



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

CAMPUS D'ALCOI

ANÁLISIS EN LA MEJORA DEL CONTROL DE AIRE COMPRIMIDO EN UNA
INDUSTRIA DEDICADA A MECANIZADO SITUADA EN EL TÉRMINO MUNICIPAL
DE IBI

MEMORIA PRESENTADA POR:
Álvaro Sanchis Pérez

GRADO DE INGENIERÍA ELECTRICA

Convocatoria de defensa: JUNIO DE 2020

RESUMEN

Este trabajo de final de grado tiene como objetivo crear el proyecto e instalar un sistema que permita automatizar algunas acciones de un taller de mecanizado, la dificultad más grande reside en el hecho de que el cliente quería conservar las fresadoras y los compresores que ya tenía en propiedad.

Para poder conectar todas las máquinas entre sí vamos a utilizar el sistema KNX, ya que admite entradas de todo tipo.

SUMMARY

The following end-of-degree work's main objective is the creation and installation of a system that allows the automatization of some jobs in a machining shop, the main problem was the fact that the client wanted to keep the milling machines and air compressors that he already owns.

To be able to connect the machines KNX system will be used due to its ability to have different inputs.

RESUM

Aquest treball de fi de grau té com a objectiu la creació i instal·lació de un sistema per a automatitzar algunes funcions de un taller de mecanitzat, la dificultat més gran està relacionada amb el fet de que el client volia conservar les màquines que ja tenia en propietat.

Per a poder connectar totes les màquines s'utilitzarà el sistema KNX degut a la seua facilitat per a tindre entrades diferents.

ÍNDICE

1	INTRODUCCIÓN	1
1.1	OBJETIVO	1
1.2	ALCANCE DEL TFG	1
1.3	JUSTIFICACIÓN DEL TFG	1
2	ANTECEDENTES.....	2
2.1	DATOS DEL TALLER	2
2.2	ALCANCE DEL PROYECTO.....	3
2.3	RESTRICCIONES Y PETICIONES DEL CLIENTE	3
2.4	ANÁLISIS DE LAS DIVERSAS SOLUCIONES	4
2.4.1	<i>Resolución mediante contactores.....</i>	<i>4</i>
2.4.2	<i>Resolución mediante neumática.....</i>	<i>5</i>
2.4.3	<i>Resolución mediante un autómatas industrial.....</i>	<i>6</i>
2.4.4	<i>Resolución mediante Arduino.....</i>	<i>7</i>
2.4.5	<i>Resolución mediante KNX.....</i>	<i>7</i>
2.4.6	<i>Conclusiones</i>	<i>8</i>
3	MEMORIA DE LA INSTALACIÓN NEUMÁTICA.	10
3.1	PREVISIÓN DE CONSUMOS (AIRE COMPRIMIDO)	11
4	MEMORIA INSTALACIÓN AUTOMÁTICA/DOMÓTICA	13
4.1	INTRODUCCIÓN A LA DOMÓTICA.....	13
4.2	SISTEMAS KNX.....	13
4.2.1	<i>Introducción al KNX</i>	<i>14</i>
4.2.2	<i>Ventajas del sistema KNX</i>	<i>16</i>
4.2.3	<i>KNX Association</i>	<i>16</i>
4.2.4	<i>Características del sistema KNX.....</i>	<i>17</i>
4.3	MEDIOS DE TRANSMISIÓN.....	19
4.4	COMPONENTES DEL SISTEMA KNX.....	20
4.4.1	<i>Acoplador al bus</i>	<i>20</i>
4.4.2	<i>Fuente de alimentación</i>	<i>20</i>
4.4.3	<i>Terminal de protección contra sobretensiones.....</i>	<i>21</i>
4.4.4	<i>Carril de datos.....</i>	<i>21</i>
4.4.5	<i>Conectores bus.....</i>	<i>22</i>
4.4.6	<i>Actuadores.....</i>	<i>22</i>
4.5	DIRECCIONAMIENTO	23
4.5.1	<i>Direcciones físicas.....</i>	<i>23</i>
4.5.2	<i>Direcciones de grupo</i>	<i>24</i>
4.6	FORMATO DE LAS TRANSMISIONES KNX	25
4.7	TELEGRAMAS.....	27
4.7.1	<i>Tipos de telegramas.....</i>	<i>27</i>
4.7.2	<i>Palabras del telegrama.....</i>	<i>27</i>
4.7.3	<i>Tiempos de transmisión.....</i>	<i>29</i>
4.7.4	<i>Estructura del telegrama</i>	<i>29</i>
4.8	CONDUCTORES DEL BUS.....	32
4.9	PROGRAMACIÓN DE LA INSTALACIÓN DOMÓTICA	33
4.9.1	<i>Descripción del programa ETS</i>	<i>34</i>
4.10	FUNCIONES DE LA INSTALACIÓN DOMÓTICA	36
4.10.1	<i>Iluminación</i>	<i>36</i>
4.10.2	<i>Confort</i>	<i>36</i>
4.10.3	<i>Eficiencia energética</i>	<i>37</i>
4.10.4	<i>Seguridades técnicas.....</i>	<i>37</i>
4.11	TOPOLOGÍA.....	37

4.12	COMPONENTES DE LA INSTALACIÓN	38
4.12.1	<i>Cuadro de superficie</i>	38
4.12.2	<i>Fuente de alimentación</i>	39
4.12.3	<i>Entrada binaria KNX 6 fases</i>	40
4.12.4	<i>Actuador de conmutación KNX 4 fases</i>	41
4.12.5	<i>Actuador regulador luces led</i>	43
4.12.6	<i>Otros componentes</i>	44
5	MEMORIA MODIFICACIÓN INSTALACIÓN ELÉCTRICA.....	44
5.1	INSTALACIÓN ELÉCTRICA DEL TALLER.....	45
5.2	INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE LAS MAQUINAS	45
5.2.1	<i>LAGUN FVT-4</i>	45
5.2.2	<i>LAGUN FVT-5 CNC</i>	46
5.2.3	<i>HAAS TM-1</i>	47
5.2.4	<i>HAAS VM-3</i>	48
5.3	INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN LOS COMPRESORES	49
5.4	DESCRIPCIÓN DE COMPONENTES ELÉCTRICOS A UTILIZAR	49
6	PRESUPUESTO	52
7	PLANOS Y FOTOGRAFÍAS	54
8	BIBLIOGRAFÍA	4

1 Introducción

En el siguiente trabajo de final de grado se propondrá una solución a un problema aportado por el cliente, en este caso la conexión de los compresores con las fresadoras verticales para conseguir un funcionamiento autónomo de los compresores comandados por las fresadoras.

1.1 Objetivo

El objetivo del TFG será el de realizar el proyecto e instalación de un sistema que permita la interconexión de las fresador con los compresores, de esta forma se conseguirá un funcionamiento autónomo de estos últimos, reduciendo así el tiempo que pasan encendidos cuando todas las fresadoras han terminado de ejecutar su programa. La reducción del tiempo que están encendidos los compresores tiene varias consecuencias que serán estudiadas a lo largo de este trabajo

1.2 Alcance del TFG

Este trabajo de final de grado tiene como objetivo poner en práctica los conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera. En este caso el proyecto une varias ramas de la ingeniería industrial tales como la electricidad y la neumática, que están relacionada con las asignaturas de instalaciones de baja tensión e instalaciones electroneumáticas.

1.3 Justificación del TFG

Se redacta el trabajo de fin de grado para un el proyecto e instalación de un sistema que permita la conexión de las fresadoras con los compresores. Entre otras cosas se disminuirá el consumo eléctrico de forma notable, el desgaste de las partes móviles de los compresores y disminuirá la emisión de ruidos en la zona de trabajo.

2 Antecedentes

Como no puede ser de otra forma, todo proyecto viene motivado por un problema. Este proyecto se desarrolla con el fin de diseñar y posteriormente llevar a cabo la instalación de un sistema para automatizar los compresores de un taller ubicado en el polígono industrial de Ibi.

El **problema principal** reside en que el cliente deja las maquinas trabajando por la noche, y por lo tanto en periodo desde que las fresadoras acaban el programa, hasta que vuelven a abrir el día siguiente a las 8 de la mañana, los compresores pasan todas esas horas encendidos, con el consiguiente desgaste y consumo energético.

En este proyecto existen diversas limitaciones referentes al estado actual del taller tales como la disposición de las maquinas, la instalación actual de aire comprimido, las capacidades y tecnologías de cada fresadoras, etc. Todas las decisiones que se tomarán en el proyecto estarán supeditadas a la existencia de alguna limitación real.

2.1 Datos del taller

Por petición expresa del cliente se mantienen ocultos todos los datos que sean prescindibles tales como el nombre de la empresa, la dirección, etc.

Una vez hecho este apunte el taller cuenta con una superficie de 800m² divididos en dos estancias, una oficina de 30m² y una zona de taller de 250m².

En el apartado 7, se adjunta una de planos y de fotografías que facilitan la tarea de comprender el funcionamiento de las maquinas, puesto que son herramientas especializadas.

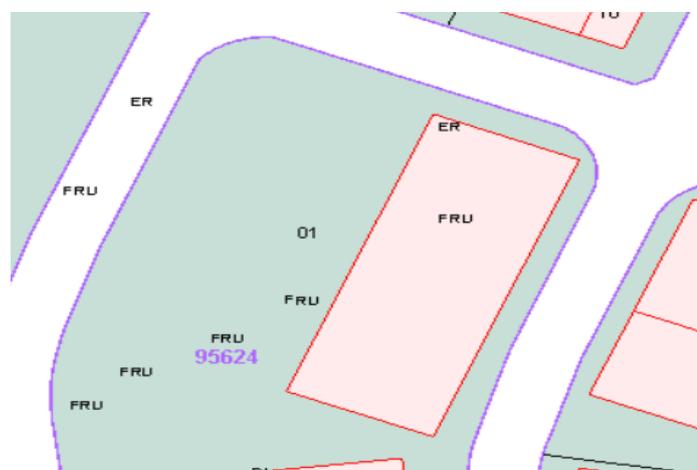


Figura 2.1 Vista del plano catastral

2.2 Alcance del proyecto

Debido a que la conexión entre los compresores y las fresadoras modifica la instalación eléctrica de las maquinas es necesario seguir con las directrices del reglamento electrotécnico de baja tensión (REBT)

Los reformas que se efectuarán en los compresores serán las siguientes:

- Conexión con las fresadoras para su apagado automático

Los reformas que se efectuarán en las fresadoras serán las siguientes:

- Modificación del sistema de cambio de herramienta automático.
- Modificación del sistema de avance automático.
- Añadido de un sistema de detección del programa en curso.

Los reformas que se efectuarán en el taller serán las siguientes:

- Añadido de un cuadro de superficie adicional para añadir todos los elementos de control nuevos.

2.3 Restricciones y peticiones del cliente

Como ya se ha indicado anteriormente existen limitaciones ligadas tanto a la distribución de las maquinas como a la tecnología de estas. A estas restricciones hay que añadir las peticiones que nos traslada el cliente.

- Posibilidad de comandar el compresores de forma automática (las fresadoras comandan cuando se enciende y cuando se apagan) y de forma manual.
- Apagado automático al finalizar todas las maquinas, evitando así el apagado si alguna de las maquinas está trabajando.
- Garantizar el parado automático para evitar que el compresor trabaje en vacío con el consiguiente desgaste de las piezas móviles y consumo energético.
- Como añadido final el cliente quiere que en un futuro cercano pueda controlar las luces de todo el taller por medio de domótica para simular el efecto de la luz natural.

2.4 Análisis de las diversas soluciones

En este apartado se discuten las ventajas e inconvenientes de cada uno de los sistemas que hay en el mercado que podrían aportar una solución válida.

2.4.1 Resolución mediante contactores.

Es una forma arcaica de automatizar pequeños proyectos, mediante contactores y relés se pueden hacer automatizaciones sencillas, la única ventaja es el precio, puesto que si son proyectos con pocas entradas el precio se reduce mucho. Por todo lo demás es un sistema totalmente obsoleto, es más lento, ocupa más espacio físico, hace ruido, las conmutaciones se hacen por medio de elementos mecánicos, con el consecuente desgaste de estos.

Tal como se observa en la figura 2.5.1 Este tipo de sistemas ocupan mucho espacio físico y requieren mucho cableado. Además, este tipo de sistemas no es adecuado para trabajar en entornos donde se produce polvo derivado de la abrasión de los metales, ya que ensucia los contactos, disminuyendo su vida útil.

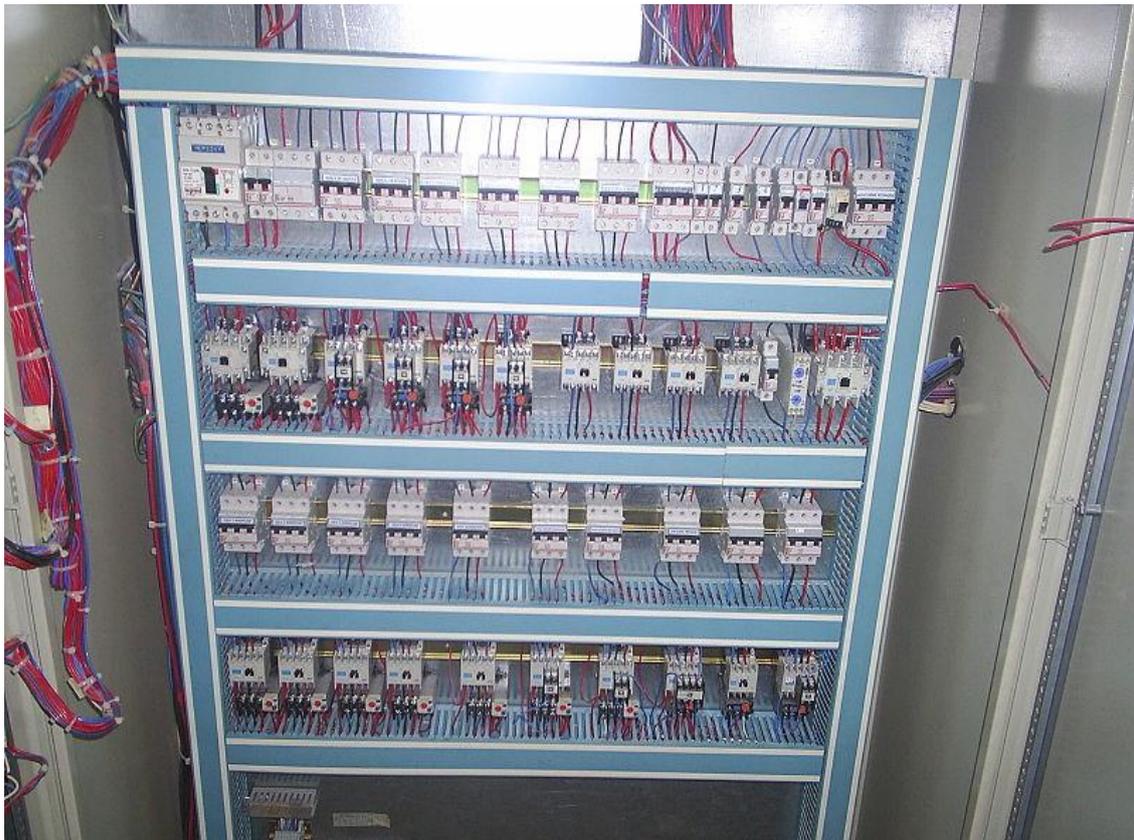


Figura 2.2 Ejemplo de automatización por contactores

2.4.2 Resolución mediante neumática

Al igual que el método anterior, mediante válvulas neumáticas se pueden hacer pequeñas automatizaciones, en este caso la única ventaja que tiene este método es la ausencia de arcos eléctricos ya que todos los elementos son neumáticos, esto hace que sean muy utilizadas aun hoy en algunas industrias. Además de todos los inconvenientes anteriores hay que sumar el precio, puesto que son más caras de instalar y de mantener. Al igual que el sistema anterior el este método es lento y tiene inercias.

