



Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología

Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática

TRABAJO DE FIN DE GRADO

Acondicionamiento y mejora de la planta de prácticas “la casita domótica”

Autor: Daniel Hernández García

Tutor/es: Marta Sigut Saavedra y Silvia Alayón Miranda

Marzo 2018

Índice General

0. Resumen/Abstract.....	1
1. Objetivos del Proyecto.....	2
2. Introducción.....	3
3. Descripción de la maqueta.....	4
3.1. Estructura de la casa.....	4
3.2. Uso de la maqueta.....	6
3.3. Funciones domóticas de la casita.....	6
4. Mejora de la parte electrónica de la maqueta.....	9
4.1. Sensores y actuadores de la maqueta original.....	9
4.2. Sensores.....	10
4.2.1. Sensor optoacoplador.....	10
4.2.2. Fotodiodo.....	18
4.2.3. Sensor fotoeléctrico de detección directa.....	22
4.2.4. Pulsador.....	25
4.2.5. Sensor de radiofrecuencia.....	26
4.3. Actuadores.....	28

4.3.1. Motor de corriente continua bidireccional.....	28
4.3.2. Zumbador para alarma.....	35
4.3.3. Luces.....	36
4.4. Ubicación de los sensores y los actuadores en la casita tras la mejora...38	
4.5. Distribución del cableado en la maqueta.....	50
4.6. Conexionado con el autómatas.....	52
5. Mejora de la parte mecánica de la maqueta.....	54
5.1. Elementos mecánicos en la maqueta original.....	54
5.2. Estructura de las persianas.....	57
5.3. Estructura de la puerta del garaje.....	58
5.4. Estructura del ascensor.....	59
5.5. Sistema de apertura y cierre de la maqueta.....	60
6. Resultados.....	61
7. Presupuesto.....	62
8. Conclusiones.....	65
9. Referencias.....	69

Anexos

Anexo I: Planos Originales de la maqueta

Anexo II: Planos Actuales de la maqueta

Anexo III: Vídeos

0. Resumen/Abstract

“La casita domótica” es una planta de prácticas del departamento de Ingeniería Informática y de Sistemas de la ULL. Surgida de un proyecto de fin de carrera de la titulación de Ingeniería Técnica Industrial, esp. Electrónica Industrial, del año 2006, el paso del tiempo y el uso por parte de los alumnos han hecho necesarias algunas labores de mejora y acondicionamiento. El objetivo de este Trabajo de Fin de Grado es la mejora de la parte electrónica y mecánica de la maqueta: diseño de nuevos circuitos, mejora de los ya existentes, aumento de la robustez de las partes móviles de la casa, organización del cableado, etc. para poder volver a utilizar la maqueta en las prácticas de las asignaturas de Automatización.

“La casita domótica” is a plant for practical sessions of the Department of Computer Science and Systems Engineering of the University of La Laguna. It is the result of a Final Degree Project developed by other Industrial Engineering students in 2006. The model house has been used during several years, but it currently needs restoration and refurbishment. The main goal of this End of Degree Work is the improvement of the electronic and mechanical part of the model: design of new circuits and improvement of the existing ones, robustness improvement of the moving parts of the house, wiring organization, etc. for allowing the use of the house in the practical sessions of the subjects related to Automation.

1. Objetivos del proyecto

El principal objetivo de este proyecto de fin de grado es acondicionar la planta “la casita domótica”, para dejarla preparada para ser utilizada en las prácticas de las asignaturas de Automatización que se imparten en el departamento de Ingeniería Informática y de Sistemas. Tomando como punto de partida el prototipo construido en 2006, nos encontramos con una maqueta en la que están instalados diferentes sensores y actuadores, conectados a un autómeta SIEMENS S7-200 para el control de toda la instalación domótica de la casita. Los objetivos principales de este proyecto son:

- Revisión y mejora de todos los circuitos electrónicos de la maqueta.
- Revisión del estado actual de los sensores y actuadores de la maqueta.
- Estudio de la viabilidad de eliminar los circuitos acondicionadores de señal.
- Estudio de la viabilidad de unificar la alimentación de todos los circuitos a una única tensión de 24 voltios.
- Mejora de la robustez de la maqueta y aumento de la seguridad de los elementos de la misma que están al alcance del usuario.

2. Introducción

Para todas las titulaciones, pero especialmente para las relacionadas con la Ingeniería, es básico tener unas prácticas de laboratorio intuitivas, constructivas y completas, que acerquen al estudiante lo más posible al mundo industrial. En los laboratorios de Automatización del Departamento de Ingeniería Informática y de Sistemas encontramos varias plantas de prácticas, como por ejemplo la planta de clasificación de piezas de FESTO. Esta planta no cuenta con el número de puestos suficiente para el elevado número de alumnos que pasan por estos laboratorios. La idea de buscar en el mercado una alternativa a la planta FESTO o incluso duplicarla no es viable, ya que los precios son muy elevados.

Las tutoras de este Trabajo de Fin de Grado están interesadas en poder mostrar a los alumnos nuevas experiencias en el campo de la Automatización de una manera más intuitiva y con un coste menos elevado. La maqueta de la casita domótica ofrece esta posibilidad por completo, ya que de manera sencilla los estudiantes podrían adquirir los conocimientos básicos en esta materia programando la automatización de una instalación “inteligente” in situ.

La planta de prácticas “la casita domótica” estuvo en uso durante los primeros años desde su construcción en 2006. En los últimos cursos no se ha utilizado porque había funciones que no estaban operativas, elementos estructurales rotos, errores con los niveles de tensión entre circuitos, ausencia de robustez en la parte mecánica de la casa y con un cableado fácilmente manipulable por parte de los alumnos, entre otros problemas.

Todos esto se ha estudiado y resuelto en este Trabajo de Fin de Grado. En la parte de la electrónica, el cambio más significativo es el re-diseño de los circuitos para que sean capaces de operar con una única fuente de alimentación de 24 V. En la parte mecánica, lo más relevante ha sido el cambio en las estructuras móviles de la maqueta, consiguiendo ahora movimientos más fiables y silenciosos. Visualmente, el cambio más importante es el de la ocultación del cableado y los elementos electrónicos y mecánicos, para evitar manipulaciones externas y aumentar así la robustez de toda la instalación.

3. Descripción de la maqueta

3.1. Estructura de la casa

La maqueta está organizada en tres pisos y un ático, con unas medidas aproximadas de 110 x 100 x 40 cm. En la primera planta encontramos una habitación, un rellano y el garaje. En la segunda planta se encuentran dos habitaciones y un rellano. En la tercera planta encontramos dos habitaciones más y otro rellano. En el ático encontramos dos habitaciones sin un uso específico y la terraza donde se colocan algunos sensores de la maqueta (Figura 3.1)



Figura 3.1. Estructura de la casa. (Extraído de [1])

Las medidas de cada una de estas habitaciones se describen en la Tabla 3.1.

USO DE HABITACIÓN	UBICACIÓN	DIMENSIONES (cm)
<i>Salón</i>	1ª planta	40x25x40
<i>Garaje</i>	1ª planta	40x25x40
<i>Rellano 1</i>	1ª planta	30x25x40
<i>Cocina</i>	2ª planta	40x25x40
<i>Baño</i>	2ª planta	40x25x40
<i>Rellano 2</i>	2ª planta	30x25x40
<i>Dormitorio 1</i>	3ª planta	40x25x40
<i>Dormitorio 2</i>	3ª planta	40x25x40
<i>Rellano 3</i>	3ª planta	30x25x40
<i>Habitación vacía 1</i>	Ático	40x25x40
<i>Habitación vacía 2</i>	Ático	30x25x40
<i>Terraza</i>	Ático	40x25x40

Tabla 3.1. Dimensiones de la maqueta expresadas en centímetros. (Extraído de [1])

A continuación se muestran algunas imágenes de la primera toma de contacto con la maqueta (Figura 3.2) antes de las mejoras y actualizaciones que se han practicado en ella. En estas imágenes se pueden observar a grandes rasgos algunos de los defectos físicos y estéticos encontrados en la maqueta durante la fase primaria de identificación. (Figura 3.3)



Figura 3.2. Maqueta original.

