



UNIVERSIDADE DA CORUÑA

ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA

Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática

TRABAJO DE FIN DE GRADO

TFG Nº: **770G01A140**

TÍTULO: **PROYECTO PARA DOMOTIZAR UN LABORATORIO GENÉRICO**

AUTOR: **BERTA GÓMEZ GÓMEZ**

TUTOR: **José Luis Casteleiro Roca**
Luis Alfonso Fernández Serantes

FECHA: **JUNIO DE 2018**

Fdo.: EL AUTOR

Fdo.: EL TUTOR

TÍTULO: **PROYECTO PARA DOMOTIZAR UN LABORATORIO GENÉRICO**

ÍNDICE GENERAL

PETICIONARIO: **ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA**

AVDA. 19 DE FEBREIRO, S/N

15405 - FERROL

FECHA: **JUNIO DE 2018**

AUTOR: **EL ALUMNO**

Fdo.: **BERTA GÓMEZ GÓMEZ**

Índice de figuras

Índice de tablas

Listado de códigos de programación

TÍTULO: **PROYECTO PARA DOMOTIZAR UN LABORATORIO GENÉRICO**

MEMORIA

PETICIONARIO: **ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA**

AVDA. 19 DE FEBREIRO, S/N

15405 - FERROL

FECHA: **JUNIO DE 2018**

AUTOR: **EL ALUMNO**

Fdo.: **BERTA GÓMEZ GÓMEZ**

Índice del documento MEMORIA

1	Objeto	21
2	Alcance	23
3	Antecedentes	25
3.1	Domótica e inmótica	25
3.2	Tipos de arquitectura en los sistemas domóticos	26
3.2.1	Estándar cerrado o propietarios	26
3.2.2	Estándar abierto	26
3.3	Tipología de un sistema	27
3.3.1	Sistemas centralizados	27
3.3.2	Sistemas descentralizados	27
3.3.3	Sistemas híbridos	28
3.4	Topología de un sistema	29
3.4.1	Topología en estrella	29
3.4.2	Topología en anillo	29
3.4.3	Topología en bus	29
3.4.4	Topología en malla	30
3.5	Sistema por redes inalámbricas	30
4	Normas y referencias	33
4.1	Disposiciones legales y normas aplicadas	33
4.2	Bibliografía	33
4.3	Programas de cálculo	33
5	Definiciones y abreviaturas	35
6	Requisitos de diseño	37
7	Análisis de las soluciones	39
7.1	Estudio de los estándares domóticos	39
7.1.1	BatiBUS	39
7.1.1.1	Topología y estructura del sistema	39
7.1.1.2	Protocolo	40
7.1.2	EIB	40
7.1.2.1	Topología y estructura del sistema	41
7.1.2.2	Protocolo	41
7.1.3	EHS	41
7.1.3.1	Topología y estructura	41
7.1.3.2	Medio físico	42

7.1.4	ZIGBEE	42
7.1.4.1	Sistema	43
7.1.4.2	Clasificación de los dispositivos	43
7.1.4.3	Protocolo	44
7.2	Estudio de los sistemas domóticos comerciales actuales	44
7.2.1	Sistema domótico controlado por autómatas programables	44
7.2.1.1	Tipos de autómatas programables	45
7.2.1.2	Elementos que componen un autómata programable	45
7.2.1.2.1	Módulo de entradas	45
7.2.1.2.2	Módulo de salidas	46
7.2.1.3	Fuente de alimentación	46
7.2.1.4	Unidad central de procesamiento	46
7.2.1.5	Interfaz de comunicaciones	47
7.2.1.6	Memoria	47
7.2.1.7	Equipos periféricos	47
7.2.2	Sistemas domóticos basados en corrientes portadoras	47
7.2.3	Estándar X10	48
7.2.3.1	Formato del mensaje	49
7.2.4	Sistema domótico basado en bus de datos EIB/KNX	49
7.2.4.1	Modos de configuración	51
7.2.4.2	Medios de comunicación	52
7.2.4.3	Topología de KNX	52
7.2.4.3.1	Línea	52
7.2.4.3.2	Área	53
7.2.4.4	Protocolo	53
7.2.5	Sistema SIMON VIS	54
7.2.5.1	Funcionamiento	54
7.3	Estudio de las posibles aplicaciones domóticas para un laboratorio	54
8	Resultados finales	57
8.1	Proyecto para domotizar un laboratorio genérico basado en KNX	57
8.1.1	Elementos utilizados	57
8.1.2	Funcionamiento ETS5	63
8.1.3	Funcionamiento del sistema	66
8.1.3.1	Control luminosidad	67
8.1.3.2	Equipos de medida	69
8.1.3.3	Control sombreado	70
8.1.3.4	Control calefacción y ventilación	70
8.1.3.5	Control de acceso	71
8.1.3.6	Control y mantenimiento remoto	71

8.2 Proyecto para domotizar un laboratorio genérico basado en autómatas programables	75
8.2.1 Estación (PLC) utilizada	75
8.2.1.1 Módulo AMI 0410 (Entradas digitales)	76
8.2.1.2 Módulo DDO 1612 (Salidas digitales)	78
8.2.1.3 Módulo DDI 1602 (Entradas analógicas)	79
8.2.2 Programación PLC	79
8.2.2.1 Control luminarias	79
8.2.2.2 Control persianas	80
8.2.2.3 Control temperatura	80
8.2.2.4 Control de acceso	80
8.2.2.5 Control consumo	81
8.2.3 Diseño SCADA	81
8.2.4 Comunicación SCADA - PLC	85

1 Objeto

El objeto de este Trabajo Final de Grado (TFG) es el de realizar un proyecto para domotizar uno de los laboratorios de la Escuela Universitaria Politécnica.

El TFG incluirá los elementos típicos de un sistema domótico como pueden ser la iluminación, control de persianas, etc., y otros más específicos como control de temperatura, acceso, etc. El proyecto incluirá el uso de, al menos, dos sistemas domóticos comerciales, para poder usar la instalación diseñada como base de prácticas de laboratorio.

2 Alcance

A lo largo del presente proyecto se llevarán a cabo diversos procedimientos para poder realizar la implementación de los dos sistemas domóticos, para ello se han seguido los siguientes pasos:

- Estudio de los protocolos en domótica.
- Estudio de los sistemas domóticos comerciales actuales.
- Estudio de las posibles aplicaciones domóticas para un laboratorio.
- Estudio de los elementos necesarios para el diseño del sistema.
- Familiarización con los programas utilizados (ETS, Indusoft, etc.).
- Diseño de dos sistemas independientes usando dos sistemas comerciales.

3 Antecedentes

El origen de la domótica se remonta a la década de los setenta, cuando aparecieron los primeros dispositivos de automatización de edificios basados en la tecnología X10. Más tarde, con el auge del PC, a finales de los 80 y principios de los 90, se empezaron a incorporar en estos edificios los sistemas de cableado estructurado para facilitar la conexión de todo tipo de terminales y periféricos entre sí.

Posteriormente, los automatismos destinados a edificios de oficinas, se han ido aplicando también a las viviendas particulares u otro tipo de edificios, donde el número de necesidades a cubrir es más amplio.

3.1. Domótica e inmótica

Se conoce como domótica a las tecnologías aplicadas a la automatización y control de una vivienda. La domótica permite una gestión eficiente del uso de la energía, también aporta seguridad y confort, además de comunicación entre el usuario y el sistema.

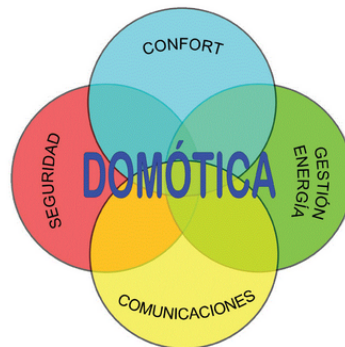


Figura 3.1.0.1 – Objetivos de la domótica.

Los objetivos de la domótica son de diferentes tipos:

- Arquitectónicos

Satisfacer las necesidades de los usuarios.

La flexibilidad, tanto en los sistemas como en los servicios.

Funcionalidad y confort.

Incremento de la seguridad y del bienestar.

- Tecnológicos
 - Automatización de las instalaciones.
 - Integración de los servicios.
 - Flexibilidad y facilidad de utilización de los distintos dispositivos.
- Ambientales
 - Ahorro energético.
 - Cuidado del medio ambiente.
- Económicos
 - Reducción de los altos costes de operación y mantenimiento.
 - Beneficios económicos para el cliente.
 - Incremento de la vida útil del edificio.

Por otra parte, se conoce como inmótica al conjunto de tecnologías aplicadas al control y la automatización inteligente de edificios no destinados a vivienda, como hoteles, centros comerciales, escuelas, universidades permitiendo una gestión eficiente del uso de la energía. Ésta también aporta seguridad y confort.

3.2. Tipos de arquitectura en los sistemas domóticos

Se diferencian dos tipos de estándares los cuales se explican a continuación.

3.2.1. Estándar cerrado o propietarios

Los protocolos estándar cerrados son protocolos creados por una marca en particular, únicamente pueden ser utilizados por dicha marca. Este tipo de protocolos no es modificable por programadores ajenos a la compañía propietaria del mismo.

En este protocolo solamente será el fabricante el que pueda realizar mejoras y fabricar dispositivos que *“hablen el mismo idioma”*. Así, se protegerán los derechos del fabricante pero a la vez se limita la evolución del propio sistema.

Los protocolos cerrados presentan un problema, ya que dependen en gran medida de la vida de la empresa, si ésta desaparece, el sistema desaparece y las instalaciones creadas con este protocolo se quedarán sin soporte ni recambios.

3.2.2. Estándar abierto

Los estándares abiertos son protocolos definidos por varias compañías con el fin de unificar los criterios.

En los protocolos abiertos cualquier fabricante puede desarrollar aplicaciones y productos que lleven implícito el protocolo de comunicación.

En este tipo de protocolo si una empresa desaparece, o deja de sacar productos al mercado, no afectará debido a que otros productos cubrirán este hueco en el mercado.

3.3. Tipología de un sistema

La tipología de un sistema es la forma en la que la red enlaza los distintos puntos o dispositivos, pueden diferenciarse tres tipos.

3.3.1. Sistemas centralizados

Los sistemas centralizados son aquellos que tienen un único nodo, este es el encargado de recibir toda la información de las entradas, que después procesará y enviará las órdenes de acción a las salidas correspondientes.

Los sensores y actuadores están unidos a un nodo central que dispone las funciones de control y mando.

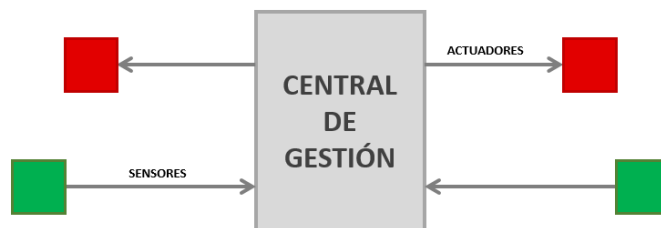


Figura 3.3.1.1 – Esquema sistema centralizado.

Las ventajas que presentan los sistemas centralizados son principalmente su fácil uso e instalación ya que los sensores y actuadores que componen este tipo de sistema son de tipo universal. Por otra parte, su coste es reducido ya que requieren menor número de recursos.

Estos sistemas presentan desventajas como la necesidad de gran cantidad de cableado, capacidad limitada del sistema y velocidad de respuesta baja. Aunque la principal desventaja es la dependencia del elemento central, ya que en caso de fallo de éste, el sistema también fallará.

3.3.2. Sistemas descentralizados

En los sistemas descentralizados los elementos actúan de forma independiente unos de otros. Todos ellos comparten una línea de comunicación y cada uno de ellos dispone de funciones de control y mando.

En este tipo de sistemas es necesario establecer un protocolo de comunicaciones para que todos los elementos que forman el sistema produzcan una acción coordinada.

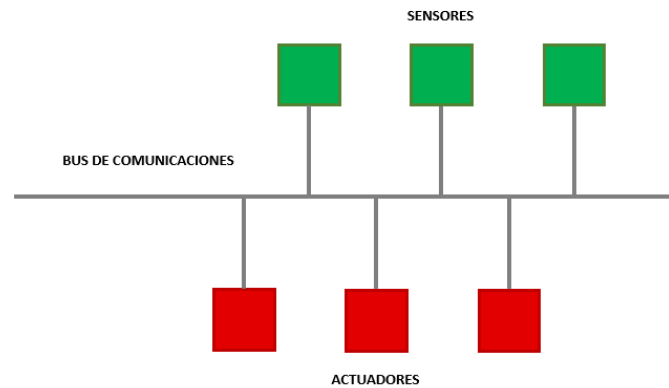


Figura 3.3.2.1 – Esquema sistema descentralizado.

Los sistemas descentralizados presentan ventajas como su fácil ampliabilidad, la posibilidad de rediseño de la red, y además necesitan menos cableado que los sistemas centralizados.

Los inconvenientes de este tipo de sistema son que los sensores no son universales por lo que incrementa el coste del sistema y la programación es más compleja. Su principal inconveniente es que se producirá un fallo en el del sistema si se interrumpe la comunicación en algún punto del bus.

3.3.3. Sistemas híbridos

Los sistemas híbridos también son conocidos como sistemas distribuidos, estos sistemas combinan las dos tipologías anteriores.

La unidad central está en uno de los nodos de control y cada nodo tiene acceso directo a una serie limitada de elementos de red.

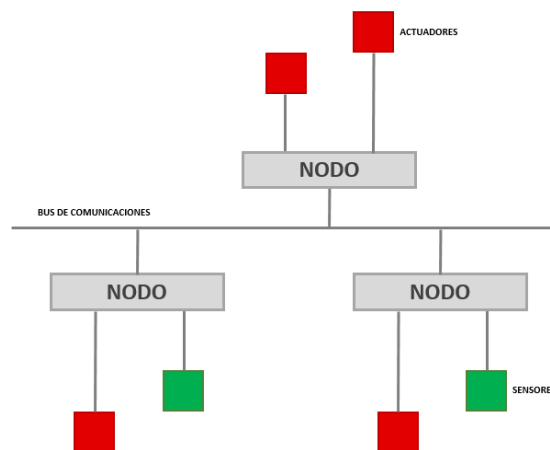


Figura 3.3.3.1 – Esquema sistema híbrido.

Las ventajas de este sistema son la fácil ampliabilidad, los sensores y actuadores son de tipo universal por lo que son más económicos y gran oferta, además, su coste es moderado y permiten la posibilidad de rediseño de la red.

3.4. Topología de un sistema

La topología de un sistema es la organización física y lógica de los “ nodos ” de la red. Se estudiarán los diferentes tipos de topologías.

3.4.1. Topología en estrella

En este tipo de topología las entradas (sensores) y las salidas (actuadores) van cableados hasta la central de gestión, y es aquí donde se efectúa el tratamiento de los datos. Este tipo de topología conecta todos los elementos a un punto central.

A partir de este tipo de topología se puede derivar a la topología en estrella extendida, donde se conectan los nodos de estrellas individuales.

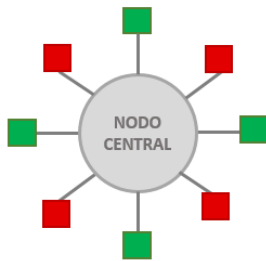


Figura 3.4.1.1 – Topología en estrella.

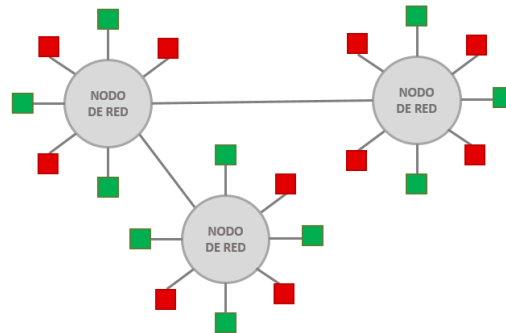


Figura 3.4.1.2 – Topología en estrella extendida.

3.4.2. Topología en anillo

En la topología en anillo se conectan los nodos en un bucle cerrado y los datos se transmiten de nodo a nodo alrededor del bucle. La dirección de transmisión de los datos será siempre la misma.

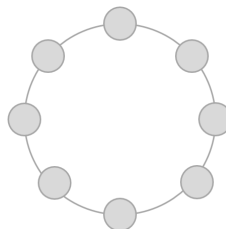


Figura 3.4.2.1 – Topología en anillo.

3.4.3. Topología en bus

En este tipo de topología todos los elementos del sistema, sensores, actuadores y nodos, están ligados sobre una línea que describe el conjunto o una parte de la red.

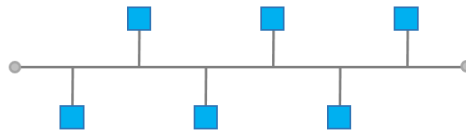


Figura 3.4.3.1 – Topología en bus.

Esta topología utiliza un único segmento de cable (backbone) al que se conectan de forma directa todos los elementos que forman el sistema.

3.4.4. Topología en malla

La topología en malla se caracteriza por la existencia de diferentes nodos que permiten el envío de los datos por diferentes caminos.

Cada nodo puede enviar y recibir mensajes, éstos también poseen la capacidad de reenviarlos.

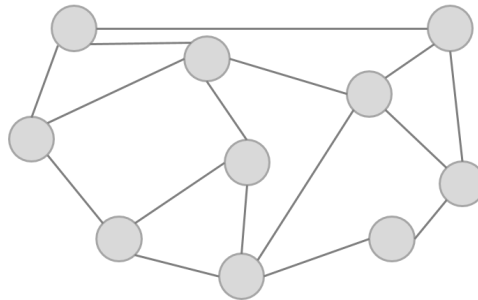


Figura 3.4.4.1 – Topología en malla.

Esta topología se utiliza cuando no puede haber interrupciones en las comunicaciones, como cada nodo tiene sus propias conexiones con los demás nodos, la información puede seguir caminos alternativos.

3.5. Sistema por redes inalámbricas

Los sistemas domóticos que utilizan redes inalámbricas para la transmisión de datos no exigen obra, por lo que son fáciles y rápidos de instalar en poco tiempo y casi en cualquier lugar. Por otra parte, al tratarse de dispositivos inalámbricos resultan más sensibles a cualquier tipo de interferencia que los sistemas cableados por bus. Este tipo de problemas influyen en la calidad de la señal, ya que la debilitan y también en la cantidad de la señal que el sistema envía y recibe.

Este tipo de sistemas funcionan con ondas de radiofrecuencia que pueden ser interferidas por otra señales.

Dentro de este tipo de sistemas se encuentran:

- Wifi

- Bluetooth
- Zigbee
- Z-Wave
- Delta Dore
- Insteon
- Homekit

4 Normas y referencias

4.1. Disposiciones legales y normas aplicadas

4.2. Bibliografía

- [1] MONTESINO RODRIGUEZ, A.; *Instalaciones domóticas: entorno y diseño de proyectos.*, Ediciones Paraninfo, 2012.
- [2] GALLARDO VÁZQUEZ, S.; *Configuración de instalaciones domóticas y automáticas.*, Primera edición, Madrid, Ediciones Paraninfo, 2013.
- [3] MORO VALLINA, M.; *Instalaciones domóticas.*, Primera edición, Madrid, Ediciones Paraninfo, 2011.
- [4] RODRIGUEZ FERNANDEZ, J.; *Instalaciones domóticas.*, Primera edición, Madrid, Ediciones Paraninfo, 2012.
- [5] CASA, M.; *Instalaciones domóticas.*, Primera edición, Madrid, Ediciones Marcombo, 2015.

4.3. Programas de cálculo

- Excel
- ETS5
- Indusoft
- Unity

5 Definiciones y abreviaturas

- SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition): Un sistema SCADA es un sistema de supervisión, control y adquisición de datos que ayuda a mejorar la toma de decisiones en remoto desde una cabina de mando.
- PLC (Programmable Logic Controller): Un autómata programable o PLC es un equipo electrónico, basado en un microprocesador o microcontrolador, que tiene generalmente una configuración modular, puede programarse en lenguaje no informático y está diseñado para controlar procesos en tiempo real y en ambiente agresivo. Además su hardware permite la configuración de sistemas de control a medida según las necesidades estimadas de potencia de cálculo y número y tipo de señales de entrada y salida.
- RTD: Las RTD son sensores de temperatura resistivos. En las que se aprovecha el efecto que tiene la temperatura en la conducción de los electrones para que, ante un aumento de temperatura, haya un aumento de la resistencia eléctrica que presentan. Un tipo de RTD son las Pt100 y Pt1000.
- Pt100: Un Pt100 es un sensor de temperatura. Consiste en un alambre de platino que a 0°C tiene 100Ω y que al aumentar la temperatura aumenta su resistencia eléctrica. Un Pt100 es un tipo particular de RTD.
- ETS: Las siglas ETS significan Engineering Tool Software (herramienta de software de ingeniería). Se trata de una herramienta independiente de cualquier fabricante y sirve para diseñar y configurar instalaciones inteligentes para el control de viviendas y edificios basadas en KNX.
- KNX: Es un sistema de instalación domótica e inmótica. KNX es un estándar abierto para el control de casas y edificios.
- DALI: El término DALI es sinónimo de estándar y está diseñado para controlar digitalmente balastos electrónicos y luminarias equipadas con este tipo de tecnología.
- ECG: Luminaria controlada por tecnología DALI.
- Pasarela DALI: Elemento de que conecta los ECG (luminarias) con el bus DALI.
- CMSAA/CA: Es un protocolo de control de acceso a redes de bajo nivel que permite que múltiples estaciones utilicen un mismo medio de transmisión.

- CMA/ack: Es un protocolo de control de acceso donde un nodo verifica que no exista tráfico antes de la transmisión en un medio compartido.
- Cable par trenzado: El cable par trenzado es en el que dos conductores eléctricos aislados son entrelazados para anular las interferencias de fuentes externas de otros cables.
- Banda ISM: Son bandas reservadas internacionalmente para uso no comercial de radiofrecuencia electromagnética. En la actualidad estas bandas han sido popularizadas por su uso en comunicaciones WLAN (Wifi) o WPAN (Bluetooth).
- WPAN (Wireless Personal Area Network): Son redes inalámbricas de área personal, cubren distancias del orden de 10 metros como máximo, normalmente son utilizadas para conectar varios dispositivos portátiles personales sin la necesidad de utilizar cables.
- OSI (Open Systems Interconnection): Es un modelo creado por la ISO para la interconexión de sistemas abiertos. Se trata de un modelo de comunicaciones estándar entre los diferentes terminales.
- Cable coaxial: Es un cable utilizado para transportar señales eléctricas de alta frecuencia que posee dos conductores concéntricos, uno central y otro exterior. Entre ambos se encuentra una capa de aislante o bien estarán vacíos, la separación será aire/vacío.
- Backbone: Nombre utilizado en KNX para denominar a la línea de áreas, en caso de utilizarse más de un área, éstas pueden conectarse en una línea de áreas.
- EIB: European Installation Bus.
- Kbps: Kilobites por segundo.

6 Requisitos de diseño

Será necesario establecer una serie de requisitos a cumplir en el diseño del sistema. Estos requisitos son los siguientes:

- Programación del diseño en dos plataformas diferentes.
- Controlar el nivel de luminosidad (luminarias).
- Controlar el nivel de sombreado (persianas).
- Controlar el sistema de calefacción y ventilación.
- Control de alarmas.
- Control de acceso.
- Control de consumo del laboratorio.