En la figura 2.5.2 se aprecia perfectamente el uso de elementos neumáticos para la automatización, debido a su principio de funcionamiento, en lugar de señales eléctricas, interpretan señales neumáticas y por lo tanto en lugar de cables se requieren tubos neumáticos, que ocupan hasta ocho veces más que un cable para transmitir la misma señal.

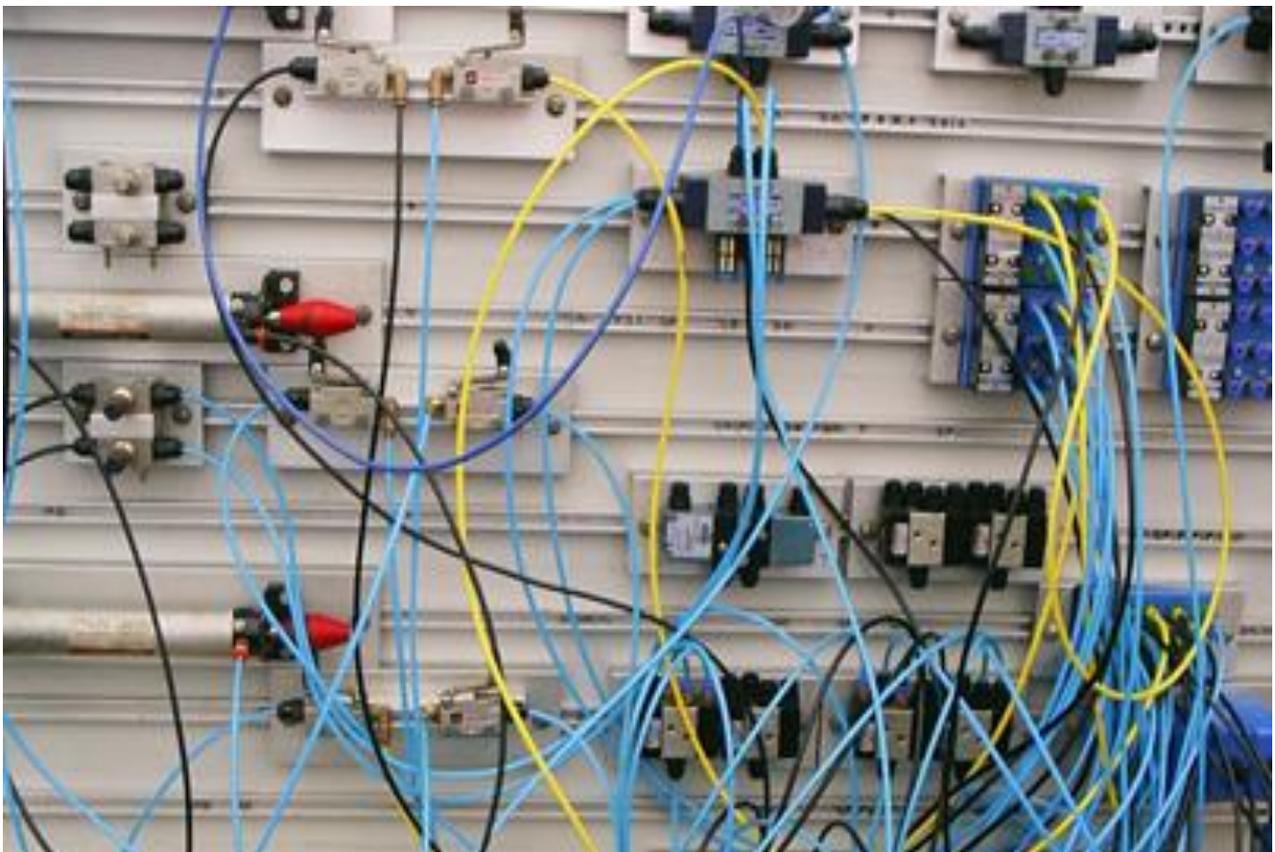


Figura 2.3 Ejemplo de automatización neumática

2.4.3 Resolución mediante un autómata industrial

Esta opción es la más utilizada en los últimos años debido a su sencillez en cuanto a elementos, ocupa poco espacio, gran potencia y opción de realizar funciones complejas. Por otra parte, los principales inconvenientes son la complejidad a la hora de su instalación (La etapa de programación requiere más conocimientos que los métodos anteriores) y la complejidad a la hora de diagnosticar cualquier avería que ocurra a lo largo de la vida útil de la instalación.

En la figura 2.5.3 aparece fotografiado el armario de control de una maquina industrial cualquiera, en ella podemos apreciar la disminución de tamaño respecto a las opciones anteriores, teniendo en cuenta que el sistema de la fotografía es aproximadamente 200 veces mas potente que los mostrados en las opciones anteriores.



Figura 2.4 Ejemplo de un autómata industrial instalado

2.4.4 Resolución mediante Arduino

Este método es la variación del anterior, a favor tiene los siguientes factores: El precio es muy reducido, la programación es más sencilla. Por el contrario, el principal inconveniente es la falta de robustez del sistema en general, puesto que no está preparado para estar en entornos industriales donde el ruido electromagnético está muy presente. Además este sistema trabaja a 5v, cuando el estándar en la industrial actualmente es 24v, esto implica tener que transformar las señales para que puedan ser procesadas, añadiendo cierta complejidad que es innecesaria en una instalación industrial.

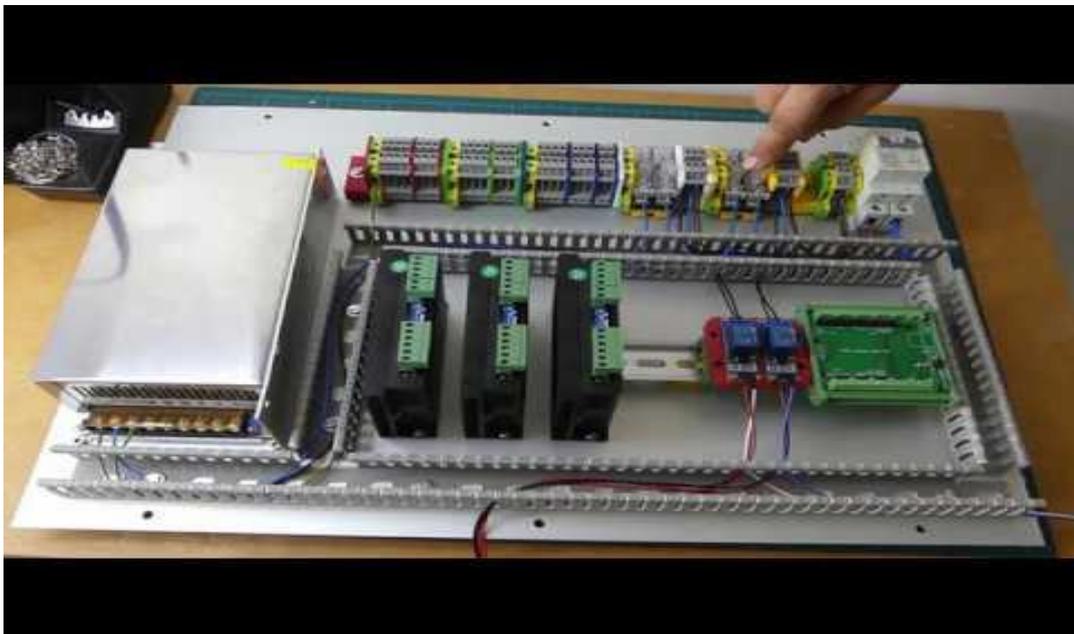


Figura 2.5 Ejemplo de automatización por Arduino

2.4.5 Resolución mediante KNX

Al igual que los métodos anteriores este sistemas anteriores este sistema es compacto y tiene cierta complejidad a la hora de la programación, pero es robusto y potente. No es tan potente como un autómatas industrial pero aun así puede realizar la mayoría de las funciones que puede realizar este con gran solvencia. La principal ventaja es la posibilidad de realizar tareas domóticas con facilidad y la estandarización, puesto que está respaldado por un conglomerado de empresas garantizando de este modo la solvencia de cara a futuro.

Cabe añadir que muchos de los actuadores de este sistema tienen versiones con accionamiento manual mecánico, es decir, en caso de ocurrir algún fallo en el sistema, cualquier persona, a pesar de no tener conocimientos del tema puede accionar la función que

necesite, como si de un interruptor se tratara. En el resto de los sistemas para forzar una funcione en caso de fallo del sistema serían necesarios conocimientos previos para poder realizar la función necesaria. En la figura 2.5.5 se puede observar cómo los actuadores de la fila inferior están provistos de un pequeño interruptor manual.



Figura 2.6 Ejemplo de automatización mediante knx

2.4.6 Conclusiones

Como es obvio los métodos neumáticos y de contactores quedan descartados automáticamente es tecnología anticuada y sus ventajas no aportan ningún valor en este proyecto.

Tras haber descartado los dos primeros métodos, nos queda una carrera con 3 participantes: El autómatas industrial, el sistema Arduino y el sistema KNX. Como esta

instalación se va a instalar en un entorno industrial, cerca de máquinas con electrónica de potencia podemos descartar el Arduino por falta de robustez.

Ahora nos queda un duelo a dos bandos, por la tipología de la instalación tiene más valor la posibilidad de ampliar hacia un sistema domótico que la potencia bruta, por lo tanto, se toma la decisión de utilizar el sistema KNX frente al autómeta industrial.

3 Memoria de la instalación neumática.

La instalación neumática existente consta de 2 compresores trifásicos, ambos de pistón, con una potencia de 4 y 3 cv respectivamente. El taller debe mantener el suministro en las 12 tomas que hay actualmente destinadas a herramientas manuales, además de ser capaz de suministrar el caudal suficiente a las fresadoras.

En este caso hay que destacar que ambos compresores trabajan en paralelo, es decir ambos actúan a la vez y suministran aire en la misma línea, de esta forma se obtiene la suma del caudal de ambos.



Figura 3.3.1 Compresor Balma 4cv



Figura 3.2 Compresor ABAC 3cv

3.1 Previsión de consumos (Aire comprimido)

En este caso como el taller está regentado por autónomo sin trabajadores, se tiene en cuenta que las herramientas manuales no pueden usarse de forma simultánea, puesto que solo hay una persona trabajando. No siendo así con las fresadoras que pueden llegar a trabajar de forma simultánea.

Lo primero que hay que tener en cuenta es el caudal que son capaces de suministrar los compresores. El de la marca ABAC suministra un caudal de 382 l/min y el Balma 443l/min. En total ambos compresores podrán suministrar como mucho 825 l/min.

En lo que respecta a las herramientas sus consumos se recogen en la tabla de la figura 3.1.1, hay que tener en cuenta que el caudal de cada herramienta se corrige por medio del factor de utilización, de esta forma se normaliza la tipología de las herramientas.

Herramienta	Caudal MAX (l/min)	Factor utilización	Caudal MAX (l/min)
Llave de impacto 1/2"	450	0,3	135
Pistola de soplado	90	0,2	18
Lijadora de cinta estrecha	520	0,3	156
Cincelador	450	0,4	180
Taladro horizontal (Refrigerante)	90	0,5	45
4xFresadora (Refrigerante)	150	1	600
TOTAL (Caso más desfavorable)	780 l/min		

Figura 3.3 Consumo de cada herramienta

En este caso el caudal más desfavorable que podemos necesitar en la instalación es de 780 l/min, por lo tanto, los compresores que ya tiene el cliente son adecuados y no hace falta reemplazarlos.

Con todos estos datos referentes a la instalación de aire comprimido, podemos afirmar que actualmente está bien dimensionada y no es necesario realizar cambios.

4 Memoria instalación automática/domótica

En esta apartado se incluyen todos los detalles de funcionamiento del sistema domótico/automático que se pretende instalar en el taller.

4.1 Introducción a la domótica

La sociedad española de la domótica e inmótica, define a las instalaciones domóticas como un conjunto de sistemas que permiten el control y la automatización inteligente de la instalación de una vivienda, con el objetivo de permitir una gestión de energía eficiente, una mayor seguridad y confort estando en continua comunicación entre el sistema y el usuario. El sistema domótico se encarga de recoger información a través de sensores o entradas para posteriormente procesar dicha información y emitir las diversas ordenes asignadas a los actuadores o salidas del sistema, además de poder acceder a redes exteriores de comunicación e información. Los sistemas domóticos facilitan el diseño de las instalaciones de forma personalizada a las exigencias del usuario, así como las posibles modificaciones futuras de las nuevas tendencias y formas de vida, con lo cual haciendo que el sistema sea completamente flexible, a medida y polifuncional. En los últimos años, el sector domótico ha ido evolucionando hasta el día de hoy, en el que se ofertan productos dirigidos a todo tipo de servicios, aplicaciones e instalaciones de viviendas, incluyendo las construcciones de viviendas oficial protegidas. Gracias a los avances tecnológicos, las características de los componentes hacen que sean más fáciles a la hora de su instalación, utilización y sean más económicas en el mercado. En conclusión, la oferta de productos es mucho más variado, de mayor calidad y con una distribución de los componentes más versátil en la instalación que antes, además la utilización del sistema es mucho más intuitivo y manejable a todos los usuarios. La creación de escenas hace que las aplicaciones sean más personalizadas, es decir, al gusto del usuario, favoreciendo a mejorar la calidad de vida y consiguiendo que la vivienda sea mucho más funcional, permitiendo desarrollar facetas domésticas, profesionales y de ocio en el mismo hogar. La red domótica permite interconectarse con las demás redes coexistentes a ella, permitiendo realizar las diversas aplicaciones. La instalación domótica y la instalación eléctrica están reguladas según la ITC-BT-51, estableciendo los requisitos de los sistemas domóticos en las instalaciones de viviendas y edificios.

4.2 Sistemas KNX

El aumento de la demanda del confort y en las funcionalidades en las aplicaciones a la hora de la gestión en la parte de la iluminación, climatización, sistemas de seguridad y, unido todo a querer tener un menor consumo energético, hace que sea necesario que el sistema sea gestionado por un control inteligente. La principal desventaja de estos tipos de instalaciones

es que conlleva un nivel elevado de cableado a la hora de conectar todos los elementos (actuadores, sensores, etc.) hasta la unidad de control y supervisión de esta. Todo ello hace que su diseño sea más complejo, se aumente el riesgo de incendio y tenga un coste elevado, con lo cual se llegó a la solución de crear un sistema estándar y abierto para el control de viviendas y edificios, KNX.



4.2.1 Introducción al KNX

KNX es un sistema independiente de los fabricantes al ser un **sistema abierto**, el cual transfiere los datos de control a los componentes a través de un lenguaje común entre los componentes eliminando de esta manera el problema de compatibilidad y comunicación entre dispositivos de diferentes marcas y ser un sistema estándar y abierto. KNX está basado en los sistemas EIB, EHS y BatiBUS, por lo tanto, la conexión y comunicación de todos los dispositivos pueden ser realizados por medio de diferentes buses de comunicación (par tranzado, radiofrecuencia, línea de fuerza o IP/Ethernet). A estos buses de comunicación se les conectan los diversos actuadores y sensores encargados de realizar las diferentes aplicaciones en el ámbito de gestión de la instalación (iluminación, persianas, sistema de climatización, sistemas de seguridad, sistemas de aire acondicionado, ventilación, etc.), todo esto se realiza de forma controlada, supervisada y señalizada por un sistema homogéneo, sin necesitar de centros de control adicionales.



Figura 4.1 Aplicaciones del sistema

KNX es el sistema domótico de referencia mundial, más de 370 compañías en todo el mundo ofrecen más de 7000 productos certificados con este sistema en sus catálogos, pudiendo de esta manera desarrollar una gran cantidad de aplicaciones y funcionalidades.

KNX está aprobado como un sistema estándar internacional (ISO/IEC 14543-3), estándar a nivel europeo (CENELEC EN 50090 y CEN EN 13321-1), así como estándar nacional en el caso de China (GB/T 20965). Todo esto asegura la continuidad del sistema KNX en el futuro, además de poder contar con la completa compatibilidad entre los componentes de distintas marcas dentro de la instalación domótica, con lo que asegura el sistema KNX sea un estándar abierto y líder a nivel mundial en la gestión domótica.