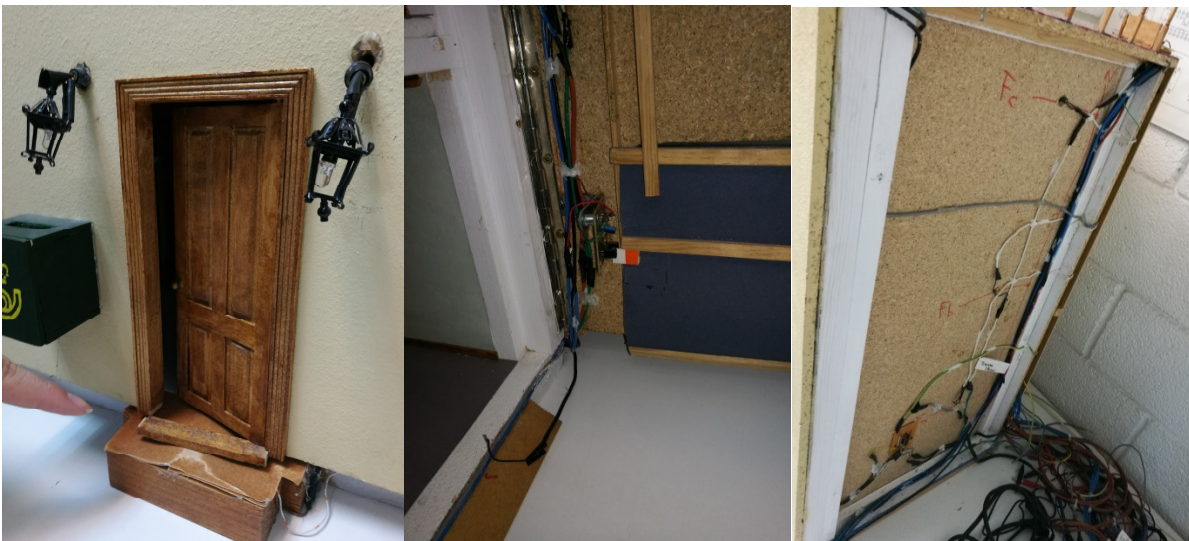


Figura 3.3. Algunos de los defectos de la maqueta original

Durante las primeras visitas al laboratorio, nos encontramos defectos como elementos rotos o en mal estado en la estructura (puertas, ventanas, balcón, etc.), y especialmente una gran cantidad de cables sueltos por la manipulación por parte de los alumnos.

3.2. Uso de la maqueta

Originalmente la maqueta se utilizó para las prácticas de asignaturas de Automatización en las Ingenierías Técnicas. El uso brusco y poco cuidadoso por parte de algunos de los estudiantes, hizo que en un momento determinado se decidiera dejar de utilizarla en prácticas.

En estas prácticas los estudiantes ponían en práctica los conocimientos adquiridos sobre la automatización de una planta y la programación de las acciones a realizar sobre los actuadores en función de las lecturas de los sensores y otros elementos como temporizadores o contadores. En este caso el hardware utilizado es el autómata SIEMENS S7-200 (Figura 3.4) con el software STEP7 Micro/Win, también proporcionado por la empresa SIEMENS.

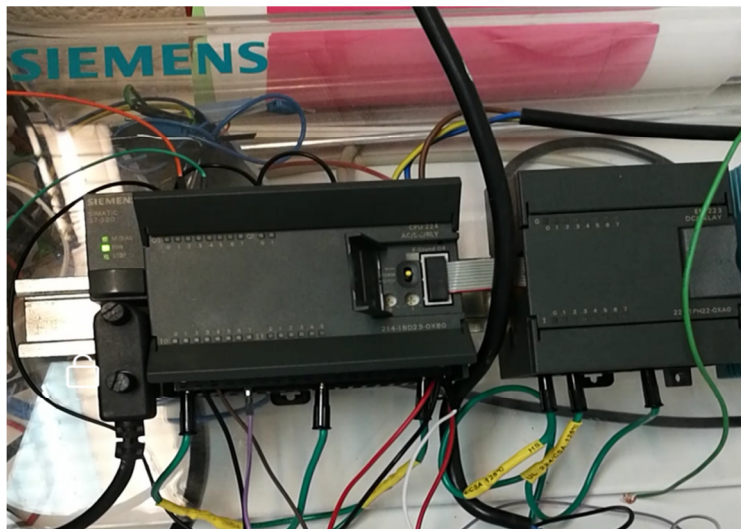


Figura 3.4. Autómata y módulo E/S del S7-200

3.3. Funciones domóticas de la casita

A continuación se enumeran las distintas funciones implementadas en la maqueta de la casita domótica:

Apertura y cierre de persianas por detección de luminosidad

Si hay presencia de luz las persianas subirán automáticamente. En caso contrario, las persianas bajarán. En función de lo que detecta el sensor de luz, y de acuerdo al código implementado, se actúa sobre el motor de las persianas

Apertura y cierre de persianas por condiciones climáticas

En presencia de viento, en función de lo que detecta el sensor, y de acuerdo al código implementado, se actúa sobre el motor de las persianas. Este circuito se encuentra situado en la azotea de la maqueta.

Iluminación de habitación por presencia

En la tercera planta de la maqueta se encuentran situados dos sensores de presencia en la entrada de una de las habitaciones de esta planta. Las luces de esta habitación se mantienen encendidas siempre que se detecte presencia en la zona. Por el contrario, desde el momento en el que no se detecte presencia, se apagan las luces automáticamente.

Iluminación de los rellanos de cada planta

En cada planta de la maqueta se han utilizado sensores de presencia para controlar la iluminación en los rellanos.

Alarma antirrobo

Para controlar la entrada de intrusos en la casa, se ha instalado un sensor de presencia en una de las ventanas de la planta baja. En cuanto este sensor detecta presencia se activa una alarma automáticamente.

Ascensor

Para el control del ascensor se emplean pulsadores, tanto interiores como exteriores. A través de una botonera exterior a la maqueta se acciona el mecanismo de subida y bajada del ascensor. La utilización de la botonera interior cambió al no haber entradas libres en el autómatas para poder conectar los pulsadores correspondientes.

Apertura y cierre de la puerta del garaje

Para el control de la puerta del garaje se utiliza un mando a distancia para el control por radiofrecuencia.

Cartas en el buzón

En el buzón de la casita se encuentra un detector de presencia de cartas. Cuando se detecta que en el buzón hay un cierto número de cartas (cada vez que se activa el detector se aumenta

la cuenta de un contador) , se activa una señal luminosa de 'Buzón, se activa una señal luminosa de 'Buzón lleno'.

Iluminación de la entrada

Si se detecta presencia en la entrada principal de la casita, y de acuerdo al código implementado, las luces de la puerta se encenderán. Estas luces permanecerán encendidas durante un tiempo determinado.

Todas estas funciones domóticas se han elegido cuidadosamente con el propósito de que los futuros ingenieros se familiaricen con el uso de diferentes tipos de actuadores y sensores y para que, a la hora de programar el autómatas, puedan mostrar su conocimiento en el uso de temporizadores, contadores, flancos, subrutinas, etc.

4. Mejora de la electrónica de la maqueta.

En este capítulo se explica en detalle cómo son los circuitos electrónicos de la maqueta original, los problemas encontrados en ellos, las soluciones propuestas y las mejoras incorporadas durante la realización de este Trabajo Fin de Grado.

4.1. Sensores y actuadores de la maqueta original

Los sensores y actuadores presentes en la maqueta original de la casita domótica se muestran en las tablas 4.1 y 4.2 respectivamente.

