



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

CAMPUS D'ALCOI

Automatización y control de una vivienda mediante sistemas empotrados.

Autor: Mario Donoso Cremades

Trabajo Final de Grado

Titulación: Grado en Ingeniería Eléctrica

Especialidad: Automática y Electrónica Industrial

Tutor: Juan Ramón Rufino Valor

Centro: Escuela Politécnica Superior de Alcoy

Curso 2016/2017

Resumen

El presente trabajo trata de la automatización completa de una vivienda unifamiliar mediante un autómat programable (PLC) controlado por un sistema de interfaz táctil basado en un sistema SCADA al cual se accede mediante pantallas HMI (Human-Machine Interface). Se estudiará la normativa aplicable, el grado de automatización, los elementos a instalar, así como los sensores necesarios para dicha automatización y la programación necesaria para llevar a cabo el proyecto. La programación del sistema de automatización estará basado en dos lenguajes: Ladder y String. Por último, analizaremos el sistema SCADA que permitirá al usuario intervenir y realizar acciones en el sistema de control de la vivienda.

Resum

El present treball tracta de la automatització completa d'una vivenda unifamiliar mitjançant un autòmat programable (PLC) controlat per un sistema d'interfície tàctil basat en un sistema SCADA al qual s'accedeix mitjançant pantalles HMI(Human-Machine Interface). S'estudiarà la normativa aplicable, el grau d'automatització, els elements a instal·lar, així com els sensors necessaris per a dita automatització i la programació necessària per a desenvolupar el projecte. La programació del sistema d'automatització estarà basat en dos llenguatges: Ladder i String. Per últim, analitzarem el sistema SCADA que permetrà al usuari intervindre i realitzar accions en el sistema de control de la vivenda.

Summary

The present work deals with the complete automation of a single-family home using a PLC controlled by a touch interface system based on a SCADA system which is accessed through HMI (Human-Machine Interface) screens. The applicable regulations, the degree of automation, the elements to be installed, as well as the sensors necessary for such automation and the necessary programming to carry out the project will be studied. The programming of the automation system will be based on two languages: Ladder and String. Finally, we will analyze the SCADA system that will allow the user to intervene and perform actions in the housing control system.

Palabras Clave

Automatización, programación, PLC, sensor, interfaz de usuario, SCADA.

Paraules Clau

Automatització, programació, PLC, sensor, interfície d'usuari, SCADA.

Keywords

Automation, programming, PLC, sensor, user interface, SCADA.

CONTENIDOS

1	ASPECTOS GENERALES.	1
1.1	OBJETO.	1
1.2	NORMATIVA VIGENTE.	1
1.3	CONDICIONES GENERALES DE LA INSTALACIÓN DE UNA VIVIENDA.	3
1.4	GRADO DE AUTOMATIZACIÓN.	3
1.5	DESCRIPCIÓN DE LA VIVIENDA Y ASPECTOS GENERALES DE LA INSTALACIÓN.	4
2	ELEMENTOS Y CONDICIONES TÉCNICAS DE LA INSTALACIÓN.	5
2.1	ELECCIÓN DE AUTÓMATA PROGRAMABLE.	5
2.2	ELEMENTOS ELÉCTRICOS GENERALES.	7
2.3	ELEMENTOS DE PROTECCIÓN.	9
2.4	ELEMENTOS MANIOBRA.	9
2.5	ELEMENTOS DE MANDO.	10
2.6	ELEMENTOS ACTUADORES.	11
2.7	SENSORES.	13
2.8	SISTEMA DE ALIMENTACIÓN ININTERRUMPIDA DE RESPALDO.	17
2.9	PANTALLA HMI.	18
3	PROGRAMACIÓN INTERNA.	18
3.1	ELECCIÓN DE SOFTWARE Y LENGUAJES DE PROGRAMACIÓN.	18
3.2	ILUMINACIÓN.	19
3.3	PERSIANAS Y TOLDOS.	21
3.4	TOMAS DE CORRIENTE PROGRAMABLES.	23
3.5	SISTEMA DE ALARMA CONFIGURABLE.	23
3.6	SISTEMA DE DETECCIÓN DE HUMOS Y GAS.	28
3.7	SISTEMA DE DETECCIÓN DE INUNDACIONES.	30
3.8	SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN.	31
4	INTERFAZ DE USUARIO. PANTALLAS DE OPERADOR.	33
4.1	ILUMINACIÓN.	33
4.2	PERSIANAS Y TOLDOS.	34
4.3	TOMAS DE CORRIENTE PROGRAMABLES.	34
4.4	SISTEMA DE ALARMA CONFIGURABLE.	35
4.5	SISTEMA DE CONTROL DE VÁLVULAS Y DETECCIÓN DE HUMOS, GAS E INUNDACIONES.	37
4.6	SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN AUTOMÁTICA.	38
4.7	SIMULACIÓN DE SENSORES.	40
5	REFERENCIAS	40
	ANEXOS.	1
	ANEXO 1. TABLAS DE REFERENCIA.	2
	ANEXO 2. PLANOS.	10
	ANEXO 3. TABLA DE VARIABLES ELEMENTALES.	17
	ANEXO 4. PROGRAMACIONES LENGUAJE LADDER.	19
	ANEXO 5. PROGRAMACIONES LENGUAJE STRING.	30

ÍNDICE DE PROGRAMACIONES

PROGRAMACIÓN 1. EJEMPLO DE PROGRAMACIÓN ILUMINACIÓN GENERAL	19
PROGRAMACIÓN 2. EJEMPLO DE PROGRAMACIÓN DE ILUMINACIÓN DE LUGAR DE PASO CON SENSOR DE PRESENCIA (LD)	19
PROGRAMACIÓN 3. CÁLCULO DEL NIVEL DE LUZ INTERIOR Y EL COEFICIENTE DE INFLUENCIA.....	20
PROGRAMACIÓN 4. COMPENSACIÓN DE NIVEL DE ILUMINACIÓN EN TIEMPO REAL.....	21
PROGRAMACIÓN 5. INFLUENCIA DE LAS LUMINARIAS EN EL SENSOR DE NIVEL DE LUZ INTERIOR.....	21
PROGRAMACIÓN 6. MOVIMIENTO DE PERSIANAS Y TOLDOS	21
PROGRAMACIÓN 7. SIMULACIÓN FINALES DE CARRERA DEL SALÓN	22
PROGRAMACIÓN 8. NOCHE Y VIENTO FUERTE	22
PROGRAMACIÓN 9. ACCIONES AUTOMÁTICAS POR LLUVIA, NOCHE O VIENTO	22
PROGRAMACIÓN 10. DETECCIÓN DE PRESENCIA GENERAL	23
PROGRAMACIÓN 11. DETECCIÓN DE PRESENCIA LUGAR DE PASO	24
PROGRAMACIÓN 12. DETECCIÓN DE PRESENCIA RETARDADA	24
PROGRAMACIÓN 13. DETECCIÓN DE APERTURA DE PUERTA CON RETARDO	24
PROGRAMACIÓN 14. DETECCIÓN DE APERTURA O ROTURA EN VENTANAS	25
PROGRAMACIÓN 15. ALARMA MODO "BUENAS NOCHES"	25
PROGRAMACIÓN 16. ALARMA MODO "ME VOY"	26
PROGRAMACIÓN 17. CONFIGURACIÓN DE ALARMAS.....	27
PROGRAMACIÓN 18. RESET ALARMA Y REACTIVACIÓN DE VÁLVULAS	28
PROGRAMACIÓN 19. MODOS DE ALARMA EXCLUYENTES	28
PROGRAMACIÓN 20. TEMPORIZADORES DE DETECCIÓN DE HUMOS.....	28
PROGRAMACIÓN 21. ACCIONES EN CASO DE DETECCIÓN DE HUMOS.....	29
PROGRAMACIÓN 22. RESET SISTEMA DE DETECCIÓN DE HUMOS	29
PROGRAMACIÓN 23. VÁLVULA DE GAS MODO MANUAL	29
PROGRAMACIÓN 24. CONTADOR DETECTOR DE INUNDACIÓN.....	30
PROGRAMACIÓN 25. CIERRE DE VÁLVULAS AUTOMÁTICO.	30
PROGRAMACIÓN 26. REARME DE VÁLVULAS AUTOMÁTICO	31
PROGRAMACIÓN 27. RESET SISTEMA DE DETECCIÓN DE INUNDACIONES.....	31
PROGRAMACIÓN 28. CLIMATIZACIÓN MODO AUTOMÁTICO	32
PROGRAMACIÓN 29. CLIMATIZACIÓN MODO MANUAL.....	32
PROGRAMACIÓN 30. INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA EXTERIOR.....	32

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

ILUSTRACIÓN 1. PLANO GENERAL VIVIENDA UNIFAMILIAR	4
ILUSTRACIÓN 2. MODICON M340 SCHNEIDER ELECTRIC	5
ILUSTRACIÓN 3. PLC MODICON M340 CON MONTAJE COMPLETO DE SLOTS.	7
ILUSTRACIÓN 4. CONEXIONES SWITCH RJ45 INTERNET	8
ILUSTRACIÓN 5. CONEXIONES SWITCH RJ45 RED LAN.....	9
ILUSTRACIÓN 6. ESQUEMA DE CONEXIÓN DE UN CONTACTOR	10
ILUSTRACIÓN 7. ELECTROVÁLVULA DE FLUIDOS. MODELO 04F03210N024C DEL FABRICANTE AIGNEP	11
ILUSTRACIÓN 8. ELECTROVÁLVULA DE GAS. MODELO 4110 DEL FABRICANTE GENEBRE	12
ILUSTRACIÓN 9. SIRENA ELECTRÓNICA DE BAJO CONSUMO GRUPO AGUILERA AE-V-AS1SB	12
ILUSTRACIÓN 10. DIMENSIONES MOTOR TUBULAR TTGO MODELO TG M 15-17	13
ILUSTRACIÓN 11. MÓDULO SENSOR LDR CON SU CIRCUITO ACONDICIONADO A 5V	13
ILUSTRACIÓN 12. EXPRESIÓN Y ESQUEMA DE UN DIVISOR DE TENSIONES	13
ILUSTRACIÓN 13. DETECTOR DE INUNDACIÓN GRUPO AGUILERA AE98/IN Y SONDA DETECTORA DE AGUA AE/INS.....	14
ILUSTRACIÓN 14. DETECTOR ÓPTICO DE HUMOS GRUPO AGUILERA AE/C5-OP	14
ILUSTRACIÓN 15. SENSOR DE MOVIMIENTO SINDAR SEKKYURNANO-LV	15
ILUSTRACIÓN 16. DETECTOR DE GAS GRUPO AGUILERA AE09/GM-24.....	15
ILUSTRACIÓN 17. INTERRUPTOR DE PROXIMIDAD MAGNÉTICO 19-1011 RS PRO	16
ILUSTRACIÓN 18. DETECTOR DE ROTURA DE CRISTAL LOXONE 24VCC	16
ILUSTRACIÓN 19. SENSOR DE LLUVIA, NIEVE Y NIEBLA LOXONE 24VCC	16
ILUSTRACIÓN 20. ANEMÓMETRO LOXONE 24VCC.....	17
ILUSTRACIÓN 21. FINAL DE CARRERA CROUZET 83874301	17
ILUSTRACIÓN 22. PANTALLA HMI MAGELIS XBT GT SCHNEIDER ELECTRIC	18
ILUSTRACIÓN 23. BARRA DE NAVEGACIÓN INTERFAZ TÁCTIL	33
ILUSTRACIÓN 24. PANTALLA DE ILUMINACIÓN	33
ILUSTRACIÓN 25. PANTALLA DE PERSIANAS Y TOLDOS	34
ILUSTRACIÓN 26. PANTALLA DE TOMAS DE CORRIENTE	35
ILUSTRACIÓN 27. PANTALLA DE ALARMA	36
ILUSTRACIÓN 28. PANTALLA DE CONFIGURACIÓN DE ALARMAS.....	37
ILUSTRACIÓN 29. PANTALLA DE CONTROL DE VÁLVULAS Y DETECCIÓN DE HUMOS, GAS E INUNDACIONES	38
ILUSTRACIÓN 30. PANTALLA DE CLIMATIZACIÓN. MODO AUTOMÁTICO Y CALEFACCIÓN	39
ILUSTRACIÓN 31. PANTALLA DE CLIMATIZACIÓN. MODO MANUAL Y AC.....	39
ILUSTRACIÓN 32. PANTALLA DE SIMULACIÓN DE SENSORES	40

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. TENSIONES DEFINIDAS EN EL ARTÍCULO 4 DEL REBT	2
TABLA 2. NÚMERO MÍNIMO DE ELEMENTOS Y DISTRIBUCIÓN DE ESTOS POR ESTANCIAS DE UNA VIVIENDA.....	3
TABLA 3. GRADOS DE ELECTRIFICACIÓN BÁSICA Y ELEVADA.....	3
TABLA 4. DISTRIBUCIÓN DE CIRCUITOS EN ELECTRIFICACIÓN BÁSICA.....	4
TABLA 5. DISTRIBUCIÓN DE CIRCUITOS EN ELECTRIFICACIÓN ELEVADA	5
TABLA 6. PREVISIÓN DE CARGAS Y NÚMERO DE TOMAS MÁXIMAS POR CIRCUITO	5
TABLA 7. GRADO DE AUTOMATIZACIÓN BÁSICO	6
TABLA 8. GRADO DE AUTOMATIZACIÓN NORMAL	6
TABLA 9. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA VIVIENDA OBJETO	7
TABLA 10. DISTRIBUCIÓN DE CIRCUITOS DE LA VIVIENDA OBJETO	8
TABLA 11. DISTRIBUCIÓN DE ELEMENTOS POR CIRCUITO EN LOS CIRCUITOS C1 A C11 Y CM	8
TABLA 12. DISTRIBUCIÓN DE ELEMENTOS DEL CIRCUITO CS.....	9

1 Aspectos generales.

1.1 Objeto.

El objeto del presente trabajo es el diseño de un sistema de automatización robusto para una vivienda unifamiliar, centrándonos en la tendencia en la que la tecnología se va introduciendo en nuestro día a día en todos los aspectos, haciéndonos la vida más fácil, cómoda y confortable.

A todos nos gustaría, por ejemplo, que cuando llegues a casa un día de verano o de invierno, encontrarnos con una temperatura agradable. Todos nos iríamos más tranquilos de vacaciones, o al trabajo, sabiendo que el sistema de la casa es capaz de detectar fugas de agua, cerrando las electroválvulas para que este incidente no ocasione más desperfectos, incluso que la vivienda “sepa” si llueve o si se hace de noche para bajar las persianas, y un sinfín de posibilidades.

No solo presentan este tipo de viviendas ventajas en confort y comodidad, sino también presentan un gran avance en cuanto a seguridad se refiere, ya que se pueden configurar diversos sistemas de alarma, detección de gas y cierre automático de válvulas, detección de humos, avisándonos en tiempo real de cualquier percance ocasionado en la vivienda. Con solo pulsar un botón le puedes “decir” a tu casa que te vas, que baje las persianas, apague las luces, cierre las válvulas de agua y gas, y que active las alarmas.

Cada vez más vivimos en un mundo absolutamente ligado a la tecnología, con ordenadores, teléfonos inteligentes, navegación por GPS, sistemas de comunicación inalámbricos, relojes inteligentes y un sinfín de avances que hemos incorporado en nuestro día a día. Pero estos avances no se aplican a la unidad más elemental, que es nuestro hogar, el lugar donde menos nos tendríamos que preocupar de cosas, que hoy en día, son innecesarias, garantizándonos, como mínimo, un nivel de seguridad y de bienestar acorde a la era tecnológica en la que vivimos.

1.2 Normativa vigente.

Para este tipo de instalaciones tendremos en cuenta el REAL DECRETO 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, en adelante REBT, e instrucciones técnicas complementarias, en adelante ITC, desde la ITC-BT-01 hasta la ITC-BT-51 (ver índice de Instrucciones técnicas complementarias en el Anexo 5).

Podemos definir el objeto del y el campo de aplicación (artículos 1 y 2) del REBT en el siguiente texto:

“El Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión de España, también conocido por sus siglas (REBT), tiene por objeto establecer el marco de las condiciones técnicas y garantías que deben reunir las instalaciones eléctricas conectadas a una fuente de suministro en los límites de baja tensión, con la finalidad de preservar la seguridad de las personas y los bienes, asegurar el normal funcionamiento de dichas instalaciones y prevenir las perturbaciones en otras instalaciones y servicios y contribuir a la fiabilidad técnica y a la eficiencia económica de las instalaciones. Las instrucciones técnicas complementarias desarrollaban aspectos específicos del mismo.

Según este reglamento en España se considera baja tensión aquella que es menor o igual a 1000 voltios en corriente alterna o 1500 voltios en caso de corriente continua.”

En el artículo 3 encontramos el concepto de instalación eléctrica:

“Se entiende por instalación eléctrica todo conjunto de aparatos y de circuitos asociados en previsión de un fin particular: producción, conversión, transformación, transmisión, distribución o utilización de la energía eléctrica”

Siendo el último elemento de esta lista, utilización de la energía eléctrica, el que nos concierne para este proyecto.

En el artículo 4, el REBT nos define las tensiones y frecuencias nominales en las redes:

	Corriente alterna (valor eficaz)	Corriente Continua (Valor medio aritmético)
Muy baja tensión	$U_n \leq 50V$	$U_n \leq 75V$
Tensión usual	$50 < U_n < 500V$	$75 < U_n < 750V$
Tensión especial	$500 < U_n < 1000V$	$750 < U_n < 1500V$

Tabla 1. Tensiones definidas en el artículo 4 del REBT

Definiendo las tensiones nominales usualmente utilizadas en corriente alterna como 230 V entre fases para las redes trifásicas de tres conductores y 230 V entre fase y neutro, y 400 V entre fases para las redes trifásicas de cuatro conductores. La frecuencia empleada en la red será de 50 Hz.

