

Trabajo Fin de Grado
Grado en Ingeniería Electrónica, Robótica y
Mecatrónica

Domotización de un edificio empresarial

Autor: Elena M^a Sojo Blanco

Tutor: Alfredo Pérez Vega-Leal

Co-Tutor: Diego Rodríguez Ramos

Dpto. Ingeniería Electrónica
Escuela Técnica Superior de Ingeniería
Universidad de Sevilla

Sevilla, 2019



Trabajo Fin de Grado
Grado en Ingeniería Electrónica, Robótica y Mecatrónica

Domotización de un edificio empresarial

Autor:

Elena M^a Sojo Blanco

Tutor:

Alfredo Pérez Vega-Leal

Profesor contratado Doctor

Co-Tutor:

Diego Rodríguez Ramos

Administración S2E

Dpto. Ingeniería Electrónica
Escuela Técnica Superior de Ingeniería
Universidad de Sevilla
Sevilla, 2019

Trabajo Fin de Grado: Domotización de un edificio empresarial

Autor: Elena M^a Sojo Blanco
Tutor: Alfredo Pérez Vega-Leal
Co-Tutor: Diego Rodríguez Ramos

El tribunal nombrado para juzgar el Proyecto arriba indicado, compuesto por los siguientes miembros:

Presidente:

Vocales:

Secretario:

Acuerdan otorgarle la calificación de:

Sevilla, 2019

El Secretario del Tribunal

A mi familia

A mis maestros

A mis amigos

Agradecimientos

En primer lugar quiero agradecer a mi familia, en especial a mis padres por la educación recibida y el apoyo en estos años de universidad con tantos altos y bajos. Gracias por confiar en mí cuando ni yo misma lo hacía, por enseñarme que con constancia y esfuerzo todo se consigue tarde o temprano.

Agradecer a mi tutor Alfredo y a Diego, por el apoyo y la oportunidad de trabajar en este proyecto que alimentó mi curiosidad y que con el transcurso de los meses ha aumentado mis conocimientos.

Por último agradecer a mis amigos, y sobretodo a los que he ido encontrando en estos años universitarios. Gracias por compartir penas y alegrías, por hacer más llevaderos todos los momentos complicados con los que nos hemos encontrado e incluso sacar algo divertido de ellos.

Elena M^a Sojo Blanco
Escuela Técnica Superior de Ingeniería
Sevilla, 2019

En este documento se presenta el procedimiento llevado a cabo para un proyecto demostrativo basado en la domotización de varias zonas de un edificio empresarial, haciendo un control de climatización e iluminación. El objetivo de este proyecto es disminuir el consumo, ya que en muchas ocasiones los usuarios del edificio dejaban luces encendidas o incluso por las noches los pasillos permanecían iluminados.

Para comenzar se hará una breve introducción a la domótica, a los objetivos y al planteamiento del proyecto. Se describirá todo el hardware utilizado, como los sensores de temperatura y humedad, un medidor de energía y módulos de relé. Además de la pantalla Weintek utilizada como interfaz.

También se verá el software principal, que en este caso es EasyBuilder Pro, y el protocolo de comunicación utilizado, Modbus por RS-485.

A continuación se verá toda la realización del trabajo y se acabará comentando unos cambios en proyecto, la nueva adaptación del mismo y sus conclusiones.

Abstract

This document presents the procedure carried out for a demonstration project based on the domotization of some areas of a business building by controlling air conditioning and lighting. The objective of this project is to reduce consumption, since in many occasions the users of the building left lights on or even at night the corridors were illuminated.

To begin with, a brief introduction will be made to home automation, to the objectives and approach of the project. All hardware used, such as temperature and humidity sensors, an energy meter and relay modules will be described. In addition to the Weintek screen used as an interface.

You will also see the main software, which in this case is EasyBuilder Pro, and the communication protocol used, Modbus by RS-485.

Next, you will see all the work done and you will end up commenting on some changes in the project, the new adaptation of the project and its conclusions.

Índice

Agradecimientos	ix
Resumen	xi
Abstract	xiii
Índice	xv
Índice de Tablas	xvii
Índice de Figuras	xix
Notación	xxi
1 Introducción	23
2 Planteamiento del Trabajo	25
2.1 <i>Funcionamiento de cada zona</i>	25
2.1.1 Inventario	27
3 Hardware	29
3.1 <i>Pantalla Weintek MT8071iE</i>	29
3.2 <i>Sensor de Temperatura y Humedad</i>	30
3.3 <i>Medidor de energía</i>	30
3.4 <i>Módulo de relé</i>	31
4 Protocolo de comunicación	33
4.1 <i>Modbus</i>	33
4.1.1 <i>Capa física</i>	33
4.1.2 <i>Direccionamiento</i>	33
4.1.3 <i>Modelo de datos</i>	34
4.1.4 <i>Código de las funciones</i>	34
4.2 <i>Modbus RTU</i>	34
5 Software	35
5.1 <i>EasyBuilder Pro</i>	35
6 Interfaz con el usuario	37
6.1 <i>Ventana principal</i>	37
6.2 <i>Ventana clima</i>	38
6.3 <i>Ventana de iluminación</i>	38
6.4 <i>Ventana adicional y salvapantallas</i>	39
7 Modos de funcionamiento	41
7.1 <i>Temperaturas office</i>	41
7.1.1 <i>Cambios de temperatura de consigna</i>	45
7.2 <i>Iluminación office</i>	46
7.3 <i>Potencia consumida en el office</i>	47

8	Cambios en el proyecto	49
9	Conclusiones	51
	Referencias	53
	Anexos	55
1.	<i>Anexo A. Funciones Modbus</i>	55
2.	<i>Anexo B. Códigos</i>	55
	<i>Macro de aumento de temperatura de consigna</i>	55
	<i>Macro de disminución de temperatura de consigna</i>	56
	<i>Macro de encendido de luces</i>	56
	<i>Macro de toma de potencia</i>	57
	<i>Macro para modos de clima</i>	57

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Inventario office iluminación	27
Tabla 2. Inventario office clima	27
Tabla 3. Inventario pasillo	28
Tabla 4. Inventario baños	28
Tabla 5. Inventario garaje	28
Tabla 6. Inventario global iluminación	28
Tabla 7. Configuración módulo relé	31
Tabla 8. Modelo de datos	34
Tabla 9. Funciones Modbus	55

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2-1. Plano office	25
Figura 2-2. Plano 1º planta	26
Figura 2-3. Plano zonas garaje	26
Figura 3-1. Weintek MT8071iE	29
Figura 3-2. Sensor de temperatura y humedad	30
Figura 3-3. Medidor de energía	30
Figura 3-4. Modulo rele 4ch	31
Figura 3-5. Simply Modbus Master	32
Figura 4-1. Trama Modbus RTU	34
Figura 5-1. Logotipo EasyBuilder Pro	35
Figura 6-1. Esquina superior derecha en cada pantalla	37
Figura 6-2. Ventana principal	37
Figura 6-3. Ventana de clima	38
Figura 6-4. Ventana iluminación	38
Figura 6-5. Ventana adicional de información	39
Figura 6-6. Salvapantallas	39
Figura 7-1. Cambio de temperatura de consigna por teclado	45
Figura 7-2. Zona temperaturas ventana principal	45
Figura 7-3. Plano subzonas de reunión	46

Notación

RS-485	Recommendad Standart-485
DPQ	Punto de posición valor de potencia
Rx	Valor real leído por el medidor
PIR	(Passive Infrared)
W	Wattios
cm	Centímetros
IDAE	Instituto para la Diversificación y ahorro de la Energía
NE	Noreste
NO	Noroeste
SE	Sedeste
SO	Sudoeste
HMI	Human-Machine Interface
PLC	Power Line Communications
4CH	Cuatro canales
TFT	Thin Film Transistor
LCD	Liquid Crystal Display
LED	Diodo Emisor de Luz
MB	Megabyte
RAM	Random Access Memory
RISC	Reduced Instruction Set Computer
Mhz	Megahercio
RTC	Real Time Clock
VDC	Voltios de Corriente Continua
VAC	Voltios de Corriente Alterna
RTU	Unidad Terminal Remota
ASCII	American Standard Code for Information Interchange
SCADA	Automatización de distribución, control de supervisión y adquisición de datos
TCP	Protocolo de control de transmisión
IP	Protocolo de Internet versión 6
EIA	Electronic Industries Alliance
Mbps	Megabit por segundo
CRC	Cyclic-Redundant Checksum
BMP	Bone Morphogenetic Proteins
PCB	Printed Circuit Board

1 INTRODUCCIÓN

La domótica es el conjunto de tecnologías aplicadas al control y la automatización de la vivienda de forma inteligente. Permitiendo un eficiente uso de la energía, aportando seguridad y confort, incluyendo la comunicación entre el sistema y el usuario. Según datos aportados por el IDAE el ahorro en un hogar domotizado puede alcanzar el 50% del consumo eléctrico.

La evolución en este ámbito llega desde 1932 en Chicago con Alpha, el robot que podría disparar un arma por la activación mediante voz. Aunque acercándonos más al ámbito cercano del hogar y edificios lo primero que podemos encontrar en la evolución de la domótica fue la limpieza efectiva a través de la aspiradora, la plancha, la refrigeración de alimentos, etc.

En 1950 empezaron a verse las primeras visiones de casas inteligentes, las cuales con solo un botón podían realizarse distintas actividades.

En 1999 la idea de la inteligencia en el hogar estaba en pleno auge, con la llegada del internet avanzaría rápidamente.

Es un ámbito que ha avanzado enormemente en los últimos años, y actualmente ofrece soluciones y servicios a todo tipo de edificios y viviendas. La domótica está en continuo crecimiento y no parará de sorprender.

El objetivo inicial del proyecto es la domotización de varias zonas de un edificio empresarial. Estas zonas son el garaje, situado en el sotano, la sala de descanso que a partir ahora consideraremos 'office', situada en la primera planta, y el pasillo y ambos baños de la misma planta que el office.

La finalidad de realizar este proyecto es disminuir el consumo energético, debido a que los mismos usuarios abandonaban las zonas mencionadas dejando la luz encendida. Incluso en días no laborables, o por las noches, los pasillos permanecían encendidos.

Se utilizará la pantalla MT8071iE de Weintek como interfaz con el usuario. La transmisión de datos entre la interfaz y demás componentes, sensores, medidor de energía y módulos de relé, se realizará por protocolo modbus según el estándar de comunicaciones RS-485.

Finalmente lo que se busca obtener es una pantalla instalada en el office, accesible a cualquier usuario del edificio, desde la que controlar la iluminación y el clima. Y en el garaje, pasillo y baños mayor libertad y ahorro con una iluminación a base de sensores, sin interruptores.

2 PLANTEAMIENTO DEL TRABAJO

Como se ha mencionado anteriormente la idea inicial era la domotización de las zonas mencionadas, garaje, office, pasillo y baños. Parte de esta domotización será controlada por el usuario utilizando una pantalla como interfaz.

2.1 Funcionamiento de cada zona

Comenzando por la primera planta, en la que encontramos el office (zona de descanso y máquinas de café), el pasillo y dos baños. En todas estas zonas se hará un control de la iluminación, y solo en el office de la temperatura.

En el office se consideró utilizar diferentes luminarias dependiendo de la franja horaria, para aventajar al trabajador que hiciese uso de esta zona. Se combinarían unas luminarias de luz fría y cálida. Para el comienzo de la jornada de trabajo se activarían las luminarias frías, ya que su tonalidad fría produce un estímulo que activaría al trabajador. Durante el día se utilizarían una combinación de ambas y al llegar el final de la jornada se encenderían únicamente las luminarias cálidas, para crear un ambiente más acogedor para finalizar día.

Esta sala se dividiría en varias subzonas, distinguiéndose la subzona del café (O-CAFÉ) y las subzonas de descanso o reunión (O-NE, O-SE, O-SO, O-NO) como se pueden ver en la figura 2-1.

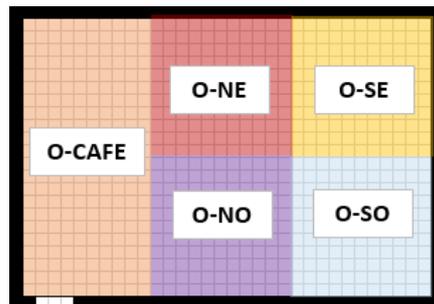


Figura 2-1. Plano office

La subzona O-CAFÉ será activada mediante sensores de presencia y permanecerá encendida un tiempo considerable para que el usuario pueda adquirir lo que necesite de las máquinas, ya que esta zona es considerada de paso por la existencia de la máquina de café y máquina de refrescos.

Las demás subzonas serán activadas por el usuario a través de la pantalla colocada en el mismo office, pudiendo elegir cual de ellas utilizar. Éstas permanecerán activas más tiempo que la zona del café ya que se considera que aquí el usuario descansará o tendrá una reunión. Antes de finalizar el tiempo que permanece encendida la luz, se realizará un parpadeo de aviso a partir del cual el usuario podrá volver a activar la zona desde la pantalla si su estancia en el office no hubiera terminado.

En cuanto a la temperatura del office se utilizarán dos sensores para captar la temperatura interior y exterior, y a partir de estas temperaturas y una de consigna, se activarán las distintas opciones de climatización: calefacción, aire acondicionado o un ventilador que aprovechará la temperatura exterior para acondicionar el interior de la sala. La temperatura de consigna la seleccionará el usuario desde pantalla.