TIPO	CANTIDAD	LOCALIZACIÓN
<i>Sensor Optoacoplador</i>	9	Finales de carrera de persianas, puerta de garaje y ascensor Circuito de sensor de viento (azotea) Circuito detector de correo (buzón)
<i>Fotodiodo</i>	1	Circuito de sensor de luminosidad (azotea)
<i>Sensor de detección directa</i>	6	Rellanos de cada planta Entrada y Salida de habitación de la tercera planta Circuito de detección de intrusos en ventana de la primera planta
<i>Pulsador</i>	7	Detección de presencia en la entrada principal. Pulsadores de la botonera del ascensor
<i>Sensor radiofrecuencia</i>	1	Mando de apertura de la puerta del garaje

Tabla 4.1. Lista de sensores en el diseño original

TIPO	CANTIDAD	LOCALIZACIÓN
<i>Motor DC bidireccional</i>	3	Motor de la puerta del garaje Motor de las persianas Motor del ascensor
<i>Zumbador</i>	1	Utilizado como alarma (azotea)
<i>Luces Manuales</i>	9	Situadas en todas las habitaciones y rellanos de la maqueta
<i>Luces Automáticas</i>	7	En los rellanos de cada planta En la habitación de la tercera planta Junto al buzón para indicar que está lleno En la entrada principal

Tabla 4.2. Lista de actuadores en el diseño original

La situación exacta de los sensores y actuadores se puede consultar en el anexo *Planos del diseño original* de este proyecto.

Durante el estudio de la parte electrónica de la maqueta original se encontraron los siguientes problemas:

- Los circuitos del diseño original operan con diferentes valores de tensión: 5 V, 10V, 15 V y 24 V. Para poder utilizar la casita es necesario, por tanto, trabajar con varias fuentes de alimentación conectadas a la vez.
- Esta diferencia en las tensiones de los circuitos hace necesaria la utilización de circuitos acondicionadores de señal adicionales, para facilitar la comunicación con el autómatas (que sólo opera entre 0 y 24 V).
- Los circuitos diseñados para el control bidireccional de los motores son muy complejos y poco robustos.
- El cableado en la casita es excesivo y está muy desorganizado.
- Las PCBs de los circuitos no están protegidas, se encuentran al alcance de cualquier acción externa (por ejemplo, manipulación de los alumnos).

Para intentar solucionar estos problemas, en este Trabajo Fin de Grado se propusieron las siguientes mejoras:

- Cambiar todos los circuitos que se alimentan con tensiones diferentes de 24V y hacerlos operativos con 24V. Esto permitiría trabajar con una única fuente, y eliminar las otras fuentes de tensión externas. Además, también haría posible la comunicación directa con el autómatas y, por tanto, los circuitos acondicionadores de señal ya no serían necesarios, simplificando en gran medida la parte electrónica de la maqueta.
- Cambiar los actuadores, elegir nuevas luces y motores que operen a 24V.

En las siguientes secciones se analizará la electrónica involucrada en el funcionamiento de cada sensor y actuador de la casita original, y cómo queda ésta modificada tras las mejoras propuestas.

4.2. Sensores

4.2.1. Sensor Optoacoplador

Descripción

Un optoacoplador es un interruptor fotoeléctrico de haz pasante, formado por una fuente luminosa (LED) y por un fototransistor, con montaje en una moldura ranurada.

En la figura 4.1 se puede observar el esquema eléctrico del optoacoplador. En su parte izquierda se sitúa un emisor de infrarrojos, que se encarga de proyectar un pequeño haz de luz que será detectado por el fototransistor situado a la derecha. Si un objeto interrumpe el haz de luz, la salida del fototransistor cambia.

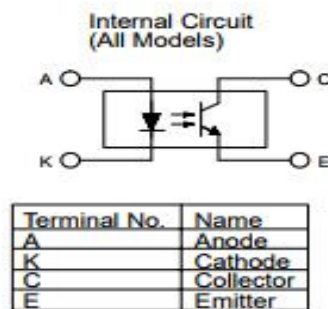


Figura 4.1. Esquema del optoacoplador.

El fototransistor puede trabajar en dos modos:

- *Saturación*: permite el paso de corriente desde colector a emisor, por tanto, en este caso el transistor se comporta como un interruptor cerrado entre colector y emisor.
- *Corte*: no circula corriente desde colector a emisor, por lo que el transistor se comporta ahora como un interruptor abierto.

El fototransistor está saturado cuando no hay objeto que atraviesa el haz de luz, ya que el impacto del haz de luz genera una corriente de base elevada. El fototransistor entrará en corte cuando un objeto atraviere el haz de luz, eliminando la corriente de base.

A continuación, se detallará cómo se usaba este sensor en el diseño original de la casita domótica. Se describirán los problemas encontrados, y la mejora final implementada.

Sensor optoacoplador en la maqueta original

En la maqueta original de la casita el modelo de sensor optoacoplador utilizado es el EE-SX 1070 [2]. Se trata de un interruptor fotoeléctrico con ranura de 8 milímetros, fabricado por OMRON ELECTRONICS (Figura 4.2).



Figura 4.2. Optoacoplador (imagen del fabricante extraída de [2])

En el diseño original de la casita el sensor optoacoplador cumple las funciones que se explican a continuación:

- *Como final de carrera:* la figura 4.3 muestra el circuito del optoacoplador como final de carrera.

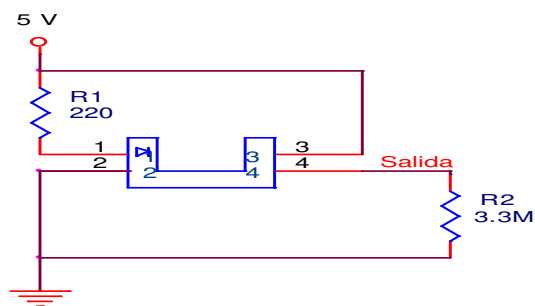


Figura 4.3. Esquema eléctrico del circuito en la instalación original. Extraído de [1]

En la casita domótica existen siete circuitos como el mostrado en la figura 4.3 que se utilizan como finales de carrera. La situación de cada uno de ellos es la siguiente: dos en las ventanas, para controlar la posición de las persianas, dos en la puerta del garaje, y tres en cada planta de la casa, para el control de la situación del ascensor (figura 4.4).

