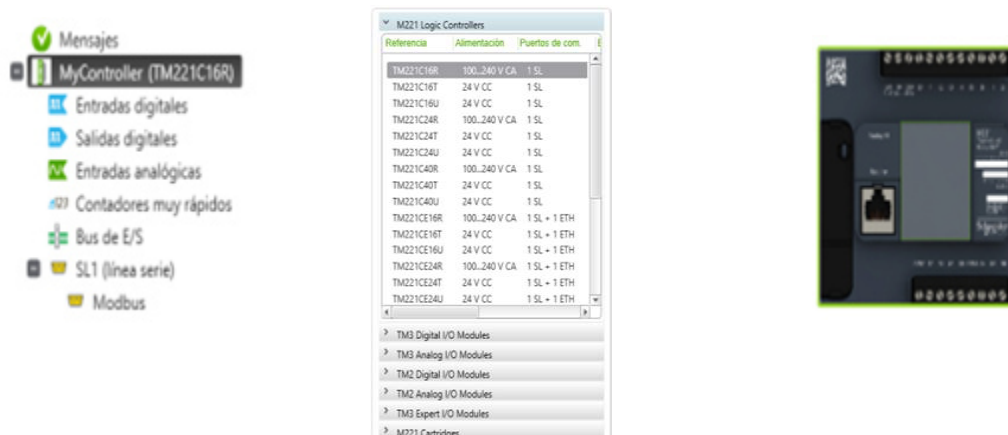


Figura 35. Características del PLC

Una vez seleccionado el dispositivo a utilizar, hay que dirigirse a la pestaña de programación, en la cual se va poder programar por escalones como se muestra en la figura.

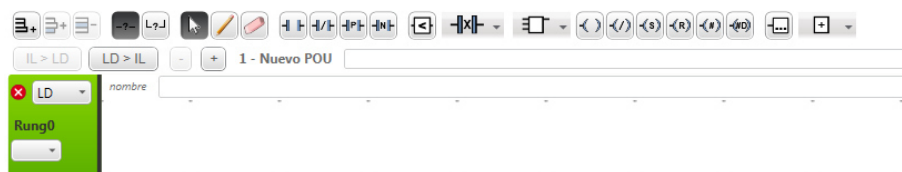





Figura 36. Pantalla de Programación

En el primer escalón se procederá a programar el encendido del sistema de climatización.

Se tiene algunas herramientas que se utilizan para la programación como:

- Pulsadores doble paso 
- Pulsadores de un paso 
- Relés 

Estos primeros iconos se utilizan para representar las entradas y salidas de esta primera instancia.

Para esto es necesario definir algunas variables, las cuales representan las entradas y salidas del PLC, las variables que se utilizarán en este proyecto en particular se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 34. Definición de variables de Entrada y Salida PLC

ENTRADAS Y SALIDAS DEL PLC	
VARIABLE DE E/S	ASIGNACION DE E/S
I0.0	Pulsador Arranque del sistema
I0.1	Pulsador apagado de sistema
Q0.0	Luz de Encendido del sistema

Q0.1	Luz de Apagado del sistema
Q0.2	Ventilador
Q0.3	Foco Infrarrojo
Q0.4	Luz Piloto Ventilador
Q0.5	Luz Piloto Calefactor
IW0.0	Entrada analógica del sensor

Para la primera instancia se debe colocar un pulsador doble paso el cual representa el arranque del sistema, junto a este se aplica un pulsador de un paso que representa el apagado del sistema, al final se ubica el relé el cual representa la salida de encendido o apagado del sistema. El segundo pulsador doble paso que se encuentra conectado antes del apagado del sistema es para mantener el circuito cerrado.

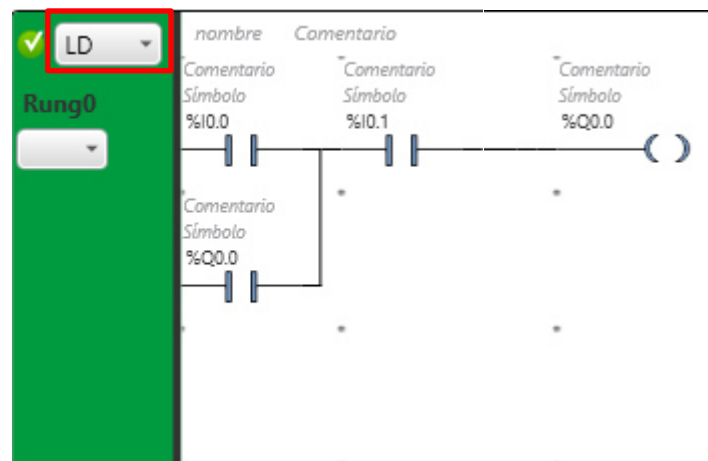




Figura 37. Línea de ON

Es importante tomar en cuenta que el mismo programa indica cuando existen o no errores en la programación, con un "visto" verde o una "x" roja. Si el programa no muestra ningún error se puede proceder con la simulación del programa para

verificar su correcto funcionamiento haciendo clic en el botón  (ejecutar) y después en el botón  (play), como se muestra en la figura 38.

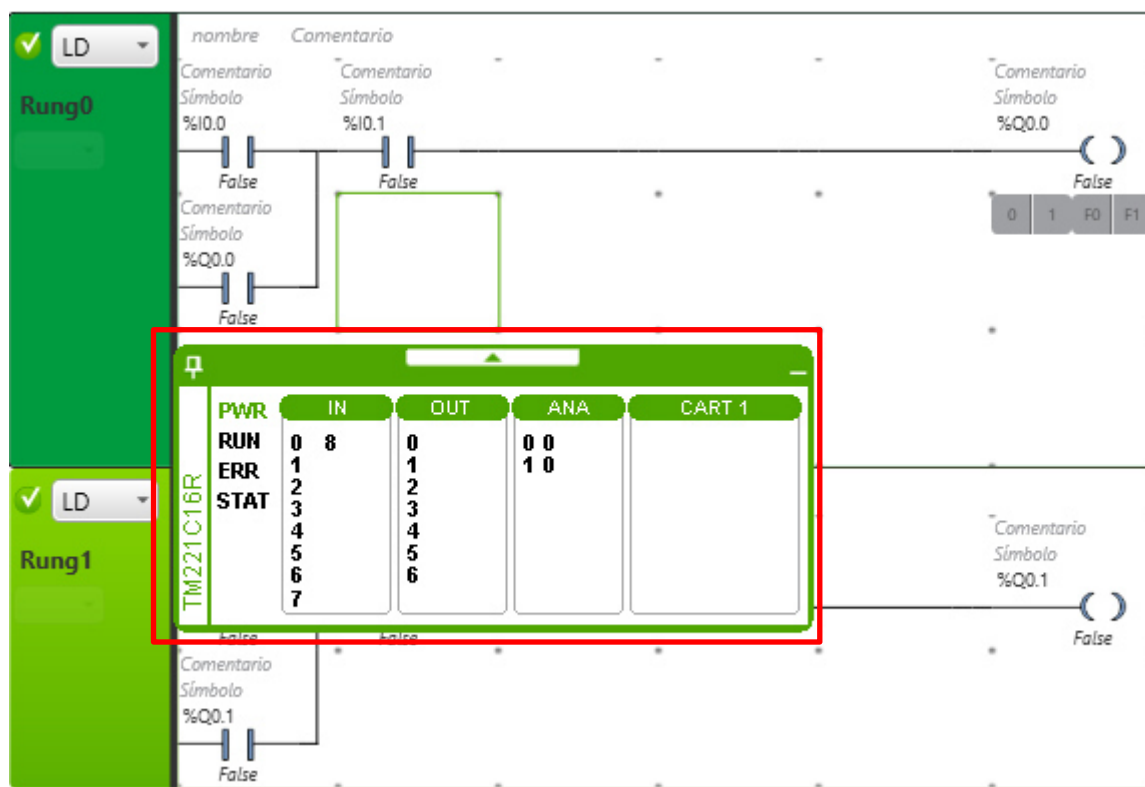


Figura 38. Pantalla de Ejecución

Se ejecuta el programa y aparece una nueva venta, allí se puede controlar las entradas del PLC representados por pulsadores, se le da clic al 0 dos veces para encender el sistema y observar los resultados, como se muestra en la figura 39.

Para el apagado del sistema se realiza otro escalón como se muestra en la figura 40.

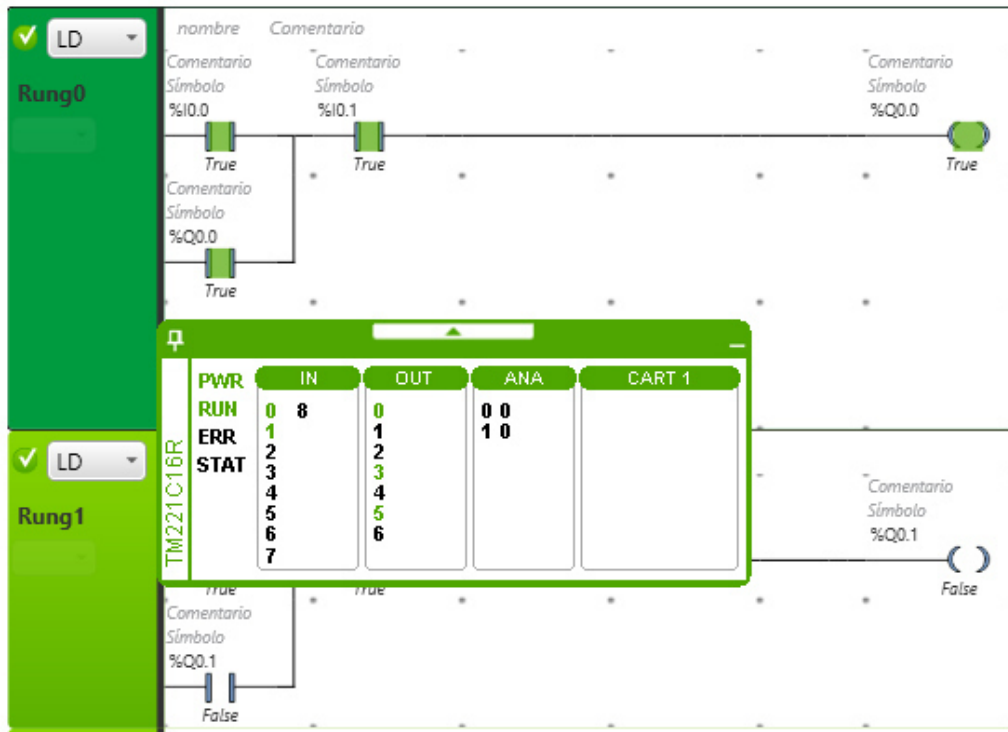


Figura 39. Pantalla de Ejecución Resultados

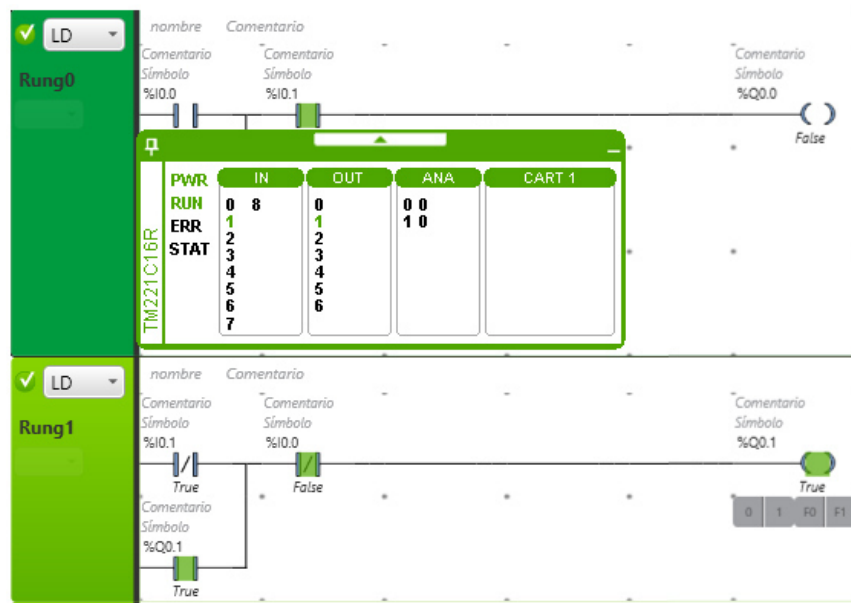


Figura 40. Línea de OFF

La lógica del programa se basa en que cuando se presiona I0.0 dos veces se está encendiendo el primer escalón y apagando el segundo, mientras que cuando se presiona I0.1 se apaga el primer escalón y se enciende el segundo, logrando así el encendido y apagado del sistema.

3.3.2.1 Cálculo y Configuración de Entradas Analógicas

El PLC recibe los valores del sensor por medio del acondicionador, estas entradas son voltaje de 0 a 10v, los cuales una vez realizada la conversión AD tienen una representación de 0 -1000 de acuerdo a las características del Controlador (*Anexo 7, pág. 1*).

El acondicionador elegido tiene un rango de medición de -50°C a 100°C y las salidas del mismo son de 0 a 10V. La salida del acondicionador se la puede representar por una ecuación lineal.

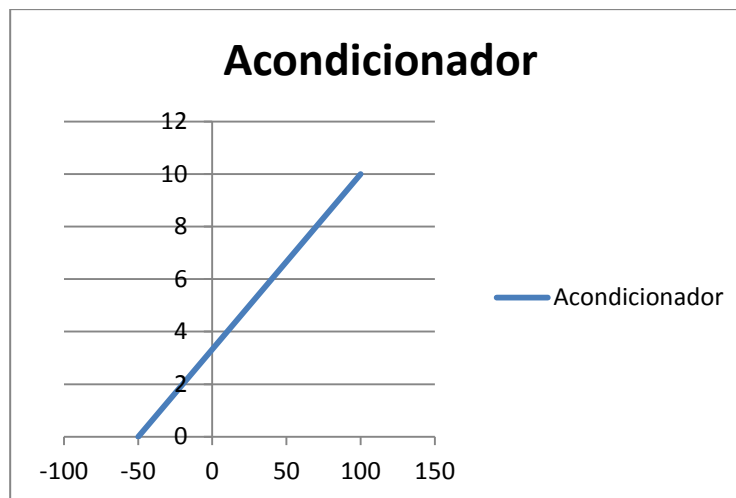


Figura 41. Relación de Proporcionalidad Voltaje-Temperatura

Donde se calcula la pendiente para después calcular el voltaje de entrada que corresponden a las temperaturas del acondicionador, para esto se utiliza la siguiente formula:

$$m = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} \quad (\text{Ecuación 5})$$

Dónde:

m = pendiente

y_2 = 10v (rango superior de voltaje)

y_1 =0v (rango inferior de voltaje)

x_2 =100 (rango superior de temperatura)

x_1 =-50 (rango inferior de temperatura)

Calculando:

$$m = \frac{10}{150} = \frac{1}{15} \quad (\text{Ecuación 6})$$

Para el cálculo de los voltajes deseados se despeja la fórmula de la pendiente:

$$m(x_2 - x_1) = (y_2 - y_1) \quad (\text{Ecuación 7})$$

En donde se despeja x_2 , lo cual representa el valor de temperatura obtenido por el PLC.

$$x_2 = 15y_2 - 50 \quad (\text{Ecuación 8})$$

Dónde:

y_2 es el valor de la entrada analógica del PLC en un rango del 0-10v

x_2 es el valor de temperatura obtenida por el RTD-PT100.

Según las especificaciones técnicas del PLC (*Anexo 7, pág. 1*) para las entradas analógicas, los valores de conversión A/D tienen una resolución de 10 bits, por tal motivo la salida del acondicionador dada en un rango de 0 -10 V se los distribuye de 0 a 1000. El valor máximo de 10v quedaría representado por 1000 y “ y_2 ” que es el valor de la entrada analógica al PLC dada, sería representada por una variable

alterna en un rango de 0 a 1000 denominada “z”. Por tal motivo, realizando una comparación entre estos valores se concluye que:

$$y2 = z/100$$

Dónde z es la variable que representa el valor de la conversión analógica/ digital del PLC, dado de 0 a 1000, lo cual permite obtener la fórmula a ser utilizada en el programa y que quedaría representada de la siguiente forma:

$$x2 = \frac{15}{100}z - 50 \quad (\text{Ecuación 9})$$

En la programación de las entradas analógicas del sensor, se representa el RTD-Pt100 con 5 bloques de operación, en el primero se debe crear variables llamadas marcas para poder comparar las entradas dentro del PLC. Se iguala la variable IW0.0 a MW0 multiplicado por 15 aplicando la fórmula anterior. En el segundo se asigna otra marca MW2 para igualar al rango superior de temperatura, en el tercero se crea una variable MW4 para asignar el rango inferior de temperatura, en el cuarto se realiza la división para 100, y en el último se resta 50, como se muestra en la ecuación (9).

Los rangos de temperatura definidos a utilizar son:

Rango superior: 24°C

Rango inferior: 18°C

Dichos valores se representan en las marcas asignadas MW2 y MW4. Como se muestra en la figura 42:

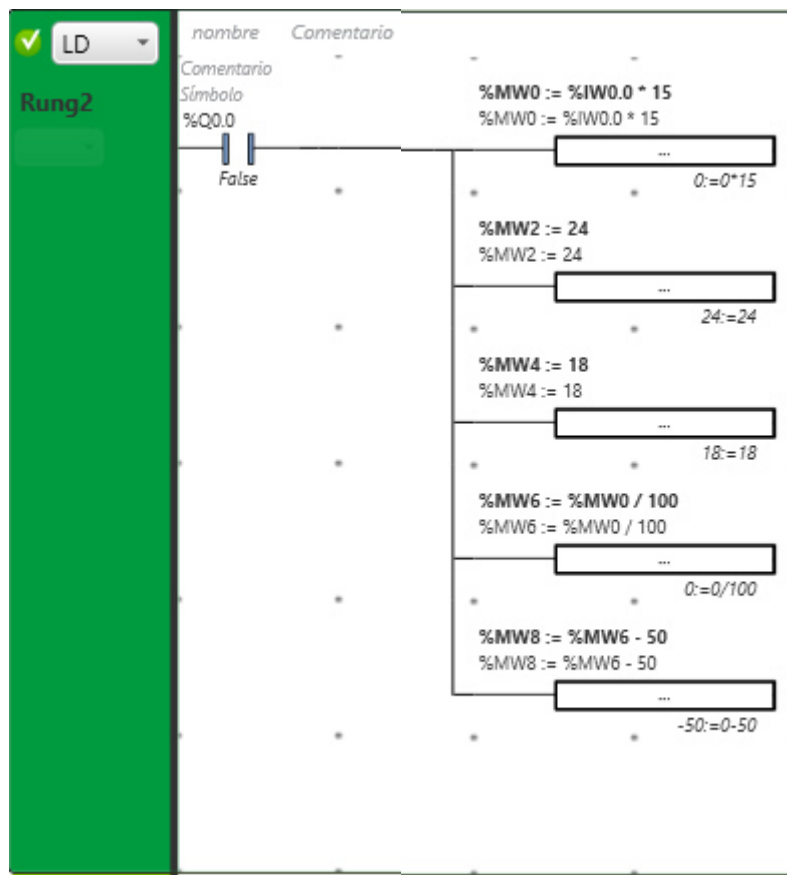


Figura 42. Asignación de Marcas

Para finalizar es necesario comparar la temperatura obtenida con la temperatura deseada y que esto accione la salida que representa al ventilador y calefactor respectivamente, para esto es necesario crear 2 escalones adicionales. Se colocan dos recuadros que representan las operaciones comparativas, los cuales accionan a los dispositivos de control respectivos dependiendo el valor de temperatura obtenido, siempre y cuando el dispositivo final de control contrario este apagado.



