

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE QUITO**

CARRERA: INGENIERÍA ELECTRÓNICA

**Tesis previa a la obtención del Título de:
INGENIERO ELECTRÓNICO**

TEMA:

**“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA HMI POR MEDIO DEL
MÓDULO DIDÁCTICO ANDOVER CONTINUUM DE SCHNEIDER, PARA:
CONTROL, MONITOREO Y SIMULACIÓN DE UN SISTEMA DOMÓTICO,
EN LA CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA DE LA UNIVERSIDAD
POLITÉCNICA SALESIANA CAMPUS SUR”**

AUTORES:

**DANILO SEBASTIÁN SIGCHA TIPÁN
ARMANDO FABIÁN ALOMOTO CHICAIZA**

DIRECTOR:

VÍCTOR HUGO NARVÁEZ VEGA

Quito, noviembre de 2013

**DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD Y AUTORIZACIÓN DE USO
DEL TRABAJO DE GRADO**

Nosotros Armando Fabián Alomoto Chicaiza y Danilo Sebastián Sigcha Tipán autorizamos a la Universidad Politécnica Salesiana la publicación total o parcial de este trabajo de grado y su reproducción sin fines de lucro.

Además declaramos que los conceptos, análisis desarrollados y las conclusiones del presente trabajo son de exclusiva responsabilidad de los autores.

Armando Fabián Alomoto Chicaiza

1719317792

Danilo Sebastián Sigcha Tipán

1721770343

DEDICATORIAS

A mis padres Blanca Tipán y Augusto Sigcha que siempre han sido un ejemplo de trabajo duro, honestidad y que con esfuerzo, paciencia, sacrificio me guiaron a lo largo de este camino para poder cumplir mi objetivo.

A mi familia, hermanas, cuñados y mis queridos sobrinos que me ayudaron a formarme y me permitieron crecer junto a ellos. Y por último a Dios que supo bendecirme para terminar con éxito mis estudios superiores.

Danilo Sigcha

La realización de este trabajo está dedicada enteramente a mis padres quienes me brindaron la oportunidad de cumplir mi sueño de ser un profesional brindándome apoyo y comprensión en toda mi vida estudiantil, a mis hermanos especialmente a mi hermano mayor Kleber, que me ha dado un gran ejemplo a seguir y contribuyó a formarme como persona.

Armando Alomoto

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1	
1 PLANTEAMIENTO Y SOLUCIÓN	2
1.1 Planteamiento del problema	2
1.2 Solución del problema	2
1.3 Objetivos	3
1.3.1 Objetivo general	3
1.3.2 Objetivos específicos	3
1.4 Justificación	4
CAPÍTULO 2	
2 MARCO TEÓRICO	5
2.1 Hardware Andover Continuum	5
2.1.1 Fuente de poder (PS 120/240 AC 50-U)	6
2.1.2 Controlador NetController Andover Continuum	7
2.1.3 Equipo de salidas digitales DO- 4R y DO-4RO Andover Controls	8
2.1.4 Equipo de entradas universales UI-8 Andover Controls	9
2.1.5 Equipo para control de accesos AC- 1 Andover Controls	10
2.1.6 Controlador SCX 920 Infinity Controllers	11
2.2 Software CyberStation Andover Continuum	12
2.2.1 Lenguaje de programación Plain English	14
2.3 Protocolos de comunicación	14
2.3.1 Nivel de información	15
2.3.1.1 Capa Física	15
2.3.1.2 Subcapa de Enlace (MAC)	16
2.3.1.3 Control de Acceso al Medio de Ethernet (CSMA/ CD)	16
2.3.2 Nivel de control	17
2.3.2.1 Protocolo (RS-485)	17
2.3.2.2 Protocolo ACC- LON	18
2.3.2.3 Protocolo infinnet	18

2.3.2.4	Bus de comunicación -----	19
2.3.3	Nivel de dispositivos -----	20
2.3.3.1	Protocolo wiegand-----	20
2.4	Elementos de un sistema domótico -----	22
2.4.1	Interfaz Humano Máquina (HMI) -----	22
2.4.2	Controlador -----	23
2.4.3	Sensores -----	23
2.4.3.1	Sensor de presencia PIR -----	25
2.4.3.2	Detector de humo-----	26
2.4.3.3	Sensor de ruptura de vidrios o cristales -----	28
2.4.3.4	Detector de inundación -----	28
2.4.3.5	Detectores Magnéticos de Estado -----	29
2.4.3.6	Sensor Detector de Gas -----	30
2.4.3.7	Termostato-----	31
2.4.3.8	Lector de tarjetas de proximidad -----	32
2.4.4	Actuadores -----	33

CAPÍTULO 3

3	DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA HMI Y DEL MÓDULO DIDÁCTICO -----	34
3.1	Delimitación del módulo -----	34
3.2	Diseño de la interfaz gráfica HMI-----	35
3.2.1	Sistema de Iluminación -----	37
3.2.2	Sistema de climatización-----	38
3.2.3	Sistema detección de intrusos -----	38
3.2.4	Sistema de control de incendios -----	38
3.2.5	Sistema de control de acceso -----	39
3.2.6	Sistema de video vigilancia-----	39
3.2.7	Sistema de distribución de agua -----	39
3.3	Descripción general del módulo didáctico -----	40
3.4	Descripción individual de los equipos modulares-----	40
3.4.1	Fuente de voltaje para equipos modulares-----	41
3.4.2	Módulos de extensión para dispositivos de entrada y salida-----	42

3.4.3	Módulo generador de señales on/off -----	43
3.4.4	Módulo generador de señales analógicas -----	43
3.4.5	Módulo visualizador de salidas digitales -----	45
3.4.6	Módulo de control de acceso -----	45
3.4.7	Módulo sensor de presencia -----	46
3.4.8	Módulo detección de incendios -----	47
3.4.9	Módulo sensor magnético de estado -----	48
3.4.10	Módulo barreras de infrarrojos -----	49
3.4.11	Módulo sensor rotura de cristal -----	50
3.4.12	Módulo visualizador de señales analógicas -----	51
3.5	Etapas de funcionamiento del módulo didáctico Andover Continuum de Schneider -----	52
3.5.1	Control de iluminación -----	52
3.5.2	Control de inundación -----	53
3.5.3	Detección de apertura de puertas y ventanas -----	54
3.5.4	Climatización -----	55
3.5.5	Control de accesos -----	56
3.5.6	Detección de incendio -----	57
CAPÍTULO 4		
4	PRUEBAS Y RESULTADOS -----	59
4.1	Pruebas de comunicación y verificación de equipos -----	60
4.2	Pruebas de funcionamiento del módulo electrónico y de la interfaz gráfica HMI -----	63
CONCLUSIONES -----		67
RECOMENDACIONES -----		68
LISTA DE REFERENCIAS -----		69

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Esquematación de una red con equipos Andover Continuum -----	5
Figura 2. Fuente de poder y conector tipo macho -----	6
Figura 3. Conexión entre la fuente de poder y controlador NetController-----	7
Figura 4. Equipo de salidas digitales DO-4-R-O -----	9
Figura 5. Equipo de entradas universales UI-8 -----	9
Figura 6. Equipo para control de accesos AC-1 -----	10
Figura 7. Controlador SCX 920 indicando sus entradas y salidas-----	12
Figura 8. Panel principal del software CyberStation-----	13
Figura 9. Jerarquía de objetos en una red. -----	13
Figura 10. Niveles de comunicación de un sistema domótico-----	14
Figura 11. Codificación Manchester -----	15
Figura 12. Trama del protocolo RS-485 -----	17
Figura 13. Principales medios de transmisión en un sistema domótico-----	19
Figura 14. Patrón de tiempos de transmisión -----	21
Figura 15. Esquema de un sistema domótico -----	22
Figura 16. Esquema interno de un sensor -----	24
Figura 17. Sensor volumétrico de presencia -----	25
Figura 18. Detector de Humo -----	27
Figura 19. Principio de funcionamiento de sensores Iónicos-----	27
Figura 20. Principio de funcionamiento sensores fotoeléctricos -----	27
Figura 21. Sensor de ruptura de vidrios o cristales-----	28
Figura 22. Detector de inundación-----	29
Figura 23. Detectores de contactos magnéticos-----	29
Figura 24. Funcionamiento de un interruptor magnético -----	30
Figura 25. Detector de gas licuado y gas natural -----	30
Figura 26. Termostato-----	31
Figura 27. Tarjetas de proximidad y lector de tarjetas-----	32
Figura 28. Actuadores en un sistema domótico -----	33
Figura 29. Estructura del módulo electrónico-----	34
Figura 30. Menú principal de la interfaz gráfica del módulo electrónico -----	36
Figura 31. Equipos modulares implementados -----	40
Figura 32. Módulo fuente de voltaje -----	41

Figura 33. Esquema interno y fotografía del módulo de extensión de entradas y salidas.-----	42
Figura 34. Fotografía y esquema interno del módulo generador de señales on/off --	43
Figura 35. Fotografía y esquema interno del módulo generador de señales analógicas -----	44
Figura 36. Respuesta y coeficiente de correlación del potenciómetro de 10K Ω . ----	44
Figura 37. Fotografía y esquema interno del módulo visualizador de salidas digitales -----	45
Figura 38. Fotografía y esquema interno del módulo control de accesos-----	46
Figura 39. Fotografía y esquema interno del módulo sensor de presencia -----	47
Figura 40. Fotografía y esquema interno del módulo para detección de incendios --	48
Figura 41. Fotografía y esquema interno del módulo sensores de presencia-----	49
Figura 42. Fotografía y esquema interno del módulo barreras de infrarrojos -----	50
Figura 43. Fotografía y esquema interno del módulo sensor rotura de cristal -----	51
Figura 44. Fotografía y esquema interno del módulo visualizador de señales analógicas -----	52
Figura 45. Diagrama de flujo referente al control de iluminación -----	53
Figura 46. Diagrama de flujo referente control de inundación -----	54
Figura 47. Diagrama de flujo referente para detección de apertura de ventanas o puertas -----	55
Figura 48. Diagrama de flujo referente a la climatización -----	56
Figura 49. Diagrama de flujo referente al Control de accesos -----	57
Figura 50. Diagrama de flujo referente a las alarmas de incendios-----	58
Figura 51. Vista general del módulo electrónico-----	59
Figura 52. Captura de pantalla de ping exitoso entre estación de trabajo y controlador -----	61
Figura 53. Estado de en línea de controlador NetController con el software CyberStation-----	61
Figura 54. Estado de en línea entre controlador NetController y el controlador infinity -----	62
Figura 55. Estado en línea de los módulos AC-1, UI-8, DO-4R,DO-4RO -----	62
Figura 56. Proceso de cargar los programas y variables al controlador NetController -----	63

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Distribución de pines de la fuente de poder -----	7
Tabla 2. Puertos de comunicación del controlador NetController -----	8
Tabla 3. Descripción de entradas y salidas equipo AC-1-----	11
Tabla 4. Formato Wiegand de 26 bits -----	21
Tabla 5. Ejemplos de sensores basados en el ámbito de aplicación -----	25
Tabla 6. Entradas y salidas según el sistema a controlar -----	37
Tabla 7. Voltajes disponibles en la fuente. -----	42
Tabla 8. Funcionamiento de equipos modulares construidos-----	64
Tabla 9. Tabla de funcionamiento de entradas y salidas -----	65

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Prácticas de laboratorio	71
Anexo 2: Programación realizada para cada sistema.....	92

RESUMEN

El documento hace referencia al diseño e implementación de un sistema HMI mediante la construcción de un módulo didáctico para la carrera de Ingeniería Electrónica de la Universidad Politécnica Salesiana sede Quito campus Sur. La construcción del módulo didáctico implicó construir equipos modulares que contienen a los sensores y actuadores de tal modo que puedan ser ubicados de forma fácil, de acuerdo a las necesidades de los estudiantes y a la práctica a realizarse.

El diseño e implementación del sistema HMI simula los diferentes sistemas caseros que se puede automatizar y controlar dentro de una casa, dichos sistemas son: iluminación, climatización, detección de intrusos, control de incendios, video vigilancia, distribución de agua.

Adicionalmente se elaboró un manual de prácticas que permite a los estudiantes verificar la funcionalidad de cada elemento que está conformado el módulo didáctico.

ABSTRACT

This document refers to the design and implementation of an HMI system by building a training module for Electronic Engineering degree from the Polytechnic University campus Salesian Headquarters South Quito. The construction of the training module involves building modular equipment containing sensors and actuators so that they can be located easily, according to the needs of students or according to the practice to be held.

The design and implementation of HMI system is performed to simulate the various home systems that can automate and control in a house, such systems are: lighting, air conditioning, intrusion detection, fire control, video surveillance, distribution of water.

Additionally, a manual of practice that allows students to verify the functionality of each element is made of the training module.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad las viviendas demandan de sistemas de automatización para realizar: control, monitoreo y brindar seguridad; además de tener gestión integral de la vivienda. La evolución constante de la tecnología y de las telecomunicaciones obliga a las viviendas, edificaciones a adaptarse a estos cambios, sin poner de lado características fundamentales como confortabilidad, eficiencia, seguridad y además de ser amigables al medio ambiente.

La tecnología de la domótica ha sido poco explotada en nuestro país debido a los altos costos que significa implementar sistemas de automatización, de tal forma que una parte de los profesionales no posee la suficiente experiencia para la implementación de sistemas domóticos. Con el fin de brindar conocimientos de domótica a los estudiantes de la Universidad Politécnica Salesiana se propone la implementación de un sistema HMI mediante la construcción de un módulo didáctico, donde se puede realizar prácticas referentes a: control de iluminación, control de intrusos, control de temperatura en ambientes, control de bombas de agua, control de accesos mediante lectores de tarjetas de proximidad, entre otros.

Para la construcción del módulo didáctico se utilizó equipos que posee la UPS, que son: entradas UI-8 Andover Controls, salidas DO-4R y DO-4RO Andover Controls y para control de accesos AC-1 Andover Controls. Adicionalmente se construyeron catorce equipos modulares que contienen sensores y actuadores, en su mayoría las las entradas son representadas por pulsadores e interruptores y las salidas por luces indicadores; logrando obtener un módulo didáctico para las prácticas de entrenamiento en el área de la domótica facilitando la ubicación y las conexiones en el módulo didáctico.

CAPÍTULO 1

PLANTEAMIENTO Y SOLUCIÓN

1.1 Planteamiento del problema

La carrera de Ingeniería Electrónica de la Universidad Politécnica Salesiana, en la actualidad posee equipos de automatización modulares y didácticos, dedicados a simular procesos industriales como: control de nivel en contenedores, control de temperatura en ambientes industriales, procesos de almacenamiento, distribución y ensamblaje de piezas, además de procesos neumáticos e hidráulicos. En ocasiones se requiere realizar proyectos de automatización aplicados en domótica, dichos proyectos no se han realizado satisfactoriamente ya que los equipos que posee la UPS han presentado limitaciones. Dichas limitaciones están relacionadas con la elaboración de reportes de alarmas y eventos en tiempo real, el respaldo de información en una base de datos.

Adicionalmente la UPS no posee un módulo de entrenamiento para realizar prácticas de domótica de tal forma que los estudiantes no adquieren conocimientos en la manipulación de equipos que se utiliza el área de domótica

1.2 Solución del problema

Se propone el diseño e implementación de un sistema HMI por medio del módulo didáctico, para: control, monitoreo y simulación de un sistema domótico, en la carrera de Ingeniería Electrónica de la Universidad Politécnica Salesiana Campus Sur.

El módulo electrónico se desarrolla con una visión didáctica y modular con el fin de superar los inconvenientes que se han presentado en la ejecución de proyectos de domótica.

La implementación del módulo permite a los estudiantes manipular equipos y programas que se utilizan en domótica, adicionalmente para brindar un apoyo didáctico se realizará un manual de prácticas que permite al estudiante familiarizarse y manipular el módulo didáctico.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Diseñar e implementar un sistema HMI por medio del módulo electrónico Andover Continuum de Schneider, para: control, monitoreo y simulación de un sistema domótico, en la carrera de Ingeniería Electrónica de la Universidad Politécnica Salesiana Campus Sur.

1.3.2 Objetivos específicos

- Mediante la verificación del estado físico y del funcionamiento de cada uno de los equipos Andover Continuum de la marca Schneider Electric, analizar las posibles aplicaciones que se les puede dar en el diseño e implementación del sistema HMI.
- Realizar la construcción de la estructura principal en donde se ubican los equipos modulares y posteriormente realizar el acoplamiento integral de los equipos DO 4 R, AC-1 y UI-8 Andover Continuum.
- Diseñar y simular un sistema domótico mediante una interfaz gráfica HMI con el software CyberStation de Andover Continuum, donde se realizará la configuración, comunicación y programación de todos los equipos que conformarán el módulo electrónico.
- Elaborar una manual de prácticas del módulo didáctico, con el fin de brindar a los estudiantes de la Universidad Politécnica Salesiana conocimientos referentes a: control de acceso, monitoreo y seguridad en el área de la domótica.

1.4 Justificación

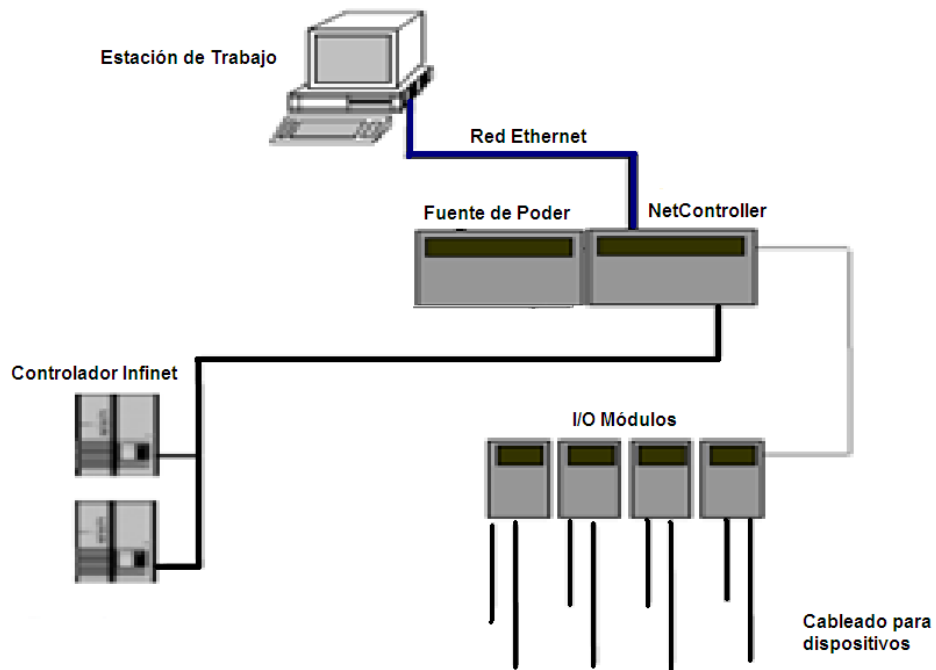
La Universidad Politécnica Salesiana, sede Quito, campus Sur dispone de los equipos Andover Continuum, los cuales son un sistema de controladores y productos de software dedicados al control, monitoreo de viviendas y edificaciones mediante interfaces de usuario, mismos que son modulares y se acoplan a la necesidad del sitio.

La carrera de Ingeniería Electrónica de la UPS posee estos equipos los cuales están subutilizados, motivo por el cual se realizará la habilitación de dichos equipos mediante el diseño e implementación de un sistema HMI por medio del módulo didáctico Andover Continuum de Schneider.

CAPÍTULO 2 MARCO TEÓRICO

Para implementar un sistema domótico es necesario la interacción entre software y hardware, cabe recalcar que en una red el controlador es una parte fundamental del sistema, es el encargado de la comunicación entre los diferentes equipos que se encuentran en la red y se comunica con la estación de trabajo mediante el protocolo ethernet el cual permite al usuario visualizar los datos en la computadora. En la Figura 1 se muestra los componentes de una red con equipos Andover Continuum.

Figura 1. Esquematación de una red con equipos Andover Continuum



Fuente: Introducing Continuum

En la computadora de la estación de trabajo se realiza la programación y configuración de los equipos mediante el programa CyberStation utilizando el lenguaje de programación Plain English.

2.1 Hardware Andover Continuum

Andover Continuum consta de varios controladores los cuales realizan diversas funciones de forma automática en una vivienda o edificación.

El módulo didáctico consta de los equipos que se menciona a continuación:

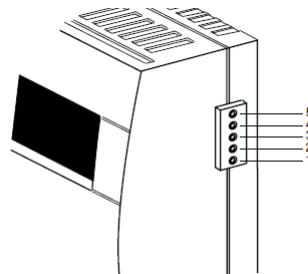
- Fuente de poder PS 120/240 AC 50-U
- Controlador NetController modelo 9900
- Equipo de salidas DO-4 Andover Controls
- Equipo de salidas DO-4RO Andover Controls
- Equipo para control de acceso AC-1 Andover Controls
- Equipo de entradas UI-8 Andover Controls
- Controlador SCX- Infinity Controller

La información sobre datos técnicos de los módulos se tomó como referencia los manuales del fabricante Schneider Electric de la marca Andover Controls Corporation.

2.1.1 Fuente de poder (PS 120/240 AC 50-U)

La fuente de poder está encargada de proveer de energía al controlador y a los distintos equipos que se encuentran en red, es propietario de la marca Andover Continuum y está diseñado específicamente para estos equipos, debido a que proporciona las condiciones óptimas de corriente y voltaje para funcionen de forma adecuada. En la Figura 2 se muestra la fuente de voltaje con su conector.

Figura 2. Fuente de poder y conector tipo macho



Fuente: Continuum PowerSupply Reference

En la parte derecha posee un conector de salida tipo macho con cinco pines como se indica en la Figura 2, proporciona 24 VDC además permite el intercambio de información con el controlador NetController.

La distribución de los pines se indica en la Tabla 1.

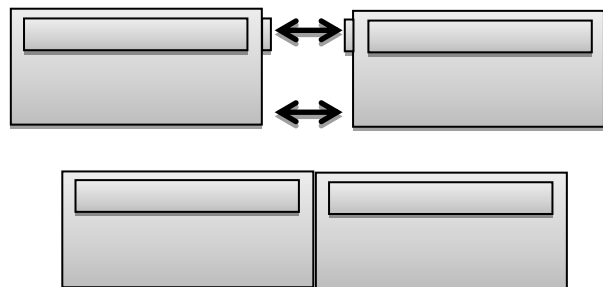
Tabla 1. Distribución de pines de la fuente de poder

Pin	Función
5	+VDC
4	VDC Retorno
3	No conexión
2	Batería baja
1	AC

Fuente: Continuum Power Suply Reference.

La fuente se conecta directamente al controlador, como se indica en la Figura 3.

Figura 3. Conexión entre la fuente de poder y controlador NetController



Fuente: NetController Reference Continuum

2.1.2 Controlador NetController Andover Continuum

Es el encargado de la comunicación entre los distintos equipos que se encuentran en red, en este se realiza la configuración e identificación de los distintos dispositivos mediante la verificación de: el modelo, el número de serie, la dirección MAC, para ser reconocido en el sistema.

El modelo del controlador que se utiliza es el 9900 CPU-8M entre sus características, posee cuatro puertos de comunicación, a cada puerto se puede conectar dispositivos

para que realice funciones como: conexión con redes infinnet, configuración por medio de consola, conexión de impresoras.

La conexión a la consola del controlador se realiza mediante el puerto COMM 2. En la Tabla 2 se indica el puerto y como pueden ser utilizados. (Andover Controls Corporation, 2000, pág. 3)

Tabla 2. Puertos de comunicación del controlador NetController

Puerto	Tipo	Puede ser configurado
COMM 1	RS232 ó RS485	Infinet, XdriverTankNet or Printer (RS-232)
COMM 2	RS485	Printer, Infinet, Xdriver, TankNet
COMM 3	RS232 ó Modem	Printer, Infinet, Xdriver, TankNet ó 14,4 KBPS Modem
COMM 4	RS 485	Printer, XdriverTankNet

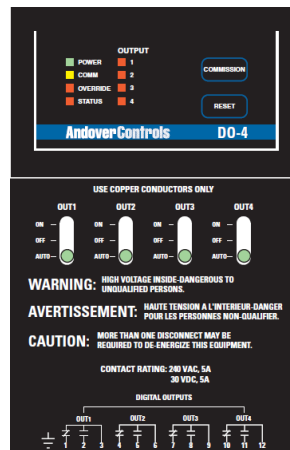
Fuente: NetController Reference Continuum

Posee un bus de comunicación propietario de Andover Controls denominado Acc-Lon que permite la comunicación con los módulos de entrada y salida, además mediante una red RS-485 denominada por el propietario Infinet es posible la comunicación con el controlador SCX 920.

2.1.3 Equipo de salidas digitales DO- 4R y DO-4RO Andover Controls

Los equipos tanto DO-4R como DO-4RO tienen cuatro salidas digitales tipo relé programables soportando una corriente de 5A. Sus salidas pueden tener dos estados: abierto y cerrado. La programación se realiza mediante el software y en el caso del modelo DO-4RO la única variante es que posee selectores para configurar los estados de forma manual. En la Figura 4 se puede apreciar el módulo DO-4RO (Andover Controls Corporation I/O, 2000, pág. 107).