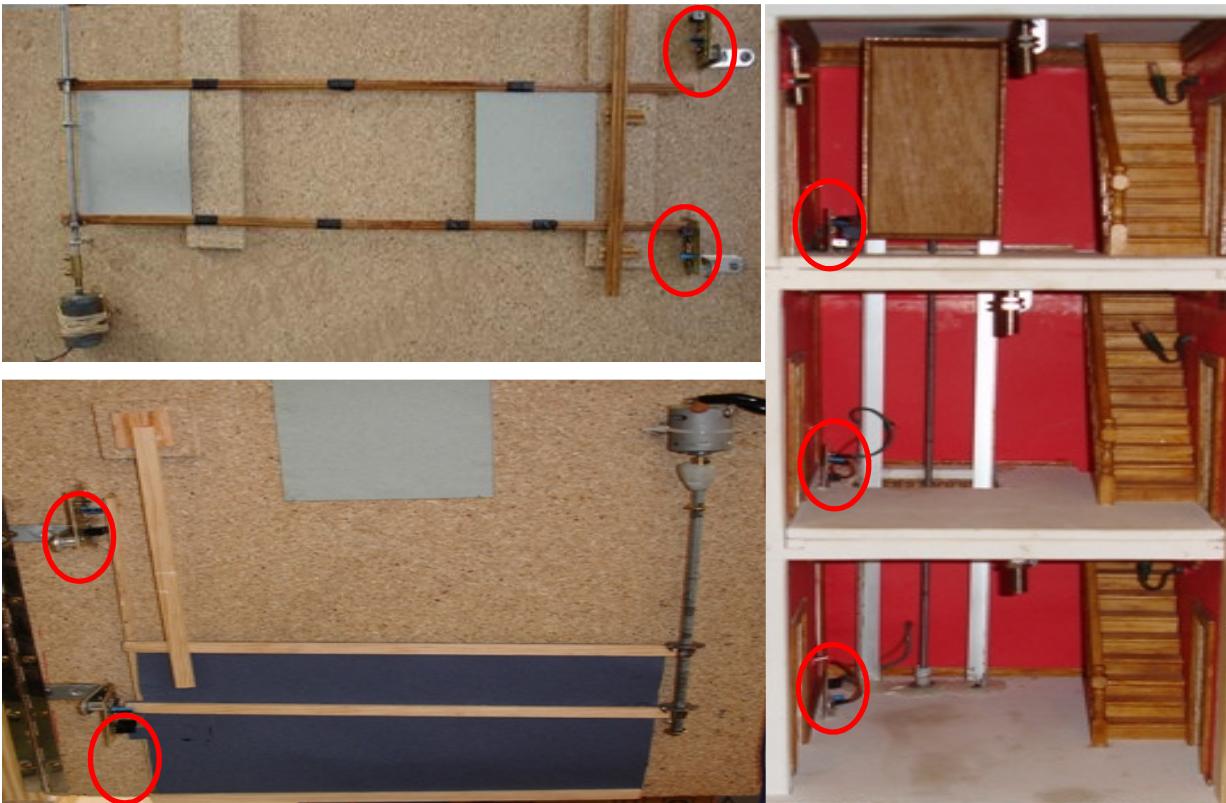


Figura 4.4. Finales de carrera en las ventanas (imagen superior izquierda), en la puerta del garaje (inferior izquierda) y para el ascensor (derecha). Extraído de [1]

- *Como circuito detector en el buzón:* basándose en la configuración de la figura 4.3, se dispone de un circuito detector de cartas en el interior del buzón (figura 4.5). Este circuito se puede usar para contar el número de cartas, ya que la introducción de una carta corta el haz de luz y, por tanto, conmuta el estado del fototransistor. Si se detecta un número de cartas determinado (se fija por programación en el autómatas), se debe encender una luz.

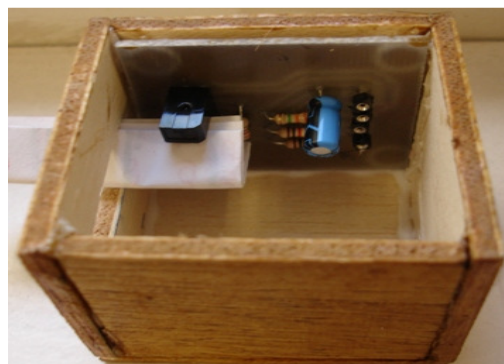


Figura 4.5. Circuito optoacoplador en el buzón. Extraído de [1]

- *Como sensor de viento*: en este caso al circuito de la figura 4.3 se le añade una hélice, que hace la función de *encoder*, para cortar el haz de luz y hacer conmutar el fototransistor. De esta manera, el movimiento de giro de la hélice simulando presencia de viento genera pulsos que el autómatas interpreta como uno y cero lógicos. En el circuito original se diseñó un *encoder* simple con dos estados (Figura 4.6), con el que el autómatas puede detectar de manera sencilla los cambios de pulso.

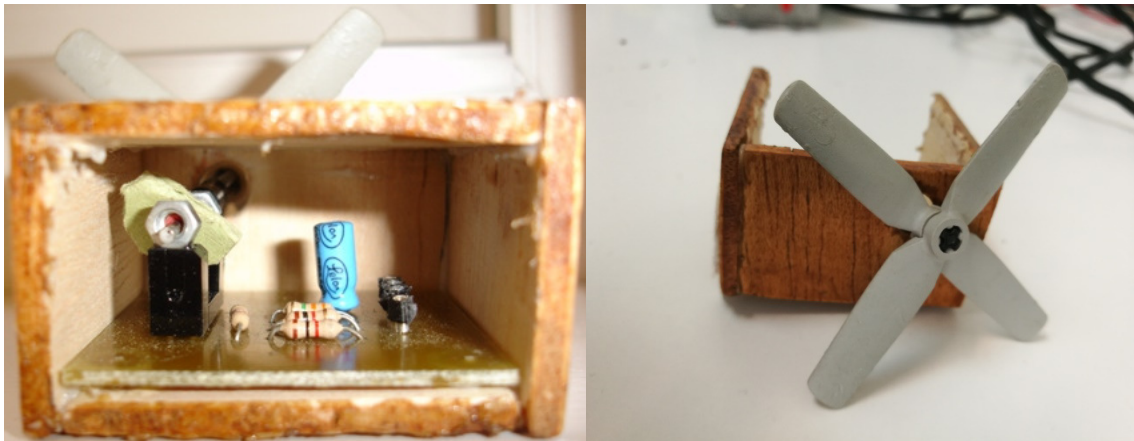


Figura 4.6. Circuito optoacoplador con *encoder* para sensor de viento. Extraído de [1]

Problemas del circuito con sensor optoacoplador en el diseño original.

En primer lugar, para utilizar estos circuitos es necesario añadir circuitos acondicionadores de señal. Como se puede observar en la figura 4.3, la salida de estos circuitos conmuta entre 0V y 5V. Es necesario adaptar estos niveles a 0V y 24V, señales que el autómatas es capaz de interpretar como *cero* y *uno* lógicos.

Para tal fin, se utilizó como circuito acondicionador un LM324 [3], un integrado que contiene cuatro amplificadores operacionales. Estos amplificadores operacionales se utilizaron como comparadores. El comparador funciona de la siguiente manera: si la tensión de la entrada positiva es mayor que la de la entrada negativa, la salida será igual a la tensión de alimentación positiva (+Vcc, saturación positiva). En el caso contrario, la salida será igual a la tensión de alimentación negativa (-Vcc, saturación negativa).

Para que se lleve a cabo la correcta diferenciación de tensión entre los niveles de salida del sensor, se utiliza un divisor de tensión, para conseguir un valor medio de referencia de tensión (aproximadamente 2,5 voltios). Este valor se compara con la salida del sensor optoacoplador del circuito de la figura 4.3.

En el caso en el que la salida del circuito sea mayor que el valor de referencia, que son 2,5 V (salida a alta, 5 V), a la salida del integrado LM324 se obtienen los 24 V que necesita el autómeta. En caso contrario, la salida será 0 V (figura 4.7).

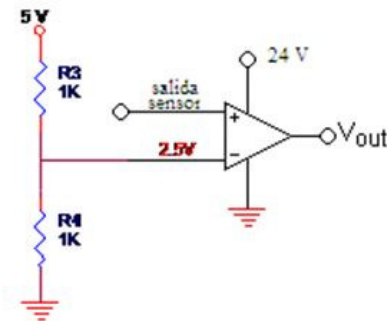


Figura 4.7. Circuito acondicionador de señal en el montaje antiguo: partidor de tensión y circuito comparador. Figura extraída de [1].

Otro problema que conlleva el uso de los circuitos de los sensores optoacopladores, es que es necesario utilizar una fuente adicional de 5 voltios que garantice el correcto funcionamiento del circuito.

Por último, es importante comentar que los circuitos optoacopladores distribuidos por la casa, tanto en el buzón, como en el sensor de viento, y en los finales de carrera, requieren un gran número de cables (figura 4.8), y una colocación concreta de las PCBs demasiado expuesta en algunos casos a posibles manipulaciones externas de los circuitos.