Figura 4.2 Evolución temporal

Para el control de las viviendas y edificios, el sistema KNX abre un abanico en nuevas posibilidades manteniendo además un coste de mantenimiento razonable. KNX permite llevar a cabo todo tipo de reformas de forma sencilla en comparación con instalaciones de tipo convencional, igualmente de fácil utilización de las aplicaciones de control en edificios y viviendas, permitiendo incrementar el confort, seguridad y ahorro energético

4.2.2 Ventajas del sistema KNX

Las ventajas que aporta los sistemas KNX son:

– Considerable ahorro energético a un bajo coste operacional. Tanto la iluminación, gestión de persianas, etc... KNX posibilita el encendido, apagado selectivo tanto al detectar una presencia de una estancia determinada, la regulación por nivel de iluminación tanto luces, persianas toldos, como la temperatura por medio de la calefacción o el aire acondicionado. De esta manera se puede reducir el consumo energético y el gasto en las facturas eléctricas.

– Ahorro de tiempo. Al estar todos los componentes unidos mediante el mismo bus, la elaboración en el diseño de la instalación, y su ejecución se realiza de forma más sencilla y en menos tiempo. Además, KNX cuenta con una herramienta independiente de cualquier marca o casa comercial. Esta herramienta es un software llamado "Engineering tool software" (ETS), con el cual se realiza el diseño y la configuración de los distintos productos KNX pudiendo combinar distintos componentes de diferentes marcas que puedan estar instalados en el sistema a través del bus de comunicación.

– Estabilidad facilidad a mejoras futuras. KNX es un sistema completamente flexible a la hora de su modificación o ampliación a nuevas aplicaciones o funcionalidades, ya que los nuevos componentes simplemente se conectarán al bus existente para su programación y configuración. – Considerable ahorro energético a un bajo coste operacional.

4.2.3 KNX Association

El sistema KNX está respaldada por la KNX Association, una agrupación de empresas líderes asociados al control de viviendas y edificios. Actualmente más de 370 empresas cuentan como miembros de la KNX Association representando el 80 % de todos los componentes de control y gestión de viviendas y edificios, unidos en común al objetivo de promover el desarrollo los sistemas de control y gestión de edificios y viviendas, así como el sistema KNX. Mas de 44000 compañías integradoras de 128 países y más de 100 universidades técnicas con más de 300 centros de formación, tienen acuerdos con la KNX Association

4.2.4 Características del sistema KNX

En los sistemas KNX existen diferentes estructuras de comunicación y conexión de los diferentes componentes domóticos del sistema. Estas topologías están clasificadas en tres grupos; línea, estrella y árbol.

- Topología en línea: Los componentes domóticos se conectan a un mismo canal o línea principal, de modo que comparten el mismo bus a la hora de comunicarse entre ellos. Es una topología multipunto, donde su utilización más frecuente se encuentra en los sistemas domóticos descentralizados. En esta topología el bus se vuelve un elemento pasivo al no producir una regeneración de la señal.

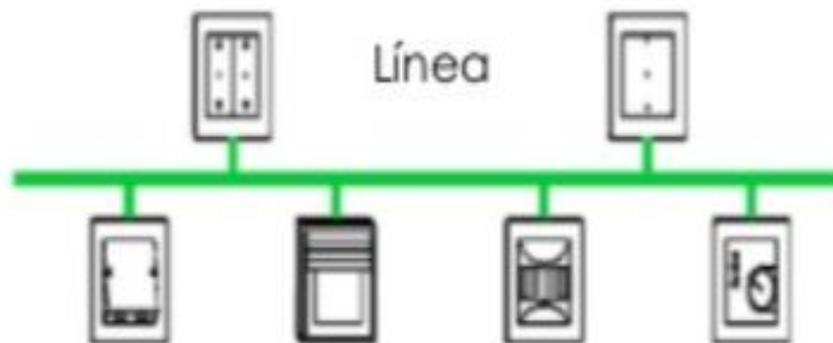


Figura 4.2.4.1 topología en línea

- Topología en estrella: Todos los elementos están conectados por medio de un nodo central o concentrador. Esta topología es empleada habitualmente en los sistemas domóticos centralizados, ya que su principal desventaja es causada por este nodo central, debido a que en este punto dependen todos los elementos de la instalación domótica.

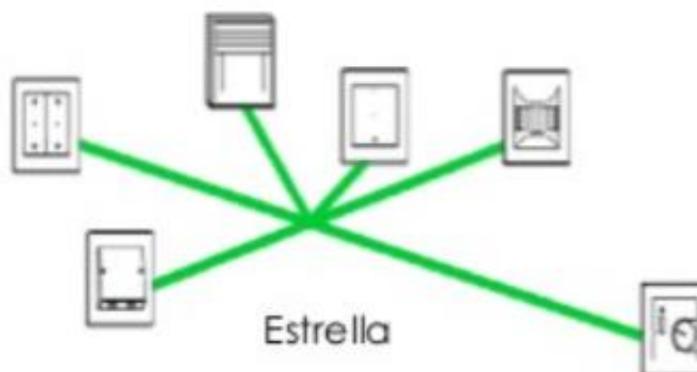


Figura 4.2.4.2 topología en estrella

- Topología en árbol: Es una variante de la topología en estrella, donde no todos los componentes se encuentran conectados a un nodo principal, sino que existen nodos secundarios.

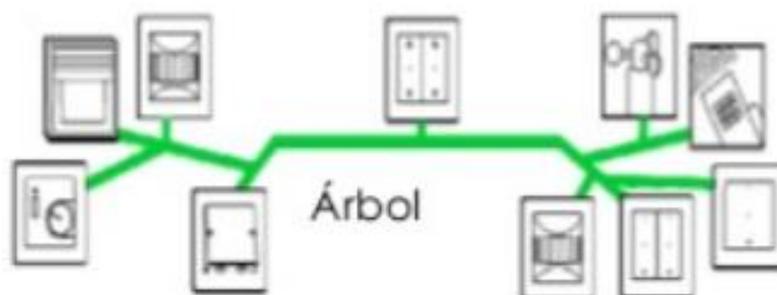


Figura 4.2.4.3 topología en árbol

Existen otro tipo de topología prohibidas, como el caso de la estructura en anillo. Esta topología puede ocasionar que el telegrama de comunicación entre componentes pueda llegar a entrar en bucle ocasionando errores y que el sistema no actúe correctamente, de forma que una orden puede que esté ocupando constantemente el bus al ser una topología de sistema cerrado, con lo que no pueda eliminarse el mensaje. Todas las topologías permitidas (línea, estrella y árbol) se dividen en tres niveles, donde se designa el número de área, el número de línea y el número de componente que forman la instalación domótica. La línea es la parte inicial de la estructura del sistema, en ella se conectan todos los componentes KNX. La longitud Máxima del bus en una línea es de 1000 m. En principio pueden ir acoplados hasta 264 dispositivos, pero con algunas restricciones. Como máximo pueden ir conectados en 350 m hasta 64 componentes de forma totalmente distribuida y homogénea. Cada línea dispondrá

como mínimo de una fuente de alimentación y, en el caso de haber más líneas, el principio de esta la marcará el acoplador de línea. El área estará formada por un máximo de 15 líneas conectadas a una principal, las cuales se interconectarán por medio de un acoplador de área y una fuente de alimentación que suministrará energía al acoplador.

La capacidad Máxima que tiene la estructura del sistema KNX nos aportaría un total de 65535 componentes incluidos los acopladores de línea y área.

4.3 Medios de transmisión

Existen diferentes medios de conexión de los componentes con las que se transmiten los telegramas entre sí, estos medios de transmisión pueden ser combinados de diversos modos haciendo que el sistema sea más flexible en la interconexión de medios de transmisión, de esta manera posibilitando al fabricante elegir la combinación más adecuada del componente conforme la aplicación deseada.

TP-1 (Par trenzado): Opera a una velocidad de transmisión de 9600 bits/s. Es el medio de transmisión más utilizado, debido al alto nivel de fiabilidad que ofrece en el envío de telegramas entre los componentes. Todos los elementos se comunican entre sí por el mismo bus, ya que su transmisión es totalmente independiente a los demás circuitos. Las áreas donde más se aplican son en las nuevas instalaciones o en las grandes reformas, debido a que este medio de transmisión necesita de una previa instalación del bus de conexión.

– PL-110 Powerline (Línea de fuerza): Se utiliza como bus de comunicación la propia red eléctrica de la instalación, con una velocidad de transmisión de 1200 bits/s. Se utiliza en lugares donde la instalación sea a 230 V con neutro y no se pueda instalar un bus de control.

– Radiofrecuencia: El medio de transmisión se realiza vía radio, a una frecuencia de 868 MHz (dispositivos de corta frecuencia), con una potencia irradiada de 25 mW y una velocidad de 16,384 Kbits/s. Estos medios se caracterizan por su bajo consumo destinado a pequeñas o medianas instalaciones donde no se desee o no se pueda instalar cableado.

– Ethernet (KNX sobre IP): El medio de comunicación es el cable de Ethernet, de forma que tanto las redes LAN como internet pueden ser usadas para comunicar los componentes. Se utilizan en grandes instalaciones donde se necesite un backbone o una línea principal rápida.

4.4 Componentes del sistema KNX

Los componentes domóticos son los elementos que permiten el control y la gestión de la instalación. Al ser una topología distribuida, los sensores y actuadores van intercambiando información con el fin de ejecutar las aplicaciones deseadas. Cada componente tiene una función dentro de los sistemas domóticos, estos son algunos ejemplos a modo de introducción.

4.4.1 Acoplador al bus

El acoplador al bus es un elemento que permite extender y proteger los extremos del cable Bus de la instalación KNX. Su función es la de enviar y recibir telegramas, filtrar direcciones físicas y de grupo para reconocer los telegramas destinados a otros elementos de diferentes líneas. El acoplador al bus examina cíclicamente la interfaz de aplicación para detectar cambios de señal, comprobar errores, etc...



Figura 4.4.1 Acoplador al bus

4.4.2 Fuente de alimentación

Cada línea y acoplador de bus o área debe estar alimentado de una fuente de alimentación. Esta suministra una tensión de 24-30 V en continua, dependiendo del número de componentes que este alimenta, necesitará más o menos amperaje (Del orden de 50-100mA)



Figura 4.4.2 Fuente de alimentación

4.4.3 Terminal de protección contra sobretensiones

Se encarga de proteger los componentes contra sobretensiones de forma que, descargando los conductores, debido a que el sistema KNX trabaja a una tensión de 24-30 V. Los terminales de protección contra sobretensiones normalmente se alojan en el cuadro eléctrico o en la caja de distribución, realizados allí la conexión a tierra para su funcionamiento.



Figura 4.4.3 Terminal de protección contra sobretensiones

4.4.4 Carril de datos

Los carriles de datos tienen el objetivo de que los componentes al acoplarse a él entren en contacto la parte trasera del elemento con una pletina que funciona a modo de bus de comunicación, de manera que no necesita incorporar conexiones ni cableado adicional.

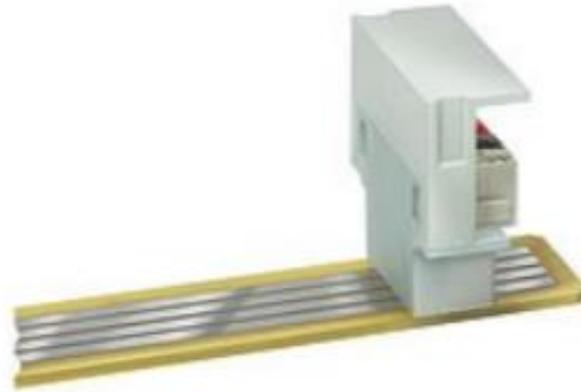


Figura 4.3 Carril de datos

4.4.5 Conectores bus

Su misión es la de ramificar o extender la longitud del bus de comunicación, además de proteger sus extremos y realizar el conexionado de los dispositivos.



Figura 4.4.5.1 Conectores de bus

4.4.6 Actuadores

Son los elementos del sistema que se encargan de procesar y ejecutar los telegramas recibidos de los sensores. Constan de un acoplador al BUS y un módulo de terminal, de forma que ambos van integrados dentro del actuador. Al igual que los sensores, se encuentran multitud de actuadores dependiendo de sus funcionalidades, como por ejemplo los actuadores que regulan la iluminación, climatización, persianas, etc...



Figura 4.4 Actuador regulador de la marca JUNG

4.5 Direccionamiento

Los componentes o elementos de la instalación domótica en protocolo KNX, estarán completamente identificados de manera individual por medio de dirección física previamente asignada, y además los diferentes telegramas de comunicación estarán asociados a los componentes o elementos domóticos en forma de dirección de grupo.

4.5.1 Direcciones físicas

Las direcciones físicas se encargan de identificar de forma individual e inequívoca a cada elemento del sistema KNX. Esta asociación se puede clasificar en dos o tres niveles, siendo la última lo más habitual, por ejemplo, la dirección física 2.4.5, donde cada dígito corresponde al área, línea y número de dispositivo:

- **Área (4 Bits):** Identifica el área, comprendiendo hasta un máximo de 15. En el ejemplo (2.4.5), el elemento corresponde al área 2 de la instalación.
- **Línea (4 Bits):** Identifica las 15 líneas máximas de la instalación, en el caso del ejemplo, el componente domótico pertenecería a la línea 4.

- Dispositivo (8 Bits):** Identifica a cada dispositivo de la línea con un máximo de 255 elementos, en el caso del ejemplo sería el componente 5.

En cada línea se conectará un acoplador de línea (AL) con su respectiva fuente de alimentación, con direcciones de grupo asociados de 1.1.X al 15.1.X, máximo referido la primera línea del área.

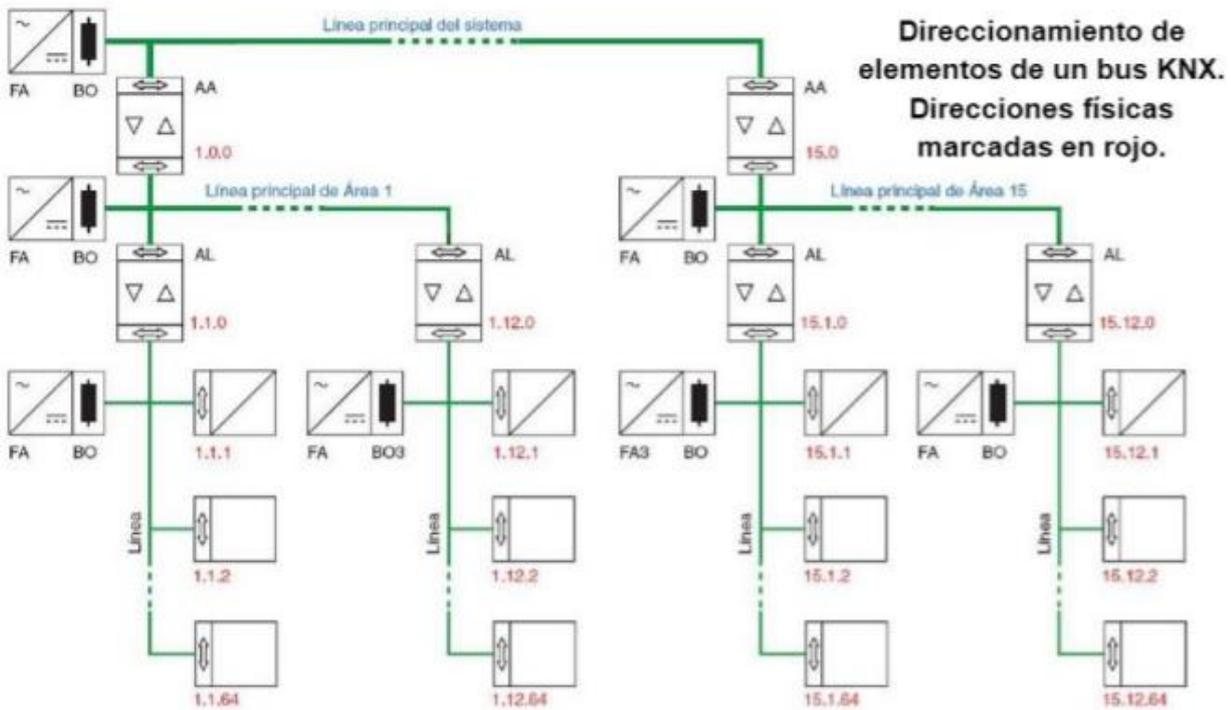


Figura 4.5 Ejemplo de un esquema de direccionamiento

4.5.2 Direcciones de grupo

Definen los telegramas específicos del sistema asociados a las entradas (sensores) respecto de las salidas (actuadores) en su comunicación.