En cuanto a instalaciones interiores o receptoras, el artículo 16 las define como:

“Las que, alimentadas por una red de distribución o por una fuente de energía propia, tienen como finalidad principal la utilización de la energía eléctrica. Dentro de este concepto hay que incluir cualquier instalación receptora aunque toda ella o alguna de sus partes esté situada a la intemperie.”

Siendo desarrollado en las ITC-BT-20 y 21, concretándose para instalaciones en viviendas en las ITC-BT-25, 26 y 27.

Define también en su subapartado 3 las condiciones sistemas de protección, que más adelante se especifican en las ITC-BT-22, 23 y 24, siendo protecciones contra sobrecorrientes, sobretensiones y contactos directos e indirectos respectivamente:

“Los sistemas de protección para las instalaciones interiores o receptoras para baja tensión impedirán los efectos de las sobrecorrientes y sobretensiones que por distintas causas cabe prever en las mismas y resguardarán a sus materiales y equipos de las acciones y efectos de los agentes externos. Asimismo, y a efectos de seguridad general, se determinarán las condiciones que deben cumplir dichas instalaciones para proteger de los contactos directos e indirectos.”

Cabe destacar el artículo 26 de dicho Real Decreto, que nos concreta la normativa de referencia de las instrucciones técnicas complementarias:

“Las instrucciones técnicas complementarias podrán establecer la aplicación de normas UNE u otras reconocidas internacionalmente, de manera total o parcial, a fin de facilitar la adaptación al estado de la técnica en cada momento. Dicha referencia se realizará, por regla general, sin indicar el año de edición de las normas en cuestión. En la correspondiente instrucción técnica complementaria se recogerá el listado de todas las normas citadas en el texto de las instrucciones, identificadas por sus títulos y numeración...”

...A falta de resolución expresa, se entenderá que también cumple las condiciones reglamentarias la edición de la norma posterior a la que figure en el listado de normas, siempre que la misma no modifique criterios básicos y se limite a actualizar ensayos o incremente la seguridad intrínseca del material correspondiente.”

1.3 Condiciones generales de la instalación de una vivienda.

Según la ITC-BT-25 del REBT, existen dos grados de electrificación: básico y elevado (ver Anexo 1: Grados de electrificación según ITC-BT-25). El grado de electrificación básico, según la ITC-BT-25:

“Se plantea como el sistema mínimo, a los efectos de uso, de la instalación interior de las viviendas en edificios nuevos tal como se indica en la ITC-BT-10.”

Correspondiéndole una secuencia de circuitos preestablecida (ver Anexo 1: Distribución de circuitos según el REBT).

Cuando el grado de electrificación de la vivienda es elevada, significa que tenemos más de los cinco circuitos definidos por el grado de electrificación mínima, por lo tanto tenemos que colocar un segundo diferencial (ver apartado 2.3-Elementos de protección), ya que el número de circuitos máximo a conectar a un solo diferencial es de cinco.

La ITC-BT-25 del REBT nos define electrificación elevada como:

“Es el caso de viviendas con una previsión importante de aparatos electrodomésticos que obligue a instalar más de un circuito de cualquiera de los tipos descritos anteriormente, así como la previsión de sistemas de calefacción eléctrica, acondicionamiento de aire, automatización, gestión técnica de energía y seguridad o con superficies útiles de las viviendas superiores a 160m².”

En este caso será posible instalar, además de los correspondientes a la instalación básica, otros circuitos para satisfacer las necesidades pertinentes (ver Anexo 1: Distribución de circuitos según el REBT).

En cuanto a las características de cada circuito en cuanto a previsión de cargas y número de tomas, calibre de los conductores y diámetros de los tubos por los que se introducen los conductores, la ITC.BT-25 estipula que se deben cumplir ciertas condiciones (ver Anexo 1: Características de los circuitos según el REBT).

Por último, vamos a destacar que la ITC-BT-25 nos indica el número mínimo de elementos y distribución de estos por estancias de una vivienda (ver Anexo 1: Número mínimo de elementos y distribución de estos por estancias de una vivienda).

Donde se prevea de una toma para el receptor de TV, la base correspondiente será múltiple, y en este caso se considerará como una sola base. Las tomas de corriente de la cocina se colocarán fuera de un volumen delimitado por los planos verticales situados a 0.5m del fregadero y de la encimera de cocción o cocina.

1.4 Grado de automatización.

Según la Guía de aplicación técnica de la ITC-51 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, existen dos grados de automatización de viviendas: básico y normal básico (ver Anexo 1: Grado de electrificación según ITC-BT-51). Dado que el objetivo principal de este proyecto es la automatización de una vivienda, el grado de automatización a desarrollar será el grado normal, más completo y con varias ventajas frente al grado de automatización básico tanto en seguridad como en materias de confort:

- Detección de humos en toda la casa y no solo en la cocina
- Detectores de presencia en toda la vivienda
- Detectores de rotura y contactos magnéticos en las ventanas
- Sistema de iluminación programable
- Zonificación de la climatización
- Motorización de todas las persianas

1.5 Descripción de la vivienda y aspectos generales de la instalación.

La vivienda de la cual se va a realizar la automatización es una vivienda unifamiliar de una sola habitación, un baño, un recibidor, un pasillo que conecta el recibidor con el salón y mediante el cual se puede acceder a la habitación y al cuarto de baño, y una habitación salón-cocina diáfana. Tiene un armario en la habitación principal, otro en el recibidor y otro en la zona de la cocina orientado a albergar el termo eléctrico, la lavadora y la secadora. Presenta ventanas, todas exteriores, tanto en la habitación principal, en la cocina y en el salón.



Ilustración 1. Plano general vivienda unifamiliar

En cuanto a la distribución general de puntos de luz, tomas de corriente y tomas de telecomunicaciones, cumpliendo las condiciones de la ITC-BT-25, analizamos la vivienda unifamiliar objeto, comprobando que cumple con la normativa vigente contando con la superficie de cada estancia y la distribución de elementos eléctricos y de telecomunicaciones (ver Anexo 1: Características generales de la vivienda objeto).

Trabajaremos con una tensión de red de 230 V entre fase y neutro, dado que la instalación a realizar se trata de una vivienda unifamiliar, utilizando, para el circuito de control tensiones de muy baja tensión en corriente continua de 24 V suministrada por el propio PLC (ver punto 2.2 – Elección del autómata programable) estando este conectado a la red de 230 V en alterna. En cuanto al sistema de alimentación cabe destacar, que el sistema de alarma estará alimentado por un Sistema de Alimentación Ininterrumpida por si se ejecuta un corte de suministro eléctrico previo a la intrusión (ver apartado 2.8 – Elección de Sistema de Alimentación Ininterrumpida de respaldo).

El grado de electrificación será elevado, que distribuiremos los diferentes circuitos según la normativa vigente (ver Anexo 1: Distribución de circuitos de la vivienda objeto). La distribución de elementos por circuito en los circuitos C1 a C11, incluyendo el circuito de motores CM cumplirá con el marco normativo vigente (ver Anexo 1: Elementos por circuito C1 a C11 y CM de la vivienda objeto) destacando que en el segundo punto de luz del salón se controlaran las 6 luminarias de manera independiente.

Cabe destacar de la tabla anterior que el sistema de climatización es tanto de calefacción como de aire acondicionado, situando el aparato central en el falso techo del baño, y por tanto la toma de corriente del C9, canalizando el flujo por toda la casa con un sistema de compuertas automáticas que se abren si la calefacción o el aire acondicionado están activados en dicha habitación. También aclaramos que las bases de enchufes dobles que se consideran como una sola, según ITC-BT-25 están a menos de 20 cm de una toma de televisión.

Cada uno de los circuitos anteriores tendrá su propio magnetotérmico y habrá un diferencial para los circuitos de C1 a C5, otro para los circuitos de C9 a C11 y uno exclusivo para el circuito de motores CM.

El grado de automatización elegido para la automatización y control de la vivienda será el grado de automatización normal, según la ITC-BT-51.

Por tanto, distribuiremos los elementos del circuito CS según las indicaciones del Anexo 1: Distribución de elementos del circuito CS y en la ubicación determinada por los planos del Anexo 2. Los elementos de dicho circuito son los detectores, sensores, pulsadores y electroválvulas que van conectados directamente a las entradas del autómata programable PLC.

En el Anexo 2 de este documento podemos ver los planos de la vivienda con la instalación general, y cuatro específicos de los puntos de luz, de las tomas de corriente, de los elementos del circuito CS y del armario de mando y control donde encontramos el cuadro de mando y protección (CMP), el sistema empotrado de automatización (SEA), es decir, el autómata programable (PLC), el sistema de alimentación ininterrumpida de respaldo (SAI) y el armario de contactores (ACON), así como una base doble de enchufe del circuito 11, destinado a alimentar el PLC y el SAI.

En el anexo 3, en cambio, podemos encontrar los esquemas unifilares tanto del circuito de potencia convencional como el esquema de los elementos de control, incluyendo el PLC y los slots y las conexiones de todos los elementos de control: contactores, sensores, detectores, y actuadores.

2 Elementos y condiciones técnicas de la instalación.

2.1 Elección de autómata programable.

El autómata elegido para llevar a cabo la automatización es el Modicon M340, del fabricante Schneider Electric, con una fuente de alimentación CPS 2000.



Ilustración 2. Modicon M340 Schneider Electric

En primer slot (slot 0) va a estar ubicado el módulo de comunicación, BMX P34 2020 con conexión de internet RJ45, puerto del terminal UBS, con un slot para tarjeta de memoria y dos puertos de comunicaciones: Serie e internet.

Para el segundo slot (slot 1) vamos a elegir un módulo de entradas binarias, para todos los sensores y actuadores de entrada binarios del circuito CS (ver Tabla 12. Distribución de los elementos del circuito CS) tales como pulsadores, detectores de humo, detectores de gas, detectores de inundación, detectores de presencia, sensor de lluvia y detectores de intrusión y apertura. Como el total de entradas binarias previstas es de 48, elegiremos el módulo BMX DDI 6402K, de 64 entradas digitales de 24VCC a común positivo.

Para las entradas analógicas del circuito CS tales como sensores de temperatura, nivel de luz y anemómetro, puesto que el total de entradas prevista es de 10, necesitaremos utilizar dos slots, uno de ocho entradas y otro de cuatro. Por tanto, en el tercer slot (slot 3) colocaremos el módulo BMX AMI0810 de ocho entradas analógicas donde conectaremos los siete sensores de temperatura y en el cuarto slot (slot 3) el módulo BMX AMI 0410 de cuatro entradas analógicas en el que conectaremos los sensores de nivel de luz y el anemómetro.

En el quinto slot (slot 4) colocaremos un módulo de salidas digitales que controlarán las luminarias de los puntos de luz. Instalaremos el módulo BMX DDO 1602, compatible con una intensidad de 0.5A y una tensión de 24 VCC. Con este módulo controlaremos los relés de estado sólido conectados individualmente a cada luminaria para garantizar la correcta conmutación del sistema de iluminación (ver punto 2.4.2 Relés de estado sólido) que estará conectada directamente al circuito de potencia a 230 VCA.

Para controlar las tomas de corriente utilizaremos un módulo diferente en el sexto slot (slot 5). Esto es debido a que las condiciones de las salidas del módulo elegido de relés para controlar las bombillas tienen una intensidad máxima de 2A por salida, intensidad suficiente para las bombillas, pero insuficiente para las tomas de corriente, por ello tenemos que hacer uso de contactores (ver punto 2.4. Elementos de maniobra. Contactores.). Por tanto, podemos usar un módulo que funcione por transistores. El módulo instalado para las tomas de corriente será BMX DDO 3202K, de 32 salidas digitales transistor común negativo, suficiente para controlar las 27 tomas. Cabe destacar que hay en total en la vivienda 29, pero dos de ellas son del circuito C11, destinado a alimentar el SAI, el PLC y el Switch y estarán directamente enganchados a la red.

En el séptimo slot (slot 6) instalaremos un módulo de 8 salidas de relé, que alimentaremos a 24 VCC el cual utilizaremos para controlar las seis electroválvulas de agua, la electroválvula de gas, y la sirena de la alarma. El módulo elegido es similar al del utilizado para el control de la iluminación, pero de ocho salidas controladas por relés, con una intensidad máxima de 3A: BMX DRA 0805.

Por último, en el octavo slot (slot 7), ubicaremos un módulo de salidas de relés con dieciséis salidas binarias, ya que necesitaremos dos para cada motor y los seis necesitan dos salidas cada uno, para subir o para bajar. El consumo de cada motor es de 170W y de 0.75A, por lo que no hace falta utilizar contactores adicionales. El módulo elegido es el BMX DRA 1605.

Cabe destacar que los dos últimos slots podrían juntarse en un solo módulo, pero la tensión de alimentación de los motores es de 230VCA y de los elementos de seguridad conectados al slot 6 están alimentados a 24 VCC, y por ello tienen módulos independientes.

Con todos los slots instalados, el esquema del autómatas programable completo con todos sus módulos quedaría instalado de la siguiente manera:



Ilustración 3. PLC Modicon M340 con montaje completo de slots.

2.2 Elementos eléctricos generales.

Todos los elementos de esta sección son del fabricante Simon, de la serie 31, por lo que se adaptarán con cajas y marcos compatibles de este mismo fabricante para esta misma serie, utilizando los marcos de uno, dos, tres o cuatro elementos cuando su proximidad, similitud y altura de instalación o instrucción específica permita el agrupamiento de los elementos.

Tomas de corriente.

Las tomas de corriente de 16 A elegidas serán enchufes 2P+TT, es decir, dos polos (fase y neutro) con toma tierra, estilo Schuko.

Se colocarán a una altura de 25cm del suelo, excepto los situados en el baño y cocina y habitación. En la cocina se colocarán por encima del plano de trabajo, a 30cm de la encimera, respetando su ubicación sobre el plano, excepto el destinado al extractor, que estará situado a una altura de 180cm respecto al suelo.

En la habitación, los enchufes que estén a los lados del lugar donde se prevea que se colocará la cama, a una altura de 80cm del suelo, compartiendo marco con los pulsadores situados en el mismo lugar y en su caso, con la toma de internet por cable. El resto de enchufes a la medida convencional del resto de estancias.

Para el circuito C4, de lavadora, lavavajillas y termo eléctrico, al ser un circuito con una intensidad prevista de 20 A, se colocarán las tomas de corriente de 16 A mencionadas con un fusible individual para cada toma con una intensidad nominal de 16 A para protección adicional de estos hilos.

En cuanto al baño, se colocarán dos enchufes de los tres del circuito C5, compartiendo marco doble por encima del falso techo. El tercer enchufe del circuito C5 ubicado en el baño compartirá marco triple con los dos pulsadores situados en el lateral del lavabo, colocados a 120cm del suelo.

Las tomas de corriente de 25 A elegidas para los circuitos C3 y C9 será una toma bipolar con toma tierra (2P + TT) del fabricante SIMON, modelo 10436 de la serie 31. Se colocará el enchufe del circuito C9, de 25 A, con un marco individual, en el falso techo del baño, a 20cm del marco doble con los enchufes del circuito C5. Para la cocina y el horno se colocarán a la altura estándar del resto de tomas de corrientes, a 25 cm del suelo en la pared más próxima a la ubicación establecida de la encimera y el horno (ver Anexo 1. Planos).

Tomas de teléfono.

Toma de teléfono RJ12 de 6 hilo se colocarán tanto en la habitación como en el salón comedor, compartiendo marco con la toma de televisión (ver apartado 2.3.3 Toma de TV) y con la toma de internet

(ver apartado 2.3.4 Toma de internet por cable), a una altura de 25cm del suelo, igual que los enchufes convencionales.

Toma de Televisión.

La toma de televisión elegida para su instalación en cocina, salón y habitación debe tener conexiones de radiotelevisión (R-TV) y satélite (SAT). Se necesitará una tapa para completar el montaje de ese elemento, utilizaremos la tapa compatible Simon para la serie 31.

Toma de internet por cable.

Se ubicará, con el objetivo de ofrecer una conectividad total, dos Switch de 5 puertos Gigabit en el armario destinado a ubicar el PLC, los contactores, el SAI y el CMP. El mecanismo elegido en ambos casos será el modelo TL-SG105E del fabricante TP-LINK, cuyas características principales son:

- 5 puertos 10/100/1000Mbps RJ45 AUTO Negociación/AUTO MDI/MDIX
- Consumo de potencia de 5.46W
- Dimensiones: 158*101*25 mm

Con el primer aparato se quiere conseguir que, independientemente de la ubicación del router, tengamos una conexión cableada de toda la casa, eso sí, utilizando una toma como entrada de la señal, ajustándose al siguiente esquema:

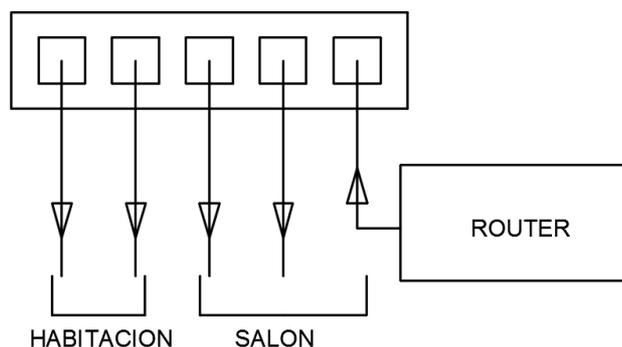


Ilustración 4. Conexiones Switch RJ45 Internet

Dos conexiones estarán ubicadas en la habitación 1, una al lado de la toma de televisión, compartiendo marco con esta, y la otra al lado de la cama, compartiendo marco con los pulsadores situados en el mismo lugar.