El control de luz en el pasillo se realizó dividiéndolo en tres zonas P1-N, P1-C, P1-S como se ve en la Figura 2-2. Cada zona será activada mediante sensores de presencia y permanecerá encendida un tiempo programado aproximado de 2 minutos, ya que es una zona de paso. Antes de acabar el tiempo se realizaría de nuevo un parpadeo para avisar el apagado de luces.

Para el baño se utilizaría detectores de presencia y éste permanecería iluminado un tiempo de programado, que también contaría con el parpadeo de aviso para el fin de la iluminación.

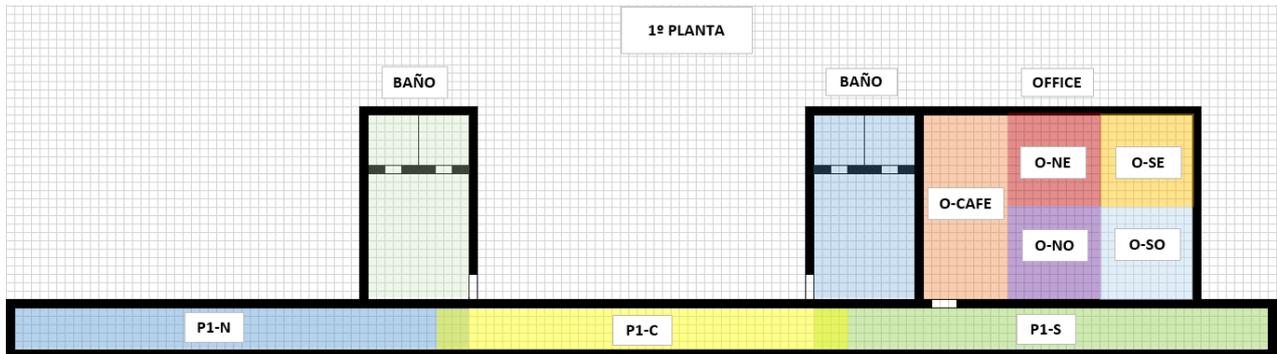


Figura 2-2. Plano 1º planta

En el caso de la iluminación del garaje, éste se dividiría en 4 zonas. Al activar las puertas de acceso al garaje se encenderían las zonas próximas durante 2 minutos, en este caso serían las subzonas S2 y S3 representadas en la Figura 2-2. Al pasar el tiempo establecido la luz se iría degradando hasta apagarse. Según avanzase el usuario por el garaje, las diferentes zonas establecidas se activarían mediante sensores presencia, y las próximas a las activas se encenderían al 50% de intensidad.

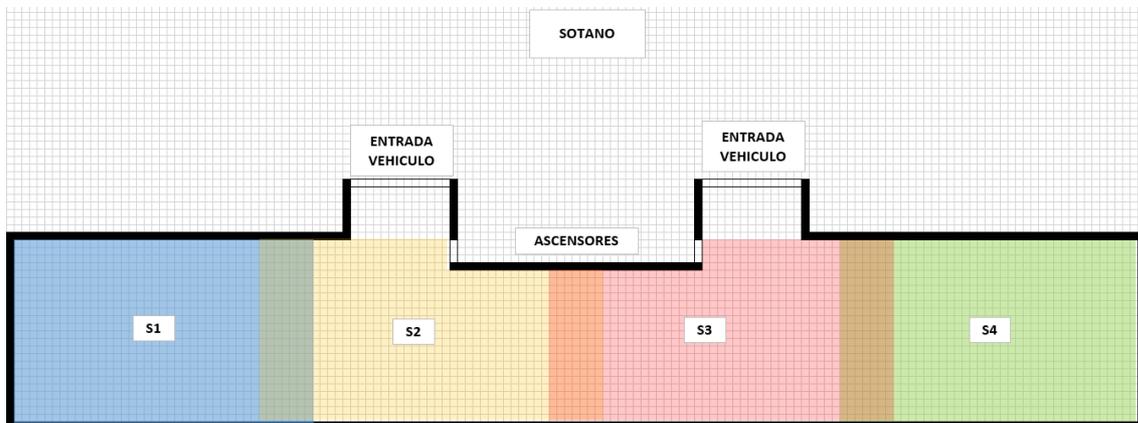


Figura 2-3. Plano zonas garaje

2.1.1 Inventario

Una vez establecidas las subzonas y el funcionamiento que se le quería dar, se realizó un recuento de los diferentes sensores y elementos necesarios para llevar a cabo el proyecto.

Comenzando con el office, esta sala cuenta con 12 luminarias de 40x40 cm, según la siguiente distribución:

Subzona Office	Luminarias	Sensor de presencia
O-Café	4	1
O-SO	2	0
O-SE	2	0
O-NO	2	0
O-NE	2	0

Tabla 1. Inventario office iluminación

Hay que tener en cuenta que en cada subzona la mitad de las luminarias serían de luz fría y la otra mitad de luz cálida. En el office también se contaría con un sensor de presencia pir para la zona de las máquinas de bebidas y café.

Un sensor pir es un sensor de presencia infrarrojo que reacciona ante fuentes de energía como el cuerpo humano, al detectar la diferencia de calor entre el cuerpo y su alrededor. Que es lo necesario en este caso para encender la zona O-Café del office.

En esta sala también se realizaría el control de temperatura, por lo que para ello serían necesarios dos sensores de temperatura, uno para la temperatura interior y otro para la exterior. También se necesitaría dos módulos de relés de 4 canales para activar las diferentes opciones de climatización, un medidor de energía para obtener la potencia consumida y un convertidor moxa 485.

	Sensor de temperatura	Medidor de energía	Módulos de relé 4CH
Clima office	2	1	2

Tabla 2. Inventario office clima

Para el pasillo se tienen 11 luminarias de 18W de potencia, como éste se dividió en tres subzonas, por cada una de ellas habría un sensor rádar y dos sensores ópticos uno para cada extremo del pasillo.

Un sensor rádar denota presencia, detecta los ligeros movimientos del cuerpo humano y puede llegar a resolver varios de los problemas de los sensores pir. Deben ser pequeños y de baja potencia y consumo para lograrlo.

Con el sensor óptico o fotoeléctrico se detectará presencia a partir de los cambios de intensidad de la luz.

Subzonas pasillo	Luminarias	Sensor radar	Sensor óptico
P1-N	4	1	1
P1-C	3	1	0
P1-S	4	1	1

Tabla 3. Inventario pasillo

En el baño se tienen 3 luminarias de 18W, pero al haber 2 baños en la primera planta serían 6 luminarias. Además se añadiría 1 sensor de presencia pir por cada baño.

	Luminarias	Sensor Pir
Baños	6	2

Tabla 4. Inventario baños

En el garaje se tienen 24 luminarias fluorescentes, como se dividió en 4 zonas diferentes, por cada subzona se tendrían 8 luminarias. En cuanto a sensores se utilizarían dos sensores pir, cada uno en las entradas al garaje y cuatro sensores radar, uno por cada zona.

Subzonas garaje	Luminarias	Sensor pir	Sensor radar
S1	8	0	1
S2	8	1	1
S3	8	1	1
S4	8	0	1

Tabla 5. Inventario garaje

El inventario total de todo el proyecto de control de iluminación, con todos los elementos necesarios quedaría:

Zonas	Luminarias40	Luminarias18	Fluorescentes	Sensor pir	Sensor radar	Sensor optico
Office (O-Cafe)	4	0	0	1	0	0
Office (resto)	8	0	0	0	0	0
Pasillo	0	11	0	0	3	2
Baños	0	6	0	2	0	0
Garaje	0	0	24	2	4	0
Total	12	17	24	5	7	2

Tabla 6. Inventario global iluminación

3 HARDWARE

En este capítulo vamos a describir los diferentes componentes de hardware utilizados en este proyecto más detalladamente.

3.1 Pantalla Weintek MT8071iE

La pantalla utilizada en este proyecto es de la marca Weintek, el modelo MT8071iE, la cual es un HMI totalmente compatible con las principales marcas de PLC.



Figura 3-1. Weintek MT8071iE

La serie iE se caracteriza por ser pantallas muy delgadas de tan solo 34 mm, sus dimensiones completas son 200.3 x 146.3 x 34mm, con un peso aproximado de 0,6kg. La pantalla, sin contar con la cubierta de protección, tiene dimensiones 192 x 138mm.

Su PCB está revestida: con protección contra el polvo, la humedad y con prevención para corrosión.

Es una pantalla TFT color con retroiluminación LED, con una resolución 800*400, con brillo 400 y una relación de contraste 800:1. El panel táctil de la pantalla es de tipo resistivo de 4 hilos.

Tiene una memoria flash de 128MB, otros 128MB de memoria RAM y un procesador RISC a 600MHz de 32 bits.

En lo referente a puertos de entrada y salida, cuenta con un puerto USB Host, un puerto Ethernet, un puerto RS232 (COM1) y dos puertos RS485 (COM2 para RS485 2Hy 4H, y COM3 para RS485 2H). Cuenta con un RTC incorporado.

La pantalla se ha de alimentar a 24 VDC, incorpora aislamiento de potencia y su consumo de energía es de 450 mA. Tiene una resistencia de voltaje de 500 VAC, una resistencia de aislamiento que supera los 50 MΩ a 500 VDC y una resistencia a la vibración de 10 a 25 Hz.

Además cuenta con una estructura de protección UL tipo 4X. Esta pantalla es solo para uso en interiores, cuya temperatura de funcionamiento abarca el intervalo: 0° - 50°C (32° - 122°F) y la humedad relativa: 10% - 90% (sin condensación).

3.2 Sensor de Temperatura y Humedad

Este sensor se utiliza para obtener la temperatura ambiente y humedad relativa. Su pantalla de cristal líquido, tiene alta precisión para garantizar una buena fiabilidad.

El tipo de señal de salida es RS485 con protocolo Modbus. Tiene dirección de dispositivo configurable entre 1~255, en este proyecto la tomaremos igual a 30. Cuenta además con la velocidad de transmisión configurable 2400, 4800 (velocidad por defecto) y 9600, en este caso se utiliza 9600. Para su funcionamiento debe estar alimentado en un rango de 10-30 V DC.

Trabaja en un rango de temperaturas de -20°C a 60°C y para humedad 0%-80%, con un margen de error $\pm 0,5^\circ\text{C}$ para temperatura, y $\pm 3\%$ para la humedad. Tiempo de respuesta de 4 segundos para humedad y de 10 segundos para temperatura.



Figura 3-2. Sensor de temperatura y humedad

3.3 Medidor de energía

El medidor de energía QP452, es un medidor multifunción con alta capacidad y precisión, con el que se obtienen medidas en tiempo real y medidas de energía eléctrica. Mide la corriente trifásica, voltaje, potencia, energía eléctrica, frecuencia y factor de potencia. Cuenta con comunicación MODBUS por RS485 y una velocidad configurable, en el caso del proyecto será 9600. Se alimenta a 220VAC.



Figura 3-3. Medidor de energía

En el proyecto lo que buscamos de este medidor es la potencia consumida.

3.4 Módulo de relé

Se han utilizado dos módulos de relé iguales, que son el “STM8S102 Relay Control Board”, ofrece 4 relés, con 4 terminales de entrada. Tiene una fuente de alimentación de 12 V para los relés y una alimentación interna de 3,3V.

Cuenta con una interfaz de comunicaciones RS485 mediante modbus, con dirección de esclavo configurable y velocidad de transmisión 9600.

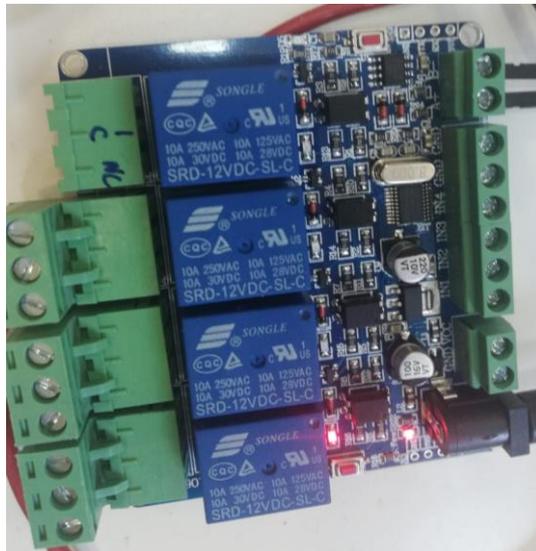


Figura 3-4 . Modulo rele 4ch

Configuración de la dirección de esclavo a 1	00 06 40 00 00 01 5c 1b
Configuración de la dirección de esclavo a n	00 06 40 00 00 0n xx xx
Apertura del relé 1	01 05 00 00 FF 00 8C 3A
Cierre del relé 1	01 05 00 00 00 00 CD CA
Apertura del relé 2	01 05 00 01 FF 00 DD FA
Cierre del relé 2	01 05 00 01 00 00 9C OA
Apertura del relé 3	01 05 00 02 FF 00 2D FA
Cierre del relé 3	01 05 00 02 00 00 6C OA
Apertura del relé 4	01 05 00 03 FF 00 7C 3A
Cierre del relé 4	01 05 00 03 00 00 3D CA

Tabla 7. Configuración módulo relé

Para la configuración de la dirección de esclavo de los módulos de relé se ha utilizado Simply Master Modbus, que es un software de prueba de comunicación de datos. Se conecta a dispositivos esclavos RTU y ASCII mediante Modbus. En una misma ventana se tiene el ajuste de las configuraciones seriales (puerto COM, velocidad en baudios, bit de datos, bits de paridad), toda la información para enviar y recibir el mensaje.