Las direcciones de grupo se encargan de la correcta emisión de los telegramas, es decir, que las ordenes que estén asociadas a los elementos de entrada y de salida para su correcta ejecución, independientemente del área o zona en las que ambas se encuentren. Las condiciones de los componentes con las de las direcciones de grupo son:

- **Sensores:** Solo se les puede asociar una dirección de grupo, debido a que se encargan de enviar el telegrama.
- **Actuadores:** Se les puede asociar varias direcciones de grupo, ya que pueden ejecutar varias órdenes de diferentes sensores.

Las direcciones de grupo normalmente están formadas por 3 niveles, como el caso de esta instalación, esto se realiza en función de la jerarquización y la clasificación de las aplicaciones empleadas en el sistema.

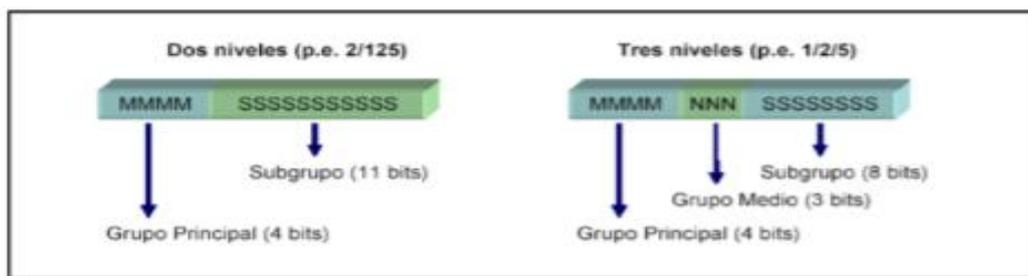


Figura 4.6 Direccionamiento en 2 ó 3 niveles

El primer nivel de las direcciones de grupo engloba las diferentes funciones que se vayan a emplear en el sistema (Iluminación, persianas, climatización, etc.), por medio de los valores comprendidos entre el "1" al "13". Los valores "14" y "15" no se utilizan debido a que los acopladores no los filtran, de manera que pueden afectar al correcto funcionamiento del sistema. En todos los campos el valor "0" está reservado a las funciones del sistema.

4.6 Formato de las Transmisiones KNX

La función del bus de comunicación es doble, alimentar los elementos domóticos a 29 V y la de transmitir la información entre los componentes domóticos del sistema. El método que emplea el sistema KNX es el tipo CSMA/CA1, con lo cual la encargada de transportar la información por el bus de comunicación es la propia tensión, donde el valor lógico "0" es el dominante al ser el valor que permite el paso de la corriente, mientras que el valor lógico "1" se conoce como recesivo, no pasa la corriente.

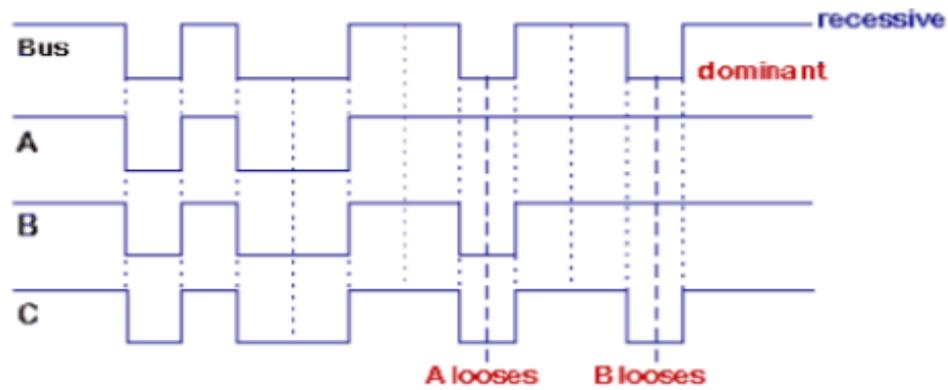


Figura 4.7 Ejemplo de bits dominantes y recesivos en el sistema KNX (CSMA/CA1)

Para que el sistema permita dar acceso a la información en el bus de comunicación, este realiza un testeo en línea y diagnosticar si ha habido una colisión de datos. El testeo se realiza de la siguiente manera:

- El dispositivo comprueba el estado del bus testeándolo en el momento de realizar una petición de envío, si el bus está libre lanza el telegrama, pero en el caso de estar ocupado, realiza un tiempo de espera con dos intentos de envío. Si no se enviase el telegrama en esos dos intentos, el dispositivo vuelve a testear el bus repitiendo el proceso.
- Durante el envío, cada dispositivo escucha el telegrama que circula 'por el bus, comparándolo con los elementos que lo hayan transmitido.
- Si el envío es correcto se completa la transmisión y recepción de información, pero en el de producirse una colisión de datos, el telegrama con bits más recesivos tendrá preferencia sobre los menos recesivos, con lo cual, la información menos recesiva se vuelve a retransmitir con 3 reintentos.

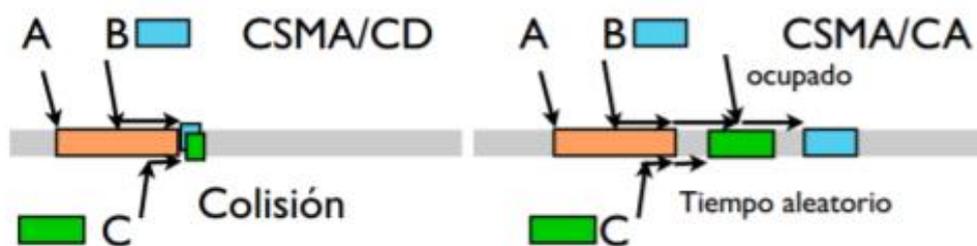


Figura 4.8 Ejemplo del testeo en la línea

La prioridad entre telegramas viene marcada por el mayor número de tramas que contenga en su inicio. Estas prioridades se clasifican según las funciones a que están destinadas:

- Prioridad 1: De prioridad alta reservada al desarrollo de las funciones del sistema.
- Prioridad 2: Prioridad de alarma
- Prioridad 3: Prioridad alta en las funciones normales
- Prioridad 4: Prioridad baja en las funciones normales

4.7 Telegramas

Los telegramas se efectúan cuando el sensor detecta un cambio de estado en la instalación, es decir, al accionar un pulsador, un cambio de temperatura, luz, etc, es el momento en que los sensores testean y envían el telegrama a los actuadores para que ejecuten la orden.

4.7.1 Tipos de telegramas

Se distinguen dos tipos de telegramas, los encargados de enviar el mensaje y los que confirman el envío.

- Telegramas de mensaje: Son un conjunto de datos enviados por el emisor (sensor) a través del bus de comunicación hasta el receptor (actuador) con el objetivo de realizar la acción con la que haya sido programada.
- Telegramas de confirmación: Es el conjunto de datos enviados confirmando la recepción del telegrama entre el actuador y el sensor, y así finalizar el ciclo de la emisión de los datos.

4.7.2 Palabras del telegrama

Los telegramas se transmiten a una velocidad de 9600 baudios de forma totalmente fragmentada en bloques de datos llamados palabras, donde en cada uno de estos bloques se añade además 3 bits; estos tendrán la siguientes misión:

- 1 bit de inicio de palabra del telegrama con un valor lógico de "0".
- 1 bit de parada que finaliza el bloque o palabra del telegrama con un valor lógico de "1".

– 1 bit de paridad que comprueba el byte o lo que corresponda al bloque de datos.

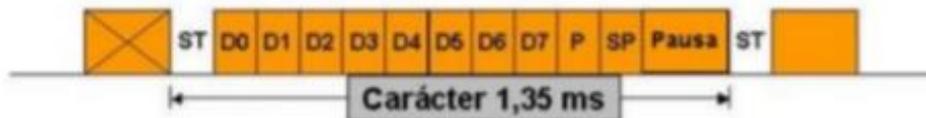


Figura 4.9 Ejemplo del carácter del telegrama

El sistema comprueba que los bloques llevan correctamente el formato del telegrama mediante la paridad.

- Paridad par: Cuando el número de unos de bits de los valores lógicos del bloque sea impar, entonces el bit de paridad será del valor "1", haciendo que el bloque sea par.
- Paridad impar: Cuando el número de unos del bloque de datos sea impar, el valor lógico del bloque de paridad será "0", con lo el bloque será de paridad impar

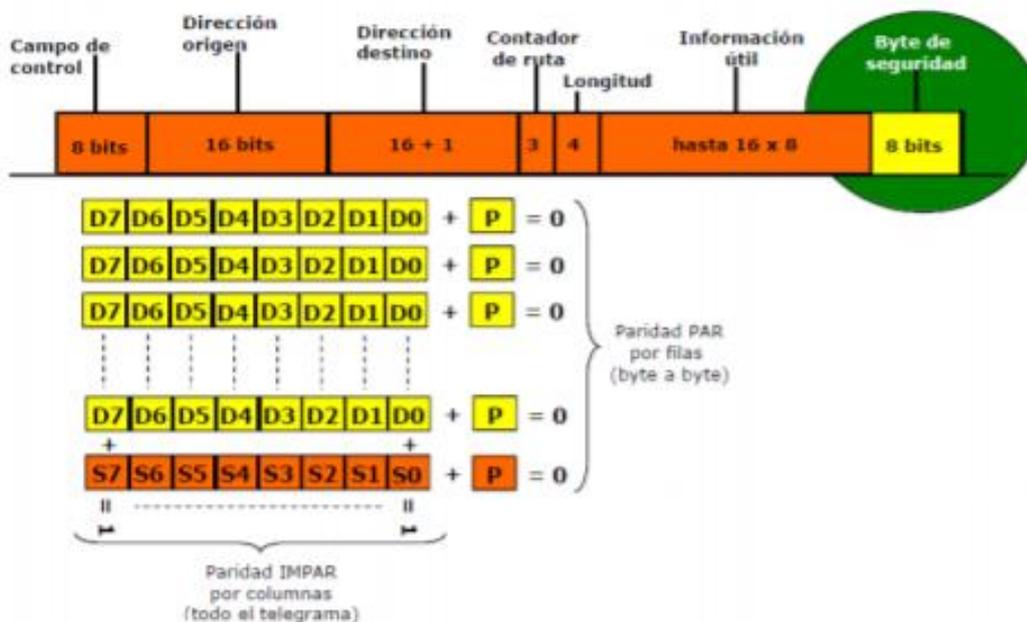


Figura 4.10 Ejemplo de comprobación del telegrama por paridad par e impar

4.7.3 Tiempos de transmisión

Existen unos tiempos de espera entre las palabras, el mensaje y entre emisión de telegramas. Estos tiempos se clasifican de la siguiente manera:

- t_1 : Tiempo de separación entre palabras, con un tamaño de 26 bits.
- t_2 : Tiempo de espera para la confirmación de la recepción del telegrama, con un tamaño de 13 bits.
- t_3 : Tiempo de la finalización de la comunicación para que el bus esté libre, con un tamaño de 50 bits.



Figura 4.11 Tiempos de la transmisión en la estructura de telegramas

4.7.4 Estructura del telegrama

El telegrama está totalmente estructurado, cada parte se distingue completamente de las anteriores, debido al tamaño y a la función que desempeña. Las características de cada parte que forma la estructura del telegrama tendrán la siguiente función:

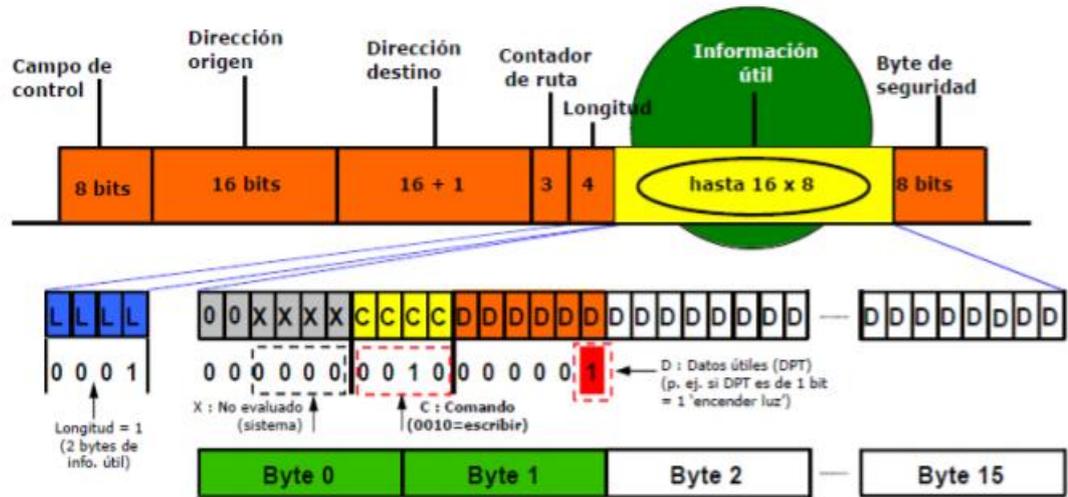


Ilustración 4.1 ejemplo de estructuras del telegrama

Las características de cada parte que forma la estructura del telegrama tendrán la siguiente función:

- Control: El campo de control, con un tamaño de 8 bits, tiene las siguientes funciones:
 - Identificar el inicio del telegrama.
 - Dar prioridad al telegrama en el acceso al bus, es decir, marca el tipo de función o prioridad del telegrama en el bus por medio de los valores de dos bits, "00" para las funciones del sistema, "01" para las funciones de alarma, "10" para la prioridad de funcionamiento alta (normal) y "11" la prioridad de funcionamiento baja (auto).
 - Marca la repetición ("0" repetido, "1" no repetido) para que los elementos que ya han ejecutado la orden no la vuelvan a ejecutar
- **Dirección de origen:** El componente que envía un telegrama marca su dirección física, es decir, el telegrama señala el origen de la transmisión del mensaje con un tamaño de 16 bits, estructurado de la siguiente forma:

- área, formado por 4 bits que marcan los valores comprendidas entre el área 0 ´ al 15.
 - Línea, con un tamaño de 4 bits que forma las líneas 0 a la 15.
 - Representa los componentes del 0 al 255 con un tamaño de 8 bits.
- **Dirección de destino:** Tendrá un tamaño de 16+1 bits, siendo el último dígito si el telegrama está dirigido a un único componente (dirección física) con un valor del bit de "0" o a un grupo de componentes (dirección de grupo) con un valor de bit de "1".

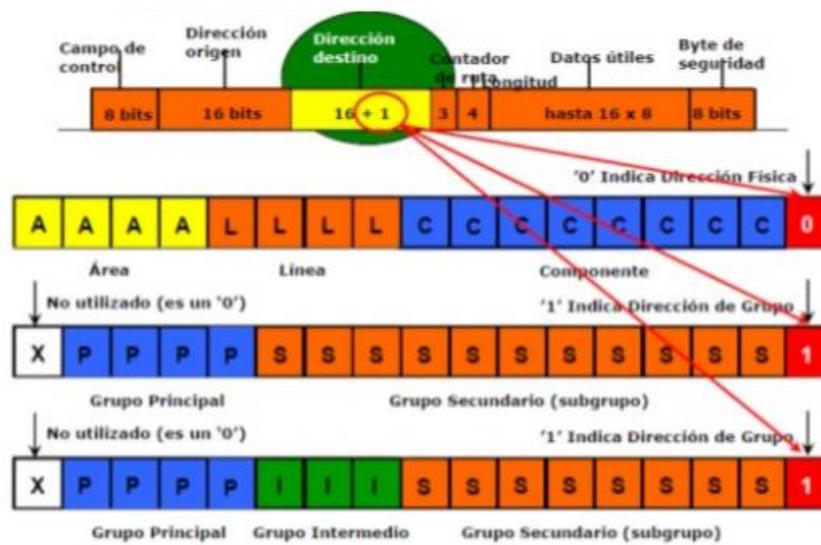


Ilustración 4.2 Ejemplo de funcionamiento de la dirección de destino

Los 16 bits están estructurados de la misma manera que la dirección de origen, con la diferencia del ultimo bit que marca hacia que componente o grupo de componentes está dirigido el telegrama.