Figura 4. Equipo de salidas digitales DO-4-R-O

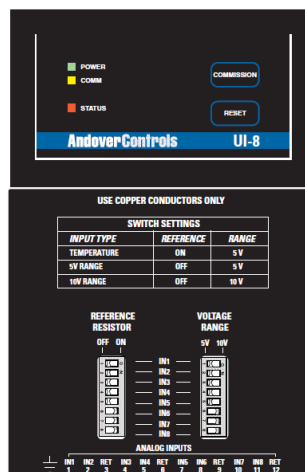


Fuente: Software CyberStation

2.1.4 Equipo de entradas universales UI-8 Andover Controls

Este equipo posee ocho entradas universales con una resolución de 8 bits y un rango de voltaje en sus entradas de 0 a 5 voltios, recoge señales analógicas como: temperatura, humedad, flujo y digitales tipo contador y de estado. Las entradas pueden ser supervisadas generando alarmas y condiciones de falla. (Andover Controls Corporation I/O, 2000, págs. 39-41). En la Figura 5 se muestra el equipo de entradas universales.

Figura 5. Equipo de entradas universales UI-8



Fuente: Software CyberStation

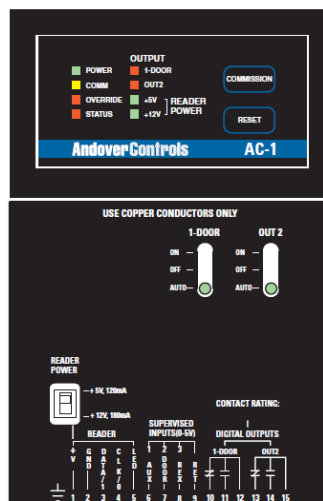
2.1.5 Equipo para control de accesos AC- 1 Andover Controls

Mediante este equipo se realiza el control de acceso, cada equipo AC-1 sirve para realizar el control en una puerta, puede ser configurado para que permita el acceso mediante tarjeta de proximidad, tarjeta de proximidad más número de identificación o solo mediante teclado.

El equipo AC-1 tiene una entrada para un lector de tarjetas de proximidad con protocolo Wiegand con una resolución de hasta 64 bits, además proporciona un selector de tal forma que se puede elegir la alimentación entre 5V ó 12 V dependiendo las necesidades del lector de proximidad.

Cada salida tiene un selector con tres estados: manual, apagado y automático, como se indica en la Figura 6. Además posee 3 salidas supervisadas las cuales determinan su estado dependiendo el valor de su impedancia. (Andover Controls Corporation I/O, 2000, pág. 149)

Figura 6. Equipo para control de accesos AC-1



Fuente: Software CyberStation

En cada entrada es necesario realizar un circuito resistivo en paralelo con el contacto correspondiente a dicha entrada, de tal forma que los estados sean reconocidos correctamente, en la Tabla 3 se indica la distribución de las entradas y salidas del equipo AC-1.

Tabla 3. Descripción de entradas y salidas equipo AC-1

Conexión	Descripción	Conexión	Descripción
\perp	EarthGround	8	Sup Input REX
1	Reader +V	9	Sup Input RETURN
2	Reader GND	10	Door NC
3	Reader DATA	11	Door NO
4	Reader CLK (Wiegand)	12	Door COM
5	Reader LED	13	OUT NC
6	Sup Input Aux	14	OUT NO
7	Sup Input Door	15	OUT COM

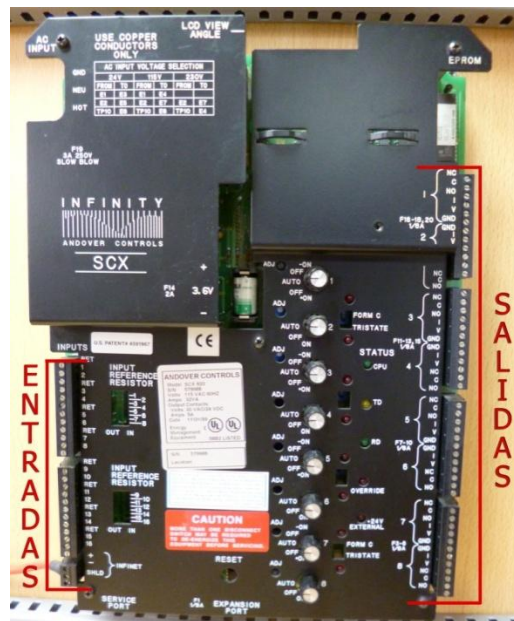
Fuente: Continuum I/O System Reference

2.1.6 Controlador SCX 920 Infinity Controllers

El controlador infinity es un controlador que posee sus propias entradas y salidas, está diseñado para el control de: equipos de aire acondicionado, iluminación, calderos, torres de enfriamiento, distribuidores de aire y control en procesos industriales con el fin de eliminar la duplicación de cables y la redundancia de hardware.

Tiene 16 entradas universales cada entrada puede admitir señales digitales o analógicas, puede funcionar como contador, además para las señales analógicas puede admitir un voltaje en un rango de 0 a 10 VDC. En la Figura 7 se indica las entradas; adicionalmente posee ocho salidas universales cada una de ellas puede ser conectada para realizar un control digital o control analógico para equipos neumáticos, motores bidireccionales y actuadores. Las salidas analógicas pueden controlar una señal de corriente de 4 a 20 mA o de voltaje de 0 a 20 V con una corriente máxima de 5 mA, las salidas poseen triple estado las cuales pueden ser configuradas mediante software o manualmente a través de un interruptor. En la Figura 7 se indica las salidas. (Andover Controls Corporation SCX, 2006, pág. 6)

Figura 7. Controlador SCX 920 indicando sus entradas y salidas



Fuente: Fotografía capturada por Armando Alomoto & Danilo Sigcha

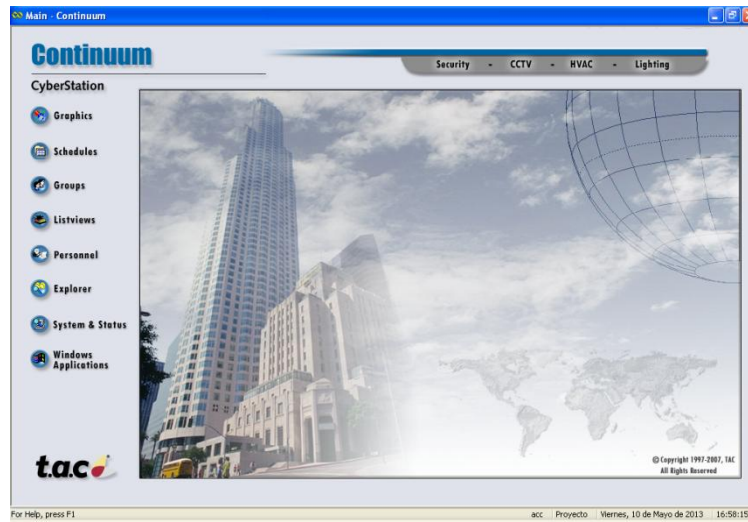
Adicionalmente tiene un puerto de expansión de entradas y salidas el cual permite que sea escalable y satisfacer requerimientos de puntos adicionales, también posee la opción de conectar un teclado para observar y modificar las volares de las variables.

La comunicación se realiza a través del protocolo RS-485 duplex denominado Infinet, que es un par trenzado apantallado calibre AWG 24. Su programación se la realiza en la estación de trabajo mediante lenguaje de programación Plain English.

2.2 Software CyberStation Andover Continuum

El software CyberStation se encuentra alojado en la computadora de la estación de trabajo el cual programa, configura, supervisa y controla los equipos Andover Continuum e Infinity que se encuentran en la red, CyberStation es usado como una herramienta de configuración de todo el sistema para el administrador o de monitoreo para el usuario como se muestra en la Figura 8.

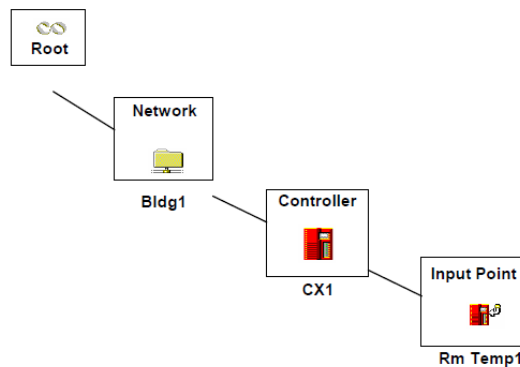
Figura 8. Panel principal del software CyberStation



Fuente: Software CyberStation

Permite la configuración de nuestro sistema, dicho sistema puede constar de varios componentes como: redes, estaciones de trabajo, equipos de entradas y salidas, controladores Infinet. Dichos componentes son creados, monitoreados y supervisados como objetos, asignando una jerárquica a cada una de los objetos creados para relacionarlas en la red física, en la Figura 9 se indica la jerarquía de los objetos de una red.

Figura 9. Jerarquía de objetos en una red.



Fuente: Andover Continuum CyberStation Configurator's Guide

Además trabaja con una base de datos en donde se almacena la información que recoge el software, como puntos de evaluación del sistema, selección de límites de las variables monitoreadas, horarios de los eventos y alarmas.

2.2.1 Lenguaje de programación Plain English

Es el lenguaje que se utiliza en la estación de trabajo para programar los sistemas de automatización, mediante dichos programas se tiene la posibilidad de configurar las funciones que realiza el hardware de acuerdo a los requerimientos del sitio.

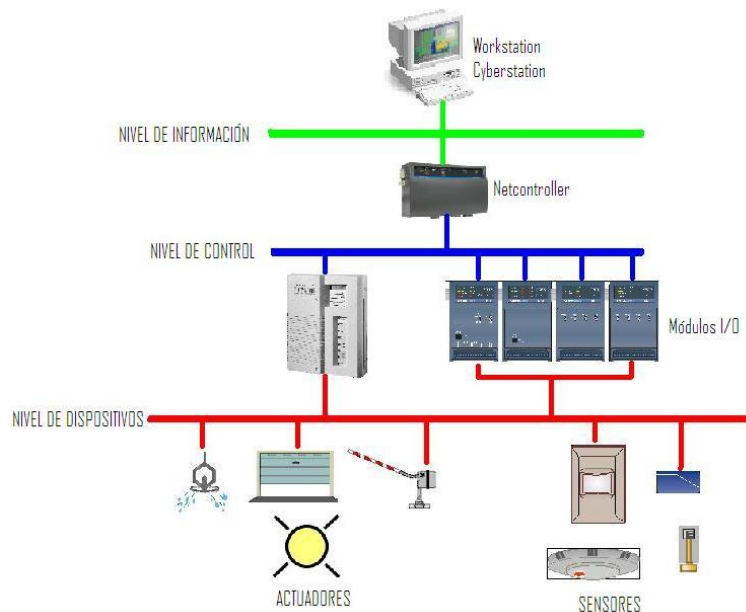
Mediante el lenguaje de programación Plain English de Andover Controls los usuarios pueden programar cualquier controlador de la marca Andover Controls o Infinity, cabe recalcar que es una programación orientada a objetos, las clases y los objetos son una parte muy importante, así como los atributos de los objetos y la relación entre estos de acuerdo a la jerarquía dentro de la red.

2.3 Protocolos de comunicación

Dentro de un sistema de automatización existen niveles que se diferencian uno del otro debido a la información que proporciona o que procesa. Los protocolos usados se han denominado niveles de comunicación clasificados en: nivel de información, nivel de control y nivel de dispositivos de campo.

En el caso específico de los equipos Andover Continuum, los niveles de comunicación se distribuye como se indica en la Figura 10.

Figura 10. Niveles de comunicación de un sistema domótico



Fuente: Andover Controls Corporation

Elaborado por: Armando Alomoto & Danilo Sigcha

2.3.1 Nivel de información

Tanto los controladores de red y las estaciones de trabajo que ejecutan el software permiten la supervisión y comunicación con los dispositivos físicos de la red, pertenecen a una red de área local de alta velocidad que trabaja con el protocolo ethernet estándar con una velocidad de 10 Mbps.

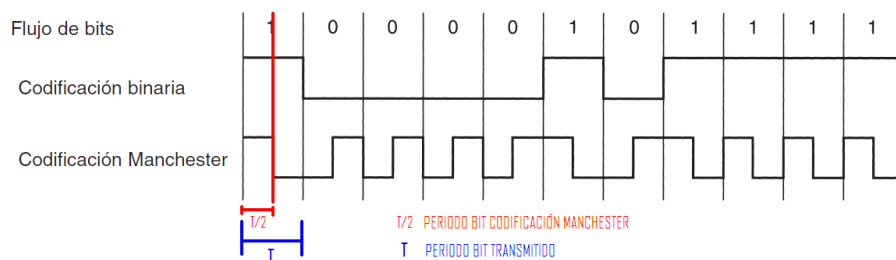
El funcionamiento de Ethernet se lo realiza a través de los niveles de la capa del modelo OSI física y subcapa de enlace (MAC), para evitar la redundancia cíclica en el enlace de datos se utiliza el método control de acceso al medio CSMA/CD. (Andover Controls Corporation, 2000, pág. 39)

2.3.1.1 Capa Física

Ethernet dentro de la capa física permite la comunicación entre los diferentes dispositivos que comparten este protocolo a través de señales eléctricas digitales, las cuales son transmitidas mediante codificación Manchester.

La codificación Manchester permite la transmisión de dos señales binarias correspondientes a un bit de la trama Ethernet, es decir existe dos bits de codificación Manchester correspondiente a un bit de transmisión en la capa física, de esta manera el periodo de un bit decodificado Manchester tiene la mitad de periodo de un bit transmitido evitando así imprecisiones producidas por niveles lógicas iguales consecutivos. De esta manera la codificación para un bit 1 será en la mitad del periodo de transmisión 1 y en la otra mitad 0. Así mismo si el bit transmitido es 0 en la mitad del periodo de transmisión será 0 y en la otra mitad 1. La Figura 11 se muestra como se produce la codificación para un flujo de bits transmitidos en la trama Ethernet. (CISCO Networking, 2006, pág. 268)

Figura 11. Codificación Manchester



Fuente: ACADEMIC, 2013

2.3.1.2 Subcapa de Enlace (MAC)

La ventaja que tiene el protocolo Ethernet es que los datos que son transmitidos son colocados en arreglos llamados “tramas”, las cuales indican el origen y destino de transmisión, provocando así una disminución de recursos al momento de transmitir, pues los recursos no son empleados para buscar entre todos, a que dispositivo en la red corresponde los datos enviados. (CISCO Networking, 2006, pág. 290)

2.3.1.3 Control de Acceso al Medio de Ethernet (CSMA/ CD)

Como método de control de acceso al medio Ethernet utiliza CSMA/CD (acceso múltiple por detección de portadora y detección de colisiones) con el fin de reducir posibilidad de colisiones además de reducir tiempos muertos en el proceso de transmisión. CSMA/CD se encarga de escenarios en donde varios dispositivos tienen la oportunidad de iniciar transmisión de datos por un medio físico en común, todos los dispositivos tienen las mismas oportunidades de transmisión especialmente en topologías tipo bus, donde es más propenso a experimentar colisiones. (Bísario & Danizio, 2009, págs. 60-63)

Su proceso se basa en que los dispositivos “escuchan” al medio para verificar si está disponible, e iniciar la transmisión. Si el medio no está disponible vuelve al estado de escuchar al medio y luego de un tiempo determinado intenta la transmisión. Si se produce una colisión en el medio, todos los dispositivos que se encontraban escuchando y los que estaban transmitiendo detectan la colisión, los dispositivos que estaban escuchando esperan la señal de colisión enviada por los dispositivos involucrados en la colisión, al recibir la señal que indica “colisión en el medio” ejecutan un algoritmo que permite evitar transmisiones durante un tiempo aleatorio, al terminar este algoritmo todos los dispositivos vuelven al estado de escuchar al medio dando la oportunidad de comenzar la transmisión a diferentes dispositivos, asignados por el que menor tiempo de espera haya tenido. (Bísario & Danizio, 2009, págs. 60-63)

Los dispositivos reconocen una señal de colisión, debido a que en el medio se produce una elevación en la amplitud de las señales. Las señales que produjeron este cambio de amplitud en el medio son eliminadas antes de empezar el algoritmo de espera, para evitar nuevas colisiones.

2.3.2 Nivel de control

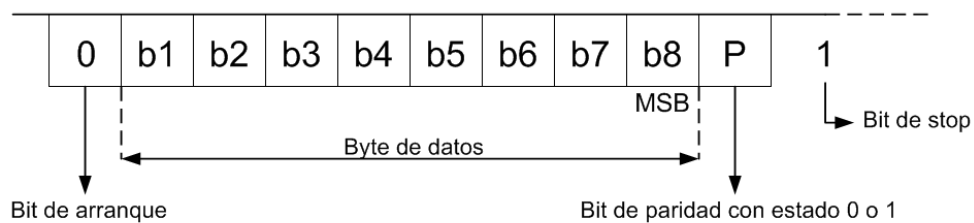
Los protocolos usados para la comunicación entre los dispositivos controladores de red y los módulos de entradas y salidas se los conocen como protocolos de control, mediante estos protocolos obtenemos el valor leído de los sensores para escribir sobre los actuadores, además de permitir la configuración mediante lenguajes de programación para ejecución de órdenes de forma autónoma.

2.3.2.1 Protocolo (RS-485)

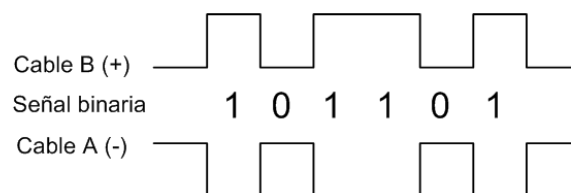
Es un protocolo de transmisión binaria serial de tipo half-duplex asíncrona, la transmisión se lo hace en modo diferencial, es decir uno 1 lógico tomará su valor inverso debido a que en las líneas de transmisión se presenta el nivel alto como la diferencia de potencial entre los canales positivo y negativo. (Domingo, Gámiz, i, & Martinez, 2003, pág. 150)

Su trama de transmisión está representada en la Figura 12, la cual indica el tamaño de la trama de 11 bits además de su modo de transmisión, la separación entre dos mensajes diferentes se lo realiza mediante un nivel lógico 1.

Figura 12. Trama del protocolo RS-485



B) Codificación NRZ



Fuente: (Domingo, Gámiz, i, & Martinez, 2003, pág. 150)

2.3.2.2 Protocolo ACC- LON

Protocolo de comunicación entre los módulos entradas, salidas y el controlador de red, no necesita una arquitectura maestro-esclavo ni tampoco un control central, pues cada dispositivo tiene la capacidad de implementar el protocolo de comunicación y es capaz de realizar funciones de control, puede ser programado para reconocer los dispositivos de campo como sensores y actuadores. (Andover Controls Corporation, 2000, pág. 14)

Basado en protocolo LON tomando su principal característica, fiabilidad en transmisión pues emite señales de reconocimiento de transmisión exitosa, si existiere un error en la transmisión es generada una señal de error.

Otra de sus ventajas es recibir dentro de la red dispositivos de diferente marca, es por eso que se le conoce como sistema abierto, permite disminución de cableado y escalabilidad.

2.3.2.3 Protocolo infinnet

Protocolo de alto rendimiento designado por Andover Continuum, al igual que el protocolo ACC-LON no posee arquitectura maestro esclavo, en la transmisión cualquier dispositivo puede ser el maestro de la red. El par trenzado blindado es el medio de transmisión de este protocolo a una velocidad de 19.2 Kbps, puede ser implementado en topología bus o estrella. (Andover Controls Corporation, 2000, pág. 37)

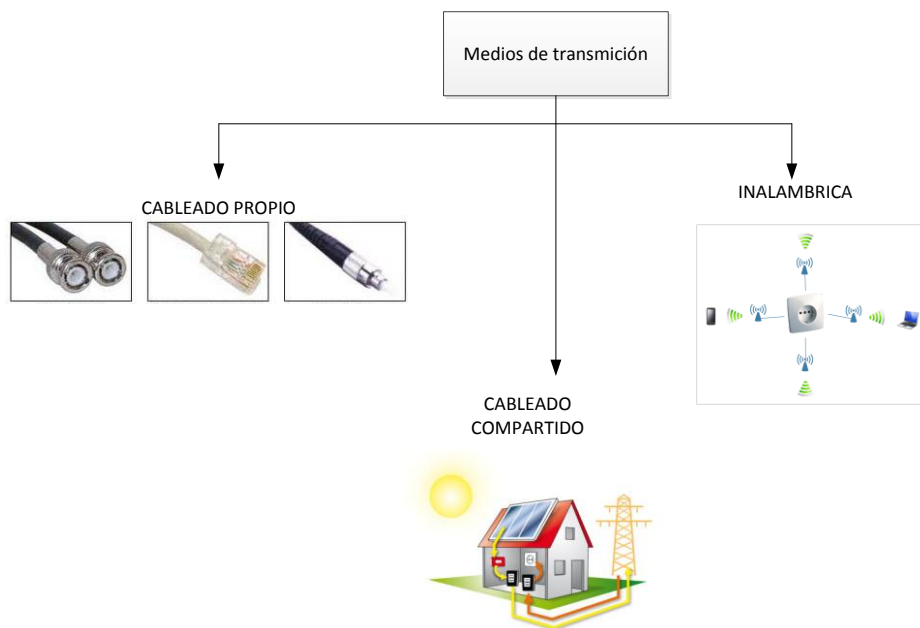
Posee el control de acceso al medio mediante el método token passing, que es una señal que es enviada a cada nodo, este comprueba si tiene datos para transmitir si no es así la red pasa la señal de nodo a nodo, si el nodo posee información para transmitir lo hace inmediatamente hacia todos los dispositivos de la red pero solo el dispositivo a quien va dirigido la información lo acepta. Una vez terminado la transmisión, la información retorna al nodo de origen y este genera una señal de token libre. (Durán, 2007, pág. 998)

Las ventajas de este control de acceso al medio es: sí un nodo falla en la transmisión inmediatamente salta hasta el siguiente nodo, sin perder la conectividad entre otros nodos, sí un nodo es introducido a la topología es reconocido inmediatamente y si la red se corta, cada una de las partes pasan a ser redes independientes. (Durán, 2007, pág. 998)

2.3.2.4 Bus de comunicación

Es el medio de transmisión por el cual se transporta la información entre los distintos dispositivos, puede realizarlo a través de cableado propio o cableado compartido como: la red eléctrica, la red telefónica o una red de datos. También puede realizarlo de forma inalámbrica. En la Figura 13 se esquematiza los medios de transmisión en un sistema domótico.

Figura 13. Principales medios de transmisión en un sistema domótico



Fuente: cinthitiki, 2009; tecnología 2.0, 2011; codesolar, 2012
Elaborado por: Armando Alomoto & Danilo Sigcha

En el área de la domótica los principales medios de transmisión son:

Cableado propio: es el medio más común para los sistemas de domótica, principalmente pueden ser: par trenzado, coaxial o fibra óptica.

Cableado Compartido: un sistema de domótica utiliza redes existentes para la transmisión de su información, pueden ser la red eléctrica, la red telefónica o redes de datos.

Inalámbrica: otra solución para los sistemas de domótica son las redes inalámbricas, las principales tecnologías que se utiliza es radiofrecuencia o infrarrojo para transmisión de datos entre dispositivos.

Debemos recalcar que cuando el medio de transmisión esta utilizado para transmitir información entre dispositivos con la función de controlar, también se denomina Bus.

2.3.3 Nivel de dispositivos

Este nivel permite la comunicación entre dispositivos de campo como sensores, transmisores, transductores y actuadores con el nivel de control en un sistema. No usamos protocolos definidos dentro de un sistema domótico para climatización e iluminación puesto que son señales análogas y digitales que son leídas por los dispositivos de control para ser tratadas de acuerdo al programa que se encuentren ejecutando.

Sin embargo en un sistema domótico con control de acceso, existen protocolos que son usados en aplicaciones de control biométrico y control de accesos por tarjetas magnéticas, como es el caso del protocolo Wiegand.

2.3.3.1 Protocolo wiegand

Este protocolo tiene como función la comunicación entre los lectores de tarjetas wiegand y los dispositivos de control de accesos, en nuestro caso con el módulo AC-1 Andover Controls.

Es un protocolo de transmisión serial asíncrono con una longitud de 26 bits, la información es transmitida a través de un par de cables que son eléctricamente opuestos a nivel de transmisión los que comparten una tierra en común, estos cables son conocidos como DATA 0 y DATA 1. Dentro de la cadena de bits transmitida se puede diferenciar el número de tarjeta que resulta de una permutación entre varios patrones de bits dentro del campo identificador de código, en la Tabla 4 se muestra la estructura que tiene la trama Wiegand 26, común en aplicaciones de control de accesos. (Protocolo Wiegand, 2013, pág. 1)

Tabla 4. Formato Wiegand de 26 bits

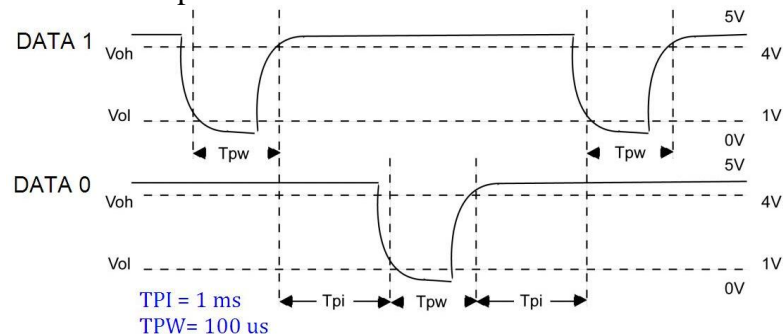
Número de bit	Propósito
Bit 1	Bit paridad sobre los bit 2 al 13
Bit 2 al 9	Código de facilidad (0 a 255)
Bit 10 al 25	Número de identificación (0 – 65535)
Bit 26	Paridad impar sobre los bit 14 al 25

Fuente: (Protocolo Wiegand, 2013, pág. 2)

Cuando el sistema no recibe datos a través del lector, los canales DATA 0 y DATA 1 se encuentran en nivel lógico alto, si transmite un nivel lógico 1, el canal D1 envía un pulso con un periodo igual a 100 us (microsegundos) mientras el canal D0 permanece en alto, caso contrario si transmite un nivel lógico 0, el canal D0 envía un pulso con un periodo igual a 100 us (microsegundos) mientras el canal D1 permanece en alto. (Protocolo Wiegand, 2013, pág. 2)

Existe un intervalo de tiempo entre pulsos equivalente a 1 segundo para evitar errores en la transmisión. En la figura 14 se muestra los tiempos de transmisión.