Figura 43. Comparación de Temperatura

Para el mejor funcionamiento del sistema de control y evitar el daño de los equipos eléctricos, se utiliza la metodología de control por histéresis ON/OFF, el cual permite tener un mayor control sobre las conmutaciones, evitando cambios bruscos de encendido y apagado.

En la figura 44 se explica el funcionamiento del sistema bajo el control de histéresis.

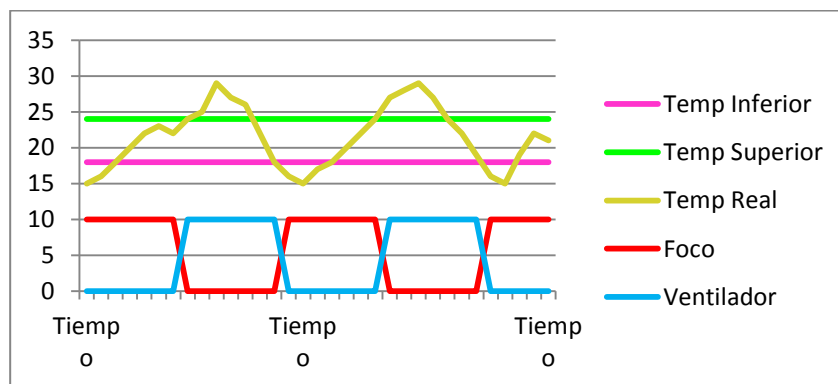


Figura 44. Control de Histéresis

Para finalizar se realiza una simulación de encendido, apagado, y control de temperaturas para realizar las pruebas del funcionamiento del programa y poder cargar el programa en el PLC.



Figura 45. Comprobación y Pruebas

En las entradas analógicas se puede cambiar el valor obtenido en voltaje, en la imagen anterior se muestra un valor de 369, reemplazando en la ecuación (9), se obtiene 5.35° el cual es comparado con los dos rangos de voltaje definidos previamente, y enciende la salida Q0.3 y Q0.4 que representa el calefactor y luz piloto respectiva



Figura 46. Comprobación y Pruebas 2

Si se coloca un valor superior el programa, 700 que reemplazando en la ecuación (9) se obtiene un valor de 55°, cambia y enciende la salida Q0.2 y Q0.5 el cual representa al ventilador y luz piloto de ventilador,

Una vez realizadas todas las pruebas necesarias, se procede a cargar el programa al equipo PLC.

3.3.2.2 Carga del programa al PLC

Después de que el programa está listo se lo puede cargar al PLC por medio de:

- Cable mini USB
- Cable Ethernet (RJ45)

Se puede utilizar cualquiera de las opciones, utilizando el programa de gestión SoMachine.

Cuando se utiliza la conexión por Ethernet es necesario configurar el puerto en la PC, colocando una IP en la misma subred. Como se muestra a continuación:

- PLC: 10.10.216.215
- PC: 10.10.216.216



Figura 47. Conexión de PC a PLC

Cuando la PC reconoce al PLC aparece una pantalla como la siguiente, con las opciones de cargar o descargar el programa, en este caso se cargará el proyecto realizado anteriormente.

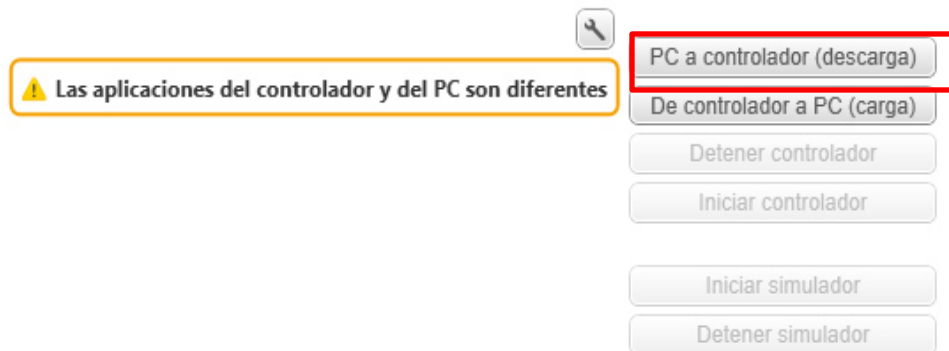


Figura 48. Carga del programa al PLC

3.3.3 Lista de Materiales

Para la implementación del prototipo se detalla la lista de materiales a utilizar:

Tabla 35. Lista de Materiales

LISTA DE MATERIALES			
DESCRIPCION	CANTIDAD	DESCRIPCION	CANTIDAD
PLC- M221	1	RELES	2
SENSOR RTD-PT100	1	PAR DE BORNERAS	20
ACONDICIONADOR P-T100	1	PLACAS	4
FOCO INFRARROJO 250W-120V	1	ALAMBRE TIMBRE (m)	5
BOQUILLA DE CERAMICA - 120 V	1	CABLE 22 AWG	5
VENTILADOR 45W - 110V	1	CABLE GEMELO (Tipo 14)(m)	5
CAJA DE ACRILICO 4mm	1	CABLE DE PODER 110 v	1
LUCES PILOTO	4	CABLE MINI USB	1
BOTONERA	1	PROTECCION DE CABLE EN ESPIRAL (m)	3

3.3.4 Implementación del Prototipo

Al tener cargado el programa en el PLC, y contar con la lista de materiales completos se procede a realizar la implementación para realizar las pruebas físicas.

Diseño de Placas

Para facilitar la conexión y desconexión del cableado, dentro del tablero de control se procede a realizar placas que minimizan la dificultad de conexión.

Se realizan cuatro placas de borneras:

- 1 par de borneras DC 0V
- 1 par de borneras DC 24V
- 2 par de borneras VAC 110V
- 2 par de borneras N

Se realizan dos placas para salidas y entradas del Relé:

- 1 par de borneras entrada de equipo final de control
- 1 par de borneras salidas del PLC
- 1 par de borneras entrada de 110 VAC



Figura 49. Diseño de Placas y Borneras

Es importante tomar en cuenta que la conexión del Relé tiene un circuito normalmente abierto y normalmente cerrado, la conexión se la debe seleccionar dependiendo del tipo de aplicación. En este caso en específico se utiliza el circuito normalmente abierto, ya que al energizar el Relé con la salida del PLC (24 V), el circuito se cierra y el equipo final de control se enciende.

Para continuar con la implementación, como primer paso se debe realizar un diseño de la caja de control, es decir donde se montará el PLC, luces piloto, botonera, placas y borneras, como se muestra en la siguiente figura.



Figura 50. Diseño de Tablero de Control

Al tener el tablero listo se puede proceder al anclar el PLC en la Riel Din, para empezar a realizar las conexiones según el diseño de prototipo que muestra anteriormente.



Figura 51. PLC anclado en riel DIN

La primera conexión que se muestra es la del sensor RTD-PT100 al acondicionador, esta se la debe realizar según las especificaciones del

acondicionador (*Anexo 14*), en este caso particular se las realiza de acuerdo al diseño del prototipo (*Figura 31*).



Figura 52. Conexión de sensor a acondicionador





Después de tener esta conexión, se implementa las entradas del acondicionador y las eléctricas, ya que son entradas externas y serán más fáciles de acomodar primero.



Figura 53. Entradas externas

A continuación se detallan las entradas externas que tiene el prototipo y a donde van conectadas:

Tabla 36. Entradas Externas (PLC – RELÉS)

ENTRADAS	CONEXIONES	FIGURA
120 V	Alimentación de 120 V al PLC	
Del Acondicionador RTD-PT100	IN Analógica del acondicionador al PLC	
De foco	Entrada del foco calefactor al Relé	
De ventilador	Entrada del ventilador al Relé	

Al tener la entrada de 120 V, se debe conectar a las borneras y posteriormente a los Relés, para que los equipos finales de control puedan encenderse.

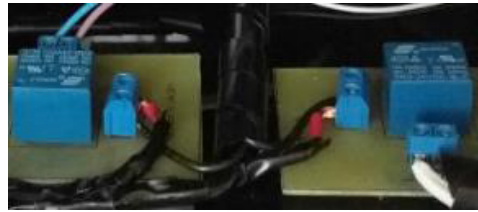


Figura 54. Alimentación de Equipos finales de control

Implementación de Entradas y Salidas del PLC

Es importante conectar correctamente las entradas y salidas del PLC, ya que estas serán las que controlen a los actuadores, focos y botones del sistema.

Se debe tomar en cuenta que las conexiones se van a realizar por medio de una lógica positiva (*Anexo 7, pág 9*), al utilizar esta lógica se tiene que:

- El puerto COM de las entradas: Tendrán 24 V.
- El puerto COM de las salidas: Estarán conectadas a N




Figura 55. Puenteo de N y 24 v

En las salidas es importante conectar directamente COM0 y COM1, ya que estas no están interconectadas internamente (*Anexo 7, pág. 8*), y así lograr que todas las salidas del PLC estén en funcionamiento.

Los botones de encendido y apagado del sistema van conectados a la entrada del PLC y a la bornera de 24 V, como se muestra en la tabla.

Tabla 37. Entradas de Botonera

ENTRADAS	CONEXIONES	FIGURA
I0	Encendido del Sistema	
I1	Apagado del Sistema	

Para identificar si el sistema está prendido o está apagado se colocan dos luces piloto, que indican:

- Luz verde encendida (Encendido del Sistema).
- Luz roja encendida (Apagado del Sistema).

Las salidas asignadas a estas luces son Q0 (Luz verde) y Q1 (Luz Roja), estas salidas se conectan a las entradas de las luces piloto y de la luz piloto una conexión a la bornera de neutro, logrando así que los componentes hagan contacto.



Figura 56. Conexión de luces Encendido /Apagado del Sistema

Las otras dos luces piloto identificarán que equipo de control final esta encendido, estas luces se colocan con el fin de poder descartar cualquier duda, si en algún

momento los equipos sufren un daño. Para identificar las luces se asignan de la siguiente forma:

- Luz verde encendida (Ventilador Encendido).
- Luz roja encendida (Foco infrarrojo encendido).

Las salidas asignadas a estas luces son Q4 y Q5. De igual forma los focos deben conectarse a la bornera neutra para que tengan contacto.

Las últimas salidas a conectar son Q2 y Q3, las cuales dan la orden a los equipos finales para que se enciendan o se apaguen.



Figura 57. Salidas Equipos de Control

Estas salidas se conectan directamente a las placas donde se encuentran los Relés de cada equipo, la salida del PLC es de 24 V por lo tanto debe conectarse a 0 V para energizar el Relé.



Figura 58. Salidas de PLC a Relé de cada Equipo

Finalmente, el prototipo queda implementado para proceder a realizar las pruebas físicas.



Figura 59. Implementación final del Prototipo

3.3.5 Pruebas Finales de Funcionamiento

A partir de la implementación del prototipo, se debe proceder a realizar las pruebas físicas, para verificar que las conexiones y el programa funcionan correctamente en un entorno real.

Al conectar el sistema a V AC, debe encenderse la luz piloto roja que muestra que el sistema está apagado.

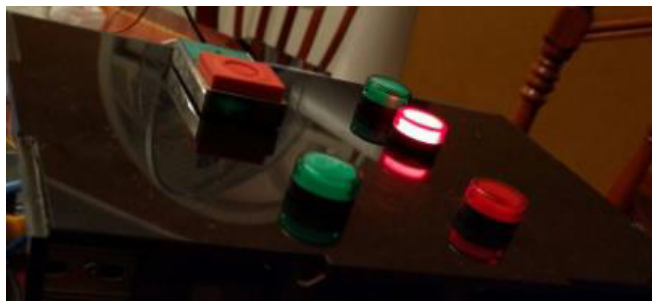


Figura 60. Luz apagado del Sistema

Al presionar el botón ON (verde) el sistema se enciende, en el PLC se pueden ver luces iniciando y la luz verde se enciende y la roja se apaga.



Figura 61. Luz encendido del Sistema

Al tener encendido el sistema se procede a realizar las pruebas respectivas de medición, es decir comprobar que los equipos finales de control se enciendan cuando:

- Foco infrarrojo – Temperatura < 24 °C
- Ventilador – Temperatura > 18 °C

Es importante tomar en cuenta que por medio del control de histéresis, se logra que solo un equipo final este encendido a la vez.

Para obtener resultados reales, se utilizan los siguientes equipos para la medición.

- 2 Multímetros FLUKE 179, puntas de medición de voltaje y punta de medición de temperatura.



Figura 62. Equipos de Medición

Para la realización de las pruebas físicas reales es importante verificar la variación que de voltaje y temperatura que salen del acondicionador RTD-Pt100, ya que se tiene que comprobar que esta variación sea proporcional, como se realizó en cálculos anteriores.

Por tal motivo se debe proceder a obtener estos valores, por medio de la medición de voltaje a diferentes temperaturas y así conseguir una nueva gráfica que muestre el crecimiento más exacto de esta comparación.

- Temperatura detectada por el sensor

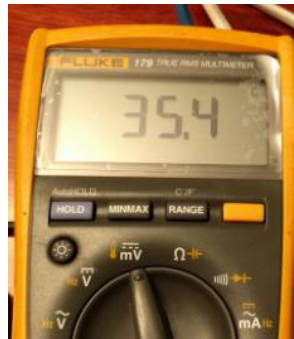


Figura 63. Temperatura Detectada por el Sensor

- Voltaje proporcionado por el acondicionador para 35,4



Figura 64. Medición de Voltaje

De acuerdo a los datos obtenidos con los multímetros, existe cierta variación entre la temperatura y el voltaje, por tal motivo se obtiene una nueva recta de la cual se obtendrá un nuevo valor de la pendiente y una nueva fórmula, que se cargará nuevamente en el PLC, para realizar pruebas de acuerdo a valores reales de medición.

Tabla 38. *Relación de Variables*

TEMPERATURA (x)	Voltaje (y)
0,5	3,068
0,7	3,071
1,3	3,094
2,4	3,104
2,9	3,135
4,9	3,331
5,6	3,389
6,9	3,432
7,6	3,467
8,4	3,508
9,2	3,548
12,3	3,726
14,6	3,847
18,5	4,102
22,5	4,309
25,8	4,494
27,3	4,584
28,9	4,682
29,7	4,735
30,8	4,803
33,2	4,945
35,6	5,091
36,6	5,152
39,1	5,293
41,5	5,408

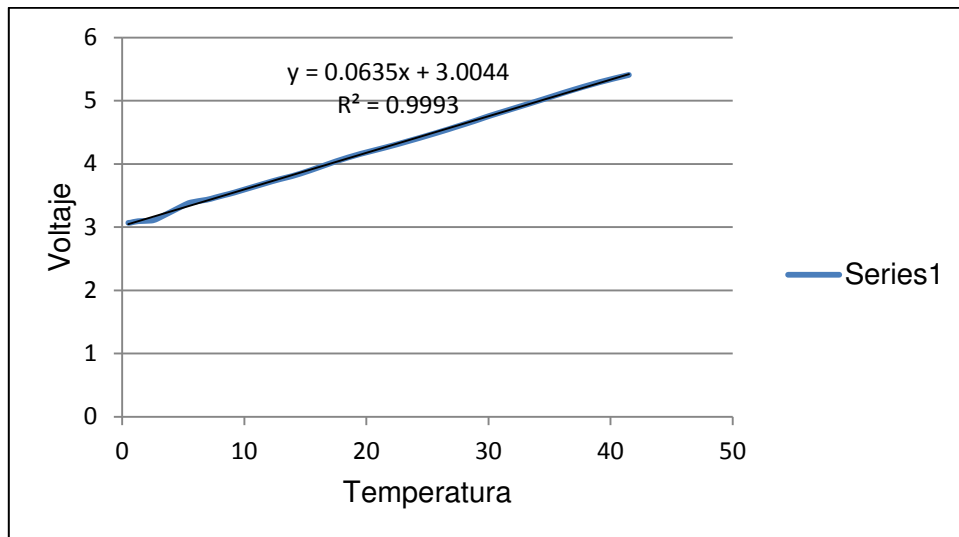


Figura 65. Pendiente formada por el comportamiento de las muestras obtenidas

De acuerdo a la gráfica obtenida se consigue que el valor del coeficiente de correlación es $R^2 = 0,9993$, siendo este un resultado positivo ya que cuando este coeficiente se acerca al valor de uno la confiabilidad de los datos tomados es mayor.

Si se compara con la primera recta que se presentó, se puede observar que en ciertos puntos tienen los mismos valores de crecimiento sin embargo en otros puntos se tiene un pequeño desfase, esto debido a una mala calibración del acondicionador en su funcionamiento real, con esta referencia se procede a reestructurar la fórmula en el programa debido a que el DATASHEET del acondicionador no se especifica la información adecuada de calibración (*Anexo 14*).