Las otras tres conexiones estarán ubicadas en el salón, una ubicada en la pared izquierda, para la posible conexión de un ordenador, ya que sería la ubicación óptima para un escritorio, y las otras dos, con una toma doble, al lado de la toma de televisión, el resto de tomas serán simples. Esta toma doble está pensada para que una de estas tomas sea la conexión al router de la compañía telefónica, ubicación óptima, también, para la cobertura inalámbrica del Wi-fi.

Para la conexión de las pantallas HMI al autómatas utilizaremos el mismo sistema, el mismo modelo de Switch de 5 puertos para tener una red local aislada de internet global por motivos de seguridad.

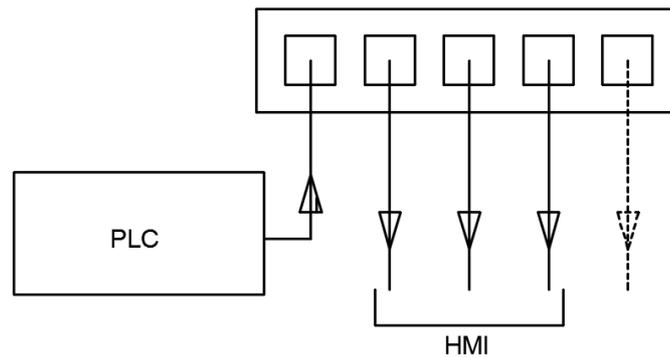


Ilustración 5. Conexiones Switch RJ45 Red LAN

Tres conexiones estarán destinadas a las pantallas de control HMI (Human Machine Interface), que estarán ubicadas en la entrada, en la cabecera de la cama de la habitación y en el salón (ver Anexo 1. Planos), y la cuarta ocupada al puerto RJ45 del PLC, quedando un puerto libre para una futura instalación, o bien a la red global de internet o para una cuarta pantalla HMI.

2.3 Elementos de protección.

Magnetotérmicos.

Se instalará un interruptor magnetotérmico por circuito (ver Anexo 3: Esquema unifilar de del circuito de potencia), con un poder mínimo de corte de 6000 A, de dos polos, compatibles con las curvas de tipo C, con una tensión nominal de 230 VCA. Para el circuito C1 se instalará un calibre de 10 A; para los circuitos C2, C5, C10 y C11, un calibre de 16 A; asimismo, para el circuito C4, calibre 20 A; y calibre 25 A para los circuitos C3 y C9 un calibre de 25 A.

En el caso del circuito CM de los motores de las persianas, basándonos en la potencia de los tres motores elegidos (ver punto 2.6.4 Motores de persianas), de 170W cada uno, suponiendo, en el caso más desfavorable, que funcionen los tres a la vez, tendríamos una potencia máxima de 510W, por tanto, trabajando con un potencial de red de 230 VCA, el calibre debería de ser mayor a 2.217 A, por lo que instalaremos un magnetotérmico de calibre de 10 A, por ser motores, curva clase D, dos polos, a una tensión nominal de 230 VCA.

Diferenciales.

Se instalará un interruptor diferencial para los circuitos C1, C2, C3 y C4; y otro para C5, C9, C10 y C11; ambos con un calibre de 40A, con una sensibilidad de 30mA con una tensión de trabajo de 230 VCA y bipolares de clase AC. En el caso de la línea CM, para los motores de las persianas, pondremos un diferencial exclusivo, de las mismas características anteriores, pero con una sensibilidad de 300mA.

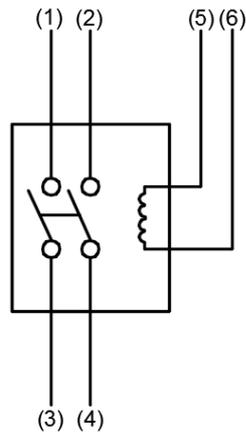
2.4 Elementos maniobra.

Contactores.

Para todos los circuitos de toma de corriente y motores (C2 a C10 y CM), por las características de los slots del automático programable, que admiten una corriente máxima de dos amperios, vamos a necesitar

elementos más robustos que los relés internos, por ello vamos a hacer uso de contactores para conectar o desconectar estos elementos. Estos se accionarán por la acción directa de las conexiones y desconexiones de las salidas del autómata programable.

La conexión de estos elementos será la siguiente:



- (1) Conexión a fase del circuito de potencia (230v C.A.)
- (2) Conexión a neutro del circuito de potencia (230v C.A.)
- (3) Conexión a fase de la base de enchufe (230v C.A.)
- (4) Conexión a neutro de la base de enchufe (230v C.A.)
- (5) Conexión a fase de salida del autómata (24v C.C.)
- (6) Conexión a neutro de salida del autómata (24v C.C.)

Ilustración 6. Esquema de conexión de un contactor

Los contactores deben estar diseñados para aplicaciones domésticas, para uso de mando de sistemas domóticos, calefacción, iluminación, y usos generales con las siguientes características:

- Corriente asignada de 25 A.
- Dos polos normalmente abiertos, es decir, que corta tanto la fase como el neutro, lo que da un punto extra de seguridad.
- Tensión de la bobina del contactor de 230 V en CA a una frecuencia de 50/60 Hz.
- Tamaño de anchura de 18 mm cada módulo, con fijación mediante carril DIN.

Relés de estado sólido.

Para la iluminación (circuito C1), nos basaremos en el mismo sistema que para las tomas de corriente, pero con tres diferencias importantes: no se necesita una corriente asignada tan alta, ya que cada luminaria se controla individualmente, necesitamos una velocidad de conmutación mucho mayor, pues la iluminación es un sistema que va a estar conmutando continuamente, y por último, por el mayor número de conmutaciones, necesitamos un aparato que tenga más ciclos de vida. Por estas razones se instalarán relés de estado sólido con las siguientes características:

- Corriente asignada de 2 A.
- Tensión de salida compatible con 230 VCA a una frecuencia de 50Hz.
- Montaje en carril DIN.

2.5 Elementos de mando.

Todos los elementos de esta sección son del fabricante Simon, de la serie 31, por lo que se adaptarán con marcos compatibles de este mismo fabricante para esta misma serie, utilizando los marcos de 1, 2, 3 o cuatro elementos cuando su proximidad permita el agrupamiento de los elementos. Por estética en la instalación se utilizarán elementos diseñados para ser utilizados a tensión de 230V. Dado que nuestra tensión de control son 24V y las órdenes son binarias, cumplirán con su objetivo satisfactoriamente.

Pulsadores para la luz.

Los pulsadores que estén próximos entre sí se agruparán, colocándolos en la vertical indicada por el plano (ver Anexo 2. Planos) y a una altura convencional de 110cm por encima del suelo, excepto los que estén al lado del lugar donde se prevea que se colocará la cama, en este caso, se colocarán a 80cm del suelo.

Los mecanismos elegidos son los pulsadores de luz simples y dobles que, cuando sea posible, se agruparán dos pulsadores en una misma ubicación instalando el pulsador de luz doble.

Pulsadores para las persianas.

Los pulsadores elegidos para las persianas serán los diseñados especialmente para tal fin, con dibujos de flechas hacia arriba y hacia abajo para indicar la dirección de movimiento de la persiana o toldo:

Estos pulsadores estarán ubicados en el lado derecho de las persianas, excepto en el salón que estará ubicado en el lado izquierdo (ver Anexo 2. Planos), guardando, en todo caso, una distancia sobre el plano vertical de 10 cm de distancia con el exterior del marco de las ventanas.

2.6 Elementos actuadores.

Electroválvulas de agua.

Se utilizará para controlar la instalación de fontanería una electroválvula de fluidos, normalmente abierta, que trabaje a 24VCC, con accionamiento indirecto. La presión de trabajo máxima será de 9,5 bares. Tendrá dos posiciones, abierta o cerrada. Será apta para una viscosidad máxima del fluido de 24 cST, a una temperatura de trabajo desde -10°C hasta +80°C.

Cumpliendo estas características, destacamos el modelo 04F03210N024C, del fabricante Aignep:



Ilustración 7. Electroválvula de fluidos. Modelo 04F03210N024C del fabricante Aignep

Estas electroválvulas serán instaladas en las tomas de agua de la lavadora, lavavajillas, termo eléctrico, fregadero, lavabo, sanitario y ducha.

Electroválvulas de gas.

Para la instalación de gas se instalará una electroválvula, que funciona con un potencial de 24VCC, normalmente cerrada. Conforme a directiva 94/9/ce ATEX y a directiva gas 2009/142/CEE.

Se instalará una electroválvula, cumpliendo con las especificaciones anteriores, en el armario destinado a ubicar la lavadora, lavavajillas y termo, en la vertical indicada en el plano (ver Anexo 2. Planos), a 30 cm de altura respecto al suelo.

El mecanismo elegido es el modelo 4110 del fabricante Genebre:



Ilustración 8. Electroválvula de gas. Modelo 4110 del fabricante Genebre

Que además cuenta con las siguientes características:

- Temperatura ambiente de -20°C a 60°C , temperatura superficial máxima de 85°C .
- Protección IP65.
- Presión máxima de trabajo de 1 bar.
- Tiempo de cierre menor a un segundo.

Sirena del sistema de alarma.

Se instalará una sirena electrónica de bajo consumo multitono, con una alimentación a 24VCC, certificada según EN 54-3:



Ilustración 9. Sirena electrónica de bajo consumo Grupo Aguilera AE-V-AS1SB

Destacamos la sirena electrónica AE/V-AS1SB del fabricante Grupo Aguilera, ya que cumple con las características anteriormente mencionadas.

Este aparato se instalará en el recibidor, a 10 cm del techo, encima de la puerta principal.

Motores de persianas y toldos.

Los motores para las persianas y los toldos serán accionados por interruptor de pared (ver punto 2.5.2. Pulsadores para persianas). Con una potencia de 170W, par motor de 17 Nm, una intensidad nominal de 0.75 A, orientados a trabajar a 230VCA, y una masa máxima de arrastre de 28 kg. Se instalará un motor para cada toldo y otro para cada persiana, en total seis motores instalados.

El elemento elegido para instalación será el motor tubular TTGO, modelo TG M 15-17, cumpliendo las características anteriormente citadas contando con las siguientes dimensiones:

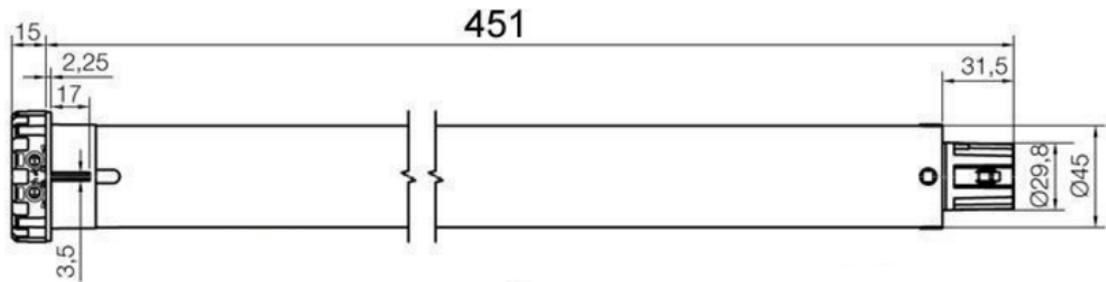


Ilustración 10. Dimensiones motor tubular TTGO modelo TG M 15-17

2.7 Sensores.

Todos los sensores estarán alimentados a una tensión de 24 VCC, que será dada por el mismo PLC. Excepto los sensores de temperatura y los de luz, que serán analógicos, el resto de sensores serán binarios, normalmente abiertos, es decir, por defecto dan un cero.

Sensores de nivel de luz.

Estarán colocados en el plano horizontal lo más pegados al techo posible en la vertical que indique el plano (ver Anexo 2. Planos).

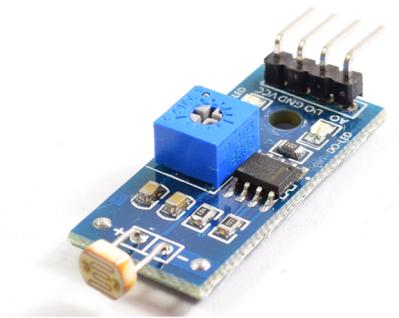


Ilustración 11. Módulo sensor LDR con su circuito acondicionado a 5V

Se utilizará un módulo sensor de luz con una LDR (Light Dependent Resistor), preparada para funcionar a $5V \pm 0.1$, por lo que necesitaremos acondicionar un divisor de tensiones, ya que nuestra fuente de alimentación es de 24V:

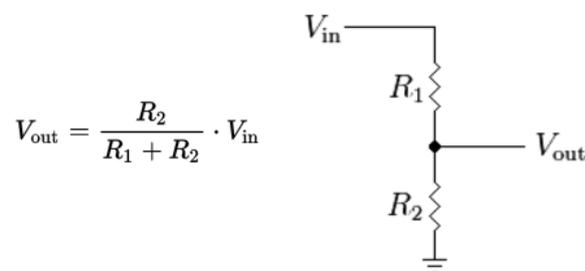


Ilustración 12. Expresión y esquema de un divisor de tensiones

Sabiendo que V_{out} es de 5V y que V_{in} es de 24V, elegimos que R_1 sea de $6,8M\Omega$, y aplicando la expresión anterior, la R_2 requerida es de $1,78M\Omega$, que redondearemos al valor comercial de $1,8M\Omega$. Comprobamos,

con estos valores de resistencia que la V_{out} que obtendremos será de 5,02V, entrando en el rango admisible.

Este módulo junto al divisor de tensiones, irán encapsulados en cajas transparentes con resistencia a la humedad y al polvo, instalando la LDR de manera que capte la luz lo mejor posible.

Sensores de temperatura.

Estarán colocados a una altura de 180cm desde el suelo, en la vertical que indique el plano (ver Anexo 1. Planos). Las mediciones serán mediante termopares PT100, con un rango de temperatura de -40°C a 80°C, de clase B, fabricado en Aluminio o PVC, a tres hilos, diseñado para medir la temperatura ambiental.

Detección de inundación.

Debe tener una alimentación a 24V, con detección todo-nada, con transformador encapsulado, con un zumbador de alarma, que funcione a 3 hilos.

Cumpliendo estas características encontramos el modelo AE98/IN del fabricante Grupo Aguilera:



Ilustración 13. Detector de inundación Grupo Aguilera AE98/IN y sonda detectora de agua AE/INS

A este aparato hay que añadirle la sonda de detección de agua AE/INS, del mismo fabricante, compatible con el detector seleccionado. Pueden conectarse hasta tres en un mismo detector, por tanto, en el baño tendremos un detector, con tres sondas: WC, lavabo y ducha; y en la cocina otro detector con otras tres sondas: lavadora, lavavajillas y fregadero.

Detección de humos.

Para la detección de humos se instalarán detectores ópticos de humos, cumpliendo la norma EN54-7:2000. Deberán contar con una conexión a dos hilos, alimentación compatible con 24 VCC y unas medidas de 99mm de diámetro y una altura de 46mm con la base incluida.

Cumpliendo estas características encontramos el detector óptico de humos del fabricante Grupo Aguilera, modelo AE/C5-OP:



Ilustración 14. Detector óptico de humos Grupo Aguilera AE/C5-OP

Este detector opera según el principio de luz dispersa, y está indicado para detectar los incendios en su primera fase de humos, antes de que se formen llamas o aumente la temperatura. Se colocarán en el techo en la vertical que indique el plano (ver Anexo 2. Planos)

Detección de presencia.

Se utilizarán sensores de movimiento binarios, alimentados a 24V, con una salida de 24V, que será conectada a la entrada correspondiente en el slot del PLC destinado para tal efecto. Tendrán una distancia de detección de 12 m. Se colocarán a una distancia vertical de 10 cm desde el techo, sobre la vertical indicada en el plano (ver Anexo 2. Planos).

El mecanismo a instalar, cumpliendo con las características anteriores es del fabricante XINDAR, modelo SEKKYURNANO-LV.



Ilustración 15. Sensor de movimiento XINDAR SEKKYURNANO-LV

Detección de gas.

Debe tener una alimentación a 24V, con detección todo-nada, con transformador encapsulado, con un zumbador de alarma, que funcione a 3 hilos.

Cumpliendo estas características destacamos el detector de gas AE09/GM-24 del fabricante Grupo Aguilera:



Ilustración 16. Detector de gas Grupo Aguilera AE09/GM-24

Detección de intrusión. Puerta y ventanas.

Tanto en la puerta principal de entrada a la vivienda como en las ventanas, se instalarán sensores magnéticos de detección de apertura con montaje superficial. Tendrá que tener una tensión de trabajo próxima a 24 VDC sin ser inferior a esta. El contacto será normalmente cerrado, y su sistema será de tres hilos, alimentación y datos.

Con las especificaciones anteriores encontramos el modelo 190-1011 del fabricante RS Pro:

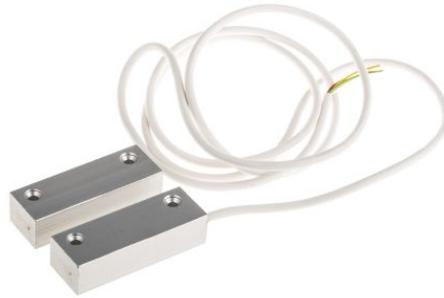


Ilustración 17. Interruptor de proximidad magnético 19-1011 RS Pro

En las ventanas se instalarán, además de los sensores de apertura magnéticos descritos previamente, sensores de rotura adheridos a los cristales. La detección funcionará mediante sensores piezométricos, detectando las vibraciones en la superficie del cristal. Contarán con una entrada digital, y trabajarán a una tensión máxima compatible a 24VCC. El radio efectivo deberá ser no inferior a dos metros.

Cumpliendo estas características encontramos el detector de rotura de cristal del fabricante Loxone:



Ilustración 18. Detector de rotura de cristal Loxone 24VCC

Detección de lluvia.