Figura 14. Patrón de tiempos de transmisión



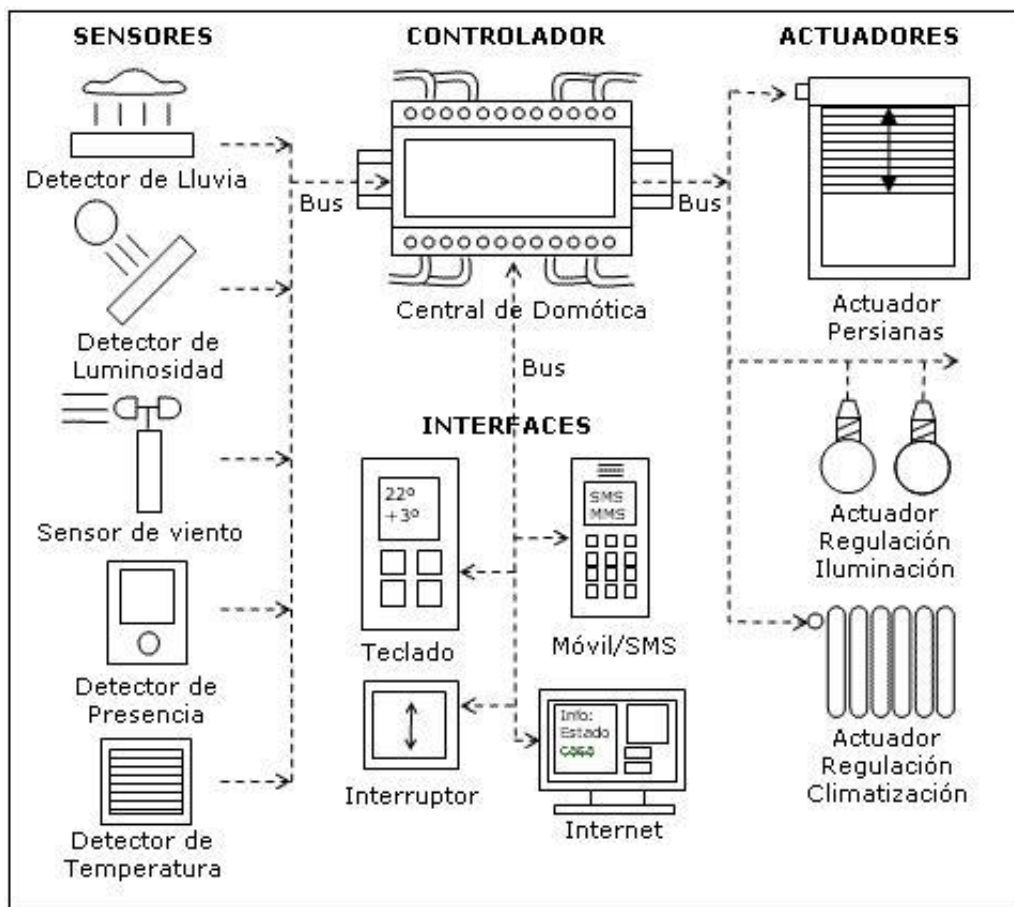
Fuente: (Protocolo Wiegand, 2013, pág. 1)

El proceso de interpretación divide a la trama de 26 bits en cuatro partes: 1 bit de paridad, 12 primeros bits transmitidos, 12 últimos bits transmitidos y 1 bit de paridad impar.

2.4 Elementos de un sistema domótico

Un sistema domótico refiere a la automatización en una vivienda o edificación de forma centralizada a través de sensores, actuadores y la ejecución de programas en controladores. Un sistema domótico ofrece a sus usuarios: confort, eficiencia, ahorro de energía, seguridad y ser amigables al medio ambiente. En la Figura 15 se esquematiza los elementos de un sistema domótico.

Figura 15. Esquema de un sistema domótico



Fuente: (GRUPOTERMARED, 1999-2013)

2.4.1 Interfaz Humano Máquina (HMI)

Las interfaces se refieren a las pantallas de monitoreo y control en las cuales se muestra la información a los usuarios donde los mismos pueden interactuar con el sistema.

En la interfaz se concentran los valores de variables de los procesos o eventos facilitando el monitoreo y control sin necesidad de recoger todos los datos de forma manual. Permite mostrar al operador valores como:

- Tendencias dentro del proceso.
- Valores históricos.
- Accionamiento de alarmas.
- Cronogramas.

2.4.2 Controlador

Es el encargado de recoger la información de los distintos elementos de control y transmitirlos por el bus de comunicación, para que sean recibidas por cada uno de los dispositivos destinatarios. También puede gestionar los estados de cada dispositivo.

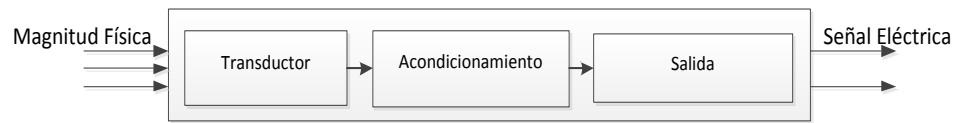
El controlador tiene comunicación directa con todos los dispositivos que están conectados en el mismo bus, reciben continuamente información de los dispositivos de entrada y dependiendo de su programación ejecutan órdenes accionando los actuadores.

2.4.3 Sensores

Los sensores son dispositivos de campo que recogen y transforman los parámetros como: temperatura, nivel, presión, la existencia de escape de gas o agua, la presencia de un intruso, a señales eléctricas de voltaje o corriente, para posteriormente enviarlas al controlador y este ejecute automáticamente las tareas programadas. Un sensor está conformado por tres etapas como se indica en la Figura 16.

- Transductor: convierte las variaciones físicas captadas en magnitudes de señal.
- Acondicionamiento: filtra y/o amplifica la señal captada por el transductor
- Salida: normaliza la señal recibida y se la envía a la unidad de control o actuador.

Figura 16. Esquema interno de un sensor



Elaborado por: Armando Alomoto & Danilo Sigcha

Los sensores se los puede clasificar tomando en cuenta distintos criterios.

Según el tipo de alimentación: se clasifican en Activos y pasivos.

- Activos: este tipo de sensores necesitan ser alimentados eléctricamente y calibrados a niveles normalizados de voltaje o corriente.
- Pasivos: este tipo de sensores no necesitan ser alimentados eléctricamente, este tipo de sensores no son utilizados comúnmente en el área de la domótica. (Romero Morales Cristóbal, 2005, pág. 55)

Según el tipo de señal implicada: se clasifican en Continuos y discretos.

- Continuos: se caracterizan porque en su salida presenta una magnitud cuyo valor varía de forma continua en el tiempo, pueden presentar infinitos valores dentro de un rango. La magnitud en la salida del sensor se la llama señal analógica.
- Discretos: este tipo de sensores en su salida solo disponen de un número finito de valores dentro de un rango limitado de la variable a medir. La magnitud en la salida del sensor se denomina señal discreta. (Romero Morales Cristóbal, 2005, pág. 55)

Según el ámbito de aplicación: En el área de la domótica esta es la forma más adecuada para la clasificación de los sensores, se clasifican según el ambiente de aplicación y pueden ser: control de presencia, control de iluminación, gestión contra incendios, entre otros. Esto facilita la gestión y la implementación de sistemas domóticos. (Romero Morales Cristóbal, 2005, pág. 56)

En la Tabla 5 proporciona varios ejemplos de sensores basándonos en el ámbito de aplicación.

Tabla 5. Ejemplos de sensores basados en el ámbito de aplicación

Ámbito de aplicación	Tipo de sensor
Gestión climática	Sensores de temperatura (resistivos, semiconductores, termopares, etc.), termostatos, sondas de temperatura para inmersión, para conductos, para tuberías, sensores de humedad, sensores de presión, etc.
Gestión contra incendio	Sensores iónicos, termovelocimétricos, sensores ópticos, infrarrojos, de barrera óptica, sensores ópticos de humo, de dilatación etc.
Gestión contra intrusión y/o robo	Sensores de presencia por infrarrojos, por microondas o por ultrasonidos, sensores de aperturas de puertas o ventanas, sensores de rotura de cristales, sensores microfónicos, sensores de alfombra pisada, etc.
Control de presencia	Lector de teclado, lector de tarjetas, identificadores corporales (biométricos).
Control de iluminación	Sensor de luminosidad.
Otros sistemas	Sensores de lluvia, de viento, de CO ₂ , de gas, de inundación, de consumo eléctrico, de consumo de agua, de nivel de depósitos, etc.

Fuente: Domótica e Innótica. Viviendas y edificios inteligentes, pag: 50
Elaborado por: Romero Morales Cristóbal

Los sensores en un sistema domótico se utilizan según la zona a controlar, vigilar o proteger, es común en un sistema domótico la combinación de varios tipos de sensores. A continuación se describen los diferentes sensores que se pueden utilizar en un sistema domótico.

2.4.3.1 Sensor de presencia PIR

Su propósito es verificar la presencia de personas en un determinado lugar, de tal forma que cuando se activa realiza una acción previamente configurada o programada en un controlador. En la Figura 17 se observa el sensor de presencia PIR.

Figura 17. Sensor volumétrico de presencia



Fuente: iLamparas, 2013

Los sensores de presencia se clasifican según su ubicación. Los volumétricos son los que están ubicados en el interior de una edificación o vivienda. Los perimétricos están ubicados en los exteriores de una edificación o vivienda, sus aplicaciones pueden ser en:

- Iluminación de acceso a viviendas.
- Alumbrado de escaleras y pasillos.
- Conexión y desconexión de luces de garaje.
- Accionamiento de alarmas, bombas de agua.
- Detección de intrusos.

Su funcionamiento se basa en la detección de cambios de temperatura a través de infrarrojos, su construcción se basa en un elemento piro-eléctrico como puede ser el cuarzo o cristales iónicos, este tipo de elementos generan una variación de voltaje al ser expuestas o alcanzados por la radiación infrarroja que produce el calor.

Para asegurar que la radiación infrarroja sea captada por el elemento piro-eléctrico el sensor tiene lentes fresnel como filtro, pues este tipo de lentes “recibe una pequeña fuente de luz y es capaz de refractarla en un haz de rayos paralelos. (Jewett, 2015, pág. 464)

La señal de voltaje que ofrece el elemento piro-eléctrico es amplificada y llevada a una unidad de procesamiento como un micro-controlador para activar una salida tipo relé por un tiempo determinado, encendiendo así una lámpara o un actuador.

Los sensores de presencia sólo se activan ante cuerpos que irradian calor. Su alcance y radio de cobertura depende directamente del modelo de sensor y del tipo de instalación.

2.4.3.2 Detector de humo

Están diseñados para detección y prevención de incendios en lugares donde no se puede implementar un sistema sofisticado de control de incendios, existen varios tipos de sensores de humo, se clasifican según su funcionamiento en iónicos y fotoeléctrico, en la Figura 18 se indica el detector de humo.

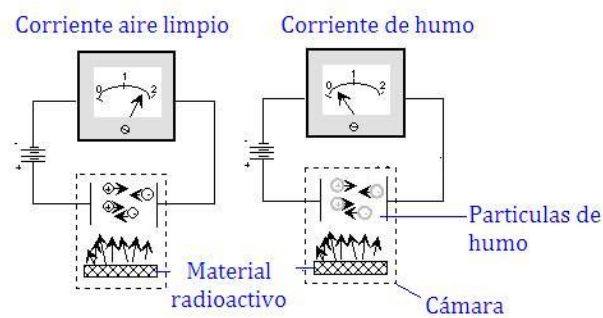
Figura 18. Detector de Humo



Fuente: Solomon, 2013

Los sensores iónicos basan su funcionamiento en una cámara y fuentes ionizadas, en su interior tiene americio que es un material radioactivo que al entrar en contacto con el humo se produce un cambio de carga eléctrica en un átomo o una molécula denominado ionización, este fenómeno es controlado por circuitos electrónicos para activar una alarma sonora, en la Figura 19 se muestra un diagrama de funcionamiento de los sensores iónicos.

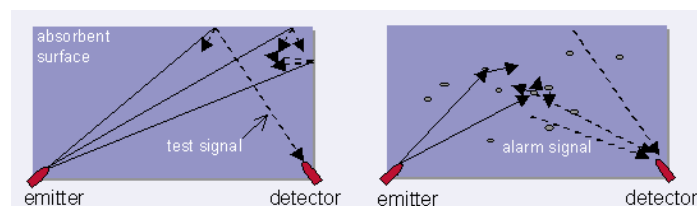
Figura 19. Principio de funcionamiento de sensores Iónicos



Fuente: (Detectores de incendios, 2012)

Los sensores fotoeléctricos basa su funcionamiento en una barrera de infrarrojos ubicados dentro de una cámara, este haz de luz infrarroja al ser interrumpida por la presencia del humo activa una señal sonora a través de un circuito electrónico, como se verifica en la Figura 20.

Figura 20. Principio de funcionamiento sensores fotoeléctricos



Fuente: (Detectores de incendios, 2012)

2.4.3.3 Sensor de ruptura de vidrios o cristales

Este tipo de sensores basan su funcionamiento en los sonidos a altas frecuencias producidas al romper un cristal. Como ejemplo de los tipos de sensores se hace referencia a la Figura 21.

Figura 21. Sensor de ruptura de vidrios o cristales



Fuente: Ing Control, 2013

Este tipo de sensores se activan debido a que al romperse un cristal se producen dos tipos de sonidos de distinta frecuencia, el primero se genera debido al impacto sobre el cristal milisegundos antes de la ruptura es un sonido de baja frecuencia aproximadamente a 200 Hz, cuando se rompe el cristal se genera un segundo sonido con una frecuencia que varía entre los 3000 y 5000 Hz, debido a este fenómeno se garantiza que no se active por otro tipos de sonidos.

2.4.3.4 Detector de inundación

Son utilizados en lugares propensos a inundaciones como pueden ser cocinas, cuartos de lavado, baños, terrazas. El uso de estos dispositivos se adapta a las necesidades de la edificación.

La mayoría de sensores de inundación basan su funcionamiento en una sonda que posee dos electrodos instalados muy cerca del piso, estos electrodos se encuentran muy cerca del piso y en circuito abierto de tal forma que entre ellos hay una impedancia alta, cuando hay la presencia de agua la impedancia entre los electrodos disminuye y se genera una alarma. En la Figura 22 se indica la fotografía de un detector de inundación.

Figura 22. Detector de inundación

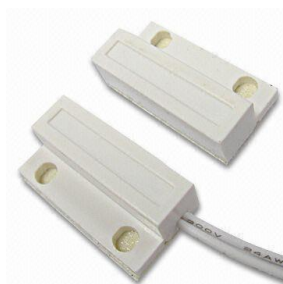


Fuente: Innovamer Comunicaciones, 2013

2.4.3.5 Detectores Magnéticos de Estado

Es utilizado comúnmente en ventanas y puertas en sistemas de seguridad. Está conformado por una parte móvil que es un imán y otra fija que es un cuerpo metálico con cables conectados a un circuito, conocido como red switch, como se muestran en la Figura 23.

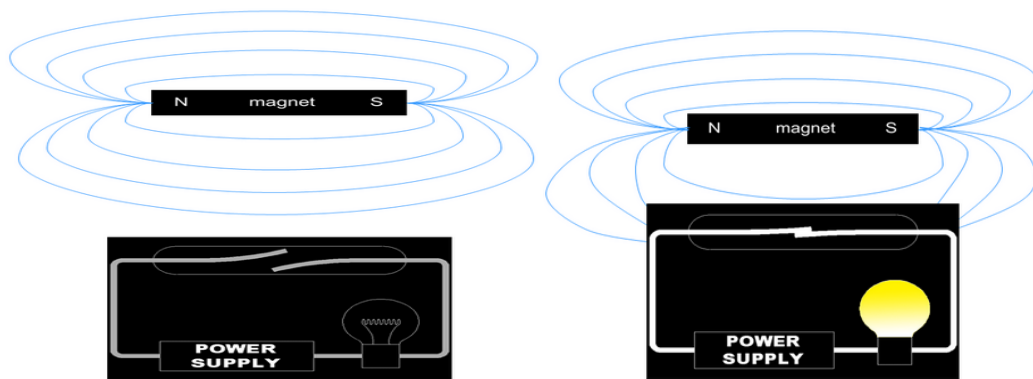
Figura 23. Detectores de contactos magnéticos



Fuente: Innovamer Comunicaciones, 2013

Su funcionamiento se basa en dos placas de metal ferromagnético como: hierro, cobalto, níquel, contenidos en una cámara de cristal al vacío o con nitrógeno. Las láminas se unen cuando se les aplica un campo magnético provocando que la corriente fluya a través de los contactos. En la figura 24 se indica de manera gráfica el funcionamiento de un interruptor magnético.

Figura 24. Funcionamiento de un interruptor magnético



Fuente: (Detectores de incendios, 2012)

2.4.3.6 Sensor Detector de Gas

Este tipo de sensores detecta gases tóxicos o explosivos, tal es el caso de gas licuado de petróleo, propano, butano, entre otros. Cuando detecta una concentración de gas en el aire de una vivienda o edificación, se activa una alarma y se corta el suministro de gas. En la Figura 25 se muestra el detector de gas licuado y de gas natural.

Figura 25. Detector de gas licuado y gas natural



Fuente: Catchview Electronics, 2013

Los sensores de gas se ubican a diferentes alturas dependiendo del tipo de sensor y del tipo de gas a detectar, para gases como el butano o propano el detector se coloca a 20 cm del suelo, para gas natural cuya densidad es menor se coloca a 20 cm del techo.

2.4.3.7 Termostato

Sirve para regular la temperatura de un ambiente por medio de sistemas de calefacción y refrigeración, su principio de funcionamiento está basado en la medición de temperatura con un termistor. Es preciso mencionar que un termostato es un interruptor, provoca una conexión o desconexión del circuito cuando la cuando la temperatura es superior a la programada, y cierran el circuito en caso contrario. La Figura 26 se observa de manera gráfica el termostato.

Figura 26. Termostato



Fuente: Catchview Electronics, 2013

El termistor es un sensor de temperatura que varía la resistencia que presenta un semiconductor respecto a la temperatura.

Podemos encontrar dos clases de termistores:

- Termistor PTC (Coeficiente de Temperatura Positivo): en este tipo de termistor el valor de la resistencia aumenta a medida que aumenta la temperatura.
- Termistor NTC (Coeficiente de Temperatura Negativo): en este tipo de sensores el valor de la resistencia disminuye a medida que aumente la temperatura.

Para un buen funcionamiento del termostato se debe considerar algunos factores importantes referentes a la ubicación:

- Ubicado a una altura de 1,5 m respecto al suelo.
- En la pared opuesta a la fuente de calor.
- Ubicar en un lugar libre de corrientes de aire, incidencia de la luz o sol.

2.4.3.8 Lector de tarjetas de proximidad

Las tarjetas de proximidad y su detector de proximidad operan con el protocolo Wiegand con una resolución de 26 bits, permite un número de tarjeta único, la decodificación del protocolo lo hacen dispositivos diseñados en recibir señales de radio frecuencia. En la Figura 27 se muestra las tarjetas de proximidad y el lector de tarjetas.

Figura 27. Tarjetas de proximidad y lector de tarjetas



Fuente: (Protocolo Wiegand, 2013)

Las tarjetas llevan a cabo la función de transmitir los datos, mediante la transferencia de energía resonante a una frecuencia de 125 KHz. Consta de tres partes para su funcionamiento: una antena (bobina), un condensador y un circuito integrado que lleva el número de identificación de la tarjeta.

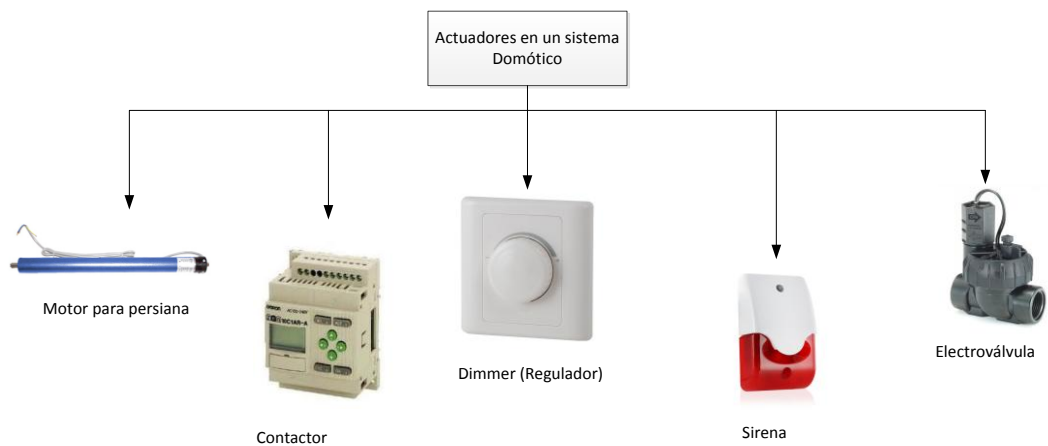
El proceso de transmisión empieza cuando la antena recibe una señal de radiofrecuencia desde el lector de tarjetas, esta señal excita a la bobina la cual es una antena que está conectada en paralelo con el condensador, producto de esta excitación eléctrica a la bobina, el condensador se carga almacenando en él un voltaje, este voltaje alimenta al circuito integrado que descarga la información que posee a través de la antena hacia el lector, el lector envía la información a través del medio físico usando el protocolo Wiegand.

2.4.4 Actuadores

En un sistema domótico los actuadores son dispositivos electromecánicos capaces cambiar el estado de ciertos equipos, utilizados en: el corte de suministro de gas o agua, el envío de una alarma, el aumento o disminución de la calefacción, entre otros.

En la Figura 28 se esquematiza los elementos que se pueden considerar como actuadores en un sistema domótico.

Figura 28. Actuadores en un sistema domótico



Fuente: aulavritual, 2013; electrogil, 2013; aki, 2013; eminent,2012
Elaborado por: Armando Alomoto & Danilo Sigcha

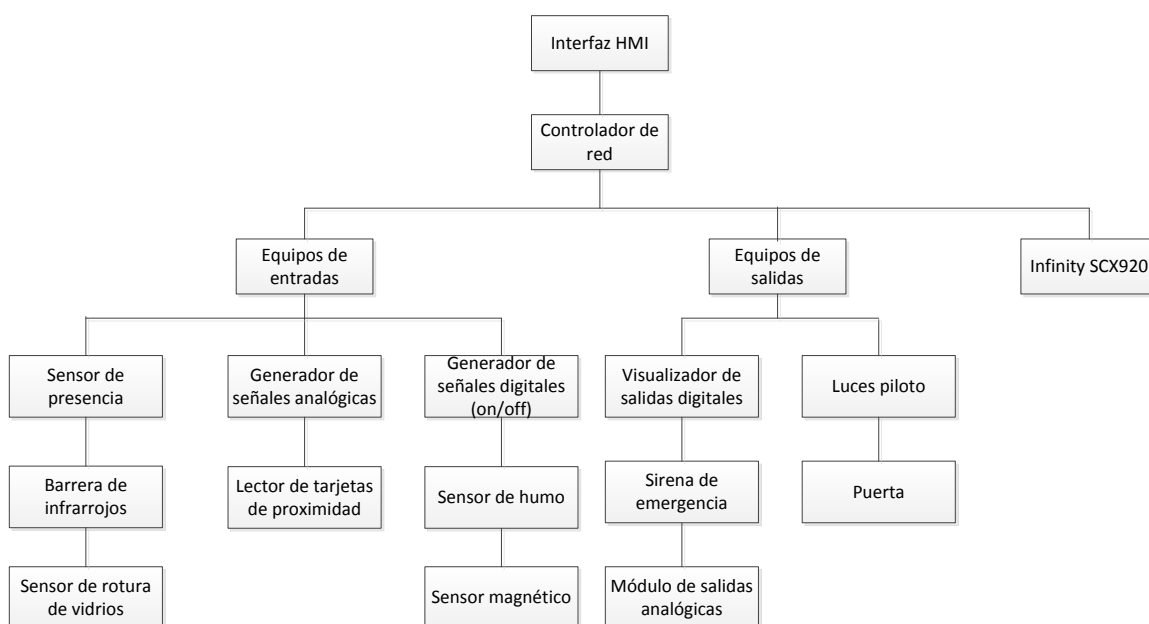
CAPÍTULO 3

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA HMI Y DEL MÓDULO DIDÁCTICO

El módulo didáctico consta de cuatro partes principales: la Interfaz (HMI), el controlador, equipos de entradas y equipos de salidas. La elaboración del módulo electrónico permitirá a los estudiantes la simulación de: control de iluminación, control de accesos, control de temperatura, control de incendios, entre otros.