7 Análisis de las soluciones

En la actualidad existe una amplia variedad de sistemas, o protocolos, domóticos para realizar una instalación domótica. Cada sistema domótico es diferente, existen distintos tipos de protocolos, cableados (PLC) o inalámbricos (Bluetooth, Wifi).

Cada sistema se comunica con los distintos dispositivos conectados y les da instrucciones para realizar una función.

Para la elección de un sistema domótico o protocolo se debe tener en cuenta el número de dispositivos que se han de conectar, pero también el consumo de energía, el ancho de banda y el precio.

7.1. Estudio de los estándares domóticos

7.1.1. BatiBUS

BatiBUS fue el primer bus de control domótico que apareció en el mercado, fue desarrollado por Merlin Gerin, AIRELEC, EDF y Landis & Gyr. Fue muy utilizado en los sistemas de control industrial grandes, pero debido a sus limitaciones fue desechado para este uso.

BatiBUS es un protocolo domótico totalmente abierto, cualquier empresa interesada puede introducirlo en su lista de productos.

Es un conjunto de central y módulos con un único soporte de comunicación. Consiste en un par de hilos trenzados y apantallados. Los módulos están distribuidos por el edificio o en un cuadro eléctrico y transmiten la información (temperatura, presencia, luminosidad, etc.) a la central u operan sobre los actuadores.

En la actualidad, BatiBUS está convergiendo, junto con EIB y el EHS en un único estándar europeo para la automatización de oficinas y viviendas bajo el estándar KNX.

7.1.1.1. Topología y estructura del sistema

Las principales características de BatiBUS son su facilidad de instalación, su bajo coste y capacidad de evolución, ya que el protocolo permite añadir funciones conforme las necesidades lo exijan.

Las instalaciones de este cable se puede hacer en diversas topologías: bus, estrella, anillo, árbol o cualquier combinación de éstas. Lo único que hay que respetar es no asignar direcciones idénticas a dos dispositivos en la misma instalación.

El tamaño de las redes, distancia entre la unidad central y los puntos de control, dependen de la resistividad de los conductores empleados y la interferencia inducida por las líneas de potencia sobre las líneas del bus.

Una instalación se caracteriza por el número de canales, un canal reagrupa elementos pilotados por la misma programación que asegura la misma función y suelen estar reagrupados en una zona geográfica del edificio. Un ejemplo sería un canal para la calefacción, otro para el control de electrodomésticos, otro para la iluminación y el cuarto para las alarmas.

7.1.1.2. Protocolo

La velocidad de este protocolo es de $4,8Kbps$, esta velocidad es suficiente para las aplicaciones de control distribuido.

A nivel de acceso este protocolo usa la técnica CMA/CA, similar a Ethernet pero con resolución positiva de las colisiones, si los dispositivos intentan acceder al mismo tiempo al bus ambos detectan que se está produciendo una colisión, pero sólo el que tiene más prioridad continua transmitiendo mientras el otro dispositivo desocupa el bus.

La filosofía de este protocolo es que los dispositivos que forman el sistema escuchen lo que ha enviado cualquier otro elemento del sistema, todos procesan la información pero sólo aquellos que hayan sido programados para ello filtrarán la trama y la ejecutarán.

7.1.2. EIB

El protocolo de comunicaciones EIB es el bus descentralizado europeo por excelencia.

Inicialmente fue conocido por Instabus y lleva más de 20 años en el mercado de la automatización.

El sistema EIB puede utilizarse tanto para viviendas como en el sector terciario. Con este estándar puede controlarse cualquier elemento que requiera energía eléctrica para su funcionamiento, pero no funciona con comunicaciones audiovisuales ni para procesos de datos.

Es un sistema descentralizado, los componentes trabajan independientemente, sin necesidad de un elemento central que los coordine. Esto se consigue gracias a que cada componente tiene su propia electrónica con un microprocesador y las memorias correspondientes.

Los elementos que forman este sistema son los siguientes:

- **Fuente de alimentación:** Alimenta los mecanismos de cada línea.
- **Filtro:** Ha de ser instalado junto a un alimentador de tensión, desacopla la alimentación del cable bus en función de las variaciones de tensión.
- **Conector:** Permite la conexión entre el bus para perfil DIN y el cable bus.
- **Acoplador:** Permite la unión entre las líneas y áreas del sistema.
- **Acoplador bus:** Es la parte inteligente de los elementos EIB. Recibe y transmite telegramas y realiza la conexión entre el bus y el módulo de aplicación.

- **Bus para perfil DIN:** Conecta los aparatos de la instalación para perfil DIN entre sí, sin hilos.
- **Cable bus:** Par trenzado doble de $0,8mm$ de diámetro con doble apantallamiento. Permite la instalación del bus junto a la red eléctrica.

7.1.2.1. Topología y estructura del sistema

El cable utilizado contiene dos pares, uno utilizado para la transmisión de la señal y el otro se mantiene de reserva o puede ser utilizado para servicios complementarios de alimentación.

Una línea es la unidad mínima que compone una instalación. Puede llegar a tener una longitud máxima total de $1000m$ (incluidas derivaciones) y pueden colocarse hasta 64 mecanismos. Todas las líneas deben de tener una fuente de alimentación.

A través de repetidores la capacidad de una línea puede llegar hasta 256 mecanismos. Con la ayuda de acopladores de línea se pueden conectar hasta 15 líneas para formar un área. Las posibilidades de ampliación permiten unir 15 áreas por medio de acopladores de área pudiendo obtener una instalación de hasta 11.520 componentes.

7.1.2.2. Protocolo

Este protocolo está basado en la estructura de niveles OSI y tiene una arquitectura descentralizada. Define una relación extremo a extremo entre dispositivos que permite distribuir la inteligencia entre los sensores y actuadores instalados en la vivienda.

La velocidad de transmisión es de $9.600Kbp$ y según la extensión del telegrama, una información ocupará el bus durante un espacio de tiempo que oscila ente 20 y $40ms$.

7.1.3. EHS

Este estándar fue pensado para cubrir las necesidades de automatización de las viviendas europeas con aplicaciones sencillas y fáciles de instalar.

El bus EHS surgió como un sistema abierto con control y gestión distribuida y preparado para su uso en distintos medios simultáneamente. Está basado en la topología de niveles OSI implementando únicamente las capas física, de enlace, de red y de aplicación.

7.1.3.1. Topología y estructura

El esquema de comunicación de los distintos elementos en EHS es una red formada por distintas subredes EHS, e incluso por redes distintas a EHS.

En EHS se pueden implementar tantas aplicaciones como dispositivos y funcionalidades se encuentren en un hogar. Cada dispositivo está asociado a una determinada área de aplicación, dentro de la cual el elemento es un objeto. Para definir cada objeto se utilizan dos bytes, uno para el área y otro para el dispositivo.

Existen diversas áreas de aplicación, telecomunicaciones, audio/vídeo, electrodomésticos, calefacción, iluminación, etc.

En la tabla ?? se muestra que los dispositivos EHS pueden ser de seis tipos.

Tipo de medio	TP1	TP2	CX	PL	RF	IR
Velocidad	9,6Kbps	64Kbps	9,6Kbps	2,4Kbps	1,2Kbps	1,2Kbps
Protocolo	CMSA/CA	CMSA/CA	CMSA/CA	CMSA/ack	CT2	-
Alimentación	35V	35V	15V	240V _{AC}	-	-
Topología	Libre	Bus	Bus	Libre	Libre	Libre
Nº de unidades	128	40	128	256	256	256
Rango	500m	300m	150m	Casa	50-200m	Habitación

Tabla 7.1.3.1 – Tipos de medios y característica del sistema EHS.

7.1.3.2. Medio físico

Los medios físicos que se pueden emplear son:

- Red eléctrica (PL).
- Par trenzado de clase 1 y 2 (TP1 y TP2).
- Cable coaxial.
- Radiofrecuencia.
- Infrarrojos.

7.1.4. ZIGBEE

ZigBee es un conjunto de protocolos de alto nivel de comunicación inalámbrica digital de bajo consumo, está basado en el estándar IEEE 802.15.4 de redes inalámbricas de área personal.

El objetivo de este protocolo son las aplicaciones que requieren comunicaciones seguras con baja tasa de envío de datos y maximizar la vida útil de sus baterías.

Es un sistema robusto y eficiente donde se integran sensores, actuadores y concentradores, que satisface las necesidades de fiabilidad, autonomía, sencillez y ahorro energético.

Las características que los diferencian de las otras tecnologías son las siguientes:

- Bajo consumo.
- Topología de red en malla.
- Fácil integración.
- Sencillez en la instalación.
- Fácilmente ampliable.

7.1.4.1. Sistema

Este estándar utiliza la banda ISM de $868MHz$ en Europa, $915MHz$ en Estados Unidos y $2,4GHz$ en el resto del mundo.

El desarrollo de la tecnología se centra en la sencillez y bajo coste frente a otras redes inalámbricas semejantes de la familia WPAN, como por ejemplo el Bluetooth.

Una de las características de la red es que utiliza una cantidad muy pequeña de energía de forma que cada dispositivo individual pueda tener una autonomía de hasta 5 años. Tiene un consumo de $30mA$ transmitiendo y de $3\mu A$ en reposo.

Un nodo ZigBee reduce su consumo gracias a que puede permanecer en reposo la mayor parte del tiempo. Cuando se requiere su uso, el nodo ZigBee es capaz de despertar en un tiempo ínfimo, $15ms$, para volverse a dormir cuando deje de ser requerido. Además el sistema tiene una velocidad de hasta $250Kbps$, suficiente para tareas destinadas a usos como la domótica.

Las principales ventajas de este tipo de protocolo son:

- Sistemas descentralizado tanto a nivel físico como lógico.
- Fácil instalación.
- Flexible y modular, se puede construir una instalación pequeña y después ampliarla en función de las necesidades sin incurrir en obras ni en grandes costes.
- Requisitos mínimos: alimentación de $230V$.
- Bajo coste.
- Fácil de instalar y de utilizar.

Por otra parte, presenta desventajas como:

- La tasa de transferencia es baja.
- Dependencia del uso de baterías para el funcionamiento de la mayoría de dispositivos.
- Limitaciones en el alcance de la cobertura sin repetidores.

7.1.4.2. Clasificación de los dispositivos

Se definen tres tipos distintos de dispositivos ZigBee según el papel que tengan en la red.

■ **Coordinador ZigBee**

Este es el dispositivo más completo y existe uno por red. Sus funciones son controlar la red y los caminos que deben seguir los dispositivos para conectarse entre ellos.

■ **Router ZigBee**

Interconecta dispositivos separados en la red, además de ofrecer un nivel de aplicación para la ejecución de código de usuario.

- **Dispositivo final**

Pueden comunicarse con el nodo principal, pero no puede transmitir información destinada a otros dispositivos.

7.1.4.3. Protocolo

Los dispositivos ZigBee deben respetar el estándar de WPAN de baja tasa de transmisión IEEE 802.15.4-2003.

Los protocolos se basan en investigaciones recientes sobre algoritmos de red para la construcción de redes ad-hoc de baja velocidad.

La mayoría de redes grandes están pensadas para formar un cluster de clusters. También puede estructurarse en forma de malla.

7.2. Estudio de los sistemas domóticos comerciales actuales

Existen diferentes tipos de sistemas domóticos los cuales se diferencian entre sí por el medio utilizado para la transmisión de datos, su modo de funcionamiento, etc.

7.2.1. Sistema domótico controlado por autómatas programables

Los PLC son dispositivos destinados a controlar distintas operaciones secuenciales de cualquier tipo de proceso, son los encargados de gestionar, supervisar y controlar todo tipo de procesos tanto a nivel doméstico como a nivel industrial. Los autómatas programables fueron diseñados para poder trabajar en la industria, pero dadas sus posibilidades, se comenzaron a utilizar en viviendas.

Los grandes autómatas programables se comenzaron a utilizar en los años 60, y desde entonces se han convertido en un componente imprescindible en las industrias de todo el mundo. Sin embargo, también existen autómatas programables más pequeños y más baratos para instalaciones domóticas en viviendas y edificios.

Desde el punto de vista de la domótica, los autómatas programables son un sistema centralizado, donde el sistema de conexionado es de punto a punto, aunque también existen pannels para aplicar una topología de tipo bus, su estructura puede ser modular o compacta.

Los autómatas programables están formados por varios módulos a los que se conectan los periféricos del sistema.

El autómata es el encargado de recibir la información de los sensores, procesarla y enviar las órdenes correspondientes a los actuadores.

Los pasos a seguir para que el sistema domótico funcione correctamente son los siguientes:

- Conectar todos los componentes de la instalación.

- Configurar el autómata, programando en su memoria las funciones del sistema. La configuración del autómata es muy importante, ya que es donde se establece cómo va a funcionar el sistema domótico.

7.2.1.1. Tipos de autómatas programables

Dependiendo de su estructura, existen dos tipos de autómatas programables.

- **Compactos:** Todos sus módulos se encuentran integrados. Son pequeños y económicos, pero presentan como desventaja que permiten muy pocas ampliaciones.
- **Modulares:** Este tipo de autómatas está formado por varios módulos, que pueden ser extraíbles. Su tamaño y coste es mayor que el de los autómatas compactos pero ofrecen más funciones y permiten más ampliaciones. Este tipo de autómatas son propios de procesos de automatización industrial.

Para el control y gestión de las instalaciones domóticas es más común utilizar los autómatas compactos.

7.2.1.2. Elementos que componen un autómata programable

La estructura interna de un autómata programable se divide en tres bloques: unidad o interfaz de entrada, unidad o interfaz de salida y unidad central de procesamiento o CPU.

A continuación, se hará un estudio de todos los elementos que forman un autómata programable.

7.2.1.2.1. Módulo de entradas El módulo de entradas es el que enlaza los elementos exteriores del automatismo o de la instalación.

El enlace con los elementos de mando se puede realizar de manera manual, como es el caso de los pulsadores, conmutadores e interruptores o de manera automática como los detectores de movimiento, detectores de luminosidad, etc.

La función de los módulos de entrada es la de transformar la señales de entrada, que son de procedencia y naturaleza diversa, antes de ser introducidas en la unidad de tratamiento del autómata. El módulo de entrada asegura la adaptación de nivel, el aislamiento y el filtrado de las señales procedentes de los distintos captadores colocados en las instalaciones.

Además, protege los circuitos internos del autómata, realizando una separación entre estos y los sensores, para evitar así sobretensiones que se podrían llegar a considerar como una señal.

Desde el punto de vista de la tensión, las entradas que se pueden conectar en el autómata son de dos tipos:

- **Entradas libres de tensión:** Este tipo de entradas pueden ser de varios tipos, como por ejemplo los pulsadores, los finales de carrera, interruptores, temporizadores, etc. En este caso se puede utilizar una fuente de alimentación exterior o la propia del autómata.

- **Entradas con tensión:** Los elementos de este tipo son, por ejemplo, células fotoeléctricas y detectores como los de presencia. Se debe escoger estos elementos para que coincidan con la tensión y la intensidad que proporciona el autómatas.

7.2.1.2.2. Módulo de salidas Los módulos de salida descodifican las señales procedentes de la unidad central de procesamiento, aseguran la puesta a nivel de la salida y su aislamiento de la electrónica del autómatas y transmiten las órdenes a los órganos exteriores como los motores, electroválvulas, indicadores de señalización, etc.

Los principales tipos de salidas que se encuentran en un PLC son los siguientes:

- **Salida a relé:** Este tipo de salida suele utilizarse cuando se requiere un consumo máximo de 2 amperios, los relés son internos al PLC. Se debe verificar que la corriente máxima que consume la carga esté dentro de las especificaciones de la salida del PLC.

Las conmutaciones no son muy rápidas debido a que es un elemento electromecánico y la salida puede ser tanto por corriente continua como por corriente alterna.

- **Salida a triac:** Permite conmutaciones más rápidas que las salidas a relé y también funciona tanto para corriente continua como para alterna. El valor de la intensidad es similar a la del relé.
- **Salida a transistor:** Actúa sólo en corriente continua. Este tipo de salida presenta una respuesta más rápida que las anteriores y permite un gran número de operaciones.

7.2.1.3. Fuente de alimentación

La función de este bloque es la de adaptar la tensión de la red eléctrica a la que necesitan los circuitos electrónicos internos del autómatas. Algunos autómatas llevan una pequeña batería para el mantenimiento de las memorias ante fallo o falta de tensión.

Se pueden conectar los captadores a la fuente de alimentación siempre y cuando estén próximos al autómatas programable y funcionen con la tensión de salida de este.

Las tensiones más comunes que utilizan los autómatas son 12 - $24V_{CC}$ y 110 - $230V_{CA}$.

7.2.1.4. Unidad central de procesamiento

Este elemento constituye el núcleo del autómatas.

Es el encargado de leer y ejecutar las secuencias del programa, calcula los valores de la salida en función de los valores de entrada.

Esta unidad lee permanentemente y a gran velocidad las señales procedentes de las entradas y transmite las órdenes de salida a los accionadores.

La unidad central de procesamiento cumplirá con la siguientes funciones:

- Gestión de las comunicaciones.
- Organización de la lectura de señales externas.

- Lectura y escritura de datos.
- Control del tiempo de ejecución del programa.
- Actualización de los valores de los contadores, temporizadores.
- Detección de anomalías en el funcionamiento del equipo.

7.2.1.5. Interfaz de comunicaciones

Es el conjunto de medios, ya sean *hardware* o *software* mediante los cuales se puede “*dialogar*” con el autómata. Este interfaz facilita la comunicación con los distintos dispositivos.

7.2.1.6. Memoria

Al utilizar sistemas programados para el control de una instalación domótica, se debe tener algún elemento que almacene el programa de usuario, así como los datos de tipo temporal. Esta función la desarrollan las memorias internas del sistema programable.

La capacidad de memoria de los autómatas programables viene representada por el número de palabras o bits que pueden almacenar. Una memoria está caracterizada por su longitud expresada en número de bits.

7.2.1.7. Equipos periféricos

Los equipos periféricos son aquellos equipos auxiliares que no intervienen en la elaboración del programa ni en la ejecución de la secuencia de control, pero pueden estar enlazados al autómata, por ejemplo lectores de códigos de barras, etc.

7.2.2. Sistemas domóticos basados en corrientes portadoras

Los sistemas por corrientes portadoras son sistemas en los que su medio de transmisión de datos es la red de distribución eléctrica de baja tensión.

Existen distintos tipos de fabricantes que adoptan sistemas propios basados en corrientes portadoras, aunque la tendencia actual es la de la estandarización del sistema, es el uso del sistema de corrientes portadoras X-10 que permite compatibilizar dispositivos de diferentes fabricantes.

El sistema básico de corrientes portadoras está formado por:

- **Emisor:** Envía el “mensaje” a través de la red eléctrica.
- **Receptor:** Recibe el “mensaje”. Éste es el encargado de ejecutar la orden recibida.

Cada componente tiene un código que lo diferencia del resto de elementos, así el resto de componentes del sistema saben para quien es el mensaje que se está distribuyendo en la red eléctrica.

Los sistemas de corrientes por portadoras se caracterizan por ser sistemas descentralizados en los que los diferentes elementos del sistema no necesitan ninguna herramienta de programación específica para configurar cada componente.

La línea de datos del sistema la constituye la instalación eléctrica, y para su funcionamiento no es necesaria la modificación de la instalación, por lo que son los sistemas más adecuados para la automatización de edificios ya construidos.

7.2.3. Estándar X10

El estándar X10 es uno de los protocolos más antiguos que todavía se utiliza en aplicaciones domóticas. Este tipo de tecnología fue desarrollada en los años 70 por la empresa llamada *Pico Electronic of Glenrthes* con la finalidad de poder transmitir datos a través de la red eléctrica de baja tensión, $230V$ a $50Hz$ en Europa y $120V$ a $60Hz$ en EE.UU.

Se trata de un protocolo de comunicación abierto a cualquier fabricante que quiera producir dispositivos basados en esta tecnología. El funcionamiento de X10 se basa en una sencilla modulación de la señal que circula por la red eléctrica.

El sistema estándar X10 se caracteriza principalmente por:

- Sistema descentralizado.
- Sistema configurable.
- Sistema no programable.
- Instalación sencilla, no requiere grandes conocimientos.
- Fácil manejo para el usuario.
- Gran compatibilidad con el resto de productos.
- Flexible y ampliable.

Como desventaja presenta que su reducido ancho de banda provoca que la transmisión de datos se realice a baja velocidad.

La red eléctrica de la instalación es la base de todo el sistema de corrientes portadoras, además del suministro de corriente también se encarga de la transmisión de señales a cualquier punto de la instalación que se desee y a su vez pueden solicitarse informaciones de dicho punto.

El sistema permite el accionamiento a distancia y el control remoto de diversos receptores eléctricos, desde uno o varios puntos y puede funcionar tanto en redes de corriente alterna monofásica como trifásica.

El proceso de comunicación del sistema se basa en la capacidad de los transmisores X10 de enviar un código de señal de baja tensión superpuesta a la señal de la red eléctrica. Todos los receptores X10 conectados a la red eléctrica son capaces de leer este código, pero únicamente responde aquel receptor al que va dirigido el mensaje. Para poder lograr esto cada equipo receptor tiene asignada una dirección que lo identifica.

También es posible que varios receptores tengan asignadas la misma dirección, de forma que todos responderán a la misma orden indicada por el transmisor.

7.2.3.1. Formato del mensaje

Este sistema domótico está basado en la transmisión de información por corrientes portadoras basado en la aplicación del principio de superposición lineal, en el que a la red eléctrica (tensión alterna senoidal) se le superponen trenes de impulsos para la comunicación entre emisor y receptor.

Los distintos elementos, sensores, actuadores y controladores se conectarán en paralelo a la línea eléctrica, tal como si de un bus de comunicación se tratara. Para que esto sea posible, la señal eléctrica y la de datos deben compartir el mismo medio, lo cual es posible gracias a que ambas señales utilizan rangos de frecuencia distintos.

Los dispositivos X10 envían tramas de información, también llamados telegramas. Éstas tienen una estructura que se basa en un código de inicio, un código de casa y un código numérico o de función. Cada código a su vez, tiene una estructura basada en un número determinado de bits.

En X-10 se envía un bit por cada ciclo o periodo de la señal eléctrica y, para la codificación de los bits, se emplean trenes de pulsos de frecuencia a $120kHz$ y duración un milisegundo, superpuestos a la señal eléctrica.

Un "1" lógico se codifica como un tren de pulsos de $1ms$, enviado en un paso por cero de la onda eléctrica seguida de una ausencia de pulso en el siguiente paso por cero, y el "0" lógico a la inversa.

El telegrama X10 se compone de 13 bits y tiene una duración de 11 ciclos de red. Su estructura se divide en los tres siguientes campos:

- **Código de inicio:** Siempre es "1110" y sirve para identificar el comienzo de un telegrama X10, ocupando dos ciclos de la onda eléctrica. A este código le seguirá el código de casa. Sirve para que los dispositivos sepan que se está enviando un telegrama nuevo. Se envían tres trenes de pulsos consecutivos seguidos de una ausencia de pulso, ocupando dos ciclos de onda eléctrica. De esta manera, los dispositivos sabrán que algún elemento está enviando un telegrama nuevo
- **Código de casa:** Ocupa 4 bits, pudiendo configurar dieciséis posibles códigos en total (letras de la A a la P).
- **Código de equipo o función:** Tiene dieciséis posibles valores para identificar a cada uno de los receptores y 5 bits que forman la instrucción que debe realizar el módulo.