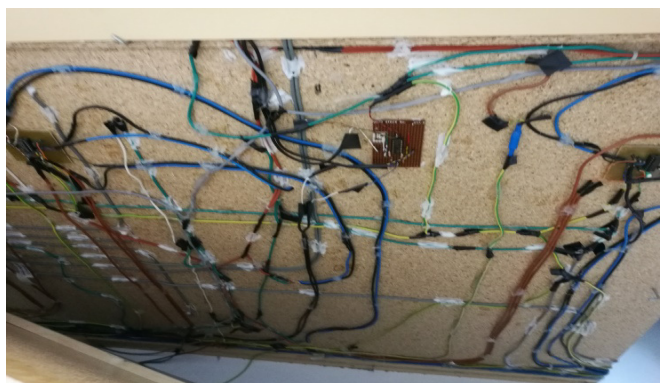


Figura 4.8. Cableado y circuitería en paredes de la casita domótica

Mejora propuesta

La idea principal para la mejora de la electrónica de la casita es la de evitar que el sistema funcione con diferentes fuentes de tensión. El objetivo será diseñar los circuitos para una tensión unificada de 24 V.

En el caso de los circuitos con sensor optoacoplador, usados en los finales de carrera, en el buzón y en el circuito sensor de viento, se ha diseñado un circuito que cumple los objetivos previstos, obteniendo 0-24 voltios a la salida, tal y como acepta la entrada del autómata como 1 y 0 lógicos.

En la mejora propuesta se reutiliza el modelo de optoacoplador ya presente en los circuitos originales de la casa (EE-SX 1070 [2]), pero dentro de un nuevo circuito más sencillo, que además de trabajar entre 0V y 24V, permite el ahorro de espacio y cableado (figura 4.9).

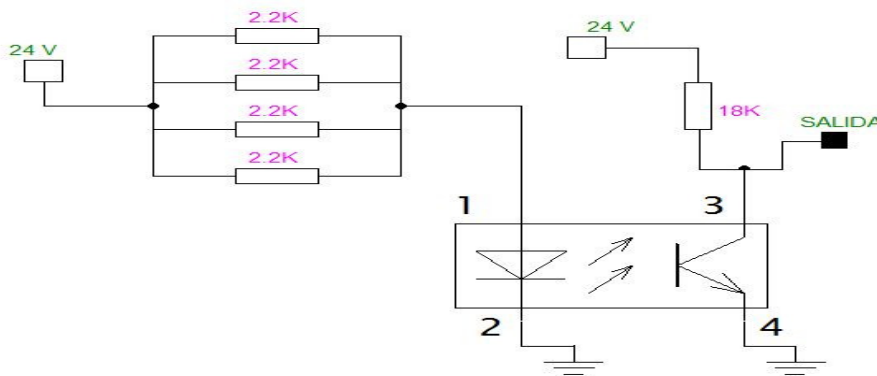


Figura 4.9. Esquema del circuito con sensor optoacoplador para la nueva instalación

El nuevo circuito está formado por los siguientes elementos:

- Puente de resistencias, compuesto por 4 resistencias de 2.2 K Ω cada una ubicadas en paralelo (Resistencia Equivalente \approx 600 Ω).
- Sensor Optoacoplador EE-SX1070 [2]
- Resistencia de 18 K Ω en la salida del optoacoplador
- Alimentación a 0-24V.

El puente de resistencias se ha utilizado en el circuito para disipar el calor que genera el voltaje de 24 V, y obtener aproximadamente los 5 mA en la entrada del sensor necesarios para el correcto funcionamiento del optoacoplador.

Cuando un objeto atraviesa el haz de luz del optoacoplador, a la salida se obtienen 24 V (un 1 lógico). En el caso en el que ningún objeto atraviese el haz de luz, la salida del autómata será de 0 V (un 0 lógico).

Para solucionar el problema de la exposición excesiva de los circuitos en la casa, se ha separado físicamente la ranura que contiene el optoacoplador del resto del circuito (figura 4.10).

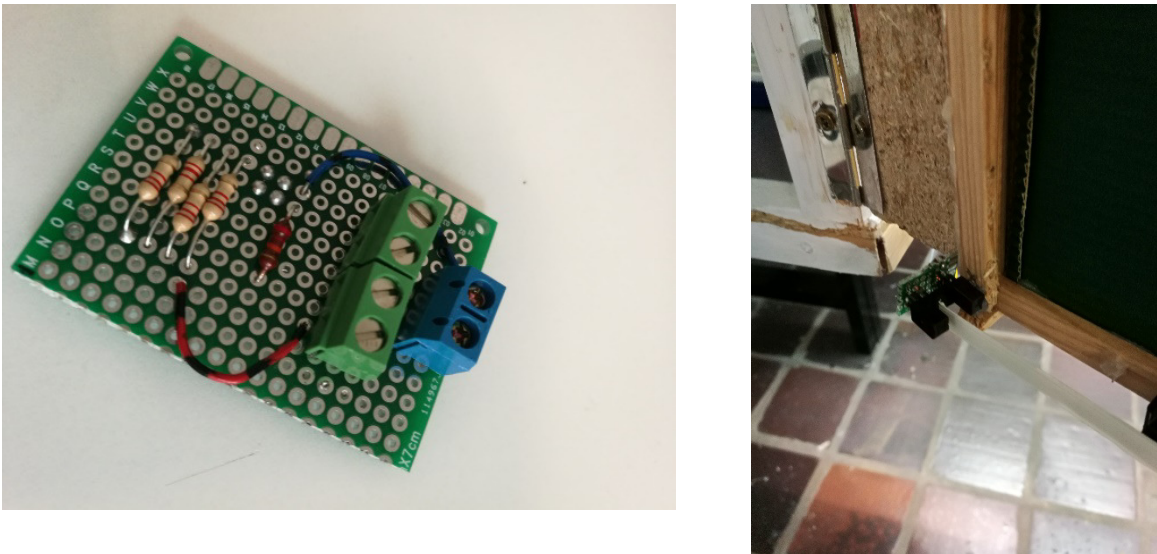


Figura 4.10. Placa con el circuito diseñado (izquierda) y ranura con el optoacoplador separada del circuito y situada en el punto de interés (derecha).

A la solución mostrada en la figura 4.9 se llegó tras haber realizado varias pruebas antes. En primer lugar, se intentó reutilizar el circuito original del sensor optoacoplador (figura 4.3), eliminando el circuito adaptador de señal (figura 4.7). Para alimentar el circuito original con los 5V que requiere, se intentó utilizar la fuente de 24V del propio autómata, disminuyendo estos 24V con un partidor de tensión. Esta solución fue descartada porque la tensión de 5V que se obtenía de este modo no era estable, y daba lugar a fluctuaciones en la salida del sensor. Por otra parte, también se utilizó el regulador de tensión L7805 [4], que puede convertir los 24 V de la fuente de alimentación del autómata en los 5 V necesarios para alimentar el circuito del sensor optoacoplador, junto con el amplificador operacional LM324N [3] a la salida del circuito del sensor, para convertir la salida de 5V en los 24V que es capaz de interpretar el autómata. Esta solución fue descartada porque el regulador L7805 se calentaba en exceso provocando variaciones en el voltaje de alimentación del circuito, y dando lugar a lecturas erróneas del sensor.

La solución final adoptada, mostrada en la figura 4.9, es la opción que mejor funciona. Este circuito está alimentado directamente con 24V, que se pueden extraer de la propia fuente del autómatas, evitando así fuentes externas adicionales. Su salida conmuta entre 0V y 24V, lo que permite la conexión directa con el autómatas, sin circuitos adaptadores de señal. Toda esta simplificación permite, además, una importante reducción de conexiones y cableado en el interior de la instalación de la casita domótica.

4.2.2. Fotodiodo

Descripción

Un fotodiodo es un dispositivo semiconductor construido con una unión PN que es sensible a la incidencia tanto de la luz visible como infrarroja (figura 4.11). Este elemento se polariza en inversa, situación en la que el diodo prácticamente no conduce. Cuando la luz llega al fotodiodo, los fotones rompen los enlaces del material semiconductor generando una corriente eléctrica proporcional a la luz incidente.

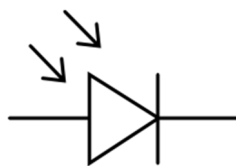


Figura 4.11. Símbolo de un fotodiodo

A continuación, se detallará cómo se usaba este sensor en el diseño original de la casita domótica. Se describirán los problemas encontrados, y la mejora final implementada.