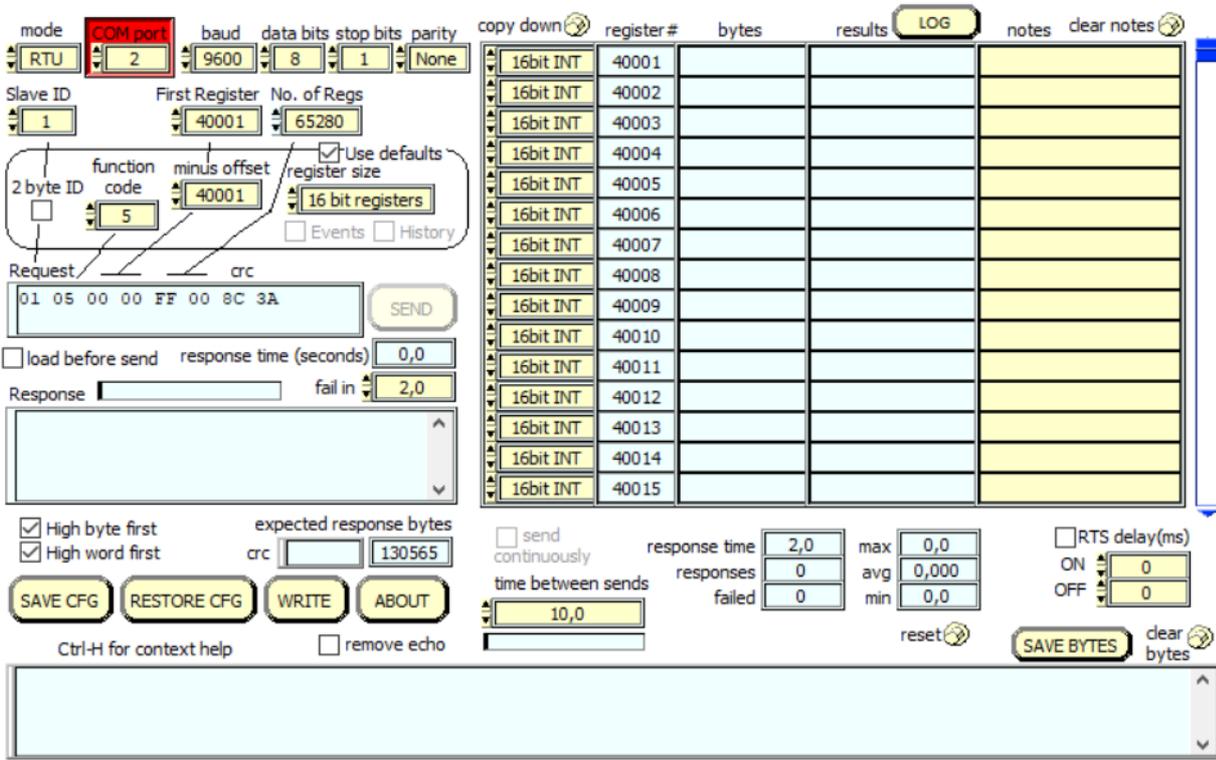


Figura 3-5. Simply Modbus Master

4 PROTOCOLO DE COMUNICACIÓN

En este nuevo capítulo describiremos el protocolo de comunicaciones necesario para la transmisión de datos entre la pantalla de interfaz y los demás componentes.

4.1 Modbus

Modbus es un protocolo de comunicaciones, de solicitud-respuesta, implementado usando una relación maestro-esclavo, cuyo objetivo es la transmisión de información entre dispositivos conectados a un mismo bus. Con esta relación la comunicación siempre se produce en pares, un dispositivo debe iniciar la solicitud y después esperar la respuesta. El dispositivo de inicio (maestro) es responsable de iniciar cada interacción. Por lo general el maestro es una interfaz humano-máquina (HMI, que es el caso del proyecto) o un sistema SCADA y el esclavo es un sensor, controlador lógico programable o controlador de automatización programable.

En nuestro proyecto los esclavos son los sensores, el medidor de energía y los módulos de relé. El contenido de estas solicitudes y respuestas, y las capas de la red a través de las cuales se envían estos mensajes, son definidos por las diferentes capas del protocolo.

Modbus fue diseñado en 1979 por Modicom, ya que este protocolo era de uso fácil, abierto y requería poco desarrollo, llegó a ser el protocolo de comunicaciones estándar de la industria.

4.1.1 Capa física

Es importante no confundir estándares físicos con protocolo de comunicación. Modbus no especifica cuál es la capa física, pudiendo utilizarse diversos estándares de capa física como RS232, Ethernet TCP/IP o RS485. Este último será el utilizado en este trabajo de fin de grado.

La velocidad de comunicación por cada uno de los estándares varía, igual que la longitud máxima de la red y el número de dispositivos conectados.

4.1.1.1 RS-485

El estándar RS-485 o EIA-485 es muy utilizado en la industria y uno de lo más utilizados notablemente por el protocolo Modbus. Permite más de dos dispositivos por lo que se pueden tener varios esclavos de red, al contrario que RS-232 el cual solo admite dos dispositivos. RS-485 permite trabajar con tasas de comunicación que pueden llegar hasta 12Mbps y en algunos casos hasta 50 Mbps, sin olvidar que cuando mayor es la longitud de la red menor será la velocidad de comunicación. La distancia máxima de la red es 1200m y el número máximo de dispositivos en la red es de 32.

4.1.2 Direccionamiento

El protocolo de comunicaciones Modbus tiene 256 direcciones, de las cuales:

- 0 es la dirección de Broadcast, al enviar un mensaje a esta dirección todos los esclavos reciben el mensaje.
- De 1 hasta 247 son direcciones disponibles para los dispositivos esclavos.
- De 248 a 255 son direcciones reservadas.

Los esclavos son los únicos que poseen una dirección definida, el maestro no posee dirección.

4.1.3 Modelo de datos

En Modbus se distinguen cuatro tipos de objetos, de los cuales cada uno de ellos tiene un tamaño diferente.

Tipo de objeto	Acceso	Tamaño	Direcciones
Coil	Leer/Escribir	1 bit(Bool)	00001-09999
Discrete input	Solo leer	1bit(Bool)	10001-19999
Input register	Solo leer	16 bits(Int)	40001-49999
Holding register	Leer/escribir	16 bits(Int)	40001-49999

Tabla 8. Modelo de datos

No hay definidos tipos de datos flotantes o dobles enteros, debido a la época en la se desarrolló el protocolo ya que los PLC no contaban con éste tipo de datos. Pero con ingenio se puede conseguir, por ejemplo usando dos registros para un flotante o doble entero ya que ambos tienen 32 bits.

4.1.4 Código de las funciones

En Modbus el código de la función es el modo que tiene el maestro de especificar el tipo de servicio o función solicitada al esclavo. A su vez cada función se utiliza para acceder a un tipo específico de dato.

Más adelante se verá las funciones utilizadas en el proyecto y el conjunto de todas las funciones de Modbus en el anexo.

4.2 Modbus RTU

En Modbus RTU cada mensaje de 8 bits contiene dos caracteres hexadecimales de 4 bits. Este modo tiene mejor procesamiento de datos debido a su mayor densidad de caracteres para una misma tasa de baudios, ya que usa menos bits por cada dato a enviar.

En este modo no hay carácter para indicar el inicio o fin de una trama. La indicación de un nuevo mensaje, cuando comienza o termina, es por la ausencia de transmisión de datos en la red por un tiempo mínimo de 3,5 veces el tiempo de transmisión de un byte de datos. Si una trama se inició después de que se produjo ese tiempo, los elementos de la red asumen que el primer carácter recibido representa el comienzo de una nueva trama, de la misma forma que pasado ese tiempo asumen el fin de la trama anterior.

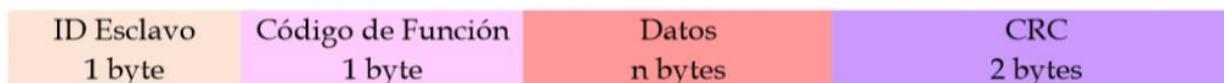


Figura 4-1. Trama Modbus RTU

5 SOFTWARE

5.1 EasyBuilder Pro

EasyBuilder PRO es un software de configuración, de Weintek, que permite a los usuarios comunicarse con dispositivos periféricos de manera fácil y ágil, ya que simplifica la edición de proyectos de visualización.



Figura 5-1. Logotipo EasyBuilder Pro

En este proyecto de domótica la visualización se realizará mediante una pantalla Weintek MT8071iE. La cual se configura en el programa justo al crear un nuevo proyecto, junto al PLC u otros dispositivos que se utilizarán.

El entorno de desarrollo está dividido en diferentes secciones. Se tiene la sección de las ventanas, donde se pueden ver las diferentes ventanas que se irán programando para que aparezcan por la pantalla (en este caso se ha realizado ventanas de menú, para el control de la luz y la ventilación entre otras). Esta sección cuenta con una pestaña en la que aparecen las direcciones de los objetos utilizados en cada una de las ventanas. Se puede tener un total de 1197 ventanas por proyecto, donde alguna de ellas puede tener la funcionalidad de protector de pantalla.

Cuenta con una barra de objetos funcionales, agrupados y señalizados de forma simple para facilitar su uso. Se puede encontrar lámparas de bit, lámparas de palabra, temporizadores, interruptores, interruptores multiestado, deslizadores, botones, teclas de función, gráficos, animaciones, numéricos, ASCII, etc.

En EasyBuilder existen librerías de gráficos y animaciones, a las cuales el usuario puede añadir imágenes dentro de los diferentes formatos permitidos (BMP, JPG, GIF y PNG).

Otro aspecto destacable de este software son las macros programables, que permiten facilitar la programación en determinadas ocasiones, mediante operaciones lógicas, aritméticas y el uso de diferentes funciones. Estas funciones permiten la manipulación de datos, y la toma y transferencia de datos con el PLC.

La ejecución de las macros se puede configurar de diferentes formas: ejecución al arrancar el programa, de forma periódica estableciendo un periodo determinado o al utilizar cierto objeto de una de las ventanas. En cada proyecto se pueden realizar como máximo 255 macros, aunque la programación de demasiadas macros puede ralentizar la comunicación entre HMI y PLC.

Cuenta con entorno de simulación Online y Offline, para así poder simular el proyecto tanto con la conexión al PLC como sin ella.

Este programa además soporta más tipos de protocolos de comunicación: Ethernet/IP, Modbus TCP.

Tiene la funcionalidad de pasar el proyecto del PC al HMI, como al contrario, del HMI al PC.

6 INTERFAZ CON EL USUARIO

Una vez descrito los objetivos del proyecto, los elementos de hardware utilizar, el software con el que se va a programar y el protocolo de comunicaciones, comenzamos con el trabajo realizado.

En la pantalla explicada anteriormente, Weintek MT8071iE, se ha programado las diferentes ventanas que encontrará el usuario para acceder a la domotización y el control de las variables del office.

En primer lugar una característica común en todas las ventanas que se verán a continuación, excepto en el salvapantallas, se mostrará fecha y hora. Además en la esquina superior derecha aparecerá un cuarto de círculo como aparece en la figura 6-1 con el que se podrá acceder a las diferentes ventanas programadas, y el logo de S2E.



Figura 6-1. Esquina superior derecha en cada pantalla

En la programación de la hora surgieron problemas, la hora se asociaba automáticamente a la del ordenador o simplemente tomaba una hora diferente aleatoria. Todo se solucionó a partir de la configuración interna propia de la pantalla.

6.1 Ventana principal

La primera ventana que nos encontramos al interactuar con la pantalla se ha considerado la ventana principal. A partir de ella observamos un resumen de las especificaciones tomadas por los sensores, el estado de las luces y el modo activo del clima en cada instante, si estamos en modo frío o calor, incluso si el ventilador está en funcionamiento. En el caso del ventilador en esta ventana se puede mostrar también la velocidad a la que se encuentra en el caso de estar encendido. En esta pantalla solo se puede modificar la temperatura de consigna mediante el '+' y el '-'.

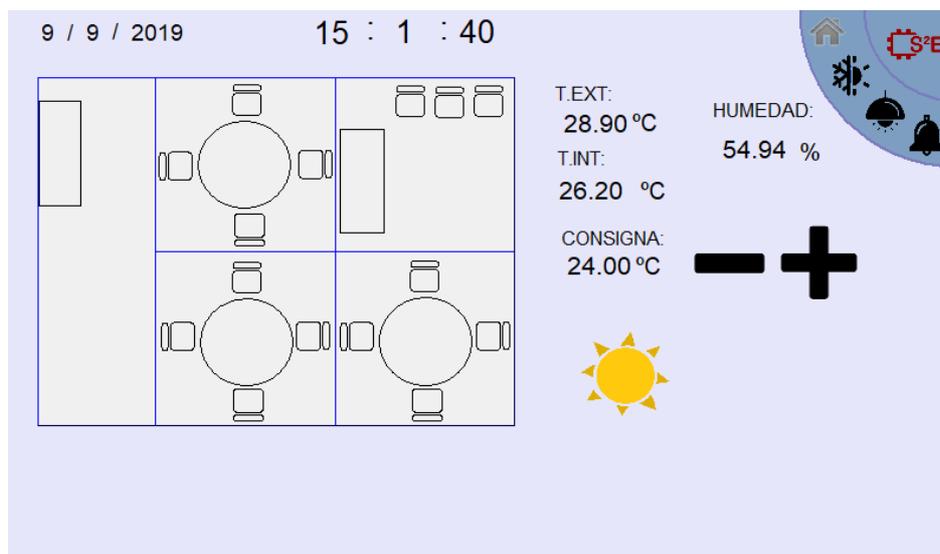


Figura 6-2. Ventana principal

6.2 Ventana clima

En la ventana dedicada a clima y ventilación se puede ver de nuevo los datos de las tres temperaturas tomadas en cuenta y la humedad. En este caso la temperatura de consigna se puede introducir manualmente. Además se puede observar si está activa la calefacción o aire acondicionado y el nivel en el que se encuentra a través de los leds establecidos (hay tres niveles de calefacción y tres niveles de acondicionamiento).