- **Contador Routing:** Tiene el objetivo de contabilizar la vida del telegrama, con un tamaño de 3 bits Cuando el telegrama es enviado y pasa por los acopladores, estos restan una unidad al valor del contador hasta llegar a "0", de forma que elimina el telegrama. Si el valor del routing inicial es 7 el valor del telegrama es infinito, es decir, los acopladores no restan ningún valor al contador.

- **Longitud:** La longitud indica la cantidad de bits que contiene la información LSDI, con una tamaño de 4 bits. La longitud marca si el mensaje es corto o largo, de la siguiente manera.

– 0001, si el mensaje es corto de hasta 1 byte.

– 1111, si el mensaje es largo, de un tamaño de hasta 15 bytes de LSDU.

• **LSDU (Información útil):** Contiene los datos de la ejecución de órdenes y la transmisión de los valores sobre los actuadores con un tamaño total de 2 a 16 bytes. La información útil se realiza con el EIB Interworking Standard (EIS), el cual contiene los diferentes datos útiles para cada función asignada a los objetos de comunicación (sensor-actuador), cada uno asignado de forma diferente a un tipo de acción de control, como, por ejemplo, regulación de iluminación, comunicación, envío de valor absoluto, etc... Todo ello garantiza la completa compatibilidad a la hora de comunicarse los distintos elementos que pertenecen a las diferentes marcas comerciales por medio de un código estándar.

• **Acuse de recibo:** Informa de la veracidad del telegrama, con un tamaño de 8 bits. Los bits que forma el acuse de recibo están estructurados de la siguiente manera:

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	
N	N	0	0	B	B	0	0	
1	1	0	0	0	0	0	0	BUSY (ocupado)
0	0	0	0	1	1	0	0	NAK (Recepción incorrecta)
1	1	0	0	1	1	0	0	ACK (recepción correcta)

Ilustración 4.3 posibles acuse de recibo

- Bits de preámbulos. – Señal del dispositivo ocupado (BUSY), "00" dispositivo ocupado y "11" dispositivo libre.
- Reconocimiento (ACK) donde "11" es la recepción correcta del telegrama (IACK) o 00 si la recepción del telegrama es incorrecta.

4.8 Conductores del bus

Los conductores del bus de comunicación del sistema KNX deberán ser dimensionados de tal manera que asegura el correcto funcionamiento de la instalación y abarque los posibles cambios y ampliaciones en la instalación.

El cableado se realizará en canalizaciones diferentes y separadas de las eléctricas o fuerza, empleando cajas de derivaciones o empalmes independientes de las eléctricas con las

dimensiones suficientes con la que poder alojar en el interior de ellas elementos o componentes domóticos.

La limitación del bus de comunicación es la máxima longitud que pueda tener la línea (1000 m), y una separación máxima entre componentes de 700 m, además de la máxima distancia de la fuente de alimentación y el elemento del bus, 350 m. Teniendo en cuenta que no puede haber una distancia mínima de 200 m entre dos fuentes de alimentación en paralelo.

Todo ello son recomendaciones que garantizan la correcta detección de colisiones en algún tramo de la línea, al ser un sistema CSMA/CA.

4.9 Programación de la instalación domótica

La programación es la última parte de la instalación domótica, para ello se emplea el programa de software ETS.

Esta programación se efectúa normalmente por una pasarela entre PC al bus de comunicación por EIB-RS232 o EIB-USB. Este programa permite asignar las direcciones físicas individualmente en cada componente domótico y asociar a los componentes las diversas direcciones de grupo. La configuración y programación de los componentes se realiza por medio de las páginas web de los fabricantes del elemento domótico, donde se descargan las bases de datos del elemento y las importa al programa para así proceder a su programación. Este programa permite llevar a cabo las labores de diagnóstico y modificación de la instalación de forma local, línea telefónica o internet.

En la figura 4.9.1 se puede observar el entorno de trabajo del programa ETS

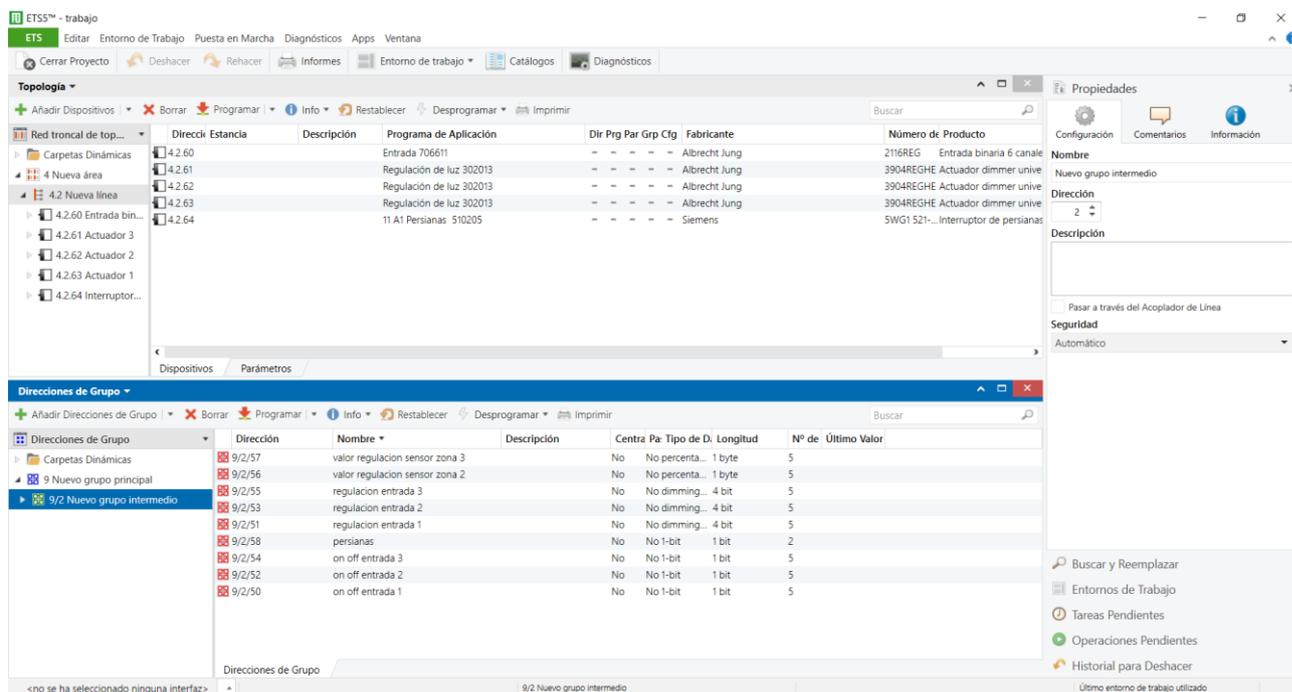


Figura 4.9.1 Interfaz de programación ETS 5 para KNX

4.9.1 Descripción del programa ETS

Este programa a grandes rasgos tiene la función de enlazar cada dispositivo con su función, de esta forma se simplifica todo el proceso de programación, pero limita a la hora de realizar alguna funciones que serían bastante sencillas de ejecutar con la programación clásica.

La primera parte de la interfaz que vamos a ver es la referente a los dispositivos y sus direcciones físicas, en este apartado debemos asignar cada dispositivo de la instalación knx a una dirección física distinta, es decir, 2 dispositivos no pueden tener la misma dirección física, como se puede ver en el recuadro rojo de la figura 4.9.1.1.

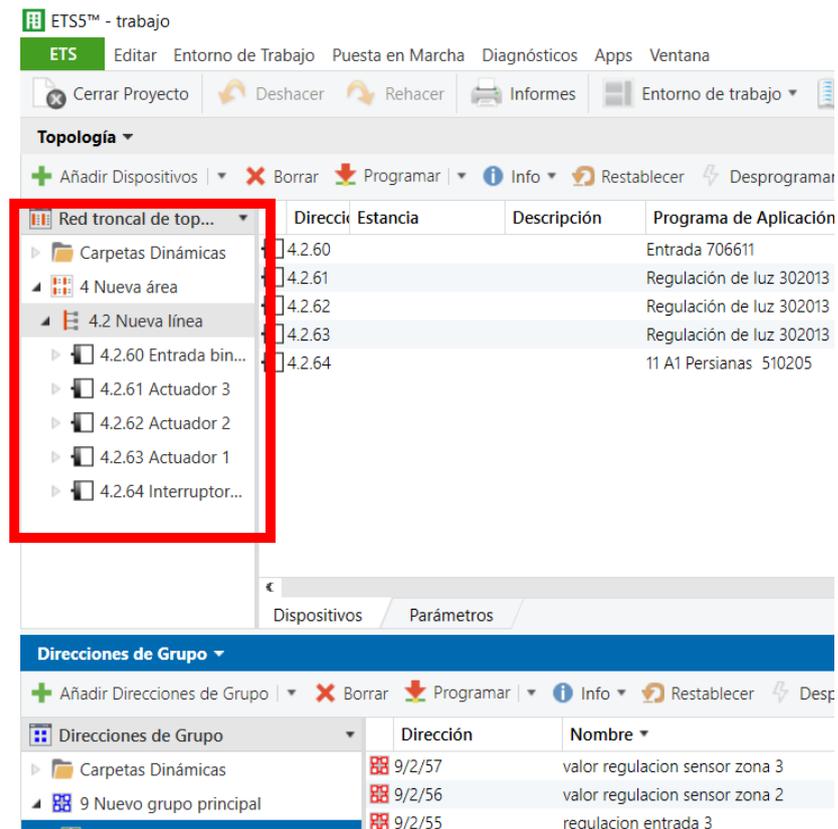


Figura 4.12 Direcciones físicas

El siguiente punto clave del programa son las direcciones de grupo, estas son las ordenes que activan cada comportamiento del dispositivo, es decir, cuando ocurre el suceso “A” el dispositivo que se encarga de sensar ese suceso envía la dirección de grupo “1.1.1” y todos los dispositivos que tengan programada alguna orden al recibir la dirección de grupo 1.1.1 la ejecutarán acorde a la información que se incluya. Por ejemplo, puede incluir el valor de luminosidad que está captando un sensor y que de esta forma el resto de la estancia se regule acorde a este.

En este caso un dispositivo puede efectuar la misma función ante varias direcciones de grupo, sería el equivalente a la función “OR” en la programación clásica. Otro aspecto a tener en cuenta es el tamaño de cada dirección de grupo, ya que entre el dispositivo que emite la dirección de grupo y el que la recibe debe existir una coherencia en el tamaño de la información, no podemos enviar un valor que oscila entre 0 y 255 en un mensaje de 1 bit, porque este solo tiene 2 posibles estados, 0 ó 1. Esto se recalca en verde en la figura 4.9.1.2.

Dirección	Nombre	Descripción	Centra Pa	Tipo d	D	Longud	Nº de	Último Valor
9/2/57	valor regulacion sensor zona 3		No	No percent	...	1 byte	5	
9/2/56	valor regulacion sensor zona 2		No	No percent	...	1 byte	5	
9/2/55	regulacion entrada 3		No	No dimmin	...	4 bit	5	
9/2/53	regulacion entrada 2		No	No dimmin	...	4 bit	5	
9/2/51	regulacion entrada 1		No	No dimmin	...	4 bit	5	
9/2/58	persianas		No	No 1-bit	...	1 bit	2	
9/2/54	on off entrada 3		No	No 1-bit	...	1 bit	5	
9/2/52	on off entrada 2		No	No 1-bit	...	1 bit	5	
9/2/50	on off entrada 1		No	No 1-bit	...	1 bit	5	

Figura 4.13 Direcciones de grupo

Por último, queda describir el tercer pilar en el que se apoya este programa, los objetos de comunicación, son las funciones a las que se puede enlazar alguna dirección de grupo, al igual que antes, cada objeto de comunicación tiene un tamaño que ha de corresponder con el de la dirección de grupo, de forma que si se genera un mensaje de 1 byte, se envíe un mensaje de 1 byte.

4.10 Funciones de la instalación domótica

En este apartado se describirá las diversas funciones de la instalación domótica en protocolo KNX en función del peticionario realizado al propietario del taller, descrito en el peticionario de este proyecto.

4.10.1 Iluminación

En este caso vamos a dejar la instalación preparada para en un futuro se pueda ampliar automatizando también las luces del taller para poder simular el efecto de la luz natural a cualquier hora del día. Esto se consigue por medio de la regulación de las propias pantallas de led que conforman el alumbrado.

4.10.2 Confort

Además de la ampliación anteriormente expuesta de simular un entorno con luz natural durante cualquier hora del día, la automatización del conjunto torno fresadora también aporta una ganancia en confort, ya que en el estado anterior el cliente comentaba que alguna vez

había tenido que bajar al taller de madrugada a para los compresores cuando él calculaba que las maquinas habían acabado el programa.

Con la instalación de este sistema el cliente obtiene 2 beneficios importantes en su vida laboral, por una parte, evita todas las preocupaciones con el tema de a que hora dejar las maquinas trabajando y si el compresor estará bien al volver al día siguiente.

Por otra parte, con el alumbrado que simula la luz natural tiene una ventaja obvia, ya que en numerosos estudios ha quedado demostrado que al trabajar con condiciones de luz óptimas el cuerpo sufre menos fatiga.

4.10.3 Eficiencia energética

Este punto es uno de los más importantes de este proyecto, ya que este va a provocar ahorro en 2 frentes muy marcados. El primero y más obvio es el ahorro energético.

Al haber enlazado el funcionamiento de las fresadoras con el de los compresores evitamos que estos estén encendidos más tiempo del necesario girando en vacío, esto como es obvio recude el consumo energético de manera considerable.

Por otro lado, se aprecia una reducción de costes notable, en concreto en el mantenimiento de los compresores, como se puede deducir de forma bastante aparente, si los compresores evitan estar girando en vacío varias horas todos los días el desgaste de las piezas móviles se reduce de forma exponencial.

4.10.4 Seguridades técnicas

Este apartado guarda bastante relación con el anterior, debido a que se automatiza el tiempo que pasan encendidos los compresores disminuye el tiempo que han de estar trabajando sin supervisión, que es el periodo más critico en cuanto a averías graves. Como hemos indicado en el apartado anterior al evitar que estén trabajando en vacío durante las horas que transcurren desde que la maquina acaba el programa de madrugada, hasta las 8 de la mañana del día siguiente que llega el cliente, al evitar estas horas evitamos también que pueda ocurrir cualquier avería que por pequeña que sea al estar varias horas desatendida puede ser la precursora de una avería más grande e incluso de alguna desgracia.

4.11 Topología

En la figura 4.11.1 se adjunta un ejemplo de la topología que se utiliza en la instalación, debido a la escasez de dispositivos que requiere esta instalación y a las características

geométricas del taller la opción más recomendable es utilizar un topología en linea, que nos permite ahorrar costes a la hora de la instalación.

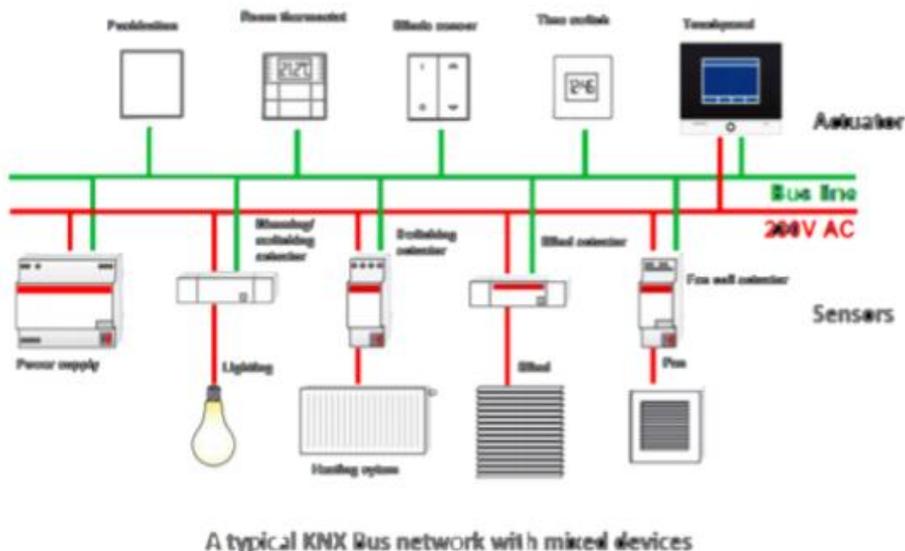


Ilustración 4.11.4.4 ejemplo de topología en linea

Esta linea discurrirá del cuadro de superficie donde van alojados los componentes domóticos hasta el fondo del taller de esta forma la instalación queda preparada para la instalación futura del sistema de alumbrado natural.