En la Figura 29 se esquematiza todos los componentes que posee el módulo didáctico.

Figura 29. Estructura del módulo electrónico



Elaborado por: Armando Alomoto & Danilo Sigcha

3.1 Delimitación del módulo

Al conocer el funcionamiento y las posibles aplicaciones de los equipos Andover Continuum disponibles en la UPS para la implementación del módulo didáctico se encontró limitaciones como:

La restricción en el control de accesos debido a que solo se cuenta con un equipo AC-1 de tal forma que se realiza la simulación de control de acceso en una sola puerta.

Para las simulaciones en el módulo electrónico, no pueden expandirse más de las condiciones dadas a continuación:

- 24 entradas programables como digitales, analógicas o de contador
- 8 salidas programables como digitales, fuentes de voltaje, fuente de corriente
- 8 salidas tipo relé.

El cableado entre los equipos AC-1, UI-8, DO-4R, DO-4RO (Andover Continuum) y los módulos de extensión construidos se utiliza par trenzado categoría 5E debido a que es un módulo de simulación y no se posee mucho espacio en las canaletas, en consecuencia de esto, las conexiones soportan una corriente máxima de 1,28 A además se utiliza canaleta ranurada de 25*25mm.

El módulo electrónico posee ocho tipos de sensores y cinco tipos de actuadores, debido a que es un módulo de entrenamiento y que existe una gran variedad de sensores y actuadores para utilizar en domótica se construye: un módulo generador de señales analógicas a través de potenciómetros el cual simula señales análogas como pueden ser temperatura, nivel, intensidad de luz, entre otros. Igualmente se construyó un módulo generador de señales digitales a través de pulsador, que simulara las señales on/off que captan los sensores digitales.

Para indicar el estado de los actuadores se construye el módulo visualizador de señales on/off, las cuales indicaran la activación o desactivación de actuadores mediante luces piloto.

3.2 Diseño de la interfaz gráfica HMI

Para la simulación de los diferentes ambientes se diseña una casa de dos plantas como se muestra en la Figura 30, a través de la interfaz gráfica HMI permite al estudiante interactuar con las diferentes áreas de la vivienda. La implementación de la interfaz se desarrollará en función al sistema casero a controlar, la interfaz se divide en:

- Sistema iluminación
- Sistema de climatización

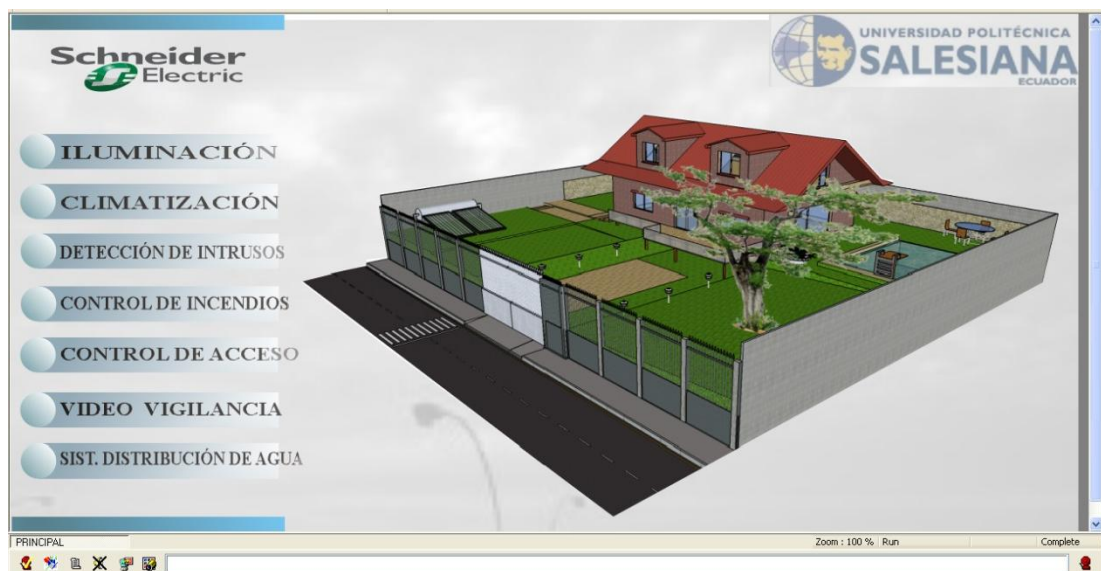
- Sistema de detección de intrusos
- Sistema de control de incendios
- Sistema de control de acceso
- Sistema de video vigilancia
- Sistema distribución de agua

La programación que se realizó en cada sistema se puede observar detalladamente en el anexo 2.

Para el diseño de la interfaz se toma en cuenta los de sensores y actuadores que se posee debido a que es una limitación de las funciones que se puede realizar además de las características del módulo electrónico construido.

Como se indica en la Figura 30 la interfaz gráfica HMI posee un menú principal en donde se puede seleccionar el sistema a supervisar o controlar, cada sistema realiza funciones específicas a través de sus sensores y actuadores de forma que estos equipos están asociados a la interfaz gráfica mediante un direccionamiento.

Figura 30. Menú principal de la interfaz gráfica del módulo electrónico



Fuente: Fotografía capturada por Armando Alomoto & Danilo Sigcha

A continuación se muestra en la Tabla 6 la salida que se utilizó de cada módulo:

Tabla 6. Entradas y salidas según el sistema a controlar

Sistema	Equipo	IN/OUT
Iluminación	Módulo sensor de presencia	OUT
	Extensión de entradas UI-8	IN1
	Extensión de salidas DO-4R	NA1, NA2,NA3,NA4
	Extensión de salidas DO-4RO	NA1, NA2,NA3,NA4
	Módulo visualizador de salidas On/Off	Salida 1 - salida 8
Climatización	Módulo generador de salidas analógicas	OUT1, OUT2
	Entradas Infinty SCX 920	Entradas:10, 12
	Extensión de salidas DO-4R	NA1, NA2,NA3,NA4
	Módulo visualizador de salidas On/Off	Salida 1 - salida 4
Detección de intrusos	Módulo sensores magnéticos de estado	OUT1, OUT2, OUT3
	Extensión de entradas UI-8	IN2, IN3, IN4
Control de acceso	Extensión de control de acceso	DATA,CLK,LED, AUX, DOOR, REX, RET, NA1,COM1
	Módulo de control de acceso	D0,D1,LED,IN,OUT
Video Vigilancia	Extensión de entradas UI-8	IN5, IN6
Distribución de agua	Módulo generador de salidas analógicas	OUT2,OUT5, OUT6
	Entradas Infinty SCX 920	12, 14 ,16
	Módulo visualizador de salidas On/Off	Salida 1 - salida 5

Fuente: Armando Alomoto & Danilo Sigcha

3.2.1 Sistema de Iluminación

Mediante el sensor de presencia y el módulo de visualización de salidas on/off se ejemplifica las luces en las habitaciones, escaleras y corredores adicionalmente se puede encender o apagar cada luz de la casa mediante la interfaz gráfica. Este sistema puede realizar las siguientes funciones:

- Iluminación total de la casa.
- Apagado total de la casa.

- Simula presencia a través del encendido de luces por horarios.
- Iluminación exterior
- Mediante la interacción con interfaz gráfica se puede encender o apagar cada luz de la casa.

3.2.2 Sistema de climatización

Para indicar la variación de temperatura en las diferentes áreas de la casa se utiliza el módulo generador de señales analógicas que a través de un potenciómetro se simulara la variación de temperatura.

El sistema de climatización mediante la interfaz gráfica puede realizar las siguientes funciones:

- Varía la temperatura de la planta alta
- Varía la temperatura de la planta baja
- Controla automáticamente la calefacción y ventilación de cada planta.

3.2.3 Sistema detección de intrusos

Para simular el estado de abierto o cerrado de puertas o ventanas de la casa se utiliza el módulo de sensores magnéticos de estado, de tal forma que al activar uno de los sensores se podrá visualizar en la interfaz gráfica su estado. Este sistema realiza las siguientes funciones:

- Indica al usuario mediante la interfaz gráfica la apertura de una puerta o ventana.
- Activa la sirena de emergencias

3.2.4 Sistema de control de incendios

Para el control de este sistema se utiliza el módulo de detección de incendios y el controlador desde la interfaz gráfica se puede verificar su funcionamiento y realizar la activación de la sirena de emergencias ya sea por medio de la interfaz gráfica o por medio del sensor de humo.

El sistema de control de incendios mediante la interfaz gráfica puede realizar las siguientes funciones:

- Verificar el estado del sensor de humo
- Verificar el estado de la sirena de emergencia
- Muestra la activación del sensor de humo

3.2.5 Sistema de control de acceso

Para el sistema de control de accesos se utiliza el módulo de extensión de control de accesos y el módulo de control de accesos, mediante la interfaz gráfica HMI se puede visualizar si la puerta se abre, además de indicar datos importantes como: el nombre de la persona que pertenece la tarjeta, el número de tarjeta, adicionalmente para verificar la identificación de la persona que ingresa o sale se activa la cámara web.

3.2.6 Sistema de video vigilancia

El sistema de video vigilancia se lo realiza mediante dos sensores infrarrojos que están ubicados en dos áreas de la casa y a través de una cámara web con resolución de 350 K pixel. El sistema de video vigilancia mediante la interfaz gráfica puede realizar las siguientes funciones:

- Visualización de áreas en tiempo real
- Visualización de la ubicación del evento

3.2.7 Sistema de distribución de agua

En el caso de los del sistema de distribución de agua se ejemplifica mediante un tanque reservorio que recoge el agua de lluvia el cual proveerá al sistema de riego y a baterías sanitarias además mediante electroválvulas se realiza el control de llenado en el tanque. A través de una segunda electroválvula se puede cortar el flujo total de agua en caso de activarse el sensor de inundación. Para el calentamiento del agua posee un sistema principal que a través de un panel de colectores solares calienta el agua, además de poseer un sistema secundario el cual entra en funcionamiento para controlar la temperatura del agua deseada cuando hay ausencia de luz solar.

- Distribución de agua en la casa
- Control de inundación

- Calentador de agua mediante colectores solares
- Riego automático

3.3 Descripción general del módulo didáctico

Los dispositivos como sensores, actuadores y generadores de señal serán implementados sobre estructuras modulares como se indica en la Figura 31 permitiendo ser ubicados en el módulo de entrenamiento de forma cómoda y facilitando sus conexiones.

Figura 31. Equipos modulares implementados



Fuente: Armando Alomoto & Danilo Sigcha

Para las conexiones entre equipos modulares se utiliza cable multifilar AWG 16 por el cual atraviesan las señales de actuadores y sensores, además para la energización de los equipos modulares que lo requieran se utiliza cable multifilar AWG 14.

El módulo tiene una arquitectura centralizada debido a que controlador concentra la información y la envía a los actuadores e interfaces según su programación, la configuración y la información que recibe de los sensores.

3.4 Descripción individual de los equipos modulares

Se colocó los sensores de: presencia, magnéticos, lector de tarjeta de proximidad, humo, infrarrojos, ruptura de cristal, en cajas modulares permitiendo facilidad de ubicación dentro del módulo de entrenamiento.

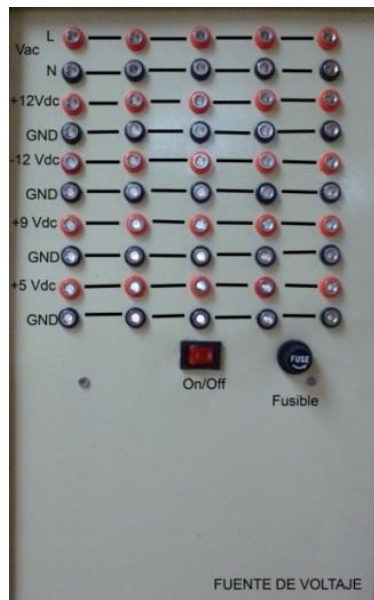
Las cajas son de fibra de vidrio y aluminio, las dimensiones de los módulos construidos dependió de las características de cada equipo, se posee dos dimensiones 12,5*16.5cm y 15*35cm, adicionalmente los módulos poseen conectores banana tipo hembra para realizar las conexiones.

Debido al costo elevado que significaba adquirir sensores y actuadores para cada sistema a implementar en la casa se construyó, dos módulos generadores de señales analógicas y un módulo generador de señales on/off para representar las señales que captan los sensores, además se construyó un módulo visualizador de salidas on/off el cual representa la activación o desactivación de actuadores mediante luces indicadores.

3.4.1 Fuente de voltaje para equipos modulares

Es necesario la fuente de energía para la alimentación de voltaje a los equipos que lo requieran, es por eso que se ha considerado usar una fuente de poder como se muestra en la Figura 32.

Figura 32. Módulo fuente de voltaje



Fuente: Armando Alomoto & Danilo Sigcha

En la Tabla 7 se indica los valores de voltaje que entrega la fuente.

Tabla 7. Voltajes disponibles en la fuente.

VOLTAJE	CORRIENTE
+ 5 Vdc.	3 A
+ 12 Vdc.	25 A
- 12 Vdc.	0,5 A
+ 9 Vdc.	1 A
120 Vac	N/A

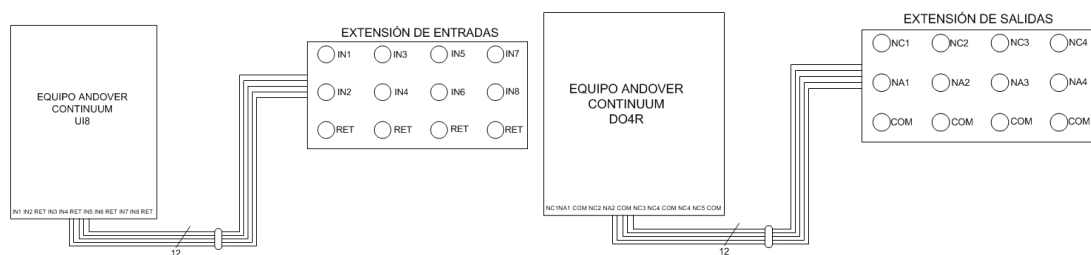
Elaborado por: Armando Alomoto & Danilo Sigcha

3.4.2 Módulos de extensión para dispositivos de entrada y salida

Para evitar el cableado directo hacia los equipos Andover Continuum, se construye módulos de expansión para todos los equipos disponibles para interconectarlos con facilidad, como se aprecia en la Figura 33.

Los módulos de expansión evitarán a los estudiantes la conexión directa a los equipos, debido a que es un módulo de entrenamiento y necesita la conexión y desconexión de forma rápida y fácil

Figura 33. Esquema interno y fotografía del módulo de extensión de entradas y salidas.



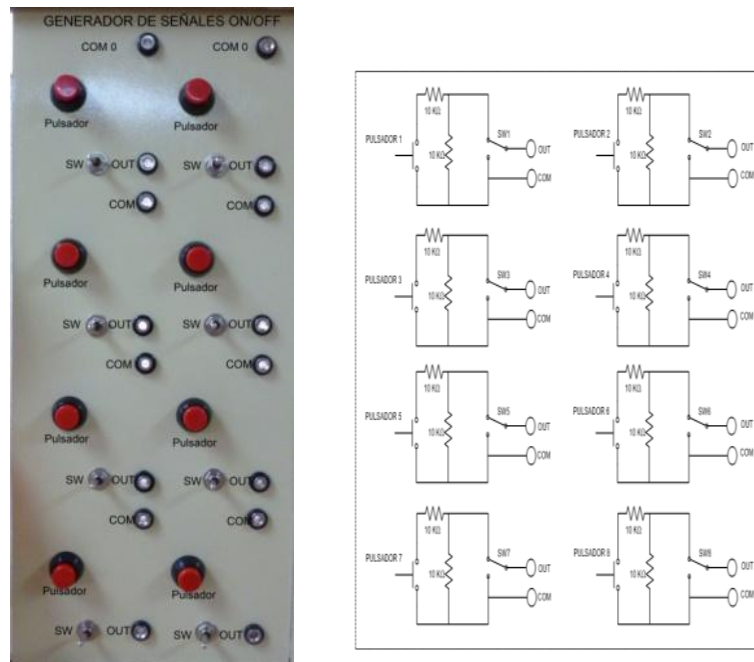
Fuente: Armando Alomoto & Danilo Sigcha

3.4.3 Módulo generador de señales on/off

El módulo generador de señales ON/OFF se conforma de una matriz de pulsadores que permitirán simular contactos abiertos o cerrados con un circuito de resistencias en paralelo al contacto para simular entradas supervisadas. En la Figura 34 se observa como está constituido el módulo generador de señales.

Su finalidad es simular el estado de sensores: de presencia, de humo, de inundación, rotura de vidrio entre otros. En este caso la generación de señales tipo on/off no necesitan ninguna clase de circuitos electrónicos pues los equipos Andover discriminan el estado de contactos abiertos o cerrados.

Figura 34. Fotografía y esquema interno del módulo generador de señales on/off

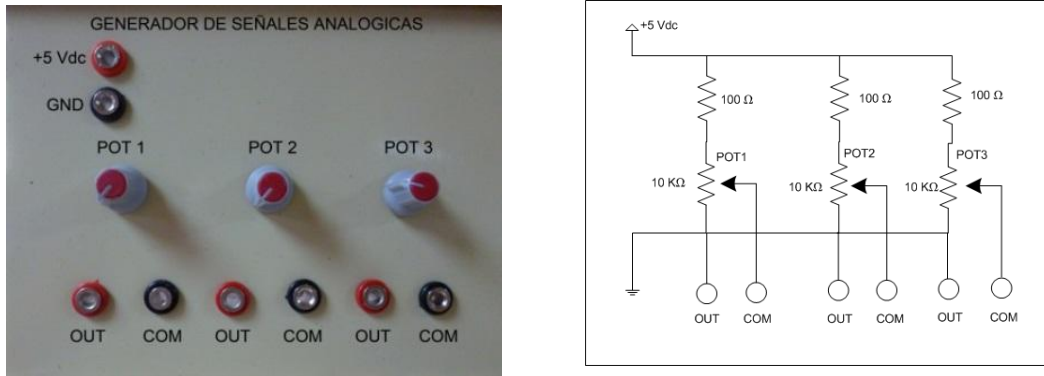


Fuente: Armando Alomoto & Danilo Sigcha

3.4.4 Módulo generador de señales analógicas

Para la generación de señales analógicas se usará potenciómetros logarítmicos que suministran un voltaje variable de 0 a 5 voltios, el cual es valor normalizado para los equipos Andover, como se verifica en la Figura 35.

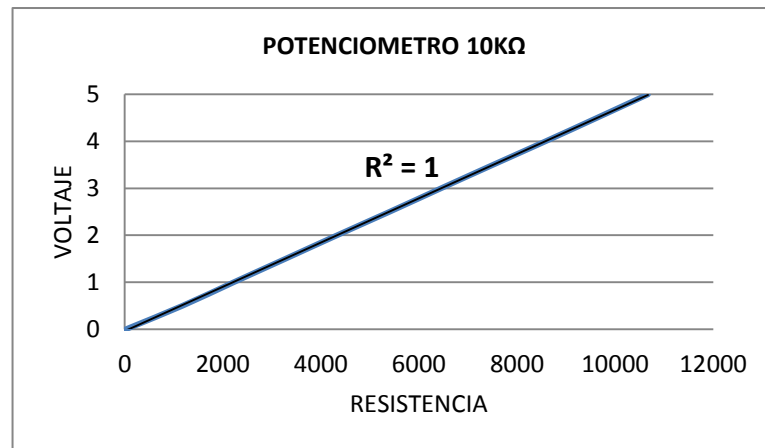
Figura 35. Fotografía y esquema interno del módulo generador de señales analógicas



Fuente: Armando Alomoto & Danilo Sigcha

La selección de los potenciómetros para la construcción de los módulos se realiza mediante la comparación del coeficiente de correlación de la curva de respuesta de potenciómetros de 1 KΩ, 10 KΩ y 500 KΩ con un voltaje aplicado de 5 voltios. El potenciómetro de 10 KΩ es el que mejor coeficiente de correlación presenta con un valor de $R=1$ por dicho motivo fue el utilizado para la construcción. En la Figura 36 se indica la respuesta del potenciómetro de 10KΩ.

Figura 36. Respuesta y coeficiente de correlación del potenciómetro de 10KΩ.



Fuente: Armando Alomoto & Danilo Sigcha

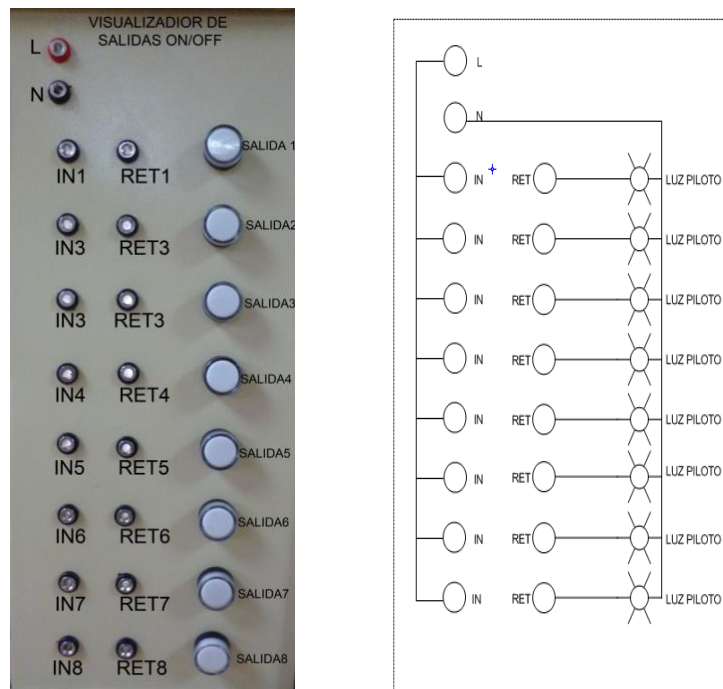
La señal de salida debe tener una tendencia lineal para evitar errores de medición en las simulaciones, es por eso que se implementa en conjunto un circuito que transforma la respuesta logarítmica del potenciómetro a señal lineal.

3.4.5 Módulo visualizador de salidas digitales

Para la implementación de este módulo se usará una matriz de indicadores visuales a través de luces piloto como se observa en la Figura 37, este módulo necesita una alimentación de 120 V.

Para lograr la activación de estos indicadores se aplicará un circuito simple de encendido y apagado, en lugar de un interruptor se realizará la conexión respectiva para que el paso de flujo eléctrico sea a través de los contactos correspondientes a los equipos Andover para simular la activación de actuadores como motores, bombas, relés, persianas entre otros.

Figura 37. Fotografía y esquema interno del módulo visualizador de salidas digitales



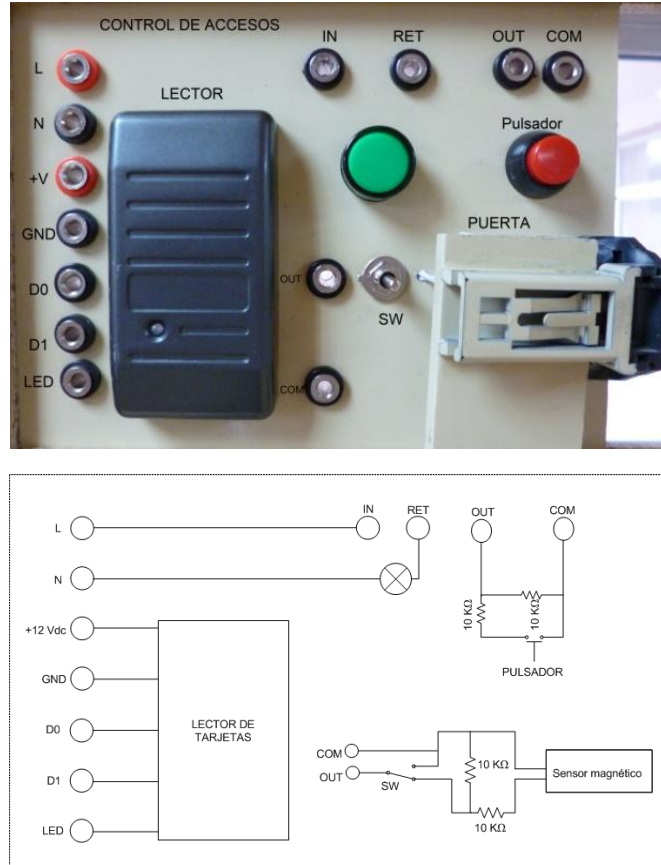
Fuente: Armando Alomoto & Danilo Sigcha

3.4.6 Módulo de control de acceso

El equipo Andover Continuum AC-1 posee incorporado las entradas correspondientes al lector de tarjetas de proximidad, los contactos para un pulsador para solicitar la salida, contactos para activar o desactivar la cerradura eléctrica y contactos para una señal sonora, no existen circuitos electrónicos a implementar.

La única variación en este módulo es la conexión a la fuente de voltaje de 120 V para la luz piloto. En la Figura 38 se muestra el módulo para el control de accesos.