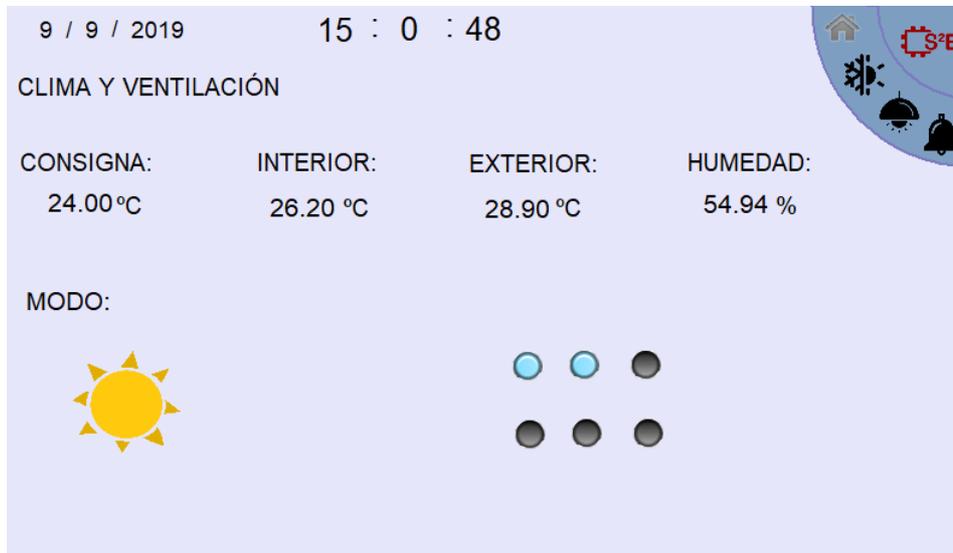


Figura 6-3. Ventana de clima

6.3 Ventana de iluminación

En la ventana dedicada al encendido de las luces se mostrará un plano del office. Las subzonas de descanso se activarán a través del usuario que elegirá cuál de ellas activar. También se podrá ver el consumo energético.

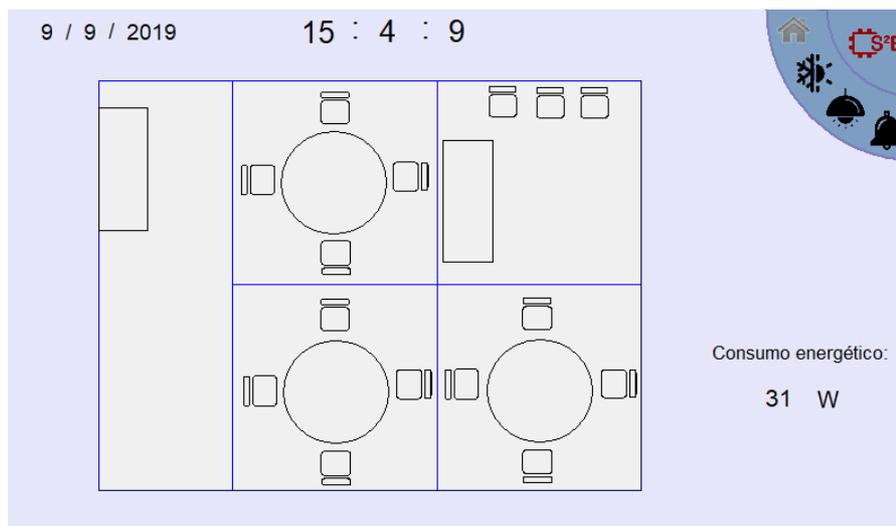


Figura 6-4. Ventana iluminación

6.4 Ventana adicional y salvapantallas

Se añadió una ventana adicional para información extra como el contacto de la compañía que ha realizado la pantalla, o alguna instrucción necesaria para el usuario en el caso de que se produzca alguna incidencia o simplemente para ver el modo de funcionamiento de la pantalla.

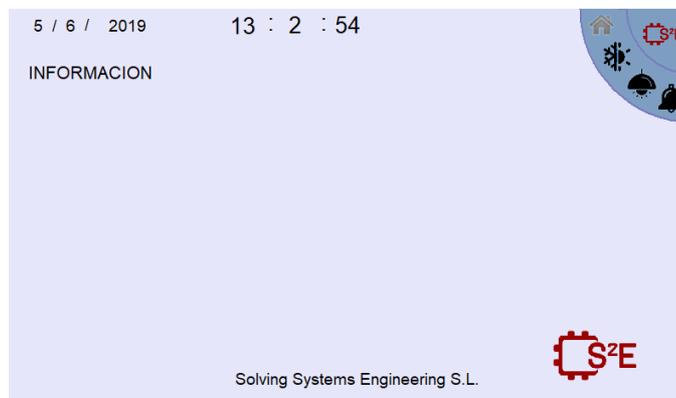


Figura 6-5. Ventana adicional de información

En el caso de que no se interactuase con la pantalla en un tiempo establecido se realizó un salvapantallas que se activaría al transcurrir un tiempo programado.

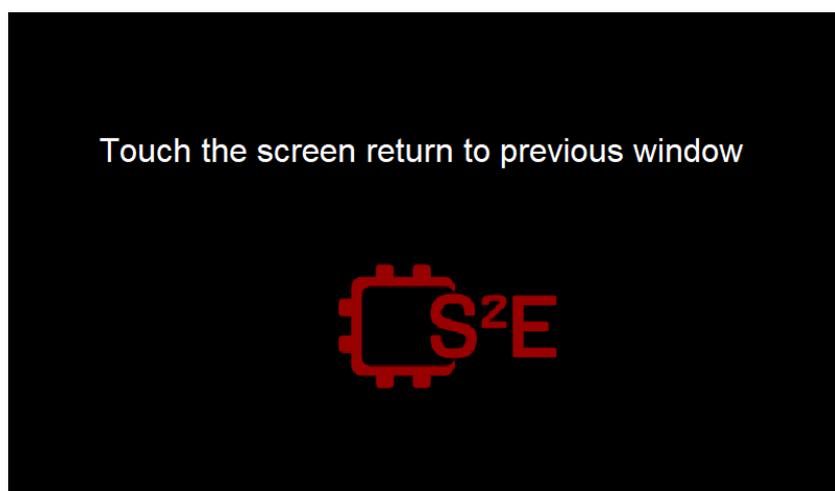


Figura 6-6. Salvapantallas

7 MODOS DE FUNCIONAMIENTO

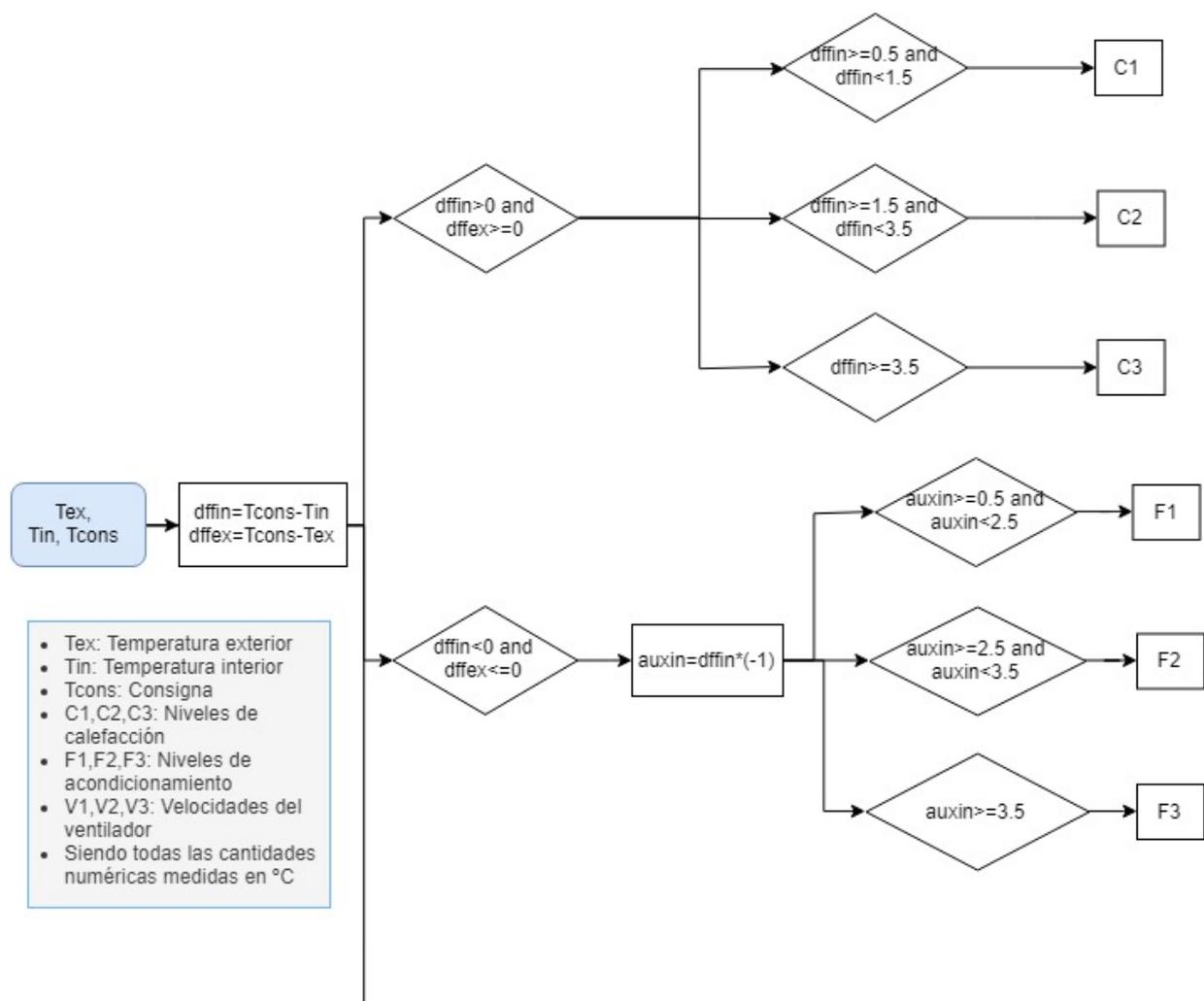
Para los modos de funcionamiento tanto respecto a temperatura, iluminación, etc. Se han utilizado las macros de EasyBuilder mencionadas anteriormente.