Se utiliza la siguiente fórmula dada por la herramienta de Excel para ingresarla nuevamente en el programa del PLC:

$$y = 0.0635x + 3.0044 \quad (\text{Ecuación 10})$$

Donde se despeja “x” que es el valor de temperatura a encontrar, es importante recordar que “y” representa valores de 0 a 10v, por lo tanto para representarlo en los rangos de medición del PLC utilizando el mismo análisis para la ecuación (9) es necesario representar el valor de “y” en “z” y dividirlo para 100, para representar este valor en el rango de medición del PLC de 0 – 1000 (Anexo 7, pág. 1). Se obtiene:

$$x = \frac{20z}{127} - 47.31 \quad (\text{Ecuación 11})$$

Se realiza los cambios en el programa en el escalón de operaciones como se muestra a continuación:

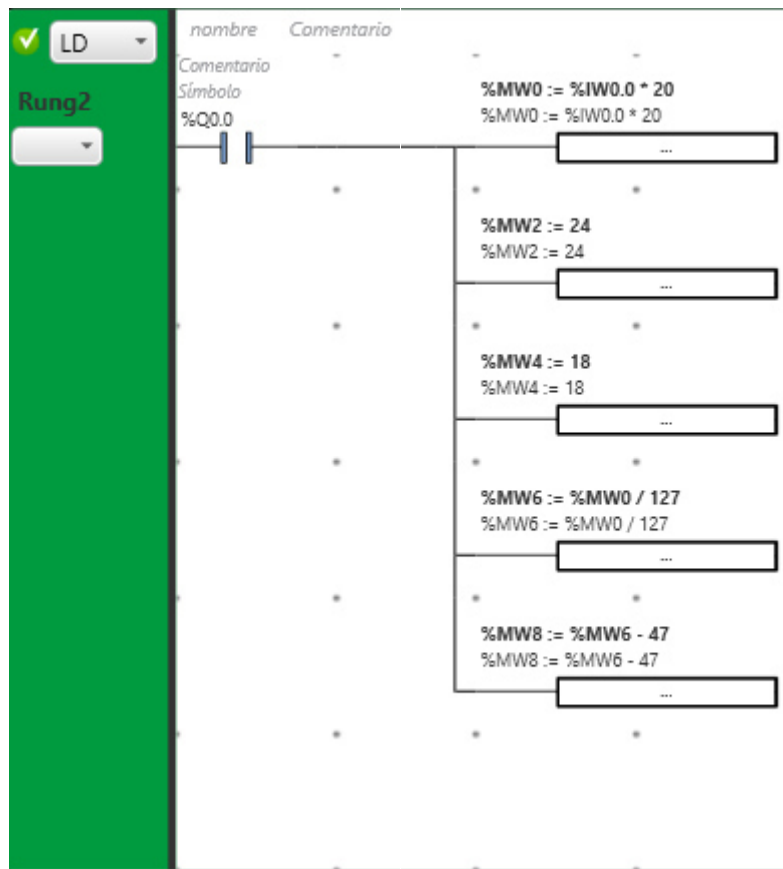


Figura 66. Cambios de programación

Tras cargar el programa se deben realizar nuevamente las pruebas físicas, para verificar las temperaturas actuales y voltaje que da el acondicionador.

Para las nuevas pruebas de igual forma se utilizan los equipos de medición mencionados anteriormente y como referencia la toma de datos anterior, para realizar la comparación.

Se enciende el PLC y se pone en ejecución el sistema, con lo cual se obtiene los datos actuales.

En este caso el acondicionador entrega una temperatura de 19.5 °C y voltaje de 4,215 V, al reemplazar los datos del voltaje en la formula anterior se obtiene el valor de x, y se puede verificar que

$$x = 18.98 \text{ }^{\circ}\text{C} \quad (\text{Ecuación 12})$$

Como se muestra hay una variación real en los valores de temperatura de 0.5 °C lo cual no representa inconvenientes al sistema de climatización para su correcto funcionamiento al estar configurado con rangos de 18 °C (mínimo) y 24 °C (máximo).

De acuerdo a estos datos obtenidos el ventilador se mantiene encendido hasta llegar a una temperatura menor a 18 °C donde el foco infrarrojo pasaría a activarse.



Figura 67. Prueba Final del Prototipo

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES

Una vez identificadas las condiciones climáticas, infraestructura y tipo de ventilación de cada especie, se determina que los animales que habitan los diferentes galpones no se están desarrollando de manera óptima, por lo tanto, se concluye que existe la necesidad de la implementación de un sistema de climatización para llegar a un hábitat adecuado y brindar un buen cuidado de los animales.

Concluido el diseño de la solución, se determina el uso de materiales que satisfacen las especificaciones técnicas necesarias, estas permiten al sistema de climatización cumplir el objetivo de llevar un control automático de las temperaturas, y permite concluir que el sistema de climatización actual de la granja es obsoleto y en caso de ser re utilizado no cumpliría los parámetros requeridos para satisfacer las necesidades climáticas de los animales.

Una vez concluido el dimensionamiento del sistema de climatización se procede a realizar la implementación de un prototipo, basado en un escenario real con el cual se concluye el buen funcionamiento del diseño planteado satisfaciendo los objetivos climáticos a los que se quiere llegar en los diferentes galpones de la granja.

Dadas las características propias del PLC y la forma de representar los voltajes obtenidos del acondicionador, se concluye la necesidad de ingresar marcas durante la programación, que permiten hacer cálculos en la memoria del PLC para así representar los valores en grados, dando una mayor facilidad de interpretación durante las pruebas del programa.

Debido a que la temperatura es una medida que no sufre cambios significantes en los valores que despliega valores con respecto al tiempo, al hacer las pruebas de funcionamiento iniciales se pudo observar el apagado y encendido brusco de los

equipos finales de control al momento de llegar a un fijado de temperatura, concluyendo la necesidad del uso de la metodología de control por histéresis, el cual nos permite tener un mayor cuidado sobre las conmutaciones dadas.

Durante las pruebas de funcionamiento, utilizando multímetros con adaptadores de medición de temperatura, se obtienen datos reales que se comparan con un comportamiento lineal interpretado inicialmente en el acondicionador, lo cual da como resultado un coeficiente de correlación cercano a 1, que permite realizar los cálculos en el programa del PLC ajustados a un modelo real.

En el proceso de implementación, se pudo concluir que el uso de relés normalmente abiertos es necesario para esta solución, ya que permiten cerrar el circuito una vez energizada la bobina incluida en el relé, activando así el dispositivo final de control.

4.2 RECOMENDACIONES

Para la construcción de próximos galpones es importante tomar en cuenta ciertos criterios de construcción, que pueden facilitar el manejo de temperaturas posteriormente.

Se recomienda buscar asesoría con un profesional en cría de animales, antes de implementar cualquier sistema automatizado.

Para un buen diseño del sistema de climatización es importante analizar el funcionamiento de los equipos de ventilación y calefacción actuales para comprobar si satisfacen el objetivo del sistema.

Si se realiza una implementación real, se sugiere utilizar una interfaz por medio de una pantalla HMI, ya que esto facilitará el manejo y mantenimiento del sistema, logrando así que cualquier persona lo pueda utilizar.

Se recomienda precaución en las conexiones del sistema ya que debe ser analizado con bastante orden por el tema de voltajes, se recomienda el uso de

borneras y placas para evitar contacto entre los cables y que se produzcan cortocircuitos.

Se recomienda la toma de valores reales y compararlos con los obtenidos por el PLC, ya que así se puede comprobar el comportamiento real que tiene el acondicionador concluyendo que tiende a ser lineal.

En caso de realizar una implementación en un escenario real se recomienda el uso de los contactores y relés a nivel industrial elegidos en este proyecto ya que cumplen las características necesarias para el sistema y a su vez mantienen un rango de precio competitivo en el mercado.

Para el correcto uso del PLC, se recomienda la lectura de los manuales del fabricante, para así entender sus conexiones internas, la correcta programación y la implementación final del proyecto a ser implementado

Es importante recordar que la programación del PLC utiliza diagramas en escalera para dar una mayor facilidad de entendimiento al momento de realizar las líneas de código en forma gráfica.

REFERENCIAS

- Accuweather, (2016) *The weather Channel*, recuperado el 12 de Enero de 2016 de:
<http://www.accuweather.com/es/ec/nono/125094/month/125094?monyr=8/01/2015>
- Agrytec, (2011), Un galpón adecuado contribuye al bienestar animal, recuperado el 10 de Febrero de 2016 de
http://www.agrytec.com/pecuario/index.php?option=com_content&view=article&id=6728:un-galpon-adecuado-contribuye-al-bienestar-animal&catid=22:articulos-tecnicos&Itemid=24
- Alberto Echevarria y Raul Miazano, (2002) Principios y Aspectos Generales, Componentes del ambiente, Producción Animal, Argentina, Recuperado el 15 de Enero de 2016 de http://www.produccion-animal.com.ar/clima_y_ambientacion/01-el_ambiente_en_la_produccion_animal.pdf
- Animales de Granja, (2016), introducción, Ministerio de Agricultura, alimentación y Medio Ambiente, España Recuperado el 2 de Febrero de 2016 de <http://www.magrama.gob.es/es/ganaderia/temas/produccion-y-mercados-ganaderos/bienestanimal/animales-de-granja/>
- Bjarne K. Pedersen (2005), Problemas habituales de ventilación y su prevención, La página del cerdo, recuperado el 3 de Abril de 2016 de https://www.3tres3.com/autores/bjarne-k-pedersen_31/pagina_2
- Castello José A. (1997) Construcciones y equipos avícolas, Tecnograf, Barcelona
- Christian Lemus (comunicación personal, 7 Noviembre, 2015)
- Creus, A, (2010. Instrumentación Industrial (8va ed.) México: Akfaomega Grupo Editores S.A.

Francisca Martínez (comunicación personal, 31 de Julio, 2015)

David Lahoz Fuertes, (2014) Control Ambiental en galpones de pollos, Universidad de la Almunia, Zaragoza, España.

Diego Coronel, (2009), Ambiente controlado en galpón para pollos de engorde, Agrytec, recuperado el 5 de Marzo de 2016 de http://www.agrytec.com/pecuario/index.php?option=com_content&view=article&id=7996:ambient%20e%20controlado%20en%20galpon%20para%20pollos%20de%20engorde

Diego Pantoja, (2014) Manejo de temperatura ambiental y calidad de aire, su influencia en líneas de pollo de engorde, Avicultura, recuperado el 4 de Febrero de 2016 de <http://www.engormix.com/MA-avicultura/manejo/articulos/manejo-temperatura-ambiental-calidad-t6573/124-p0.htm>

Eduardo Uzcategui, (2001) Cultivos Controlados Internacional. Consejo Editorial Idefonso del Castillo, Pág. 28 y 29.

Fernando Mujica (2009). Diversidad y conservación de los recursos zoo genéticos del país, Instituto de Producción Animal y Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Austral de Chile

Glatz, P.C & Bolla G, (2004) *Production systems, poultry in Encyclopaedia of meat sciences*, pp 1085 – 1092. Oxford, UK, Elsevier.

Guedes Kunqui y Guillermo Kain. (2005). Mejoramiento de la productividad de una granja para crianza de pollos, Tesis, Escuela Superior Politécnica Del Litoral.

Gustavo Chiappe, (2010). Pautas de manejo para crianza de pollos parrilleros, tesis, Universidad Católica de Argentina

- James O Donald (2009), Manejo del ambiente en el galpón de pollo de engorde, Universidad de Auburn, Alabama, EE.UU
- José A. Castello y Vicente Sole (1975). Manual práctico de avicultura, Real Escuela de Avicultura, Selecciones avícolas.
- José A. Moreno Martínez, (2011) Instalaciones para pollo de engorde, recuperado en Abril 2016 de: <http://seleccionesavicolas.com/pdf-files/2011/7/6162-instalaciones-para-pollo-de-engorde.pdf>
- Josep Mora, (2003), Gases Tóxicos en granjas porcinas, La página del cerdo, recuperado en Abril 2016 de https://www.3tres3.com/los-expertos-opinan/gases-toxicos-en-granjas-porcinas_611/
- Lilia Chauca de Zaldívar, (1997), Producción de Cuyes (*cavia porcellus*), Dirección de Información, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la alimentación, Viale delle Terme di Caracalla, 00100 Roma, Italia, Capitulo 1.
- Maurice Randall y Gerry Bolla (2010), Cría de Codornices japonesas, El sitio Avícola recuperado en Enero 2016 de <http://www.elsitioavicola.com/articles/1833/craa-de-codornices-japonesas/>
- McDonald LE. Endocrinología Veterinaria y Reproducción. 3era edición. Philadelphia: Lea & Febiger; 1980. P. 173-174
- Mónica M. Estrada, (2007). Efecto de la temperatura y la humedad relativa en los parámetros productivos y la transferencia de calor en pollos de engorde, 20:288-303
- Montanaro (2013), Granja Porcina en confinamiento. Porcicultura, recuperado de <http://www.engormix.com/mbr-196467/roberto-montanaro>

- Montserrat Núñez Torregrosa, (2015), Elementos y Equipos Eléctricos, pág. 202. Universidad Tecnológica de Pereira, Facultad de Ingenierías
- Myers. (5 de junio 2011). La reproducción en cautiverio, opción de especies en peligro. El Universo. P. 2
- Parra, Jhon Hammer. Ramos, Ruth Pena. (2014) Diseño de un prototipo de una máquina para fundir chocolate. Pereira Pág. 7. Universidad Tecnológica de Pereira, Facultad de Ingenierías
- Philippe Ankers, (2015). Producción Animal. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura Recuperado de <http://www.fao.org/animal-production/es/>
- Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial Parroquia Nono 2015 -2019, (2015), Sistema Nacional de Información recuperado el 22 de Febrero de 2016 de: http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdocumentofinal/1768122810001_PDOT%20APROBADO%20GAD%20NONO%202015-2019_30-10-2015_23-32-18.pdf
- Quiles A y Hevia M. L. (2004). El pollo campero. Departamento de Producción Animal. Fac. De Veterinaria, Universidad de Murcia.
- Real Academia Española, Diccionario de la Lengua Española, (2014, 23.ª Edición).
- Ross Bulletin, (2007) Ross La calidad física del alimento, cartilla de ventilación Aire técnica S.A.
- Serafín García Freire, (2014), ¿Que Diseño de la ventilación es el más adecuado? Casos prácticos. Recuperado el 5 de Marzo de 2016 de <http://seleccionesavicolas.com/pdf-files/2014/9/006-010-Medio-ambiente-ventilacion-Garcia-Freire-SA201409.pdf>

Universo Porcino (2014), el Portal del Cerdo Recuperado el 3 de Enero de 2016 de
http://aacporcinos.com.ar/razas_porcinas/

ANEXOS

Anexo 1. Entrevista Coordinador de Ingeniería Electrónica y Redes Información

Anexo 2. Entrevistas Encargados y Jefes a cargo de la Granja UDLA

Anexo 3. Plano de Galpón de Aves Ponedoras

Anexo 4. Plano de Galpón de Codornices

Anexo 5. Plano de Galpón de Cuyes

Anexo 6. Plano de Galpón de Cerdos

Anexo 7. DATASHEET M221-TM221CE16R

Anexo 8. DATASHEET RTD-PT100 (FEILONG)

Anexo 9. DATASHEET EXTRACTOR KDK 25 AUH

Anexo 10. DATASHEET CALEFACTOR BFH416

Anexo 11. DATASHEET CONTACTOR LC1D25F7

Anexo 12. DATASHEET GV2ME05 0.63- 1 A


Anexo 13. DATASHEET LRD32 23-32 A class 10 A

Anexo 14. DATASHEET ACONDICIONADOR PT100

Anexo 15. Manual de Instalación SoMachine

Anexo 16. Manual de Programación Modicon 221

ANEXO 1

FORMATO: 001.	Entrevista para Levantamiento de Información sobre la Granja UDLA	
---------------	---	---

NOMBRE DEL ENTREVISTADO: Angel Jaramillo

CARGO DEL ENTREVISTADO: Director de Ingeniería en Electromecánica y Redes

ENTREVISTADORES: Srta. Michelle Cueva y Sr. Daniel Ordoñez.

FECHA DE ENTREVISTA: 14 de Julio 2016

1. ¿Cuál es el Cargo que Ocupa en la facultad de Ingeniería y Ciencias Agropecuarias?

Director de Ing

2. ¿Cuáles son las funciones que realiza en la Universidad?

Encargado de Carrera, Tutorías, Aprobación de Planes de Titulación, Planificación Académica

3. ¿Qué estudios tiene?

1to Nivel Maestría Gerencia de Sistemas

4. La universidad cuenta con una granja experimental, donde estudiantes de varias carreras realizan prácticas pre-profesionales, ¿Qué opina de la inserción de tecnología en la granja?


No tiene tecnología la granja, ayuda a un manejo eficaz de los procesos, mejorar la administración

5. ¿Qué tipo de problemas cree usted que la tecnología pueda solventar en una granja?

Automatización procesos, Acceso a Internet, Seguridad, Incentivos, Temporización de calefacción

6. De forma general, ¿Cree usted que la inclusión de un sistema de climatización ayude a mejorar el desarrollo, producción y reproducción de los animales que habitan la granja?

Se requiere un sistema climatización manual.

FORMATO: 001.	Entrevista para Levantamiento de Información sobre la Granja UDLA	
---------------	--	---

7. De un rango del 1 al 5, siendo 1 no necesario y 5 necesario, ¿Qué tan necesario cree usted que es para la Universidad la inserción de tecnología en las instalaciones de la Universidad?

5 el entorno a las nuevas tendencias
de nuevas tecnologías en las aulas, mejorar tecnología.

8. ¿Cree usted que las condiciones climáticas actuales de la granja son óptimas para el desarrollo, producción y reproducción de las especies de la granja?

(completas condiciones especiales para los animales).


HORA DE ENTREVISTA: 11:36

COMENTARIOS ADICIONALES: Mejorar los procesos de los sistemas,
apoyar a la Universidad.

FIRMAS




Michelle Cueva J
Michelle Cueva J



Daniel Ordoñez V.
Daniel Ordoñez V.

ANEXO 2

FORMATO: 001.	Entrevista para Levantamiento de Información sobre la Granja UDLA	
---------------	--	---

NOMBRE DEL ENTREVISTADO: Christian Lemus

CARGO DEL ENTREVISTADO: Coordinador Técnico

ENTREVISTADORES: Srta. Michelle Cueva y Sr. Daniel Ordoñez.

FECHA DE ENTREVISTA: 14 de Julio 2016

1. ¿Cuál es el Cargo que Ocupa en la Granja?

Coordinador Técnico

2. ¿Cuáles son las funciones que realiza en la Granja?

Administrar la granja y sus recursos

3. ¿Qué estudios tiene?

Ing. Agropecuaria

4. ¿Qué opina de la inserción de tecnología en la granja?


El momento es lo más importante, para mejorar condiciones de trabajo y animales

5. ¿Qué tipo de animales se tienen en galpones?

Aves de Pastura, codornices, cuyes y lecheros

6. De forma general, ¿Qué cantidad de animales se tiene por cada especie?

Chanchos	10
Cuyes	235
Aves	3500

FORMATO: 001.	Entrevista para Levantamiento de Información sobre la Granja UDLA	
---------------	--	---

7. De forma específica, ¿Qué rango de temperaturas son óptimos para las diferentes especies?

15° - 20°

8. ¿Qué tipos de temperaturas se han registrado en los siguientes escenarios climáticos?

Verano Diurno: 24-25°

Verano Nocturno: 4°

Invierno Diurno: 12-14°

Invierno Nocturno: 9°

9. ¿Qué cantidad de animales se proyecta tener en un futuro cercano (1 - 2 años)?

Se mantendrá cantidad, probablemente un gallinero más en la siguiente galpón

10. ¿Cree usted que las condiciones climáticas actuales de la granja son óptimas para el desarrollo, producción y reproducción de las especies de la granja?

Si

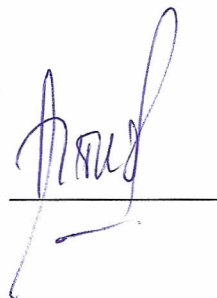
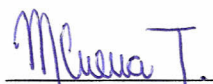
11. Con la implementación de un sistema de control de temperatura, ¿Cree usted que la tasa de mortalidad de los animales disminuya?