Figura 38. Fotografía y esquema interno del módulo control de accesos

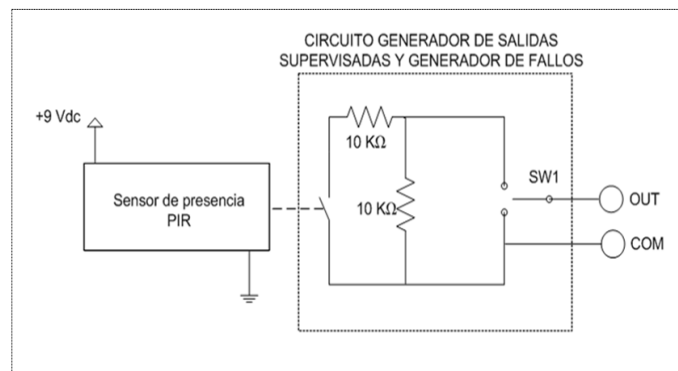


Fuente: Armando Alomoto & Danilo Sigcha

3.4.7 Módulo sensor de presencia

Este módulo consta de un sensor infrarrojo y un interruptor de tres posiciones tipo palanca como se aprecia en la Figura 39, está conectado internamente para simular el funcionamiento normal del sensor y condiciones supervisadas como: sensor en corto circuito y sensor removido. Estas condiciones son mostradas a través de la interfaz gráfico por medio de alarmas.

Figura 39. Fotografía y esquema interno del módulo sensor de presencia



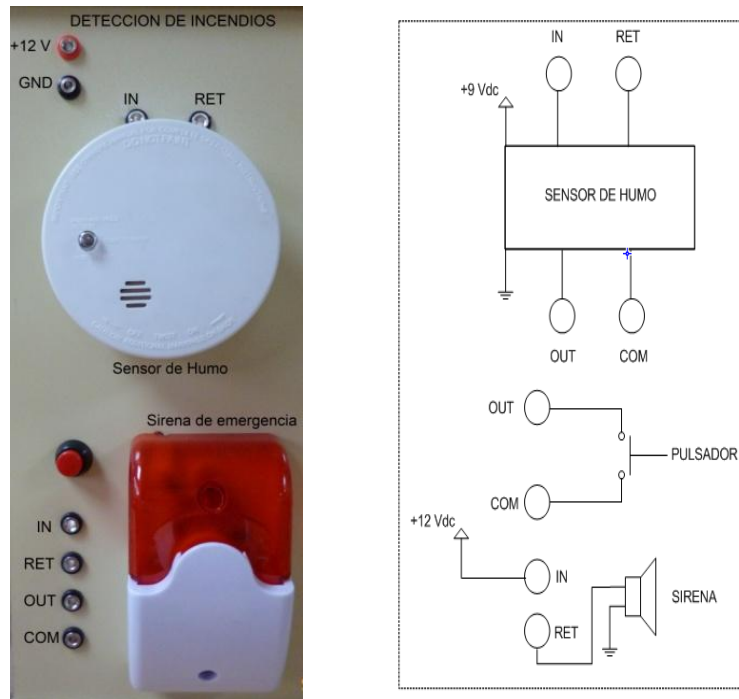
Fuente: Armando Alomoto & Danilo Sigcha

3.4.8 Módulo detección de incendios

Está conformado por un sensor de humo con detección por ionización, una sirena de emergencia, un pulsador que representa a las palancas de aviso de incendio; como se verifica en la Figura 40. Adicionalmente requiere una alimentación de 12 Vdc para el actuador y para el sensor se utilizó el circuito integrado LM7809 para limitar su alimentación a 9Vdc.

Dentro del sistema de detección de incendios a simular, este módulo genera una salida tipo digital que activa alarmas en la interfaz HMI y encender la luz estroboscópica conjuntamente. Además desde la interfaz HMI se puede verificar el funcionamiento del sensor de humo y la luz estroboscópica.

Figura 40. Fotografía y esquema interno del módulo para detección de incendios



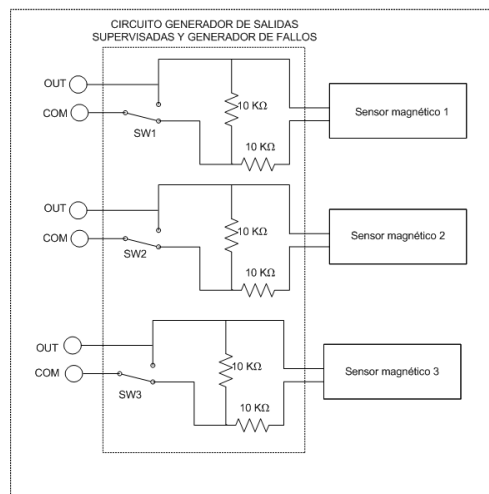
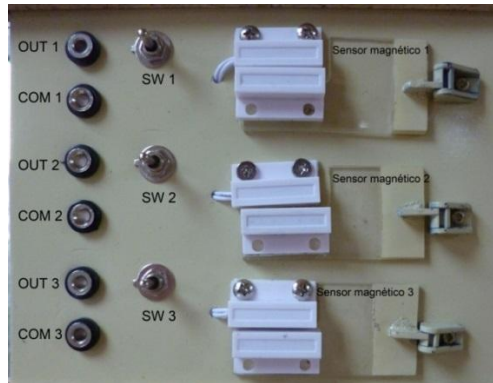
Fuente: Armando Alomoto & Danilo Sigcha

Puede trabajar bajo condiciones de dependencia con el controlador en sistemas de control de incendios o de forma independiente en sistemas de detección de incendios.

3.4.9 Módulo sensor magnético de estado

Este módulo simula el estado de las ventanas o puertas, contiene tres sensores magnéticos, tres interruptores de tres posiciones tipo palanca para simular el funcionamiento normal del sensor y condiciones supervisadas: sensor removido o sensor en corto circuito. Como se observa en la Figura 41, este no necesita circuito de alimentación para su funcionamiento pues entrega al controlador el estado del contacto sea abierto o cerrado.

Figura 41. Fotografía y esquema interno del módulo sensores de presencia

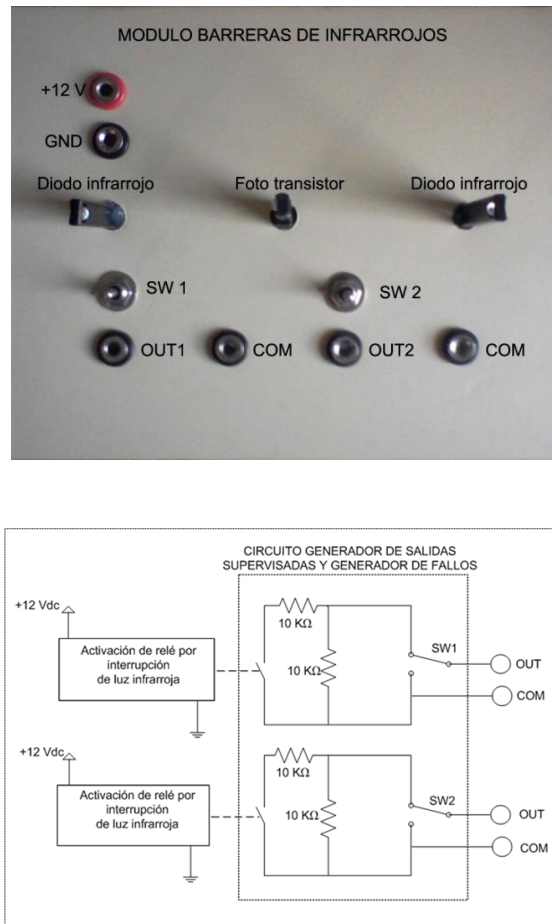


Fuente: Armando Alomoto & Danilo Sigcha

3.4.10 Módulo barreras de infrarrojos

Para la simulación del sistema contra intrusos se implementa un circuito mediante diodos infrarrojos y foto transistores que crea un haz de luz invisible al ojo humano, este módulo activa un relé al momento que el haz de luz sea interrumpido y generar una alarma en la interfaz HMI. En la Figura 42 se muestra una fotografía del módulo de barrera de infrarrojos construidos.

Figura 42. Fotografía y esquema interno del módulo barreras de infrarrojos



Fuente: Armando Alomoto & Danilo Sigcha

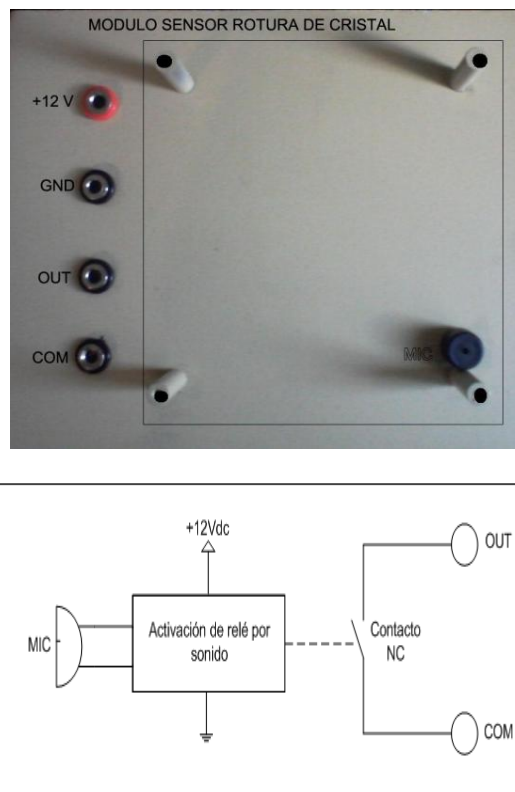
Al igual que los módulos sensor de presencia y sensor magnético de estado posee dos interruptores para simular condiciones supervisadas.

Es necesario 12 Vdc para la alimentación del circuito de control y para la activación de los relés.

3.4.11 Módulo sensor rotura de cristal

Para representar el funcionamiento de un sensor de rotura de cristal se implementó un circuito electrónico que active un relé ante al recibir un sonido captado a través de un micrófono, es la representación del principio de funcionamiento de los sensores comerciales. Es necesario alimentarlo con 12 Vdc para el circuito de control y la activación de un relé. Como se muestra en la Figura 43.

Figura 43. Fotografía y esquema interno del módulo sensor rotura de cristal



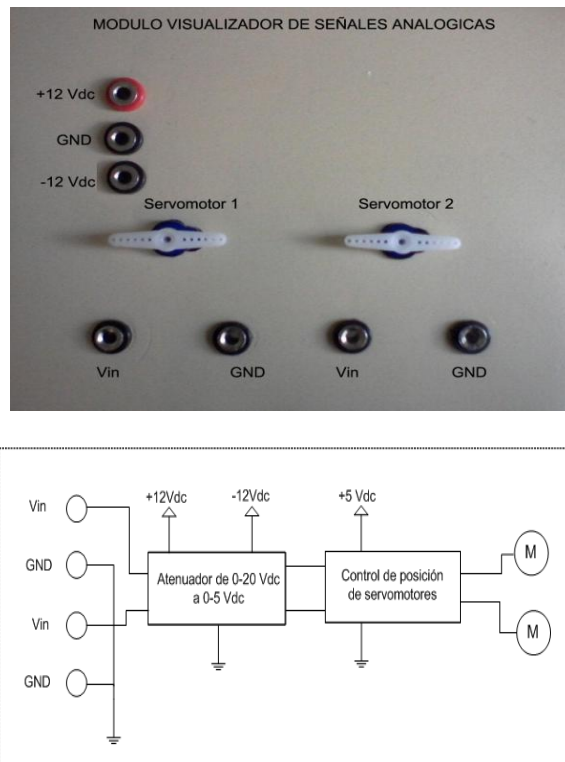
Fuente: Armando Alomoto & Danilo Sigcha

3.4.12 Módulo visualizador de señales analógicas

Para observar la variación de voltaje de 0 a 20 Vdc en las salidas del controlador SCX 920 Infinity se implementa un circuito electrónico para girar el eje de un servo motor proporcionalmente al voltaje que se aplique a este módulo.

Está conformado por un circuito atenuador de 0 a 5 voltios, el circuito de control está conformado por un micro controlador que convierte el voltaje a señales PWM y el circuito actuador representados por servo motores, como se observa en la Figura 44.

Figura 44. Fotografía y esquema interno del módulo visualizador de señales analógicas



Fuente: Armando Alomoto & Danilo Sigcha

Es alimentado con 12Vdc y -12 Vdc para el circuito atenuador y regulado mediante el circuito integrado LM7805 a 5 Vdc para alimentar al micro controlador y al servo motor.

3.5 Etapas de funcionamiento del módulo didáctico Andover Continuum de Schneider

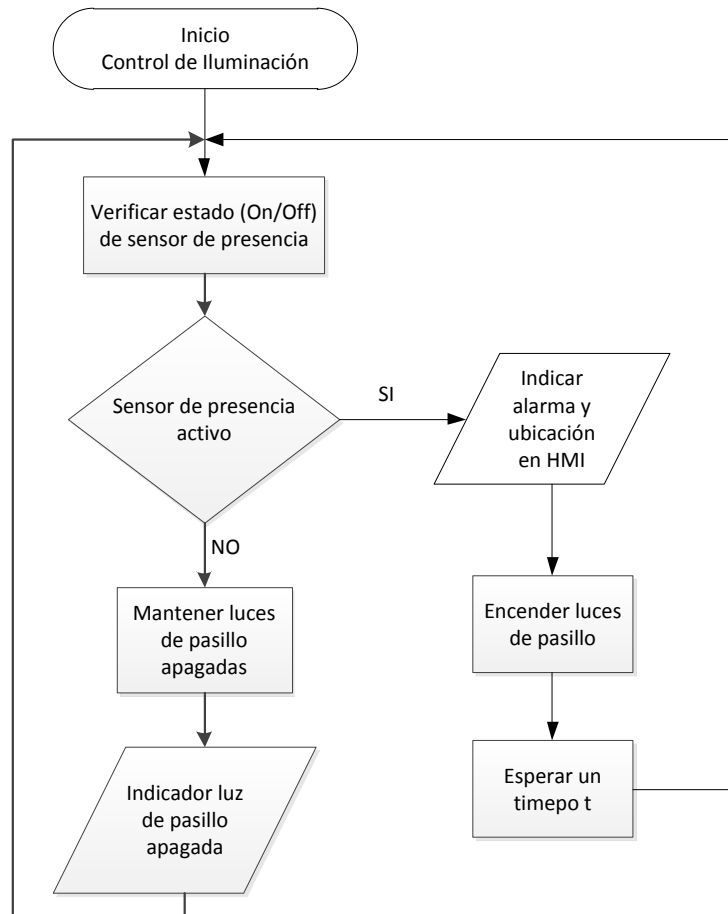
Por medio de los siguientes diagramas de flujo se representan las distintas aplicaciones que se pueden simular en el módulo electrónico Andover Continuum.

3.5.1 Control de iluminación

El sistema verifica los valores actuales de los sensores, cuando el sensor recibe una señal de presencia el sistema encenderá las luces por un tiempo determinado, al poco tiempo que el sensor detecte la falta de presencia espera un tiempo determinado y automáticamente apagará el sistema de iluminación. Estos eventos los asocia a un objeto mediante una programación para mostrar en la interfaz HMI una alarma y la

ubicación del evento en la vivienda o edificación. En la Figura 45 se muestra el diagrama de flujo referente al control de iluminación.

Figura 45. Diagrama de flujo referente al control de iluminación

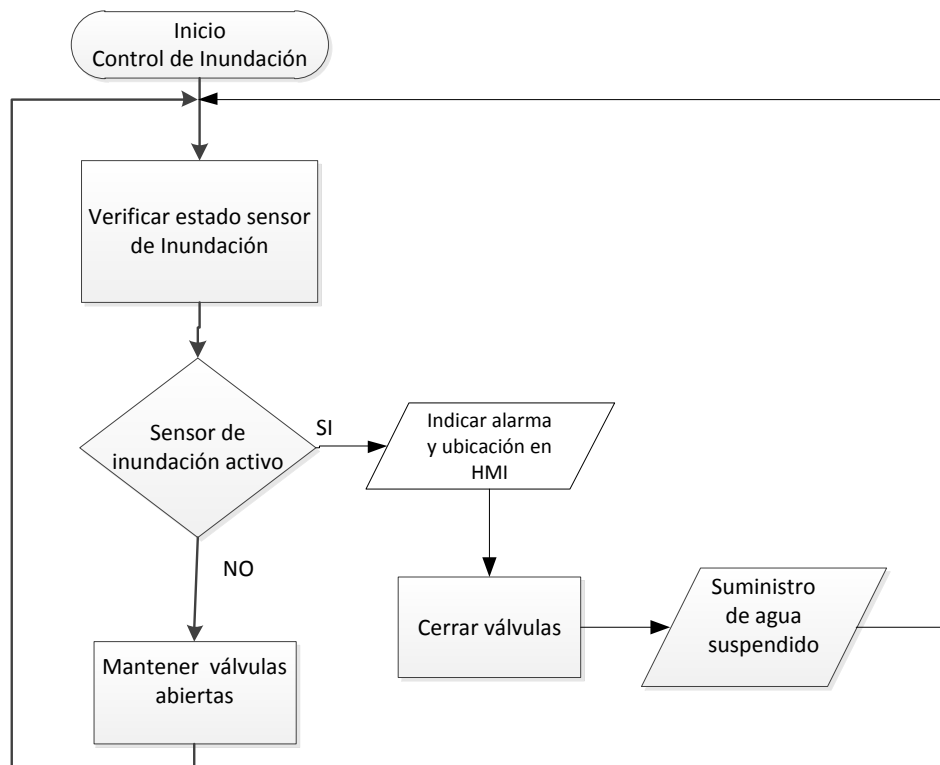


Elaborado por: Armando Alomoto & Danilo Sigcha

3.5.2 Control de inundación

La visualización dentro de la interfaz es posible ya que el sensor de inundación proporciona señales de estado binaria, de esta manera cuando el sensor se active suspende el suministro de agua por medio de una electroválvula que controla el suministro de cada piso, y dentro del interfaz se observará una alarma y la ubicación del evento. EL diagrama de flujo referente al control de inundación se muestra en la Figura 46.

Figura 46. Diagrama de flujo referente control de inundación

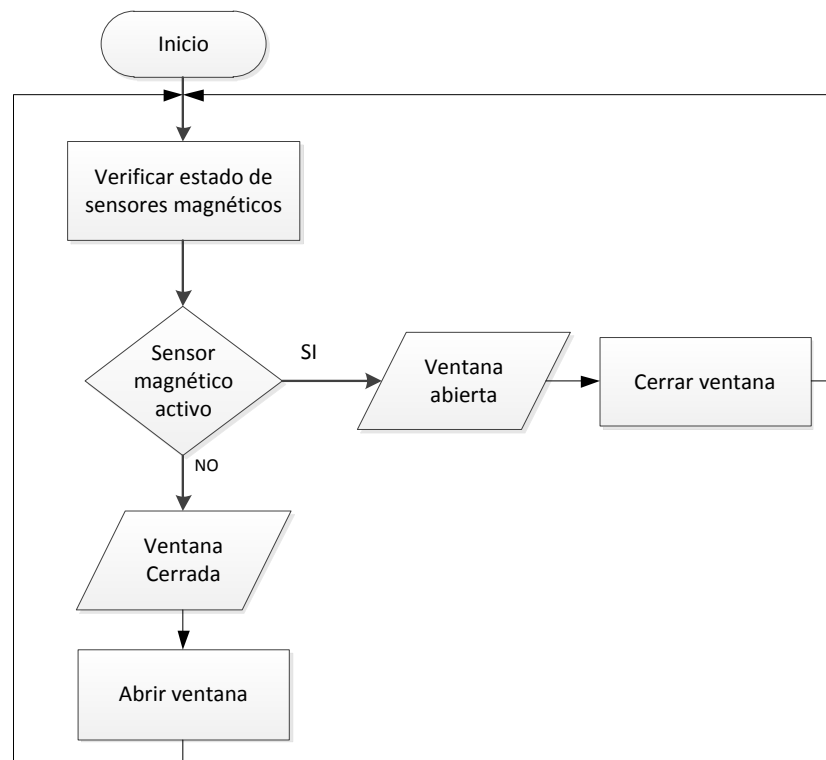


Elaborado por: Armando Alomoto & Danilo Sigcha

3.5.3 Detección de apertura de puertas y ventanas

Los sensores magnéticos están continuamente verificando su estado, cuando se abre una puertas o ventanas el sensor envía una señal al controlador para que muestre en la interfaz HMI una alarma y la ubicación del sensor que se activó. Esta información en conjunto con la de los sensores de presencia es de utilidad al momento de implementar un sistema contra intrusos. En la Figura 47 se muestra el diagrama de flujo para la detección de apertura de ventanas o puertas.

Figura 47. Diagrama de flujo referente para detección de apertura de ventanas o puertas



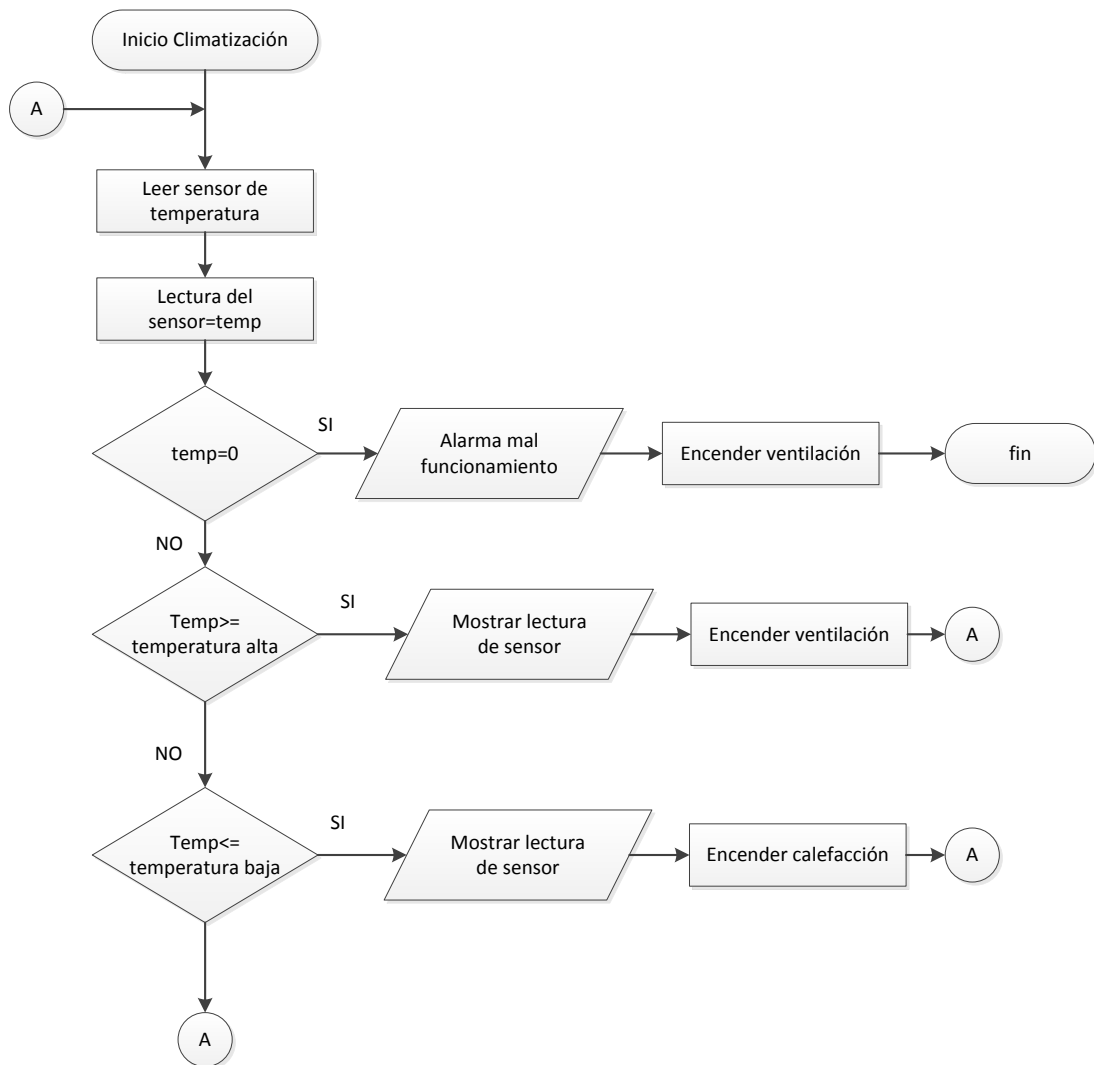
Elaborado por: Armando Alomoto & Danilo Sigcha

3.5.4 Climatización

El sensor de temperatura envía la información al controlador, la lectura del valor sensor se le asigna una variable para compararla con los set point establecidos por el programador.

Si la lectura del sensor indica un valor de cero enciende una alarma para indicar al usuario de que el sensor o el sistema se encuentran en mal funcionamiento. Cuando la temperatura sobrepasa el valor de la variable temperatura alta el sistema enciende la ventilación e indica en la interfaz gráfica el valor actual de la temperatura además cuando la temperatura decrece el valor de la variable temperatura baja el sistema enciende la calefacción e indica en la interfaz gráfica el valor actual de la temperatura. Para la programación del módulo de climatización se empleó el diagrama de flujo como se muestra en la Figura 48.