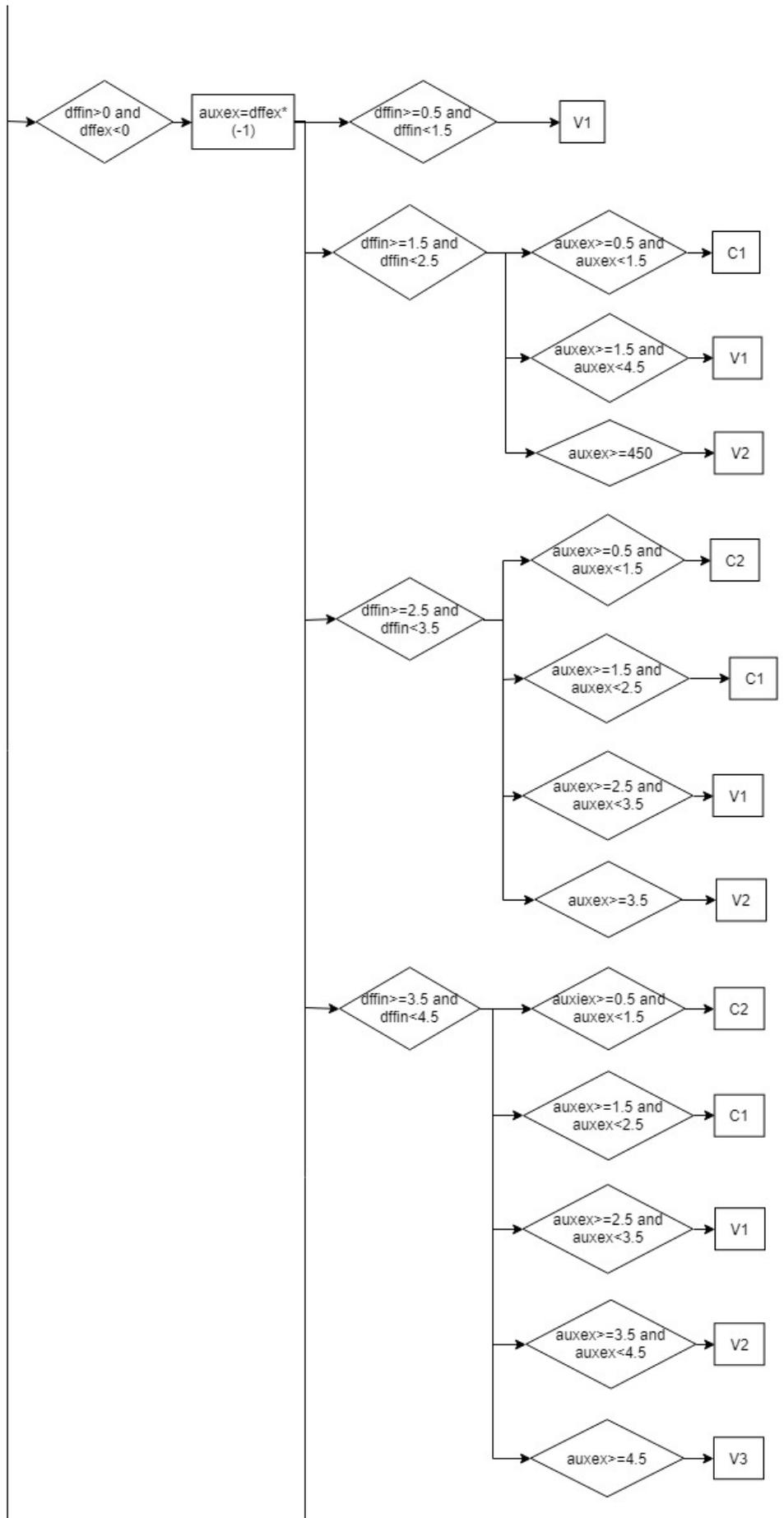
7.1 Temperaturas office

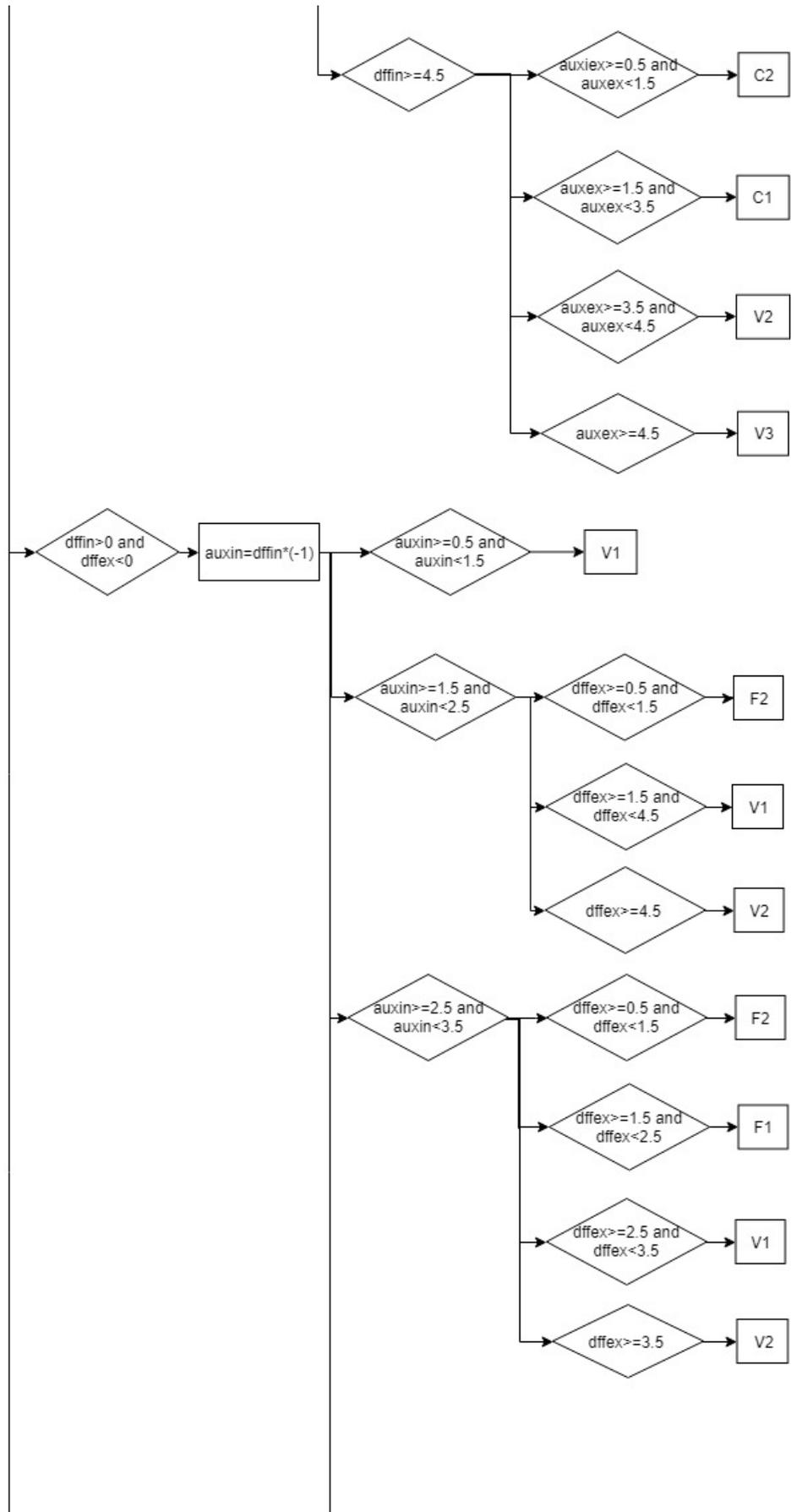
Para los modos de funcionamiento según temperaturas, se van a tener en cuenta dos temperaturas adquiridas mediante dos sensores distintos, uno para la temperatura interior y otro para la exterior. Estas temperaturas se van a comparar con una temperatura de consigna y a partir de ahí surgirán los diferentes modos de funcionamiento y activación de un clima u otro.

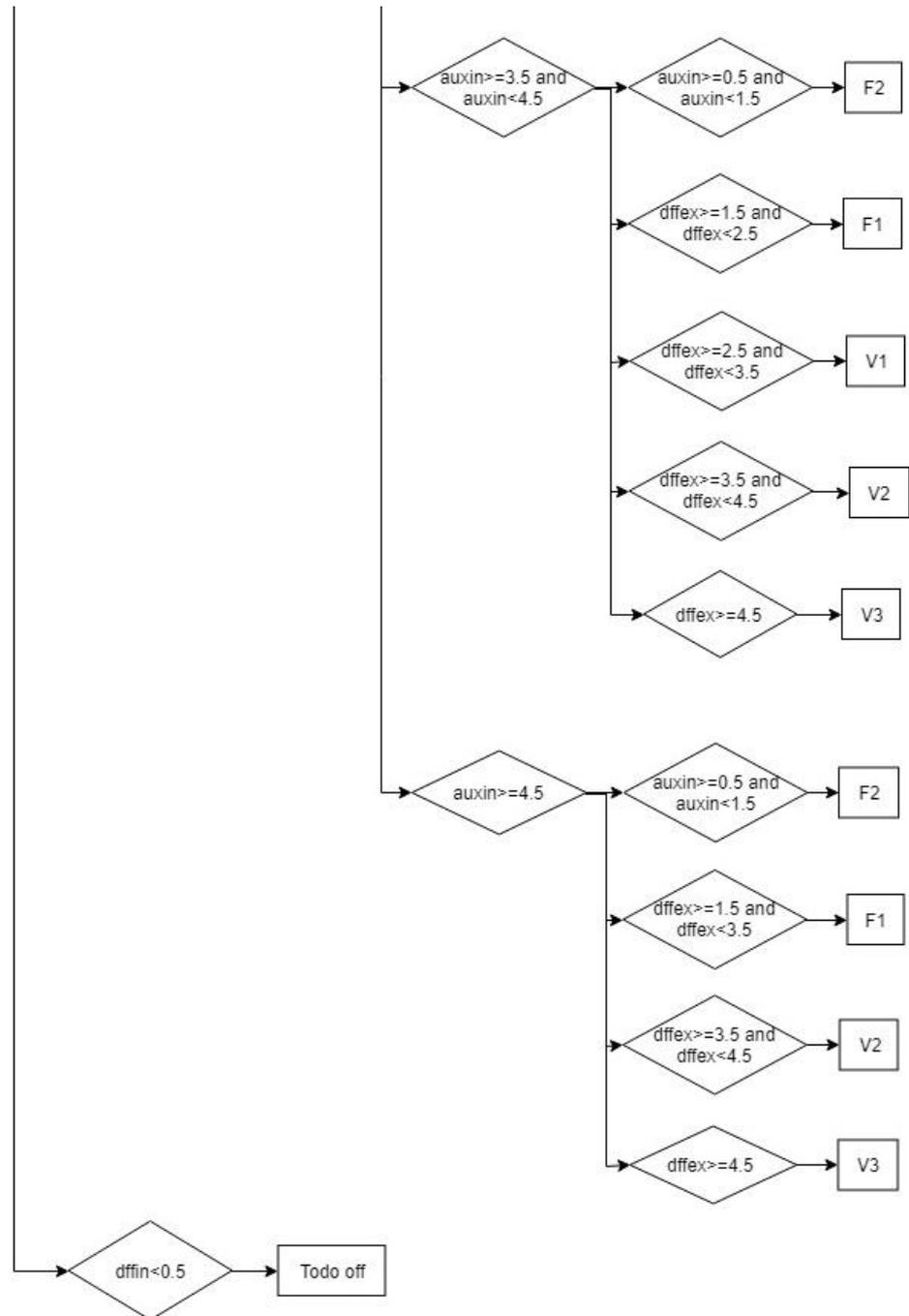
Esta macro será periódica, cada periodo establecido comprobará las temperaturas y cambiará el modo activo si es necesario.

Esta macro activará los diferentes modos a través de la tarjeta de relés. Se utilizarán dos tarjetas, una de ellas dedicada a la selección del modo frío/calor, en el que un relé determinará si se encuentra en modo frío, relé abierto, o en modo calor, relé cerrado. Los tres relés restantes de esa tarjeta serán para el nivel de frío o calor requerido. La otra tarjeta de relés se utilizará para el ventilador en el momento que se pueda aprovechar la temperatura exterior para la climatización de la oficina, se utilizarán tres relés. El primero de ellos activará el ventilador y por tanto la primera velocidad, el segundo y tercero activarán las otras dos velocidades restantes.









En este diagrama de flujo se ven los diferentes modos de funcionamiento para el clima del office, principalmente como se puede observar hay 4 bloques diferenciables. Estos bloques dependen de las diferencias entre la temperatura de consigna y las temperaturas tomadas por los sensores, como se comentó anteriormente.

En el primer bloque que se puede observar, la temperatura interior y exterior son menores que la consigna, por lo que en este bloque se demanda calor y no se puede aprovechar la temperatura exterior, de ahí que sólo se requiera la calefacción en sus diferentes niveles.

En el segundo bloque ambas temperaturas son mayores a la de consigna, en este caso se demanda frío y no se puede aprovechar la temperatura exterior, así que sólo se requerirá el funcionamiento de acondicionamiento en sus tres niveles.

En el tercer bloque la temperatura interior es menor que la temperatura de consigna y la exterior es mayor, en este caso se demanda calor, pero al ser la exterior mayor se puede aprovechar para subir la temperatura del interior a través de los ventiladores. Como se puede observar en el diagrama, dependiendo de cuales sean las diferencias entre temperaturas se recurrirá a la calefacción o al ventilador.

En el cuarto bloque, al contrario que en el anterior, la temperatura interior es mayor que la consigna por lo que se reclama frío, y la temperatura exterior es menor, por lo que se puede utilizar para enfriar el interior mediante el ventilador. Igual que en el caso anterior a partir de la diferencias de las temperaturas se recurrirá al acondicionamiento o al ventilador con sus tres velocidades.

En cuanto a este código, en primer lugar se probó la activación de los diferentes modos de funcionamiento através de la pantalla, encendiendo y apagando leds. En el momento que se le añadió la apertura y cierre de relés de los módulos se produjo un pequeño retraso antes los cambios de modo, a causa de la propia naturaleza del software de la pantalla.

7.1.1 Cambios de temperatura de consigna

Para cambiar la temperatura de consigna teníamos dos opciones.

Desde la pantalla dedicada al clima se cambiaba directamente seleccionado el lugar donde se encuentra e introduciéndola por teclado.

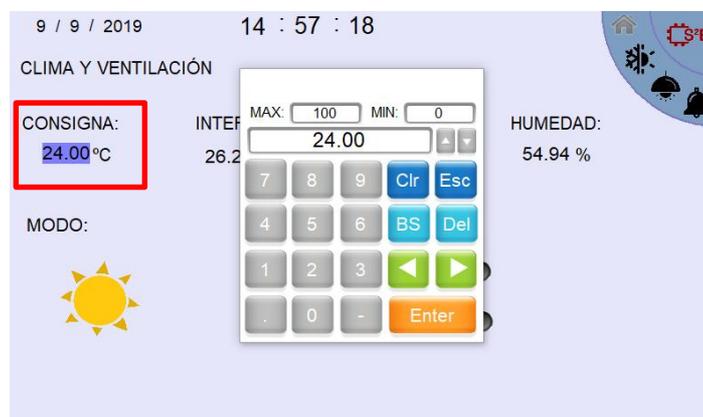


Figura 7-1. Cambio de temperatura de consigna por teclado

La otra opción es desde la pantalla principal a partir del '+' y el '-'. Para el aumento y disminución de la temperatura de consigna en la pantalla principal se realizaron dos macros. En estas macros se activan y aumentan o disminuyen la temperatura consigna medio grado al pulsar en pantalla el símbolo '+' o '-' respectivamente. Toma el valor del registro donde se encuentra la temperatura de consigna actual, le incrementa o disminuye medio grado y vuelve a guardar el valor en el mismo registro del que lo toma. A continuación se muestran dos diagramas de flujo que muestran el sencillo funcionamiento de ambas macros.