Fotodiodo en la maqueta original

En la maqueta original de la casita el fotodiodo utilizado es el modelo LD271[5], fabricado por OSRAM (figura 4.12).



Figura 4.12. Fotodiodo LD271

En el diseño original de la casita el fotodiodo se utiliza como sensor de luz ambiental, para simular el día y la noche. El circuito en el que trabaja está situado en la azotea de la casita (figura 4.13).



Figura 4.13. Situación del circuito detector de luz con fotodiodo (extraída de [1])

El circuito de detector de luz ambiental diseñado originalmente ofrece a la salida aproximadamente 1,33 V al detectar luz y 14,6 V en caso contrario. El diagrama del circuito original se muestra en la figura 4.14, y está formado por el amplificador operacional LM741 [6], que se utiliza en este caso como comparador.

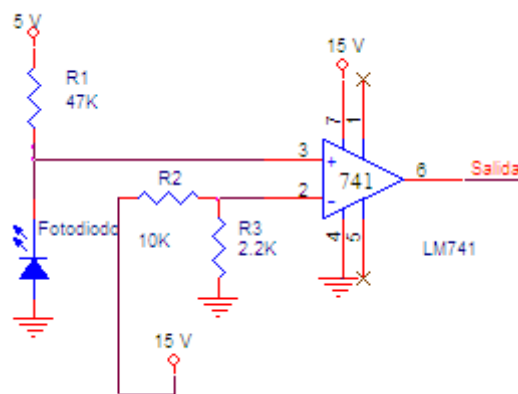


Figura 4.14. Esquema eléctrico del circuito original (extraído de [1]).

En este circuito detector de luz se utiliza R1 para limitar la corriente que atraviesa el fotodiodo. Para la comparación se utilizó, por medio de un partidor de tensión, una tensión de referencia de 2,7 V aproximadamente. Cuando se detecta luz el diodo conduce, siendo la tensión en la entrada no inversora del comparador menor que la tensión de referencia, lo que produce una salida teórica de 0V (saturación negativa). Sin incidencia de luz, el fotodiodo no

conduce, y a la entrada no inversora llegan 5 V. Esta tensión es mayor que la de referencia, lo que hace que a la salida del comparador se obtengan teóricamente 15 V (saturación positiva).

Problemas del circuito con fotodiodo en el diseño original.

De nuevo, el principal problema de este circuito es que debe ser alimentado con 15V, lo que obliga a utilizar una fuente de tensión externa con este valor. Además, su salida conmuta entre 0V y 15V, y es necesario utilizar un circuito adaptador de señal que convierta estos valores de tensión en los 0V y 24V que es capaz de interpretar el autómeta.

El circuito adaptador de señal del montaje original se muestra en la figura 4.15. Emplea el amplificador operacional LM741[6], utilizado como comparador, y la tensión de referencia usada en esta comparación es 5V. Este valor de tensión se extraía de la fuente externa de 5V que requería la casita en su diseño original para los circuitos con sensores optoacopladores explicados ya anteriormente.

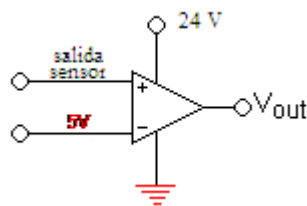


Figura 4.15. Circuito adaptador de señal para el circuito con fotodiodo del montaje original.

Extraído de [1].

Mejora propuesta

En este caso, el objetivo es re-diseñar el circuito con fotodiodo para que opere con una tensión de 24 V.

En el nuevo circuito diseñado, mostrado en la figura 4.16, se reutiliza el mismo fotodiodo, el modelo LD271 [5].

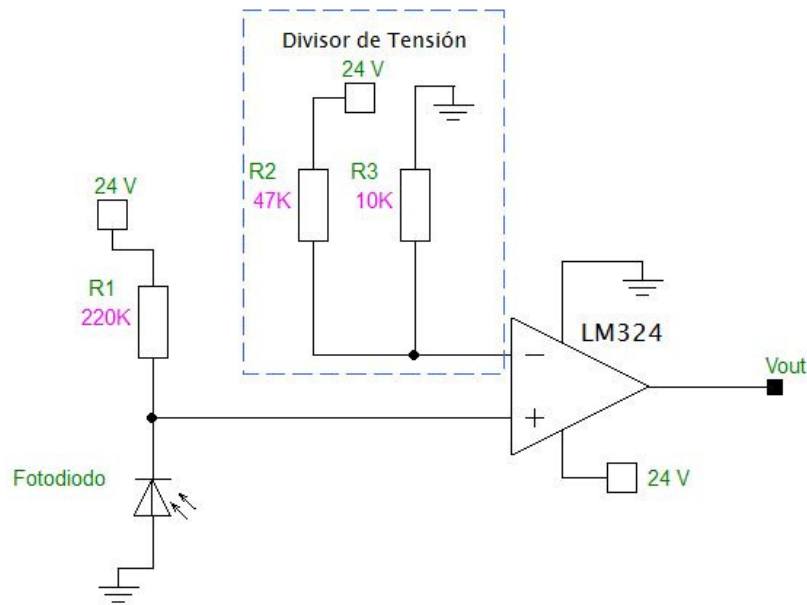


Figura 4.16. Esquema del nuevo circuito con fotodiodo

Este nuevo circuito está formado por los siguientes elementos:

- Amplificador Operacional LM324 [3].
- Divisor de tensión en la entrada negativa del amplificador, compuesto por una resistencia de 47 K Ω y otra resistencia de 10 K Ω ,
- Resistencia de 220 K Ω en la entrada positiva del amplificador.
- Alimentación a 0-24 voltios
- Fotodiodo LD271 [5]

El amplificador LM324 actúa como un comparador. El divisor de tensión se ha utilizado para introducir un voltaje de 4,3 V en la entrada positiva del amplificador operacional. Con la resistencia de 220 K Ω se consigue fijar un voltaje aproximado de 2,3 V en la entrada negativa del operacional, cuando el diodo conduce (si incide luz en él).

Se ha diseñado una PCB para implementar este circuito (figura 4.17).

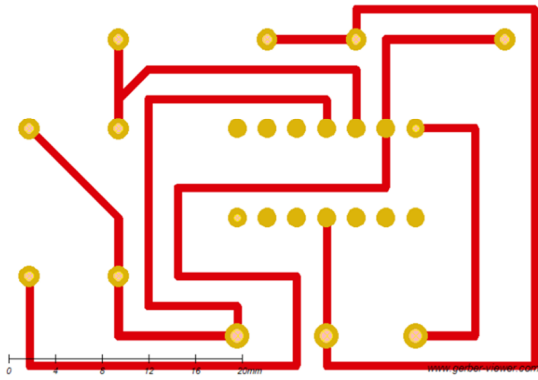


Figura 4.17. Esquema PCB creado con Orcad y visualizado con Gerber Viewer (izquierda).
Circuito con fotodiodo final (derecha).

La solución final adoptada, mostrada en la figura 4.16, funciona adecuadamente. El diodo utilizado opera perfectamente con la nueva tensión de 24V. El nuevo circuito está alimentado directamente con 24V, que se pueden extraer de la propia fuente del autómat, evitando así fuentes externas adicionales, y su salida conmuta entre 0V y 24V, lo que permite la conexión directa con el autómat, sin circuitos adaptadores de señal.

4.2.3. Sensor fotoeléctrico de detección directa

Descripción y modelo utilizado en la casita

En la maqueta original de la casita se utilizan varios sensores fotoeléctricos de detección directa para entornos industriales, concretamente el OBT200-12GM55-E4-R [7] de la marca PEPPERL&FUCHS, ajustable hasta 200 milímetros y ya precableado. El modelo se muestra en la figura 4.18.



Figura 4.18. Sensor fotoeléctrico de detección directa utilizado en la casita.