7.2.4. Sistema domótico basado en bus de datos EIB/KNX

El sistema domótico EIB/KNX debe su nombre al cable bus, que es el tipo de tecnología utilizada para la conexión y transmisión de la información entre los componentes que forman parte de la instalación.

Se formó en el año 1999, cuando la *Asociación Konnex* fusionó tres sistemas (EIB, EHS y Batibus) dando lugar a EIB/KNX, este sistema se considera el sistema domótico estándar de Europa.

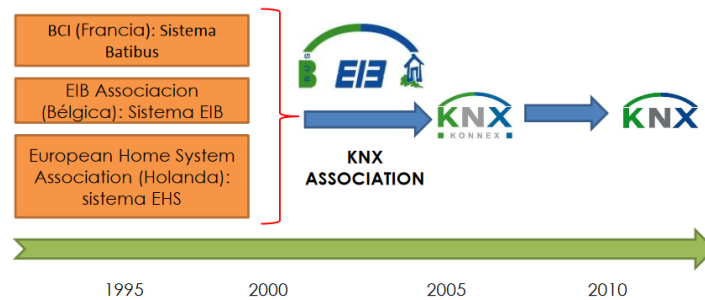


Figura 7.2.4.1 – Evolución en la creación del sistema KNX.

La tecnología KNX es un sistema abierto e independiente del sistema de transmisión elegido. Cada componente del bus dispone de su propia inteligencia, por lo que no resulta necesaria una unidad central de control, esta característica hace que este sistema domótico pueda ser utilizado tanto en pequeñas instalaciones como en otras mucho más grandes. La flexibilidad de la tecnología KNX permite ser adaptable a las necesidades cambiantes del usuario.

En una red KNX es posible encontrar generalmente cuatro tipos de elementos:

- Fuente de alimentación ($24V_{DC}$).
- Acopladores de línea para interconectar diferentes segmentos de red.
- Sensores y actuadores.

Los sensores son los encargados de detectar cambios de actividad en el sistema, y ante éstos transmitir mensajes a los actuadores que se encargan de ejecutar los comandos adecuados. Los sensores funcionarán como entradas al sistema y los actuadores como salidas para la activación y regulación de cargas.

Se permiten varios tipos de topologías, desde una única línea de comunicación con un máximo de 64 componentes, pasando por varias líneas (máximo 16) y hasta un total de 16 áreas (1 área, más de 4.000 componentes)

En resumen, este sistema domótico presenta las ventajas siguientes:

- El bus de instalación está abierto a cualquier otro sistema.
- Sistema descentralizado. Es un sistema donde no se requiere centralización de los dispositivos, ni a nivel físico ni a nivel lógico.
- Es un sistema al que se le puede decir que debe hacer tras un fallo de suministro de corriente, así se evita que la instalación se comporte de manera imprevisible después de un corte de energía eléctrica.

Sus desventajas son las siguientes:

- Si se corta la línea principal el sistema deja de funcionar.
- Repetición de mensajes.
- Todavía es un sistema con un precio un tanto elevado para aplicaciones domésticas.

Los principales fabricantes en España son marcas como ABB, Gewiss Ibérica, Schneider Electric, Siemens, etc.

7.2.4.1. Modos de configuración

Este sistema domótico permite a cada fabricante una elección libre entre el modo de configuración y el medio de comunicación para el desarrollo del dispositivo en una aplicación del sistema.

KNX es totalmente independiente de cualquier plataforma de microprocesador o incluso de cualquier arquitectura, este sistema incorpora tres modos de configuración distintos:

- **S-mode (Modo sistema)**

La configuración del sistema y sus componentes son instalados y configurados por profesionales con ayuda de una aplicación software especialmente diseñada para ese propósito.

Este modo de configuración está enfocado a instaladores profesionales para realizar funciones complejas de control en edificios. En una instalación todos los componentes S-mode serán configurados con la ayuda de una herramienta de software común (ETS), que cuenta con una base de datos de los productos necesarios para la planificación, configuración y unión lógica del sistema.

- **E-mode (Modo fácil)**

Este modo de configuración está pensado para el instalador cualificado con conocimientos básicos sobre la tecnología bus. Es un método de instalación sencillo: la configuración no se realiza mediante PC, sino a través de un controlador central, teclas, etc.

Los productos compatibles con el E-mode tienen habitualmente una funcionalidad limitada y están concebidos para instalaciones de tamaño medio.

- **A-mode (Modo automático)**

Este modo de configuración está desarrollado con la filosofía *Plug&Play* y está especialmente diseñado para aplicaciones de usuario final.

En este modo, ni el instalador ni el usuario final tienen que configurar el dispositivo. Los componentes del A-mode disponen de mecanismos de configuración automática, que adaptan sus enlaces de comunicación al resto de componentes de la red.

Cada componente contiene un número determinado de parámetros fijados y una librería con instrucciones de como comunicar con otros componentes.

La configuración se lleva a cabo automáticamente cuando se conecta el aparato. Este método es ideal para el usuario final, instalaciones pequeñas, aparatos de audio y vídeo y electrodomésticos.

7.2.4.2. Medios de comunicación

Además de los tres modos de configuración, el sistema KNX incluye diversos medios de comunicación. Cada medio de comunicación puede ser utilizado en combinación con uno o más modos de configuración, permitiendo a cada fabricante escoger la combinación correcta.

Existen cuatro grandes grupos de medios de transmisión de datos posibles:

- **Twister Pair** (*TP*): Se trata de un bus de control mediante cableado independiente (par centrado) de uso exclusivo para la comunicación KNX.
- **Power Line** (*PL*): Se usa el cableado ya existente para la red de distribución a 230V. Este medio de comunicación es especialmente útil para instalaciones ya existentes donde no es posible, o no se desea, instalar un bus diferente.
- **Radio Frecuencia** (*RF*): No se requiere ningún tipo de medio físico, ya que la comunicación se realiza mediante señales de radiofrecuencia. Este medio de comunicación usa como medio las señales de radio para transmitir el estándar KNX. La transmisión se realiza en la banda de frecuencias de 868MHz (dispositivos de corto alcance), con una potencia máxima radiada de 25mW y una velocidad de 16.384Kbps. .
- **Protocolo IP** (*Ethernet*): La comunicación KNX se puede realizar también mediante mensajes IP, utilizando de esta forma todas las ventajas de sistemas tan abierto como Ethernet o Internet.

7.2.4.3. Topología de KNX

En KNX, los dispositivos siguen una topología en forma de bus, es decir, está formada por una línea bus que es compartida por todos los componentes del mismo.

Un bus a su vez, puede distribuirse de varias maneras, línea, árbol, estrella o anillo, lo que facilita la instalación.

La topología de conexión de dispositivos contempla tres niveles de conexionado:

7.2.4.3.1. Línea Una línea puede disponer de hasta cuatro segmentos, cada uno de los cuales dispondrá de su fuente de alimentación y un máximo de 64 componentes (aparatos).

Cada línea tiene su propia alimentación para los componentes. Esto garantiza que, si hay un fallo en una línea, el resto del sistema puede continuar funcionando.

Las fuentes de alimentación tienen regulaciones de tensión y de corriente, por lo que son resistentes a cortocircuitos.

Son capaces de salvar microcortes de la red, ya que tienen un tiempo de reserva de 100ms.

El número real de aparatos conectados a la línea depende de la fuente de alimentación seleccionada y del consumo de cada aparato individual.

Se puede acoplar hasta 15 líneas a la línea principal, constituyendo un área.

Las longitudes máximas de cable permitidas en el montaje serán:

- La longitud máxima permitida de todos los cables en una misma línea no superará los 1.000m.
- La distancia máxima entre dos aparatos de una misma línea no superará los 700m.
- La distancia máxima entre la fuente de alimentación con bobina y un aparato no superará los 350m.
- La distancia entre dos fuentes de alimentación con bobina en una misma línea no podrá ser menor a 200m.

7.2.4.3.2. Área En el caso de que se utilice más de una línea o si se va a elegir una estructura diferente, podrán conectarse hasta 15 líneas a una línea principal por medio de acopladores de línea. Este conjunto de líneas recibe el nombre de área.

Cada línea tanto la principal como las secundarias deben tener su propia fuente de alimentación. Además, la línea principal puede tener conectados directamente hasta 64 dispositivos.

El bus de instalación puede ampliarse mediante una línea de áreas. El acoplador de áreas conecta su área correspondiente a la línea principal de áreas (*Backbone*). Se podrá unir hasta un total de 15 áreas distintas mediante los acopladores de área para construir un sistema que permitiría integrar hasta 14.400 dispositivos.

Dividiendo la instalación de KNX en líneas y áreas se incrementará considerablemente la funcionalidad del sistema.

7.2.4.4. Protocolo

Tras la instalación, un sistema KNX no está listo para el funcionamiento hasta que los sensores y actuadores han sido programados con el software de aplicación (ETS). A través del programa ETS el ingeniero del proyecto debe realizar los siguientes pasos para la configuración:

- Asignación las direcciones físicas (para la identificación de cada sensor o actuador).
- Selección y programación del software de aplicación apropiado.
- Asignación de direcciones de grupo (para poder unir las funciones de sensores y actuadores).

Los elementos de una instalación KNX quedan perfectamente identificados gracias al sistema de direccionamiento. Existen dos tipos de direcciones, las físicas y las de grupo.

Las direcciones físicas identifican cada dispositivo y corresponden con su localización en la topología global del sistema (área, línea, dispositivo). La dirección física consta de tres campos que se representan separados por puntos.

El primer número indica el área donde se encuentra, puede ser un número del 1 al 15, si el número es el 0, indica que el componente se encuentra en la línea principal (backbone). El segundo número indica la línea donde se encuentra, puede ser un número del 1 al 15. El tercer número indica el número de componente, puede ser un número del 1 al 255.

Las direcciones de grupo se emplean para definir funciones específicas del sistema, son las que determinan las asociaciones de dispositivos en funcionamiento. Las direcciones de grupo asignan la correspondencia entre elementos de entrada al sistema (sensores) y elementos de salida (actuadores).

En la configuración de una instalación KNX, la asignación de direcciones de grupo es básica para asegurar su funcionamiento.

7.2.5. Sistema SIMON VIS

El sistema SIMON es un sistema propietario (cerrado) creado por la empresa *Simon*.

Este sistema centraliza los dispositivos de control en el cuadro eléctrico de la vivienda, para que exista conexión con los distintos elementos sensores y actuadores por cableado propio.

Sus características principales son:

- Sistema centralizado.
- Basado en un autómata programable (PLC).
- Topología física de la red en estrella.
- Orientado a la gestión de pequeñas y medianas instalaciones.
- Modular, ampliable y reconfigurable.
- Uso de pulsadores eléctricos como interfaz de usuario.
- Sistema ideal para el control integral de la instalación eléctrica.

7.2.5.1. Funcionamiento

El PLC actúa como controlador central. Dispone de un lenguaje de programación de alto nivel.

El cableado de conexión entre el módulo de control y los módulos de entrada y salida se realiza a través de un bus de dos hilos, denominado 0-Data. Las conexiones con el PC, módem y módulos temporizadores se pueden realizar mediante RS-232 o RS-485.

El direccionamiento consiste en asignar un identificador numérico en función del terminal del módulo de entrada y de salida.

7.3. Estudio de las posibles aplicaciones domóticas para un laboratorio

El sistema cubrirá las siguientes necesidades.

- Control de luminosidad

El laboratorio está formado por un total de 18 luminarias, que se distribuirán en tres grupos. El control de la luminosidad dependerá de si se encuentra en modo automático o manual.

Cuando el sistema se encuentre en modo manual se podrán encender y apagar las luminarias por grupos, así como asignarles un valor de potencia (0%-100%).

Cuando el sistema se encuentre en modo automático el control de la luminosidad del laboratorio estará regulado a través de tres sensores. Se deberá introducir un valor de consigna (cantidad de Lux que se desean) y una vez leídos los sensores las luminarias irán subiendo o bajando su intensidad hasta alcanzar el valor de consigna.

El principal objetivo de la regulación lumínica es el ahorro energético, ya que regulará la luz según las condiciones ambientales. Por ejemplo, en un día luminoso se encenderá la luz al mínimo nivel, con el consiguiente ahorro de energía asociado.

- Control de sombreado

Se podrá hacer uso de un pulsador de subida y otro de bajada los cuales controlarán el motor de subida y de bajada de la persiana.

Este control no estará ligado con el control de luminosidad, es decir, si el día es muy soleado las persianas no se bajarán a no ser que se haga uso de los pulsadores, simplemente las luminarias tendrían un valor más bajo.

- Control de acceso y seguridad

Se controlará el acceso al laboratorio, haciendo un listado de las entradas y las salidas.

- Climatización

Se dispone de dos sensores de temperatura dentro del laboratorio y otro fuera.

Para la climatización se deberá introducir una consigna de temperatura, es decir, la temperatura que se desea dentro del laboratorio.

Se obtendrán las medidas de los dos sensores que se encuentran dentro del laboratorio y del que se encuentra en el exterior.

En función de la temperatura del interior y de la consigna se activará una válvula de calor (si la consigna es mayor que la temperatura del interior) o una de frío (si la consigna es menor que la temperatura del interior).

El aire procedente del interior se mezclará con aire del exterior antes de ser impulsado de nuevo al interior del laboratorio.

- Gestión energética

El sistema dispondrá de equipos analizadores de redes para monitorizar consumos del sistema de iluminación del laboratorio. Con estos equipos se obtendrán las medidas de energía y potencia (activas y reactivas).

Se medirá también el consumo de cada puesto de trabajo para el registro del uso del laboratorio.

8 Resultados finales

En el presente capítulo se explicará el funcionamiento de los sistemas diseñados, se irá desde detalles más generales a los más específicos realizando las explicaciones oportunas.

Se describirán las diferentes soluciones elegidas para llevar a cabo la puesta en marcha del sistema.

Se diseñarán dos sistemas independientes. Uno de los sistemas estará basado en un sistema KNX (??), y otro será un sistema domótico controlado por autómatas programables (??).

8.1. Proyecto para domotizar un laboratorio genérico basado en KNX

En secciones anteriores (??) se ha explicado el funcionamiento de este tipo de protocolo, en este capítulo se explicarán los pasos seguidos y los elementos empleados para domotizar el laboratorio.

8.1.1. Elementos utilizados

Los elementos utilizados para este proyecto son los siguientes:

• Fuente de alimentación

La fuente de alimentación utilizada será *KNX Fuente de alimentación REG-K/640 mA*. Su fabricante es SCHNEIDER.

La fuente de alimentación KNX REG-K proporciona energía a los componentes de bus de una línea. Por cada línea de bus se requiere, como mínimo, una fuente de alimentación.

La fuente de alimentación suministra una baja tensión de seguridad estabilizada de $30V_{CC}$.

Está protegida contra cortocircuitos y cuenta con un limitador de tensión y de corriente. Las intensidades de salida demasiado altas se señalan con un indicador en rojo (sobrecorriente).

La longitud máxima del cable entre la fuente de alimentación y el componente de bus más alejado es de $350m$.

Es resistente a cortocircuitos, y presenta un limitador de voltaje y corriente.

• Pasarela

Se utilizará una pasarela DALI, *KNX DALI-Gateway REG-K/1/16(64)/64/IP1*, la cual controlará las luminarias del laboratorio. Su fabricante es SCHNEIDER.

Ésta está conectada al bus, y de ella colgarán los balastos (*luminarias*).

Este dispositivo transforma los comandos *switch* y *dim* del sistema KNX en telegramas DALI y la información del bus DALI en telegramas KNX.

Se pueden establecer hasta 16 grupos y además del control grupal, se podrán controlar hasta 64 ECG de manera individual.

En este proyecto las luminarias estarán distribuidas de la siguiente forma, se dispone de tres grupos donde cada grupo está formado por seis luminarias. Todas estas estarán controladas por la misma pasarela.

Posee unos objetos de comunicación, que son los que permiten el control del comando, estado, valor, alarmas, etc. que se controlarán en el ETS5, ??.

En el caso de este proyecto, se han utilizado los objetos de comunicación relacionados con el comando, (*ECG, Conexión, Encender/Apagar*), con el estado de la luminaria, (*ECG, Estado, Encender/Apagar*), el valor (*ECG, Asignar valor, Valor*).



Figura 8.1.1.1 – Fuente de alimentación.



Figura 8.1.1.2 – Pasarela Dali.

Dispositivos	Número	Nombre	Función del Objeto	Descripción	Dirección de	Longitu	C	R	W	T	U	Tipo de Dat	Priorida
Carpetas Dinámicas	#167	ECG 1, Conexión	Encender/Apagar	1	1/0/0, 1/3/0	1 bit	C	-	W	-	-	switch	Bajo
1.1.- KNX Fuente de alimentación REG-K/640 mA	#168	ECG 1, Regulación	Más claro/más oscuro	1		4 bit	C	-	W	-	-	dimming c.	Bajo
1.1.- KNX Fuente de alimentación REG-K/320 mA	#169	ECG 1, asignar valor	Valor	1	1/0/1	1 byte	C	-	W	-	-	percentage	Bajo
1.1.1 KNX DALI-Gateway REG-K/1/16(64)/64/1P1	#171	ECG 1, Estado	Encender/Apagar	1	1/1/0	1 bit	C	R	-	-	-	switch	Bajo
1.1.1 KNX DALI-Gateway REG-K/1/16(64)/64/1P1	#172	ECG 1, Estado	Valor	1		1 byte	C	R	-	-	-	percentage	Bajo
1.1.2 KNX ARGUS presencia con regulador de luz + IR	#173	ECG 1, Estado de fallo	Estado	1	1/1/1	1 byte	C	R	-	-	-	alarm class	Bajo
1.1.3 KNX ARGUS presencia con regulador de luz + IR	#174	ECG 1, Horas de funcionamien...	Valor	1		4 bytes	C	R	-	-	-	counter pul...	Bajo
1.1.4 KNX ARGUS presencia con regulador de luz + IR	#175	ECG 1, vida útil superada	SI/No	1		1 bit	C	R	-	-	-	boolean	Bajo

Figura 8.1.1.3 – Objetos de comunicación pasarela DALI.

• Sensores luminosidad

El sensor de luminosidad que se ha utilizado en este proyecto es *KNX ARGUS presencia con regulador de luz + IR*. Su fabricante es SCHNEIDER.

El sensor de luminosidad integrado mide constantemente la luminosidad y procesa esta información en la aplicación.

La regulación de luz permite alcanzar de forma permanente la luminosidad deseada que se ajuste en el ETS.



Figura 8.1.1.4 – Sensor de luminosidad.

En este proyecto se han utilizado tres sensores de este tipo, cada uno de ellos regulará un grupo en función de la luminosidad del laboratorio y la luminosidad deseada.

Los objetos de comunicación de este sensor son los que se muestran en la imagen ???. Éste sensor a partir de sus objetos de comunicación nos permitirá elegir el modo de funcionamiento (*Objeto automático/manual*), asignar el valor correspondiente a las luminarias dependiendo del valor de la consigna (*Valor de ajuste 1*), etc.

Dispositivos	Número	Nombre	Función del Objeto	Descripción	Dirección de	Longitu	C	R	W	T	U	Tipo de Dat	Priorida
Carpetas Dinámicas	#160	Comutación de salida	regulación	Z01_S200_AR...0/0/3		4 bit	C	-	-	-	-	switch	Bajo
1.1.- KNX Fuente de alimentación REG-K/640 mA	#161	Salida de regulación	regulación			4 bit	C	-	-	-	-	T	Bajo
1.1.- KNX Fuente de alimentación REG-K/320 mA	#162	Valor de ajuste 1	regulación	Z01_S200_AR...0/0/4, 1/0/1, 1...		1 byte	C	-	-	-	-	percentage	Bajo
1.1.1 KNX DALI-Gateway REG-K/1/16(64)/64/1P1	#164	Modo de funcionamiento real...	regulación	EDIR01_NO_Z...0/0/7, 1/2/1		1 bit	C	-	-	-	-	boolean	Bajo
1.1.1 KNX DALI-Gateway REG-K/1/16(64)/64/1P1	#168	Entrada de interruptor	regulación	EDIR01_NO_Z...0/0/7, 1/2/1		1 bit	C	-	W	-	-	boolean	Bajo
1.1.2 KNX ARGUS presencia con regulador de luz + IR	#169	Entrada de regulación	regulación			4 bit	C	-	W	-	-		Bajo
1.1.3 KNX ARGUS presencia con regulador de luz + IR	#170	Entrada de valor	regulación			1 byte	C	-	W	-	-		Bajo
1.1.4 KNX ARGUS presencia con regulador de luz + IR	#171	Valor de ajuste de iluminación	regulación	Z10_L_SET	0/0/2	2 bytes	C	-	W	-	-	lux (Lux)	Bajo
1.1.5 Interface de pulsadores Plus doble	#172	Objeto automático/manual	regulación	EDIR01_NO_Z...0/0/6, 0/0/1, 1...		1 bit	C	-	W	-	-	boolean	Bajo
1.1.6 Interface de pulsadores Plus doble	#107	Valor real resultante	enviar	EDIR01_NO_Z...0/0/5, 1/2/0		2 bytes	C	-	-	-	-	lux (Lux)	Bajo
1.1.7 Interface de pulsadores Plus doble	#109	Objeto de realimentación	Pausa de seguridad			1 bit	C	-	W	-	-		Bajo
1.1.8 SCN-RT1xPxux Raumtemperaturregler/-sensor	#110	Objeto de realimentación	Valor luminous. actual...			1 byte	C	-	W	T	U		Bajo

Figura 8.1.1.5 – Objetos de comunicación sensores.

Además de los objetos de comunicación, imagen ??, se podrán configurar una serie de parámetros como por ejemplo, hacer un escalado previo del valor de la luminosidad en el laboratorio para que la lectura del sensor sea la correcta.

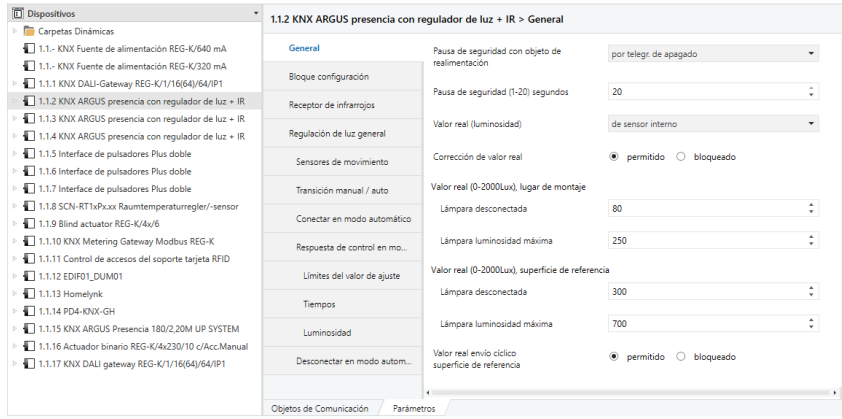


Figura 8.1.1.6 – Configuración de parámetros de los sensores.