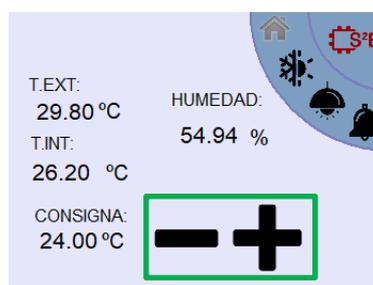
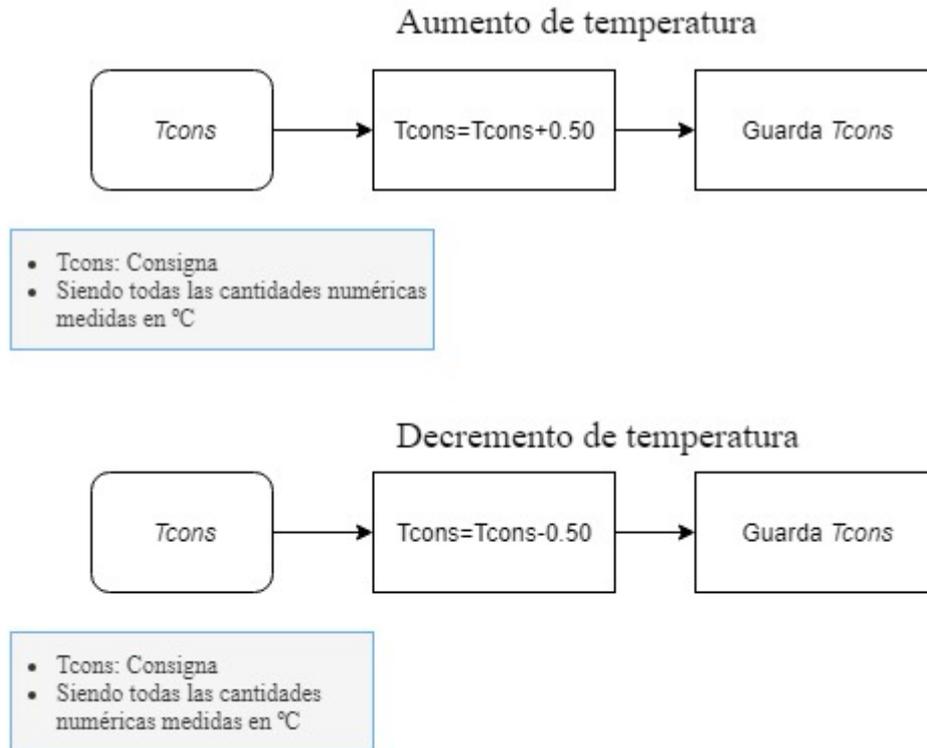


Figura 7-2. Zona temperaturas ventana principal



7.2 Iluminación office

Anteriormente se explicó la división del office en varias subzonas, la zona del café se iluminaría a partir de un sensor de presencia, pero las subzonas de reunión se activarán por el usuario. Esta zona estaría un tiempo activa a no ser que antes de ese tiempo el usuario la desactivase a través de la pantalla. Si estando encendida una de las subzonas de descanso se terminase el tiempo programado, el usuario debería volver a activarla desde la pantalla si continuase su estancia en el office.

A continuación vemos el plano del office correspondiente a las subzonas de reunión o descanso, cada una de las cuatro subzonas estan definidas en EasyBuilder como un interruptor, si está desactivado como se muestra en la figura 7-1 el valor es igual a 0 y si se activa el valor pasa a 1.

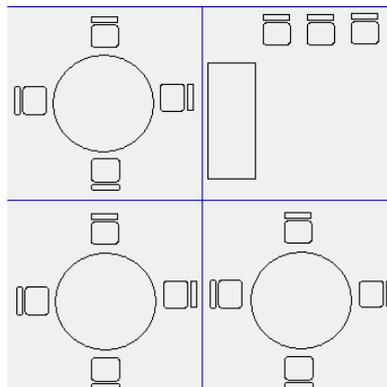
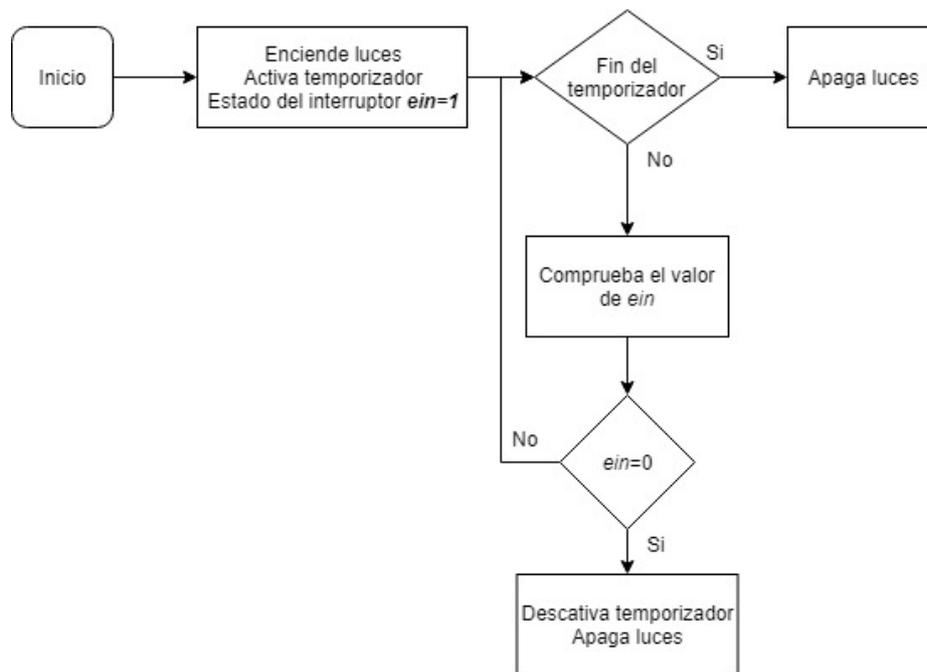


Figura 7-3. Plano subzonas de reunión

En este caso la macro asociada a las subzonas no es periódica, comienza a ejecutarse al seleccionar cualquiera de las subzonas inicialmente apagadas. Cada subzona tiene asociada una macro diferente, pero todas con el mismo funcionamiento. Dicho funcionamiento se puede ver a continuación en el diagrama de flujo.



Al seleccionar una zona en concreto la macro correspondiente comienza a ejecutarse. Como esta zona estaba inicialmente apagada el valor de ella pasa a ser 1, el cual se guarda en la variable 'ein', se encienden las luces correspondientes a esa zona y comienza el temporizador. Mientras el temporizador no acabe se irá comprobando si se ha desactivado la zona desde la pantalla a través de la variable 'ein', si su valor pasa a ser 0 el temporizador se interrumpe y se apagan las luces. Si por el contrario el valor de 'ein' continuase siendo 1 se esperaría la terminación del temporizador y se apagarían las luces.

La macro en ambos casos terminaría su ejecución y esperaría para la próxima vez que se seleccionase esa subzona.

7.3 Potencia consumida en el office

Para los datos de potencia se realizó una macro periódica que toma los datos del medidor de energía y mediante unos cálculos realizados se obtiene la potencia consumida la cual se muestra en pantalla.

Para obtener el valor de la potencia se siguió la siguiente ecuación:

$$P = (Rx/1000) * (10^{DPQ})$$

En la que Rx representa el valor de potencia tomado del medidor de energía y DPQ indica el lugar en el que se coloca el punto decimal.

8 CAMBIOS EN EL PROYECTO

Hasta aquí es lo se obtuvo de los objetivos del proyecto inicial. Debido a un cambio en la dirección del edificio en el que se iba a realizar la domotización ya explicada, este proyecto quedó en pausa. Para poder aprovechar el trabajo realizado y poder utilizarlo para el proyecto fin de grado se adaptó para realizar dicha domotización en la oficina de la empresa S2E.

El funcionamiento del clima sería exactamente el mismo, a partir de dos sensores se tomarían las temperaturas exterior e interior, y comparando con una temperatura de consigna se activarían los diferentes modos de funcionamiento del clima.

En cuanto a iluminación la oficina se dividiría igualmente en subzonas. Esta división se realizó en función a la posición de trabajo de las personas que pertenecen a dicha empresa. Para así solo tener encendidas las zonas de trabajo del usuario que se encontrase en determinado momento en la oficina.

El planteamiento anterior con temporizador no sería factible en este caso ya que el office es una zona de descanso y en la que se pasa una pequeña parte de la jornada de trabajo. Pero en la oficina era más factible simplemente que el usuario que llegue active su zona de trabajo mediante la pantalla, y ésta permanecerá activa hasta que él mismo la desactive desde la pantalla de nuevo al marcharse. Se presentaron varios problemas a la hora de realizar las pruebas, debido a la incompatibilidad del protocolo utilizado en el proyecto con la instalación de la oficina.

También se presentaron muchos problemas de documentación del hardware, que provocaron varios retrasos, la mayor parte debida a que los distribuidores de esos dispositivos no contaban ni proporcionaban nada de documentación.

9 CONCLUSIONES

Finalmente si se considera como objetivo principal la domotización planteada inicialmente, no se ha conseguido debido a los problemas en la dirección del edificio. Por ello se cambió el objetivo del proyecto, adaptándolo lo mejor posible para poder llevar a cabo este trabajo fin de grado y aprovechar todo el trabajo realizado.

En cuanto a este nuevo objetivo la domotización de la oficina según temperaturas se ha alcanzado positivamente. Se ha conseguido la programación de la pantalla, la obtención de datos de los sensores y del medidor de energía, la comunicación con el módulo de relés y programar todos los modos de funcionamiento disponibles.

Para todo este proyecto se ha necesitado poner en práctica conocimientos adquiridos durante los años del grado, pero se considera haber aumentado considerablemente el conocimiento en ciertos ámbitos como en protocolos de comunicación y en electrónica.

Además de estos objetivos, se han cumplido bastantes objetivos a modo personal con la realización de este proyecto. Me he enfrentado ante situaciones que en todos los años del grado no se me habían planteado. En primer lugar trabajar dentro de una empresa, que aunque se tenga el respaldo de los compañeros se siente más responsabilidad que en cualquier asignatura del grado. Y en segundo lugar han surgido muchos problemas en cuanto a falta de documentación, módulos de relé sin tabla de direcciones, páginas de fabricantes ya inexistentes, que al fin y al cabo se han conseguido solventar.

En cuanto a posibles ampliaciones o modificaciones, una podría ser buscar solución al retraso que se produce en los cambios de modo de funcionamiento del clima. Y la ampliación más importante sería que el proyecto del edificio volviese a estar activo y se pudiese completar la domotización de las zonas inicialmente planteadas, el garaje, el office, y pasillo y baños de la primera planta.

REFERENCIAS

- [1] Domotizados, *Evolución de la domótica: pasado, presente y futuro*, 11 Febrero 2018. Disponible: <https://domotizados.co/evolucion-de-la-domotica/>
- [2] Igan, *¿Que color de luz led es mejor?* , 13 Marzo 2018. Disponible: <http://www.igan-iluminacion.com/blog/que-color-de-luz-led-es-mejor/>
- [3] Weintek Labs, *EasyBuilder Pro User Manual*, 2013.
Disponible: https://www.weintek.cz/pdf/EBPro_manual.pdf
- [4] Zoltán Kiss - Ingeniero de Endrich Bauelemente Vertriebs GmbH, *Métodos de detección de movimientos. Comparativa de la tecnología de los sensores PIR de Nicera, WaveEye de NJRC y GridEye de Panasonic*. Disponible: <https://www.redeweb.com/ficheros/articulos/endrich.pdf>
- [5] CEDOM, Asociación española de domótica e inmótica, *Qué es domótica*.
Disponible: <http://www.cedom.es/sobre-domotica/que-es-domotica>
- [6] Ariel Sperduti, *¿Qué es Modbus? ¿Cómo funciona?*, 7 Marzo 2017. Disponible: <https://blog.ars-electronica.com.ar/que-es-modbus-funcionamiento#qu%C3%A9-es-el-protocolo-modbus>
- [7] Simply Modbus, *Operation Manual Simply Modbus Master 8*. Disponible: <http://www.simplymodbus.ca/MasterManual8.htm>
- [8] Automatismos y procesos, Serie iE. Disponible: <https://www.ctautomatismos.com/producto/serie-ie/>
- [9] Olga Weis, Aspectos principales sobre RS485. Como registrar la actividad de RS485, Eltima Publishing, 21 Agosto 2019. Disponible: <https://www.eltima.com/es/article/rs485-data-logger.html>

ANEXOS

1. Anexo A. Funciones Modbus

Codigo decimal	Funcion	Tipo de datos
1	Leer estado de salidas discretas	Bit
2	Leer el estado de las entradas discretas	Bit
3	Leer valores de registros "Holding"	Entero de 16 bits
4	Leer entradas analógicas	Entero de 16 bits
5	Permite modificar el valor de una salida discreta	Bit
6	Escribir un valor en un registro	Entero de 16 bits
15	Permite modificar el valor de múltiples salidas discretas al mismo tiempo	Bit
16	Establecer múltiples registros	Entero de 16 bits