Para la detección de fenómenos meteorológicos tales como lluvia y nieve, con el fin del control automático de persianas frente a estos sucesos, se instalará en la fachada, en la vertical que indique el plano (ver Anexo 2. Planos), a 10 cm hacia debajo de la altura superior del marco de la ventana más próxima. Como características especiales, debe contar con un calefactor conmutable para prevenir el hielo y la condensación de la humedad ambiente para evitar falsos positivos. Trabaja a una tensión de 24VCC.

Destacamos, cumpliendo estas características el sensor de lluvia del fabricante Loxone:



Ilustración 19. Sensor de lluvia, nieve y niebla Loxone 24VCC

Detección de viento.

Para la detección de fuertes vientos, con el fin del control automático de toldos frente a estos sucesos se dispondrá de un anemómetro, que actuará de sistema de alarma en caso de vientos fuertes, permitiendo al control detectar este suceso y actuar, recogiendo los toldos, previniendo roturas o accidentes.

Debe de trabajar a 24VCC, con un rango de detección de 5 a 120 Km/h. Cumpliendo estas especificaciones encontramos el anemómetro del fabricante Loxone:



Ilustración 20. Anemómetro Loxone 24VCC

Finales de carrera.

Interruptor de fin de carrera tipo pulsador, compacto, de recorrido corto con salida de cable de bajo nivel, que funcione a una tensión de 24 VCC.

El mecanismo elegido será el modelo 83874301, del fabricante Crouzet, que cuenta, además con una protección IP 67:



Ilustración 21. Final de carrera Crouzet 83874301

Se instalarán en toldos y ventanas para la lectura de si están subidos o bajados totalmente, para accionar el paro del motor pertinente.

2.8 Sistema de Alimentación Ininterrumpida de respaldo.

El sistema de alimentación ininterrumpida (SAI) de respaldo nos dará la alimentación en caso de fallo eléctrico a los slots de entrada de los sensores implicados en sistemas de seguridad y de alarma como en los sensores de humos, inundaciones, detección de intrusión en puerta y ventanas y detectores de presencia como en los elementos actuadores conectados directamente a las salidas del autómatas: la sirena de alarma y las pantallas HMI. Este sistema SAI estará conectado, pues en paralelo al sistema de alimentación del PLC. Se instalará el modelo BU5002RWLG, de la serie BU-2RWL, del fabricante Omron. Las características principales son:

- Voltaje de entrada y salida: 230V
- Capacidad de 5000VA, 3500W
- Capacidad de las baterías: 12VCC de 9Ah cada batería, 12 baterías.

Dado que las tomas de corriente están conectadas a la red eléctrica directamente, en caso de fallo en el suministro eléctrico, no funcionarán aunque su contactor esté cerrado (ver punto 2.4. Elementos de maniobra.).

2.9 Pantalla HMI.

Las pantallas HMI (Human-Machine Interface) deberán tener, ser táctiles, de 10.4 pulgadas, tipo TFT, a color, con puertos USB y Ethernet. Compatible con el PLC elegido (ver punto 2.1 Elección del autómatas programable.).

Cumpliendo estas características, tenemos la serie Magelis XBT GT del fabricante Schneider Electric, concretamente el modelo de 10.4 pulgadas.



Ilustración 22. Pantalla HMI Magelis XBT GT Schneider Electric

Se colocarán tres pantallas, una en el salón, otra en la habitación y la tercera en el recibidor. Las dos primeras se instalarán en la vertical indicada en el plano (ver Anexo 2. Planos.), a una altura de 150 cm sobre el suelo. La pantalla de la habitación se colocará en la vertical indicada en el plano anterior, pero a 120 cm de altura con respecto al suelo, para darle acceso desde la cama además desde posición vertical.

3 Programación interna.

3.1 Elección de software y lenguajes de programación.

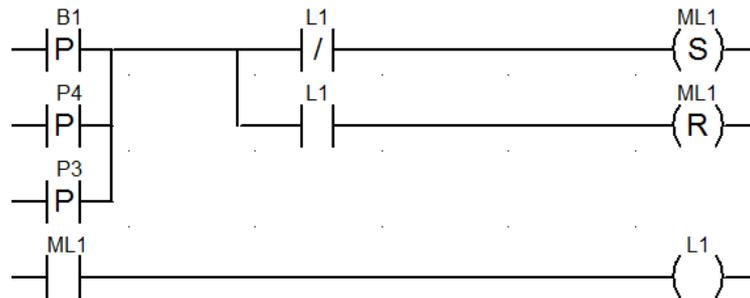
Dado que el PLC elegido es el Modicon M340 del fabricante Schneider Electric, el software de programación a utilizar para la automatización de la vivienda y para el diseño de las pantallas de operador (ver punto 4. Pantallas de operador) será el Unity-Pro XL.

Este software es compatible con los lenguajes Ladder (LD), String (ST), Grafcet (GFC) e Instructions List (IL), de los cuales hemos hecho uso de los dos primeros: LD y ST.

3.2 Iluminación.

Iluminación General.

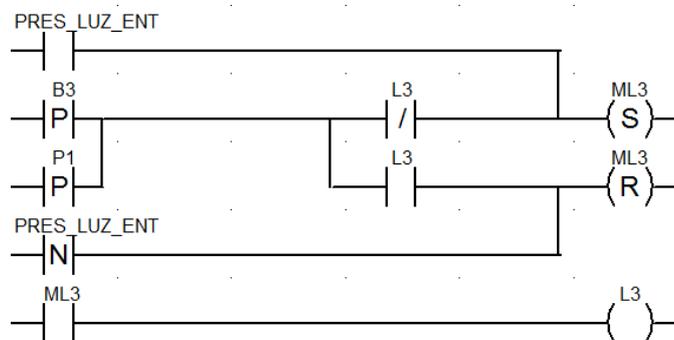
La iluminación general de la casa funciona mediante pulsadores, que envían una señal positiva al autómata, y este lee si está apagada o encendida mediante una variable intermedia de memoria. Si está apagada la enciende, y si está encendida, la apaga. Esta acción se puede hacer mediante el pulsador físico instalado en la vivienda o mediante la interfaz de usuario en cualquier HMI instalado en la casa (ver punto 4. Interfaz de usuario. Pantallas de operador). Esta programación está realizada con el lenguaje Ladder:



Programación 1. Ejemplo de programación iluminación general

Las variables P son pulsadores instalados en pared, las variables B son botones en la interfaz del HMI, las variables L son las salidas hacia la luminaria y las ML son las memorias intermedias ya mencionadas.

Para cumplir la ITC-BT-51 en cuanto a que la luz se accione en las zonas de paso mediante un detector de presencia, en el recibidor y el pasillo, además del sistema general de la vivienda, incluiremos un apartado para añadir esta funcionalidad:



Programación 2. Ejemplo de programación de iluminación de lugar de paso con sensor de presencia (LD)

Cabe destacar que para una eficiencia energética, en cuanto se desactive el contador del sensor de presencia, configurado para que dure 30 segundos (ver punto 3.5.1 Detectores de presencia), también se apagará la luz, a no ser que el detector siga detectando presencia, en cuyo caso seguirá encendida, ya que no funciona por pulsos positivos como los pulsadores, sino por contacto cerrado, y mientras haya detección de presencia la memoria intermedia permanecerá en "set"(S).

Iluminación modo automático en el salón.

Para el salón hemos creado una opción para que se autorregule la iluminación automáticamente. Podemos elegir entre dos modos, manual y automático. Si está en modo manual funcionará como dos puntos de luz independientes convencionales (ver punto anterior 3.3.1 Iluminación general) si accionamos

los pulsadores de la pared, y mediante los HMI (ver punto 4. Interfaz de usuario. Pantallas de operador) podemos apagar o encender cada bombilla por separado.

En cambio, en modo automático, elegiremos un nivel de iluminación y esta se autorregulará comparando los resultados de un sensor de nivel de luz interior con el nivel de luz deseado, utilizando distintas configuraciones de iluminación para ajustar lo mayor posible el nivel de luminosidad al deseado. Para ello se hará uso de las pantallas HMI. Esta programación está basada en el funcionamiento de un vúmetro, y el lenguaje utilizado es el String.

Para simular el nivel de luz interior, nos basamos en otro sensor de nivel de luz colocado en el exterior, que nos da el dato de nivel de luz exterior, que podemos controlar para simular el sistema (ver punto 4.7 Pantalla de simulación de sensores), aunque en la instalación real no haría falta, ya que obtendríamos el dato real.

También debemos tener en cuenta para simular el sensor interior, ya que no todo el nivel de luz interior entra en la vivienda, y debemos tener en cuenta, al menos, la influencia de la posición de las persianas y los toldos, tanto del salón como de la cocina al ser un espacio diáfano, con diferentes niveles de influencia, simulados con coeficientes, un 80% para la persiana y el toldo del salón y un 20% para la cocina, cabiendo destacar que para resolver estas influencias hemos tenido que operar en números reales (variable tipo REAL), ya que trabajábamos con variables tipo entero (INT), y para ello se ha tenido que transformar las variables a tener en cuenta en variables tipo real (REAL) antes de poder calcular el nivel de luz interior simulado y después volver a traducir a variables tipo entero (INT) de nuevo.

```
(*TRADUCIR VARIABLES INT DE ENTRADA A REAL*)
POS_SALON_REAL := INT_TO_REAL (IN := POS_SALON);
POS_COCINA_REAL := INT_TO_REAL (IN := POS_COCINA);
POS_SALONT_REAL := INT_TO_REAL (IN := POS_SALONT);
POS_COCINAT_REAL := INT_TO_REAL (IN := POS_COCINAT);
SENSOR_OUT_REAL := INT_TO_REAL (IN := SENSOR_OUT);

(*CODIGO CON VALORES REALES*)
COEF_SALON := (POS_SALON_REAL+POS_SALONT_REAL)/2.0*0.8;
COEF_COCINA := (POS_COCINA_REAL+POS_COCINAT_REAL)/2.0*0.2;
COEF_TOTAL := COEF_SALON + COEF_COCINA;
COEF_POND := COEF_TOTAL/100.0;

LUZ_IN := (SENSOR_OUT_REAL/1.5)*COEF_POND;

(*TRADUCIMOS VALORES REALES A INT DE SALIDA*)
LUZ_IN_INT := REAL_TO_INT (IN := LUZ_IN);
```

Programación 3. Cálculo del nivel de luz interior y el coeficiente de influencia

Esta programación tendrá en cuenta, que si se hace de noche, bajará automáticamente las persianas, compensando la luz sólo con bombillas, pero si hay luz diurna, la utilizará como medida de ahorro energético. En el caso que la iluminación deseada sea inferior a la que detecta el sensor interior de nivel de luz, el sistema de automatización bajará la persiana. Lo mismo ocurrirá si está lloviendo, el sistema de automatización no intentará levantar la persiana y compensará utilizando sólo luminaria artificial.

Mediante una operación matemática, el sistema calcula la luz que tiene que compensar. Si esta es positiva, subirá la persiana, y en el caso de que no sea suficiente, encenderá luces, según el coeficiente "i", que nos dirá qué bombillas son necesarias para alcanzar el nivel de luz deseada en el interior de la vivienda. Esta variable será actualizada continuamente leyendo los cambios en el sensor interior influenciados por el nivel de luz exterior y la posición de persianas y toldos.

```

IF AUTO_LUZ_SALON = TRUE THEN

COMPENSA_LUZ := LUZ_DESEADA-SENSOR_IN;
COMPENSA_LUZ_REAL := INT_TO_REAL (IN := COMPENSA_LUZ);
i_REAL:= COMPENSA_LUZ_REAL/25.0;
i:= REAL_TO_INT (IN :=i_REAL);

IF FC_SDC = FALSE AND LUZ_DESEADA<SENSOR_IN AND NOCHE=FALSE THEN
BAJAR_P_SALON := TRUE;
ELSE
BAJAR_P_SALON := FALSE;
END_IF;

IF i=0 THEN L8:= FALSE; L91:=FALSE;L92:= FALSE; L93:= FALSE; L94:= FALSE; L95:= FALSE; L96:= FALSE;END_IF;
IF i=1 THEN L8:= FALSE; L91:=TRUE;L92:= FALSE; L93:= FALSE; L94:= FALSE; L95:= FALSE; L96:= FALSE;END_IF;
IF i=2 THEN L8:= FALSE; L91:=TRUE;L92:= TRUE; L93:= FALSE; L94:= FALSE; L95:= FALSE; L96:= FALSE;END_IF;
IF i=3 THEN L8:= FALSE; L91:=TRUE;L92:= TRUE; L93:= TRUE; L94:= FALSE; L95:= FALSE; L96:= FALSE;END_IF;
IF i=4 THEN L8:= FALSE; L91:=TRUE;L92:= TRUE; L93:= TRUE; L94:= TRUE; L95:= FALSE; L96:= FALSE;END_IF;
IF i=5 THEN L8:= FALSE; L91:=TRUE;L92:= TRUE; L93:= TRUE; L94:= TRUE; L95:= TRUE; L96:= FALSE;END_IF;
IF i=6 THEN L8:= FALSE; L91:=TRUE;L92:= TRUE; L93:= TRUE; L94:= TRUE; L95:= TRUE; L96:= TRUE;END_IF;
IF i=7 THEN L8:= TRUE; L91:=TRUE;L92:= TRUE; L93:= TRUE; L94:= TRUE; L95:= FALSE; L96:= FALSE;END_IF;
IF i=8 THEN L8:= TRUE; L91:=TRUE;L92:= TRUE; L93:= TRUE; L94:= TRUE; L95:= TRUE; L96:= FALSE;END_IF;
IF i=9 THEN L8:= TRUE; L91:=TRUE;L92:= TRUE; L93:= TRUE; L94:= TRUE; L95:= TRUE; L96:= TRUE;END_IF;

END_IF;

```

Programación 4. Compensación de nivel de iluminación en tiempo real

Por último, tenemos que simular el nivel de iluminación del sensor interior dependiendo de las luminarias encendidas en cada momento, cosa que, en la instalación real sería innecesario, ya que el sensor captaría la luz normalmente:

```

LECTURA_SENSOR_IN := SENSOR_IN;
IF L8=TRUE THEN LECTURA_SENSOR_IN := LECTURA_SENSOR_IN+75; END_IF;
IF L91=TRUE THEN LECTURA_SENSOR_IN := LECTURA_SENSOR_IN+25; END_IF;
IF L92=TRUE THEN LECTURA_SENSOR_IN := LECTURA_SENSOR_IN+25; END_IF;
IF L93=TRUE THEN LECTURA_SENSOR_IN := LECTURA_SENSOR_IN+25; END_IF;
IF L94=TRUE THEN LECTURA_SENSOR_IN := LECTURA_SENSOR_IN+25; END_IF;
IF L95=TRUE THEN LECTURA_SENSOR_IN := LECTURA_SENSOR_IN+25; END_IF;
IF L96=TRUE THEN LECTURA_SENSOR_IN := LECTURA_SENSOR_IN+25; END_IF;

```

Programación 5. Influencia de las luminarias en el sensor de nivel de luz interior

3.3 Persianas y toldos.

El movimiento de las persianas y toldos de la vivienda será mediante motores que se accionan por dos pulsadores, uno que lo hace girar en un sentido, y el otro para girar en el otro sentido (ver punto 2.6.4 Motores de persianas y toldos). Para programar estos movimientos vamos a hacer uso del lenguaje String, controlando la variable de posición de la persiana. Tomamos como ejemplo la persiana del salón, y esta estructura será igualmente utilizada para el resto de persianas y toldos:

```

(*MOVER PERSIANA SALON*)
IF (SUBIR_S = TRUE OR SUBIR_P_SALON = TRUE) AND FC_SUP = FALSE THEN
POS_SALON := POS_SALON+1;
END_IF;

IF (BAJAR_S = TRUE OR BAJAR_P_SALON = TRUE) AND FC_SDC = FALSE THEN
POS_SALON := POS_SALON-1;
END_IF;

```

Programación 6. Movimiento de persianas y toldos

Las variables con las siglas FC, se refieren a los finales de carrera instalados, que en la aplicación real no sería necesario simularlos, pero para conseguir el correcto funcionamiento de la simulación es necesario programarlos. Tomamos como ejemplo una vez más la persiana del salón:

```
(*SIMULACION DE SENSORES FINAL DE CARRERA DEL SALON*)
IF POS_SALON = 0 THEN
    FC_SDC := TRUE;
    FC_SUP := FALSE;
    BAJAR_P_SALON := FALSE;
ELSIF POS_SALON = 100 THEN
    FC_SDC := FALSE;
    FC_SUP := TRUE;
    SUBIR_P_SALON := FALSE;
ELSE
    FC_SUP := FALSE;
    FC_SDC := FALSE;
END_IF;
```

Programación 7. Simulación finales de carrera del salón

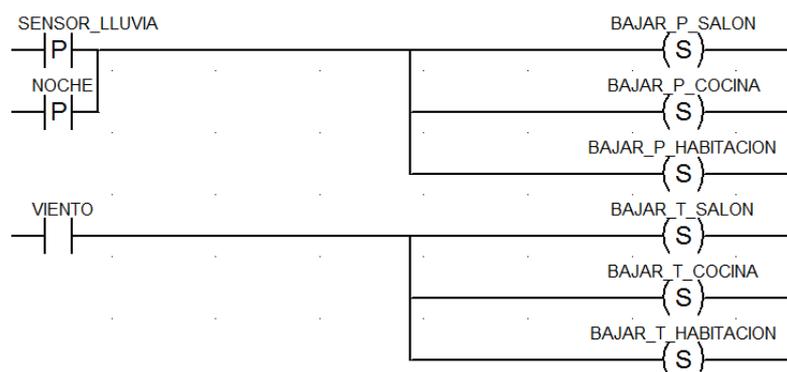
Las persianas y toldos estarán influenciadas por los fenómenos meteorológicos tales como precipitaciones y viento fuerte respectivamente.