Figura 48. Diagrama de flujo referente a la climatización

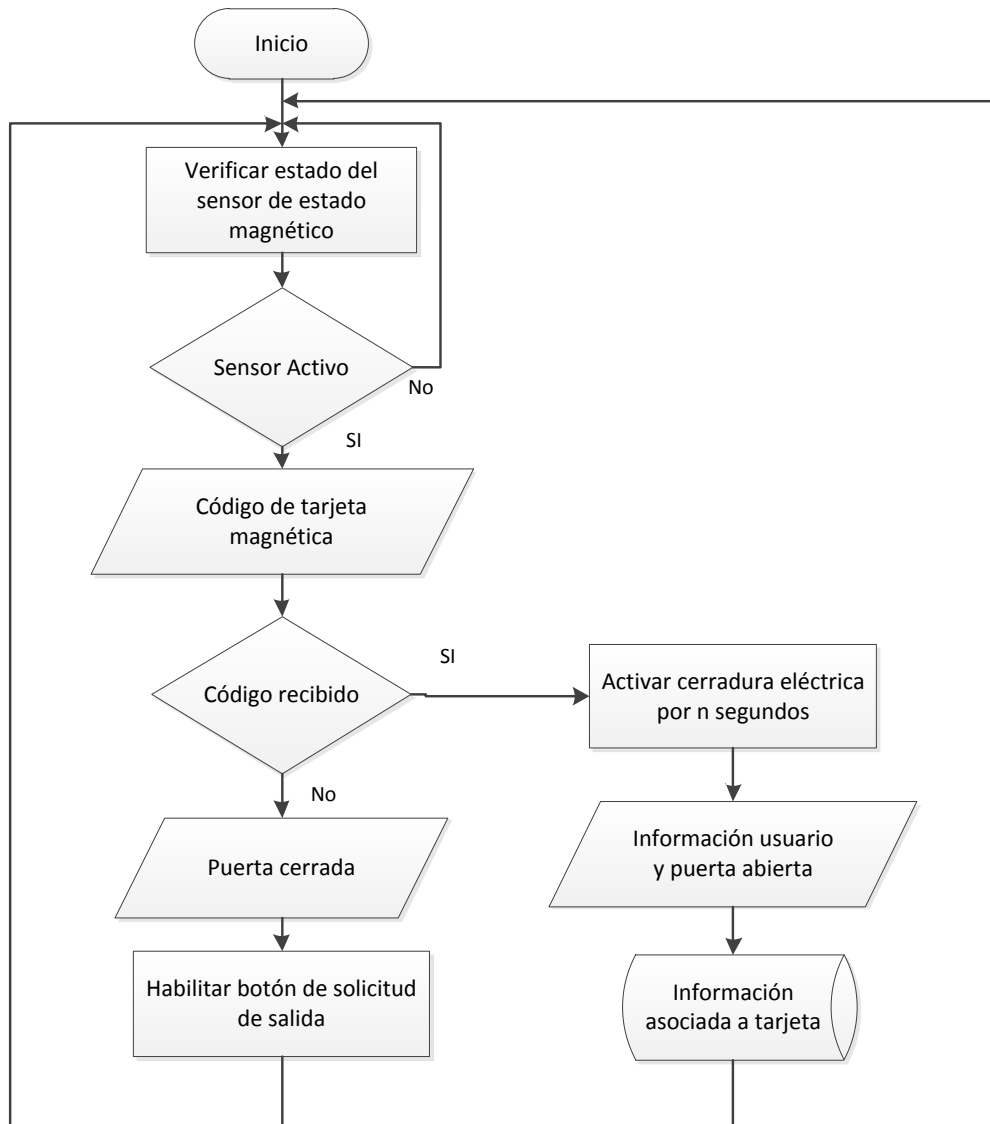


Elaborado por: Armando Alomoto & Danilo Sigcha

3.5.5 Control de accesos

Inicialmente verifica el estado del sensor de estado magnético, cuando se acerca la tarjeta al lector de proximidad el software CyberStation verifica si ese número de tarjeta lo posee en su base de datos identificando: a la persona que pertenece la tarjeta, el sitio que desea ingresar y posteriormente verifica si tiene acceso a esa área, finalmente si el usuario tiene acceso se abre la puerta. La representación de la apertura de la puerta se la realiza mediante una luz indicadora. Para cumplir el proceso de control de acceso se empleó el diagrama de flujo que se muestra en la Figura 49.

Figura 49. Diagrama de flujo referente al Control de accesos



Elaborado por: Armando Alomoto & Danilo Sigcha

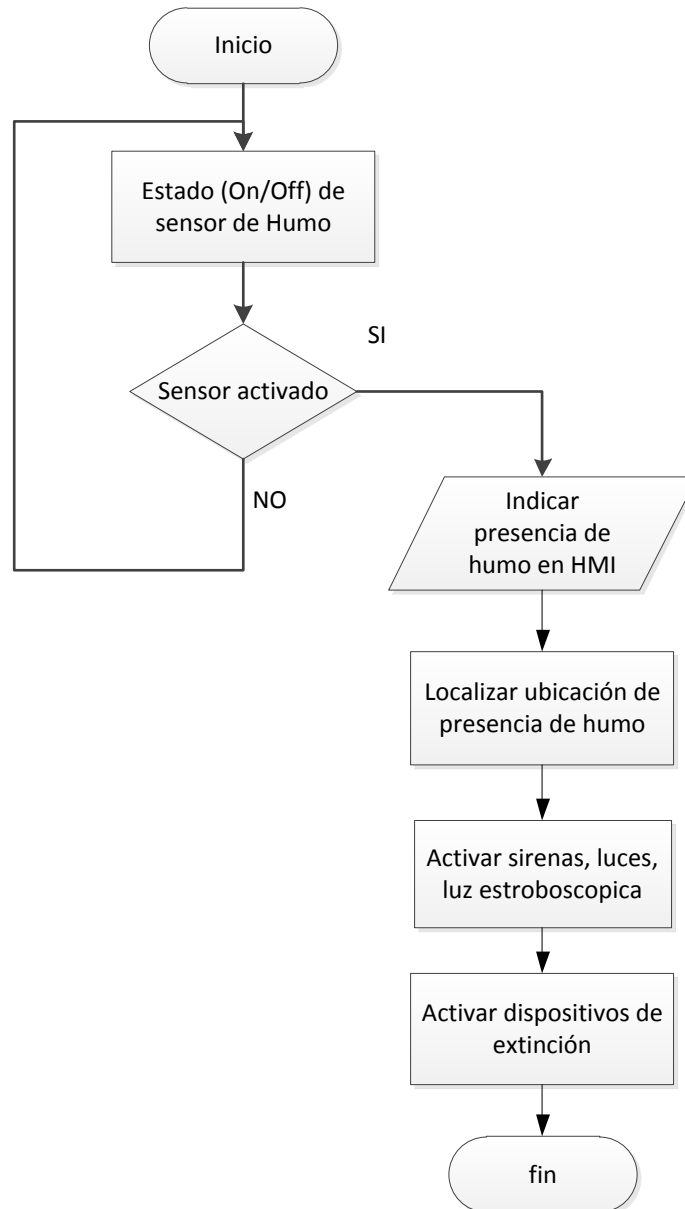
3.5.6 Detección de incendio

La función de un sistema de detección automática de incendio es la de detectar los incendios en el tiempo más corto posible, y dar la alarma para que puedan tomarse todas las medidas apropiadas como: evacuación de personas, llamada a un servicio de socorro, activación automática de los dispositivos de extinción.

Inicialmente el sistema verifica el estado de los sensores de humo, cuando un sensor de humo se activa envía la información al controlador indicando la ubicación, posteriormente se activa los sistemas de alarmas y evacuación que pueden ser

repetidores, sirenas, parlantes, luces estroboscópicas así también se activa el corte de suministro de gas o fluidos explosivos. En la Figura 50 se muestra el diagrama de flujo usado para este fin.

Figura 50. Diagrama de flujo referente a las alarmas de incendios



Elaborado por: Armando Alomoto & Danilo Sigcha

CAPÍTULO 4 PRUEBAS Y RESULTADOS

La construcción del módulo electrónico se realiza en dos etapas, en la primera etapa se construye la estructura principal, los equipos modulares en donde irán ubicados los sensores y actuadores. En la segunda etapa se realiza la configuración y programación de los dispositivos, para el desarrollo de la interfaz gráfica HMI.

A través de la interfaz gráfica HMI se monitorea y controla el módulo electrónico, en donde los estudiantes pueden realizar pruebas de funcionamiento para aplicaciones en domótica, en la Figura 51 se muestra el módulo electrónico construido. Adicionalmente se elaboró un manual de prácticas de laboratorio el cual se encuentra en el anexo 1.

Figura 51. Vista general del módulo electrónico



Fuente: Armando Alomoto & Danilo Sigcha

Para asegurar un funcionamiento adecuado es necesario seguir un orden de encendido, caso contrario, el sistema no se enlaza y no descarga los programas y variables asociadas al controlador.

El orden de encendido es:

1. Encender el computador
2. Encender la fuente de alimentación Andover Continuum
3. Encender el controlador Infinity SCX920
4. Encender la fuente de voltaje de los equipos modulares

Asimismo se requiere un orden para ingresar a la interfaz gráfica HMI:

1. Abrir la aplicación Módulo ACC desde el escritorio del computador y esperar aproximadamente 2 minutos, e ingresar palabra WINDOW.
2. Ingresar el usuario y la contraseña. Digitarlas letras “acc” en ambos campos.
3. Una vez ingresada el usuario y la contraseña se muestra la ventana de configuración del controlador NetController.
4. Minimizar la aplicación Módulo ACC y abrir la aplicación CONTINUUM desde el escritorio del computador. A continuación ingresar las letras “acc” en los campos de usuario y contraseña.
5. Descargar la carpeta principal HMI_modulo al controlador.

Una vez seguido el orden de encendido el led indicador IO STATUS del controlador parpadea con color rojo.

4.1 Pruebas de comunicación y verificación de equipos

Una vez realizada la construcción y configuración del sistema HMI es importante revisar que todos los equipos estén comunicándose correctamente. Cabe recalcar que el controlador Netcontroller gestiona la comunicación de todos los equipos que conforman el sistema.

Para la verificación de la conectividad entre el computador y el controlador se realiza un ping desde la línea de comandos cmd, donde se confirma el tiempo de transmisión, en la Figura 52 se muestra el resultado del comando ping mencionado anteriormente en donde se evidencia que el tiempo promedio en el envío y recepción de paquetes es de 2 milisegundos, además se indica que no hay pérdida de paquetes.

Figura 52. Captura de pantalla de ping exitoso entre estación de trabajo y controlador

```
C:\WINDOWS\system32\cmd.exe
Microsoft Windows XP [Versión 5.1.2600]
(C) Copyright 1985-2001 Microsoft Corp.

C:\Documents and Settings\ProyectoACC>PING 192.168.0.208

Haciendo ping a 192.168.0.208 con 32 bytes de datos:

Respuesta desde 192.168.0.208: bytes=32 tiempo=3ms TTL=255
Respuesta desde 192.168.0.208: bytes=32 tiempo=4ms TTL=255
Respuesta desde 192.168.0.208: bytes=32 tiempo=2ms TTL=255
Respuesta desde 192.168.0.208: bytes=32 tiempo=2ms TTL=255

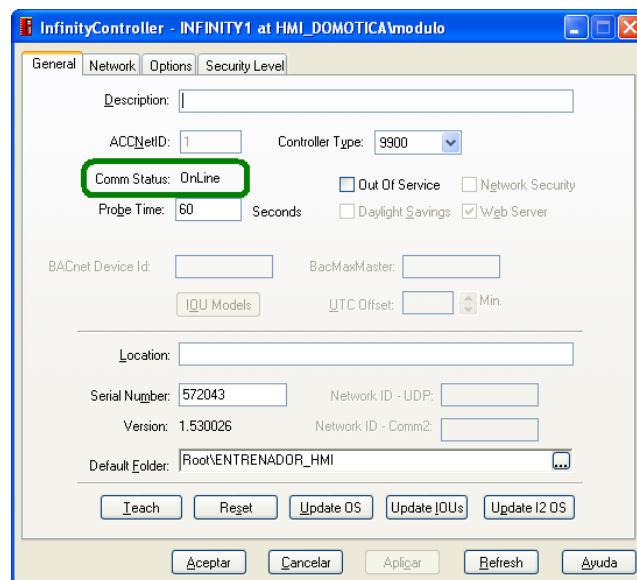
Estadísticas de ping para 192.168.0.208:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
    (0% perdidos),
    Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
        Mínimo = 2ms, Máximo = 4ms, Media = 2ms

C:\Documents and Settings\ProyectoACC>
```

Fuente: Captura del comando ping

En la Figura 53 se muestra el estado de conexión entre el controlador NetController y el software CyberStation desde el campo editar en la carpeta principal.

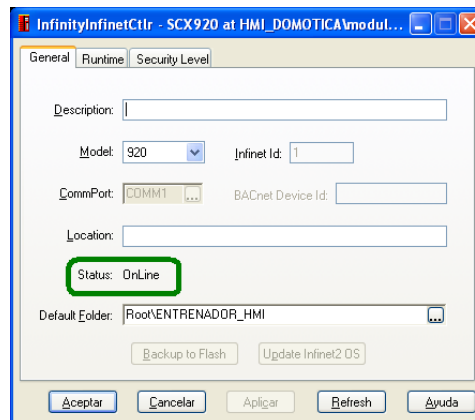
Figura 53. Estado de en línea de controlador NetController con el software CyberStation



Fuente: Captura del Software CyberStation

Una vez que el controlador de red y el software CyberStation se encuentra en línea es necesaria la creación de un objeto de red para la simulación del sistema. En la Figura 54 se muestra el estado de conexión del controlador Netcontroller y el controlador Infinity SCX920.

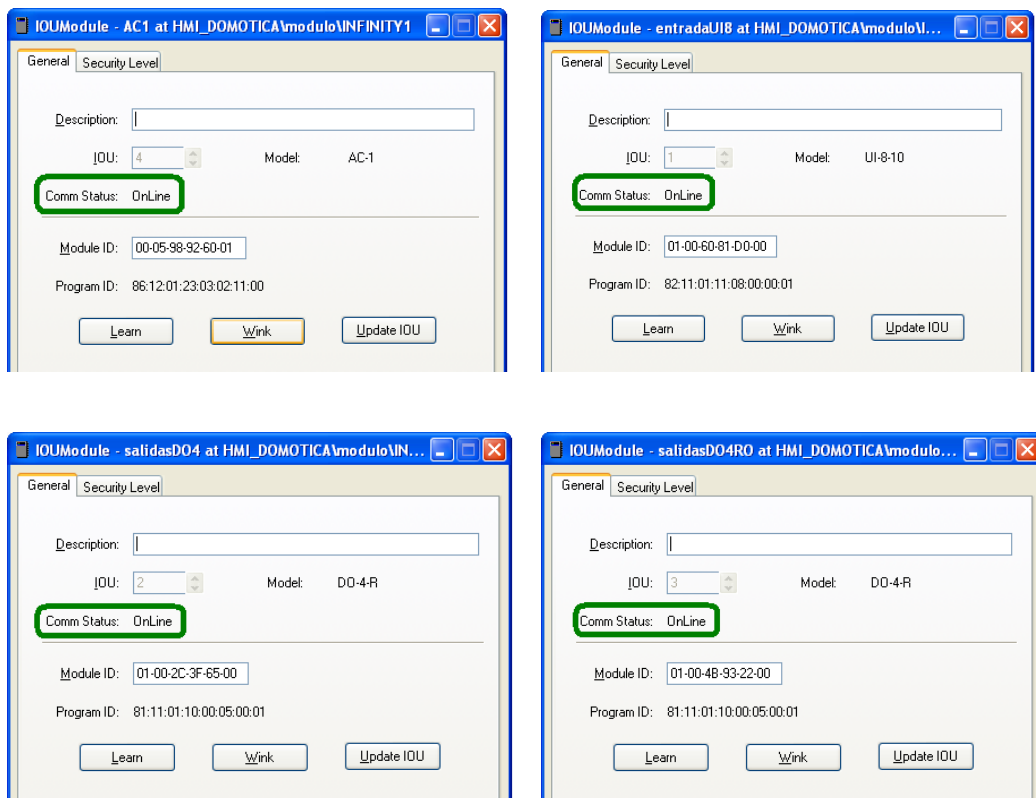
Figura 54. Estado de en línea entre controlador NetController y el controlador infinity



Fuente: Captura del Software Cyber Station

En la Figura 55 se muestra el estado de conexión de los equipos : AC-1(Módulo control de accesos), UI-8 (Módulo de entradas digitales), DO-4R y DO-4RO (Módulos de salidas tipo relé), con el controlador NetController, el acceso a estas pantallas se lo obtiene al abrir la carpeta HMI_modulo y dar doble click en los iconos de los módulos correspondientes.

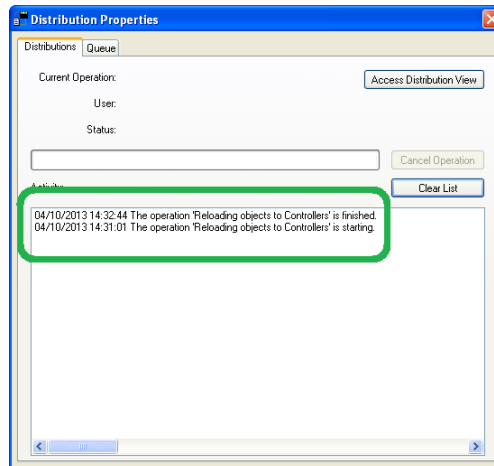
Figura 55. Estado en línea de los módulos AC-1, UI-8, DO-4R,DO-4RO



Fuente: Captura del Software CyberStation

Al tener todos los dispositivos en línea dentro de una red es posible cargar los programas y variables al controlador, el tiempo estimado es de 2 minutos como se muestra en la Figura 56, cabe recalcar que este tiempo depende del tamaño de los programas y el número de variables.

Figura 56. Proceso de cargar los programas y variables al controlador NetController



Fuente: Captura del Software CyberStation

4.2 Pruebas de funcionamiento del módulo electrónico y de la interfaz gráfica HMI

La interfaz gráfica controla y monitorea individualmente diferentes procesos, dado que el software CyberStation ejecuta un programa específico para cada sistema que la interfaz gráfica presenta, cabe indicar que mediante la programación se puede utilizar las mismas entradas y salidas en diferentes sistemas.

Existe un retraso de 3 segundos en la visualización de los estados de los sensores y actuadores en la interfaz gráfica.

Para implementar el sistema en su totalidad se realiza pruebas de funcionamiento a cada uno de los módulos construidos que conforman el módulo electrónico, analizando el funcionamiento normal en relación a los controladores a los que están regidos. En la Tabla 8 se indica los resultados obtenidos mediante una evaluación que responde a las siguientes preguntas: ¿su funcionamiento es normal? y ¿existen observaciones sí o no?

Tabla 8. Funcionamiento de equipos modulares construidos

	Equipos modulares	Comportamiento normal	Observaciones
1	Extensión de entradas/salidas AC1	SI	
2	Extensión de entradas UI-8	SI	
3	Extensión de salidas DO-4R	SI	
4	Extensión de salidas DO-4RO	SI	
5	Entradas Infinity SCX 920	SI	
6	Módulo generador de señales analógicas	SI	
7	Módulo sensor de presencia	SI	
8	Módulo detección de incendios	SI	
9	Módulo sensores magnéticos de estado	SI	
10	Módulo visualizador de salidas On/Off	SI	
11	Módulo de control de acceso	SI	
12	Módulo barrera de infrarrojos	SI	
13	Módulo visualizador señales analógicas	SI	
14	Módulo generador señales On/Off	SI	*1

Fuente: Armando Alomoto & Danilo Sigcha

*1. Al conectar el módulo generador de señales on/off a las entradas del controlador Infinity SCX920 las funciones del pulsador y del interruptor cambian, pues el controlador Infinity SCX920 no soporta entradas supervisadas, el funcionamiento del módulo queda de la siguiente manera: mediante el interruptor obtenemos los estados CC: señal On; CA: señal Off y en estado Normal el pulsador se convierte en un pulsador con enclavamiento que puede ser desactivado mediante el interruptor al ponerlo en la posición CA.

Finalmente en la Tabla 9 se indica el correcto funcionamiento de cada uno de los elementos que conforman la interfaz gráfica HMI además de la ubicación de entradas, salidas y programas que ejecuta el controlador y de los programas creados en cada sistema.

Tabla 9. Tabla de funcionamiento de entradas y salidas

Sistema	Elementos	Funcionamiento Normal
Menú principal	Programa: (SCX920\principal)	√
Sistema de Iluminación	Sensor de presencia: (INFINITY1\entrada1)	√
	Indicadores: (INFINITY1\salida1 hasta salida8)	√
	Programa Iluminación: (SCX920\iluminacion)	√
Detección de intrusos	Sensor magnético 1: (INFINITY1\entrada2)	√
	Sensor magnético 2: (INFINITY1\entrada3)	√
	Sensor magnético 3: (INFINITY1\entrada4)	√
	Barrera de infrarrojos 1: (INFINITY1\entrada5)	√
	Barrera de infrarrojos 2: (INFINITY1\entrada6)	√
	Sirena: (SCX920\sa_fi2)	√
	Programa detección: (INFINITY1\INTRUSOS)	√
Control de accesos	Módulo control de acceso	√
	Programa validación de tarjetas: (INFINITY1\INGRESOS)	√
	Programa control de accesos: (INFINITY1\ACCESOS)	√
Video Vigilancia	Barrera de infrarrojos 1: (INFINITY1\entrada6)	√
	Barrera de infrarrojos 2: (INFINITY1\entrada6)	√
	Interruptor 1: (SCX920\in_fi1)	√
	Interruptor 2: (SCX920\in_fi2)	√
	Cámara web puerto usb 2.0 posterior	√
	Programa video vigilancia: (SCX920\VIDEO)	√
Climatización	Potenciómetro 1: (SCX920\in_fi10)	√
	Potenciómetro 2: (SCX920\in_fi12)	√
	Indicadores: (INFINITY1\salida1 hasta salida4)	√
	Programa climatización: (SCX920\clima)	√

Sistema	Elementos	Funcionamiento Normal
Control de incendios	Sensor de humo: (SCX920\in_fi9)	√
	Sirena: (SCX920\sa_fi2)	√
	Salida auxiliar: (SCX920\sa_fi1)	√
	Programa incendios: (SCX920\INCENDIOS)	√
Distribución de agua	Potenciómetro 2: (SCX920\in_fi12)	√
	Potenciómetro 5: (SCX920\in_fi14)	√
	Potenciómetro 6: (SCX920\in_fi16)	√
	Indicadores: (INFINITY\salida1 hasta salida 5)	√
	Programa Distr. Agua: (SCX920\dist.agua)	√

Fuente: Armando Alomoto & Danilo Sigcha

CONCLUSIONES

El correcto funcionamiento de los equipos Andover Continuum permite la simulación de sistemas de: control de iluminación, video vigilancia, control de accesos, detección de intrusos, sistema de calefacción y sistema de distribución de agua, limitadas únicamente por el tipo de señales que procesan los equipos de entradas y salidas.

El módulo didáctico en su estructura principal cuenta con los equipos D0-4R, AC-1, y UI-8 adicionalmente se integraron catorce equipos modulares para simular los diferentes sistemas de control y monitoreo que se pueden implementar en una vivienda o edificación.

La interfaz gráfica HMI se realizó mediante el software CyberStation de Andover Continuum, en donde se ejecutó el diseño y la simulación para el sistema domótico dentro del módulo didáctico, adicionalmente con las respectivas pruebas de funcionamiento al sistema HMI está en estado funcional para los estudiantes de la Universidad Politécnica Salesiana.

Con el manual de prácticas elaboradas se puede brindar al estudiante una guía respecto a la manipulación del módulo electrónico y de su interfaz gráfica HMI, dicho manual posee un total de siete prácticas.

RECOMENDACIONES

Incorporar nuevos tipos de sensores y actuadores para mejorar el funcionamiento del módulo didáctico.

Generar una comunicación mediante acceso remoto de tal forma que se pueda acceder a la interfaz de la estación de trabajo a través de dispositivos móviles.

Actualizar el software de los equipos Andover Controls para a futuro mejorar las características del funcionamiento del sistema.

Para la versión 1,81 de Continuum se recomienda instalar la el sistema operativo Windows XP profesional SP2.

LISTA DE REFERENCIAS

- Seguridad Informatica. (noviembre de 2012). Recuperado el julio de 2013, de <http://seguridadrafa.byethost15.com/?p=225>
- ACADEMIC. (2012-2013). Recuperado el 20 de julio de 2013, de Los diccionarios y las enciclopedias sobre el Académico: <http://www.esacademic.com/dic.nsf/eswiki/277900>
- Robotshop. (2013). Recuperado el 24 de julio de 2013, de <http://www.robotshop.com/content/PDF/wiegand-protocol-format-pr25.pdf>
- Andover Controls Corporation. (2000). Schneider Electric. Recuperado el 2013
- Andover Controls Corporation. (junio de 2000). Schneider Electric. Recuperado el 12 de marzo de 2013
- Andover Controls Corporation I/O. (2000). Schneider Electric. Recuperado el 20 de Abril de 2013
- Andover Controls Corporation. (s.f.). Schneider Electric. Recuperado el 11 de julio de 2013
- Andover Controls Corporation SCX. (2006). Recuperado el 10 de julio de 2013
- Bísario, M., & Danizio, E. (2009). Tráficoweb. Recuperado el 20 de abril de 2013
- CISCO Networking. (2006). Cisco. Recuperado el 20 de abril de 2013
- Domingo, P. J., Gámiz, C. J., i, S. A., & Martinez, G. H. (2003). Comunicaciones en el entorno industrial (Vol. I). Aragon: UOC.
- Durán, L. (2007). Gran libro del pc interno: programación de sistemas hardware a fondo. Barcelona: Marcombo.
- GRUPOTERMARED. (1999-2013). CASADOMO. Recuperado el 25 de julio de 2013, de <http://www.casadomo.com/noticiasDetalle.aspx?c=14&m=21&idm=21&n2=20>
- Jewett, S. &. (2015). Física para Científicos e Ingenieros (Octava ed., Vol. I). (B. KirKsey, Ed.)