Tabla 9. Funciones Modbus

2. Anexo B. Códigos

Macro de aumento de temperatura de consigna

```
macro_command main(short a,short cont)

GetData(a,"Local HMI",LW,0,1) //Toma el valor del registro LW-0
cont=a+50 //Aumento de temperatura consigna
SetData(cont,"Local HMI",LW,0,1) //Guarda el valor en el registro LW-0

end macro_command
```

Macro de disminución de temperatura de consigna

```
macro_command main(short a,short cont)

GetData(a,"Local HMI",LW,0,1)      //Toma el valor del registro LW-0
cont=a-50      //Decremento de temperatura consigna
SetData(cont,"Local HMI",LW,0,1)    //Guarda el valor en el registro LW-0

end macro_command
```

Macro de encendido de luces

```
macro_command main()

short ein,i
bool ON=1,OFF=0
SetData(ON,"Local HMI",LB,0,1)      //Cambia a 1 el registro LB-0 (subzone encendida)

for i=1 to 15 step 1      //Desde 1 a 15 porque se hace el temporizador de 15 segundos
  DELAY(1000)
  GetData(ein,"Local HMI",LB,1,1)    //Cada segundo se hace una comprobación del valor de la subzona
  if ein==0 then      //Si se ha apagado manualmente la subzona, se sale de la espera
    break
  else if ein==1 and i==15 then      //Cuando termina el temporizador se apaga la subzona
    SetData(OFF,"Local HMI",LB,0,1)
  end if
next i

end macro_command
```

Macro de toma de potencia

```

macro_command main()

short i,Pa,dpq,Ptotal,datapq

GetData(Pa,"MODBUS_SER_ELENA",4x,2#0047,1) //Valores tomados del medidor de energia
GetData(datapq,"MODBUS_SER_ELENA",4x,2#0037,1)
HIBYTE(datapq,dpq) //Para obtener el bit alto del registro y se obtiene dpq

Ptotal=Pa
dpq=dpq-4 //Si el dpq es mayor que 4 la potencia aumenta
if dpq>=1 then
  for i=1 to dpq step 1
    Ptotal=Ptotal*10
  next i
else if dpq<=-1 then //Si el dpq es menos de 4 la potencia disminuye
  dpq=dpq * -1
  for i=1 to dpq step 1
    Ptotal=Ptotal/10
  next i
end if
SetData(Ptotal,"Local HMI",LW,5,1) //Se guarda el valor final de potencia en el registro LW-5

end macro_command

```

Macro para modos de clima

```

macro_command main() //7reles, 1 frio/calor,3 niveles frio/calor,3 velocidades ventilador

short tcons,tin,h,tex,dffin,dffex,auxin,auxex
bool ON=1,OFF=0

GetData(tin,"MODBUS_SER_ELENA",4x,30#0001,1) //Toma de datos de los sensores
GetData(tex,"MODBUS_SER_ELENA",4x,28#0001,1)
GetData(tcons,"Local HMI",LW,0,1) //Toma de datos de la temperatura de consigna

dffin=tcons-tin //Diferencia de temperatura interior con la consigna
dffex=tcons-tex //Diferencia de temperatura exterior con la consigna

```

```

if dffin > 0 and dffex >= 0 then //Demando calor y no puedo aprovechar la temperatura exterior
  SetData(OFF,"Local HMI",LB,8,1) //APAGO los ventiladores
  SetData(OFF,"Local HMI",LB,9,1)
  SetData(OFF,"Local HMI",LB,10,1)

  SetData(OFF,"Local HMI",LB,11,1) //APAGO frio
  SetData(OFF,"Local HMI",LB,12,1)
  SetData(OFF,"Local HMI",LB,13,1)

  SetData(OFF,"Local HMI",LB,14,1) //APAGO calor
  SetData(OFF,"Local HMI",LB,15,1)
  SetData(OFF,"Local HMI",LB,16,1)

if dffin>=50 and dffin< 150 then //Calor 1
  SetData(ON,"MODBUS_SER_ELENA",0x,5#0001,1) //opcion calor
  SetData(ON,"MODBUS_SER_ELENA",0x,5#0002,1)
  SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,5#0003,1)
  SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,5#0004,1)

  SetData(ON,"Local HMI",LB,14,1)

  SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,1#0001,1) //Desactivacion ventiladores
  SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,1#0002,1)
  SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,1#0003,1)

else if dffin>=150 and dffin< 350 then //Calor2
  SetData(ON,"MODBUS_SER_ELENA",0x,5#0001,1) //opcion calor
  SetData(ON,"MODBUS_SER_ELENA",0x,5#0002,1)
  SetData(ON,"MODBUS_SER_ELENA",0x,5#0003,1)
  SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,5#0004,1)

  SetData(ON,"Local HMI",LB,14,1)
  SetData(ON,"Local HMI",LB,15,1)

  SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,1#0001,1)
  SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,1#0002,1)

```

```

SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,1#0003,1)

else if dffin>=350 then    //Calor 3
    SetData(ON,"MODBUS_SER_ELENA",0x,5#0001,1)    //opcion calor
    SetData(ON,"MODBUS_SER_ELENA",0x,5#0002,1)
    SetData(ON,"MODBUS_SER_ELENA",0x,5#0003,1)
    SetData(ON,"MODBUS_SER_ELENA",0x,5#0004,1)

    SetData(ON,"Local HMI",LB,14,1)
    SetData(ON,"Local HMI",LB,15,1)
    SetData(ON,"Local HMI",LB,16,1)

    SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,1#0001,1)
    SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,1#0002,1)
    SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,1#0003,1)
end if

else if dffex <= 0 and dffin < 0 then    //Demando frio y no puedo aprovechar la temperatura exterior
    SetData(OFF,"Local HMI",LB,8,1)    //APAGO los ventiladores
    SetData(OFF,"Local HMI",LB,9,1)
    SetData(OFF,"Local HMI",LB,10,1)

    SetData(OFF,"Local HMI",LB,11,1)    //APAGO frio
    SetData(OFF,"Local HMI",LB,12,1)
    SetData(OFF,"Local HMI",LB,13,1)

    SetData(OFF,"Local HMI",LB,14,1)    //APAGO calor
    SetData(OFF,"Local HMI",LB,15,1)
    SetData(OFF,"Local HMI",LB,16,1)

auxin=dffin*(-1)//cambio de signo a la diferencia negativa de temperaturas
if auxin>=50 and auxin< 250 then    //Frio 1
    SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,5#0001,1)    //opcion frio
    SetData(ON,"MODBUS_SER_ELENA",0x,5#0002,1)
    SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,5#0003,1)
    SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,5#0004,1)

    SetData(ON,"Local HMI",LB,11,1)

```

```
SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,1#0001,1)
SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,1#0002,1)
SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,1#0003,1)
```

```
else if auxin >= 250 and auxin < 450 then //Frio 2
```

```
SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,5#0001,1) //opcion frio
SetData(ON,"MODBUS_SER_ELENA",0x,5#0002,1)
SetData(ON,"MODBUS_SER_ELENA",0x,5#0003,1)
SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,5#0004,1)
```

```
SetData(ON,"Local HMI",LB,11,1)
SetData(ON,"Local HMI",LB,12,1)
```

```
SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,1#0001,1)
SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,1#0002,1)
SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,1#0003,1)
```

```
else if auxin >= 450 then //Frio 3
```

```
SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,5#0001,1) //opcion frio
SetData(ON,"MODBUS_SER_ELENA",0x,5#0002,1)
SetData(ON,"MODBUS_SER_ELENA",0x,5#0003,1)
SetData(ON,"MODBUS_SER_ELENA",0x,5#0004,1)
```

```
SetData(ON,"Local HMI",LB,11,1)
SetData(ON,"Local HMI",LB,12,1)
SetData(ON,"Local HMI",LB,13,1)
```

```
SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,1#0001,1)
SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,1#0002,1)
SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,1#0003,1)
```

```
end if
```

```
else if dffin > 0 and dffex < 0 then //Demando calor aprovechando temperatura exterior
```

```
SetData(OFF,"Local HMI",LB,8,1) //APAGO los ventiladores
SetData(OFF,"Local HMI",LB,9,1)
SetData(OFF,"Local HMI",LB,10,1)
```

```

SetData(OFF,"Local HMI",LB,11,1) //APAGO frio
SetData(OFF,"Local HMI",LB,12,1)
SetData(OFF,"Local HMI",LB,13,1)

SetData(OFF,"Local HMI",LB,14,1) //APAGO calor
SetData(OFF,"Local HMI",LB,15,1)
SetData(OFF,"Local HMI",LB,16,1)

auxex=dffex*(-1) //Cambio de signo a diferencia de temperatura negativa

if dffin>=50 and dffin< 150 then //Se activa la velocidad 1 del ventilador
  SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,5#0001,1) //opcion frio
  SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,5#0002,1)
  SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,5#0003,1)
  SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,5#0004,1)

  SetData(ON,"Local HMI",LB,8,1)

  SetData(ON,"MODBUS_SER_ELENA",0x,1#0001,1)
  SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,1#0002,1)
  SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,1#0003,1)

else if dffin>=150 and dffin< 250 then
  if auxex>=50 and auxex< 150 then //Calor 1
    SetData(ON,"MODBUS_SER_ELENA",0x,5#0001,1) //opcion calor
    SetData(ON,"MODBUS_SER_ELENA",0x,5#0002,1)
    SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,5#0003,1)
    SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,5#0004,1)

    SetData(ON,"Local HMI",LB,14,1)

    SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,1#0001,1)
    SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,1#0002,1)
    SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,1#0003,1)
  else if auxex>=150 and auxex< 450 then //Velocidad 1 del ventilador
    SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,5#0001,1) //opcion frio
    SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,5#0002,1)

```

```

SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,5#0003,1)

SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,5#0004,1)

SetData(ON,"Local HMI",LB,8,1)

SetData(ON,"MODBUS_SER_ELENA",0x,1#0001,1)
SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,1#0002,1)
SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,1#0003,1)
else if auxex> 450 then           //Velocidad 2 del ventilador
SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,5#0001,1) //opcion frio
SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,5#0002,1)
SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,5#0003,1)
SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,5#0004,1)

SetData(ON,"Local HMI",LB,8,1)
SetData(ON,"Local HMI",LB,9,1)

SetData(ON,"MODBUS_SER_ELENA",0x,1#0001,1)
SetData(ON,"MODBUS_SER_ELENA",0x,1#0002,1)
SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,1#0003,1)
end if

else if dffin>=250 and dffin< 350 then
if auxex>=50 and auxex< 150 then //Calor 2
SetData(ON,"MODBUS_SER_ELENA",0x,5#0001,1) //opcion calor
SetData(ON,"MODBUS_SER_ELENA",0x,5#0002,1)
SetData(ON,"MODBUS_SER_ELENA",0x,5#0003,1)
SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,5#0004,1)

SetData(ON,"Local HMI",LB,14,1)
SetData(ON,"Local HMI",LB,15,1)

SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,1#0001,1)
SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,1#0002,1)
SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,1#0003,1)

```

```

else if auxex >= 150 and auxex < 250 then    //Calor 1
  SetData(ON,"MODBUS_SER_ELENA",0x,5#0001,1)    //opcion calor
  SetData(ON,"MODBUS_SER_ELENA",0x,5#0002,1)
  SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,5#0003,1)
  SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,5#0004,1)

  SetData(ON,"Local HMI",LB,14,1)

  SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,1#0001,1)
  SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,1#0002,1)
  SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,1#0003,1)

else if auxex >= 250 and auxex < 350 then    //Velocidad 1 del ventilador
  SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,5#0001,1)    //opcion frio
  SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,5#0002,1)
  SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,5#0003,1)
  SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,5#0004,1)

  SetData(ON,"Local HMI",LB,8,1)

  SetData(ON,"MODBUS_SER_ELENA",0x,1#0001,1)
  SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,1#0002,1)
  SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,1#0003,1)

else if auxex >= 350 then    //Velocidad 2 del ventilador
  SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,5#0001,1)    //opcion frio
  SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,5#0002,1)
  SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,5#0003,1)
  SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,5#0004,1)

  SetData(ON,"Local HMI",LB,8,1)
  SetData(ON,"Local HMI",LB,9,1)

  SetData(ON,"MODBUS_SER_ELENA",0x,1#0001,1)
  SetData(ON,"MODBUS_SER_ELENA",0x,1#0002,1)
  SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,1#0003,1)