4.12 Componentes de la instalación

A continuación, se procede a describir los elementos concretos que compondrán el sistema

4.12.1 Cuadro de superficie

En este caso se ha optado por un cuadro automáticos estanco IP65 2 filas 24 módulos Legrand 601832 ya que con 24 módulos cumplimos de sobra los requerimientos de la instalación dejando algunos libres para su ampliación.

A pesar de que la instalación se va a realizar en interior se va a instalar un cuadro estanco para evitar el polvo y la suciedad, ya que, algunos procesos del mecanizado se realizan por erosión y el polvo con partículas de hierro puede dañar algunos componentes.



Figura 4.14 Cuadro legrand 24 modulos ip65 601832

4.12.2 Fuente de alimentación

La fuente de alimentación elegida es de 320 mA de la marca JUNG con referencia 20320 REG



Figura 4.15 Fuente de alimentación KNX de 320 m

Tendrá una tensión nomina AC de 200-240 V a una frecuencia de red de 50/60 Hz; la potencia disipada con una carga máxima en todas las salidas de 1,8 W y con un rendimiento aproximado del 84 %. En lo que respecta a la tensión y corriente de conmutación en la salida en tensión AC 12 V y en DC 2/30 V y en la corriente entre 5 mA y 2 A. En el medio KNX la fuente trabaja con un conductor TP 256 con una tensión de salida del bus DC entre 28 V y 31 V con una corriente en todas de salida máximo de 320 mA y una corriente de cortocircuito máxima de 1A.

Las funciones de la fuente de alimentación serán las siguientes:

- Alimentación de los aparatos KNX con tensión de bus.
- Alimentación de los aparatos con tensión DC.
- Montaje sobre perfil DIN según EN 60715 en subdistribuidor.

Las características que integra la fuente de alimentación elegida para la instalación son:

- Salida con bobina de choque integrada para alimentar líneas de bus KNX.
- Salida DC 30 V para alimentar aparatos adicionales.
- La corriente nominal se puede distribuir libremente entre las salidas.
- Pulsador de reset.
- Resistente a cortocircuitos y sobretensiones.
- Protección de carga.
- Apto para el funcionamiento de instalaciones con alimentación de corriente de emergencia.
- Contacto de aviso sin potencial para la notificación de servicio y diagnóstico.
- Con suministro de tensión KNX idéntico conectable en paralelo.

4.12.3 Entrada binaria KNX 6 fases

El sensor de entrada binaria que se utiliza es de la marca JUNG y tiene 6 canales independientes referencia 2116 REG



Figura 4.16 Sensor entrada binaria 6 canales JUNG 2116 REG

Las funciones que cumple este elemento en el proyecto son las de recoger los distintos tipos de señales que se obtienen de las fresadoras, a su vez se encarga de introducir estas señales en el sistema KNX, sus características son las siguientes:

LED de estado para cada entrada

- Detección de niveles y cambios de tensión en la entrada
- Envío del estado de la entrada al bus
- El comportamiento de envío se puede ajustar libremente
- Funciones: conmutación, regulación de luz, subir/bajar persianas, valores de luminosidad, temperaturas, llamada y memorización de escenas
- Contador de impulsos y acumulación
- Las entradas se pueden bloquear separadamente
- Se pueden conectar tensiones alternas y continuas externas

4.12.4 Actuador de conmutación KNX 4 fases

El actuador que se ha elegido es un JUNG de 4 canales referencia 2304.16



Figura 4.17 Salida binaria JUNG 2304.16

Cabe reseñar que a pesar de que solo son necesario 2 canales para llevar a cabo este proyecto se ha optado por el de 4, ya que el de 2 canales tiene las mismas dimensiones físicas, de esta forma estamos cubiertos ante posibles ampliación es del sistema que el cliente quiera realizar.

Otro detalle a destacar es que el mando manual es mecánico, es decir, en el caso de que el sistema KNX tuviera un fallo total, manualmente se podrían activar los compresores.

Este elemento se encarga de ofrecer una salida binaria (Un contacto) ante las exigencias del programa del sistema KNX, sus características son las siguientes:

- Manejo manual del relé independiente del bus
- Modo contacto de apertura o de cierre
- Función lógica y guiado forzado
- Conectar la respuesta (sólo modo bus)
- Visualización de la posición de conexión
- Función de accionamiento central con información del estado acumulada
- Función de bloqueo para cada canal
- Funciones temporizadas: retardo de conexión y desconexión, interruptor de luz de escalera con función de preaviso
- Integración en escenas de luz
- Contador de horas de servicio, configurable mediante el bus
- Supervisión de entrada en la actualización cíclica con conexión de seguridad
- No existe ninguna alimentación de corriente adicional

4.12.5 Actuador regulador luces led

En este caso instalación, por petición del cliente la parte de controlar la iluminación se realizará en el futuro. El actuador regulador que se va a instalar el ACTUADOR DE REGULACIÓN RLC+LED KNX DE 8 CANALES – RE KNT 008 de la marca DINUY.



Figura 4.18 Actuador regulador DINUY 8 canales RE KNT 008

Este actuados se ha elegido principalmente por su potencia de salida, ya que con lámparas led de alto voltaje y regulación por fase descendente admite 250W por canal, es decir, 2000W en total, más que suficiente para poder suplir las necesidades del cliente. Sigue contando con encendido y apagado manual, aunque en este caso no es mecánico. Al tener 8 canales, se podrán crear hasta 8 zonas, con lo cual la iluminación del espacio de trabajo será óptima. Sus características son las siguientes:

Actuador válido para cargas RLC+LED:

- Lámparas LED 230V regulables.
- Lámparas LED 12V regulables con transformador electrónico.
- Incandescencia, Halógenas 230V y Halógenas 12V con transformador electrónico.
- Tecnología de regulación por corte de fase, tanto a principio, como a final de fase, seleccionable vía ETS.
- Dispone de 8 canales de salida con un máximo de 250W por canal.
- Forzado manual (ON, OFF y regulación) de cada canal de salida independiente mediante pulsadores en el frontal de regulador, sin necesidad de la conexión del Bus.

- LEDs indicadores de estado y de error de cada canal de salida.
- Incorpora protección contra sobrecarga, cortocircuito y sobre temperatura.
- Programación, y puesta en marcha, mediante ETS5.
- Formato modular (8 módulos de anchura), instalación en carril DIN.

4.12.6 Otros componentes

Para poder realizar la instalación domótica, necesitamos otros componentes menos relevantes.

- Cable UTP, en este caso es utilizará 1 de los 4 pares trenzados que tiene.

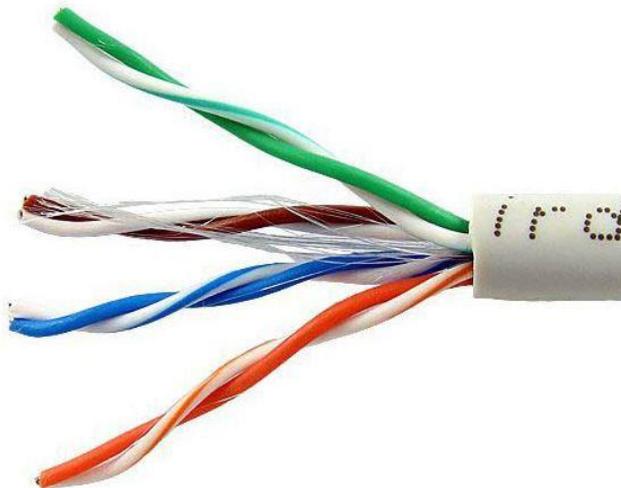


Figura 4.19 Cable UTP con 4 pares trenzados

- Punteras para los cable, de esta forma se garantiza un buen contacto y una mayor resistencia a esfuerzos mecánicos y por lo tanto ampliar la vida útil de la instalación

5 Memoria modificación instalación eléctrica

En este apartado se engloban las modificaciones que hay que realizar en la instalación eléctrica del taller y en la instalación eléctrica de las máquinas para acomodar todo este

sistema automático y de esta forma conseguir que trabajen al unísono las partes de control y de potencia.

5.1 Instalación eléctrica del taller

En este caso puesto que no vamos a añadir ninguna maquina nueva, y que el sistema domótico tiene un consumo reducido, del orden de 25-50W, vamos a optar por conectarlo a una linea de tomas de corriente, de esta forma podremos poner en el cuadro de domótica unas bases schuko tal y como requería el cliente en sus peticiones.

5.2 instalación eléctrica de las maquinas

En este apartado es donde aparecen todos los problemas del proyecto, puesto que cada máquina es de un fabricante y de una época. En este taller podemos encontrar desde máquinas de última generación hasta máquinas de los años 80 y todo el abanico que se comprende entre medias. Para llevar algún orden empezaremos por orden cronológico.

5.2.1 LAGUN FVT-4

Esta fresadora no es CNC como tal, pero está equipada con avance automático y puede quedarse trabajando sola (Por ejemplo, planear la cara trasera de un molde es una operación que puede llevar un par de horas y la máquina realiza esta tarea de forma autónoma) por lo tanto, también debe ir conectada con los compresores.



Figura 5.1 LAGUN FVT-4 detrás de un torno paralelo Pinacho S-90/260

En esta máquina se procederá a utilizar la tensión del motor del avance automático para obtener una señal de si la maquina está en marcha o no.

Para obtener dicha señal utilizaremos un relé con la bobina a 230v, de modo que cuando la maquina deje de moverse, como la bobina del relé está conectada al motor del avance automático, tendremos un contacto que se abre. Esta señal es idónea para enviarla al modulo de entradas binarias ya que solo puede tener dos estados y están muy diferenciados, ya que son 0v o 230v, de esta forma se obtiene una inmunidad frente al ruido eléctrico.

5.2.2 LAGUN FVT-5 CNC

Esta máquina, es una evolución de la anterior, mecánicamente comparten gran parte de sus componentes, pero en algún momento de los 10 últimos años se optó por remodelar toda la parte electrónica, es decir, todo el sistema de control esta reformado, y por lo visto en este cambio no tuvieron en cuenta la posibilidad de implementar algún mecanismo para saber cuándo ha finalizado el programa, por ello no queda más remedio que implementar este sistema a posteriori.



Figura 5.2 LAGUN FVT-5

Para llevar a cabo esta tarea se va a proceder a instalar un final de carrera en la posición que corresponde a las coordenadas absolutas X0,Y0,Z0 de la máquina, de forma que si en cada programa añadimos esta instrucción al final, la maquina volverá al origen al finalizar, este sistema tiene un problema, ya que la maquina puede alcanzar esa posición durante el mecanizado de un componente que ocupe casi en su totalidad el volumen de la máquina, pero como el cliente cuenta con máquinas más grandes no tiene ningún inconveniente en aceptar esta restricción, puesto que esta máquina solo la utiliza para piezas medianas.

De igual manera que en la maquina anterior se consigue una señal asociada a un contacto que se abre o se cierra según la maquina este trabajando o no y comparte las tensiones de del caso anterior, proporcionando así el mismo nivel de inmunidad frente a ruido eléctrico.

5.2.3 HAAS TM-1

Esta máquina como se puede observar en la fotografía en mucho más moderna está en concreto es del 2004 y por lo tanto esta provista de la preinstalación para añadirle un cambio de herramienta automático, esta preinstalación cuenta con una serie de electroválvulas que si se añadiese el accesorio de cambio de herramienta automático se encargarían de controlar los movimientos de este mediante pistones neumáticos.



Figura 5.3 Haas TM-1

En nuestro caso se ha optado por modificar las instrucciones de arranque/parada de la maquina (como se muestra en la figura 5.2.3.2), para que al finalizar cada programa active una de las electroválvulas, pero en lugar de activar una electroválvula activaran un relé, por lo tanto, ya tenemos un contacto que se abre cada vez que la maquina termina el programa. En este caso la mayor dificultad reside en modificar el software de la máquina, puesto que el

hardware ya viene instalado de serie. Cabe añadir que no se utiliza la tensión que entrega la máquina directamente en la salida de la electroválvula para evitar el problema de que en el futuro si se modifica algo referente a la máquina, habría que tener la precaución de que la línea de la que cuelga el cuadro domótico y fase de la que la máquina coge la salida de la electroválvula sean la misma. Para evitar este problema se instala el relé y este actúa de aislante entre ambas tensiones.

De nuevo en esta máquina hay que hacer un sacrificio, hay que prescindir de la posibilidad de poder poner el accesorio del cambio de herramienta automático y de tener el control de los compresores de forma simultánea. Nuevamente el cliente no tiene ningún inconveniente puesto que ni siquiera posee dicho accesorio, y no tiene previsto adquirirlo.

5.2.4 HAAS VM-3

Por último, llegamos a la maquina donde más sencilla va a resultar operación de obtener un contacto que dependa del estado del programa que se esté ejecutando, puesto que la maquina ya viene provisto con el de serie, esta máquina tiene una serie de contactos en su parte trasera que se pueden programar para que reaccionen a diversos parámetros de la máquina, en este caso vamos a destinar uno de estos contactos preinstalados a la tarea de notificarnos si el programa ha terminado o no. En esta máquina al igual que en la primera no hay que hacer ninguna concesión respecto la pérdida de alguna funcionalidad, puesto que no hemos modificado nada.



Figura 5.4 Fresadora Haas VM-3

5.3 Instalación eléctrica en los compresores

En este caso solo se va a realizar una modificación para poder controlar los compresores. Se va a instalar un contactor antes de la base de enchufe que alimenta cada compresor, de este modo los compresores quedan inalterados y en el futuro si el cliente quisiera cambiar uno de los compresores no tendría que modificar nada, el funcionamiento es plug and play.

En este caso el actuador Knx activa la bobina del contactor y este permite la alimentación de los compresores.

5.4 Descripción de componentes eléctricos a utilizar

En este caso en la parte eléctrica la relación de componentes que se va a utilizar es reducida, ya que el objetivo principal es conseguir una parte eléctrica sencilla, y que sea sistema automático el que tome las decisiones complejas.

Para poder conectar y desconectar los compresores de la red será necesario el uso de un contactor, en este caso, las características más importantes son: Bobina a 230v, 4 polos y 16A. Con estas características en mente se ha optado por utilizar uno de la marca Schneider.

Como en esta instalación tenemos 2 compresores bastante alejados entre si, vamos a necesitar 2 contactores como el que se ha descrito en el párrafo anterior.



Figura 5.5 Contactor Schneider

Como hemos visto en el apartado anterior en 2 de la 4 máquinas es necesario añadir un relé con bobina a 230v en este caso el que hemos seleccionado tiene una corriente de conmutación de 6A por lo tanto cumple con creces nuestro requerimiento ya que solo tiene que marcar una tensión, no circula intensidad por estos conductores.



Figura 5.3.1 Relé de carril bobina a 230v OMRON G2RV-SR500

Por otro lado, para la segunda maquina necesitamos un final de carrera, en este caso se ha optado por el telemecanique/schneider XCMD2102L1. La característica principal que tiene es que viene precableado, por lo tanto, no tenemos que hacer ninguna conexión a 230v fuera del armario de control de la máquina, lo cual alarga la vida útil de la instalación.

Al igual que los relés la intensidad máxima que soporta son 6A pero como solo lo utilizamos para marcar una señal cumplimos de sobradamente nuestros requisitos.