Para un nivel de iluminación exterior menor que 50 puntos, el sistema considerará que es de noche y un nivel de viento por encima de 20 kilómetros por hora será considerado peligroso.

```
IF SENSOR_OUT<50 THEN      IF VELOC_VIENTO>20 THEN
NOCHE:=TRUE;                VIENTO:=TRUE;
ELSE                          ELSE
NOCHE:=FALSE;               VIENTO:=FALSE;
END_IF;                       END_IF;
```

Programación 8. Noche y viento fuerte

Si el sistema considera que es de noche, se bajarán automáticamente las persianas de la vivienda, dando pie a que, si el usuario lo desea, se puedan levantar manualmente, por ejemplo, si se desea dormir con la ventana abierta en verano. De igual modo, un nivel de viento por encima de 20 kilómetros por hora será considerado peligroso y el sistema recogerá automáticamente los toldos, pero en este caso, sin dejar que el usuario pueda desplegarlos por motivos de seguridad.



Programación 9. Acciones automáticas por lluvia, noche o viento

3.4 Tomas de corriente programables.

Las tomas de corriente serán controladas mediante una pantalla en la aplicación de interfaz de usuario, gobernando las salidas del automático que gobiernan los contactores, pudiendo activar o desactivar los enchufes de la vivienda manualmente.

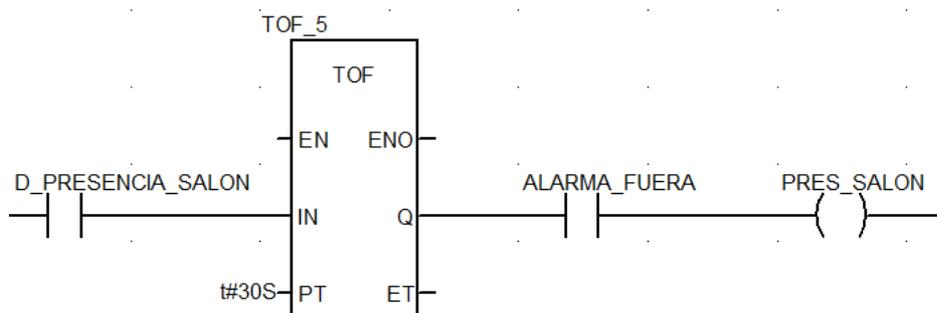
En caso de inundación (ver punto 3.7 Sistemas de detección de inundaciones), se desactivarán automáticamente las tomas de corriente de la habitación afectada, y de igual modo pasará con la detección de humos (ver punto 3.6 Sistemas de detección de humos y gas).

3.5 Sistema de Alarma configurable.

El sistema de alarma funcionará por detectores de presencia en todas las habitaciones, de rotura en las ventanas y magnéticos en ventanas y puerta principal. Dispondremos de dos modos, uno que activa los sensores de presencia (modo “Me voy”) y otro que no, pensado para cuando activas la alarma estando en el interior de la vivienda (modo “Buenas noches”). Ambos modos son configurables, ya que permiten desactivar los sensores de las ventanas si el usuario desea, por ejemplo, dormir con la ventana abierta. A parte de esta peculiaridad, en el apartado de configuración de alarma veremos las acciones que podemos programar par que el sistema de automatización realice cuando se activa alguna alarma, como por ejemplo, cerrar la válvula de gas y bajar las persianas (ver punto 3.5.4 Configuración de alarmas).

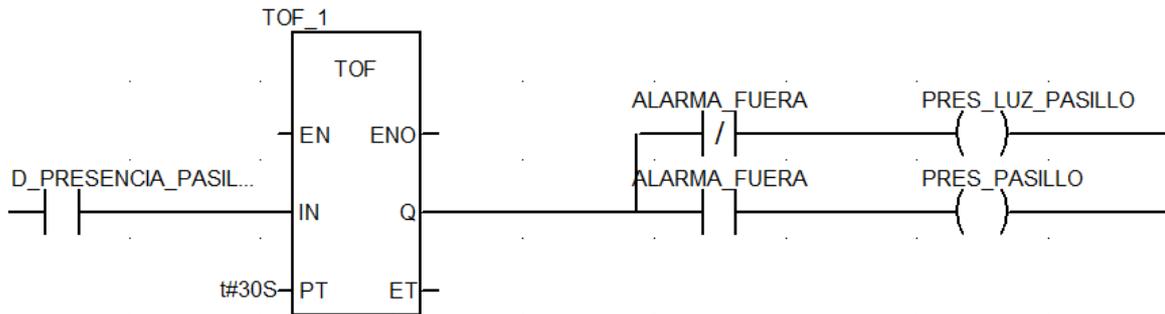
Detectores de presencia.

Los detectores de presencia funcionan de manera que si un sensor detecta presencia, esta se mantiene activa durante 30 segundos para poder saber, en la pantalla del HMI en qué habitación ha sido detectada. Por lo general, estos detectores sólo funcionan si esta la alarma activada en modo “Me voy”:



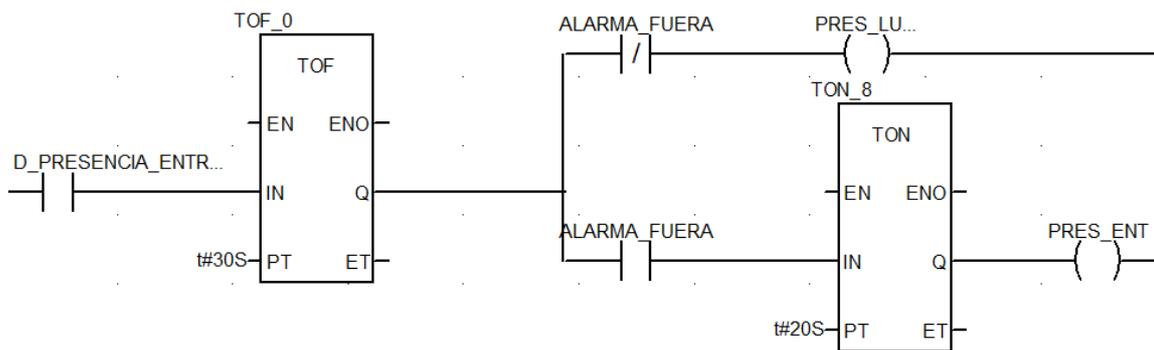
Programación 10. Detección de presencia general

En los lugares de paso, como el pasillo, esta detección nos servirá para activar la iluminación (ver punto 3.2.1 Iluminación general) si la alarma no está activada, funcionando del mismo modo que el resto si está la alarma activada:



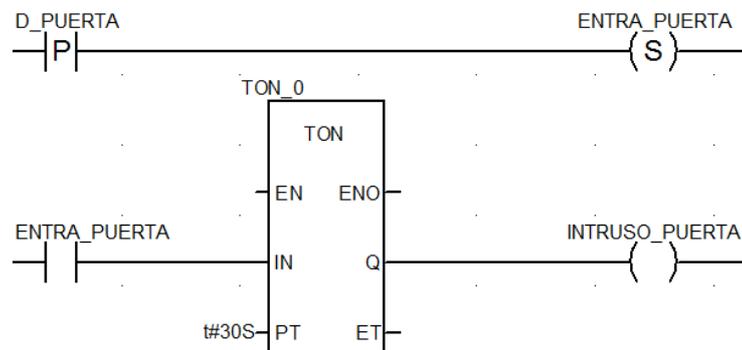
Programación 11. Detección de presencia lugar de paso

En el caso de la entrada, tenemos una particularidad más, que es un retardo de 20 segundos en detectar la presencia si la alarma está activada, tiempo que se empleará en desactivar la alarma cuando el usuario entra en casa antes de que el sistema le considere intruso accionando el botón correspondiente en la interfaz táctil HMI antes de que el temporizador llegue a cero.



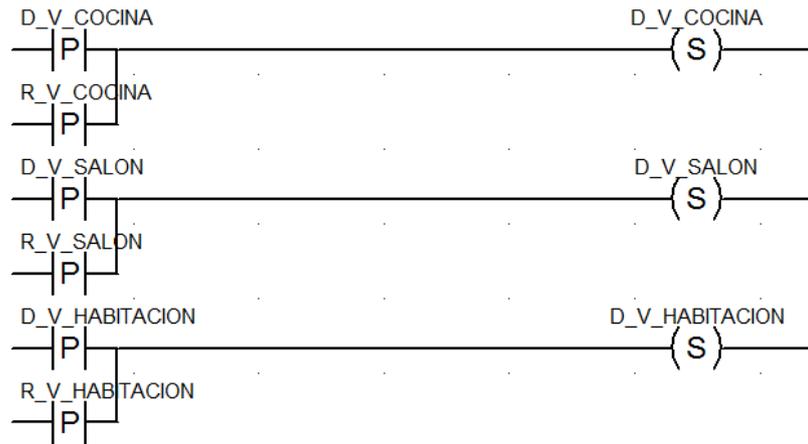
Programación 12. Detección de presencia retardada

También tendremos un retardo en la detección de apertura de puerta por la misma razón, pero en esta ocasión de 30 segundos:



Programación 13. Detección de apertura de puerta con retardo

Por último, el funcionamiento de los sensores de apertura magnéticos y de rotura actuarán automáticamente siempre y cuando no estén desactivados manualmente en la configuración de alarma y la alarma esté activada.

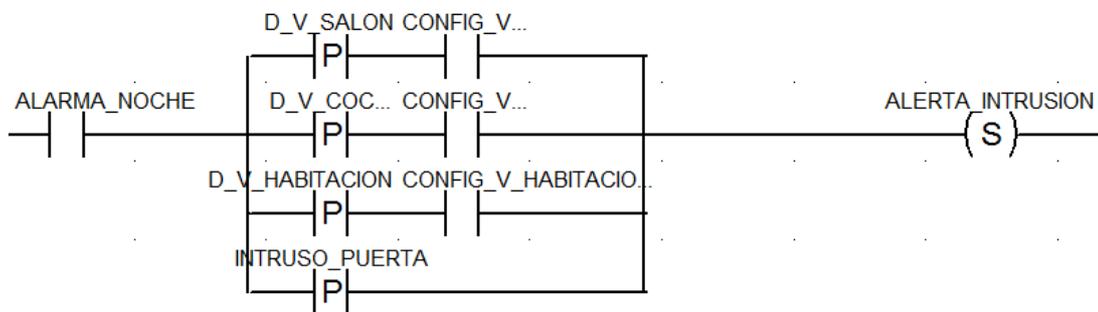


Programación 14. Detección de apertura o rotura en ventanas

Alarma modo noche “Buenas noches”.

La alarma modo “Buenas noches” funciona activando los sensores de intrusión de la puerta principal y de apertura (D_V_XXXXXX) y rotura (R_V_XXXXXX) de las ventanas. Los detectores de presencia funcionan de la manera habitual, es decir, los únicos que tienen una función son los de los lugares de paso para controlar la iluminación. Se podrán configurar acciones automáticas de confort y seguridad (ver punto 3.5.4 Configuración de alarmas).

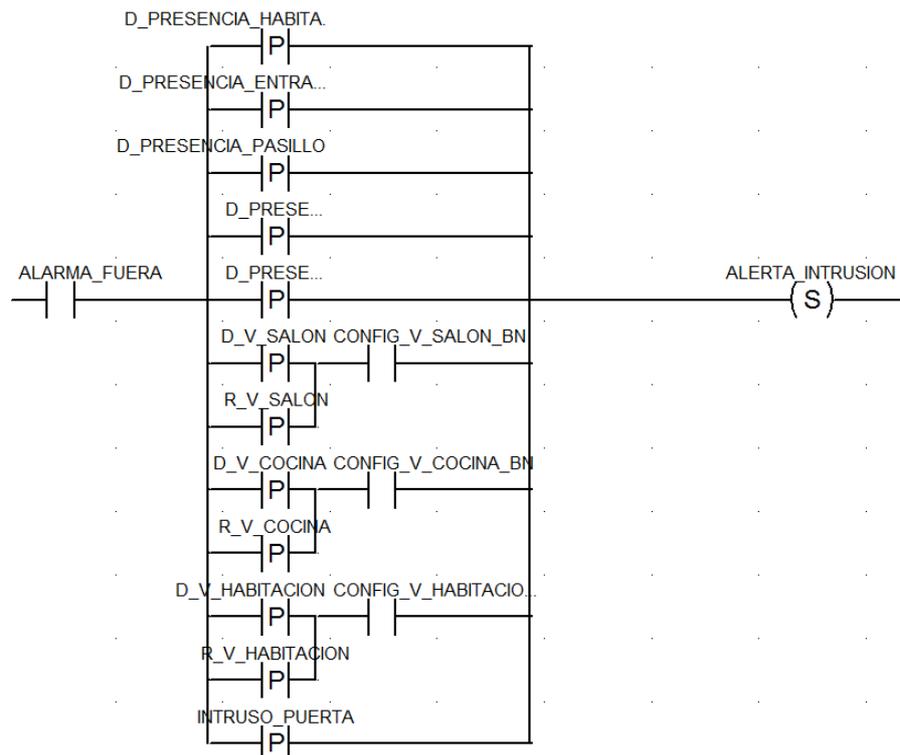
Cualquier detección que dispare la alarma activará la variable “ALERTA_INTRUSION” y sonará la alarma (ver punto 2.6.3 Sirena del sistema de alarma):



Programación 15. Alarma modo “Buenas noches”

Alarma modo normal “Me voy”.

La alarma modo “Me voy” funciona, además de las funciones del modo “Buenas noches” del apartado anterior, se activan los detectores de presencia (ver punto 3.5.1 Detección de presencia):

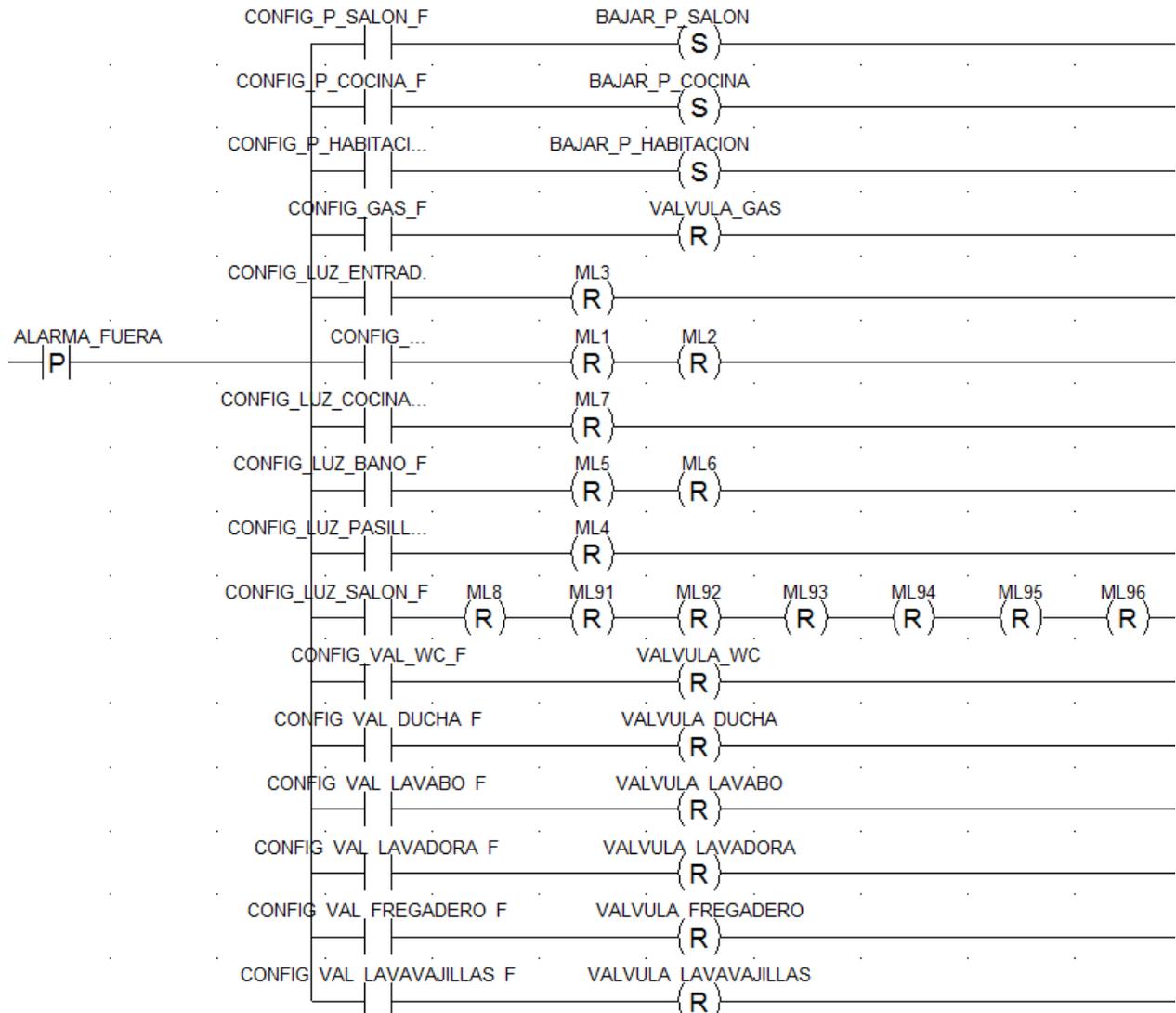


Programación 16. Alarma modo "Me voy"

Configuración de Alarmas.