Romero Morales Cristóbal, V. S. (2005). Domótica e inmótica. Viviendas y edificios inteligentes. Madrid, España: Pa.

Anexo 1: Prácticas de laboratorio

PRÁCTICA 1

Controlador NetController

Objetivos

1. Realizar las distintas conexiones entre la PC y el controlador.
2. Identificar el entorno de trabajo en el panel principal.
3. Familiarizarse con el controlador NetController.

Equipo que se requiere

1. Computador (Sistema Operativo XP Profesional SP2)
2. Cable de consola USB/Ethernet
3. Cable de red cruzado
4. Fuente de poder (Continuum Power Supply Module)
5. Controlador Netcontroller

Información preliminar

Fuente de energización continuum power supply:

está encargada de proveer energía al controlador y a los distintos módulos que se conectarán en la red ya sean estos de entradas o salidas.

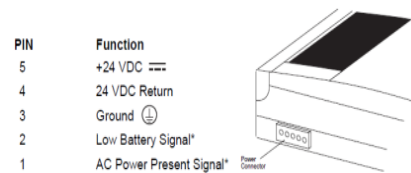
Netcontroller: El modelo del controlador que se utiliza es el CPU-8M, es el encargado de realizar la comunicación entre los distintos módulos que se encuentran en la red. Por medio de

este se puede realizar funciones como: la configuración de direcciones IP, verificación de modelo, verificación de número de serie e identificador físico ethernet del equipo. El controlador consta de conexiones:

- Alimentación
- Salida
- Puertos de comunicación

Conexiones de alimentación: el conector consta de 5 pines (tipo hembra), mediante este conector se puede energizar el controlador, la función que realiza cada uno de los pines del conector se describe en la figura 1.

Figura 1. Conector de alimentación del controlador Netcontroller



Fuente: NetController Reference Continuum

Conexiones de salida:

el conector consta de 5 pines (tipo macho), mediante este conector se puede energizar y enviar información a los módulos que se encuentren conectados al controlador. Las características del conector se indican en la figura 2.

Figura 2. Conectores de salida



Fuente: NetController Reference Continuum

Puertos de comunicación: posee cuatro puertos de comunicación, a cada puerto se puede conectar dispositivos para que realice funciones como: conexión con redes Infinet, configuración por medio de consola, conexión de impresoras: En la Tabla 1 se indica las funciones que puede desempeñar cada puerto.

Tabla 1. Configuración de los puertos de comunicación

Puerto	Tipo	Configuración
COMM 1	RS232 ó RS485	Infinet, Xdriver, TankNet or Printer (RS-232)
COMM 2	RS485	Printer, Infinet, Xdriver, TankNet
COMM 3	RS232 ó Modem	Printer, Infinet, TankNet ó 14,4 KBPS Modem
COMM 4	RS 485	Printer, Xdriver, TankNet

Fuente: NetController Reference Continuum

Procedimiento

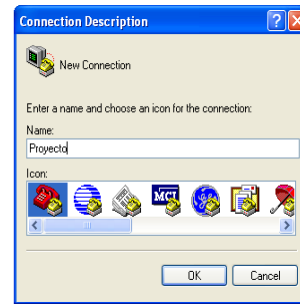
Parte I: Conexiones

1. Conecte el cable ethernet (cruzado) desde la PC al puerto COM 2.
2. Conecte el cable de consola desde el USB al puerto COM 3.

Parte II: Ingreso al sistema

1. Encienda la computadora e ingrese a HyperTerminal de Windows.

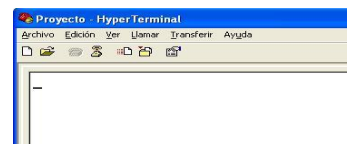
2. Ingrese el nombre de la conexión.



3. Seleccione el puerto COMM 3.
4. En la pantalla de configuración de la comunicación del puerto COMM seleccione restaurar predeterminados.



5. En la pantalla en blanco ingrese la palabra window, cuando se digita el texto en dicha pantalla no se visualiza el ingreso de las letras debido a la configuración de seguridad del controlador.



6. Ingrese el usuario y la contraseña:
 - Usuario: acc
 - Contraseña: acc

La navegación entre campos se lo realiza mediante la tecla TAB.


```

C:\WINDOWS\system32\cmd.exe
Microsoft Windows XP [Versión 5.1.2600]
(C) Copyright 1985-2001 Microsoft Corp.
C:\Documents and Settings\ProyectoACC>ping 192.168.0.209
Haciendo ping a 192.168.0.209 con 32 bytes de datos:
Respuesta desde 192.168.0.209: bytes=32 tiempo<1m TTL=128
Respuesta desde 192.168.0.209: bytes=32 tiempo<1m TTL=128
Respuesta desde 192.168.0.209: bytes=32 tiempo<1m TTL=128
Respuesta desde 192.168.0.209: bytes=32 tiempo<1m TTL=128
Estadísticas de ping para 192.168.0.209:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
              (0% perdidos),
    Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
    Mínimo = 0ms, Máximo = 0ms, Media = 0ms

```

Parte IV: Prueba de comunicación

1. Configure la dirección ip de la computadora, dicha dirección tiene que estar en la misma subred que el controlador. Para nuestro ejemplo utilice 192.168.0.209.
2. Ingrese a CMD de windows y haga ping desde la computadora hacia el controlador.

```

C:\WINDOWS\system32\cmd.exe
Microsoft Windows XP [Versión 5.1.2600]
(C) Copyright 1985-2001 Microsoft Corp.
C:\Documents and Settings\ProyectoACC>ping 192.168.0.209
Haciendo ping a 192.168.0.209 con 32 bytes de datos:
Respuesta desde 192.168.0.209: bytes=32 tiempo<1m TTL=128
Respuesta desde 192.168.0.209: bytes=32 tiempo<1m TTL=128
Respuesta desde 192.168.0.209: bytes=32 tiempo<1m TTL=128
Respuesta desde 192.168.0.209: bytes=32 tiempo<1m TTL=128
Estadísticas de ping para 192.168.0.209:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
              (0% perdidos),
    Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
    Mínimo = 0ms, Máximo = 0ms, Media = 0ms

```

3. Finalmente podemos verificar que el controlador y la computadora están en red debido a que el ping fue exitoso.

Cuestionario

1. ¿El cable Ethernet a que puerto necesita ser conectado?

2. ¿Cómo esta denominado el controlador NetController?
3. ¿Cuáles son las partes del panel principal?

Trabajo propuesto

Cambie la dirección de red del controlador y verificar conexión mediante el comando Ping.

PRÁCTICA 2

Software CyberStation

Objetivos

1. Familiarizarse con el entorno gráfico del software CyberStation.
2. Reconocer las herramientas que proporciona CyberStation.

Equipo que se requiere

1. Computador con sistema operativo XP Profesional SP2
2. Cable de consola USB/Ethernet
3. Cable de red cruzado
4. Fuente de poder (Continuum Power Supply Module)
5. Controlador Netcontroller

Información preliminar

Para el desarrollo de esta práctica es necesario revisar algunos conceptos como:

Continuum: es una combinación de software y hardware que ha sido creada para controlar y monitorear diversas funciones en una vivienda o edificación.

Hardware son los de equipos controladores.

Software es un programa informático que permite a los controladores comunicarse con la red.

Infinity: son equipos que trabajan con el protocolo infinnet RS-485, estos son compatibles con los sistemas Continuum.

CyberStation: es el software que se encuentra alojado en la computadora de la estación de trabajo. Este posee una herramienta muy poderosa denominada “Explorer” su función se detalla a continuación.

- **Explorer:** es una herramienta del software CyberStation en la cual se realiza la configuración de todos los equipos del sistema.

Red: es el medio por el cual se comunican software y hardware Andover Continuum.

Controller: son los dispositivos que mediante una lógica de programación redirigen la información de los módulos de entrada y salida.

Estación de trabajo: es el computador en donde se aloja el software CyberStation que permite monitorear, programar y controlar la red.

Sitio: es una casa o edificio.

Puntos: son las entradas y salidas configuradas en la red.

Objeto: son todos los elementos que componen el sistema ya sean software o hardware (redes, estaciones de trabajo, actuadores, sensores).

Eventos: son los indicadores de una acción realizada por el sistema

Alarmas: son indicadores programados para reportar acciones, datos específicos requeridos por el administrador.

Base de datos: es una ruta en la cual se guarda información, para generar reportes y gráficas.

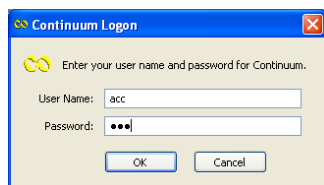
Horarios: indica los tiempos de habilitación y rehabilitación de las variables de la red.

Programador: es la persona que realiza el algoritmo para un correcto funcionamiento.

Procedimiento

Parte I: Ingreso a CyberStation

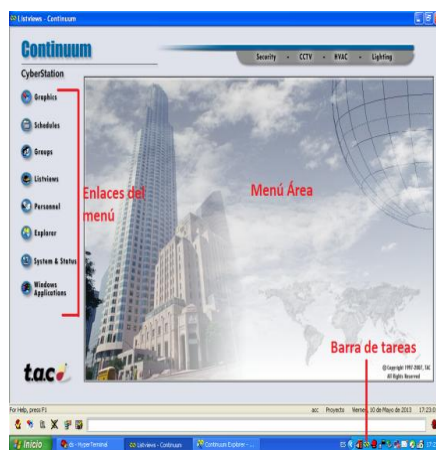
1. Encienda la computadora e ingrese al programa Continuum que se encuentra en el escritorio, además ingrese en el campo usuario y contraseña la letras “acc”.



2. Se despliega el menú principal de CyberStation, la cual consta de las siguientes partes:

- **Área de menú:** muestra los submenús de configuración.

- **Enlaces del menú:** muestra las opciones para las principales características.
- **Línea de estado:** muestra información como nombre del usuario, nombre de la estación de trabajo, hora, fecha, mensajes de error, avisos, entre otros.
- **Barra de alarma:** muestra mediante mensajes en líneas de texto las condiciones de alarmas.



Parte II: Salir de CyberStation

1. Para salir haga click en el símbolo de continuum en la barra de tareas.
2. Seleccione salir, confirme que desea salir y espere que CyberStation termine de cerrar todos los procesos.



Parte III: Ingreso a Continuum Explorer

1. Ingrese a Continuum.
2. Ingrese el usuario y la contraseña.
3. Seleccione la ventana de explorer en los enlaces del menú, esta pantalla se divide en dos paneles donde aparecen los objetos que conforman la red.
 - Panel de navegación en el lado izquierdo.
 - Panel de visualización en el lado derecho.



Se observa los componentes de la red mediante una jerarquía.

1. Raíz
2. Red
3. Controlador
4. Entradas y salidas

Además podemos crear, configurar y supervisar componentes de la red como objetos, asignando una dirección a cada una de los objetos creados para relacionarlas en la red física

Cuestionario

1. ¿Cuáles son las partes del menú principal?
2. ¿Qué es un objeto en nuestro sistema?
3. ¿Cuál es el orden de jerarquía dentro del sistema?

Trabajo propuesto

Cambie la clave y el usuario que pide el sistema al momento de ingresar

PRÁCTICA 3

Creación de: objeto de red, una red y controladores

Objetivos

1. Crear la carpeta principal en donde se guardara la información de nuestro sistema.
2. Crear la red principal en donde se agrupara el controlador, las entradas y salidas.

Equipo que se requiere

1. Computador (Sistema Operativo XP Profesional SP2)
2. Cable de consola USB/Ethernet
3. Cable de red cruzado
4. Fuente de poder (Continuum Power Supply Module)
5. Continuum Netcontroller

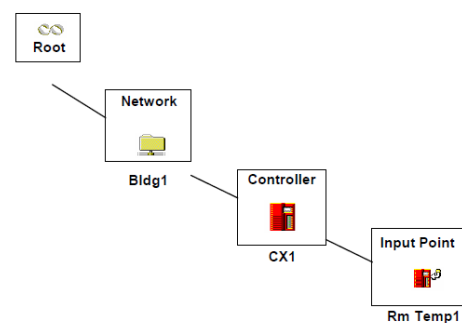
Información preliminar

La red principal del sistema puede constar de uno o varios controladores con sus respectivas entradas o salidas conectados (sensores o actuadores) entre sí mediante una red ethernet.

En la estación de trabajo un objeto representara la configuración en red de hasta 190 controladores que se conocen e intercambiar información entre sí.

La carpeta que contiene la información del sistema tiene una jerarquía como se observa en la figura 3.1.

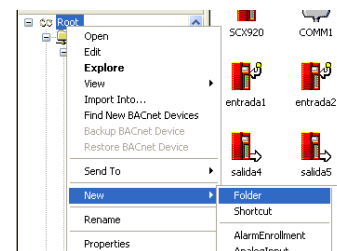
Figura 3.1 Jerarquía de los componentes del sistema.



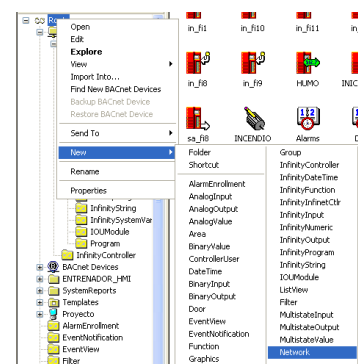
Fuente: NetController Reference Continuum

Parte I: Creación de objetos de red, una red y controladores

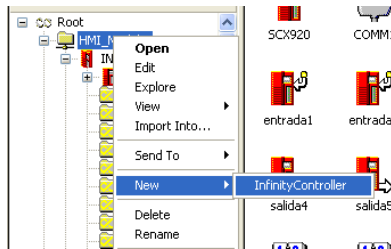
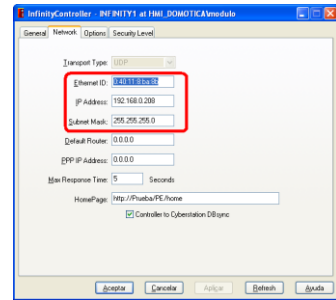
1. En la raíz (Root) se crea una carpeta la cual contendrá toda la información del sistema.



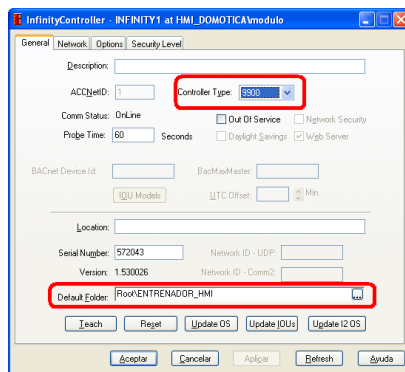
2. Haga click derecho en Root, seleccione nuevo y Network.



3. Asigne un nombre y pulse en crear.
4. En la red creada damos click derecho y elegimos nuevo InfinityController, asignamos un nombre y pulsamos en continuar.



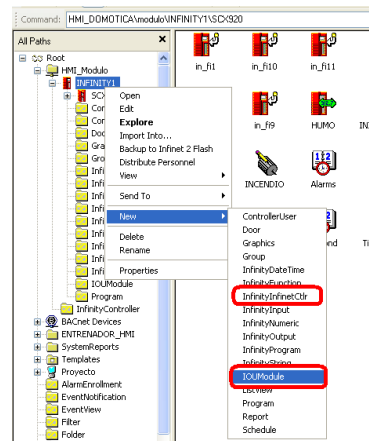
- En el campo “general” seleccionamos el tipo de controlador 9900 y direccionamos a carpeta principal creada en el paso 1.



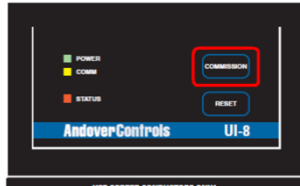
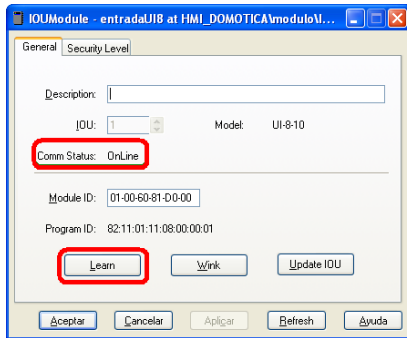
- En el campo network configuramos: la dirección ip de la red, la máscara de subred y el identificador Ethernet del controlador. Obtenidos en la practica 1.

Para reconocer los equipos de entradas y salidas conectadas al controlador es necesario crear objetos denominados IOUModule o InfinityInfinetCtrl.

1. Mediante click derecho en el controlador infinnet creado en el paso 4 seleccione nuevo, además escoja entre los dos objetos denominados IOUModule ó InfinityInfinetCtrl.



2. Asignamos el nombre en el campo folder, posteriormente direccionamos a la carpeta principal.
3. En la pantalla general pulse click sobre el botón learn. En el equipo presione el botón commission.



De esta forma el controlador identifica al equipo. Una vez realizado los pasos el campo “Comm Status” indica el estado online.

Questionario

1. ¿Un objeto representa la configuración en red de hasta cuantos controladores?
2. ¿Qué es lo primero que se crea para el almacenamiento de toda la información del sistema?

Trabajo propuesto

1. Cree el objeto de red, la red y los controladores variando los nombres que ya posee el módulo electrónico.

PRÁCTICA 4

Control de iluminación mediante sensor de presencia

Objetivos

1. Conocer la funcionalidad de los equipos de entradas y salidas utilizando un sensor de presencia.
2. Realizar la programación adecuada en el software CyberStation.

Equipo que se requiere

1. Computador (Sistema Operativo XP Profesional SP2)
2. Cable de consola USB/Ethernet
3. Cable de red cruzado
4. Fuente de poder (Continuum Power Supply Module)
5. Controlador NetController
6. Módulo fuente de voltaje
7. Módulo sensor de presencia
8. Módulo visualizador de salidas on/off
9. Extensión de entradas UI-8
10. Extensión de salidas DO-4R

Información preliminar

Expansión de entradas UI-8: este módulo está conectado internamente al equipo UI-8, consta de 8 entradas universales con una resolución de 8 bits y un rango de voltaje en sus entradas de 0 a 5 voltios, recoge señales analógicas como: temperatura, humedad, flujo y digitales tipo

contador y de estado. Las entradas pueden ser supervisadas generando condiciones de falla.

Expansión de salidas DO-4R: este módulo está conectado internamente al equipo DO-4R, posee cuatro salidas digitales tipo relé programables, sus salidas pueden tener dos estados: abierto, cerrado.

Sensor de presencia: Este módulo está conformado por un sensor infrarrojo y un interruptor de tres posiciones conectado internamente para simular el funcionamiento normal del sensor y condiciones supervisadas como: sensor en corto circuito y sensor removido, cabe recalcar que el sensor es normalmente cerrado.

Descripción de la práctica

Los usuarios requieren controlar el encendido y apagado de las luces de mediante un sensor de presencia.

El módulo de expansión de entradas UI-8 leerá la información que envía el sensor de presencia y el módulo de salidas DO-4R activará las salidas que se desea activar, cabe recalcar que las luces de pasillo van a ser representadas mediante el módulo de visualización de salidas on/off.

En el software CyberStation se realizará la programación para

especificar la entrada que se debe leer y la salida que se desea activar.

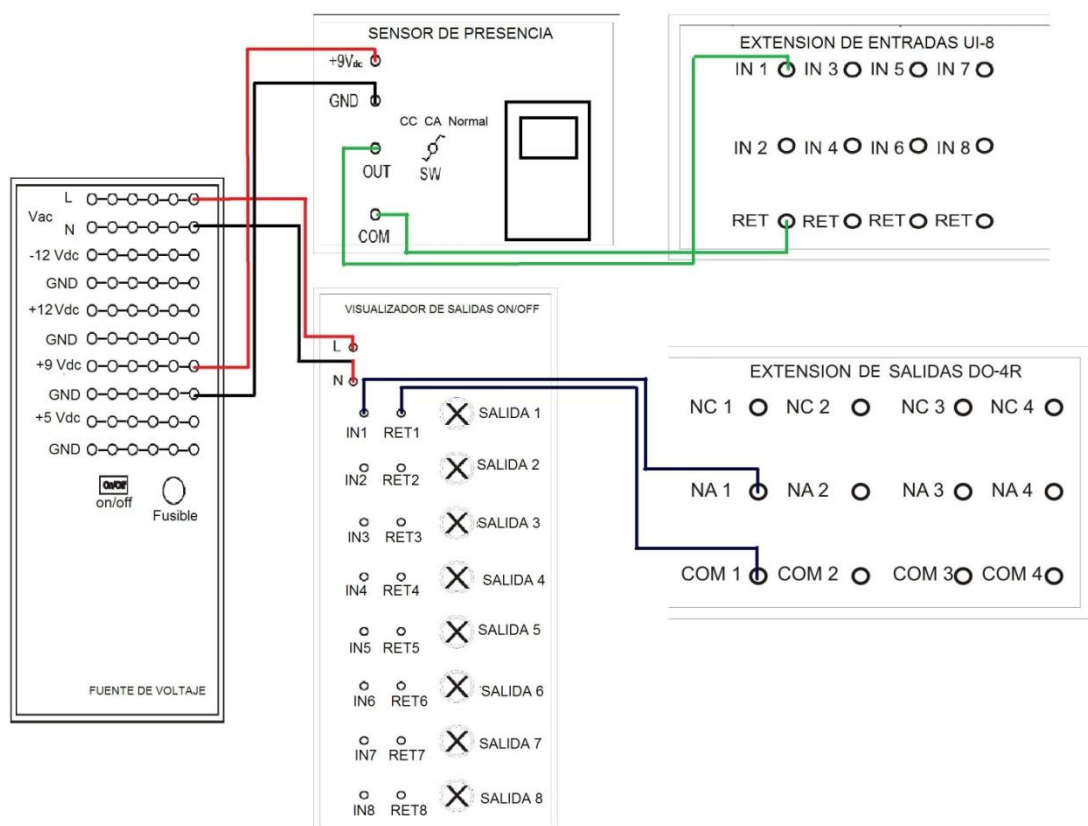
Realice la programación como se indica a continuación.

Procedimiento

Parte I: Conexiones físicas

Utilizando los módulos necesarios realice las conexiones como se indica en la figura 4.1.

Figura 4.1 Conexiones para control de iluminación.



```
IF HMI_DOMOTICA\modulo\INFINITY1\ENTRADA1 IS OFF THEN
TURN ON HMI_DOMOTICA\modulo\INFINITY1\SALIDA1
ELSE
TURN OFF HMI_DOMOTICA\modulo\INFINITY1\SALIDA1
ENDIF
```

Parte II: Programación

Sobre el controlador que se desea realizar la programación hacer click derecho y elegir nuevo Infinity Program. Asignar un nombre posteriormente se despliega la pantalla en donde se ingresa la programación.

Cuestionario

1. ¿Qué ventajas brinda las extensiones de entradas UI-8?
2. ¿Cuál es el módulo de expansión que lee la señal del sensor de presencia?
3. ¿Cuál es la resolución de las entradas del módulo UI-8?

Trabajo propuesto

Realice la programación y las conexiones físicas necesarias utilizando el módulo de sensor de presencia de tal forma cumplan las siguientes condiciones:

- Leer la entrada 2 del el módulo de entradas UI-8.
- Activar la salida 2 del módulo de salidas DO-4R.
- Encender las salidas 1 a la 4 del módulo visualizador de salidas on/off.

PRÁCTICA 5

Control de accesos

Objetivos

1. Conocer la funcionalidad del módulo para control de accesos AC-1 de Andover Controls.
2. Realizar la configuración y programación para utilizar tarjetas de proximidad.

Equipo que se requiere

1. Computador (Sistema Operativo XP Profesional SP2)
2. Cable de consola USB/Ethernet
3. Cable de red cruzado
4. Fuente de poder (Continuum Power Supply Module)
5. Controlador Netcontroller
6. Módulo fuente de voltaje
7. Extensión de control de acceso AC-1.
8. Módulo de control de accesos
9. Tarjetas de proximidad

Información preliminar

Expansión de control de accesos:

este módulo está conectado internamente con el equipo AC-1 Andover Controls, cada equipo sirve para realizar el control en una puerta, puede ser configurado para que permita el acceso mediante tarjeta de proximidad, identificación mediante teclado, o las dos opciones.

Módulo control de accesos: posee entradas correspondientes al lector de tarjetas de proximidad, entradas auxiliares para colocar botones, sensores de estado y salidas para controlar una cerradura eléctrica.

Descripción de la práctica

Se desea realizar el controlar el acceso en una puerta, el ingreso se controlara mediante una tarjeta de proximidad.

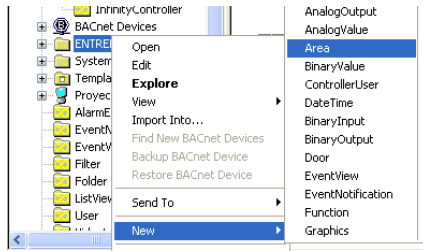
El módulo de control de accesos posee:

- Un lector de tarjeta para el ingreso de personas.
- Una puerta con un sensor magnético para identificar el estado de la puerta (abierta o cerrada)
- Un pulsador para ejemplificar la apertura de una cerradura eléctrica.
- Una luz piloto que indica la apertura de la puerta.