Cloro, agua, neomomicina, iudipinas, 12°C hoy cuando dice en animales muertos

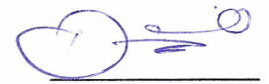
HORA DE ENTREVISTA:

COMENTARIOS ADICIONALES:


FIRMAS

Michelle Cueva J



Daniel Ordoñez V.

FORMATO: 001.	Entrevista para Levantamiento de Información sobre la Granja UDLA	
---------------	--	---

NOMBRE DEL ENTREVISTADO: *Andrea Maldonado*

CARGO DEL ENTREVISTADO: *Jefe de Campus*

ENTREVISTADORES: Srta. Michelle Cueva y Sr. Daniel Ordoñez.

FECHA DE ENTREVISTA: 14 de Julio 2016

1. ¿Cuál es el Cargo que Ocupa en la Granja?

2. ¿Cuáles son las funciones que realiza en la Granja?

*NMA Infraestructura de la granja, pedidos de las diferentes
concretas*

3. ¿Qué estudios tiene?


Psicología, Enfermería Veterinaria y Primeros Auxilios

4. ¿Qué opina de la inserción de tecnología en la granja?

*Aguita Proyectos, no hay mucha mano de obra 6 personas
Falta de automatización, pago de horas extras.*

5. ¿Qué tipo de animales se tienen en galpones?

6. De forma general, ¿Qué cantidad de animales se tiene por cada especie?

FORMATO: 001.	Entrevista para Levantamiento de Información sobre la Granja UDLA	
---------------	--	---

7. De forma específica, ¿Qué rango de temperaturas son óptimos para las diferentes especies?

8. ¿Qué tipos de temperaturas se han registrado en los siguientes escenarios climáticos?

Verano Diurno: _____

Verano Nocturno: _____

Invierno Diurno: _____

Invierno Nocturno: _____

9. ¿Qué cantidad de animales se proyecta tener en un futuro cercano (1 – 2 años)?

10. ¿Cree usted que las condiciones climáticas actuales de la granja son óptimas para el desarrollo, producción y reproducción de las especies de la granja?

Son optimas, metodos correctos, celdas calefaccionadas, chequeo de temperaturas bruscas, bajo la produccion problemas con mano de obra

11. Con la implementación de un sistema de control de temperatura, ¿Cree usted que la tasa de mortalidad de los animales disminuya?

Totalmente
2° a 3° de mortalidad en cujas y rodamientos

HORA DE ENTREVISTA: 17:00


COMENTARIOS ADICIONALES: Se espera la implementacion en la granja en un futuro.

FIRMAS


ANDREA MALDONADO


Michelle Cueva J


Daniel Ordoñez V.

FORMATO: 001.	Entrevista para Levantamiento de Información sobre la Granja UDLA	
---------------	--	---

7. De forma específica, ¿Qué rango de temperaturas son óptimos para las diferentes especies?

Verde pastora 10° a 18° C $\pm 2^{\circ}$ C
 Cuyes 15° C.
 Cobai 12° - 15° C depende la edad. Mas pequeño mas calor.

8. ¿Qué tipos de temperaturas se han registrado en los siguientes escenarios climáticos?

Verano Diurno: 14° a 16° Baja Nalta
 Verano Nocturno: 2° a 3° la mas baja
 Invierno Diurno: 14° C
 Invierno Nocturno: 7° a 8° Aproximado.

9. ¿Qué cantidad de animales se proyecta tener en un futuro cercano (1 – 2 años)?

Verde Pastora : 600 cuyes
 Cobai : 20-25 Cobai
 Cuyes : 150-160 cuyes

10. ¿Cree usted que las condiciones climáticas actuales de la granja son óptimas para el desarrollo, producción y reproducción de las especies de la granja?

Bastante variación de temperatura, automatiza estos procesos ayudan a mejorar la productividad de la granja.

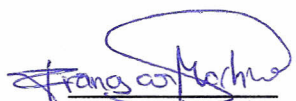
11. Con la implementación de un sistema de control de temperatura, ¿Cree usted que la tasa de mortalidad de los animales disminuya?

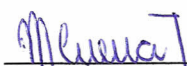
Totalmente
 2° a 3° de mortalidad en cuyes y Cobai

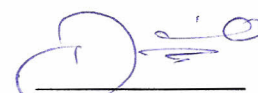
HORA DE ENTREVISTA:

COMENTARIOS ADICIONALES: se espera en un futuro la implementación para comprobar los datos de mortalidad y mejorar la calidad de la granja

FIRMAS


 Francisco Martínez.


 Michelle Cueva J


 Daniel Ordoñez V.

ANEXO 3



UNIVERSIDAD DE LAS AMERICAS

SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN

GALPON GALLINAS

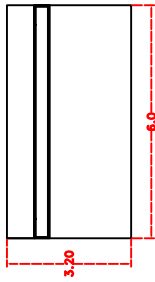
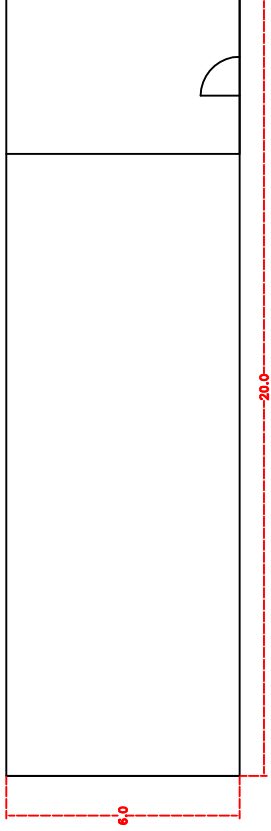
GRANJA EXPERIMENTAL NONO UDLA

DIBUJANTES:
DANIEL ORDOÑEZ
MICHELLE CUEVA

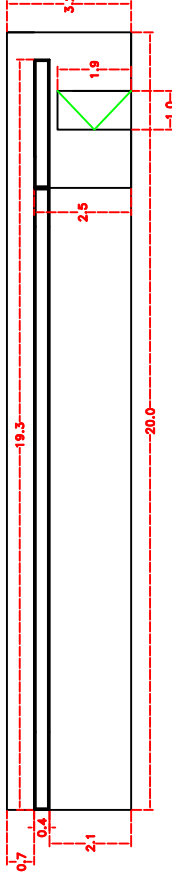
FECHA:
26 JUNIO 2016

CONTENIDO:
ESTRUCTURA GALPON DE GALLINAS DE LA GRANJA EXPERIMENTAL NONO UDLA

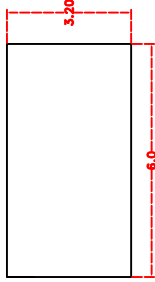
VISTA SUPERIOR



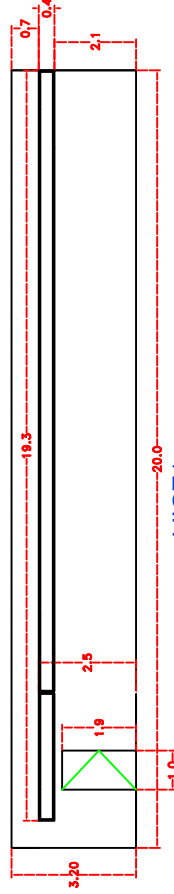
VISTA LATERAL IZQUIERDA



VISTA FRONTAL



VISTA LATERAL DERECHA



VISTA TRASERA

ANEXO 4



UNIVERSIDAD DE LAS AMERICAS

SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN

GALPON CODORNICES

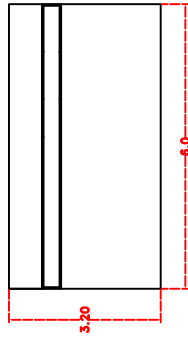
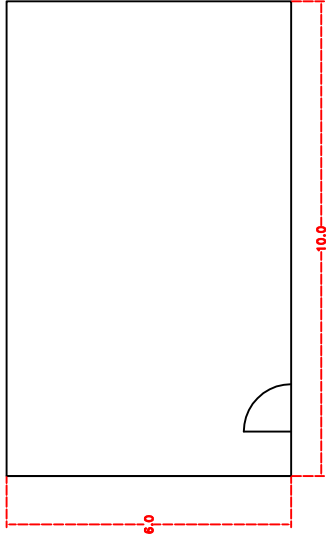
GRANJA EXPERIMENTAL NONO UDLA

DIBUJANTES:
DANIEL ORDOÑEZ
MICHELLE CUEVA

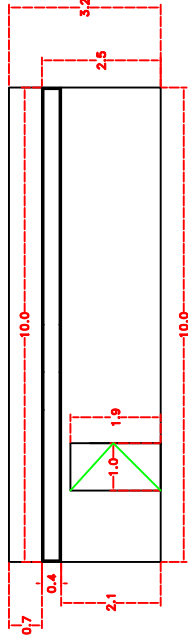
FECHA:
26 JUNIO 2016

CONTENIDO:
ESTRUCTURA GALPON DE
CONDORNICES DE LA
GRANJA EXPERIMENTAL
NONO UDLA

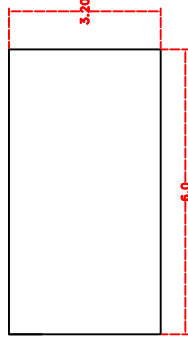
VISTA SUPERIOR



VISTA LATERAL IZQUIERDA



VISTA FRONTAL



VISTA LATERAL DERECHA



VISTA TRASERA

ANEXO 5



UNIVERSIDAD DE LAS AMERICAS

SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN

GALPON CUYES

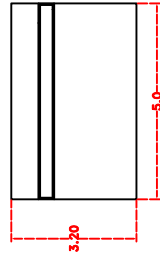
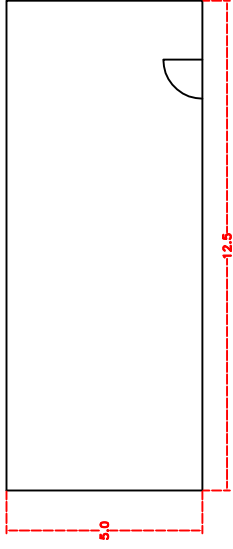
GRANJA EXPERIMENTAL NONO UDLA

DIBUJANTES:
DANIEL ORDOÑEZ
MICHELLE CUEVA

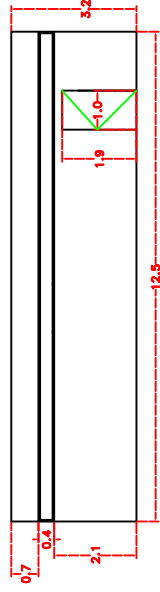
FECHA:
26 JUNIO 2016

CONTENIDO:
ESTRUCTURA GALPON DE CUYES DE LA GRANJA EXPERIMENTAL NONO UDLA

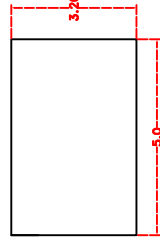
VISTA SUPERIOR



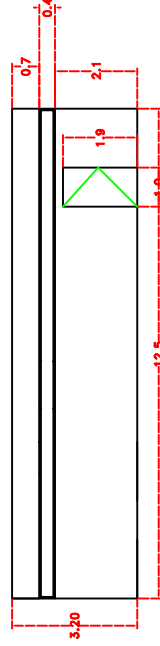
VISTA LATERAL IZQUIERDA



VISTA FRONTAL



VISTA LATERAL DERECHA



VISTA TRASERA

ANEXO 6



UNIVERSIDAD DE LAS AMERICAS

SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN

GALPON CERDOS

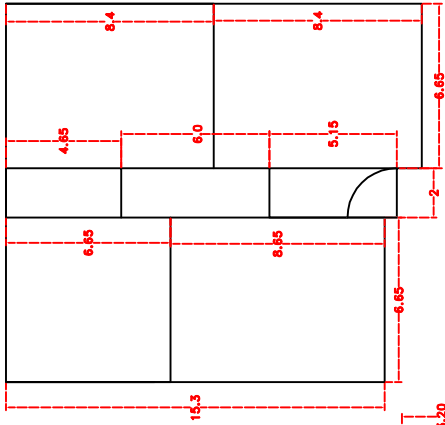
GRANJA EXPERIMENTAL NONO UDLA

DIBUJANTES:
DANIEL ORDOÑEZ
MICHELLE CUEVA

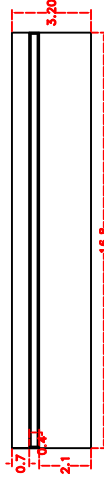
FECHA:
26 JUNIO 2016

CONTENIDO:
ESTRUCTURA GALPON DE CERDOS DE LA GRANJA EXPERIMENTAL NONO UDLA

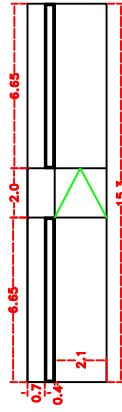
VISTA SUPERIOR



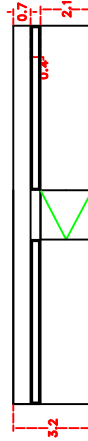
VISTA LATERAL IZQUIERDA



VISTA LATERAL DERECHA



VISTA FRONTAL



VISTA TRASERA

ANEXO 7



Main

Range of product	Modicon M221
Product or component type	Logic controller
[Us] rated supply voltage	100...240 V AC
Discrete input number	9 discrete input conforming to IEC 61131-2 Type 1
Analogue input number	2 at input range: 0...10 V
Discrete output type	Relay normally open
Discrete output number	7 relay
Discrete output voltage	5...250 V AC 5...125 V DC
Discrete output current	2 A

Complementary

Discrete I/O number	16
Number of I/O expansion module	<= 4 for relay output <= 4 for transistor output
Supply voltage limits	85...264 V
Network frequency	50/60 Hz
Inrush current	<= 40 A
Power consumption in VA	<= 33 VA at 100...240 V without I/O expansion module <= 49 VA at 100...240 V with max number of I/O expansion module
Power supply output current	0.12 A at 24 V for expansion bus 0.325 A at 5 V for expansion bus
Discrete input logic	Sink or source (positive/negative)
Discrete input voltage	24 V
Discrete input voltage type	DC
Analogue input resolution	10 bits
LSB value	10 mV
Conversion time	1 ms per channel + 1 controller cycle time for analog input
Permitted overload on inputs	+/- 13 V DC for analog input permanent +/- 30 V DC for analog input with 5 min maximum
Voltage state1 guaranteed	>= 15 V for input
Current state 1 guaranteed	>= 4.2 mA for discrete input >= 2.6 mA for fast input
Voltage state 0 guaranteed	<= 5 V for input
Current state 0 guaranteed	<= 0.6 mA for fast input <= 1.3 mA for discrete input
Discrete input current	5 mA for fast input 7 mA for discrete input
Input impedance	4.9 kOhm for fast input 100 kOhm for analog input 3.4 kOhm for discrete input
Response time	100 µs turn-off operation for input; other terminals terminal 5 µs turn-off operation for fast input; I0, I1, I6, I7 terminal 35 µs turn-on operation for input; other terminals terminal 5 µs turn-on operation for fast input; I0, I1, I6, I7 terminal 10 ms turn-off operation for output 10 ms turn-on operation for output 35 µs turn-off operation for input; I2...I5 terminal

Configurable filtering time	12 ms for input 3 ms for input 0 ms for input
Output voltage limits	277 V AC 125 V DC
Current per output common	7 A at COM 0 terminal 6 A at COM 1 terminal
Absolute accuracy error	+/- 1 % of full scale for analog input
Electrical durability	Inductive (L/R = 7 ms) DC-13, 24 V / 7.2 W : 300000 cycles Inductive (L/R = 7 ms) DC-13, 24 V / 24 W : 100000 cycles Resistive DC-12, 24 V / 16 W : 300000 cycles Resistive DC-12, 24 V / 48 W : 100000 cycles Inductive AC-14, (cos phi = 0.7) 240 V / 72 VA : 300000 cycles Inductive AC-14, (cos phi = 0.7) 120 V / 36 VA : 300000 cycles Inductive AC-14, (cos phi = 0.7) 240 V / 240 VA : 100000 cycles Inductive AC-14, (cos phi = 0.7) 120 V / 120 VA : 100000 cycles Inductive AC-15, (cos phi = 0.35) 240 V / 36 VA : 300000 cycles Inductive AC-15, (cos phi = 0.35) 120 V / 18 VA : 300000 cycles Inductive AC-15, (cos phi = 0.35) 240 V / 120 VA : 100000 cycles Inductive AC-15, (cos phi = 0.35) 120 V / 60 VA : 100000 cycles Resistive AC-12, 240 V / 160 VA : 300000 cycles Resistive AC-12, 120 V / 80 VA : 300000 cycles Resistive AC-12, 240 V / 480 VA : 100000 cycles Resistive AC-12, 120 V / 240 VA : 100000 cycles
Switching frequency	20 switching operations/minute with maximum load
Mechanical durability	>= 20000000 cycles for relay output
Minimum load	1 mA at 5 V DC for relay output
Protection type	Without protection at 5 A
Reset time	1 s
Memory capacity	256 kB for internal variables RAM 256 kB for user application and data RAM with 10000 instructions
Data backed up	256 kB built-in flash memory for backup of application and data
Data storage equipment	2 GB SD card optional
Battery type	BR2032 lithium non-rechargeable, battery life: 4 yr
Backup time	1 year at 25 °C by interruption of power supply
Execution time for 1 KInstruction	0.3 ms for event and periodic task
Execution time per instruction	0.2 µs Boolean
Exct time for event task	60 µs response time
Maximum size of object areas	512 %M memory bits 8000 %MW memory words 512 %KW constant words 255 %TM timers 255 %C counters
Realtime clock	With
Clock drift	<= 30 s/month at 25 °C
Regulation loop	Adjustable PID regulator up to 14 simultaneous loops
Counting input number	4 fast input (HSC mode) (counting frequency: 100 kHz), counting capacity: 32 bits
Counter function	A/B Pulse/Direction Single phase
Integrated connection type	Ethernet with connector RJ45 Non isolated serial link "serial 1" with connector RJ45 and interface RS232/RS485 USB port with connector mini B USB 2.0
Supply	Serial serial link supply at 5 V 200 mA
Transmission rate	480 Mbit/s - communication protocol: USB 1.2...115.2 kbit/s (115.2 kbit/s by default) for bus length of 3 m - communication protocol: RS232 1.2...115.2 kbit/s (115.2 kbit/s by default) for bus length of 15 m - communication protocol: RS485
Communication port protocol	: Ethernet protocol Non isolated serial link : Modbus protocol master/slave - RTU/ASCII or SoMachine-Network USB port : USB protocol - SoMachine-Network
Port Ethernet	10BASE-T/100BASE-TX 1 port with 100 m copper cable

ANEXO 8

Feilong wzp-035 pt100 temperature sensor



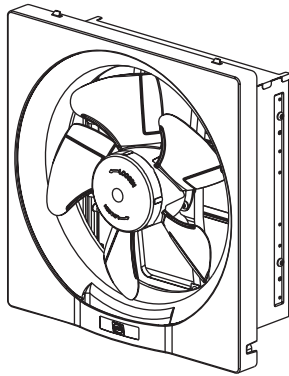
Model	Graduation mark	Measuring range(°C)	Thermal response time $t_{0.5}(s)$	Protection tube material	Specification		
					d	L	l
WZP-001-1 WZP2-001-1	Pt100	-70~+400	≤ 5	ICr18Ni9TI	$\varnothing 3$	500	10
1000						20	
1500						25	
2000						30	
2500						40	
3000						50	
3500						80	
4000						100	
WZP-001-2 WZP2-001-2	CU50	-50~+150	≤ 30	ICr18Ni9TI	$\varnothing 3$		
WZP-001-3 WZP2-001-3							
WZP-001-4 WZP2-001-4							
WZC-001-1 WZC-001-2 WZC-001-3 WZC-001-4							

ANEXO 9

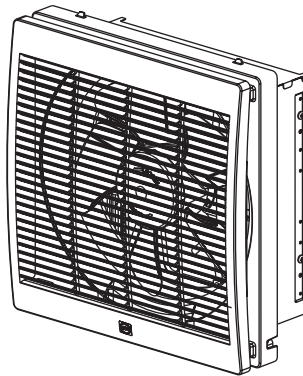
Service Manual

Ventilating Fan

Voltage Rate:220-240V,50Hz
110-127V,60Hz



20AUH
25AUH
30AUH



20ALH
25ALH
30ALF

⚠ WARNING

This service information is designed for experienced repair technicians only and is not designed for use by the general public. It does not contain warnings or cautions to advise non-technical individuals of potential dangers in attempting to service a product. Products powered by electricity should be serviced or repaired only by experienced professional technicians. Any attempt to service or repair the product or products dealt with in this service information by anyone else could result in serious injury or death.