• Pulsadores

El pulsador utilizado será *Interface de pulsadores Plus doble*, MTN670804. Su fabricante es SCHNEIDER.

Se podrá hacer uso de estos pulsadores para el encendido y apagado por grupos.

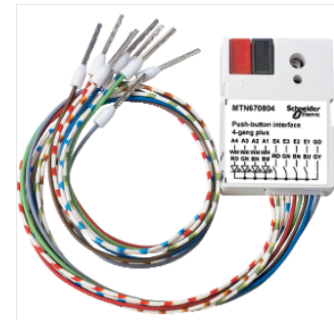


Figura 8.1.1.7 – Pulsadores.

Los objetos de comunicación de estos sensores son los mostrados en la imagen ??, en ellos aparecen las entradas y las salidas.

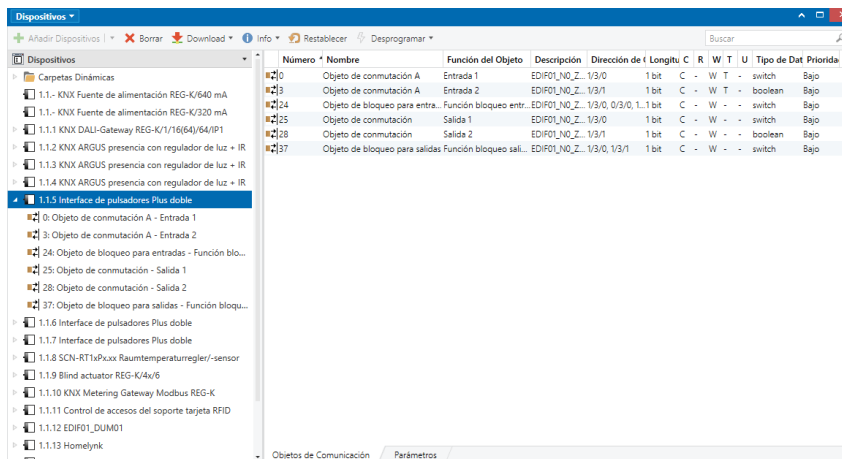


Figura 8.1.1.8 – Objetos de comunicación pulsadores.

En la imagen ?? se muestran los parámetros de configuración del sensor, por ejemplo el numero de entradas y de salidas, el tiempo de rebote, etc.

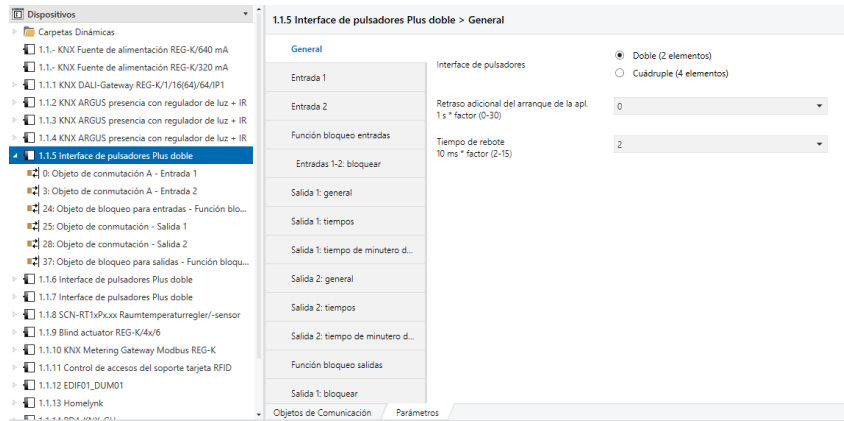


Figura 8.1.1.9 – Configuración de parámetros de los pulsadores.

• Sistemas de medida de potencia y energía

El sistema de medida de potencia y energía son *KNX Metering Gateway Modbus REG-K, MTN6503-0201*. Su fabricante es SCHNEIDER.

Este dispositivo obtendrá las medidas de potencia activa, potencia reactiva, energía activa y energía reactiva. Al igual que los elementos anteriores irá conectado al bus.

Las medidas realizadas por este dispositivo servirán para conocer el consumo del laboratorio.

Los objetos de comunicación de este dispositivo, ??, hacen referencia únicamente a la energía y a la potencia medida.



Figura 8.1.1.10 – Sistemas de medida.

Número	Nombre	Función del Objeto	Descripción	Dirección de t	Longitud	C	R	W	T	U	Tipo de Dat	Prioridad
14	Total active power kW (EM3255) - Metering de...	EDIF01_NO_Z_1/4/2	2 bytes	C	R	-	T	-	-	-	power (kW)	Bajo
15	Total reactive power kVA (EM3255) - Metering...	EDIF01_NO_Z_1/4/3	2 bytes	C	R	-	T	-	-	-	power (kW)	Bajo
16	Total apparent power kVA (EM3255) - Meterin...	EDIF01_NO_Z_1/4/0	2 bytes	C	R	-	T	-	-	-	Bajo	Bajo
17	Active energy counter kWh (EM3255) - Meterin...	EDIF01_NO_Z_1/4/0	4 bytes	C	R	-	T	-	-	-	active ener...	Bajo
18	Reactive energy counter kVAh (EM3255) - Met...	EDIF01_NO_Z_1/4/1	4 bytes	C	R	-	T	-	-	-	reactive en...	Bajo

Figura 8.1.1.11 – Objetos de comunicación medidores.

• **Actuador persianas**

En este apartado se muestra el dispositivo utilizado para la control de persianas. Su fabricante es SCHNEIDER.

Este dispositivo permitirá subir o bajar la persiana del laboratorio.



Figura 8.1.1.12 – Actuador persianas.

Los objetos de comunicación del control de persianas, son los mostrados en la imagen ??.

Número	Nombre	Función del Objeto	Descripción	Dirección de	Longitu	C	R	W	T	U	Tipo de Dat	Priorida
#20	Movement object for manual...	Channel 1			1 bit	C	-	W	-	-	Bajo	
#21	Stop/step object in manual m...	Channel 1	EDIF01_NO_Z... 1/5/0		1 bit	C	-	W	-	-	switch	Bajo
#22	Height in manual mode	Channel 1			1 byte	C	-	W	-	-	Bajo	
#23	Stat in manual mode	Channel 1			1 byte	C	-	W	-	-	Bajo	

Figura 8.1.1.13 – Objetos de comunicación control de acceso.

• **Control de acceso**

Los objetos de comunicación del control de acceso, son los mostrados en la imagen ??.

Número	Nombre	Función del Objeto	Descripción	Dirección de	Longitu	C	R	W	T	U	Tipo de Dat	Priorida
#20	Puerta/Luz de Cortesía	1.001 DPT_Switch	EDIF01_NO_Z... 1/7/0		1 bit	C	R	W	T	-	switch	Bajo
#22	Permitir inserción de tarjeta	1.003 DPT_Enable			1 bit	C	R	W	T	-	Bajo	
#23	Fecha	11.001 DPT_Date	EDIF01_NO_Z... 1/7/1		3 bytes	C	-	W	-	-	date	Bajo
#24	Hora	10.001 DPT_Time	EDIF01_NO_Z... 1/7/2		3 bytes	C	-	W	-	-	time of day	Bajo
#25	Número de instalación	7.001 DPT_Value_2_U...			2 bytes	C	-	W	-	-	Bajo	
#26	Datos del cliente/usuario	NO_DPT	EDIF01_NO_Z... 1/7/3		10 bytes	C	-	W	-	-	Bajo	
#27	Código de acceso	15.000 DPT_Access_D...			4 bytes	C	-	-	T	-	Bajo	
#28	Escena 1	1.003 DPT_Enable			1 bit	C	R	-	T	-	Bajo	
#29	Escena 2	1.003 DPT_Enable			1 bit	C	R	-	T	-	Bajo	
#30	Escena 3	1.003 DPT_Enable			1 bit	C	R	-	T	-	Bajo	
#31	Escena 4	1.003 DPT_Enable			1 bit	C	R	-	T	-	Bajo	
#32	Energía habilitada	1.003 DPT_Enable			1 bit	C	R	-	T	-	Bajo	
#33	Luz de estancia habilitada	1.003 DPT_Enable			1 bit	C	R	-	T	-	Bajo	
#34	Entrada 1	1.001 DPT_Switch			1 bit	C	R	-	T	-	Bajo	
#35	Entrada 2	1.001 DPT_Switch			1 bit	C	R	-	T	-	Bajo	
#36	Alarm	1.005 DPT_Alarm	EDIF01_NO_Z... 1/7/4		1 bit	C	R	-	T	-	switch	Bajo

Figura 8.1.1.14 – Objetos de comunicación control de acceso.

- **HomeLynk**

Se podrá uso de un “*HomeLynk*”, este elemento realiza la función de WebServer y nos permitirá controlar en tiempo real distintas tareas, el funcionamiento de este dispositivo se explicará en el capítulo ??.



Figura 8.1.1.15 – Dispositivo HomeLynk

8.1.2. Funcionamiento ETS5

Dentro de esta sección se procederá a la explicación del funcionamiento del programa utilizado para el diseño del sistema, en este caso se ha utilizado el ETS5.

Al comienzo, una vez abierto el programa, el aspecto que muestra en el mostrado en la figura ??.

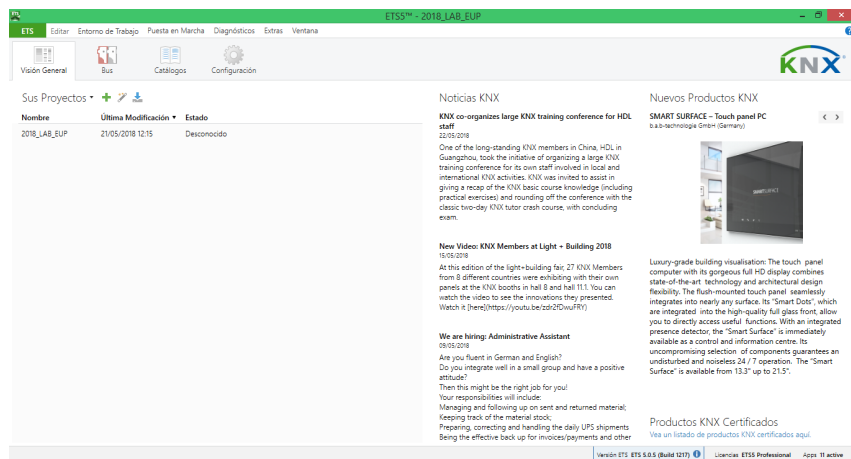


Figura 8.1.2.1 – Pantalla de inicio ETS5.

Dentro de la pantalla de inicio, aparecerán los proyectos cargados en el ETS, en este caso, únicamente está cargado el proyecto *2018.LAB.EUP*, en este menú se podrán visualizar el monitor de bus, de grupos, etc.

Una vez seleccionado el proyecto que se quiere editar se pasará a la siguiente pantalla, imagen ??.

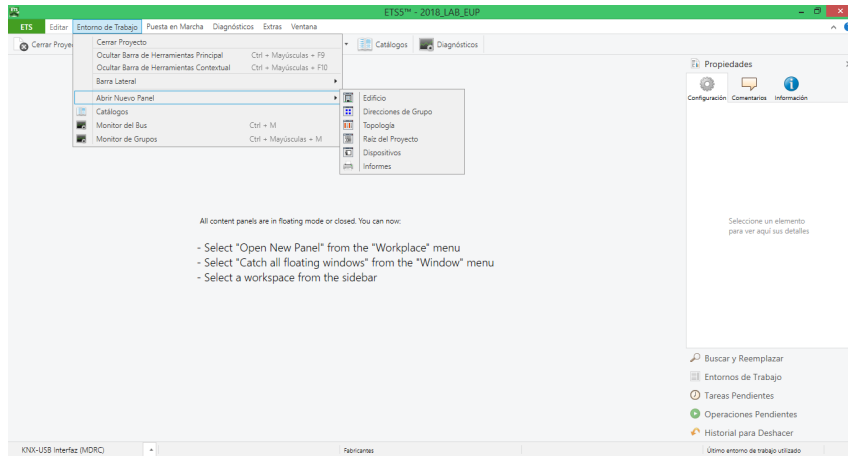


Figura 8.1.2.2 – Pantalla selección entorno de trabajo ETS5.

Se podrá seleccionar que entorno de trabajo se quiere ver, las opciones que el programa nos permite seleccionar son edificio, direcciones de grupo, topología, raíz del proyecto, dispositivos e informes. A continuación, se explicará el funcionamiento de cada uno de estos entornos.

Si se selecciona la opción de *TOPOLOGÍA* se abrirá la pantalla que se muestra en la imagen ??.

Esta pantalla muestra todos los elementos que componen el sistema, cada uno de ellos estará formado por diferentes objetos de comunicación y diferentes parámetros que se podrán configurar por el usuario.

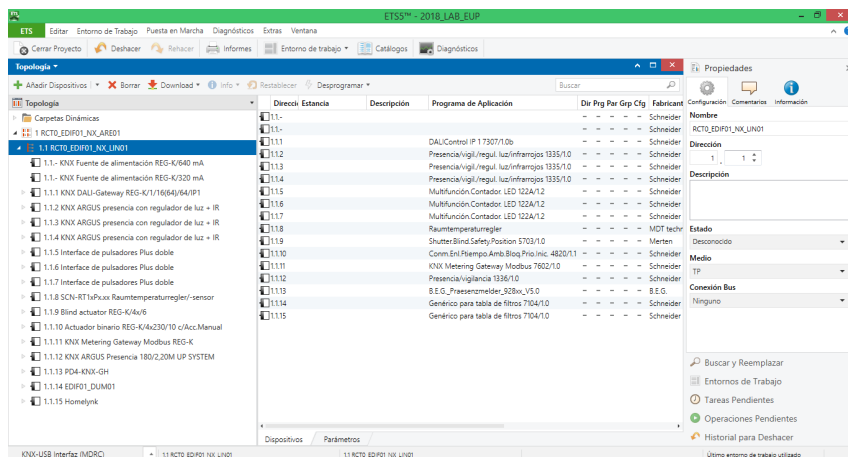


Figura 8.1.2.3 – Pantalla topología ETS5.

Si selecciona la opción de *DISPOSITIVOS* se abrirá la pantalla que se muestra en la imagen ??.

En esta pantalla, a diferencia que en topología que sólo aparecen los dispositivos usados, aparecen todos los dispositivos cargados dentro del proyecto, se estén utilizando o no.

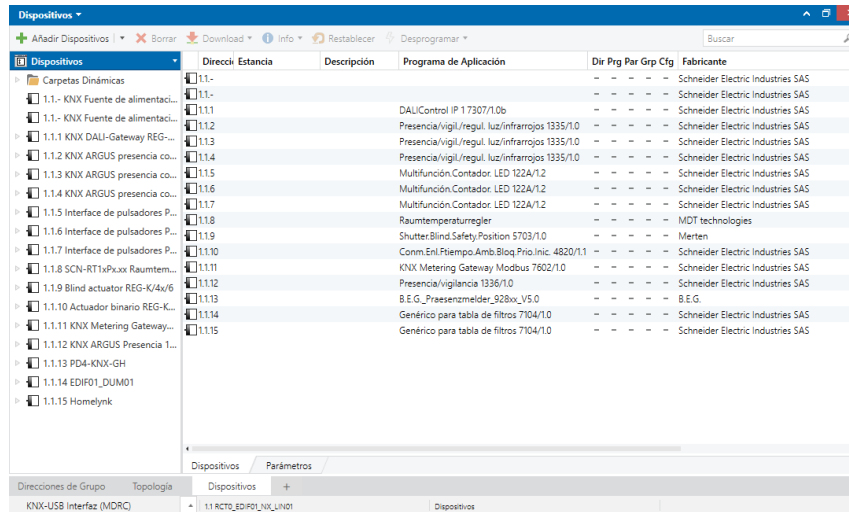


Figura 8.1.2.4 – Pantalla dispositivos ETS5.

Si se selecciona la opción de *DIRECCIONES DE GRUPO* aparecerá la pantalla que se muestra en la imagen ??.

Es en esta pantalla en donde se programa el sistema, dentro de cada dirección de grupo se insertarán los distintos objetos de comunicación de cada dispositivo dependiendo del uso que se le quiera dar.

Es importante que dentro de cada dirección de grupo los objetos de comunicación que haya dentro sean todos del mismo tipo de datos, ya que en caso contrario el funcionamiento no será el correcto.

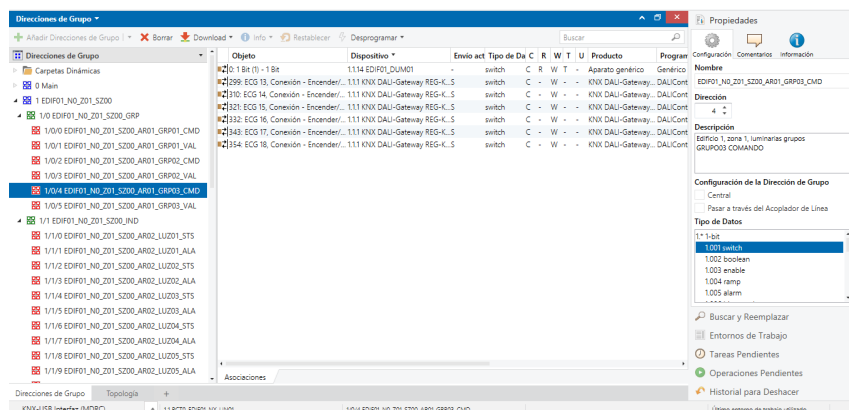


Figura 8.1.2.5 – Pantalla direcciones de grupo ETS5.

Si se selecciona la opción de edificios, se abrirá la pantalla que se muestra en la imagen ???. Dentro de esta pantalla aparece un resumen del proyecto en sí, es decir, de las líneas, de las áreas que lo componen y de sus dispositivos.

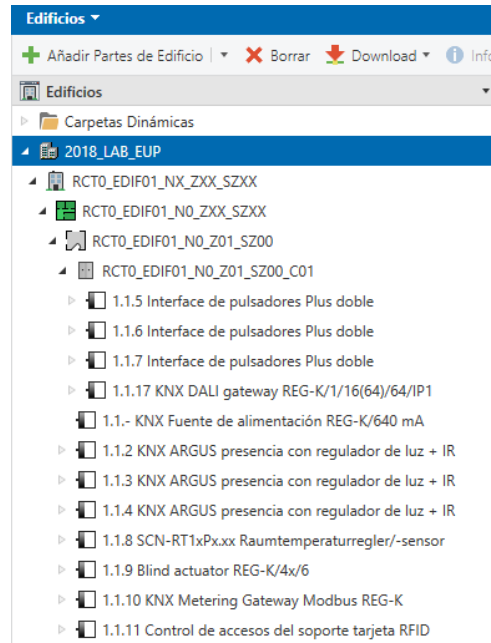


Figura 8.1.2.6 – Pantalla edificios ETS5.

Si se selecciona la opción de raíz del proyecto se abrirá la pantalla que se muestra en la imagen ??.

En esta pantalla se muestran todas pantallas anteriores juntas, es decir, se podrá navegar por la pantalla de topología, direcciones de grupo, etc. a la vez.

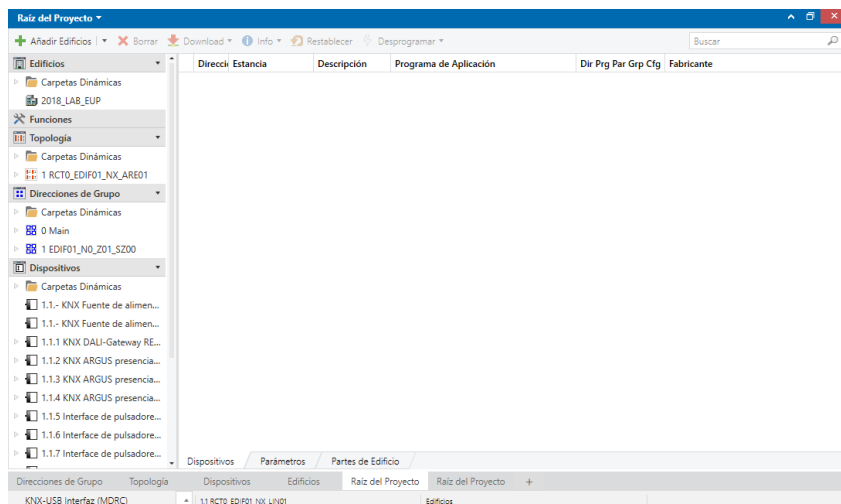


Figura 8.1.2.7 – Pantalla raíz del proyecto ETS5.

8.1.3. Funcionamiento del sistema

En este capítulo se explicará el funcionamiento del sistema diseñado en ETS y las soluciones adoptadas para el correcto funcionamiento del mismo.

8.1.3.1. Control luminosidad

El control de luminosidad como se ha explicado en la sección ??, consistirá en mandar las órdenes de encendido y apagado de las luminarias y el valor de éstas, y recoger los estados de las luminarias y sus alarmas.

Se ha creado una dirección de grupo dentro de la cual se encuentra el objeto de comunicación del comando de todas las luces que forman un grupo, el resultado se muestra en la imagen ??.

Direcciones de Grupo	Objeto *	Dispositivo	Envío act	Tipo de Da
Carpetas Dinámicas	0: 1 Bit (1) - 1 Bit	1.1.14 EDIF01_DUM01	S	switch
0 Main	167: ECG 1, Conexión - Encender/A...	1.1.1 KNX DALI-Gateway REG-K...S		switch
1 EDIF01_N0_Z01_SZ00	178: ECG 2, Conexión - Encender/A...	1.1.1 KNX DALI-Gateway REG-K...S		switch
1/0 EDIF01_N0_Z01_SZ00_GRP	189: ECG 3, Conexión - Encender/A...	1.1.1 KNX DALI-Gateway REG-K...S		switch
1/0/0 EDIF01_N0_Z01_SZ00_AR01_GRP01_CMD	200: ECG 4, Conexión - Encender/...	1.1.1 KNX DALI-Gateway REG-K...S		switch
1/0/1 EDIF01_N0_Z01_SZ00_AR01_GRP01_VAL	211: ECG 5, Conexión - Encender/A...	1.1.1 KNX DALI-Gateway REG-K...S		switch
	222: ECG 6, Conexión - Encender/...	1.1.1 KNX DALI-Gateway REG-K...S		switch

Figura 8.1.3.1 – Ejemplo de dirección de grupo para el comando de las luminarias por grupos.

Por otra parte, se ha creado otra dirección de grupo dentro de la cual se encuentran los objetos de comunicación asociados al valor de las luminarias y también el objeto de comunicación *Valor de ajuste* del sensor, ??, este último es el que envía a que porcentaje se deben de ajustar las luminarias.