```

```
end if
```

```
else if dffin>=350 and dffin< 450 then
```

```
  if auxex>=50 and auxex< 150 then      //Calor 2
```

```
    SetData(ON,"MODBUS_SER_ELENA",0x,5#0001,1)      //opcion calor
```

```
    SetData(ON,"MODBUS_SER_ELENA",0x,5#0002,1)
```

```
    SetData(ON,"MODBUS_SER_ELENA",0x,5#0003,1)
```

```
    SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,5#0004,1)
```

```
    SetData(ON,"Local HMI",LB,14,1)
```

```
    SetData(ON,"Local HMI",LB,15,1)
```

```
    SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,1#0001,1)
```

```
    SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,1#0002,1)
```

```
    SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,1#0003,1)
```

```
  else if auxex>=150 and auxex< 250 then      //Calor 1
```

```
    SetData(ON,"MODBUS_SER_ELENA",0x,5#0001,1)      //opcion calor
```

```
    SetData(ON,"MODBUS_SER_ELENA",0x,5#0002,1)
```

```
    SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,5#0003,1)
```

```
    SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,5#0004,1)
```

```
    SetData(ON,"Local HMI",LB,14,1)
```

```
    SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,1#0001,1)
```

```
    SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,1#0002,1)
```

```
    SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,1#0003,1)
```

```
  else if auxex>=250 and auxex< 350 then      //Velocidad 1 del ventilador
```

```
    SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,5#0001,1)      //opcion frio
```

```
    SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,5#0002,1)
```

```
    SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,5#0003,1)
```

```
    SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,5#0004,1)
```

```
    SetData(ON,"Local HMI",LB,8,1)
```

```
    SetData(ON,"MODBUS_SER_ELENA",0x,1#0001,1)
```

```
    SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,1#0002,1)
```

```

SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,1#0003,1)

else if auxex>=350 and auxex< 450 then           //Velocidad 2 del ventilador
SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,5#0001,1)     //opcion frio
SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,5#0002,1)
SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,5#0003,1)
SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,5#0004,1)

SetData(ON,"Local HMI",LB,8,1)
SetData(ON,"Local HMI",LB,9,1)

SetData(ON,"MODBUS_SER_ELENA",0x,1#0001,1)
SetData(ON,"MODBUS_SER_ELENA",0x,1#0002,1)
SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,1#0003,1)

else if auxex> 450 then           //Velocidad 3 del ventilador
SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,5#0001,1)     //opcion frio
SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,5#0002,1)
SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,5#0003,1)
SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,5#0004,1)

SetData(ON,"Local HMI",LB,8,1)
SetData(ON,"Local HMI",LB,9,1)
SetData(ON,"Local HMI",LB,10,1)

SetData(ON,"MODBUS_SER_ELENA",0x,1#0001,1)
SetData(ON,"MODBUS_SER_ELENA",0x,1#0002,1)
SetData(ON,"MODBUS_SER_ELENA",0x,1#0003,1)
end if
else if dffin> 450 then
if auxex>=50 and auxex< 150 then           //Calor 2
SetData(ON,"MODBUS_SER_ELENA",0x,5#0001,1)     //opcion calor
SetData(ON,"MODBUS_SER_ELENA",0x,5#0002,1)
SetData(ON,"MODBUS_SER_ELENA",0x,5#0003,1)
SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,5#0004,1)

SetData(ON,"Local HMI",LB,14,1)
SetData(ON,"Local HMI",LB,15,1)

```

```

SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,1#0001,1)
SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,1#0002,1)
SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,1#0003,1)
else if auxex>=150 and auxex< 350 then //Calor 1
SetData(ON,"MODBUS_SER_ELENA",0x,5#0001,1) //opcion calor
SetData(ON,"MODBUS_SER_ELENA",0x,5#0002,1)
SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,5#0003,1)
SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,5#0004,1)

SetData(ON,"Local HMI",LB,14,1)

SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,1#0001,1)
SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,1#0002,1)
SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,1#0003,1)

else if auxex>=350 and auxex< 450 then //Velocidad 2 del ventilador
SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,5#0001,1) //opcion frio
SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,5#0002,1)
SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,5#0003,1)
SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,5#0004,1)

SetData(ON,"Local HMI",LB,8,1)
SetData(ON,"Local HMI",LB,9,1)

SetData(ON,"MODBUS_SER_ELENA",0x,1#0001,1)
SetData(ON,"MODBUS_SER_ELENA",0x,1#0002,1)
SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,1#0003,1)

else if auxex> 450 then //Velocidad 3 del ventilador
SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,5#0001,1) //opcion frio
SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,5#0002,1)
SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,5#0003,1)
SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,5#0004,1)

SetData(ON,"Local HMI",LB,8,1)
SetData(ON,"Local HMI",LB,9,1)
SetData(ON,"Local HMI",LB,10,1)

```

```

        SetData(ON,"MODBUS_SER_ELENA",0x,1#0001,1)
        SetData(ON,"MODBUS_SER_ELENA",0x,1#0002,1)
        SetData(ON,"MODBUS_SER_ELENA",0x,1#0003,1)
    end if
end if
else if dffin < 0 and dffex > 0 then      //Demando frio y puedo utilizar la temperatura exterior
    SetData(OFF,"Local HMI",LB,8,1)      //APAGO los ventiladores
    SetData(OFF,"Local HMI",LB,9,1)
    SetData(OFF,"Local HMI",LB,10,1)

    SetData(OFF,"Local HMI",LB,11,1)     //APAGO frio
    SetData(OFF,"Local HMI",LB,12,1)
    SetData(OFF,"Local HMI",LB,13,1)

    SetData(OFF,"Local HMI",LB,14,1)     //APAGO calor
    SetData(OFF,"Local HMI",LB,15,1)
    SetData(OFF,"Local HMI",LB,16,1)

    auxin=dffin*(-1)                      //Cambio de signo de la diferencia de temperaturas

    if auxin>=50 and auxin< 150 then      //Se activa la velocidad 1 del ventilador
        SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,5#0001,1)    //opcion frio
        SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,5#0002,1)
        SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,5#0003,1)
        SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,5#0004,1)

        SetData(ON,"Local HMI",LB,8,1)

        SetData(ON,"MODBUS_SER_ELENA",0x,1#0001,1)
        SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,1#0002,1)
        SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,1#0003,1)

    else if auxin>=150 and auxin< 250 then
        if dffex>=50 and dffex< 150 then    //Frio 1
            SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,5#0001,1)    //opcion frio
            SetData(ON,"MODBUS_SER_ELENA",0x,5#0002,1)

```

```

SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,5#0003,1)
SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,5#0004,1)
SetData(ON,"Local HMI",LB,11,1)

SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,1#0001,1)
SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,1#0002,1)
SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,1#0003,1)

else if dffex>=150 and dffex< 450 then    //Velocidad 1 del ventilador
SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,5#0001,1)    //opcion frio
SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,5#0002,1)
SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,5#0003,1)
SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,5#0004,1)

SetData(ON,"Local HMI",LB,8,1)

SetData(ON,"MODBUS_SER_ELENA",0x,1#0001,1)
SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,1#0002,1)
SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,1#0003,1)

else if dffex> 450 then    //Velocidad 2 del ventilador
SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,5#0001,1)    //opcion frio
SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,5#0002,1)
SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,5#0003,1)
SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,5#0004,1)

SetData(ON,"Local HMI",LB,8,1)
SetData(ON,"Local HMI",LB,9,1)

SetData(ON,"MODBUS_SER_ELENA",0x,1#0001,1)
SetData(ON,"MODBUS_SER_ELENA",0x,1#0002,1)
SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,1#0003,1)
end if
else if auxin>=250 and auxin< 350 then
if dffex>=50 and dffex< 150 then    //Frio 2
SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,5#0001,1)    //opcion frio
SetData(ON,"MODBUS_SER_ELENA",0x,5#0002,1)
SetData(ON,"MODBUS_SER_ELENA",0x,5#0003,1)

```

```

SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,5#0004,1)

SetData(ON,"Local HMI",LB,11,1)
SetData(ON,"Local HMI",LB,12,1)

SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,1#0001,1)
SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,1#0002,1)
SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,1#0003,1)

else if dffex>=150 and dffex< 250 then    //Frio 1
SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,5#0001,1)    //opcion frio
SetData(ON,"MODBUS_SER_ELENA",0x,5#0002,1)
SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,5#0003,1)
SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,5#0004,1)

SetData(ON,"Local HMI",LB,11,1)

SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,1#0001,1)
SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,1#0002,1)
SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,1#0003,1)

else if dffex>=250 and dffex< 350 then    //Velocidad 1 del ventilador
SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,5#0001,1)    //opcion frio
SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,5#0002,1)
SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,5#0003,1)
SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,5#0004,1)

SetData(ON,"Local HMI",LB,8,1)

SetData(ON,"MODBUS_SER_ELENA",0x,1#0001,1)
SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,1#0002,1)
SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,1#0003,1)

else if dffex>=350 then    //Velocidad 2 del ventilador
SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,5#0001,1)    //opcion frio
SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,5#0002,1)
SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,5#0003,1)
SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,5#0004,1)

```

```

SetData(ON,"Local HMI",LB,8,1)
SetData(ON,"Local HMI",LB,9,1)

SetData(ON,"MODBUS_SER_ELENA",0x,1#0001,1)
SetData(ON,"MODBUS_SER_ELENA",0x,1#0002,1)
SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,1#0003,1)
end if
else if auxin>=350 and auxin< 450 then
  if dffex>=50 and dffex< 150 then      //Frio 2
    SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,5#0001,1) //opcion frio
    SetData(ON,"MODBUS_SER_ELENA",0x,5#0002,1)
    SetData(ON,"MODBUS_SER_ELENA",0x,5#0003,1)
    SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,5#0004,1)

    SetData(ON,"Local HMI",LB,11,1)
    SetData(ON,"Local HMI",LB,12,1)

    SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,1#0001,1)
    SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,1#0002,1)
    SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,1#0003,1)

  else if dffex>=150 and dffex< 250 then //Frio 1
    SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,5#0001,1) //opcion frio
    SetData(ON,"MODBUS_SER_ELENA",0x,5#0002,1)
    SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,5#0003,1)
    SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,5#0004,1)

    SetData(ON,"Local HMI",LB,11,1)

    SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,1#0001,1)
    SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,1#0002,1)
    SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,1#0003,1)

  else if dffex>=250 and dffex< 350 then //Velocidad 1 del ventilador
    SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,5#0001,1) //opcion frio
    SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,5#0002,1)
    SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,5#0003,1)
  end if
end if

```

```

SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,5#0004,1)

SetData(ON,"Local HMI",LB,8,1)

SetData(ON,"MODBUS_SER_ELENA",0x,1#0001,1)
SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,1#0002,1)
SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,1#0003,1)

else if dffex>=350 and dffex< 450 then //Velocidad 2 del ventilador
SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,5#0001,1) //opcion frio
SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,5#0002,1)
SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,5#0003,1)
SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,5#0004,1)

SetData(ON,"Local HMI",LB,8,1)
SetData(ON,"Local HMI",LB,9,1)

SetData(ON,"MODBUS_SER_ELENA",0x,1#0001,1)
SetData(ON,"MODBUS_SER_ELENA",0x,1#0002,1)
SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,1#0003,1)
else if dffex> 450 then //Velocidad 3 del ventilador
SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,5#0001,1) //opcion frio
SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,5#0002,1)
SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,5#0003,1)
SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,5#0004,1)

SetData(ON,"Local HMI",LB,8,1)
SetData(ON,"Local HMI",LB,9,1)
SetData(ON,"Local HMI",LB,10,1)

SetData(ON,"MODBUS_SER_ELENA",0x,1#0001,1)
SetData(ON,"MODBUS_SER_ELENA",0x,1#0002,1)
SetData(ON,"MODBUS_SER_ELENA",0x,1#0003,1)
end if
else if auxin> 450 then
if dffex>=50 and dffex< 150 then //Frio 2
SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,5#0001,1) //opcion frio
SetData(ON,"MODBUS_SER_ELENA",0x,5#0002,1)

```

```

SetData(ON,"MODBUS_SER_ELENA",0x,5#0003,1)
SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,5#0004,1)
SetData(ON,"Local HMI",LB,11,1)
SetData(ON,"Local HMI",LB,12,1)

SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,1#0001,1)
SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,1#0002,1)
SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,1#0003,1)

else if dffex>=150 and dffex< 350 then    //Frio 1
    SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,5#0001,1) //opcion frio
    SetData(ON,"MODBUS_SER_ELENA",0x,5#0002,1)
    SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,5#0003,1)
    SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,5#0004,1)

    SetData(ON,"Local HMI",LB,11,1)

    SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,1#0001,1)
    SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,1#0002,1)
    SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,1#0003,1)

else if dffex>=350 and dffex< 450 then    //Velocidad 2 del ventilador
    SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,5#0001,1) //opcion frio
    SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,5#0002,1)
    SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,5#0003,1)
    SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,5#0004,1)

    SetData(ON,"Local HMI",LB,8,1)
    SetData(ON,"Local HMI",LB,9,1)

    SetData(ON,"MODBUS_SER_ELENA",0x,1#0001,1)
    SetData(ON,"MODBUS_SER_ELENA",0x,1#0002,1)
    SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,1#0003,1)

else if dffex> 450 then    //Velocidad 3 del ventilador
    SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,5#0001,1) //opcion frio
    SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,5#0002,1)
    SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,5#0003,1)

```

```
SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,5#0004,1)

SetData(ON,"Local HMI",LB,8,1)
SetData(ON,"Local HMI",LB,9,1)
SetData(ON,"Local HMI",LB,10,1)

SetData(ON,"MODBUS_SER_ELENA",0x,1#0001,1)
SetData(ON,"MODBUS_SER_ELENA",0x,1#0002,1)
SetData(ON,"MODBUS_SER_ELENA",0x,1#0003,1)
end if
end if
else if dffin < 0.5 then
SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,5#0001,1) //opcion frio
SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,5#0002,1)
SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,5#0003,1)
SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,5#0004,1)

SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,1#0001,1)
SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,1#0002,1)
SetData(OFF,"MODBUS_SER_ELENA",0x,1#0003,1)

SetData(ON,"Local HMI",LB,11,1) //APAGO frio
SetData(OFF,"Local HMI",LB,12,1)
SetData(OFF,"Local HMI",LB,13,1)

SetData(OFF,"Local HMI",LB,14,1) //APAGO calor
SetData(OFF,"Local HMI",LB,15,1)
SetData(OFF,"Local HMI",LB,16,1)

SetData(OFF,"Local HMI",LB,8,1) //APAGO los ventiladores
SetData(OFF,"Local HMI",LB,9,1)
SetData(OFF,"Local HMI",LB,10,1)
end if

end macro_command
```