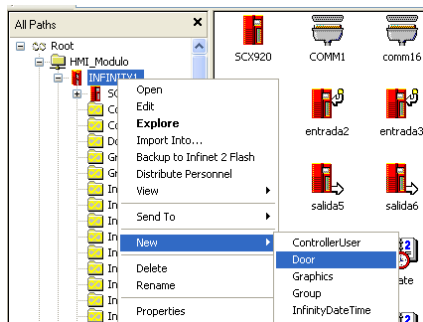
Procedimiento

Parte I: Crear un área y una puerta

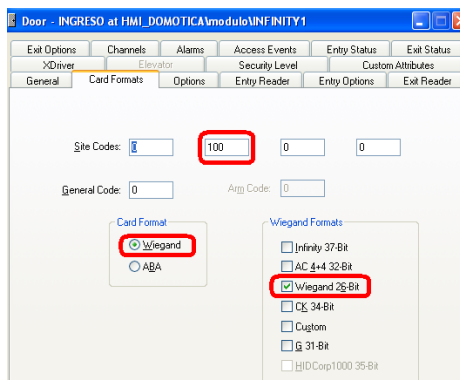
1. Pulse click derecho sobre la carpeta principal selecciona nuevo/ área



2. En el controlador crear el objeto de puerta: nuevo /Door.

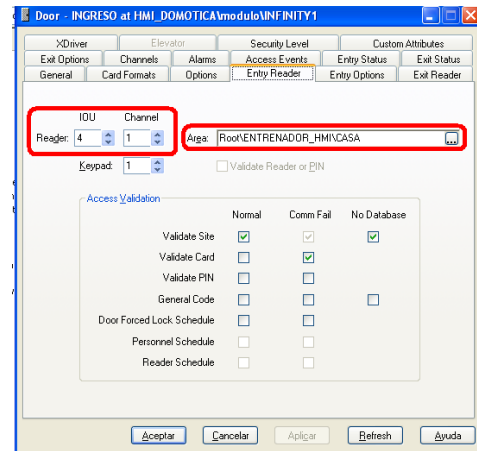


3. En el campo “Card Formats” ingrese el código de sitio (100), en Card Form Seleccionar Wiegand y en el campo Wiegand Formats seleccione Wiegand 26-Bit.

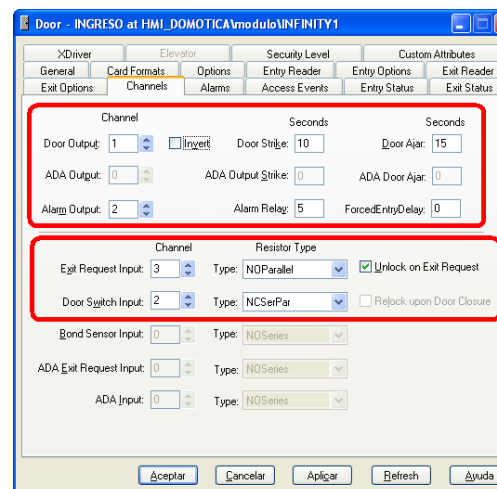


4. En la campo “Entry Reader” direccione el número de la IOU y el canal al que está conectado el lector de proximidad generalmente 1. Dirccione el

área que se va a controlar con este dispositivo.

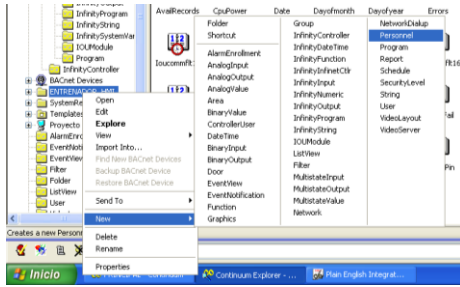


5. En la campo “Channels” ingrese los valores como se indica en la siguiente pantalla, debido a que son las entradas y salidas del módulo AC.

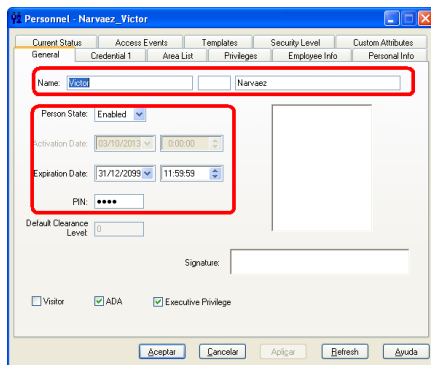


Parte II: Creación de personal.

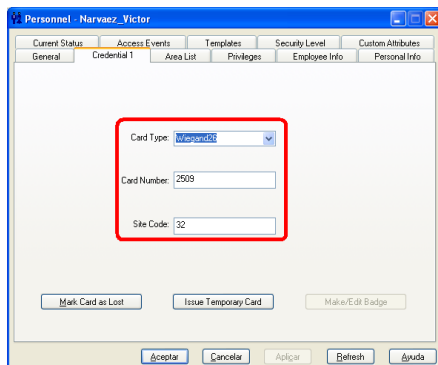
1. Pulse click derecho en la carpeta principal, seleccione nueva/ personal y asigne el nombre.



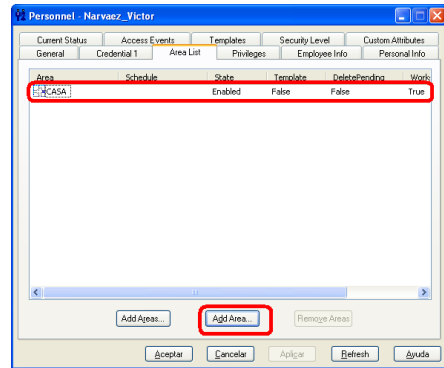
2. En la pantalla “general” ubicar los nombre del usuario.



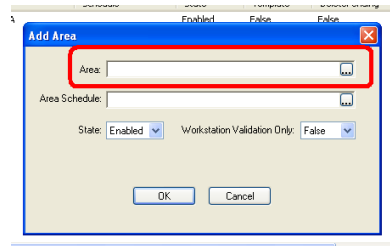
3. En la campo “credencial 1”, seleccione Wiegand-26, ingrese el número de tarjeta y el código de sitio.



4. En el campo “Area List”, asigne el área que se tendrá acceso, finalmente pulse en “Add Area”.



5. En el campo “Area” buscar el área creada en la parte 1.



Parte III: Configuración

Ingrese la siguiente línea de comando como se indica a continuación:

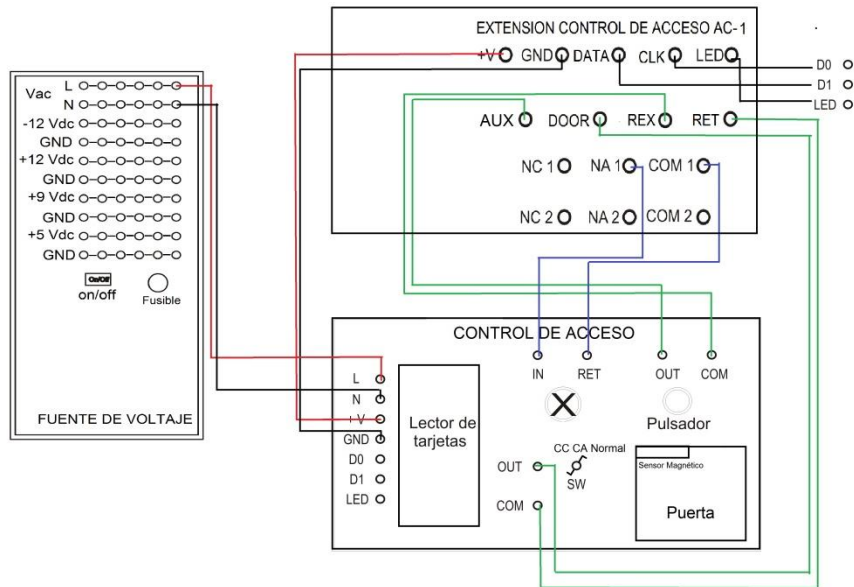
```
Set INGRESO EntryNormMode = 1
```

Esta línea de comando permite la detección de la tarjeta de proximidad.

Parte IV: Conexiones físicas

Utilizando los módulos indicados realice las conexiones como se muestra en la figura 5.1.

Figura 5.1 Conexiones físicas para control de acceso.



Cuestionario

1. ¿Explique porque en el módulo de extensión de control de acceso AC-1 se utiliza los contactos NA 1 y NA 2?
2. ¿Explique cuál es la ventaja de crear de personal?

Trabajo propuesto

Realice la programación y las conexiones necesarias para controlar el ingreso mediante tres tarjetas de proximidad.

PRÁCTICA 6

Detección de Incendios

Objetivos

1. Realizar las conexiones adecuadas y conocer la funcionalidad del módulo de detección de incendios.
2. Realizar la configuración y programación en el software para detectar la señal del sensor de humo.

Equipo que se requiere

1. Computador (Sistema Operativo XP Profesional SP2)
2. Cable de consola USB/Ethernet
3. Cable de red cruzado
4. Fuente de poder (Continuum Power Supply Module)
5. Controlador Netcontroller
6. Módulo fuente de voltaje
7. Módulo detección de incendios
8. Extensión de entradas UI-8
9. Extensión de salidas DO-4RO

Información preliminar

La información de los módulos de expansión UI-8 y DO-4R se hace referencia a la práctica 4.

Módulo detección de incendios: posee un sensor de humo, una sirena de emergencia y un pulsador que representa la palanca de incendios, además de poseer conectores banana

tipo hembra para realizar las respectivas conexiones según la necesidad.

Descripción de la práctica

El sensor de humo captara la presencia de un posible incendio, cuando el sensor se active la información se enviará al controlador mediante el módulo de expansión de entradas UI-8, dependiendo la programación ingresada se activara una salida del módulo de expansión DO-4R a la cual estará conectada la sirena de emergencias para indicar a las personas que ese lugar debe ser evacuado.

Procedimiento

Parte I: Programación

Realice la programación como se indica a continuación:

```
verificacion:
If HMI_DOMOTICA\modulo\INFINITY1\SCX920\in_fi9 > 1 OR
HMI_DOMOTICA\modulo\INFINITY1\SCX920\in_fi11 is on
then goto sirena

sirena:
Turn on HMI_DOMOTICA\modulo\INFINITY1\SCX920\sa_fi2
goto esperar

esperar:
if ts>5 then goto apagar

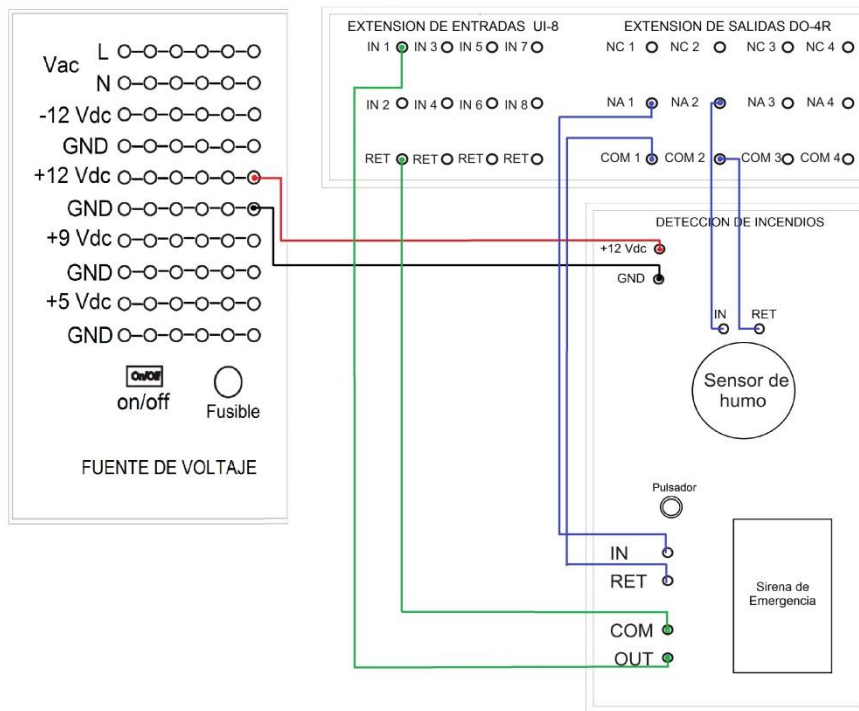
apagar:
Turn off HMI_DOMOTICA\modulo\INFINITY1\SCX920\sa_fi2
goto verificacion
```

Parte II: Conexiones físicas

Utilizando los módulos realizar las conexiones como se muestra en la figura 6.1.

Figura 6.1 Conexiones físicas para detección de incendios.

Encender el sistema de iluminación que estará representado por las salidas 1 a la 4 del módulo de visualización de salidas on/off.



Cuestionario

1. ¿Cuál es el módulo de expansión que activa la salida de la sirena?
2. ¿Explique porque se utiliza el contacto NA 2 en el módulo de expansión de salidas DO-4R para el sensor de humo?

Trabajo propuesto

Realice la programación y las conexiones físicas necesarias para añadir a esta práctica la siguiente condición:

PRÁCTICA 7

Climatización

Objetivos

1. Ejemplificar la variación de temperatura en un ambiente mediante el módulo generador de señales analógicas.
2. Realizar la configuración y programación en el software para leer una señal analógica.

Equipo que se requiere

1. Computador (Sistema Operativo XP Profesional SP2)
2. Cable de consola USB/Ethernet
3. Cable de red cruzado
4. Fuente de poder (Continuum Power Supply Module)
5. Controlador Netcontroller
6. Módulo fuente de voltaje
7. Módulo generador de señales analógicas
8. Visualizador de salidas on/off
9. Extensión de entradas UI-8
10. Extensión de salidas DO-4RO

Información preliminar

La información de los módulos de expansión UI-8 y DO-4R se hace referencia a la práctica 4.

Generador de señales analógicas: este módulo se tiene como finalidad la representación de señales análogas como: temperatura, intensidad de luz,

nivel, entre otros. Mediante potenciómetros logarítmicos y una alimentación de 5Vdc se genera una variación de voltaje de 0 a 5V.

Descripción de la práctica

Mediante la salida 1 del generador de señales analógicas se simulara la variación de temperatura. Cuando la temperatura baje o sea igual a de 14°C se encenderá la calefacción y cuando la temperatura supere o sea igual a los 25°C se encenderá la ventilación.

La calefacción estará representada por la salida 1 y la ventilación estará representada por la salida 2 de módulo de visualización de salidas on/off.

PROCEDIMIENTO

Parte I: Programación

Realice la programación como se indica a continuación:

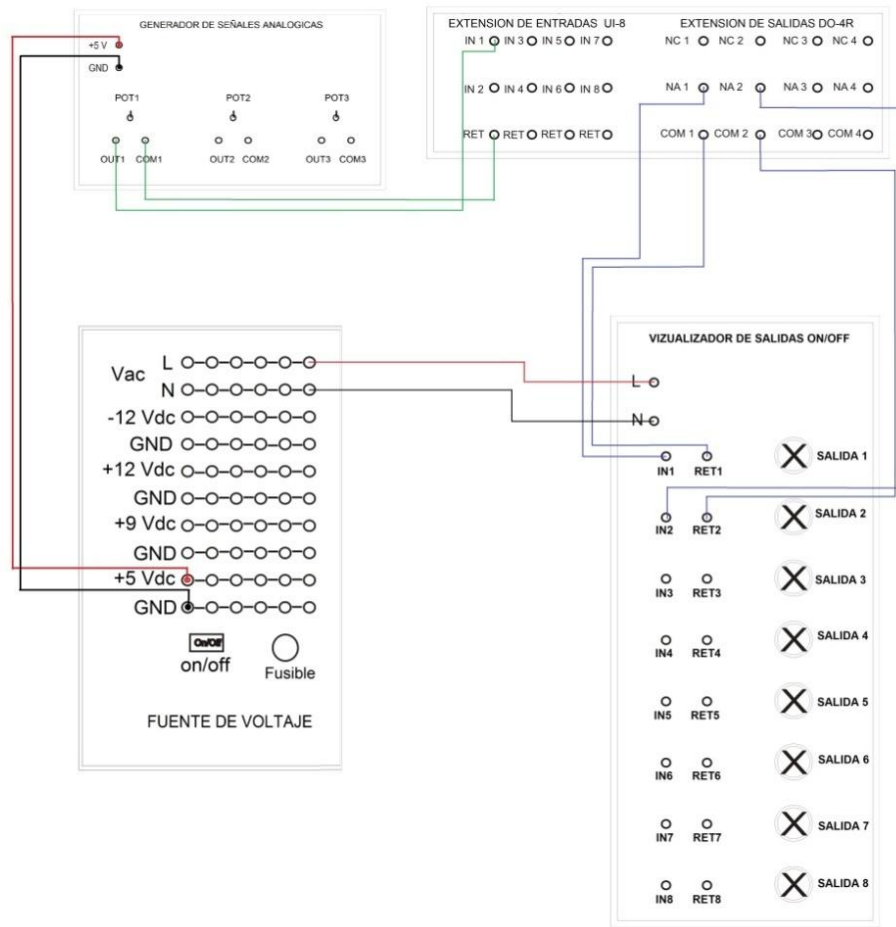
```
If HMI_DOMOTICA\modulo\INFINITY1\SCX920\in_fi10<14 THEN
  Turn On HMI_DOMOTICA\modulo\INFINITY1\salida2
Else
  Turn Off HMI_DOMOTICA\modulo\INFINITY1\salida2
Endif

If HMI_DOMOTICA\modulo\INFINITY1\SCX920\in_fi10>18 THEN
  Turn On HMI_DOMOTICA\modulo\INFINITY1\salida1
Else
  Turn Off HMI_DOMOTICA\modulo\INFINITY1\salida1
Endif
```

Parte II: Conexiones físicas

Utilizando los módulos y realizar las conexiones físicas como se muestra en la figura 7.1.

Figura 7.1 Conexiones físicas para climatización.



Cuestionario

1. ¿Explique la función que representa el potenciómetro 1 del módulo generador de señales analógicas?
2. ¿Reconozca en la programación la temperatura que desea mantener el usuario?

la ventana que se apague el sistema de climatización. Además realice la programación para que el usuario ingrese la temperatura a la que desea mantener el usuario.

Trabajo propuesto

Realice la programación y las conexiones físicas necesarias para garantizar ahorro de energía. Al abrir

Anexo 2: Programación realizada para cada sistema

Menú principal

Turn Off HMI_DOMOTICA\modulo\INFINITY1\salida1
Turn Off HMI_DOMOTICA\modulo\INFINITY1\salida2
Turn Off HMI_DOMOTICA\modulo\INFINITY1\salida3
Turn Off HMI_DOMOTICA\modulo\INFINITY1\salida4
Turn Off HMI_DOMOTICA\modulo\INFINITY1\salida5
Turn Off HMI_DOMOTICA\modulo\INFINITY1\salida6
Turn Off HMI_DOMOTICA\modulo\INFINITY1\salida7
Turn Off HMI_DOMOTICA\modulo\INFINITY1\salida8
Turn Off sa_fi1
Turn Off sa_fi2
Turn Off sa_fi3
Turn Off sa_fi4
Turn Off sa_fi5
Turn Off sa_fi6
Turn Off sa_fi7
Turn Off sa_fi8

Iluminación

verificacion:

If HMI_DOMOTICA\modulo\INFINITY1\entrada1 is Off then Goto presencia

If HMI_DOMOTICA\modulo\INFINITY1\entrada1 is On then Goto presenciano
presencia:

Turn On HMI_DOMOTICA\modulo\INFINITY1\salida8

Goto verificacion

presenciano:

Turn Off HMI_DOMOTICA\modulo\INFINITY1\salida8

Goto verificación

Climatización

If in_fi10 < TEMPERATURA - 3 and

HMI_DOMOTICA\modulo\INFINITY1\entrada2 is On and

HMI_DOMOTICA\modulo\INFINITY1\entrada3 is On and

HMI_DOMOTICA\modulo\INFINITY1\entrada4 is On then

Turn On HMI_DOMOTICA\modulo\INFINITY1\salida2


```

Else
Turn Off HMI_DOMOTICA\modulo\INFINITY1\salida2
Endif

If in_fi10 > TEMPERATURA + 3 and
HMI_DOMOTICA\modulo\INFINITY1\entrada2 is On and
HMI_DOMOTICA\modulo\INFINITY1\entrada3 is On and
HMI_DOMOTICA\modulo\INFINITY1\entrada4 is On then
Turn On HMI_DOMOTICA\modulo\INFINITY1\salida1
Else
Turn Off HMI_DOMOTICA\modulo\INFINITY1\salida1
Endif

If in_fi12 > TEMPERATURA + 3 and
HMI_DOMOTICA\modulo\INFINITY1\entrada2 is On and
HMI_DOMOTICA\modulo\INFINITY1\entrada3 is On and
HMI_DOMOTICA\modulo\INFINITY1\entrada4 is On then
Turn On HMI_DOMOTICA\modulo\INFINITY1\salida3
Else
Turn Off HMI_DOMOTICA\modulo\INFINITY1\salida3
Endif

If in_fi12 < TEMPERATURA - 3 and
HMI_DOMOTICA\modulo\INFINITY1\entrada2 is On and
HMI_DOMOTICA\modulo\INFINITY1\entrada3 is On and
HMI_DOMOTICA\modulo\INFINITY1\entrada4 is On then
Turn On HMI_DOMOTICA\modulo\INFINITY1\salida4
Else
Turn Off HMI_DOMOTICA\modulo\INFINITY1\salida4
Endif

```

Detección de intrusos

```

If entrada4 is Off or entrada3 is Off or entrada2 is Off then
Turn On HMI_DOMOTICA\modulo\INFINITY1\SCX920\sa_fi2
Else
Turn Off HMI_DOMOTICA\modulo\INFINITY1\SCX920\sa_fi2
Endif

```

Control de incendios

If in_fi9 > 1 and sa_fi1 is Off then

Turn On sa_fi2

Endif

If in_fi9 < 1 and sa_fi1 is Off then

Turn Off sa_fi2

Endif

Control de acceso

Set INGRESO EntryNormMode = 1

Video vigilancia

VERIFICACION:

If in_fi2 is On then Goto INTRUSO

If in_fi1 is On then Goto INTRUSO

If in_fi1 is Off or in_fi2 is Off then Goto intrusono

INTRUSO:

Turn On HMI_DOMOTICA\modulo\INFINITY1\salida1

Turn On HMI_DOMOTICA\modulo\INFINITY1\salida2

Turn On HMI_DOMOTICA\modulo\INFINITY1\salida3

Turn On HMI_DOMOTICA\modulo\INFINITY1\salida4

Turn On HMI_DOMOTICA\modulo\INFINITY1\salida5

Turn On HMI_DOMOTICA\modulo\INFINITY1\salida6

Turn On HMI_DOMOTICA\modulo\INFINITY1\salida7

Turn On HMI_DOMOTICA\modulo\INFINITY1\salida8

Goto VERIFICACION

intrusono:

Turn Off HMI_DOMOTICA\modulo\INFINITY1\salida1

Turn Off HMI_DOMOTICA\modulo\INFINITY1\salida2

Turn Off HMI_DOMOTICA\modulo\INFINITY1\salida3

Turn Off HMI_DOMOTICA\modulo\INFINITY1\salida4

Turn Off HMI_DOMOTICA\modulo\INFINITY1\salida5

Turn Off HMI_DOMOTICA\modulo\INFINITY1\salida6
Turn Off HMI_DOMOTICA\modulo\INFINITY1\salida7
Turn Off HMI_DOMOTICA\modulo\INFINITY1\salida8
Goto VERIFICACION

Sistema de distribución de agua

VERIFICACION:

If in_fi8 is On or in_fi7 is On then Goto inundacion

If in_fi8 is Off or in_fi7 is Off then Goto inundacionno

If in_fi14 < 50 then Goto REGAR

If HMI_DOMOTICA\modulo\INFINITY1\salida1 is On and in_fi14 > 80 then Goto NOREGAR

If in_fi16 <= 50 then Goto valvula1

If HMI_DOMOTICA\modulo\INFINITY1\salida2 is On and in_fi16 > 50 then Goto valvula1no

If in_fi12 < TEMPERATURAAGUA - 3 then Goto calentar

If in_fi12 > TEMPERATURAAGUA + 3 then Goto enfriar

inundacion:

Turn Off HMI_DOMOTICA\modulo\INFINITY1\salida3

Goto VERIFICACION

inundacionno:

Turn On HMI_DOMOTICA\modulo\INFINITY1\salida3

Goto VERIFICACION

REGAR:

Turn On HMI_DOMOTICA\modulo\INFINITY1\salida1

Goto VERIFICACION

NOREGAR:

Turn Off HMI_DOMOTICA\modulo\INFINITY1\salida1

Goto VERIFICACION

valvula1:

Turn On HMI_DOMOTICA\modulo\INFINITY1\salida2

Goto VERIFICACION

valvula1no:

Turn Off HMI_DOMOTICA\modulo\INFINITY1\salida2

Goto VERIFICACION

enfriar:

Turn On HMI_DOMOTICA\modulo\INFINITY1\salida4

Turn Off HMI_DOMOTICA\modulo\INFINITY1\salida5

Goto VERIFICACION

calentar:

Turn On HMI_DOMOTICA\modulo\INFINITY1\salida5

Turn Off HMI_DOMOTICA\modulo\INFINITY1\salida4

Goto VERIFICACION