Este sensor consta de un emisor y receptor de luz integrados. Emite un haz de luz que se refleja en una superficie y es detectado de vuelta. Cuando un objeto corta el haz de luz, el sensor conmuta su estado. Al ser un sensor diseñado específicamente para entornos industriales, está preparado para operar con 24V y conectarse directamente al autómatas. La señal de salida del sensor es de unos 1,3 V cuando detecta presencia, y de 24 V en caso contrario.

Sensores fotoeléctricos en la maqueta original

En el diseño original de la casita, el sensor fotoeléctrico se utiliza como sensor de presencia en distintas partes de la maqueta para implementar varias funciones:

- *Detección de presencia en habitación:* se detecta la entrada y la salida de personas en una habitación, para el encendido y apagado automático de las luces de esa habitación. Para este fin hay dos sensores, a ambos lados de la puerta de la habitación (figura 4.19).



Figura 4.19: Sensor fotoeléctrico en umbral de la puerta de la habitación.

- *Detección de presencia en los rellanos de las escaleras:* se detecta la presencia de personas en los rellanos de las tres plantas de la casita, para controlar de manera automática la luz de estos espacios. Se utiliza un sensor fotoeléctrico en cada planta (figura 4.20).



Figura 4.20. Sensor fotoeléctrico en rellano

- *Detección de intrusos*: se detecta la presencia de intrusos en una de las habitaciones de la primera planta de la maqueta (figura 4.21), para activar automáticamente una alarma.



Figura 4.21. Sensor fotoeléctrico para detección de intrusos

Problemas del circuito del sensor fotoeléctrico en el diseño original.

Estos sensores funcionan de manera eficiente, cumpliendo con los requisitos perseguidos en este Trabajo Fin de Grado: los sensores se conectan directamente al autómata y trabajan a 24 V. Por lo tanto, no se han detectado problemas en esta parte de la instalación, y no se plantean mejoras.

4.2.4. Pulsador

Descripción

Un pulsador es un componente electrónico que se utiliza para conectar dos puntos de un circuito cuando es accionado (figura 4.22).

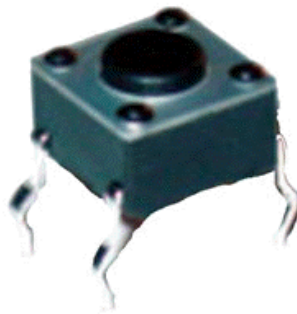


Figura 4.22. Pulsador

Pulsadores en la maqueta original

Los pulsadores de la maqueta original son utilizados para implementar las siguientes funciones:

- *Sensor de presencia en la puerta principal:* para simular la presencia de una persona en la entrada principal se debe accionar el pulsador situado en la alfombra de la entrada. El objetivo de detectar este evento es encender las luces de la entrada principal (figura 4.23).



Figura 4.23. Localización del pulsador en la entrada principal

- *Botones del ascensor:* se dispone de seis pulsadores, tres para simular los botones internos del ascensor, y otros tres para simular los botones externos (figura 4.24).

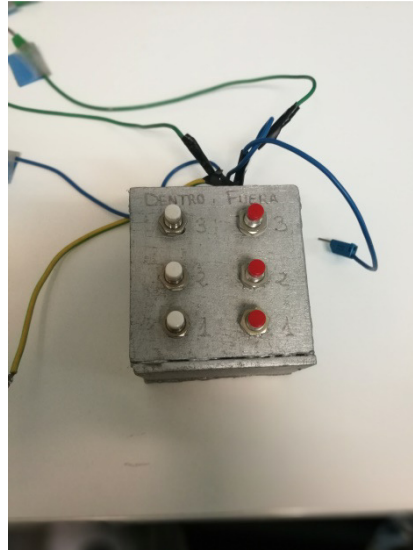


Figura 4.24. Pulsadores dentro/fuera del ascensor para cada planta.

Problemas de los pulsadores en la maqueta original.

Los pulsadores en la maqueta original permiten conmutar entre 0 V o 24 V, y enviar esta señal a la entrada correspondiente del autómata. No hay ningún problema de funcionamiento en este esquema. Por lo tanto, con respecto al uso de pulsadores, no se proponen cambios.

El principal problema en la maqueta original es el limitado número de entradas del autómata. No hay suficientes entradas para todos los sensores ubicados en la casita. Por tanto, en el diseño original se decidió prescindir de los botones que simulaban la llamada externa del ascensor, y hacer, mediante programación del autómata, que el ascensor acudiera al rellano donde se detectase presencia (con los sensores fotoeléctricos ya explicados anteriormente). Los botones que simulan la orden dada desde el interior del ascensor sí se utilizan, y por tanto, están cableados a entradas en el autómata, de igual modo que el pulsador que se usa para simular presencia en la entrada principal de la casa.

4.2.5. Sensor de radiofrecuencia

Descripción

Para controlar la apertura/cierre de la puerta del garaje de la casita, se utiliza un sistema comercial compuesto por un circuito emisor y un circuito receptor de radiofrecuencia. En el mando a distancia está el emisor y en el interior de la casa el receptor.

El funcionamiento de este sistema es el siguiente: al pulsar el mando, el circuito emisor envía una señal codificada al circuito receptor por radiofrecuencia. Cuando el circuito receptor recibe esta señal se activa un relé.

En la maqueta de la casita se ha utilizado este relé para conmutar entre 0 V y 24 V, y hacer llegar esta tensión a una entrada del autómat. De este modo, se detecta el evento “petición de entrada al garaje”.

Emisor/receptor RF en la maqueta original

En la maqueta original de la casita se utilizó el modelo TL-104 [8]. Se trata de un receptor de radiofrecuencia de 2 canales mono/biestable de la marca CEBEK (figura 4.25).



Figura 4.25. Modelo receptor de radiofrecuencia de la marca CEBEK.

Problemas del sensor de radiofrecuencia en la maqueta original.

El circuito funciona correctamente, y opera entre 0 V y 24 V. Por lo tanto, se reutiliza en la nueva implementación de la casita, sin cambios.

El único problema encontrado fue la desaparición del mando emisor RF, que hizo necesaria la adquisición y ajuste de uno nuevo.

4.3. Actuadores

4.3.1. Motor de corriente continua bidireccional

Descripción

Un motor de corriente continua es una máquina que convierte energía eléctrica en mecánica, provocando un movimiento rotatorio, gracias a la acción de un campo magnético. Se compone de un *estator* y un *rotor*.

La parte móvil del motor es el rotor, que genera la fuerza para mover la carga. Los elementos presentes en el rotor son:

- *Eje*: barra de acero que produce la rotación al núcleo, al devanado y al colector.
- *Núcleo*: normalmente fabricado con capas laminadas de acero, su función es proporcionar magnetismo entre los polos para que el flujo magnético de las bobinas circule.
- *Devanado*: son bobinas aisladas entre sí y conectadas eléctricamente con el colector. A través del movimiento rotatorio del colector, se proporciona una conducción conmutada.
- *Colector*: formado por láminas de material conductor separadas entre sí y del centro del eje por material aislante, para evitar cortocircuitos. La función del colector es la de recoger la tensión producida por el devanado y transmitirla al circuito.

El estator es la parte que se mantiene fija en el motor, cuya función es suministrar el flujo magnético para realizar el movimiento giratorio. Se compone de:

- *Armazón*: sirve como soporte y proporciona el flujo magnético para el rotor y el imán y así completar el circuito magnético.
- *Imán*: se fija al armazón para que proporcione un campo magnético uniforme al devanado del rotor, y así conseguir el movimiento de este.
- *Escobillas*: normalmente fabricadas de carbón y colocadas en las tapas del estator. Su función es la de transmitir la tensión y corriente de la fuente de alimentación hacia el colector y al devanado del rotor.

Motores de corriente continua en la maqueta original

En la maqueta original de la casita los motores utilizados son motores de corriente continua que operan a 12 voltios, concretamente el modelo DC LN22 [9].