En ambos modos de alarma podemos programar acciones complementarias que queremos que realice el sistema automáticamente al activar la alarma. En ambas alarmas las posibilidades configuración es la misma, pero se configuran independientemente. Los elementos configurables son los siguientes:

- Luminaria: podemos configurar que se apaguen las luces de toda la casa, exceptuando cualquier habitación, recomendando que la luz del dormitorio no se apague cuando se activa la alarma modo "Buenas noches".
- Persianas: bajar automáticamente las persianas de tu elección, según el modo de alarma.
- Válvulas de gas y de agua: podemos configurar que las válvulas de gas y agua se cierren automáticamente para evitar grifos abiertos o posibles accidentes y situaciones no deseadas.

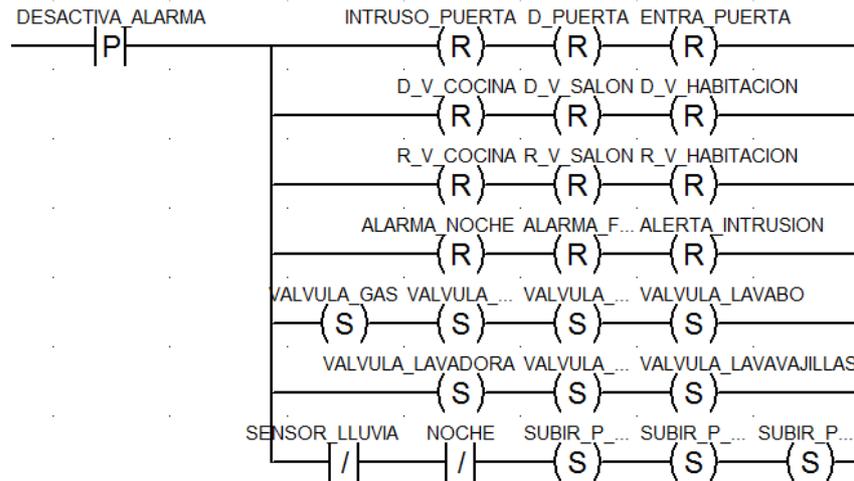


Programación 17. Configuración de alarmas

El ejemplo anterior, la configuración de la alarma “Me voy”, la configuración de la alarma “Buenas noches” es igual, pero las variables de configuración (CONFIG) están acabadas con “BN” en lugar de en “F”.

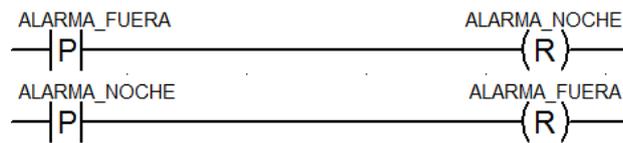
Cabe destacar un aspecto más de la configuración, que es el ya mencionado en los apartados anteriores de si se activan o no los detectores de las ventanas, pudiendo configurar cada una por separado, pero en este caso, las variables de configuración se encuentran en la programación de las alarmas (ver Programación 15 y Programación 16).

En cuanto a la programación de desactivación de alarma, sirve tanto para detener la sirena de alarma como para desactivar el sistema de alarma y volver a la normalidad. Como peculiaridad, todas las válvulas que se han cerrado al activar la alarma, vuelven a abrirse. Si no es de noche y no llueve, las persianas se subirán automáticamente.



Programación 18. Reset alarma y reactivación de válvulas

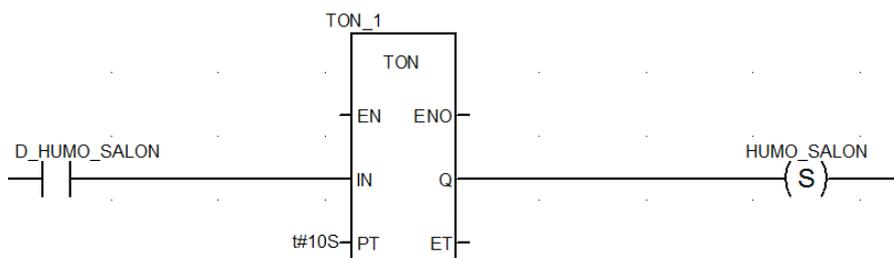
Por último, nombrar que los dos modos de alarma son excluyentes, es decir, no pueden estar activados ambos modos a la vez, y en el caso de activar otro modo estando ya el otro activado, el anterior seleccionado se desactivará, activando el último seleccionado:



Programación 19. Modos de alarma excluyentes

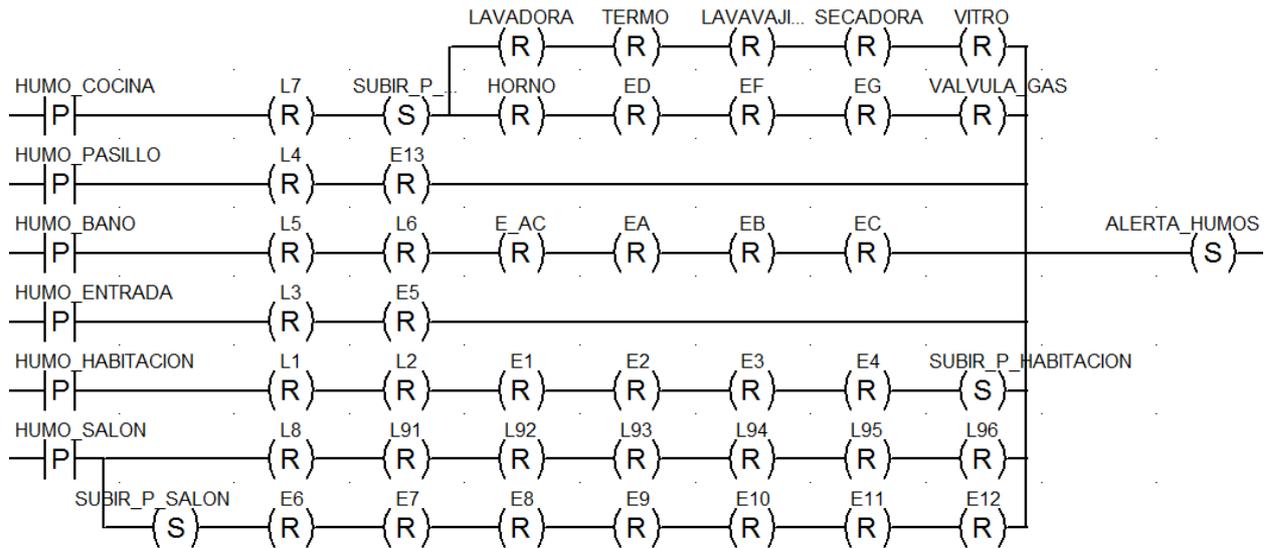
3.6 Sistema de detección de humos y gas.

Para que el sistema de detección de humos dispare, el sensor debe estar captando humos durante diez segundos, para evitar falsos positivos, para ello nos servimos del lenguaje Ladder y temporizadores TON:



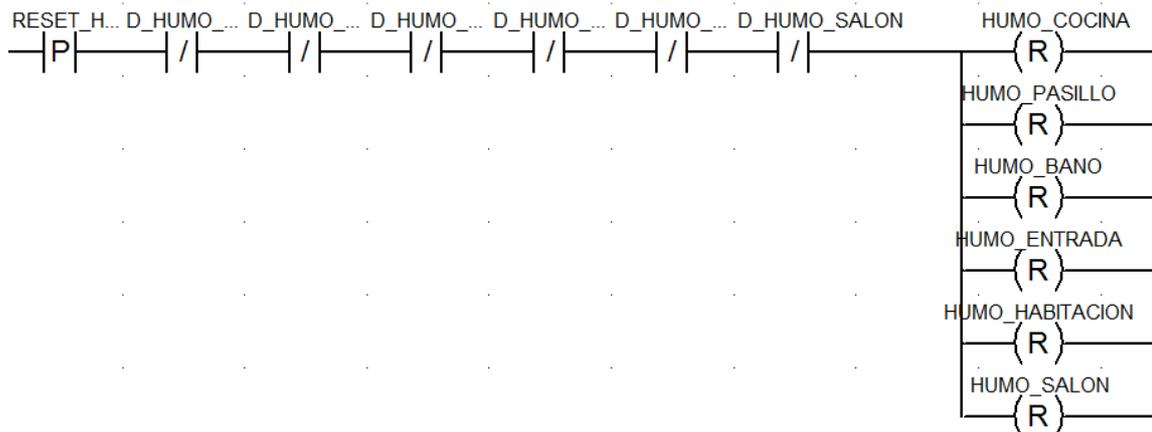
Programación 20. Temporizadores de detección de humos

Una vez se activa el sensor, da una alerta, desconecta las luminarias y las tomas de corriente de esa habitación por motivos de seguridad. Además, si esa habitación cuenta con ventana, levantará automáticamente la persiana para una mejor evacuación de humos.



Programación 21. Acciones en caso de detección de humos

Para resetear el sistema de detección de humos, es imprescindible que no haya ningún sensor detectando humo en ese momento, en caso contrario, no se podrá desactivar la alerta.



Programación 22. Reset sistema de detección de humos

En cuanto la válvula de gas, se podrá abrir y cerrar manualmente o desde la pantalla HMI, siempre y cuando no exista detección de humos. Si esto ocurre, y la válvula de gas está abierta, el sistema la cerrará automáticamente. El detector de gas cerrará la válvula si detecta gas, que se podrá abrir más adelante manualmente.

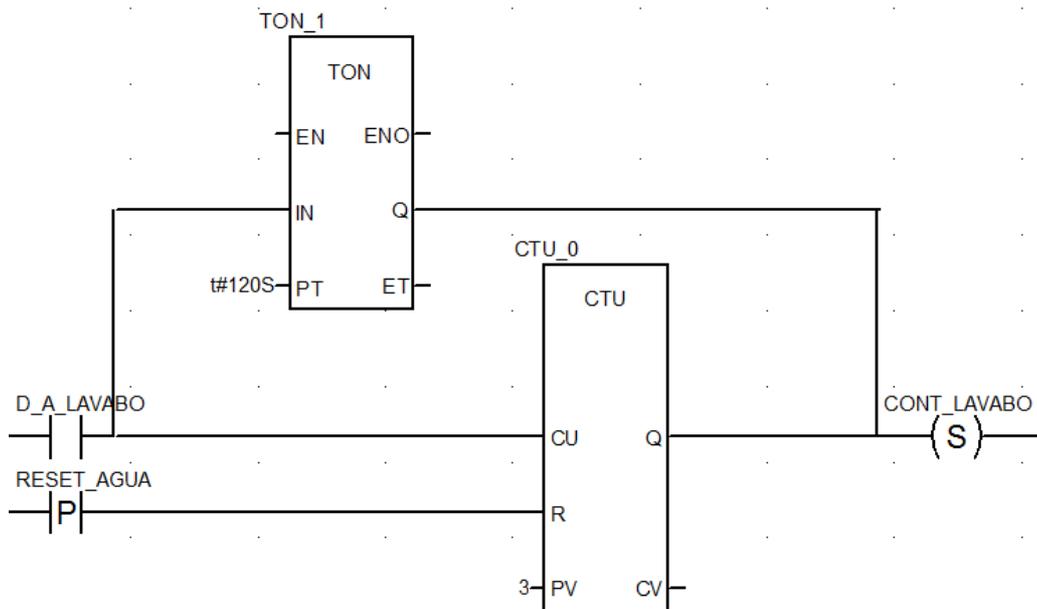


Programación 23. Válvula de gas modo manual

3.7 Sistema de detección de inundaciones.

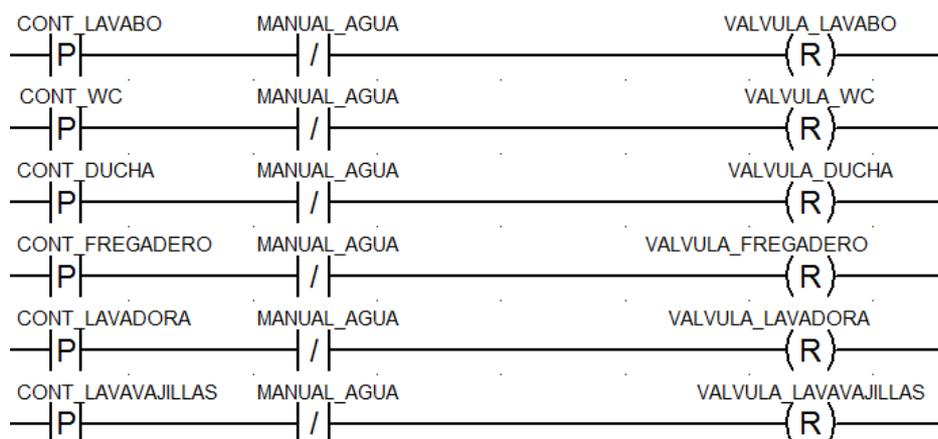
El sistema para detectar inundaciones serán dos detectores con tres sondas de detección cada uno (ver punto 2.7.3 Detección de inundación). Cada sonda estará asociada a una válvula de agua. El primer detector estará ligado al baño, con detección de inundaciones en el WC, en la ducha y en el lavabo. El segundo, en la cocina, asociado a la lavadora, el fregadero y el lavavajillas.

Para evitar falsos positivos, hemos hecho uso de contadores, que a la tercera vez que el detector detecta una agua, salta una alarma y cierra la válvula a la que está asociada. Por motivos de seguridad, también se activa la variable si la sonda detecta agua durante un periodo de dos minutos seguidos:



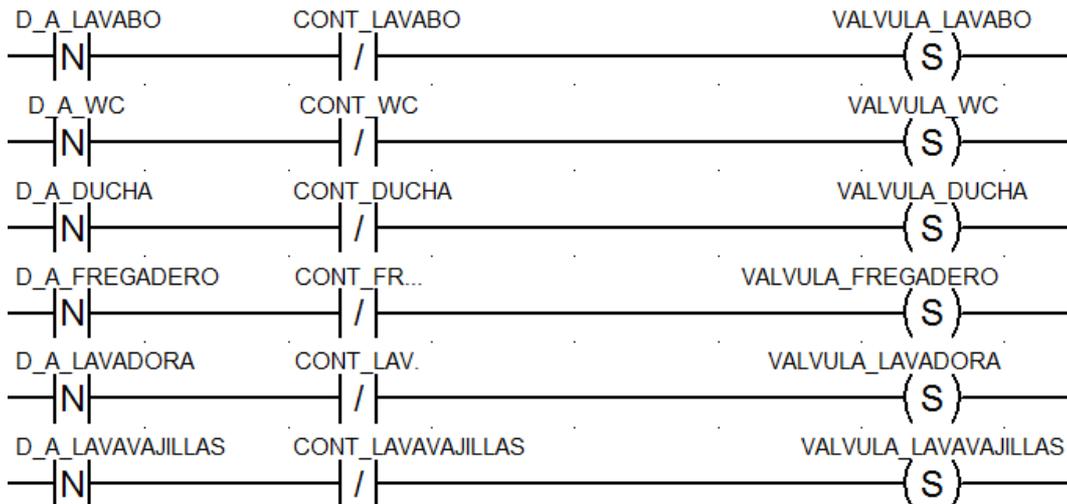
Programación 24. Contador detector de inundación

Una vez ha llegado el contador a tres, si está el modo manual desactivado (por exclusión modo automático activado) se activará la alarma y se cerrará la válvula asociada a esa sonda detectora de agua.



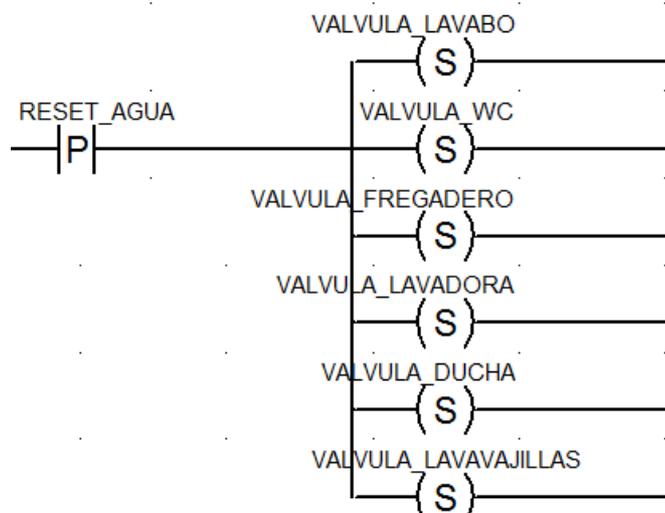
Programación 25. Cierre de válvulas automático.

Si el detector de inundación deja de detectar agua, y el contador no ha llegado a tres detecciones, abre la válvula de nuevo por si el problema ya está resuelto:



Programación 26. Rearme de válvulas automático

Para el sistema de reseteo del sistema de detección de inundaciones tendremos un pulsador en la pantalla de la interfaz táctil, que abrirá todas las válvulas, y, además, reseteará todos los contadores poniéndolos a cero de nuevo (ver Programación 24).