Direcciones de Grupo	Objeto *	Dispositivo	Envío act	Tipo de Da
Carpetas Dinámicas	28: 1 Byte (1) - 1 Byte	1.1.14 EDIF01_DUM01	S	percentag...
0 Main	62: Valor de ajuste 1 - regulación	1.1.2 KNX ARGUS presencia co... -		percentag...
1 EDIF01_N0_Z01_SZ00	169: ECG 1, asignar valor - Valor	1.1.1 KNX DALI-Gateway REG-K...S		percentag...
1/0 EDIF01_N0_Z01_SZ00_GRP	180: ECG 2, asignar valor - Valor	1.1.1 KNX DALI-Gateway REG-K...S		percentag...
1/0/0 EDIF01_N0_Z01_SZ00_AR01_GRP01_CMD	191: ECG 3, asignar valor - Valor	1.1.1 KNX DALI-Gateway REG-K...S		percentag...
1/0/1 EDIF01_N0_Z01_SZ00_AR01_GRP01_VAL	202: ECG 4, asignar valor - Valor	1.1.1 KNX DALI-Gateway REG-K...S		percentag...
1/0/2 EDIF01_N0_Z01_SZ00_AR01_GRP02_CMD	213: ECG 5, asignar valor - Valor	1.1.1 KNX DALI-Gateway REG-K...S		percentag...
	224: ECG 6, asignar valor - Valor	1.1.1 KNX DALI-Gateway REG-K...S		percentag...

Figura 8.1.3.2 – Ejemplo de dirección de grupo para la regulación de las luminarias por grupos.

El sistema recogerá el estado (encendido o apagado) de la luminaria y si se encuentra o no en estado de alarma, estos dos datos se ha decidido recogerlos de manera individual para cada luminaria. Para esto únicamente será necesario insertar en cada dirección de grupo el objeto de comunicación correspondiente del estado y de la alarma para cada una de las luminarias, como se muestra en las imágenes ?? y ??.

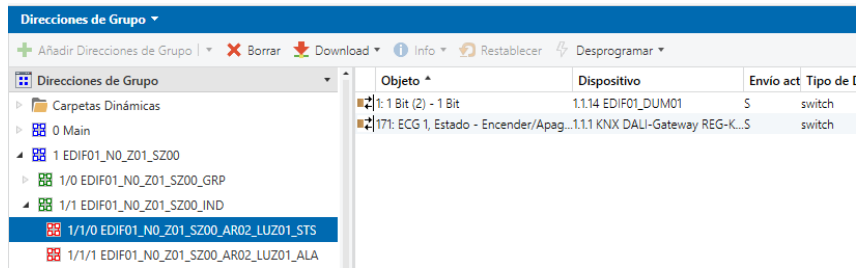


Figura 8.1.3.3 – Ejemplo de dirección de grupo del estado de las luminarias individualmente.

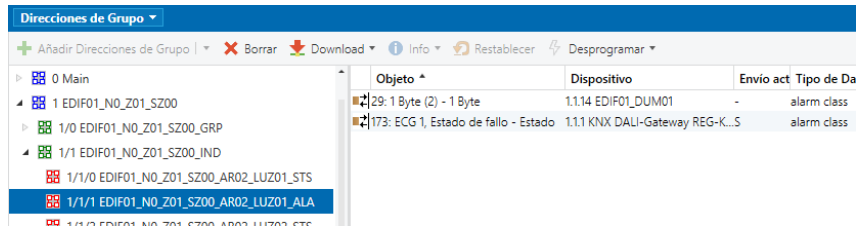


Figura 8.1.3.4 – Ejemplo de dirección de grupo del estado de alarma de las luminarias individualmente.

Cuando el sistema se encuentre en modo automático, los sensores serán los encargados de regular el valor de las luminarias, para ello es necesario asociar el objeto de comunicación de regulación del sensor a las luminarias a las que afectan, como se muestra en la imagen ??.

Además de estas direcciones de grupo, para que el sistema funcione de manera adecuada, es necesario crear otras tres direcciones de grupo. Se ha creado una dirección de grupo dentro de la cual se ha insertado el objeto de comunicación del sensor que nos indica el valor de luminosidad del laboratorio (imagen ?? y ??)

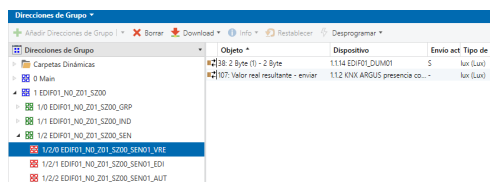


Figura 8.1.3.5 – Ejemplo de dirección de grupo para la lectura del sensor.

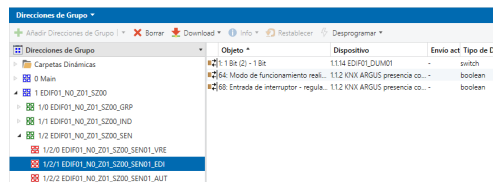


Figura 8.1.3.6 – Ejemplo de dirección de grupo para la configuración del sensor.

En otra dirección de grupo, se introduce el objeto de comunicación del sensor que configurará el modo de funcionamiento, automático o manual (imagen ??)

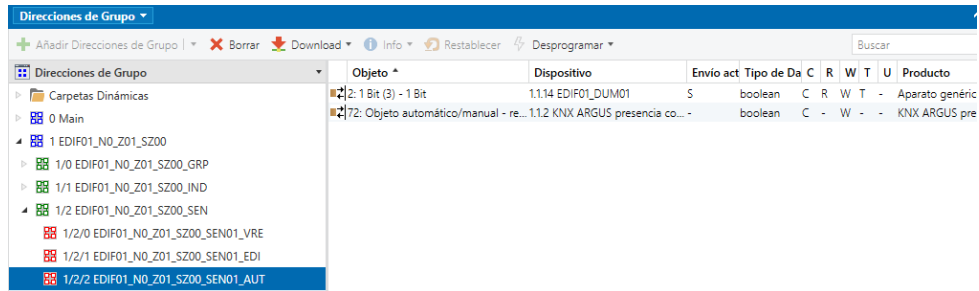


Figura 8.1.3.7 – Ejemplo de dirección de grupo de automático/manual.

En el sistema, se podrá hacer uso de tres pulsadores, cada pulsador afectará a seis luminarias.

Para ello, se ha creado otra dirección de grupo, dentro de ésta se insertará el objeto de comunicación del pulsador que conmuta una vez que se pulsa el pulsador y los balastos a los que afecta (imagen ??)

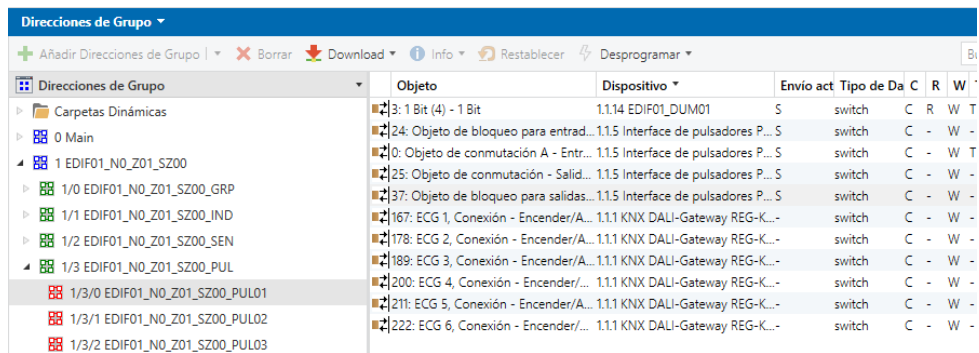


Figura 8.1.3.8 – Ejemplo de dirección de grupo de pulsador.

8.1.3.2. Equipos de medida

Se obtendrá el valor del consumo del laboratorio a partir de un equipo de medida.

Se obtendrán los valores de la energía activa y reactiva y de la potencia activa y reactiva.

La obtención de la energía activa y reactiva se muestra en las imágenes ?? y ??.

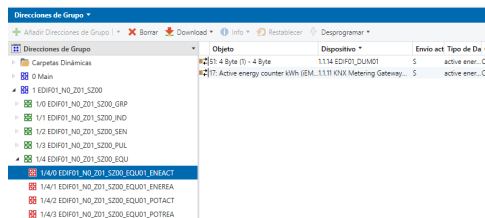


Figura 8.1.3.9 – Ejemplo de dirección de grupo para la obtención de la energía activa.

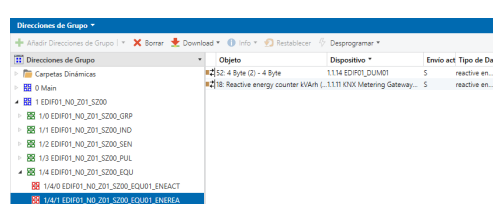


Figura 8.1.3.10 – Ejemplo de dirección de grupo para la obtención de la energía reactiva.

La obtención de la potencia activa y reactiva se muestra en las imágenes ?? y ??.

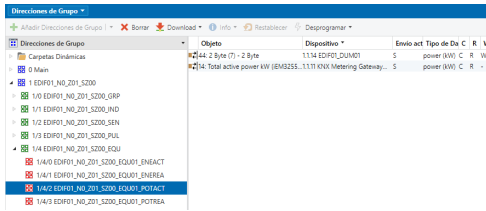


Figura 8.1.3.11 – Ejemplo de dirección de grupo para la obtención de la potencia activa.

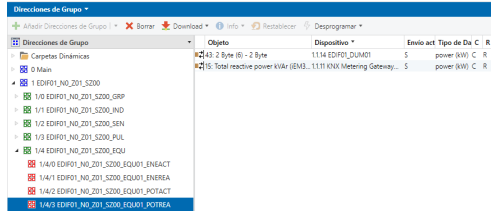


Figura 8.1.3.12 – Ejemplo de dirección de grupo para la obtención de la potencia reactiva.

8.1.3.3. Control sombreado

Se podrá controlar el funcionamiento de una persiana, para ello se ha creado una dirección de grupo con el objeto de comunicación que nos permite dicho movimiento.

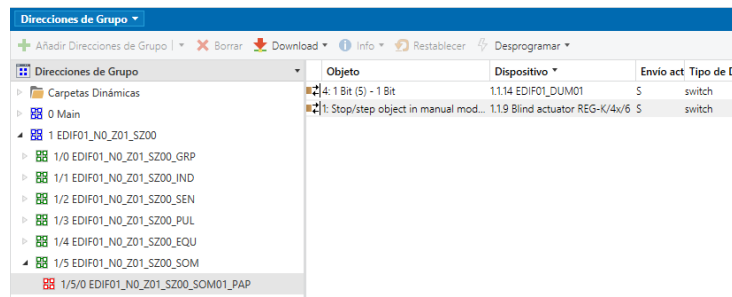


Figura 8.1.3.13 – Ejemplo de dirección de grupo control de sombread (persianas)

8.1.3.4. Control calefacción y ventilación

Se controlará la temperatura del interior del laboratorio, utilizando dos válvulas (calor y frío), para ello se han creado varias direcciones de grupo, una de ellas para lectura del interior del laboratorio, ??, otra donde se introducirá la consigna de temperatura y por último otra que activará las válvulas.

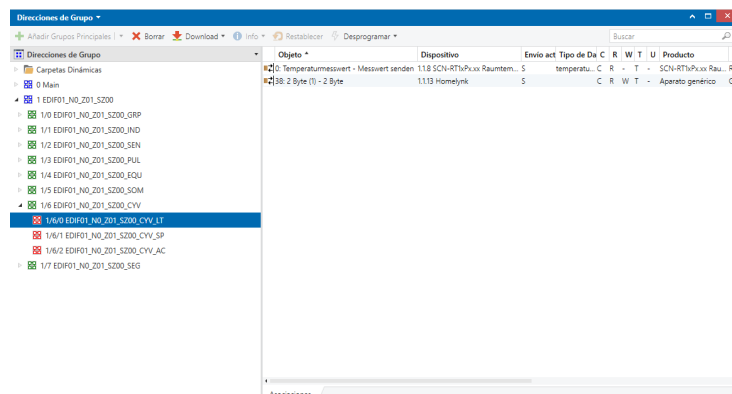


Figura 8.1.3.14 – Ejemplo de dirección de grupo lectura de temperatura

8.1.3.5. Control de acceso

Se controlará el acceso al laboratorio, en la imagen ?? se muestra la dirección de grupo creada para abrir la puerta, se debe utilizar el objeto de comunicación del dispositivo de acceso que nos permite esta acción.

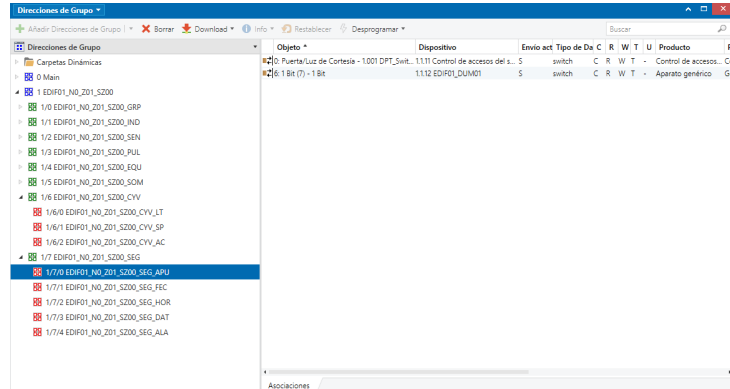


Figura 8.1.3.15 – Ejemplo de dirección de grupo control de acceso)

8.1.3.6. Control y mantenimiento remoto

Se podrá utilizar un “HomeLynk”, cuyo funcionamiento es el siguiente.

- **Regulación luminarias**

Para determinados usuarios será posible la modificación de estados y parámetros como el estado de las luminarias.

Las órdenes de encendido y apagado de las luminarias se enviarán desde el sinóptico pinchando en la zona que se desee.

- **Visualización del estado de planta**

Se podrá visualizar en el sinóptico el estado de las luminarias, las cuales variarán su color dependiendo del estado. También se podrá observar las horas de funcionamiento de dichas luminarias y su consumo.

- **Visualización de avisos y alarmas**

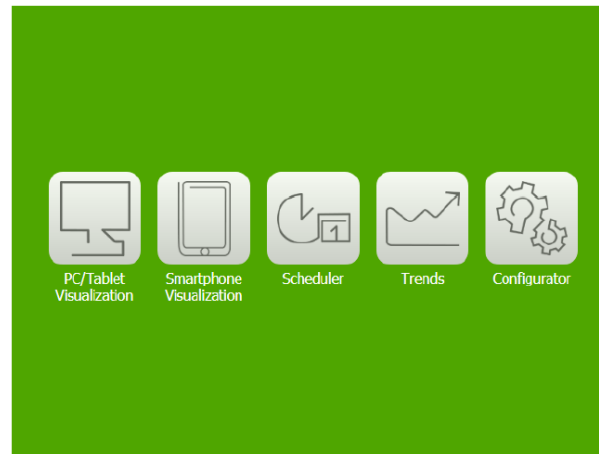


Figura 8.1.3.16 – Pantalla principal HomeLynk.

Como se muestra en la figura ??, en la página de inicio del WebServer se pueden elegir varias opciones haciendo clic sobre ellas.

La primera opción se elegirá si se está accediendo al WebServer desde una tablet o un ordenador, eligiendo esta opción no se podrán efectuar cambios dentro del WebServer. La segunda opción (Smartphone) se elegirá si se está accediendo al WebServer desde un teléfono móvil. La tercera opción se elegirá si lo que se desea es cambiar los horarios. La cuarta opción se elegirá si lo que se desea es obtener las tendencias, etc.

Para poder realizar cambios en el proyecto se hará clic sobre la primera opción “ PC/Tablet Visualización ” y se introducirá el nombre de usuario y la contraseña.



Figura 8.1.3.17 – Pantalla iluminación HomeLynk.

Como se observa en la figura ?? el laboratorio se divide en tres grupos, en cada grupo hay un sensor y se dispondrá de un botón de automático y manual, así como también de selección de consigna.

- **ON/OFF:** Se utilizará para encender o apagar las luminarias, en él se podrá observar

también el estado de las mismas (encendido o apagado).

- **VALOR:** Se seleccionará el valor al que se desean configurar las luminarias (0% - 100%)
- **ALARMA:** Se visualizará una campana amarilla en caso de que alguna luminaria se encuentre en estado de error.

Para acceder a la visualización de los consumos de deberá seleccionar la segunda opción en el panel de control.

Para acceder a la visualización del calendario de deberá seleccionar la tercera opción en el panel de control. En esta pestaña se podrán seleccionar los distintos horarios según los cuales se regularán los distintos parámetros del laboratorio.



Figura 8.1.3.18 – Pantalla consumos HomeLink.

En “CONSUMOS” como se muestra en la figura ?? aparecen las medidas de potencia y energía recogidas mediante un medidor de energía.

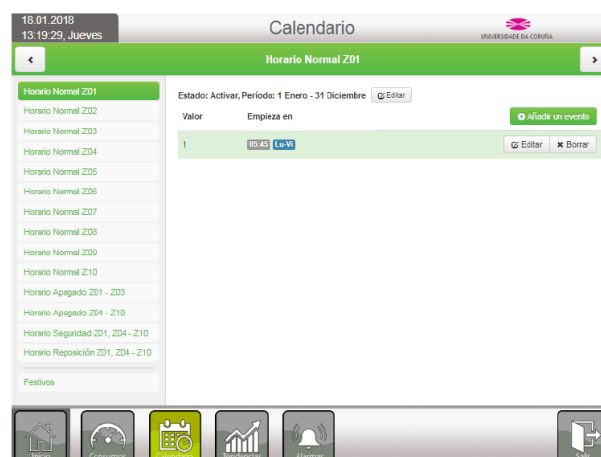


Figura 8.1.3.19 – Pantalla calendario HomeLink.

En esta pantalla se podrá ajustar los horarios de encendido, apagado y festivos del laboratorio. En la panel de la izquierda, imagen ??, se muestran todos los horarios que se pueden

configurar. Si se desea modificar algún horario se deberá seleccionar el horario que se desea cambiar, por ejemplo “ Horario Normal Z01 ”.

Dentro del apartado de tendencias se recogerán los datos de potencia activa y reactiva y energía activa que se obtienen a partir de los módulos de medida.

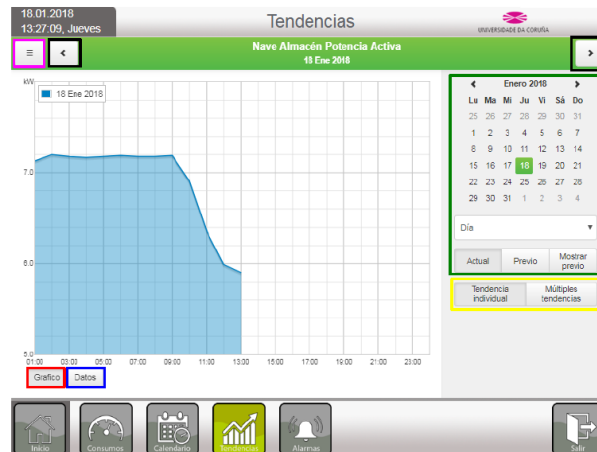


Figura 8.1.3.20 – Pantalla tendencias HomeLynk.

En el centro de la pantalla, como se muestra en la figura ?? aparecerán los datos recogidos de un día, se podrán visualizar en una gráfica haciendo clic sobre Gráfico (*cuadro rojo*) y en una tabla haciendo clic sobre Datos (*cuadro azul*).

En el panel de la derecha (*cuadro verde*) se podrá seleccionar que día se desea visualizar, también se podrá seleccionar si se desean visualizar los datos de manera diaria, semanal, etc. o sólo visualizar los datos de ese día o los datos obtenidos previamente.

Otra de las opciones que permite esta pantalla es la visualización de la tendencia individual o de varias tendencias a la vez (*cuadro amarillo*).

Para acceder a la visualización de alarmas de deberá seleccionar la quinta opción en el panel de control.

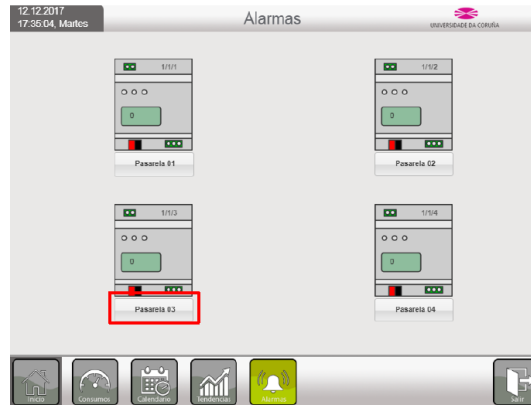


Figura 8.1.3.21 – Pantalla alarmas HomeLynk.



Figura 8.1.3.22 – Pasarela en estado de fallo

8.2. Proyecto para domotizar un laboratorio genérico basado en autómatas programables

8.2.1. Estación (PLC) utilizada

Se ha escogido un procesador M340 de la marca SCHNEIDER, estos procesadores gestionan toda la estación PLC, que está formada por módulos de entradas y salidas binarias, módulos de entradas y salidas analógicas, módulos de conteo y módulos de comunicación.

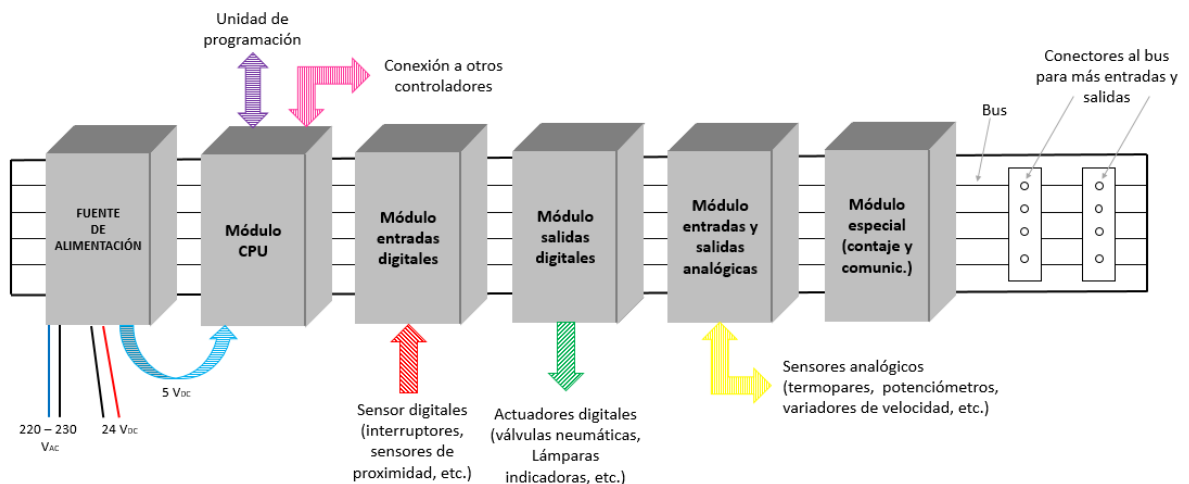


Figura 8.2.1.1 – Módulos que forman un PLC.

Cada estación del autómatas está provista de un procesador, que se elige según la potencia de procesamiento (número de entradas y salidas capaz de gestionar), capacidad de memoria y puertos de comunicación.

Según las características que se muestran a continuación, se ha elegido el procesador M340 2020.

Este procesador dispone de un canal de comunicaciones integrado dedicado a las comunicaciones Ethernet con dos conmutadores rotatorios que permiten una selección sencilla de la dirección IP. El módulo debe de tener una única dirección IP.

Las características de este procesador son las que se muestran en la siguiente tabla ??.