Figura 5.4.2 Telemecanique/schneider XCMD2102L1

Para hacer llegar cada uno de los elementos utilizados desde la maquina correspondiente hasta el cuadro domótico se procederá a utilizar tubo rígido de PVC libre de halógenos, en este caso de la empresa Aiscan, el diámetro de los mismos será por regla general de 25mm, a no ser que en el momento de la instalación haya algún tramo que factores externos haya que variar el diámetro.



Figura 5.6 Tubo rígido PVC libre de halógenos

Además del tubo propiamente dicho se utilizarán los accesorios correspondientes para fijarlo a la pared o salvar obstáculos: Curvas, manguitos, tramos flexibles.

Además, en las maquinas que no están pegadas a una pared, en este caso la Haas Tm-1 y la Lagun fvt-5 cnc, se pasaran los cables por una bandeja existente montada sobre un puente

metálico que transcurre por encima de las mismas, como se puede ver en la figura 5.2.4.2 rodeado en color rojo

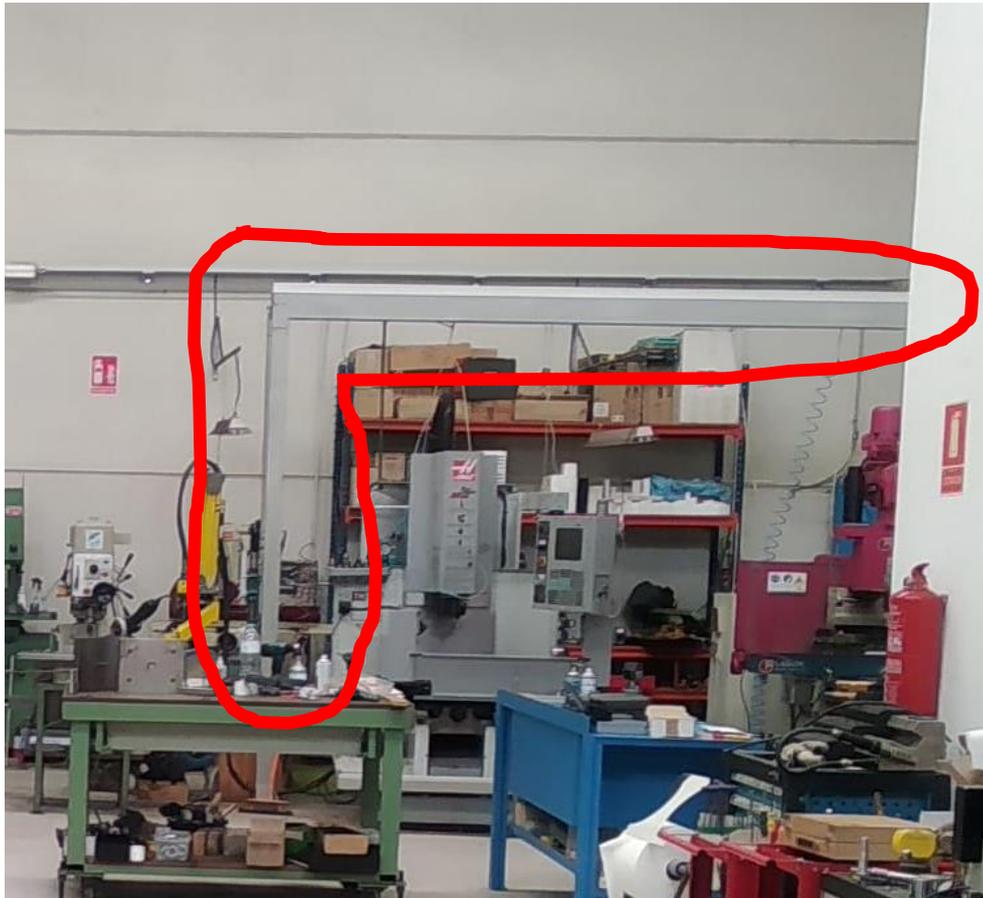


Figura 5.7 Puente con bandeja de PVC

6 PRESUPUESTO

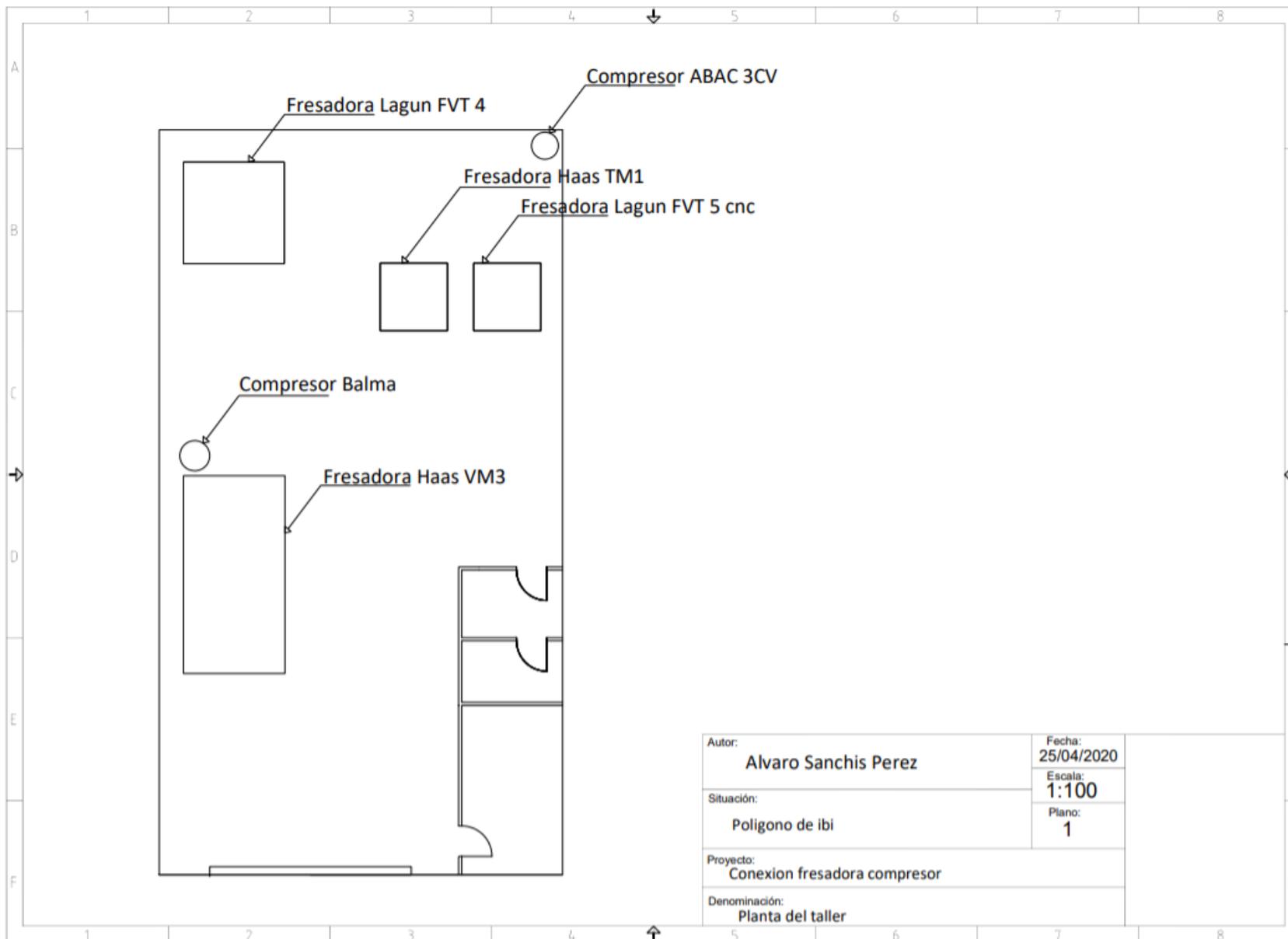
En este apartado se adjunta un presupuesto detallado de todos los gastos que supone esta instalación. Cabe destacar que las partidas de la mano de obra puede resultar alta, pero hay que tener en cuenta que en las 20 horas del presupuesto se incluye el tiempo que requiere la programación de las entradas y salidas.

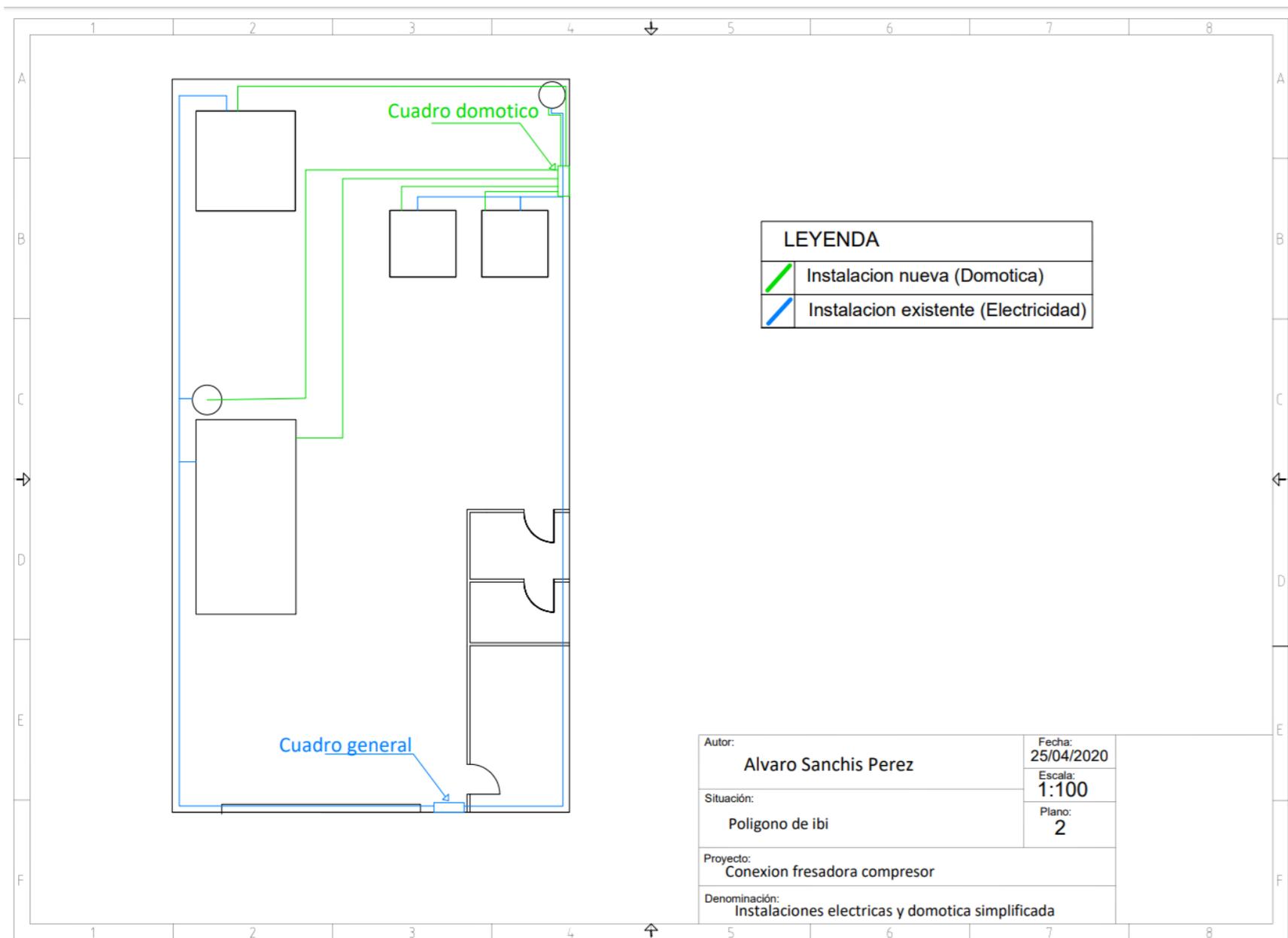
Concepto	Unidades	Precio unitario	Precio total
Cuadro superficie IP65 Legrand 601832	1	54,72 €	54,72 €
Fuente de alimentación KNX 320mA JUNG 20320 reg	1	169,53 €	169,53 €
Sensor entrada binaria 6 canales JUNG 2116 REG	1	172,06 €	172,06 €
Salida binaria JUNG 2304.16	1	262,69 €	262,69 €
Actuador regulador DINUY 8 canales RE KNT 008	1	546,23 €	546,23 €
cable utp cat 6	84	0,85 €	71,40 €
cable 1,5mm ²	35	0,34 €	11,90 €
cable 2,5mm	12	0,50 €	6,00 €
Tube, racores y manguitos	15	2,45 €	36,75 €
Rele de carril bobina a 230v OMRON G2RV-SR500	2	13,19 €	26,38 €
Final carrera nc+na xcmd210211	1	30,78 €	30,78 €
Contactador Schenider 16A 230V	2	41,54 €	83,08 €
Horas Oficial Primera	20	31,37 €	627,40 €
Total del presupuesto			
Base imponible	2.098,92 €		
IVA(21%)	440,77 €		
Total, impuestos incluidos	2.539,69 €		