Programación 27. Reset sistema de detección de inundaciones

3.8 Sistema de climatización.

El sistema de climatización tendrá dos modos, automático y manual. En el sistema automático tienes que decidir si el aparato de climatización está en modo aire acondicionado o en modo calefacción, ya que no puede funcionar para diferentes habitaciones un mismo aparato proporcionando aire frío y caliente al mismo tiempo. El sistema está basado en un regulador simple todo-nada con un margen, que sirve para no estar en conmutación constante. Por ejemplo, si queremos tener una temperatura de 25°C, el aparato enfriará hasta 24,5°C, deteniéndose hasta que la temperatura de la habitación no suba hasta 25.5°C. Cabe destacar que hay que simular los valores de los sensores de temperatura, cosa que en el montaje real no sería necesario. Cada habitación podrá elegir la temperatura deseada independientemente.

```

(*CLIMATIZACION AUTOMATICA*)
IF CLIMATIZ_AUTO = TRUE THEN

(*CLIMATIZACION HABITACION*)
IF (SENSOR_TEMP_HABITACION < (TEMP_HABITACION-0.5)) AND CALEFACCION = TRUE THEN
    ESTUFA_HABITACION := TRUE;
END_IF;

IF (SENSOR_TEMP_HABITACION > (TEMP_HABITACION+0.5)) AND AIRE_AC = TRUE THEN
    AC_HABITACION := TRUE;
END_IF;

IF ESTUFA_HABITACION = TRUE AND SENSOR_TEMP_HABITACION < (TEMP_HABITACION+0.5) THEN
    SENSOR_TEMP_HABITACION := SENSOR_TEMP_HABITACION+0.07;
ELSE
    ESTUFA_HABITACION := FALSE;
END_IF;

IF AC_HABITACION = TRUE AND SENSOR_TEMP_HABITACION > (TEMP_HABITACION-0.5) THEN
    SENSOR_TEMP_HABITACION := SENSOR_TEMP_HABITACION-0.07;
ELSE
    AC_HABITACION := FALSE;
END_IF;

```

Programación 28. Climatización modo automático

En cuanto a la climatización manual, simplemente se elige si se quiere encender el aire acondicionado o la calefacción, dependiendo del modo que esté activado globalmente en toda la vivienda, sin control de temperatura.

```

(*CLIMATIZACION MANUAL*)
IF CLIMATIZ_AUTO = FALSE THEN

(*CLIMATIZACION HABITACION*)

IF ESTUFA_HABITACION = TRUE AND CALEFACCION = TRUE THEN
    SENSOR_TEMP_HABITACION := SENSOR_TEMP_HABITACION+0.07;
END_IF;

IF AC_HABITACION = TRUE AND AIRE_AC = TRUE THEN
    SENSOR_TEMP_HABITACION := SENSOR_TEMP_HABITACION-0.07;
END_IF;

```

Programación 29. Climatización modo manual

Cabe destacar que, al ser una simulación y no un montaje real, se debe simular la influencia de la temperatura exterior, que, dependiendo de la distribución de la vivienda y de la presencia o no de ventanas, no será igual en todas las estancias:

```

SENSOR_TEMP_HABITACION:= SENSOR_TEMP_HABITACION+(SENSOR_TEMP_EXTERIOR-SENSOR_TEMP_HABITACION)*0.003;
SENSOR_TEMP_SALON:= SENSOR_TEMP_SALON+(SENSOR_TEMP_EXTERIOR-SENSOR_TEMP_SALON)*0.004;
SENSOR_TEMP_COCINA:= SENSOR_TEMP_COCINA+(SENSOR_TEMP_EXTERIOR-SENSOR_TEMP_COCINA)*0.0035;
SENSOR_TEMP_BANCO:= SENSOR_TEMP_BANCO+(SENSOR_TEMP_EXTERIOR-SENSOR_TEMP_BANCO)*0.001;
SENSOR_TEMP_ENTRADA:= SENSOR_TEMP_ENTRADA+(SENSOR_TEMP_EXTERIOR-SENSOR_TEMP_ENTRADA)*0.002;

```

Programación 30. Influencia de la temperatura exterior

4 Interfaz de usuario. Pantallas de operador.

En las pantallas HMI tendremos un sistema SCADA que nos proporciona una interfaz táctil que controla todas las funciones programadas en el apartado interior. Se caracteriza por un diseño a color y por funcionar de manera intuitiva, ya que todas las pantallas, excepto las opciones de configuración de alarma, tienen el plano de la vivienda de fondo para fomentar la intuitividad, la facilidad de manejo y la comprensión del sistema.

Tenemos una pantalla diferente para cada utilidad: iluminación, tomas de corriente, persianas y toldos, sistema de alarma (desde la cual se podrá acceder a la configuración de alarma), detectores de humo, gas y humedad, y climatización. Dispondremos de una barra de navegación para que el usuario pueda moverse cómodamente entre las distintas pantallas:



Ilustración 23. Barra de navegación interfaz táctil

4.1 Iluminación.

En la pantalla de iluminación podemos gobernar el sistema de iluminación de una manera intuitiva luminaria por luminaria. También tenemos el pulsador que cambia a modo automático la iluminación del salón y el regulador de luz (ver punto 3.2.2 Iluminación modo automático del salón).

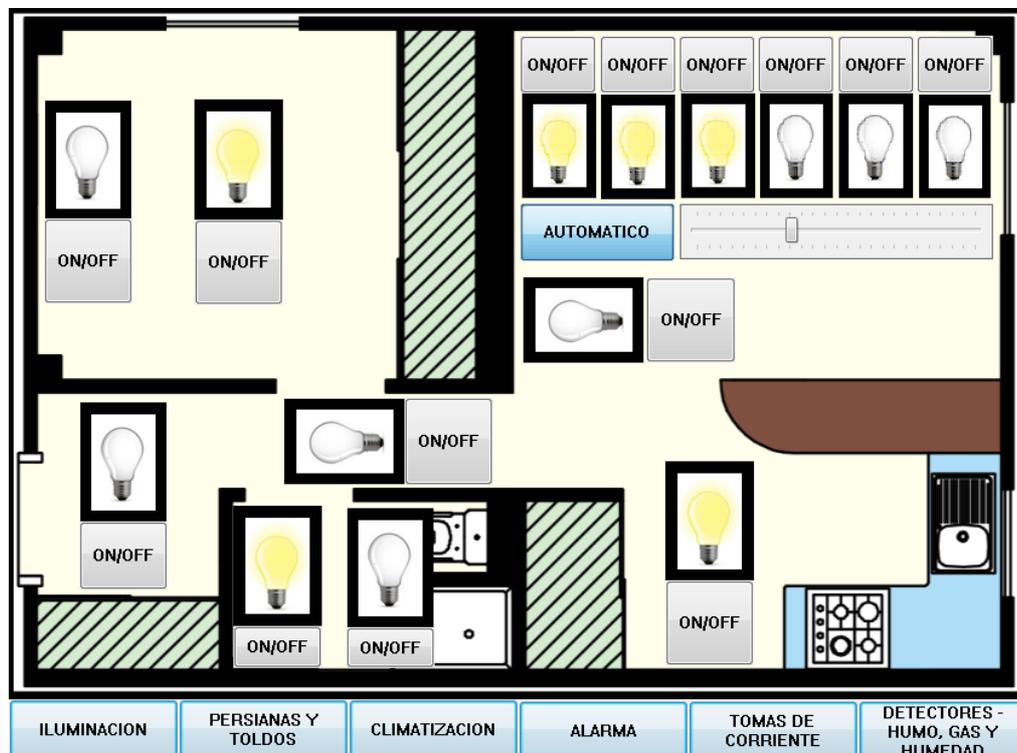


Ilustración 24. Pantalla de iluminación

4.2 Persianas y toldos.

Esta pantalla nos permitirá controlar el sistema de persianas y toldos manualmente, independientemente de las acciones programadas por el sistema de configuración de alarma (ver punto 3.5.4). Nos avisa de las condiciones meteorológicas de lluvia o viento fuerte, situaciones para las cuales el sistema automáticamente actuará según la programación establecida: bajará las persianas en caso de lluvia o cuando el nivel de luz indique que es de noche, y subirá los toldos en caso de peligro de rotura o accidente por un fuerte viento.

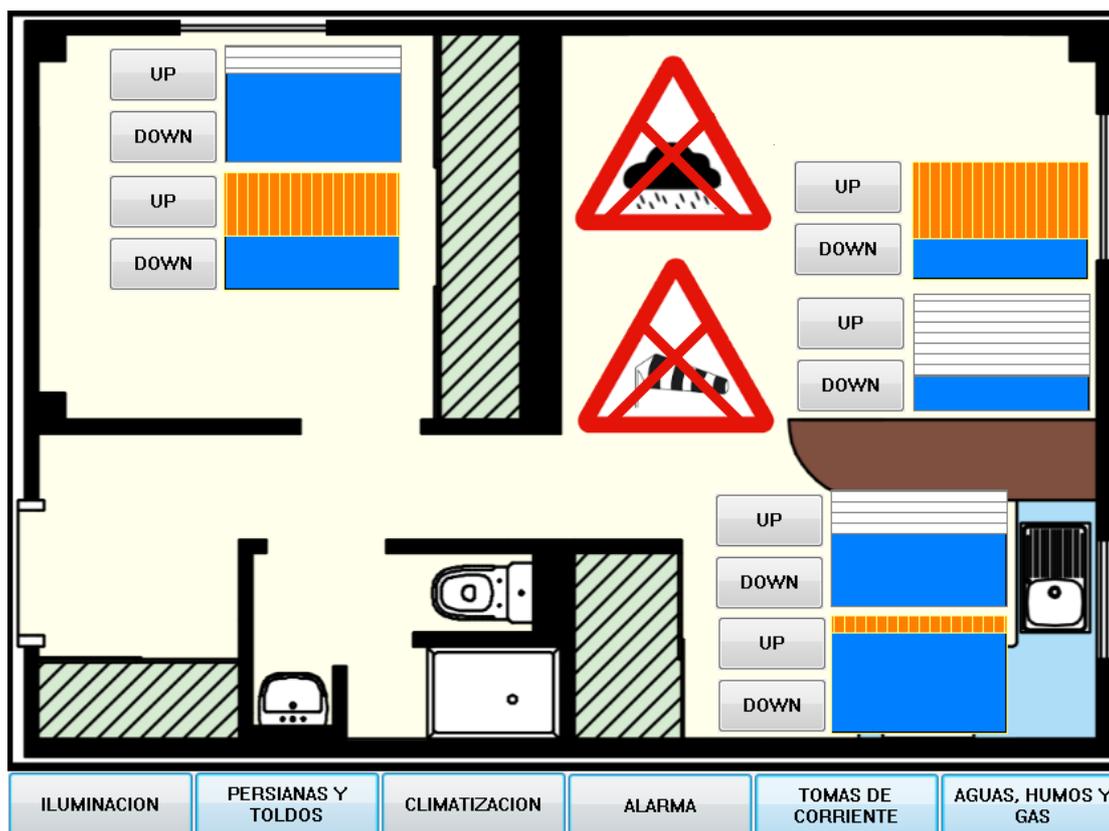


Ilustración 25. Pantalla de persianas y toldos

4.3 Tomas de corriente programables.

En la pantalla de tomas de corriente encontramos casillas de verificación cuya utilidad es conectar o desconectar cada toma de corriente de manera específica, mandando la señal al sistema para que cierre o abra los contactores que gobiernan el circuito de potencia. Estas casillas de verificación están en el lugar real de los enchufes en el plano, y además, los enchufes que tienen un uso determinado están nombrados para tal uso, lo que facilita el uso y potencia la intuitividad del sistema:

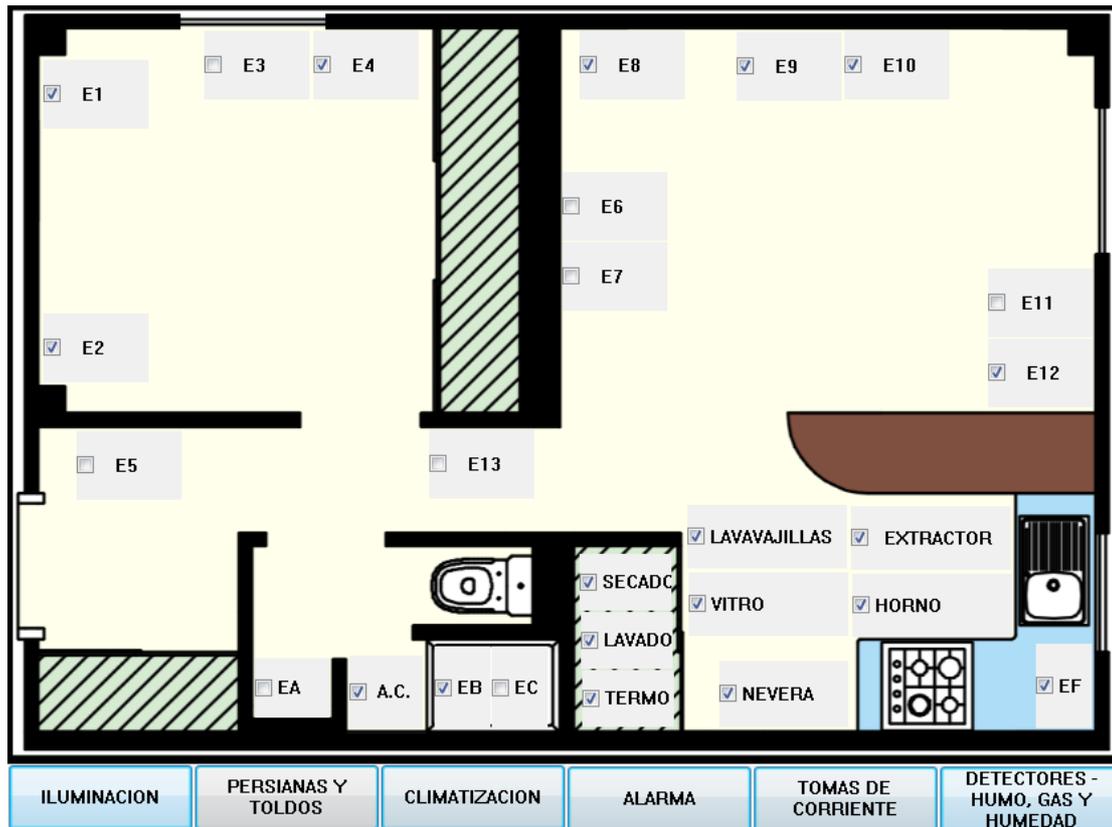


Ilustración 26. Pantalla de tomas de corriente

4.4 Sistema de Alarma configurable.

El sistema de alarma constará de dos pantallas: la pantalla habitual con el plano de la vivienda, y una pantalla de configuración de las alarmas.

Pantalla de Alarma.

En la pantalla de alarma encontraremos de fondo el plano habitual de la vivienda con los botones necesarios para activar la alarma en cualquiera de los modos descritos anteriormente (ver puntos 3.5.2 y 3.5.3), un pulsador que desconecta la alarma activada, un temporizador que nos indica la cuenta atrás para desactivar la alarma en caso de que se detecte una apertura de puerta o presencia en el recibidor, y el acceso a la pantalla de configuración de alarma.

Además de eso, señalará las alertas en tiempo real:

- Si detecta presencia en alguna estancia estando la alarma activada, dicha estancia se sombreadá en rojo.
- Si detecta apertura indeseada de puerta o ventanas, sobre dicha puerta o ventana aparecerá un rectángulo rojo.
- Si se detecta una rotura de cristal, aparecerá sobre dicha ventana un icono de una ventana rota.

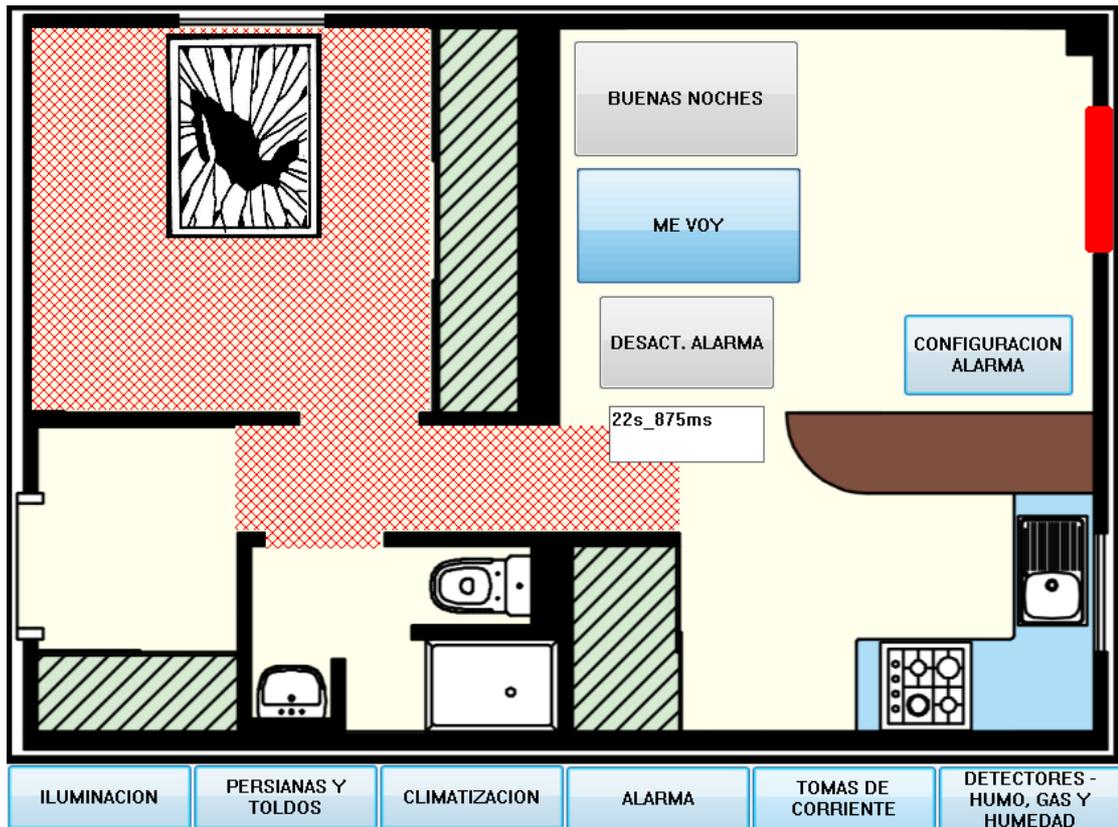


Ilustración 27. Pantalla de alarma

En la ilustración anterior, encontramos un ejemplo con distintas situaciones no deseadas provocadas por simulación: detección de presencia en la habitación y el pasillo, rotura de ventana en la habitación y apertura no deseada de la ventana del salón. Podemos observar que el modo de alarma activado es el modo “Me voy”. También podemos observar el reloj de cuenta atrás, pues también se ha simulado la apertura de puerta, que no hace que salte la alerta hasta que pasan 30 segundos para dar tiempo al usuario a desconectarla cuando acceda a su vivienda, aunque en este caso, la alarma ya se había activado por las múltiples situaciones no deseadas simuladas. El pulsador de desactivación de la alarma pondría la cuenta atrás a cero y desactivaría todas las alertas generadas.