Características			Disponible
FUNCIONES	Número máximo de	E/S binarias del bastidor	1024
		E/S analógicas del bastidor	256
		Canales expertos	36
		Canales Ethernet	3
		Bus de campo AS-i	4
		Comunicación simultánea EF	16
	Cantidad máxima de módulos	USB	1
		Puerto de enlace Modbus serie incorporado	1
		Puerto maestro CANOpen incorporado	-
		Puerto Ethernet incorporado	1
Reloj de tiempo real que puede guardarse		Sí	
Capacidad de memoria de los datos de aplicación que puede guardarse			256Kb
Estructura de la aplicación	Tarea MAST		1
	Tarea FAST		1
	Procesamiento de eventos		64
Velocidad de ejecución del código de aplicación	RAM	100 % booleano	8,1Kins/ms
		65 % booleano	6,4Kins/ms
	interna	+ 35 % digital	
Tiempo de ejecución	Una instrucción booleana básica		0,12 μ s
	Una instrucción digital básica		0,17 μ s
	Una instrucción de coma flotante		1,16 μ s

Tabla 8.2.1.1 – Características procesador M340 2020

8.2.1.1. Módulo AMI 0410 (Entradas digitales)

Para las entradas digitales se ha utilizado el módulo AMI 0410, sus características se muestran a continuación:

Tipo de entradas		Entradas rápidas de alto nivel con punto común
Naturaleza de las entradas		Tensión/corriente
Números de canales		8
Tiempo de ciclo de adquisición		
	Rápido	$1ms + 1ms \times$ número de canales utilizados
	Predeterminado	$9ms$
Resolución de visualización		$16\ bits$
Filtrado digital		Primer orden
Aislamiento		
	Entre canales	No aislado
	Entre canales y bus	$1.400\ V_{CC}$
	Entre canales y puesta a tierra	$1.400\ V_{CC}$
Sobrecarga máxima autorizada para las entradas		Entradas de tensión: $\pm 30V_{CC}$ Entrada de corriente: $\pm 30mA$
Consumo de alimentación (3,3V)	Típico	$0,32W$
	Máximo	$0,48W$
Consumo de alimentación (24V)	Típico	$0,55W$
	Máximo	$1,01W$

Tabla 8.2.1.2 – Características módulo AMI 0410

8.2.1.2. Módulo DDO 1612 (Salidas digitales)

Para las salidas digitales se ha utilizado el módulo DDO 1612, éste es un módulo binario de $24V_{CC}$ conectado a través de un bloque de terminales de 20 pins, sus características se muestran a continuación:

Valores nominales	Tension	$24V_{CC}$
	Corriente	0,5A
Valores de umbral	Tensión	De 19V a 30V
	Corriente/canal	0,625A
	Corriente/módulo	10A
Paralelización de las salidas		3 (máximo)
Compatibilidad con entradas de CC		Si
Protecciones incorporadas	Protección contra las sobretensiones	Mediante diodo
	Protección contra las sobrecargas y los cortocircuitos	Mediante limitador de corriente
Tensión del preactuador	Aceptar	$>18V$
	Error	$<14V$
Tensión del preactuador: tiempo de respuesta de control	En la aparición	$8ms < T < 30ms$
	En la desaparición	$1ms < T < 3ms$
Consumo de alimentación de 3,3 V	Típico	79mA
	Máximo	111mA
Consumo del preactuador de 24V	Típico	23mA
	Máximo	32mA
Potencia disipada		2,26W (máximo)

Tabla 8.2.1.3 – Características módulo DD0 1612

8.2.1.3. Módulo DDI 1602 (Entradas analógicas)

Para las entradas analógicas se ha utilizado el módulo DDI 1602, sus características se muestran a continuación:

Valor de entrada nominal	Tensión	$24V_{CC}$	
	Corriente	$3,5mA$	
Valores límite de entrada	En 1	Tensión	$>11V$
		Corriente	$>2mA$
	En 0	Tensión	$5V$
		Corriente	$<1,5mA$
Alimentación del sensor	De 19 a 30V		
Tiempo de respuesta	Típico	$4ms$	
	Máximo	$7ms$	
Tensión del sensor: umbral de monitoriación	Aceptar	$>18V_{CC}$	
	Error	$<14V_{CC}$	
Consumo de alimentación de 3,3V	Típico	$76mA$	
	Máximo	$108mA$	
Consumo de alimentación del sensor	Típico	$46mA$	
	Máximo	$73mA$	
Potencia disipada	$2,5W$ (máximo)		

Tabla 8.2.1.4 – Características módulo DDI 1602

8.2.2. Programación PLC

A lo largo de este capítulo se explicará la programación utilizada para el diseño del PLC.

El programa utilizado para la programación del PLC es el *Unity Pro*, y el lenguaje utilizado es ST (estructurado).

Se han diseñado varios bloques, donde cada uno de ellos controla la iluminación (luminarias y persianas), el control de temperatura, etc.

8.2.2.1. Control luminarias

Se ha diseñado un bloque que controlará la iluminación del laboratorio. Su funcionamiento será el mismo que el explicado en capítulos anteriores, se podrá seleccionar dos modos de funcionamiento (automático o manual).

Si el modo seleccionado es el automático la regulación dependerá de la consigna introducida, si el modo de funcionamiento es el manual, se introducirá directamente el valor de las luminarias.

Se ha programado un control de alarmas, en la que se diferencian varios casos:

- Alarma de estado: Esta alarma se pondrá a uno en caso de que se de una orden al comando (encender o apagar) y cinco segundos después la luminaria no se encuentre

en el estado deseado.

- Alarma de horas de funcionamiento: Esta alarma se pondrá a uno en caso de que las horas de funcionamiento de una luminarias sobrepase las horas de vida útil de las luminarias.

8.2.2.2. Control persianas

Se ha diseñado un bloque para el control de persianas. Se podrá seleccionar el sentido de la misma (ascendente o descendente).

Al igual que el caso de las luminarias, se ha programado un control de alarmas, en este caso son las siguientes:

- Alarma de motor de subida: Esta alarma se pondrá a uno en caso de que se haya seleccionado el sentido ascendente de la persiana y no se active dicho motor.
- Alarma de motor de bajada: Esta alarma se pondrá a uno en caso de que se haya seleccionado el sentido descendente de la persiana y no se active dicho motor.

8.2.2.3. Control temperatura

Este bloque controlará la temperatura del interior del laboratorio a través de la consigna, de dos sensores de temperatura, de una válvula de calor y de otra de frío.

Las alarmas que se controlan en este bloque son las siguientes.

- Alarma de válvula de calor: Esta alarma se pondrá a uno en caso de que la temperatura en el interior de la sala sea menor a la consigna introducida y no se active la válvula de calor.
- Alarma de válvula de frío: Esta alarma se pondrá a uno en caso de que la temperatura en el interior de la sala sea mayor a la consigna introducida y no se active la válvula de frío.

También existiría la posibilidad de la instalación de un humectador, el funcionamiento de éste consistiría en añadir humedad al aire que impulsa, en el SCADA se muestra donde estaría colocado en el caso de que se añadiera en posibles ampliaciones (??).

Todas estas alarmas serán reconocidas por el PLC debido a que los circuitos devuelven una confirmación cuando el funcionamiento es el correcto.

8.2.2.4. Control de acceso

En este caso el control de acceso será el control de acceso al SCADA. Se dispone de varios usuarios y dependiendo del usuario introducido este podrá ver determinadas pantallas.

Se podrá descargar un documento de texto donde estarán reflejados todos los inicios de sesión con la fecha, hora y el nombre del usuario.

8.2.2.5. Control consumo

El consumo del laboratorio se obtendrá a través de unos medidores, éste será reflejado en cuatro gráficas que se mostrarán en el SCADA.

8.2.3. Diseño SCADA

Para el diseño del SCADA se ha utilizado el programa *Indusoft*, dentro de este se podrá navegar entre las pantallas para controlar el sistema. A continuación se muestran las pantallas diseñadas.

En la imagen ?? se muestra la pantalla de inicio del SCADA.

En la parte inferior de la pantalla aparece un menú, que nos permitirá avanzar entre pantallas mediante botones.

El orden de pantallas es el siguiente, en primer lugar está el icono de **INICIO**, pulsando este botón desde cualquier pantalla nos llevará a la pantalla de inicio. En segundo lugar aparece el botón de **ILUMINACIÓN**, pulsando el tercer botón se accederá al control de **PERSIANAS** y con el cuarto se accederá al control de **CLIMATIZACIÓN**. En el medio, aparecerá un resumen de las últimas alarmas, a la derecha de este panel, pulsando el botón que parece en quinto lugar se accederá al listado de **ALARMAS** total, pulsando el sexto botón se accede al control de **CONSUMO**, y con el séptimo botón se accederá al registro de **ACCESO**. Por último pulsando el último botón se podrá **SALIR** de la aplicación.

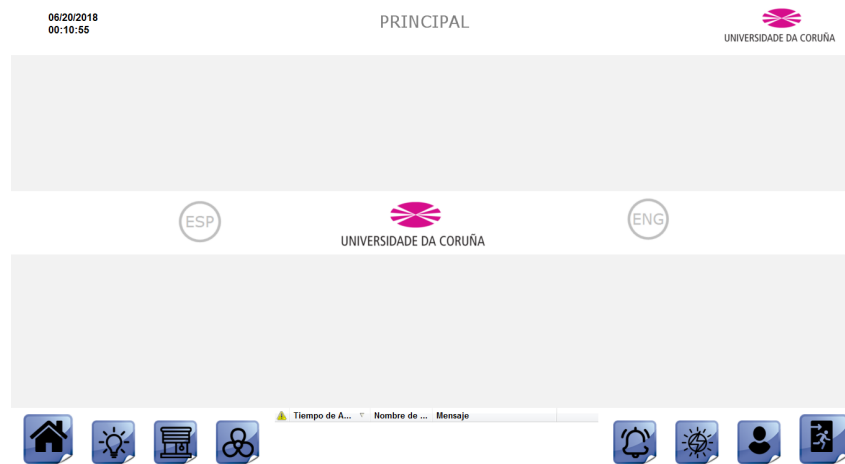


Figura 8.2.3.1 – Pantalla inicio SCADA.

En la imagen ?? se muestra la pantalla donde se podrán controlar las luminarias.

En ésta se puede hacer uso de un pulsador para seleccionar el modo automático o manual y se podrán insertar los valores de las luminarias (0 - 100%). También se podrá observar si alguna de las luminarias se encuentra en estado de alarma y los valores obtenidos por el sensor.



Figura 8.2.3.2 – Pantalla iluminación SCADA.

En la imagen ?? se muestran las luminarias cuando su estado es encendido (color amarillo) y en estado de error (campana roja).

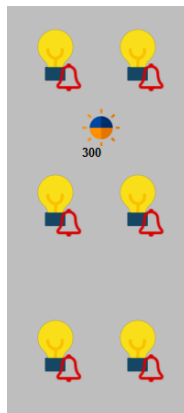


Figura 8.2.3.3 – Pantalla iluminación SCADA, luminarias encendidas y estado de error.

En la imagen ?? se muestra la pantalla del SCADA diseñada para el control de las persianas.

En éstas se podrá seleccionar, mediante un pulsador, activar el motor de subida, mediante otro activar el motor de bajada y finalmente un tercer pulsador para parar los motores. Se podrá observar también el porcentaje de subida de la persiana.



Figura 8.2.3.4 – Pantalla sombreado SCADA.

En la imagen ?? se muestra la pantalla diseñada para el control de la climatización.

Se seleccionará una consigna de temperatura, mediante la cual se activarán o no las válvulas de calor o de frío.



Figura 8.2.3.5 – Pantalla climatización SCADA.

En la imagen ?? se muestran las alarmas, en ella aparecerán las alarmas de las luminarias en caso de que deban estar encendidas y no lo estén, de los sensores, de los motores de las persianas y de las válvulas.

Las alarmas seguirán un código de color, de la siguiente forma:

- Rojo: Salta una alarma y ésta permanece activa.
- Verde: Salta una alarma, y se hace doble click sobre ella (alarma reconocida).
- Azul: Salta una alarma que ya no está activa pero no se ha reconocido.



Figura 8.2.3.6 – Pantalla alarmas SCADA.

En la imagen ?? se muestran los consumos del sistema, la energía activa y reactiva y la potencia activa y reactiva.

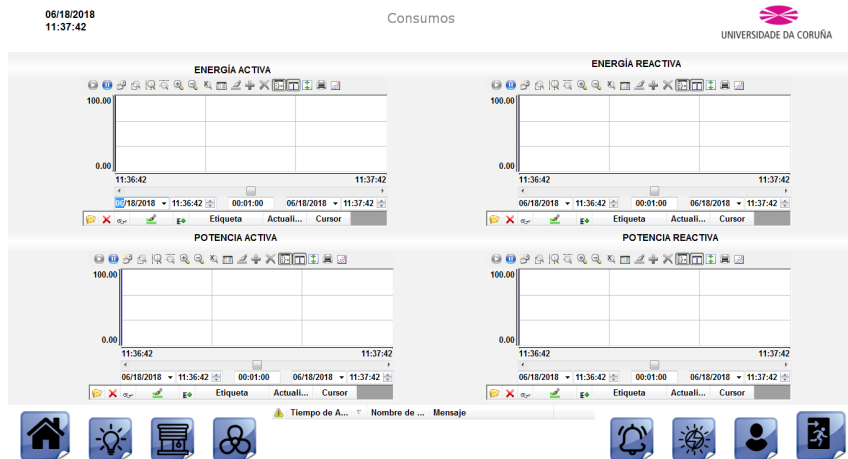


Figura 8.2.3.7 – Pantalla consumos SCADA.

En la imagen ?? se muestra un listado del acceso al laboratorio, aparecerá el nombre del usuario y la contraseña.



Figura 8.2.3.8 – Pantalla control acceso SCADA.

8.2.4. Comunicación SCADA - PLC

La comunicación entre el SCADA y el PLC será a través de ethernet.

Será necesario configurar el driver tanto en el Unity como en el SCADA, identificando en que posición de memoria están las variables, de que tipo son y la dirección IP del PLC.

Para la comunicación entre el PLC y el SCADA es necesario establecer en que posición de memoria se encuentran las variables que se desean leer o escribir. Las direcciones son las mostradas en la tabla ??, no han sido configuradas en el UNITY ya que sino no permitiría la simulación del proyecto.

Tabla 8.2.4.1 – Direcciones E/S

ENTRADAS			
Variable	Dirección	Variable	Dirección
L_AUTO_MAN_SCADA	%I0.0.0	P_BOTON_DOWN_SCADA	%I0.0.10
L_VAL_SCADA	%I0.0.1	P_BOTON_UP_SCADA	%I0.0.11
L_VAL_GRP_SCADA	%I0.0.2	P_BOTON_STOP_SCADA	%I0.0.12
L_SP_SCADA	%I0.0.3	P_LECTURA_PERSIANA_SCADA	%I0.0.13
L_MARGEN_ESCADA	%I0.0.4	Reserva	%I0.0.14
Reserva	%I0.0.5		%I0.0.15
	%I0.0.6		%I0.0.16
	%I0.0.7		%I0.0.17
	%I0.0.8		%I0.0.18
	%I0.0.9	%I0.0.19	
Variable	Dirección	Variable	Dirección
C_SP_SCADA	%I0.0.20		%I0.0.30
C_T_INT2_S_AUX	%I0.0.21		%I0.0.31
C_T_INT1_S_SCADA	%I0.0.22		%I0.0.32
C_MARGEN_SCADA	%I0.0.23		%I0.0.33
Reserva	%I0.0.24		%I0.0.34
	%I0.0.25		%I0.0.35
	%I0.0.26		%I0.0.36
	%I0.0.27		%I0.0.37
	%I0.0.28		%I0.0.38
	%I0.0.29		%I0.0.39
SALIDAS			
Variable	Dirección	Variable	Dirección
L_CMD_SCADA	%Q0.0.0	P_ALA_DOWN_SCADA	%Q0.0.10
L_ALA_SCADA	%Q0.0.1	P_ALA_STOP_SCADA	%Q0.0.11
L_STS_SCADA	%Q0.0.2	P_ALA_UP_SCADA	%Q0.0.12
L_ALA_HF_SCADA	%Q0.0.3	P_MOTOR_DOWN_SCADA	%Q0.0.13
L_SENSOR_SCADA	%Q0.0.4	P_MOTOR_UP_SCADA	%Q0.0.14
L_FUN_SCADA	%Q0.0.5	Reserva	%Q0.0.15
Reserva	%Q0.0.6		%Q0.0.16
	%Q0.0.7		%Q0.0.17
	%Q0.0.8		%Q0.0.18
	%Q0.0.9		%Q0.0.19
	Variable	Dirección	Variable
C_ALA_S_SCADA	%Q0.0.20	E_ENE_ACT_SCADA	%Q0.0.30
C_ALA_VC_SCADA	%Q0.0.21	E_ENE_REA_SCADA	%Q0.0.31
C_ALA_VF_SCADA	%Q0.0.22	E_POT_ACT_SCADA	%Q0.0.32
C_VC_SCADA	%Q0.0.23	E_POT_REA_SCADA	%Q0.0.33
C_VF_SCADA	%Q0.0.24	Reserva	%Q0.0.34
Reserva	%Q0.0.25		%Q0.0.35
	%Q0.0.26		%Q0.0.36
	%Q0.0.27		%Q0.0.37
	%Q0.0.28		%Q0.0.38
	%Q0.0.29		%Q0.0.39

TÍTULO: **PROYECTO PARA DOMOTIZAR UN LABORATORIO GENÉRICO**

ANEXOS

PETICIONARIO: **ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA**

AVDA. 19 DE FEBREIRO, S/N

15405 - FERROL

FECHA: **JUNIO DE 2018**

AUTOR: **EL ALUMNO**

Fdo.: **BERTA GÓMEZ GÓMEZ**

Índice del documento ANEXOS

9 Documentación de partida	91
10 Cálculos	95
10.1 Acondicionamiento Pt100	95

9 Documentación de partida



ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA

ASIGNACIÓN DE TRABAJO FIN DE GRADO

En virtud de la solicitud efectuada por:

En virtud da solicitude efectuada por:

APELLIDOS, NOMBRE: Gómez Gómez, Berta

APELIDOS E NOME:

DNI: [REDACTED] **Fecha de Solicitud:** Feb2018

DNI: Fecha de Solicitude:

Alumno de esta escuela en la titulación de Grado en Ingeniería en Electrónica Industrial y Automática, se le comunica que la Comisión de Proyectos ha decidido asignarle el siguiente Trabajo Fin de Grado:

O alumno de esta escola na titulación de Grado en Enxeñería en Electrónica Industrial e Automática, comunícaselle que a Comisión de Proxectos ha decidido asignarlle o seguinte Traballo Fin de Grado:

Título T.F.G.: Proyecto para domotizar un laboratorio genérico

Número TFG: 770G01A140

TUTOR: (Titor) Casteleiro Roca, José Luis

COTUTOR/CODIRECTOR: Luis Alfonso Fernández Serantes

La descripción y objetivos del Trabajo son los que figuran en el reverso de este documento:

A descrición e obxectivos do proxecto son os que figuran no reverso deste documento.

Ferrol a Jueves, 21 de Junio del 2018

Retirei o meu Traballo Fin de Grado o día _____ de _____ do ano _____

Fdo: Gómez Gómez, Berta

DESCRIPCIÓN Y OBJETIVO:El objetivo principal de este Trabajo Final de Grado es el de realizar un proyecto para domotizar uno de los laboratorios de la Escuela Universitaria Politécnica. El TFG incluirá los elementos típicos de un sistema domótico como pueden ser la iluminación, control de persianas, etc, y otros más específicos como control de temperatura, acceso, etc. El proyecto incluirá el uso de al menos dos sistemas domóticos comerciales, para poder usar la instalación diseñada como base de prácticas de laboratorio.

ALCANCE:

- Estudio de los sistemas domóticos comerciales actuales.
- Estudio de las posibles aplicaciones domóticas para un laboratorio.
- Diseño de dos sistemas independientes usando dos sistemas comerciales.
- Exposición de las conclusiones del trabajo, cálculo del coste real de la domotización diseñada, y su posible uso en la EUP.

10 Cálculos

En el presente capítulo se muestran los cálculos necesarios para el correcto desarrollo del diseño.

10.1. Acondicionamiento Pt100

Para el correcto acondicionamiento de las Pt100 se ha utilizado el circuito que se muestra en la figura ??.

Este está compuesto por tres resistencias (R1, R2, R3) y otra resistencia variable (R4).

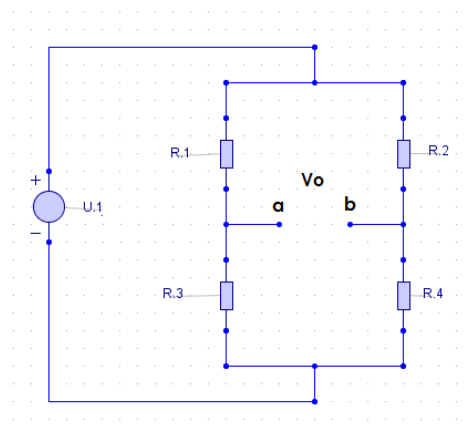


Figura 10.1.0.1 – Circuito acoplamiento PT100.

$$R_t = R_0(1 + \alpha t) \quad (10.1.0.1)$$

Donde:

- R_0 : Resistencia en Ω (ohms) a $0^\circ C$.
- R_t : Resistencia en Ω (ohms) a $t^\circ C$.
- α : Coeficiente de temperatura ($0,00385 \Omega/\Omega/^\circ C$)
- t : Temperatura actual.