IMPORTANT SAFETY NOTICE

There are special components used in this equipment which are important for safety. These parts are marked by ⚠ in the Schematic Diagrams, Exploded Views and Replacement Parts List. It is essential that these critical parts should be replaced with manufacturer's specified parts to prevent shock, fire or other hazards. Do not modify the original design without permission of manufacture.

CONTENTS

	PAGE
1 Specifications	1
2 Parts Identification	2~8
3 Wiring Diagram	9
4 Parts List	10~15



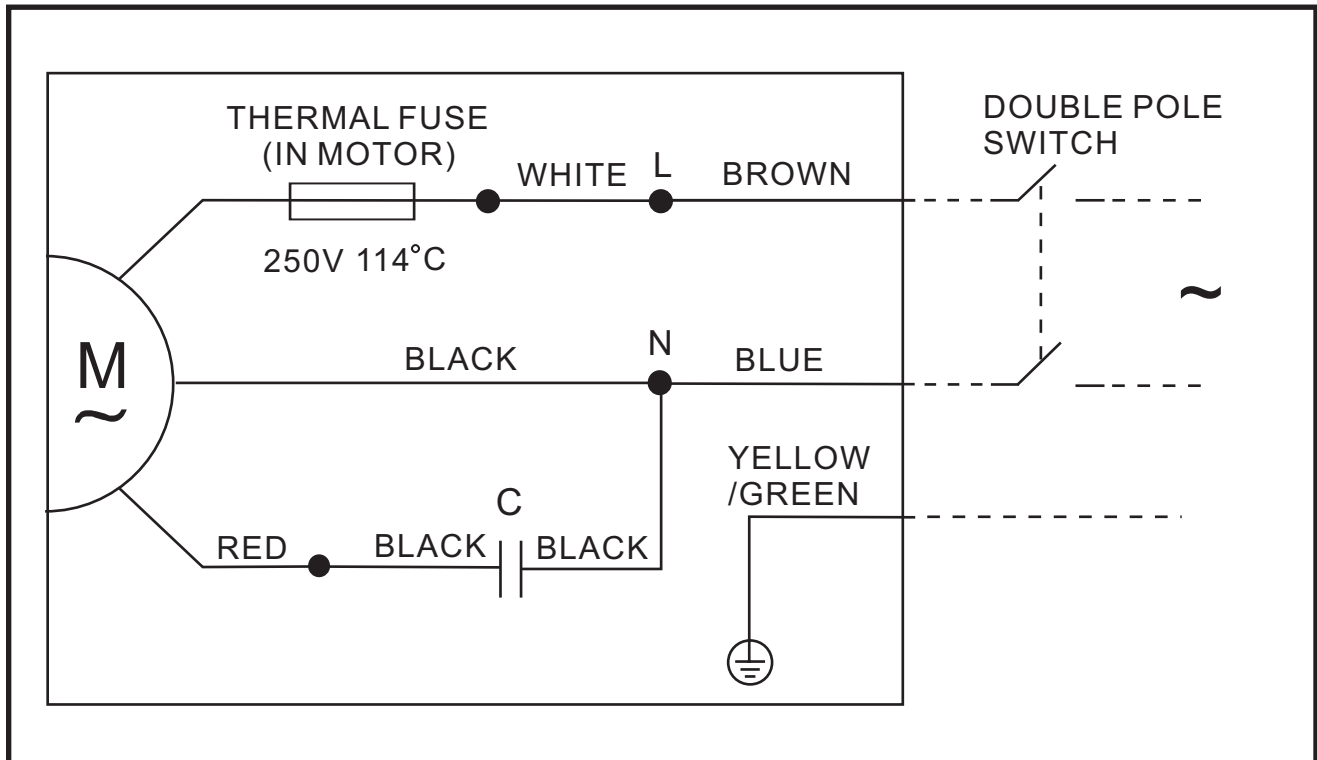
1. Specifications

Model	Air direction	Voltage [V]	Frequency [Hz]	Power consumption [W]	Speed [min ⁻¹]	Air delivery [m ³ /min]	Power factor [%]	Weight [Kg]
20AUH	Exhaust	220	50	22	1245	9.7	100	2.0
		127	60	26	1405	11.3	93	
25AUH	Exhaust	220	50	29	1125	15.3	94	2.4
		127	60	30	1145	15.8	98	
30AUH	Exhaust	220	50	29	1030	20.0	94	2.7
		127	60	34.5	1000	20.0	97	
20ALH	Exhaust	220	50	22	1210	9.1	100	2.2
		127	60	26	1340	10.0	93	
25ALH	Exhaust	220	50	29	1055	13.9	94	2.7
		127	60	30	1077	14.5	98	
30ALF	Exhaust	220	50	29	905	15.6	94	3.1
		127	60	34.5	874	17.2	97	

Insulation class E IP code:IPX4(outside)

Type of Insulation:Functional Insulation

3. Wiring Diagram

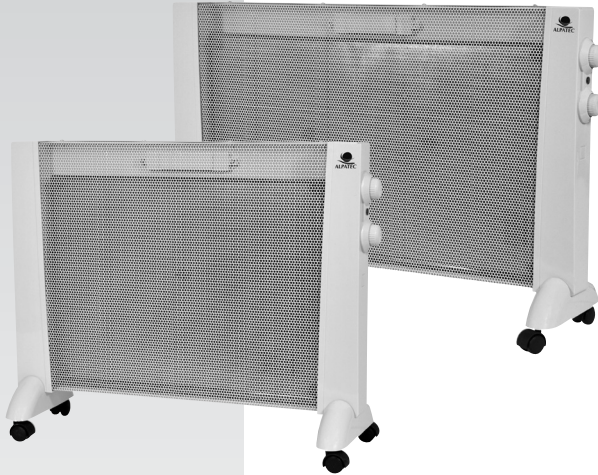


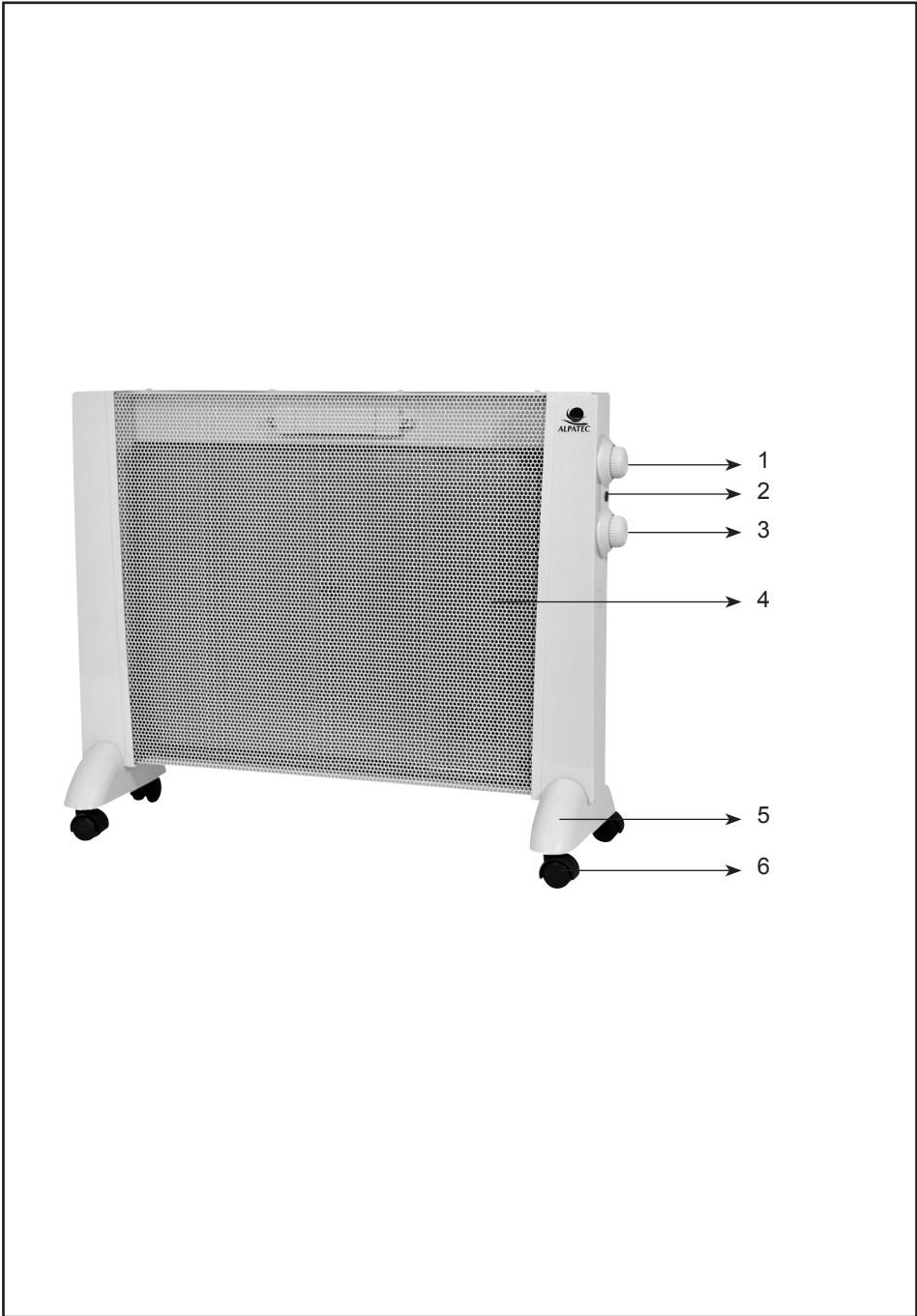
ANEXO 10



PRMB 1600 PRMB 2400

Panneau rayonnant mobile ou mural
Mobile or wall-mounted radiator
Radiador móvil o con fijación mural
جهاز تدفئة متحرك أو للتثبيت الجداري





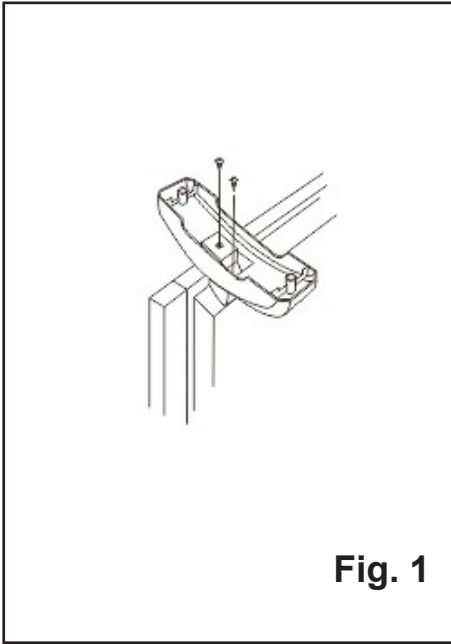


Fig. 1

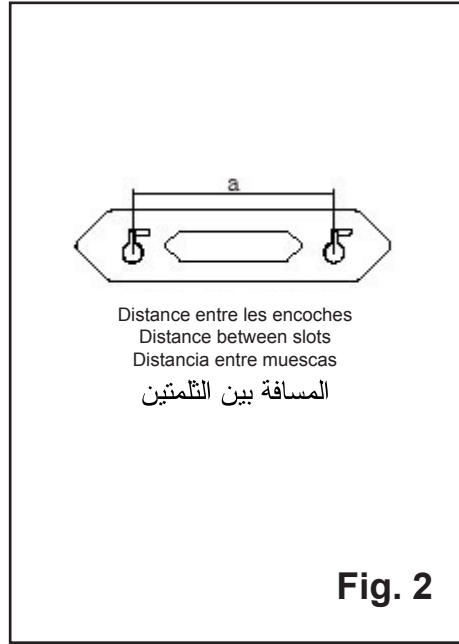


Fig. 2

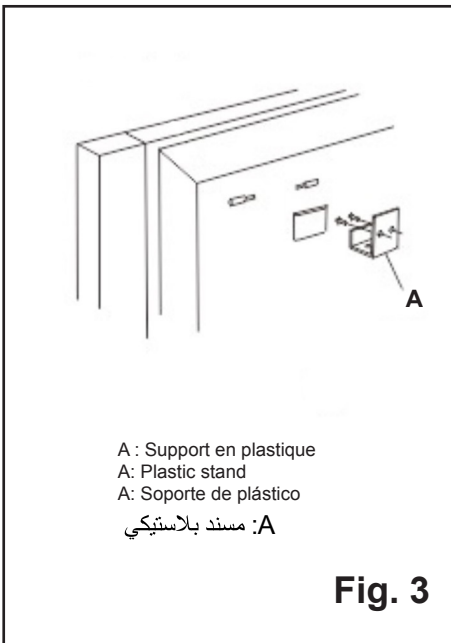


Fig. 3

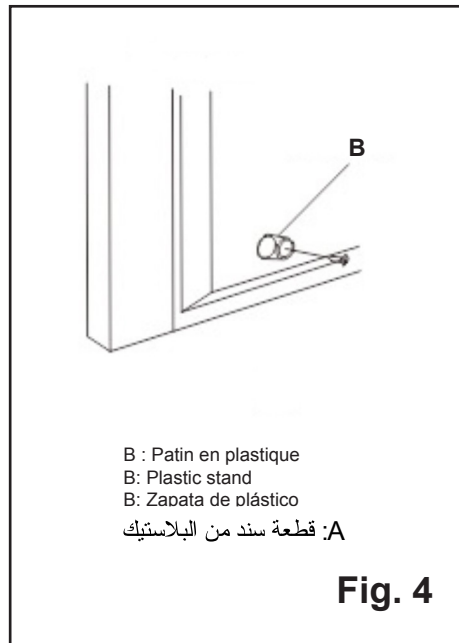


Fig. 4





Especificaciones:	Unidad	PRMB 1600	PRMB 2400
Potencia máxima	W	1600	2400
Potencia intermedia	W	1000	1400
Potencia mínima	W	600	1000
Superficie tratada	m ²	16	24
Protección contra choques eléctricos		Clase I	Clase I
Voltaje	V	220-240	220-240
Frecuencia	Hz	~50	~50
Dimensiones producto (anchura x altura x profundidad)	Cm	73,5 x 53,5 x 20	84 x 53,5 x 20
Peso del producto	Kg	6,9	7,7

Atención: los aparatos pueden ser objeto de actualizaciones y, por consiguiente, presentar elementos distintos a los que se representan sin que ello constituya un perjuicio en relación con las indicaciones contenidas en el presente manual.

Es posible que existan pequeñas diferencias entre los productos y las fotografías.

Conservar el presente manual a buen recaudo para futuras consultas.

Toda utilización inadecuada, o en desacuerdo con las instrucciones de uso, puede comportar peligro, anulando la garantía y la responsabilidad del fabricante.



Ecología y reciclabilidad del producto

Al finalizar su vida útil, no eliminar el aparato con los desechos domésticos, sino llevarlo a un punto de recogida selectiva para aparatos eléctricos y electrónicos, tal como indica el símbolo que aparece en el producto, el manual de instrucciones o el embalaje. Los materiales que conforman el producto son reciclables en función de sus respectivas marcaciones.

De este modo contribuirá en gran medida a la protección del medio ambiente a través del reciclaje, la reutilización del material o por otros medios de reutilización de los aparatos usados. Consulte con su ayuntamiento para que le indique cual es el contenedor correspondiente para cada tipo de producto.

Este aparato cumple con la directiva 2006/95/EC, sobre baja tensión, y la directiva 2004/108/EC sobre compatibilidad electromagnética.

ANEXO 11



Main

Range of product	TeSys D
Product or component type	Contacteur
Device short name	LC1D
Contacteur application	Motor control Resistive load
Utilisation category	AC-1 AC-3
Control circuit type	AC
Coil type	Standard
Poles description	3P
Pole contact composition	3 NO
Control circuit voltage	110 V AC 50/60 Hz

Complementary

Coil technology	Without built-in bidirectional peak limiting diode suppressor
Protective cover	With
[Ie] rated operational current	25 A ≤ 60 °C AC AC-3 power circuit 40 A ≤ 60 °C AC AC-1 power circuit
Motor power kW	5,5 kW 220...240 V AC 50/60 Hz 11 kW 380...400 V AC 50/60 Hz 11 kW 415 V AC 50/60 Hz 11 kW 440 V AC 50/60 Hz 15 kW 500 V AC 50/60 Hz 15 kW 660...690 V AC 50/60 Hz
Motor power hp	2 hp 115 V 1P AC 60 Hz UL 2 hp 115 V 1P AC 60 Hz CSA 3 hp 230/240 V 1P AC 60 Hz UL 3 hp 230/240 V 1P AC 60 Hz CSA 7,5 hp 230/240 V 3P AC 60 Hz CSA 7,5 hp 230/240 V 3P AC 60 Hz UL 7,5 hp 200/208 V 3P AC 60 Hz CSA 7,5 hp 200/208 V 3P AC 60 Hz UL 15 hp 460/480 V 3P AC 60 Hz CSA 15 hp 460/480 V 3P AC 60 Hz UL 20 hp 575/600 V 3P AC 60 Hz CSA 20 hp 575/600 V 3P AC 60 Hz UL
Auxiliary contacts type	Mechanically linked IEC 60947-5-1 1 NO + 1 NC Mirror contact IEC 60947-4-1 1 NC
Auxiliary contact composition	1 NO + 1 NC
Control circuit voltage limits	0.3...0.6 Uc 60 °C drop-out 50/60 Hz 0.8...1.1 Uc 60 °C operational 50 Hz 0.85...1.1 Uc 60 °C operational 60 Hz
[Ui] rated insulation voltage	600 V UL power circuit 600 V CSA power circuit 600 V UL control circuit 600 V CSA control circuit 690 V IEC 60947-1 power circuit 690 V IEC 60947-1 control circuit
[Uimp] rated impulse withstand voltage	6 kV IEC 60947
Overvoltage category	III
Mounting support	Plate Rail
Flame retardance	V1 UL 94

Das vorliegende Dokument beinhaltet allgemeine Beschreibungen und/oder technische Eigenschaften der Leistungsfähigkeit der hierin enthaltenen Produkte. Anhand des vorliegenden Dokuments soll nicht die Eignung und Zuverlässigkeit dieser Produkte für bestimmte Benutzeranwendungen festgelegt werden. Es stellt auch keinen Ersatz dafür dar. Es obliegt dem Benutzer oder Integrator, eine vollständige Risikoabschätzung sowie eine Bewertung und Prüfung der Produkte hinsichtlich ihres entsprechenden Einsatzes durchzuführen. Schneider Electric Industries SAS und die entsprechenden Tochter- oder Konzerngesellschaften übernehmen nicht die Haftung für den missbräuchlichen Gebrauch der hier enthaltenen Informationen.