Pantalla de Configuración de Alarmas.

En la pantalla de configuración de alarmas, a la que podemos acceder mediante la pantalla de Alarma, se podrán configurar las distintas acciones que el usuario quiere que realice su sistema de automatización de la vivienda cuando activa un modo de alarma mediante casillas de verificación. También es posible configurar los sensores de las ventanas que se desea que permanezcan activos.

ALARMA "BUENAS NOCHES"	ALARMA "ME VOY"
<p>SI LA ALARMA "BUENAS NOCHES" ESTA ACTIVADA LE AVISARA SI HAY ALGUN INTENTO DE INTRUSION POR PARTE DE LAS VENTENAS O PUERTAS DE LA CALLE.</p> <p>CONFIGURE A SU GUSTO LAS ACCIONES AL ACTIVAR LA ALARMA:</p> <p>BAJAR PERSIANAS:</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> SALON <input checked="" type="checkbox"/> COCINA <input checked="" type="checkbox"/> HABITACION</p> <p>CERRAR VALVULA DE GAS:</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> VALVULA DE GAS</p> <p>VALVULAS DE AGUA:</p> <p><input type="checkbox"/> LAVADORA <input type="checkbox"/> LAVAVAJILL. <input checked="" type="checkbox"/> FREGADERO</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> WC <input checked="" type="checkbox"/> LAVABO <input checked="" type="checkbox"/> DUCHA</p> <p>APAGAR LUCES:</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> SALON <input checked="" type="checkbox"/> COCINA <input type="checkbox"/> HABITACION</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> BAÑO <input checked="" type="checkbox"/> PASILLO <input checked="" type="checkbox"/> ENTRADA</p> <p>SENSORES DE VENTANAS ACTIVOS:</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> SALON <input checked="" type="checkbox"/> COCINA <input type="checkbox"/> HABITACION</p> <p>NOTA: Si el sensor de la ventana esta activo, una apertura deseada de ventana hará que salte la alarma.</p>	<p>SI LA ALARMA "ME VOY" ESTA ACTIVADA LE AVISARA SI HAY ALGUN INTENTO DE INTRUSION POR PARTE DE LAS VENTENAS O PUERTA DE LA CALLE, ASI COMO LA DETECCION DE PRESENCIA INDESEADA.</p> <p>CONFIGURE A SU GUSTO LAS ACCIONES AL ACTIVAR LA ALARMA:</p> <p>BAJAR PERSIANAS:</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> SALON <input checked="" type="checkbox"/> COCINA <input checked="" type="checkbox"/> HABITACION</p> <p>CERRAR VALVULA DE GAS:</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> VALVULA DE GAS</p> <p>VALVULAS DE AGUA:</p> <p><input type="checkbox"/> LAVADORA <input type="checkbox"/> LAVAVAJILL. <input checked="" type="checkbox"/> FREGADERO</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> WC <input checked="" type="checkbox"/> LAVABO <input checked="" type="checkbox"/> DUCHA</p> <p>APAGAR LUCES:</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> SALON <input checked="" type="checkbox"/> COCINA <input checked="" type="checkbox"/> HABITACION</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> BAÑO <input checked="" type="checkbox"/> PASILLO <input checked="" type="checkbox"/> ENTRADA</p> <p>SENSORES DE VENTANAS ACTIVOS:</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> SALON <input checked="" type="checkbox"/> COCINA <input checked="" type="checkbox"/> HABITACION</p> <p>NOTA: Si el sensor de la ventana esta activo, una apertura deseada de ventana hará que salte la alarma.</p>
<p>PARA SALIR DE LA CONFIGURACION DE LAS ALARMAS PULSE:</p> <p style="text-align: right;"><input type="button" value="ALARMA"/></p>	

Ilustración 28. Pantalla de configuración de alarmas

4.5 Sistema de control de válvulas y detección de humos, gas e inundaciones.

Mediante esta pantalla se podrá controlar la apertura y cierre de las válvulas de la vivienda, tanto hidráulicas como de gas mediante casillas de verificación, estando abiertas (en funcionamiento) si está marcada su casilla. También se podrá ver en tiempo real la detección de humos por estancia, de gas y de inundaciones asociados al sensor correspondiente.

Además, tendremos dos pulsadores que reestablecerán el sistema de detección de humos y el de inundaciones respectivamente.

Podemos observar en la siguiente ilustración detección de humos en pasillo y entrada, y por ello la válvula de gas desconectada por el sistema de automatización de la vivienda. Además se observan detecciones de inundaciones en la lavadora y en el fregadero, con sus respectivas válvulas desconectadas también por el sistema de automatización.

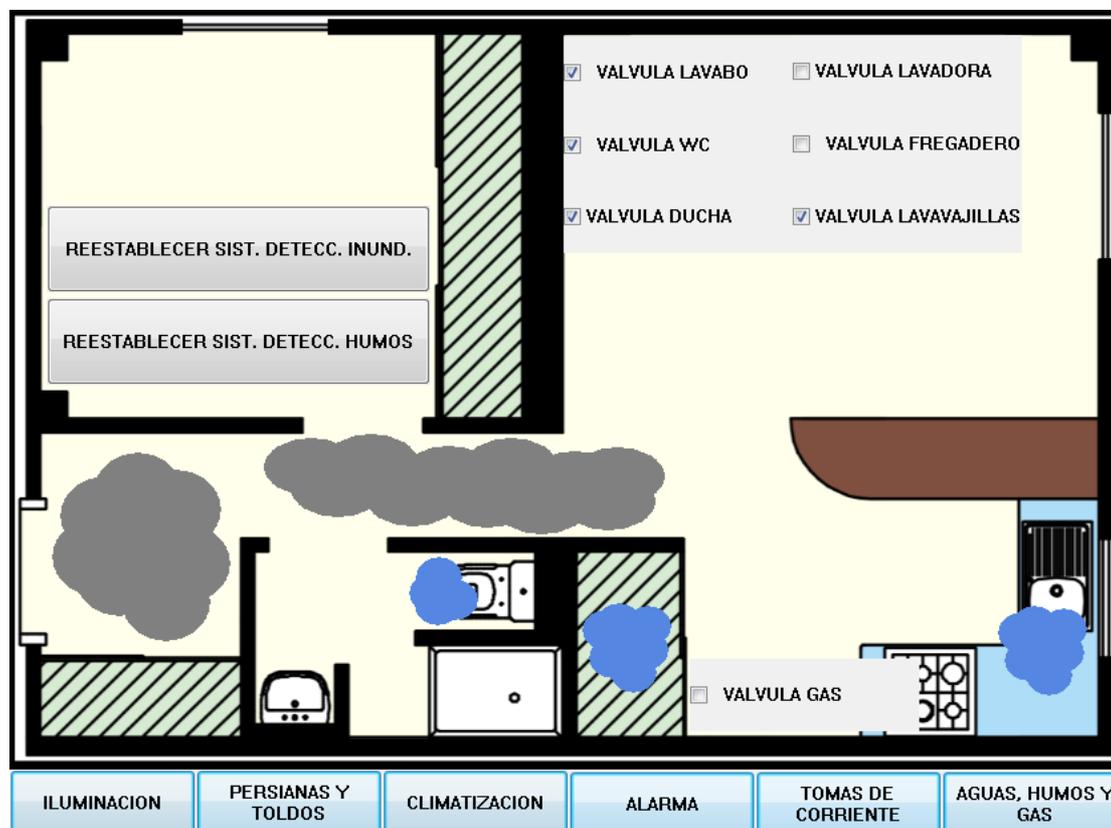


Ilustración 29. Pantalla de control de válvulas y detección de humos, gas e inundaciones

4.6 Sistema de climatización automática.

La pantalla de la interfaz gráfica del sistema de climatización nos permitirá elegir si queremos que el sistema esté en modo aire acondicionado (AC) o en modo calefacción. También permitirá elegir la temperatura deseada para cada estancia independiente. Por último, nos informará de la conexión o desconexión en cada estancia de la climatización, en rojo si es calefacción y en azul si es AC.

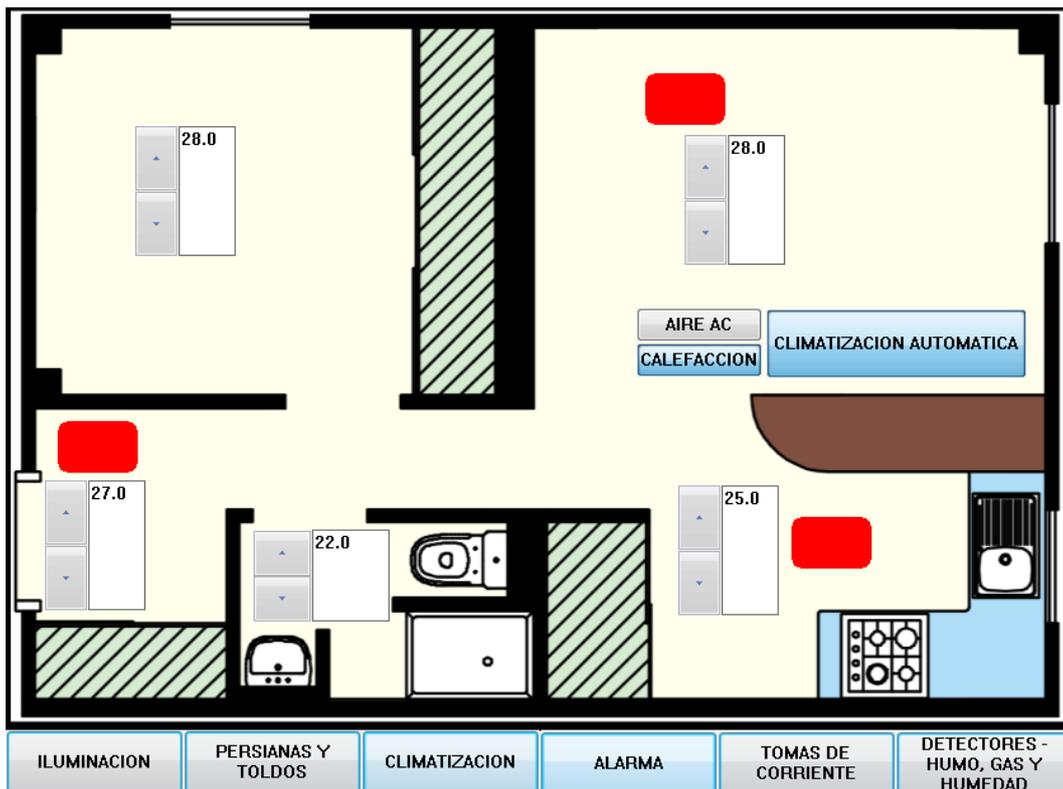


Ilustración 30. Pantalla de climatización. Modo automático y calefacción

Si el sistema seleccionado no es el automático, podremos gobernar la climatización manualmente de cada estancia.

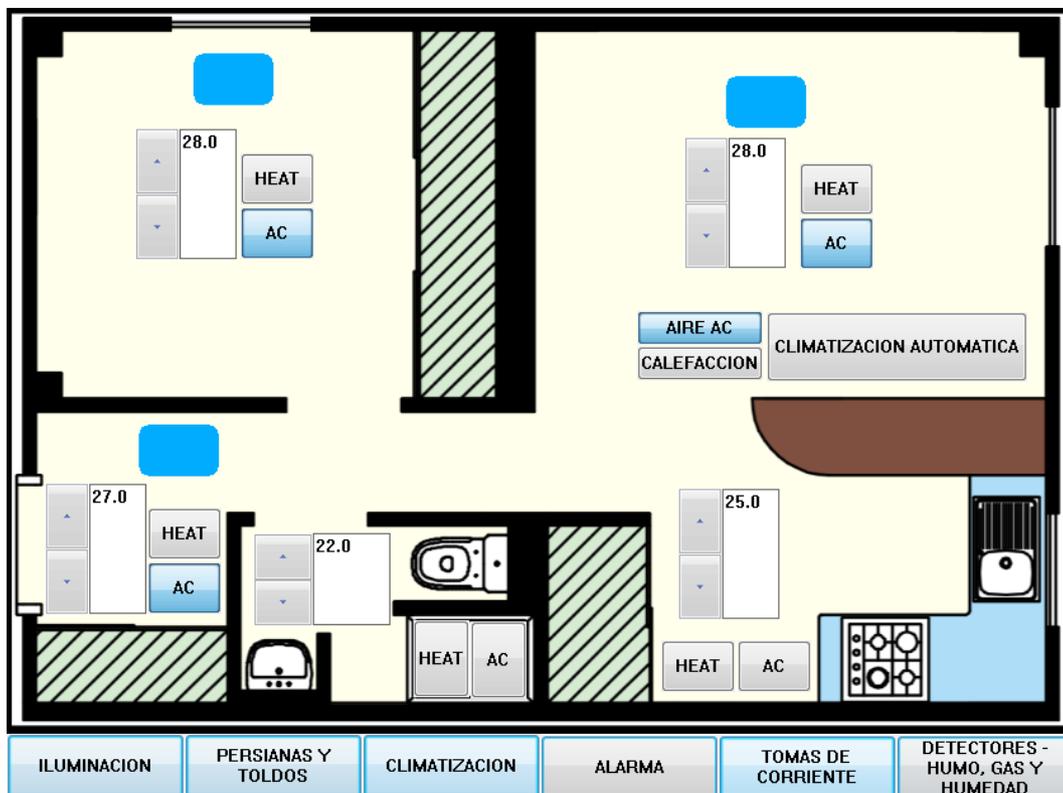


Ilustración 31. Pantalla de climatización. Modo manual y AC

4.7 Simulación de Sensores.

En la instalación real de una vivienda automatizada con este sistema de automatización, nos encontraremos con sensores y actuadores reales, capaces de enviar una señal real al autómatas, y este, realizar las acciones programadas en tal caso. Por lo tanto, esta pantalla no estaría en el sistema, es una pantalla de apoyo para poder trabajar la simulación del sistema de automatización real.

Como toda la simulación de este sistema se ha hecho por ordenador, necesitamos simular también los valores de todos estos sensores. Los sensores binarios son simulados por pulsadores e interruptores, dependiendo del comportamiento real de cada sensor y los analógicos con indicadores de escala donde ajustar el valor manualmente. Los sensores de temperatura interiores y finales de carrera de persianas y toldos están simulados en sus respectivas programaciones, por tanto, en esta pantalla nos limitaremos a evaluar su estado. También indicará si nos encontramos de día o de noche.

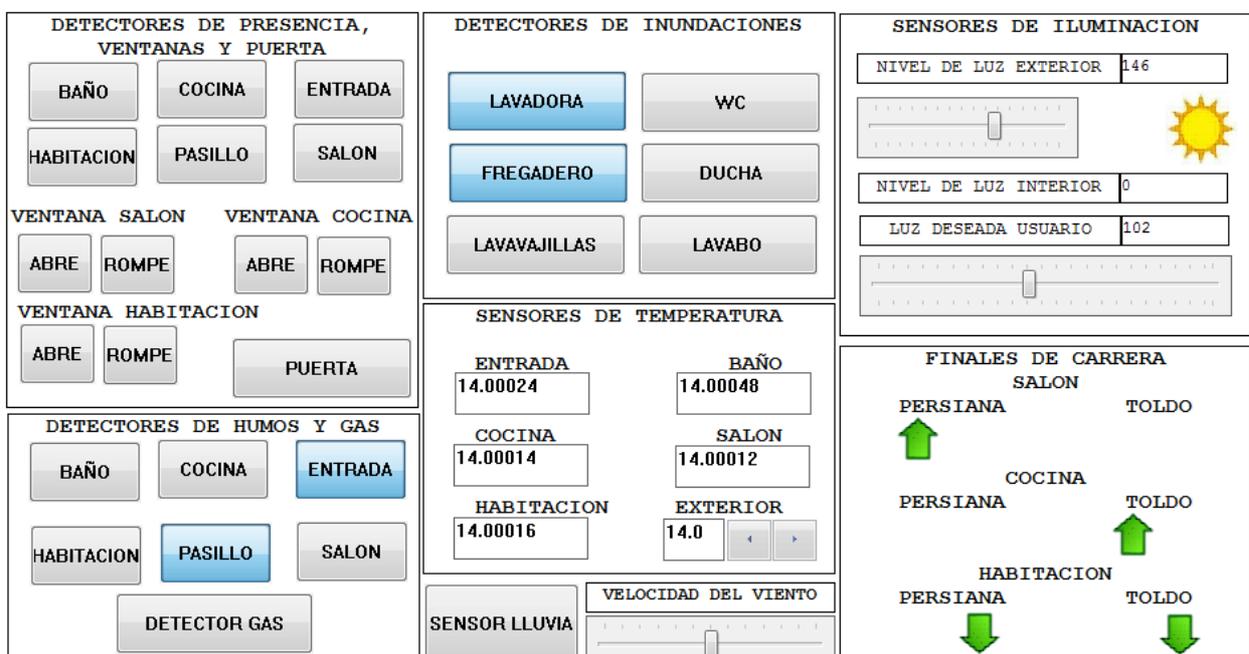


Ilustración 32. Pantalla de simulación de sensores

5 Referencias

- Reglamento electrotécnico de Baja Tensión con su guía técnica de aplicación.
- Infraestructura común de Comunicaciones.
- Catálogos de fabricantes online.
- Manual de ayuda del software Unity Pro XL de Schneider Electric y su librería de contenidos.