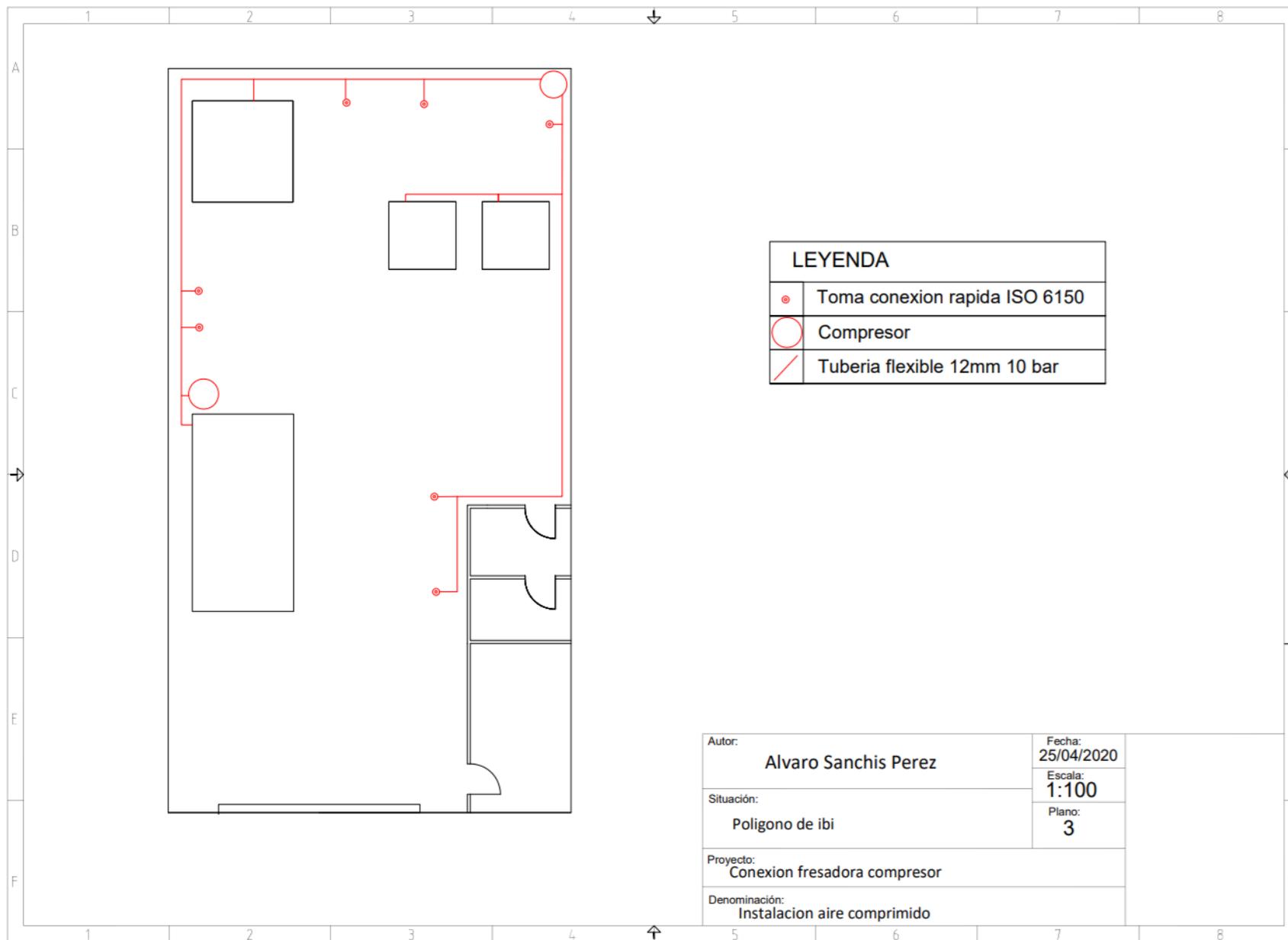
7 PLANOS Y FOTOGRAFIAS

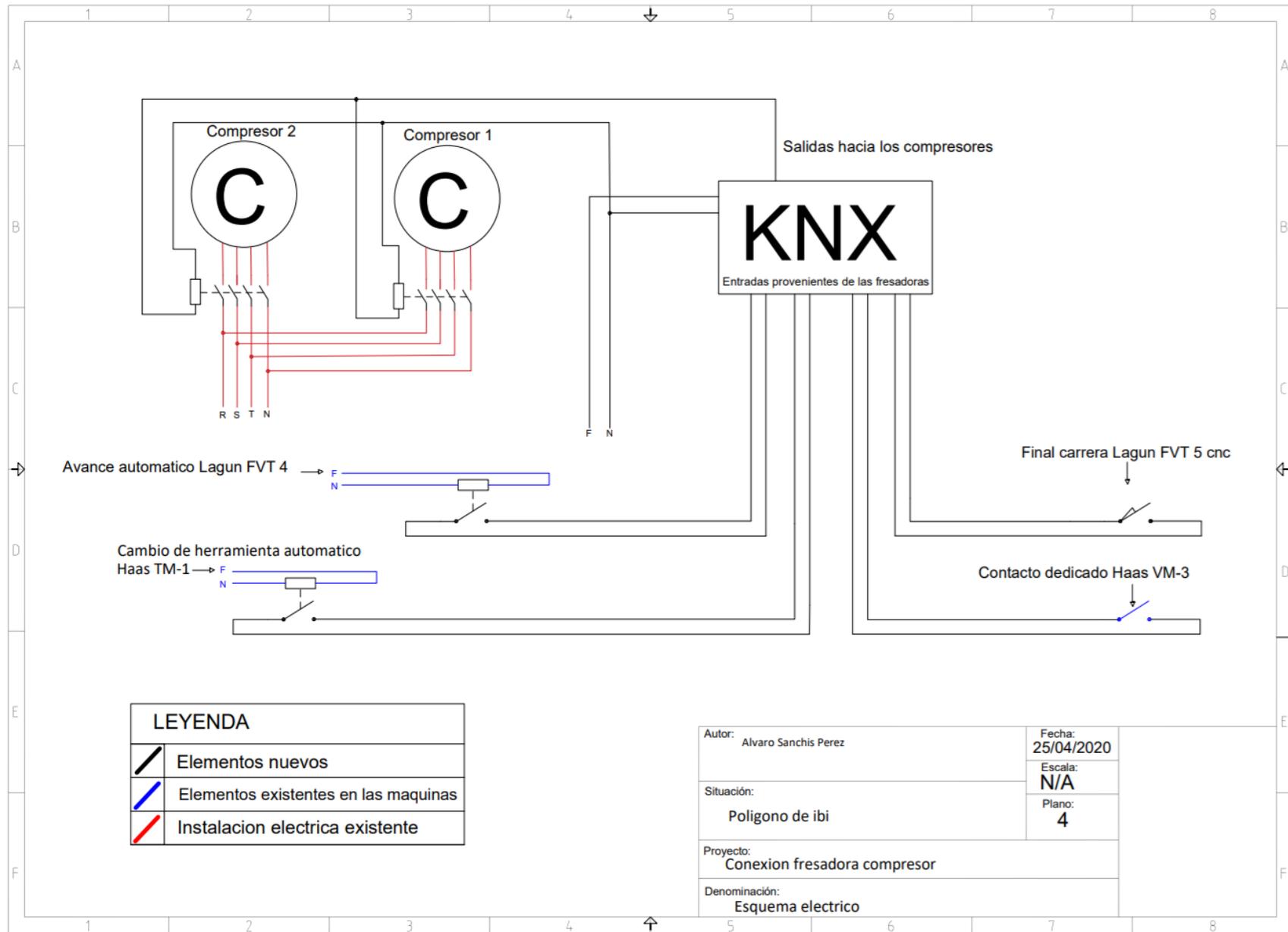
En este apartado de adjuntan todos los planos del proyecto, en este caso hay varios planos, uno de la distribución en planta de las maquinas, uno de la instalación eléctrica, uno de la instalación neumática.

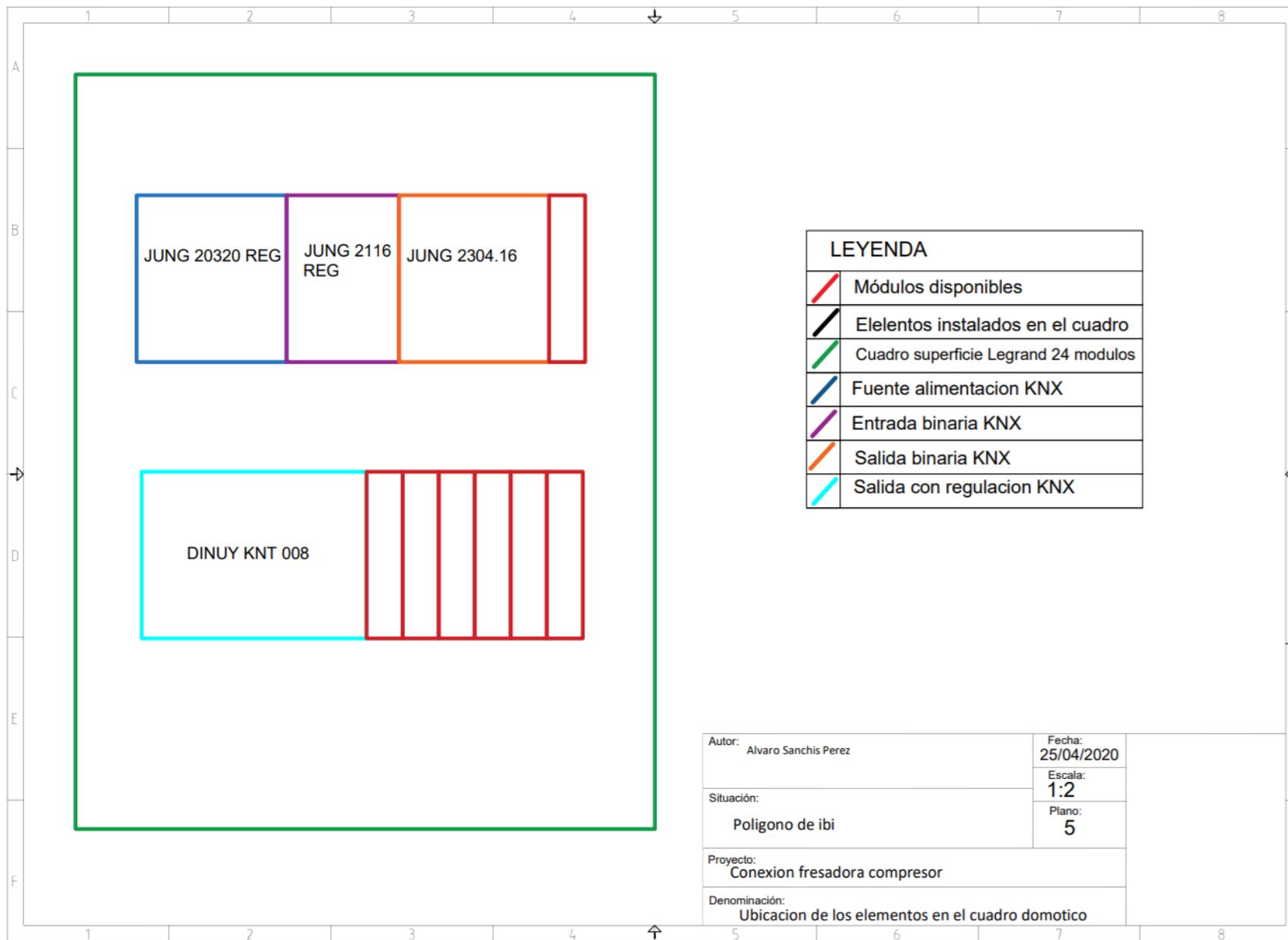
Además de las fotos, se añade también un glosario con fotos del taller para comprender mejor la situación de todos los elementos que lo componen, debido a que no son herramientas comunes, puede resultar un poco complejo comprender la casuística del problema.











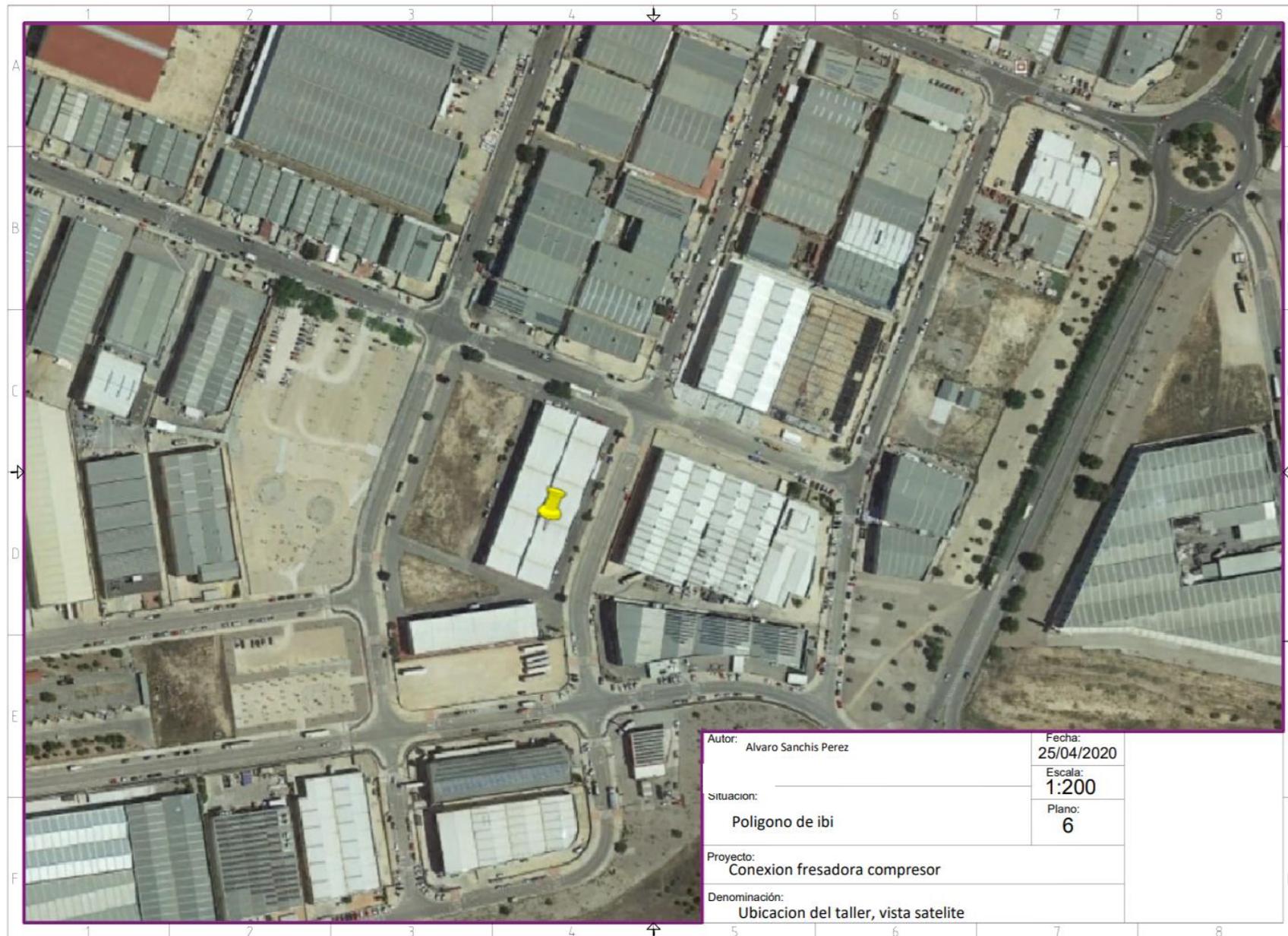




Figura 7.1 Vista general del taller



Figura 7.2 Panel de control de la Lagun Fvt-5 cnc

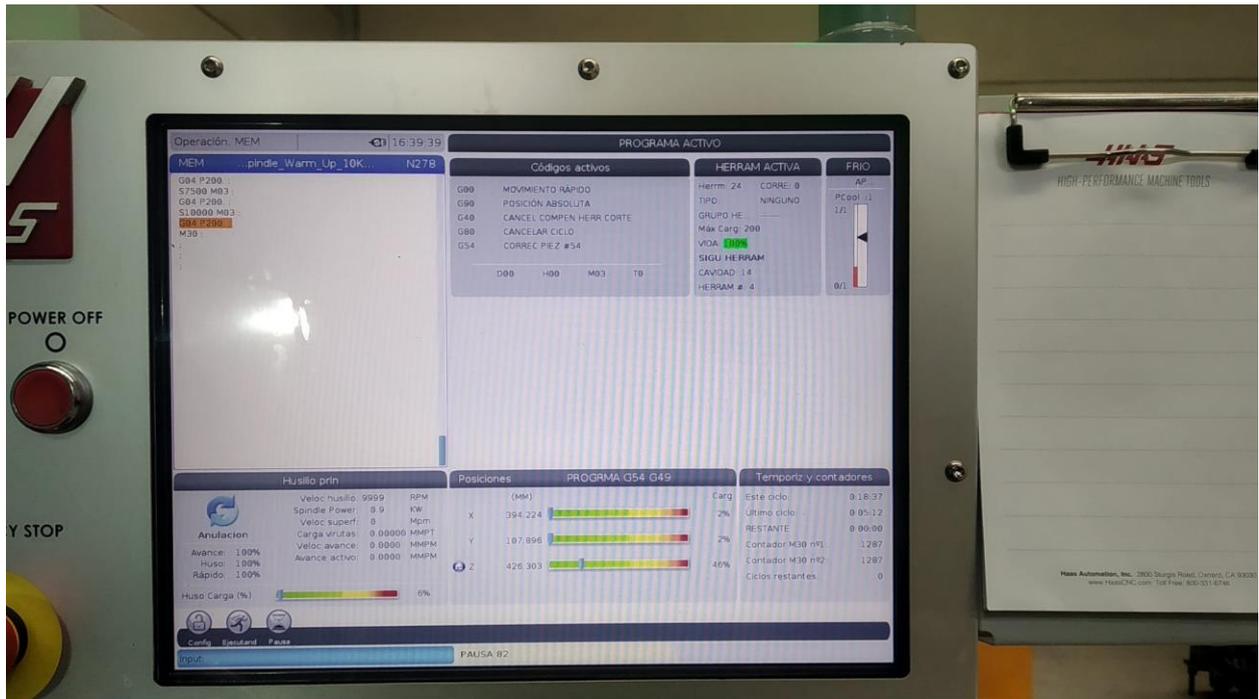


Figura 7.3 Panel de control de la Haas VM-3. Se puede ver la evolución respecto al anterior.



Figura 7.4 Piezas que se fabrican en el taller, sobre palet europeo para tener una referencia de tamaño



Figura 7.5 Cuadro de la Hass tm-1. El equipo que hay bajo es la unidad hidráulica de un brazo para roscar, no tiene nada que ver con la fresadora



Figura 7.6 Carro de herramientas de cambio automático Hass vm-3

8 Bibliografía

Experiencia laboral en la materia.

Catálogo comercial de la marca Schneider.

Catálogo comercial de la marca Jung.

Estudios referentes a la materia, en concreto las asignaturas de neumática y domótica.

Documentación presente en la web oficial de KNX www.knx.org