Connections - terminals	Screw clamp terminal control circuit 2 1...4 mm ² solid without Screw clamp terminal control circuit 1 1...4 mm ² solid without Screw clamp terminal control circuit 2 1...2,5 mm ² flexible with Screw clamp terminal control circuit 1 1...4 mm ² flexible with Screw clamp terminal control circuit 2 1...4 mm ² flexible without Screw clamp terminal control circuit 1 1...4 mm ² flexible without Screw clamp terminal power circuit 2 1,5...6 mm ² solid without Screw clamp terminal power circuit 1 1,5...6 mm ² solid without Screw clamp terminal power circuit 2 1...4 mm ² flexible with Screw clamp terminal power circuit 1 1...6 mm ² flexible with Screw clamp terminal power circuit 2 1,5...6 mm ² flexible without Screw clamp terminal power circuit 1 1,5...10 mm ² flexible without
Tightening torque	1,7 N.m control circuit screw clamp terminal flat Ø 6 mm 1,7 N.m control circuit screw clamp terminal Phillips No 2 2 mm 2,5 N.m power circuit screw clamp terminal flat Ø 6 mm 2,5 N.m power circuit screw clamp terminal Phillips No 2 2 mm
[Ue] rated operational voltage	<= 690 V AC 25...400 Hz power circuit
[Ith] conventional free air thermal current	10 A ≤ 60 °C control circuit 40 A ≤ 60 °C power circuit
Irms rated making capacity	140 A AC control circuit IEC 60947-5-1 450 A 440 V power circuit IEC 60947
Rated breaking capacity	450 A 440 V power circuit IEC 60947
Associated fuse rating	10 A gG control circuit IEC 60947-5-1 40 A gG <= 690 V type 2 power circuit 63 A gG <= 690 V type 1 power circuit
Average impedance	2 mOhm 50 Hz 40 A power circuit
Power dissipation per pole	1,25 W AC-3 3,2 W AC-1
Inrush power in VA	70 VA 20 °C 0,75 50 Hz 70 VA 20 °C 0,75 60 Hz
Hold-in power consumption in VA	7 VA 20 °C 0,3 50 Hz 7,5 VA 20 °C 0,3 60 Hz
Operating time	4...19 ms opening 12...22 ms closing
Safety reliability level	B10d 1369863 cycles contactor with nominal load EN/ISO 13849-1 B10d 20000000 cycles contactor with mechanical load EN/ISO 13849-1
Mechanical durability	15000000 cycles
Operating rate	3600 cyc/h ≤ 60 °C
Minimum switching current	5 mA control circuit
Minimum switching voltage	17 V control circuit
Non-overlap time	1,5 ms on de-energisation between NC and NO contacts 1,5 ms on energisation between NC and NO contacts
Insulation resistance	> 10 MOhm control circuit
Height	85 mm
Width	45 mm
Depth	92 mm
Product weight	0,37 kg

Environment

Standards	CSA C22-2 No 14 EN 60947-4-1 EN 60947-5-1 IEC 60947-4-1 IEC 60947-5-1 UL 508
Product certifications	BV CCC CSA DNV (Det Norske Veritas) GL GOST LROS (Lloyds register of shipping) RINA UL
IP degree of protection	IP2x VDE 0106 IP2x IEC 60529
Protective treatment	TH IEC 60068 3
Ambient air temperature for operation	-5...60 °C
Ambient air temperature for storage	-60...80 °C
Permissible ambient air temperature around the device	-40...70 °C at U _c
Operating altitude	3000 m without
Fire resistance	850 °C IEC 60695-2-1
Shock resistance	8 gn contactor opened 15 gn contactor closed
Vibration resistance	2 gn contactor opened 5...300 Hz 4 gn contactor closed 5...300 Hz
Heat dissipation	2...3 W 50/60 Hz control circuit
RoHS EUR conformity date	0627
RoHS EUR status	Compliant

ANEXO 12

GV2ME05

motor circuit breaker GV2-ME -3 poles 3d -
0.63...1 A - thermomagnetic trip unit



Main

Range of product	GV2ME
Device short name	Thermal magnetic circuit breaker
Circuit breaker application	Motor protection
Poles description	3P
Network type	AC
Control type	Pushbutton
Motor power kW	0.25 kW at 400...415 V AC 50/60 Hz 0.55 kW at 690 V AC 50/60 Hz
Magnetic tripping current	13 A
Suitability for isolation	Yes conforming to IEC 60947-1 § 7-1-6
Utilisation category	AC-3 conforming to IEC 60947-4-1 Category A conforming to IEC 60947-2
Connections - terminals	Screw clamp terminal 2 cable 1...4 mm ² - cable stiffness: flexible - with cable end Screw clamp terminal 2 cable 1.5...6 mm ² - cable stiffness: flexible - without cable end Screw clamp terminal 2 cable 1...6 mm ² - cable stiffness: solid

Complementary

Network frequency	50/60 Hz
Mounting mode	Fixed
Mounting support	Plate Rail
Mounting position	Horizontal Vertical
[In] rated current	1 A
Thermal protection adjustment range	0.63...1 A conforming to IEC 60947-4-1
Phase failure sensitivity	Yes conforming to IEC 60947-4-1 § 7-2-1-5-2
[Ue] rated operational voltage	600 V AC 50/60 Hz conforming to CSA C22-2 No 14 600 V AC 50/60 Hz conforming to UL 508 690 V AC 50/60 Hz conforming to IEC 60947-2
[Ui] rated insulation voltage	600 V conforming to CSA C22-2 No 14 600 V conforming to UL 508 690 V conforming to IEC 60947-2
[Ith] conventional free air thermal current	1 A conforming to IEC 60947-4-1
Network frequency	50/60 Hz conforming to IEC 60947-4-1 50/60 Hz conforming to UL 50/60 Hz conforming to CSA
[Uimp] rated impulse withstand voltage	6 kV conforming to IEC 60947-2
Power dissipation per pole	2.5 W
Mechanical durability	100000 cycles
Electrical durability	100000 cycles on AC-3 at 440 V In/2
Maximum number of switchings	25 cyc/h
Rated duty	Continuous conforming to IEC 60947-4-1
Tightening torque	1.7 N.m - on screw clamp terminal - cable 1...6 mm ² 1.7 N.m - on screw clamp terminal - cable 1.5...6 mm ² 1.7 N.m - on screw clamp terminal - cable 1...4 mm ²

The information provided in this documentation contains general descriptions and/or technical characteristics of the performance of the products contained herein. This documentation is not intended as a substitute for and is not to be used for determining suitability or reliability of these products for specific user applications. It is the duty of any such user or integrator to perform the appropriate and complete risk analysis, evaluation and testing of the products with respect to the relevant specific application or use thereof. Neither Schneider Electric Industries SAS nor any of its affiliates or subsidiaries shall be responsible or liable for misuse of the information contained herein.

Breaking capacity	Icu > 100 kA at 230...240 V AC 50/60 Hz conforming to IEC 60947-2 Icu > 100 kA at 400...415 V AC 50/60 Hz conforming to IEC 60947-2 Icu > 100 kA at 440 V AC 50/60 Hz conforming to IEC 60947-2 Icu > 100 kA at 500 V AC 50/60 Hz conforming to IEC 60947-2 Icu > 100 kA at 690 V AC 50/60 Hz conforming to IEC 60947-2
[Ics] rated service short-circuit breaking capacity	> 100 % at 690 V AC 50/60 Hz conforming to IEC 60947-2 > 100 % at 500 V AC 50/60 Hz conforming to IEC 60947-2 > 100 % at 440 V AC 50/60 Hz conforming to IEC 60947-2 > 100 % at 400...415 V AC 50/60 Hz conforming to IEC 60947-2 > 100 % at 230...240 V AC 50/60 Hz conforming to IEC 60947-2
Height	89 mm
Width	44.5 mm
Depth	78.2 mm
Product weight	0.26 kg

Environment

Standards	CSA C22-2 No 14-05 EN 60204 IEC 60947-1 IEC 60947-2 IEC 60947-4-1 NF C 63-120 NF C 63-650 NF C 79-130 UL 508 VDE 0113 VDE 0660
Product certifications	ATEX BV CCC CEBEC CSA DNV (Det Norske Veritas) EZU GL GOST LROS (Lloyds register of shipping) PTB RINA SETI TSE UL
Protective treatment	TH
IP degree of protection	IP20 open mounted conforming to IEC 60529
Shock resistance	30 gn 11 ms conforming to IEC 60068-2-27
Ambient air temperature for operation	-20...40 °C in enclosure -20...60 °C open mounted
Ambient air temperature for storage	-40...80 °C
Fire resistance	960 °C conforming to IEC 60695-2-1
Operating altitude	≤ 2000 m
Resistance to mechanical impact	0.5 J open mounted
RoHS EUR conformity date	0631
RoHS EUR status	Compliant

ANEXO 13

LRD32

thermal overload relay for motor TeSys -
23...32 A - class 10A



Main

Range of product	TeSys D
Device short name	LRD
Product or component type	Differential thermal overload relay
Relay application	Motor protection
Product compatibility	LC1D25...LC1D38 LC1D32
Network type	AC
Overload tripping class	Class 10A conforming to IEC 60947-4-1
Thermal protection adjustment range	23...32 A
Protection type	AM fuses 40 A - for power circuit BS fuse 5 A - for control circuit BS88 fuse 63 A - for power circuit GB2 circuit breaker 5 A - for control circuit GG fuse 5 A - for control circuit GG fuse 63 A - for power circuit
[Ui] rated insulation voltage	1000 V power circuit conforming to IEC 60947-4-1 600 V power circuit conforming to CSA 600 V power circuit conforming to UL
Connections - terminals	Screw clamp terminals control circuit: 1 cable 1...2.5 mm ² - cable stiffness: flexible - with cable end Screw clamp terminals control circuit: 1 cable 1...2.5 mm ² - cable stiffness: flexible - without cable end Screw clamp terminals control circuit: 1 cable 1...2.5 mm ² - cable stiffness: solid - without cable end Screw clamp terminals control circuit: 2 cable 1...2.5 mm ² - cable stiffness: flexible - with cable end Screw clamp terminals control circuit: 2 cable 1...2.5 mm ² - cable stiffness: flexible - without cable end Screw clamp terminals control circuit: 2 cable 1...2.5 mm ² - cable stiffness: solid - without cable end Screw clamp terminals power circuit: 1 cable 4...35 mm ² - cable stiffness: flexible - with cable end Screw clamp terminals power circuit: 1 cable 4...35 mm ² - cable stiffness: flexible - without cable end Screw clamp terminals power circuit: 1 cable 4...35 mm ² - cable stiffness: solid - without cable end
Quantity per set	Set of 10

Complementary

Network frequency	≤ 400 Hz
Mounting support	Under contactor
Tripping threshold	1.14 +/- 0.06 I _r conforming to IEC 60947-4-1
Surge withstand	6 kV conforming to IEC 60801-5
[I _{th}] conventional free air thermal current	5 A for control circuit
[U _e] rated operational voltage	1000 V AC 50/60 Hz for power circuit conforming to IEC 60947-4-1
[U _{imp}] rated impulse withstand voltage	6 kV
Phase failure sensitivity	Tripping current I 30 % of I _r on one phase, the others at I _r conforming to IEC 60947-4-1
Reset	Automatic reset Manual reset
Temperature compensation	-20...60 °C
Tightening torque	1.7 N.m control circuit: - on screw clamp terminals 5 N.m power circuit: - on screw clamp terminals 8 N.m power circuit: - on screw clamp terminals
Height	80 mm

Width	45 mm
Depth	66 mm
Product weight	0.124 kg

Environment

Standards	CSA C22-2 No 14 Directive ATEX 94/9/EC EN 60947-4-1 EN 60947-5-1 IEC 60947-4-1 IEC 60947-5-1 UL 508
Product certifications	ATEX INERIS BV CCC CSA GOST RINA UL
Protective treatment	TH conforming to IEC 60068
IP degree of protection	IP2x conforming to VDE 0106
Ambient air temperature for operation	-20...60 °C without derating conforming to IEC 60947-4-1 -40...70 °C with derating conforming to IEC 60947-4-1
Ambient air temperature for storage	-60...70 °C
Fire resistance	850 °C conforming to IEC 60695-2-1
Shock resistance	15 gn 11 ms conforming to IEC 60068-2-7
Vibration resistance	6 gn conforming to IEC 60068-2-6
Dielectric strength	6 kV at 50 Hz conforming to IEC 60255-5

ANEXO 14

SBW Temperature Transmitter

1

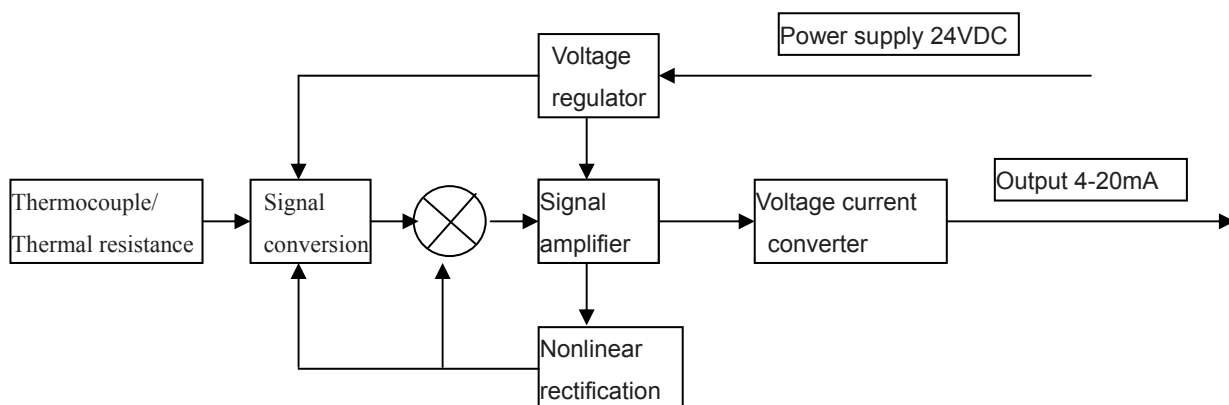


Generation

SBW temperature transmitter is the new generation of intelligent field bus transmitter, can support HART Protocol. SBW transmitter integrates thermocouple/thermal resistance and temperature transmitter module which can realize not only normal measurement function but also complicated control function.

SBW can broaden the measure range and provide easier connection between field and control room, and reduce the expense on deployment and maintenance, now it have been broadly used in chemical industry, metallurgy and oil field, etc.

Principle of temperature transmitter



Temperature transmitter classification (temperature transmitter is abbreviated to TT in the following table)

Table 1

Performance Type	TT	Remote signal	Field indication	Connection box	Power supply
TT with Water-proof / Anti-splash junction box	Module	4-20mA	No field indication	Water-proof/ Anti-splash junction box	24VDC
TT with Explosion proof junction box	Module	4-20mA	No field Indication	Explosion proof junction box	24VDC
TT with local indication	Module	4-20mA	LCD display	local indication junction box	24VDC
Battery powered TT with local indication	Conversion circuit	No output signal	LCD display	local indication junction box	Battery 9VDC
Remote type of TT	Module	4-20mA	LCD display	local indication junction box	24VDC

Temperature transmitter module

Table 2

Module / Performance	TR	TS	TH	TF
	Simulation fixed range	Digital programmable	Digital with Hart	Digital and field bus
Input signal	Thermocouple Thermal resistance	Thermocouple, thermal resistance, -125mv-200mv, 0-5000 Ohm		Thermocouple, thermal resistance, -15mv-115mv, 0-4000Ohm
Output signal	4-20mA	4-20mA, range adjustable	4-20mA, range adjustable, with hart	range adjustable, digital signal, status information
Power supply	10.5V-30VDC EX:10.5-29.4VDC	10.5V-30VDC EX:11.5-29.4VDC	8.5V-30VDC EX:8.5-29.4VDC	9V-32VDC EX:9-17.5VDC
isolation between input and output	NO	Yes	Yes	Yes
mode of connection	2-wires	3-wires/4-wires	3-wires/4-wires	3-wires/4-wires
Accuracy	0.1%, 0.2%	0.1%, 0.2%	0.1%	0.2%
explosive-proof type	diIBT4	diIBT4	diIBT4	diIBT4
intrinsic safety type	iiICT6	iiICT6	iiICT6	iiICT6
Response time (s)	0.5	0.5	0.5/1.3 (configurator)	
Operating enviroment	Temperature:-40-75 °C, relative humidity:5-95%			

Measure range of TT

Table 3

Thermal element	Element code	Measure range
Thermal resistance	Cu50 Cu100	0-50, 0-100, 0-150, -50-50, -50-100
	Pt100 Pt10	0-50, 0-100, 0-150, 0-200, 0-300,0-400, 0-500,200-400, 200-500 -50-50,-50-150,-50-200, -100-50, -200-50
Thermocouple	K N	0-300, 0-400, 0-500, 0-600, 0-800, 0-1000, 0-1200, 0-1300, 400-800, 500-1000, 600-1200
	E J	0-300, 0-600, 0-800, 200-600
	T	0-100,0-200,0-300, -50-100, -200-50
	S	0-1000, 0-1300, 0-1600, 600-1600
	B	600-1600, 600-1800, 800-1600, 1000-1800