Del circuito mostrado en la figura ?? se obtiene el siguiente desarrollo:

$$V_0 = V_b - V_a \quad (10.1.0.2)$$

$$R_4 = R_0(1 + \alpha t) \quad (10.1.0.3)$$

$$V_0 = V \frac{R_0(1 + \alpha t)}{R_0(1 + \alpha t) + R_2} - V \frac{R_3}{R_1 + R_3} \quad (10.1.0.4)$$

$V = 0$ cuando $t = 0$ por lo que se obtiene que:

$$\frac{R_0}{R_0 + R_2} = \frac{R_3}{R_1 + R_3} \quad (10.1.0.5)$$

Se hace que $R_1 = R_2 = R = rR_0$ y $R_3 = R_0$

Despejando el valor de r se obtiene que $r = \frac{R}{R_0}$

$$V_0 = V \frac{r\alpha t}{(r + 1)(r + 1 + \alpha t)} \quad (10.1.0.6)$$

$$V_0 = V \frac{r\alpha t}{(r + 1)^2} \quad (10.1.0.7)$$

TÍTULO: **PROYECTO PARA DOMOTIZAR UN LABORATORIO GENÉRICO**

PLANOS

PETICIONARIO: **ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA**

AVDA. 19 DE FEBREIRO, S/N

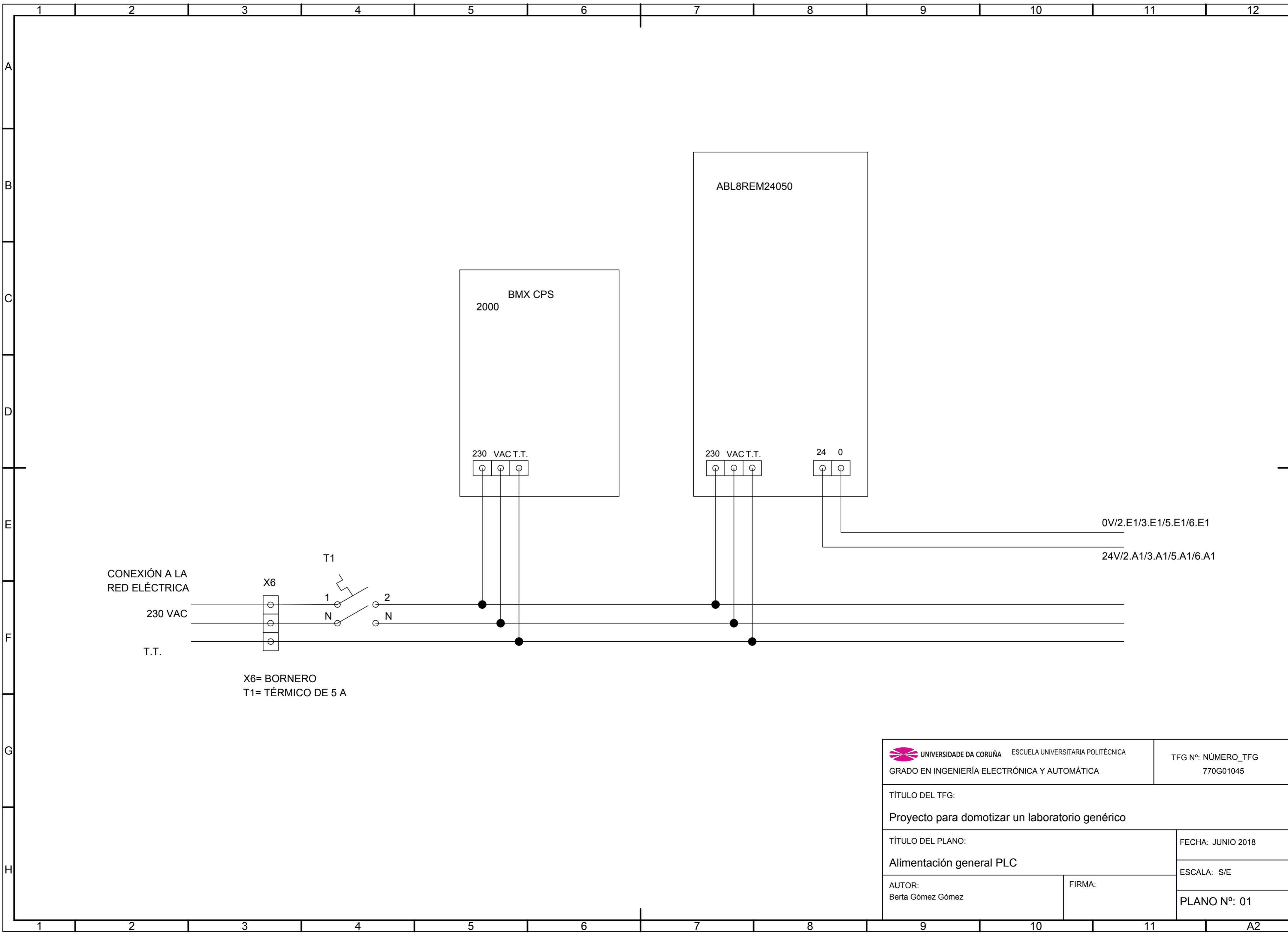
15405 - FERROL

FECHA: **JUNIO DE 2018**

AUTOR: **EL ALUMNO**

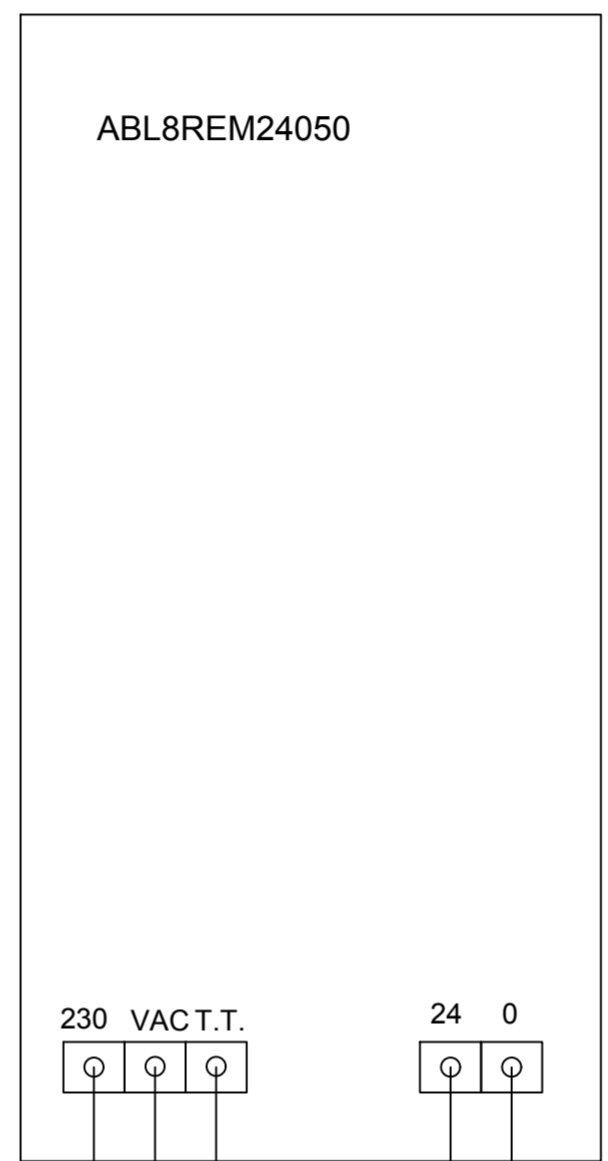
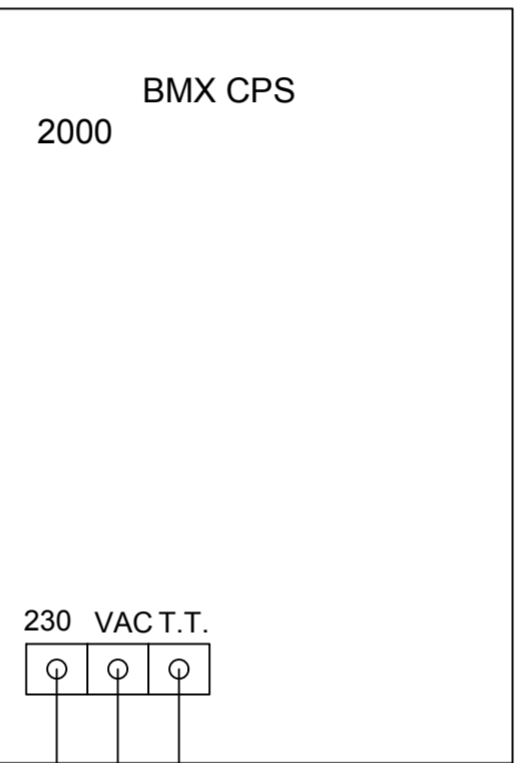
Fdo.: **BERTA GÓMEZ GÓMEZ**

Índice de planos




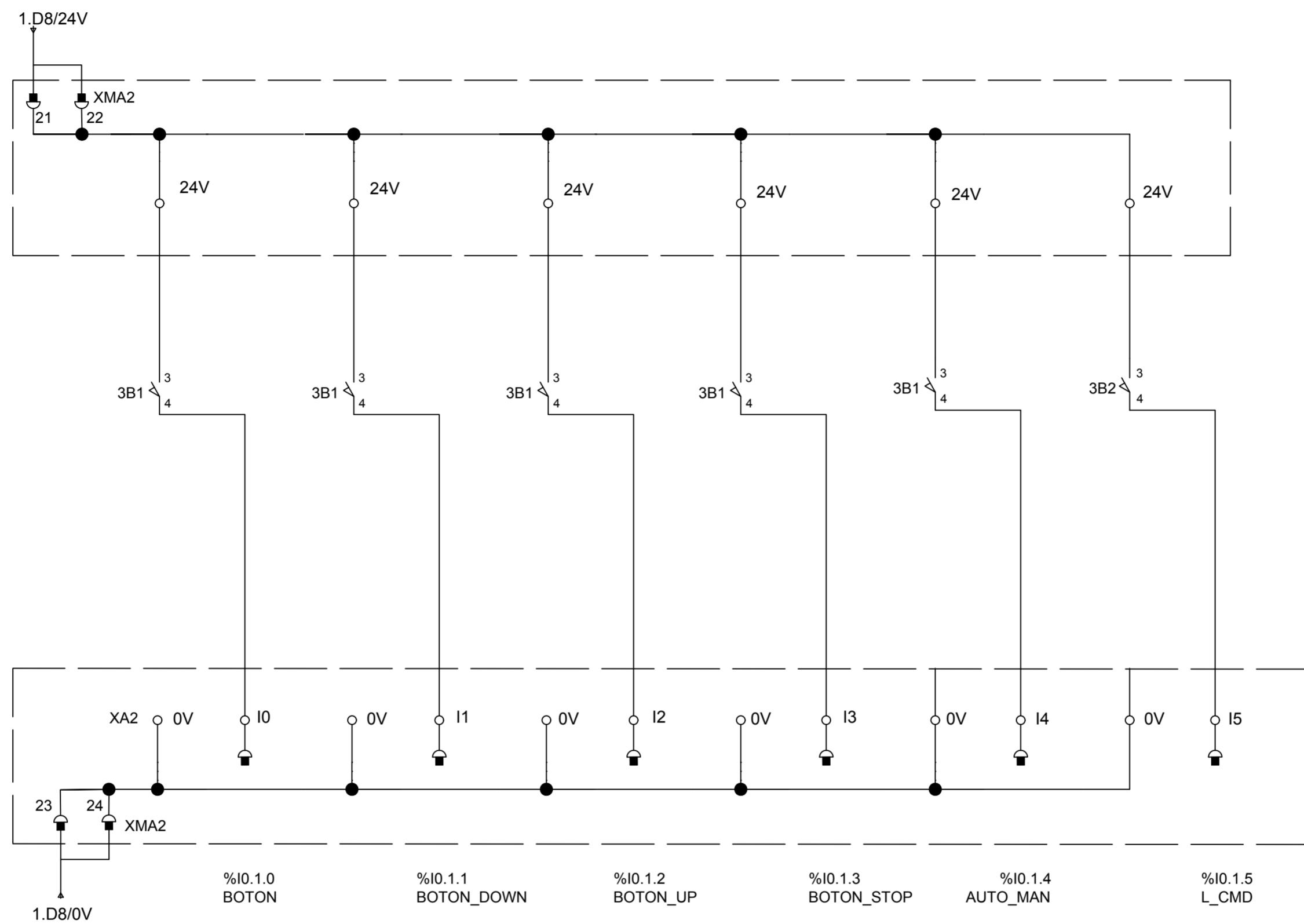
CONEXIÓN A LA RED ELÉCTRICA
230 VAC
T.T.


X6= BORNERO
T1= TÉRMICO DE 5 A

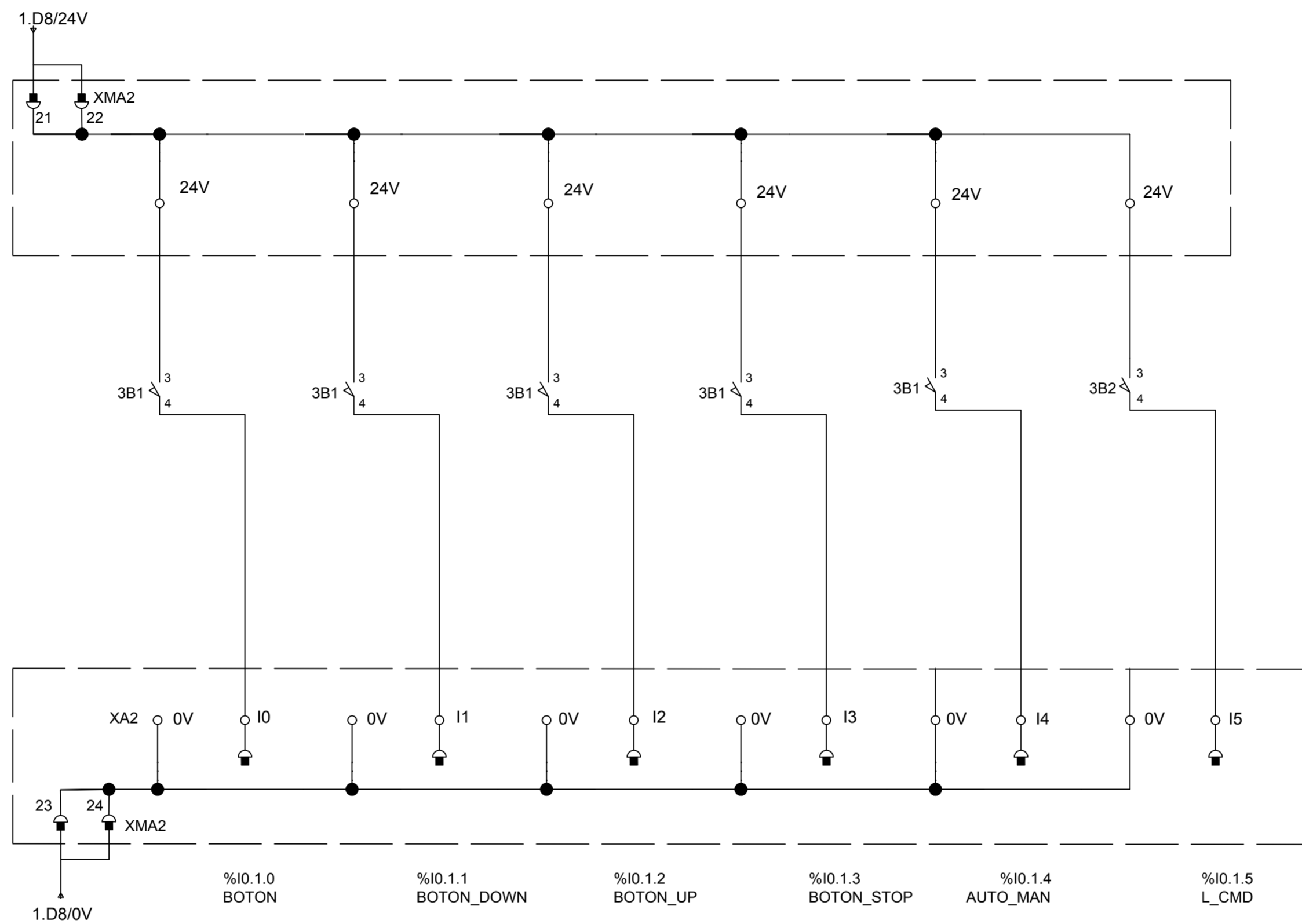



0V/2.E1/3.E1/5.E1/6.E1
24V/2.A1/3.A1/5.A1/6.A1

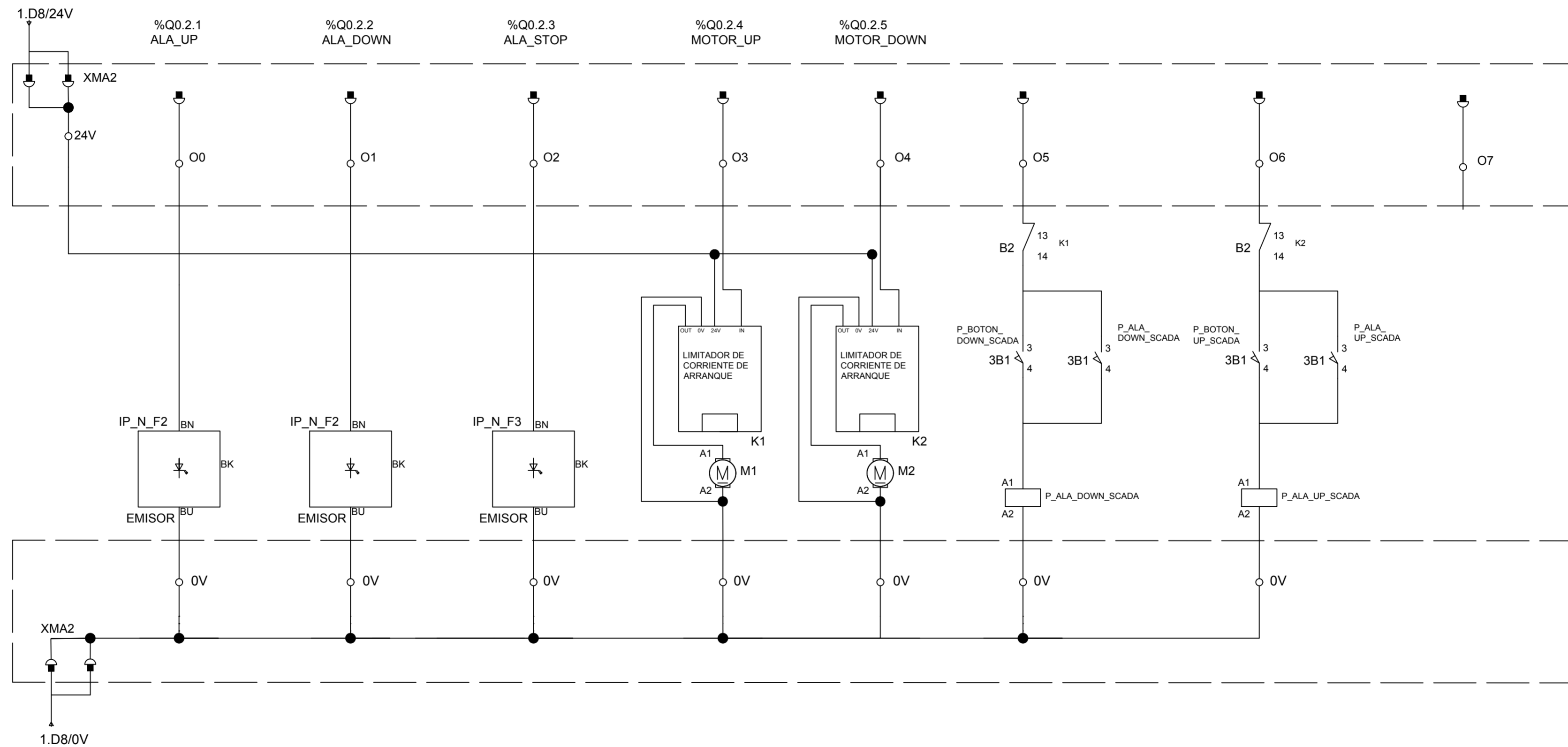
 UNIVERSIDADE DA CORUÑA ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y AUTOMÁTICA		TFG Nº: NÚMERO_TFG 770G01045
TÍTULO DEL TFG: Proyecto para domotizar un laboratorio genérico		
TÍTULO DEL PLANO: Alimentación general PLC		FECHA: JUNIO 2018 ESCALA: S/E
AUTOR: Berta Gómez Gómez	FIRMA:	PLANO Nº: 01




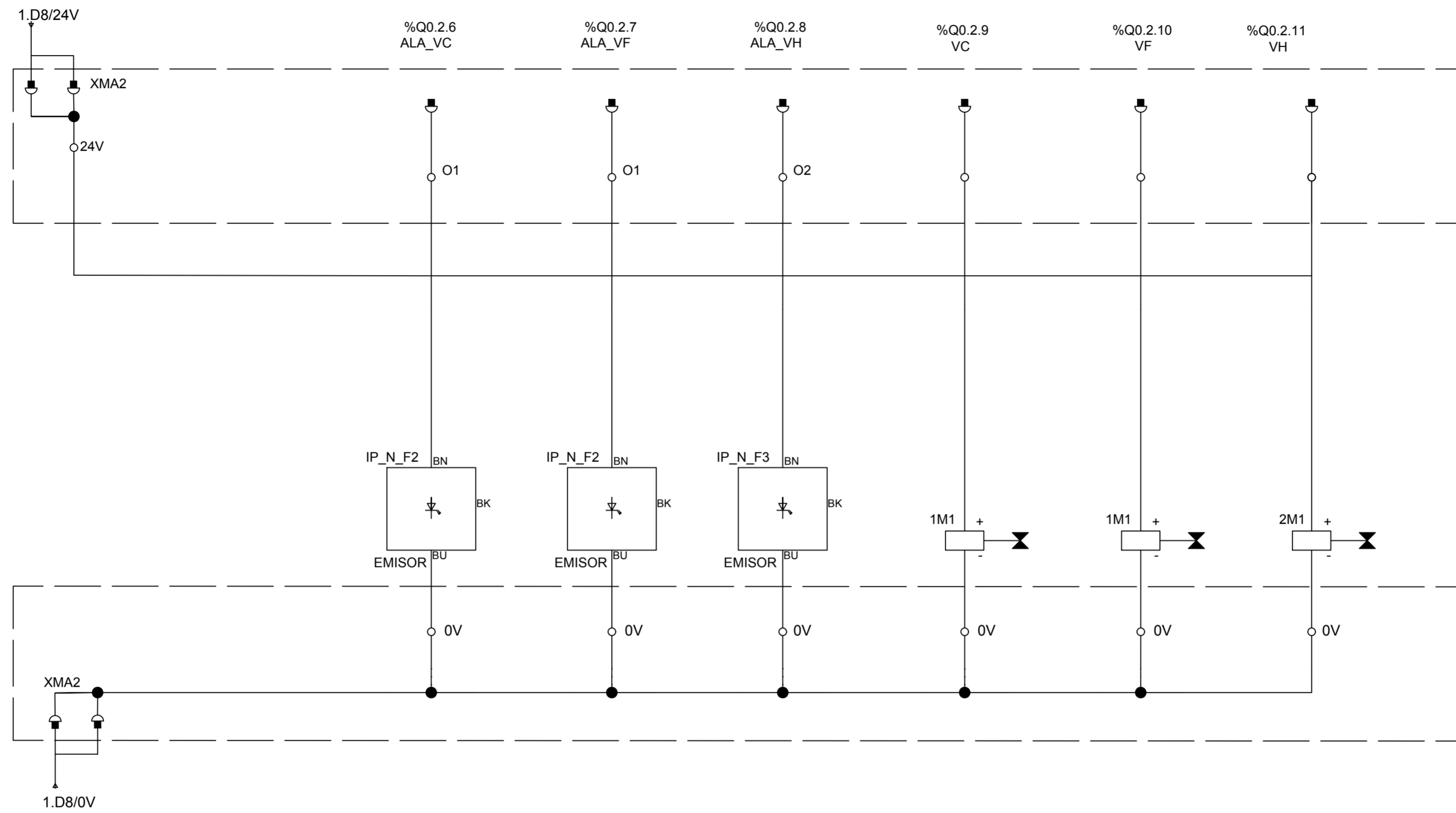
 UNIVERSIDADE DA CORUÑA ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y AUTOMÁTICA		TFG Nº: NÚMERO_TFG 770G01045
TÍTULO DEL TFG: Proyecto para domotizar un laboratorio genérico		
TÍTULO DEL PLANO: Entradas binarias		FECHA: JUNIO 2018
AUTOR: Berta Gómez Gómez		FIRMA:
PLANO Nº: 02		




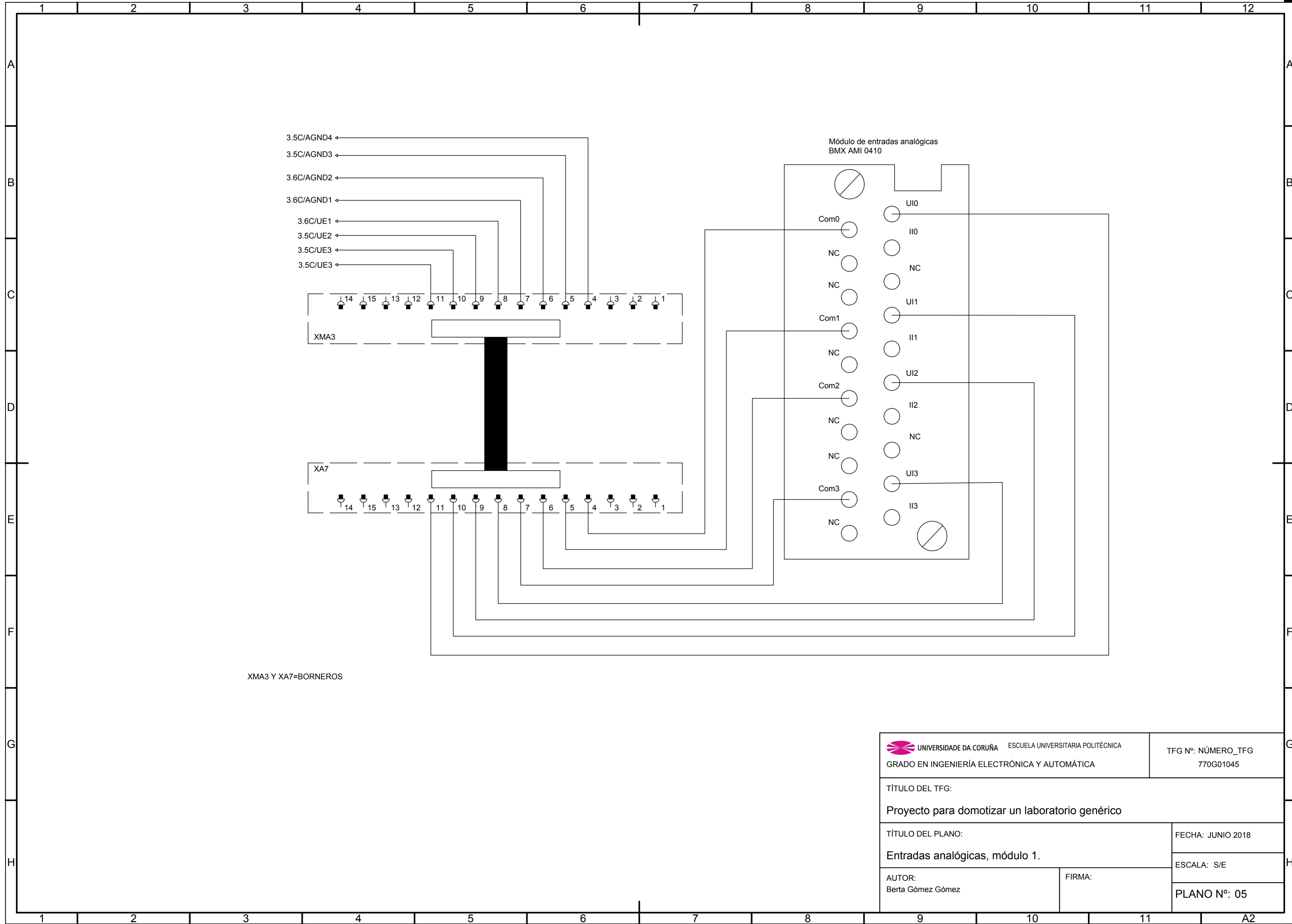
 UNIVERSIDADE DA CORUÑA ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y AUTOMÁTICA		TFG Nº: NÚMERO_TFG 770G01045
TÍTULO DEL TFG: Proyecto para domotizar un laboratorio genérico		
TÍTULO DEL PLANO: Entradas binarias		FECHA: JUNIO 2018
AUTOR: Berta Gómez Gómez		FIRMA:
		ESCALA: 1:1 PLANO Nº: 02




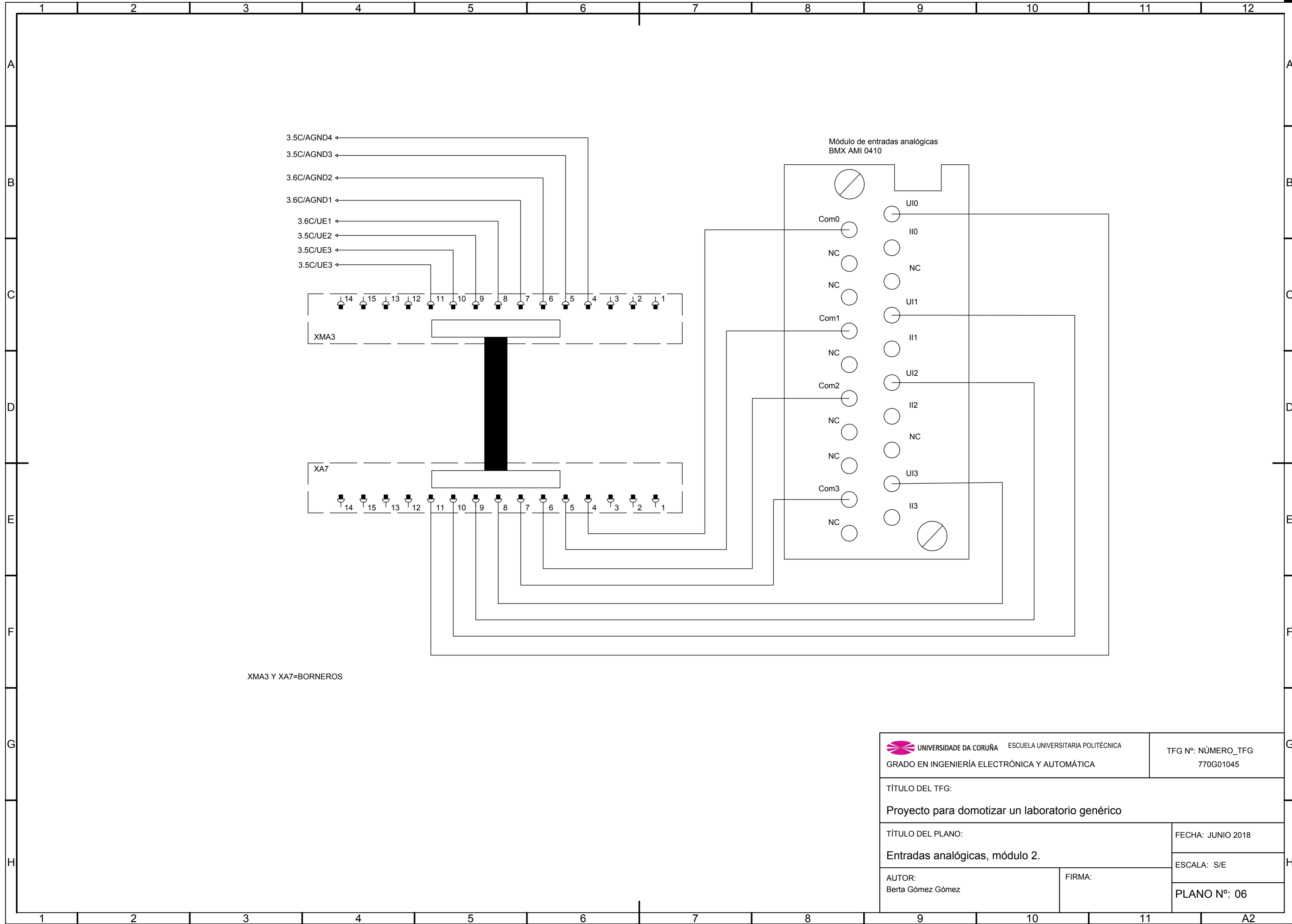
 UNIVERSIDADE DA CORUÑA ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA		TFG Nº: NÚMERO_TFG
GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y AUTOMÁTICA		770G01045
TÍTULO DEL TFG:		
Proyecto para domotizar un laboratorio genérico		
TÍTULO DEL PLANO:		FECHA: JUNIO 2018
Salidas binarias, control persiana.		ESCALA: S/E
AUTOR: Berta Gómez Gómez	FIRMA:	PLANO Nº: 03




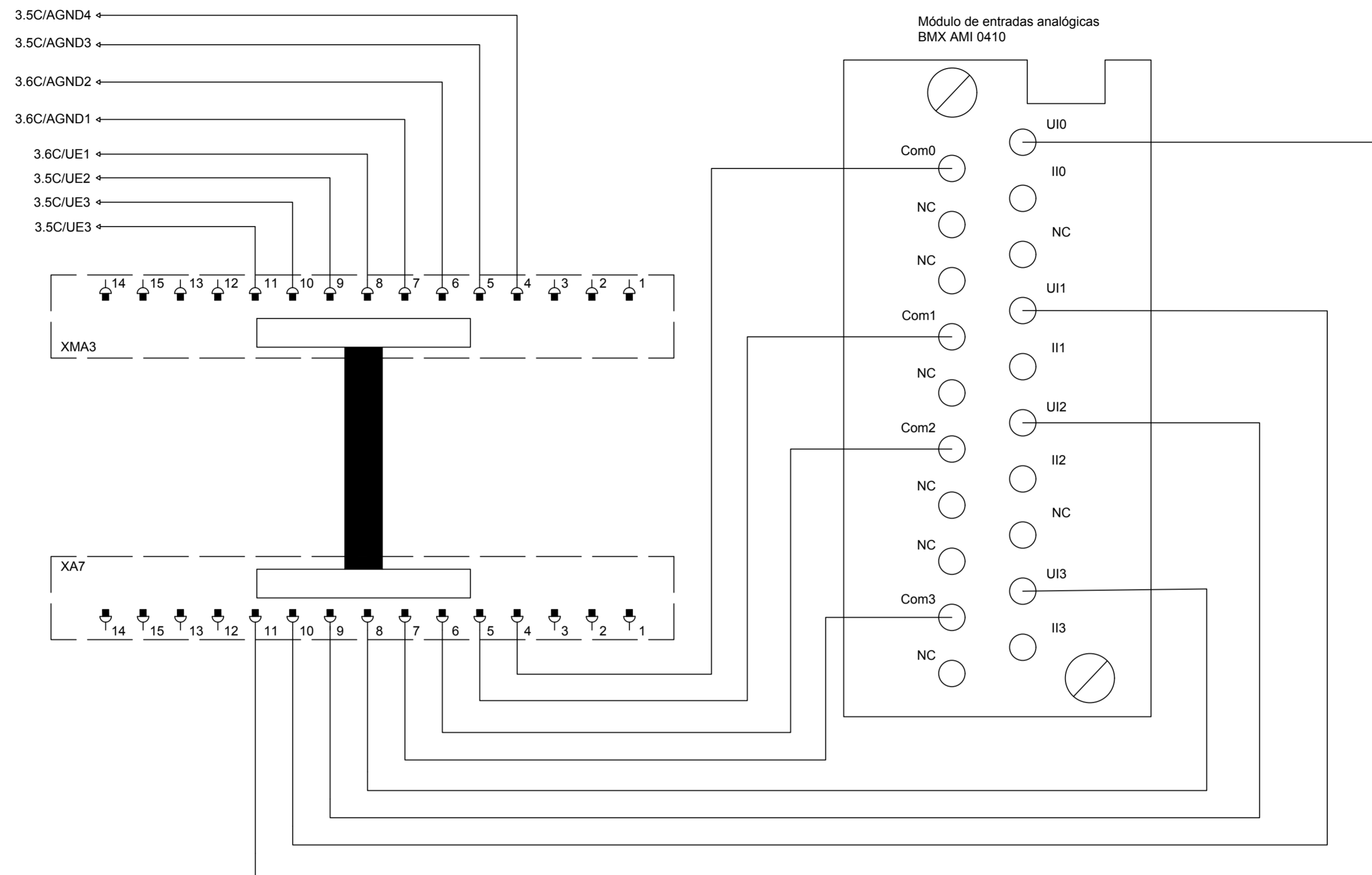
 UNIVERSIDADE DA CORUÑA ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y AUTOMÁTICA		TFG Nº: NÚMERO_TFG 770G01045
TÍTULO DEL TFG: Proyecto para domotizar un laboratorio genérico		
TÍTULO DEL PLANO: Salidas binarias, control temperatura.		FECHA: JUNIO 2018
AUTOR: Berta Gómez Gómez		FIRMA:
PLANO Nº: 04		




 UNIVERSIDADE DA CORUÑA ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y AUTOMÁTICA		TFG Nº: NÚMERO_TFG 770G01045
TÍTULO DEL TFG: Proyecto para domotizar un laboratorio genérico		
TÍTULO DEL PLANO: Entradas analógicas, módulo 1.		FECHA: JUNIO 2018
AUTOR: Berta Gómez Gómez		FIRMA:
PLANO Nº: 05		

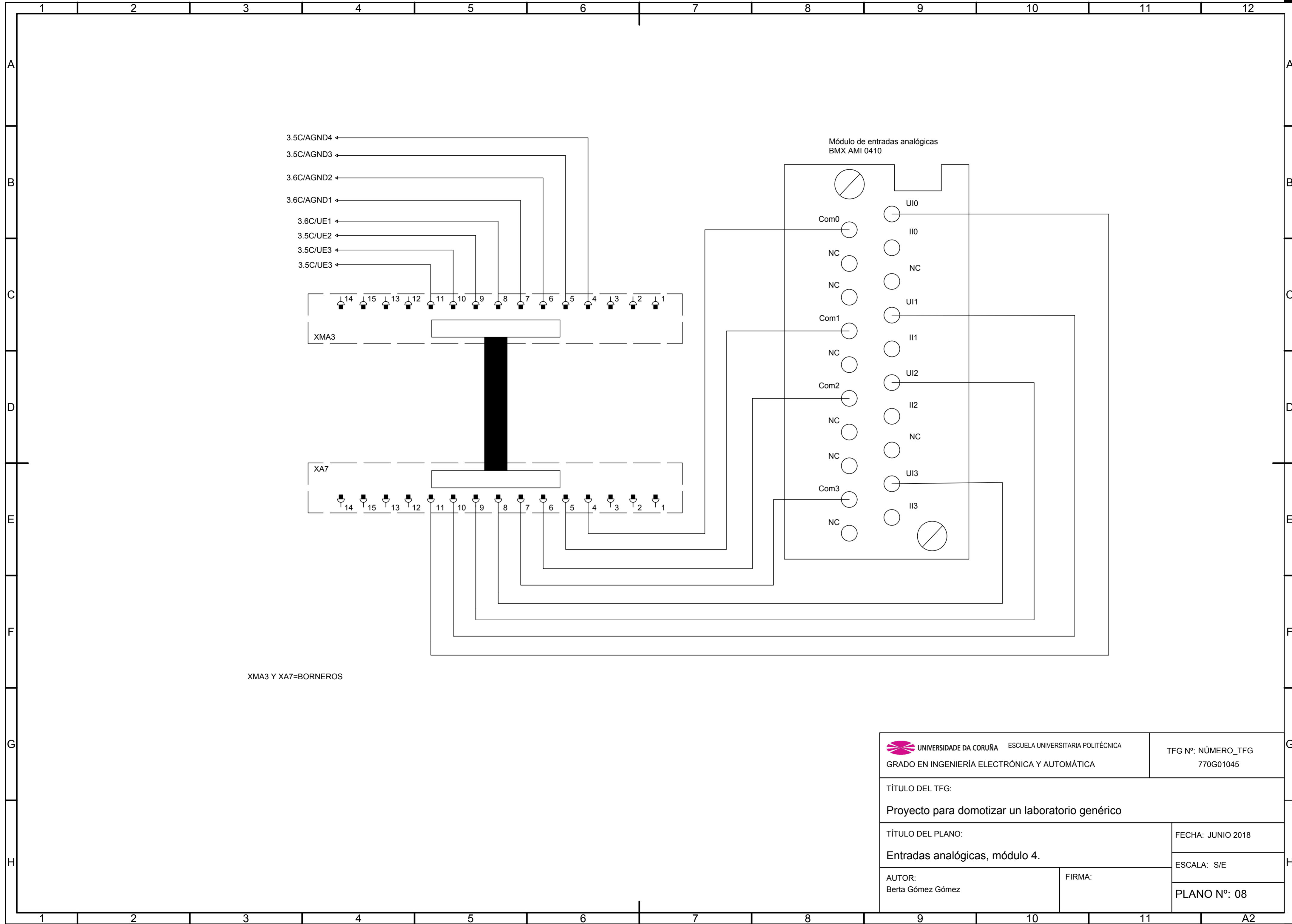



 UNIVERSIDADE DA CORUÑA ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y AUTOMÁTICA		TFG Nº: NÚMERO_TFG 770G01045
TÍTULO DEL TFG: Proyecto para domotizar un laboratorio genérico		
TÍTULO DEL PLANO: Entradas analógicas, módulo 2.		FECHA: JUNIO 2018
AUTOR: Berta Gómez Gómez		FIRMA:
PLANO Nº: 06		



XMA3 Y XA7=BORNEROS

 UNIVERSIDADE DA CORUÑA ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y AUTOMÁTICA		TFG Nº: NÚMERO_TFG 770G01045
TÍTULO DEL TFG: Proyecto para domotizar un laboratorio genérico		
TÍTULO DEL PLANO: Entradas analógicas, módulo 3.		FECHA: JUNIO 2018
AUTOR: Berta Gómez Gómez		FIRMA:
PLANO Nº: 07		



 UNIVERSIDADE DA CORUÑA ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y AUTOMÁTICA		TFG N°: NÚMERO_TFG 770G01045
TÍTULO DEL TFG: Proyecto para domotizar un laboratorio genérico		
TÍTULO DEL PLANO: Entradas analógicas, módulo 4.		FECHA: JUNIO 2018
AUTOR: Berta Gómez Gómez		FIRMA:
PLANO N°: 08		

TÍTULO: **PROYECTO PARA DOMOTIZAR UN LABORATORIO GENÉRICO**

PLIEGO DE CONDICIONES

PETICIONARIO: **ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA**

AVDA. 19 DE FEBREIRO, S/N

15405 - FERROL

FECHA: **JUNIO DE 2018**

AUTOR: **EL ALUMNO**

Fdo.: **BERTA GÓMEZ GÓMEZ**

Índice del documento PLIEGO DE CONDICIONES

11 Especificaciones de los materiales

123

11 Especificaciones de los materiales

Los materiales y componentes empleados para el montaje del presente proyecto serán aquellos que cumplan con las especificaciones y las necesidades del proyecto, intentando, además, incurrir en los menores gastos posibles.

Todos ellos deberán tener el certificado *CE* conforme cumplen las directivas europeas de calidad. Los materiales y componentes utilizados serán descritos a continuación:

- Fuente de alimentación (MTN684064).
- Módulos contadores (MTN6503-0201).
- Actuador persianas (MTN649804).
- Pasarela DALI (MTN6725-0001).
- Pulsadores (MTN670804).
- Sensores (MTN630919).
- HomeLynk (LSS100100).
- Control de acceso.
- Luminarias.
- Pt100.

TÍTULO: **PROYECTO PARA DOMOTIZAR UN LABORATORIO GENÉRICO**

ESTADO DE MEDICIONES

PETICIONARIO: **ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA**

AVDA. 19 DE FEBREIRO, S/N

15405 - FERROL

FECHA: **JUNIO DE 2018**

AUTOR: **EL ALUMNO**

Fdo.: **BERTA GÓMEZ GÓMEZ**

Índice del documento ESTADO DE MEDICIONES

12 Estado de mediciones	129
12.1 Dispositivos del diseño	129

12 Estado de mediciones

En el presente documento se definirán y determinarán las unidades de los diversos elementos y componentes que conforman el diseño del producto que tiene como fin este proyecto.

Se hace referencia a los materiales necesarios para desarrollar el producto, pero no tienen por qué coincidir con los utilizados finalmente.

12.1. Dispositivos del diseño

Elemento	Unidades
Fuente de alimentación	1
Pasarela DALI	1
Luminarias	18
Pulsadores	2
Sensores	3
Control persianas	1
Control de acceso	1
Módulos contadores	1
HomeLynk	1
PLC	1
Pt100	2

Tabla 12.1.0.1 – Dispositivos utilizado para el diseño de los sistemas domóticos

TÍTULO: **PROYECTO PARA DOMOTIZAR UN LABORATORIO GENÉRICO**

PRESUPUESTO

PETICIONARIO: **ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA**

AVDA. 19 DE FEBREIRO, S/N

15405 - FERROL

FECHA: **JUNIO DE 2018**

AUTOR: **EL ALUMNO**

Fdo.: **BERTA GÓMEZ GÓMEZ**

Índice del documento PRESUPUESTO

13 Unidades de obra	135
14 Licencias software	137
15 Mano de obra	139
16 Presupuesto	141

13 Unidades de obra

El coste de las unidades de obra son los mostrados a continuación:

Licencia	Coste unidad (€/unidad)	Unidades	Coste total (€)
Fuente de alimentación	418,00€	1	418,00€
Pasarela DALI	690,00€	1	690,00€
Luminarias	400,00€	18	7.200,00€
Pulsadores	200,00€	2	400,00€
Sensores	250,00€	3	750,00€
Persianas	250,00€	1	250,00€
Control de acceso	170,00€	1	170,00€
Módulos contadores	190,00€	1	190,00€
HomeLynk	1.135,00€	1	1.135,00€
PLC	800,00€	1	800,00€
Pt100	20,00€	2	40,00€
Total			12.043,00€

Tabla 13.0.0.1 – Coste unidades de obra.

14 Licencias software

Las licencias software necesarias para el diseño de los sistemas domóticos son:

Licencia	Coste (€)
ETS5	1.200,00€
Unity Pro XL	1.000,00€
Indusoft Studio	1.500,00€
Total	3.700,00€

Tabla 14.0.0.1 – Coste de licencias software

15 Mano de obra

Se calcula el precio de la mano de obra valorando la hora de trabajo de un licenciado en Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática en 30€/h.

Elemento	Tiempo (h)	Coste (€/h)	Total (€)
Programación ETS	55	30,00	1.650,00€
Programación UNITY	50	30,00	1.500,00€
Diseño SCADA	50	30,00	1.500,00€
Redacción documentación	50	30,00	1.500,00€
Total			6.150€

Tabla 15.0.0.1 – Coste mano de obra.

16 Presupuesto

El coste total del diseño de los dos sistemas domóticos es:

Producto	Coste (€)
Material	12.043,00€
Licencias	3.700,00€
Mano de obra	6.150,00€
Base imponible	21.893,00€
IVA 21 %	4.597,53€
TOTAL	26.490,53€

Tabla 16.0.0.1 – Coste diseño sistemas domóticos.

TÍTULO: **PROYECTO PARA DOMOTIZAR UN LABORATORIO GENÉRICO**

ESTUDIOS CON ENTIDAD PROPIA

PETICIONARIO: **ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA**

AVDA. 19 DE FEBREIRO, S/N

15405 - FERROL

FECHA: **JUNIO DE 2018**

AUTOR: **EL ALUMNO**

Fdo.: **BERTA GÓMEZ GÓMEZ**

En este Trabajo Fin de Grado no se adjuntan estudios con entidad propia.