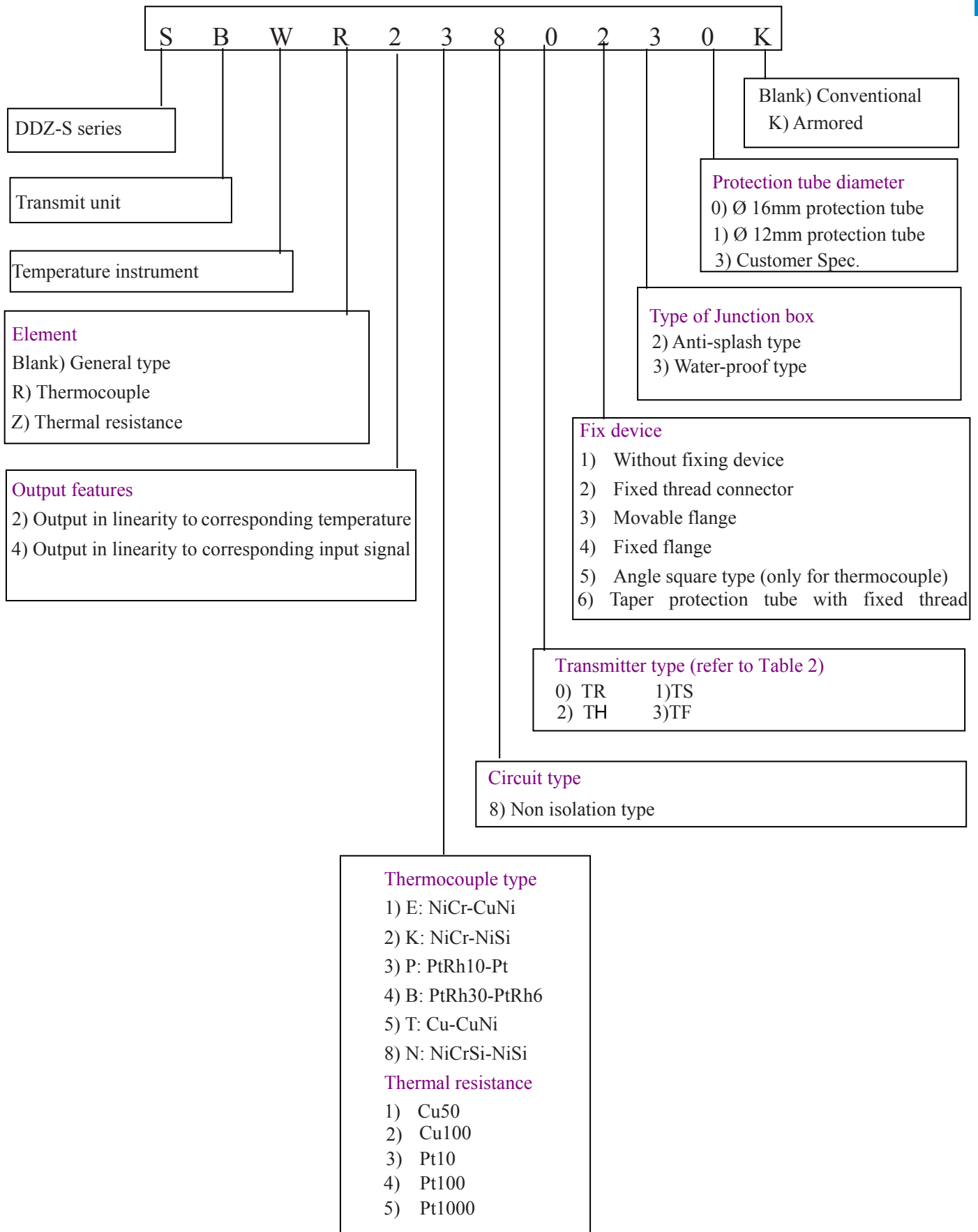
Normal used Model (Refer to Following Page Model Selection Code)

Table 4

Model	Element	Measure range °C
SBWR-2180	E	0-400
		0-600
SBWR-2280	K	0-400
		0-600
		0-800
		0-1000
SBWR-2380	S	600-1600
SBWR-2880	N	0-400
		0-600
		0-800
		0-1000
		0-1200
SBWR-4180	E	0-600
SBWR-4280	K	0-1100
SBWR-4380	S	0-1600
SBWR-4480	B	0-1600
SBWR-4580	T	0-400
SBWR-4880	N	0-1200
SBWZ-2180	Cu50	-50-150
SBWZ-2280	Cu100	-50-150
SBWZ-2480	Pt100	0-500
		-200-500
SBWZ-4480	Pt100	-200-500

Model selection

4



ANEXO 15

MANUAL DE INSTALACION PROGRAMA SCHNEIDER SoMACHINE BASIC

Para iniciar la programación PLC es necesaria la instalación del programa de software libre SoMachine Basic el cual puede ser adquirido en la página oficial de Schneider Electric en el área de soporte. A continuación se deja el link de descarga del software:

- <http://www.schneider-electric.com/download/ww/en/details/3676231491-SoMachine-Basic-V14-SP1---Full-installation/?showAsIframe=false&reference=SOMBASAP14SP1>

En donde se hace clic y se dirige a la página de Schneider donde se hace clic en el botón de descargar como se muestra en la siguiente figura.

The screenshot shows the Schneider Electric website interface. At the top, there is a navigation bar with the Schneider Electric logo, a search bar, and social media icons. Below the navigation bar, there is a breadcrumb trail: "You are here: Home > Support > Documents & Downloads > Software/Firmware > SoMachine Basic V1.4 SP1 - Full installation". The main heading is "SoMachine Basic V1.4 SP1 - Full installation". To the left of the main content, there is a green button labeled "Return to Software/Firmware". The main content area displays document details:

- Document Reference:** SOMBASAP14SP1
- Document Type:** Software - Released
- Document Languages:** Spanish, Turkish, German, Chinese, English, French, Portuguese, Italian
- Document Date:** 22-Jun-2016
- Version:** 1.0
- Product Ranges:** Modicon TM3, Logic Controller - Modicon M221, SoMachine
- Description:** SoMachine Basic V1.4 Software's full installation file including the Service Pack 1. Novelties: Online mode enhancements, Ladder & Grafcet enhancements, Windows 10 support, Easier program conversion from Twido, new project templates with macro conversion, new assets available from the Help start page.

Below the description, there is a section titled "Download File(s)" with a table:


Title	Size	
SoMachineBasic-V1.4-SP1---build57364.exe	270 MB	

Imagen 1. Página de descarga SoMachine Basic

Se descargara un archivo ejecutable (.exe) el cual después de ser descargado se procede a ejecutarlo, una vez iniciado el proceso de instalación se solicitara el idioma de instalación a convenir y se desplegará la bienvenida al programa de instalación donde se hace clic en siguiente:



Imagen 2: Bienvenida al asistente de instalación

Se presentaran los acuerdos de licencia que después de ser leídos es necesario que sean aceptados para continuar con la instalación:

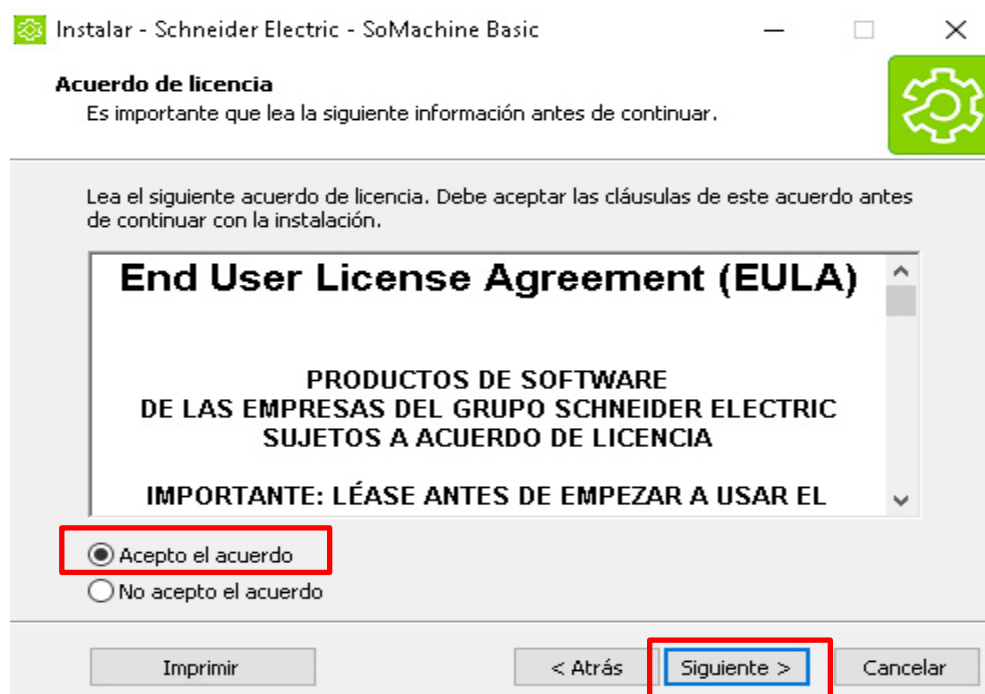
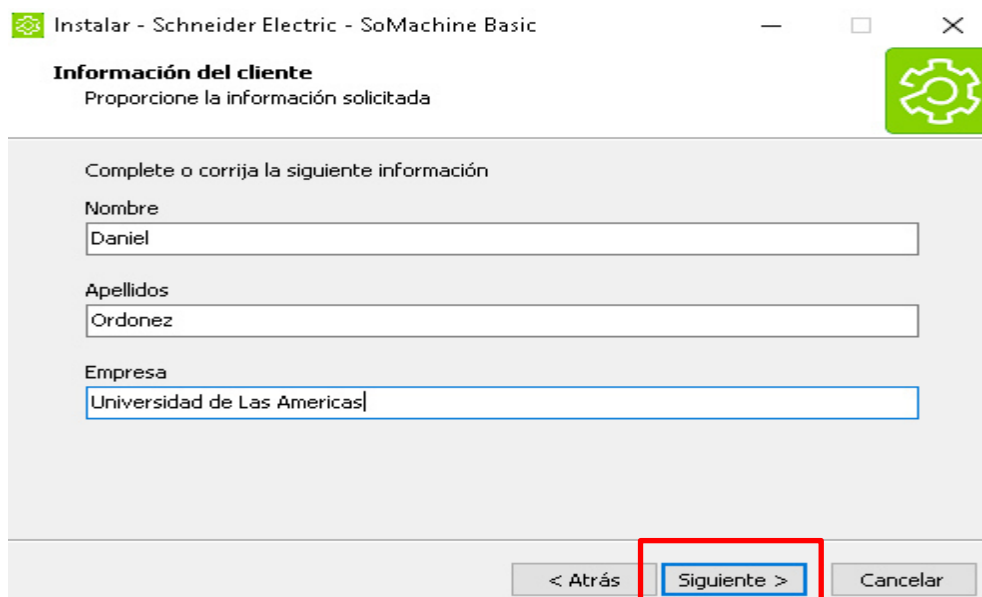


Imagen 3. Aceptación de acuerdo de licencias

A continuación el programa solicita que se ingrese los datos del beneficiario los cuales deben ser completados de acuerdo a los requisitos del proceso de instalación para después continuar el proceso dando clic en siguiente:



Instalar - Schneider Electric - SoMachine Basic

Información del cliente
Proporcione la información solicitada

Complete o corrija la siguiente información

Nombre
Daniel

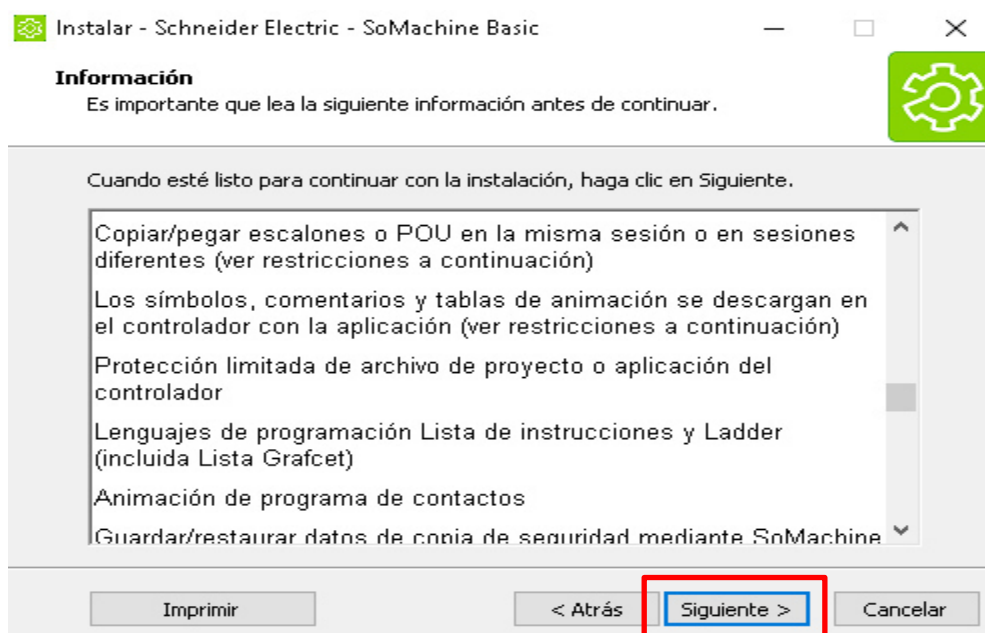
Apellidos
Ordonez

Empresa
Universidad de Las Americas

< Atrás **Siguiete >** Cancelar

Imagen 4. Información del beneficiario

El programa de instalación presenta a continuación información adicional del software que está en proceso de instalación donde después de ser leído se hace clic en siguiente para continuar con la guía de instalación:



Instalar - Schneider Electric - SoMachine Basic

Información
Es importante que lea la siguiente información antes de continuar.

Cuando esté listo para continuar con la instalación, haga clic en Siguiete.

Copiar/pegar escalones o POU en la misma sesión o en sesiones diferentes (ver restricciones a continuación)

Los símbolos, comentarios y tablas de animación se descargan en el controlador con la aplicación (ver restricciones a continuación)

Protección limitada de archivo de proyecto o aplicación del controlador

Lenguajes de programación Lista de instrucciones y Ladder (incluida Lista Grafcet)

Animación de programa de contactos

Guardar/restaurar datos de copia de seguridad mediante SoMachine

Imprimir < Atrás **Siguiete >** Cancelar

Imagen 5. Información del programa

A continuación el programa solicita que sea ingresada la ubicación de los archivos de instalación del programa, se recomienda dejar la ubicación dada por defecto, a partir de estos se hace clic en siguiente:

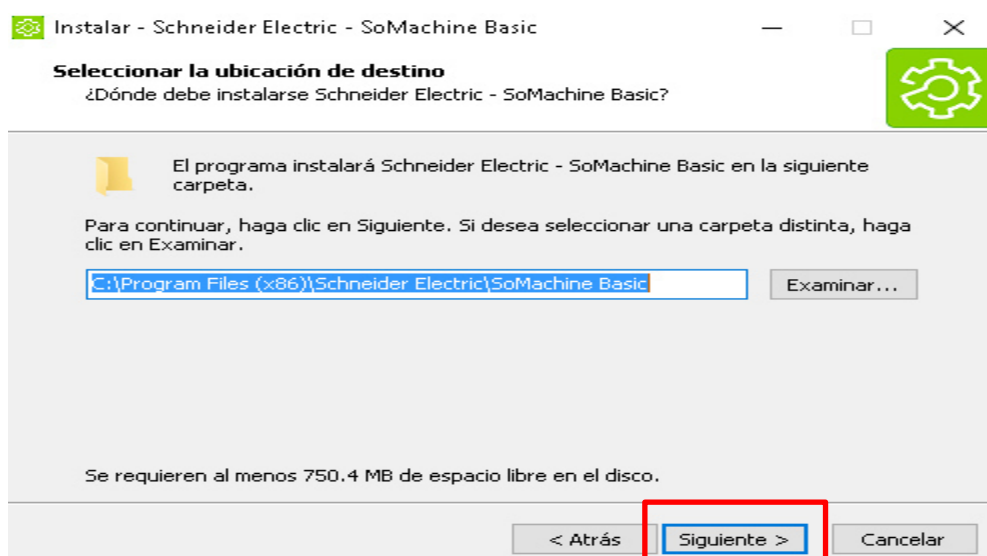


Imagen 6. Ubicación del programa

A continuación el programa solicita si se desea un acceso directo en el escritorio y si se desea asociar tipos de archivos los cuales serán utilizados más adelante por el programa, se recomienda dejar las opciones seleccionadas por defecto:

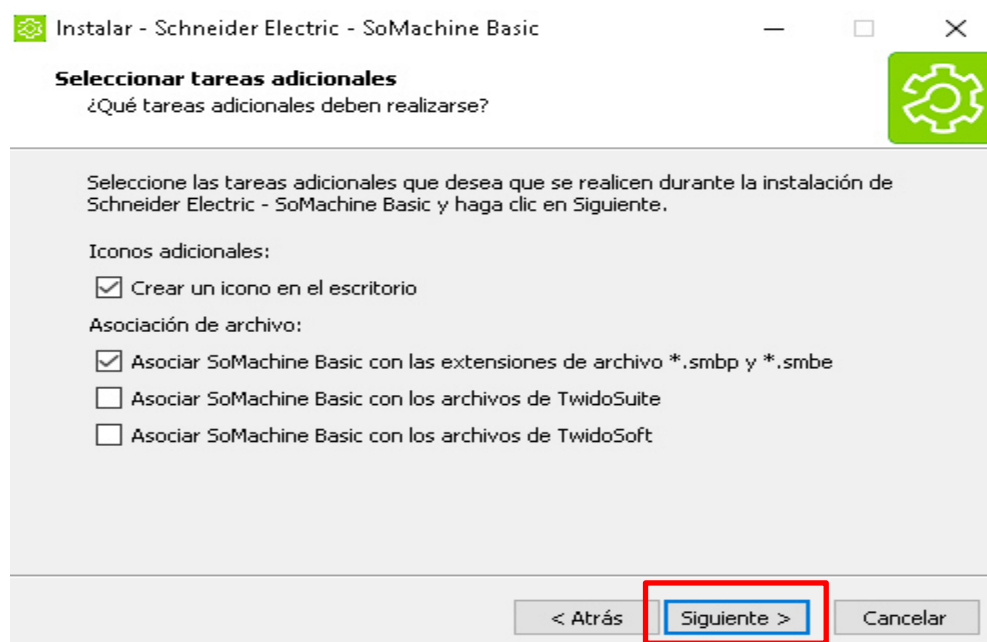


Imagen 7. Selección de tareas adicionales

A continuación se hace clic en instalar en donde el programa iniciara el proceso de instalación:

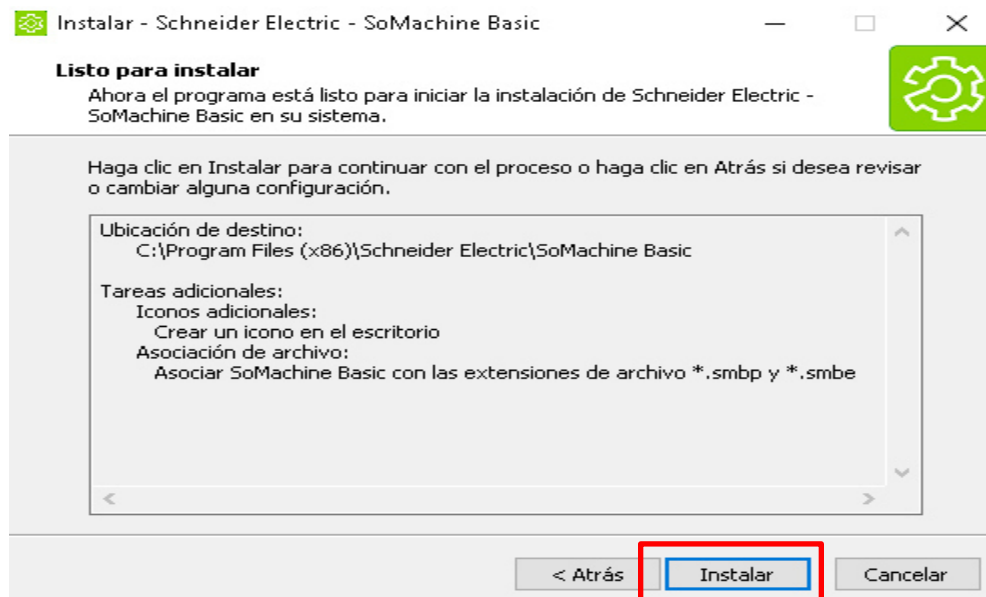


Imagen 8. Iniciar proceso de instalación

Una vez finalizado el proceso de instalación el asistente de instalación despliega el mensaje de que el programa ha sido instalado correctamente y pregunta si se desea ejecutar el programa. Se hace clic en Finalizar y el programa ha sido correctamente instalado:

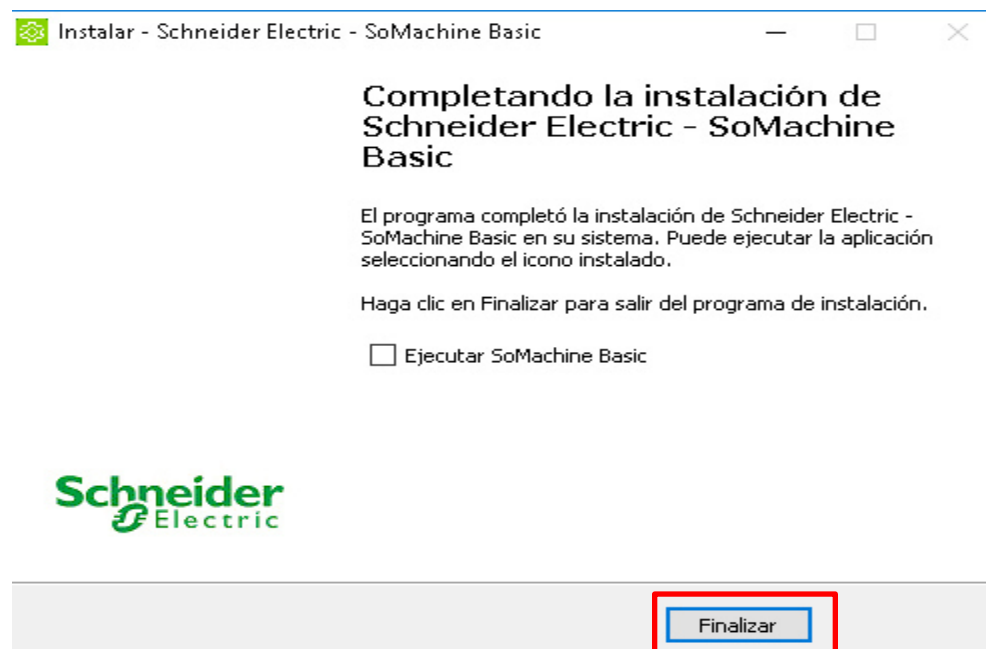


Imagen 9. Final de la instalación

ANEXO 16

Modicon M221

Logic Controller

Guía de programación

11/2014



SoMachine Basic

Tipos de objetos

Introducción

Los objetos de lenguaje del M221 Logic Controller se clasifican de la siguiente forma en el software SoMachine Basic:

- Objetos de memoria
- Objetos de sistema
- Objetos de E/S
- Objetos de software

Los tipos de objetos de lenguaje se describen en la siguiente tabla:

Tipo de objeto	Objeto	Función del objeto	Descripción
Objetos de memoria	%M	Bits de memoria	Almacena el bit de memoria.
	%MW	Palabras de memoria	Almacena la palabra de memoria de 16 bits.
	%MD	Palabras dobles de memoria	Almacena la palabra de memoria de 4 bytes.
	%MF	Coma flotante de memoria	Almacena la coma flotante de memoria en un argumento matemático que tiene un decimal en su expresión.
	%KW	Palabras constantes	Almacena la palabra constante de 16 bits.
	%KD	Palabras dobles constantes	Almacena la palabra constante de 4 bytes.
	%KF	Comas flotantes constantes	Almacena la coma flotante constante en un argumento matemático que tiene un decimal en su expresión.
Objetos de sistema	%S	Bits de sistema <i>(véase página 154)</i>	Almacena el bit de sistema.
	%SW	Palabras de sistema <i>(véase página 164)</i>	Almacena la palabra de sistema.

Tipo de objeto	Objeto	Función del objeto	Descripción
Objetos de E/S	%I	Bits de entrada (véase página 146)	Almacena el valor de la entrada digital.
	%Q	Bits de salida (véase página 147)	Almacena el valor de la salida digital.
	%IW	Palabras de entrada (véase página 148)	Almacena el valor de la entrada analógica.
	%QW	Palabras de salida (véase página 150)	Almacena el valor de la salida analógica.
	%FC	Contadores rápidos	Sirve como contador progresivo o regresivo y cuenta el flanco ascendente de entradas binarias en la modalidad computacional de una sola palabra o palabra doble.
	%HSC	Contadores de alta velocidad	Conteos de entrada binaria en modalidad computacional de una sola palabra o palabra doble.
	%PLS	Pulso	Genera una señal de pulso de onda cuadrada en los canales de salida dedicados.
	%PWM	Modulación de ancho de pulsos	Genera una señal de onda modulada en canales de salida dedicados con un ciclo de servicio variable.
	%PTO	Salida de tren de pulsos	Genera una salida de tren de pulsos para controlar un motor paso a paso de un solo eje lineal o servounidad en modalidad de bucle abierto.
Objetos de software	%TM	Temporizadores	Especifica un tiempo antes de desencadenar una acción.
	%C	Contadores	Proporciona conteos progresivos y regresivos de las acciones.
	%MSG	Mensajes	Almacena el mensaje de estado en el puerto de comunicaciones.
	%R	Registros LIFO/FIFO	Almacena en la memoria hasta 16 palabras de 16 bits cada una, de dos formas diferentes: en cola y en pilas.
	%DR	Registros Drum	Funciona según un principio similar a un controlador del conmutador de tambor electromecánico con cambios de pasos asociados a eventos externos.
	%SBR	Registros de bits de desplazamiento	Proporciona un desplazamiento a la izquierda o la derecha de bits de datos binarios (0 o 1).
	%SC	Contadores de pasos	Proporciona una serie de pasos a los que se pueden asignar acciones.
	SCH	Fechadores	Controla las acciones en un mes, día y hora predefinidos.
	PID	PID	Proporciona un mecanismo genérico de respuesta de bucle de control en el que la salida es proporcional, integral y derivada de la entrada.

Tipo de objeto	Objeto	Función del objeto	Descripción
Objetos PTO	Consulte Salida de tren de pulsos.		
Objetos de comunicación	%READ_VAR	Lectura de datos desde un dispositivo remoto	El bloque de funciones %READ_VAR se emplea para leer datos desde un dispositivo remoto en un Modbus SL o en un Modbus TCP.
	%WRITE_VAR	Escritura de datos en un dispositivo Modbus	El bloque de funciones %WRITE_VAR se emplea para escribir datos en un dispositivo externo mediante el protocolo del Modbus SL o del Modbus TCP.
	%WRITE_READ_VAR	Lectura y escritura de datos en un dispositivo Modbus	El bloque de funciones %WRITE_READ_VAR se emplea para leer y escribir datos almacenados en la memoria de las palabras internas en un dispositivo externo mediante el protocolo del Modbus SL o del Modbus TCP.
	%SEND_RECV_MSG	Comunicación con una conexión ASCII	El bloque de funciones %SEND_RECV_MSG se emplea para enviar o recibir datos en una línea serie configurada para el protocolo ASCII.

Los objetos de memoria y de software son los objetos genéricos utilizados en SoMachine Basic, mientras que los objetos de sistema y de E/S son específicos del controlador. En la sección Programación (*véase página 139*) se explican todos los objetos específicos del controlador.

Para ver detalles de programación de los objetos de memoria, de software y de comunicación, consulte SoMachine Basic Funciones genéricas Guía de la biblioteca.

Para ver detalles de programación de los objetos PUD y PTO, consulte Guía de la biblioteca de funciones avanzadas.

Direccionamiento de objetos de E/S

Ejemplos de direccionamiento

En esta tabla se muestran ejemplos de direccionamiento para varios tipos de objetos:

Tipo de objeto	Sintaxis	Ejemplo	Descripción
Objetos de memoria			
Bits de memoria	%Mi	%M25	Bit 25 de memoria interna.
Palabras de memoria	%MWi	%MW15	Palabra 15 de memoria interna.
Palabras dobles de memoria	%MDi	%MD16	Palabra doble 16 de memoria interna.
Comas flotantes de memoria	%MFi	%MF17	Coma flotante 17 de memoria interna.
Palabras constantes	%KWi	%KW26	Palabra constante 26.
Palabras dobles constantes	%KDi	%KD27	Palabra doble 27 constante interna.
Comas flotantes constantes	%KFi	%KF28	Coma flotante 28 constante interna.
Objetos de sistema			
Bits de sistema	%Si	%S8	Bit de sistema 8.
Palabras de sistema	%SWi	%SW30	Palabra de sistema 30.
Objetos de E/S			
Entradas digitales	%Iy.z	%I0.5	Entrada digital 5 en el controlador (E/S incrustada).
Salidas digitales	%Qy.z	%Q3.4	Salida digital 4 en el módulo de ampliación en la dirección 3 (E/S del módulo de ampliación).
Entradas analógicas	%IWy.z	%IW0.1	Entrada analógica 1 en el controlador (E/S incrustada).
Salidas analógicas	%QW0.m0n	%QW0.100	Salida analógica 0 en el cartucho 1.
Contadores rápidos	%FCi	%FC2	Contador rápido 2 en el controlador.
Contadores de alta velocidad	%HSCi	%HSC1	Contador de alta velocidad 1 en el controlador.
Pulso	%PLSi	%PLS0	Salida de pulsos 0 en el controlador.
Modulación del ancho de pulsos	%PWMi	%PWM1	Salida de modulación de ancho de pulsos 1 en el controlador.
Salida de tren de pulsos	%PTOi	%PTO1	Salida de tren de pulsos 1 en el controlador.
i Identificador de instancia de objeto que indica la instancia del objeto en el controlador. m Número de cartucho en el controlador. n Número de canal en el cartucho. y Indica el tipo de E/S. Es 0 para el controlador y 1, 2, y así sucesivamente, para los módulos de ampliación. z Número de canal en el controlador o en el módulo de ampliación.			

Tipo de objeto	Sintaxis	Ejemplo	Descripción
Objetos de software			
Temporizadores	%TM <i>i</i>	%TM5	Instancia de temporizador 5.
Contadores	%C <i>i</i>	%C2	Instancia de contador 2.
Mensaje	%MSG <i>i</i>	%MSG1	Mensaje de estado de compilación del programa 1.
Registros LIFO/FIFO	%R <i>i</i>	%R3	Instancia de registros FIFO/LIFO 3.
Controladores del conmutador de tambor	%DR <i>i</i>	%DR6	Controlador del conmutador de tambor 6 en el controlador.
Registros de bits de desplazamiento	%SBR <i>i</i>	%SBR5	Registro de bits de desplazamiento 5 en el controlador.
Contadores de pasos	%SC <i>i</i>	%SC5	Contador de pasos 5 en el controlador.
Fechadores	SCH <i>i</i>	SCH 3	Fechador 3 en el controlador.
PID	PID <i>i</i>	PID 7	Objeto de respuesta PID 7 en el controlador.
Objetos PTO			
MC_Power_PTO (bloque de funciones de movimiento)	%MC_POWER_PTO <i>i</i>	%MC_POWER_PTO1	Instancia del bloque de funciones MC_POWER_PTO 1.
MC_Reset_PTO (bloque de funciones administrativas)	%MC_RESET_PTO <i>i</i>	%MC_RESET_PTO0	Instancia del bloque de funciones MC_RESET_PTO 0.
Objetos de comunicación			
Lectura de variables	%READ_VAR <i>i</i>	%READ_VAR2	Instancia del bloque de funciones READ_VAR 2.
Escritura de variables	%WRITE_VAR <i>i</i>	%WRITE_VAR4	Instancia del bloque de funciones WRITE_VAR 4.
Escritura y lectura de variables	%READ_WRITE_VAR <i>i</i>	%READ_WRITE_VAR0	Instancia del bloque de funciones READ_WRITE_VAR 0.
Envío y recepción de mensajes	%SEND_RECV_MSG <i>i</i>	%SEND_RECV_MSG6	Instancia del bloque de funciones SEND_RECV_MSG 6.
<p>i Identificador de instancia de objeto que indica la instancia del objeto en el controlador.</p> <p>m Número de cartucho en el controlador.</p> <p>n Número de canal en el cartucho.</p> <p>y Indica el tipo de E/S. Es 0 para el controlador y 1, 2, y así sucesivamente, para los módulos de ampliación.</p> <p>z Número de canal en el controlador o en el módulo de ampliación.</p>			

Número máximo de objetos

Descripción

En esta tabla se incluye información sobre el número máximo de objetos que admite el M221 Logic Controller:

Objetos	Referencias del M221 Logic Controller			
	Referencias de Modular		Referencias de Compact	
	TM221M16R• TM221ME16R•	TM221M16T• TM221ME16T• TM221M32TK TM221ME32TK	TM221C••R TM221CE••R	TM221C••T TM221CE••T
Objetos de memoria				
%M	512* 1.024	512* 1.024	512* 1.024	512* 1.024
%MW	8.000	8.000	8.000	8.000
%MD %MF	7.999	7.999	7.999	7.999
%KW	512	512	512	512
%KD %KF	511	511	511	511
Objetos de sistema				
%S	160	160	160	160
%SW	234	234	234	234
Objetos de E/S				
%I	8	8 (para TM221M16T• y TM221ME16T•)	9 (para TM221C16• y TM221CE16•)	9 (para TM221C16• y TM221CE16•)
		16 (para TM221M32TK y TM221ME32TK)	14 (para TM221C24• y TM221CE24•)	14 (para TM221C24• y TM221CE24•)
			24 (para TM221C40• y TM221CE40•)	24 (para TM221C40• y TM221CE40•)
* para la versión de software y firmware < V1.3				

Objetos	Referencias del M221 Logic Controller			
	Referencias de Modular		Referencias de Compact	
	TM221M16R• TM221ME16R•	TM221M16T• TM221ME16T• TM221M32TK TM221ME32TK	TM221C••R TM221CE••R	TM221C••T TM221CE••T
%Q	8	8 (para TM221M16T• y TM221ME16T•)	7 (para TM221C16• y TM221CE16•)	7 (para TM221C16• y TM221CE16•)
		16 (para TM221M32TK y TM221ME32TK)	10 (para TM221C24• y TM221CE24•)	10 (para TM221C24• y TM221CE24•)
			16 (para TM221C40• y TM221CE40•)	16 (para TM221C40• y TM221CE40•)
%IW	2	2	2	2
%QW	0	0	NOTA: Las salidas analógicas no están integradas con el controlador. Utilice cartuchos TMC2AQ2V y/o TMC2AQ2C para añadir salidas analógicas a la configuración del controlador.	
			2 (si se utiliza 1 cartucho) 4 (si se utilizan 2 cartuchos con TM221C40R o TM221CE40R)	2 (si se utiliza 1 cartucho) 4 (si se utilizan 2 cartuchos con TM221C40T o TM221CE40T)
%FC	4	4	4	4
%HSC	Hasta 4	Hasta 4	Hasta 4	Hasta 4
%PLS %PWM %PTO	0	2	0	2
Objetos de software				
%TM	255	255	255	255
%C	255	255	255	255
%MSG	2	2	1 (para TM221C••R)	1 (para TM221C••T)
			2 (para TM221CE••R)	2 (para TM221CE••T)
%R	4	4	4	4
* para la versión de software y firmware < V1.3				

Objetos	Referencias del M221 Logic Controller			
	Referencias de Modular		Referencias de Compact	
	TM221M16R• TM221ME16R•	TM221M16T• TM221ME16T• TM221M32TK TM221ME32TK	TM221C••R TM221CE••R	TM221C••T TM221CE••T
%DR	8	8	8	8
%SBR	8	8	8	8
%SC	8	8	8	8
%SCH	16	16	16	16
PID	14	14	14	14
Objetos PTO				
%MC_POWER_PTO	0	2	0	2
%MC_MOVEVEL_PTO	0	16	0	16
%MC_MOVEREL_PTO	0	16	0	16
%MC_MOVEABS_PTO	0	16	0	16
%MC_HOME_PTO	0	2	0	2
%MC_SETPOS_PTO	0	2	0	2
%MC_STOP_PTO	0	16	0	16
%MC_HALT_PTO	0	16	0	16
%MC_READACTVEL_PTO	0	4	0	4
%MC_READACTPOS_PTO	0	4	0	4
%MC_READSTS_PTO	0	2	0	2
%MC_READMOTIONSTATE_PTO	0	2	0	2
%MC_READAXISERROR_PTO	0	2	0	2
%MC_RESET_PTO	0	2	0	2
%MC_TOUCHPROBE_PTO	0	2	0	2
%MC_ABORTTRIGGER_PTO	0	2	0	2
%MC_READPAR_PTO	0	4	0	4
%MC_WRITEPAR_PTO	0	4	0	4
Objetos de comunicación				
%READ_VAR	16	4	16	4
%WRITE_VAR	16	5	16	5
* para la versión de software y firmware < V1.3				

Objetos	Referencias del M221 Logic Controller			
	Referencias de Modular		Referencias de Compact	
	TM221M16R• TM221ME16R•	TM221M16T• TM221ME16T• TM221M32TK TM221ME32TK	TM221C••R TM221CE••R	TM221C••T TM221CE••T
%WRITE_READ_VAR	16	6	16	6
%SEND_RCV_MSG	16	7	16	7
* para la versión de software y firmware < V1.3				