Se utilizaron tres motores para implementar las siguientes acciones (figura 4.26):

- *Control de las persianas:* un motor bidireccional controla el movimiento de las dos persianas de la tercera planta.
- *Control de la puerta del garaje:* un motor bidireccional controla el movimiento de la puerta del garaje.
- *Control del ascensor:* un motor bidireccional controla el movimiento del ascensor.

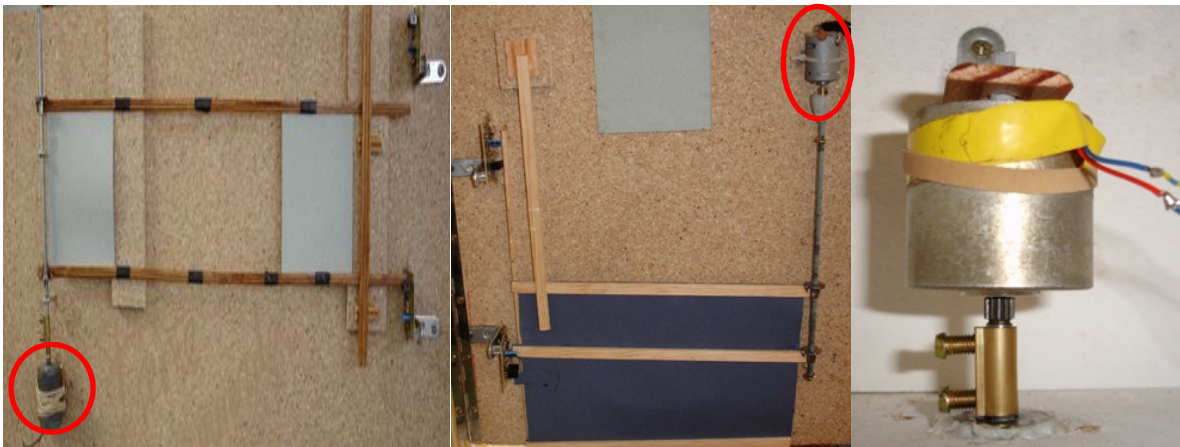


Figura 4.26. Motores DC de la maqueta original (extraído de [1])

Problemas de los motores en la maqueta original.

En el diseño original, el control de los motores implica el uso de unos circuitos muy complejos y poco robustos.

El circuito de control de cada motor está compuesto por un puente en H, para controlar el sentido del motor (driver del motor), y un circuito adaptador de señal que adapta la tensión de salida del autómat a los niveles aceptados por el puente en H (señales de control). Este circuito adaptador se compone de un partidor de tensión, un seguidor de tensión y puertas NAND.

La configuración básica de un puente en H se puede observar en la figura 4.27. Su funcionamiento es el siguiente: si se cierran los interruptores S1 y S4, con S2 y S3 abiertos, se genera una diferencia de potencial que hace que el motor gire en un sentido. En el caso

contrario, con S1 y S4 abiertos y S2 y S3 cerrados, el motor gira en el sentido opuesto al anterior. Abriendo todos los interruptores (S1, S2, S3 y S4) simultáneamente se consigue la parada del motor, al no existir diferencia de potencial entre sus bornes.

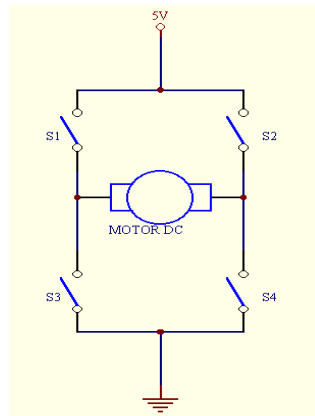


Figura 4.27. Esquema del puente en H

En el diseño original se sustituyeron los interruptores por transistores. Estos transistores funcionan como interruptores al pasar de corte a saturación o viceversa. Como driver del motor se utilizó el integrado L298 [10], un circuito integrado compuesto por dos puentes en H, capaz de controlar dos motores al mismo tiempo (figura 4.28).

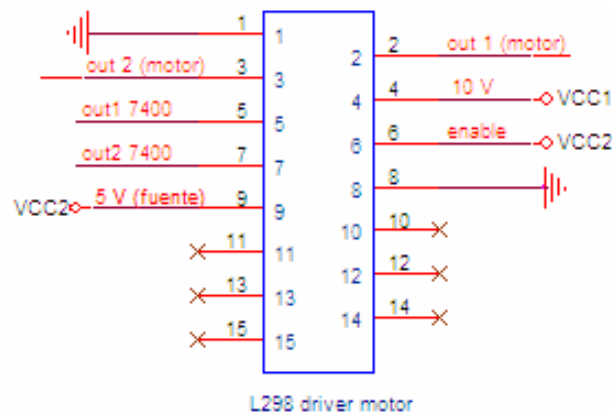


Figura 4.28. Esquema del integrado L298 en el diseño original de la casita. (Extraído de [1])

En este integrado un '1' lógico corresponde a 5 V y un "0" lógico corresponde a 0 V. El sentido de giro del motor se controla a través de los pines 5 y 7. La habilitación del integrado se realiza con 5 V (desde una fuente de tensión externa), y el motor se controla a través del integrado con 10 V.

Las entradas de control del integrado, idealmente de 0 V y 5 V, pueden variar en la realidad desde -0.3 V hasta 7 V. Desde el autómatas se deben generar estas estas señales de control. Por lo tanto, es imprescindible convertir las señales de salida del autómatas (0V, 24V) a los niveles admisibles por el integrado (0V, 5V).

En el circuito diseñado para adaptar la salida del autómatas a la orden de control del puente en H, la salida del autómatas está conectada, en primer lugar, a un partidor de tensión, que disminuye inicialmente este voltaje.

La salida del partidor de tensión es la entrada de un seguidor de tensión. El seguidor de tensión se implementa con el integrado LM324 [3]. Se utiliza para evitar problemas con la corriente de salida del autómatas.

La salida del seguidor de tensión es una de las entradas de una puerta NAND. La otra entrada de la NAND se fija a 5 V. De esta manera se obtienen 0 V a la salida de la NAND cuando la salida del autómatas es 24 V, y 5 V a la salida de la NAND cuando del autómatas salen 0 V. Estas señales de salida de la NAND controlan el driver del motor. Las puertas NAND utilizadas son las del integrado 74LS00 [11] (figura 4.29).

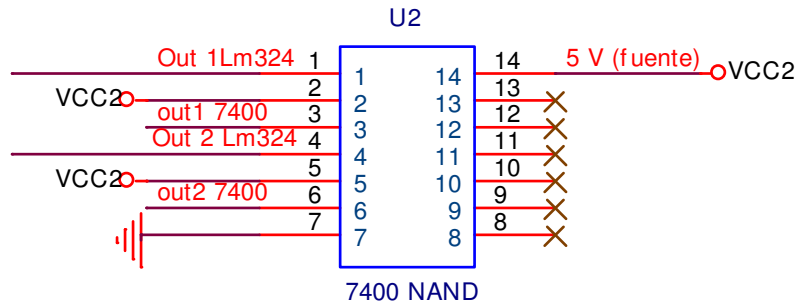


Figura 4.29. Esquema del circuito adaptador de señal con puertas NAND

Como se puede apreciar, este circuito de control es bastante complejo, y requiere el uso de varias fuentes de alimentación.

Mejora propuesta

El objetivo de la mejora en el control del motor es evitar el uso de diferentes fuentes externas, y usar una única fuente de alimentación de 24 V, y eliminar el circuito acondicionador de señal que genera las órdenes de control del motor.

En primer lugar, se han cambiado los motores DC de la casita. El nuevo modelo es el Gear Box Motor ZGB37RG [12] Se trata de un motor de corriente continua de 24 voltios (figura 4.30).



Figura 4.30. Motor de continua de 24 voltios para el nuevo montaje

En segundo lugar, se ha diseñado un nuevo circuito para el control de estos motores. Este circuito se muestra en la figura 4.31.

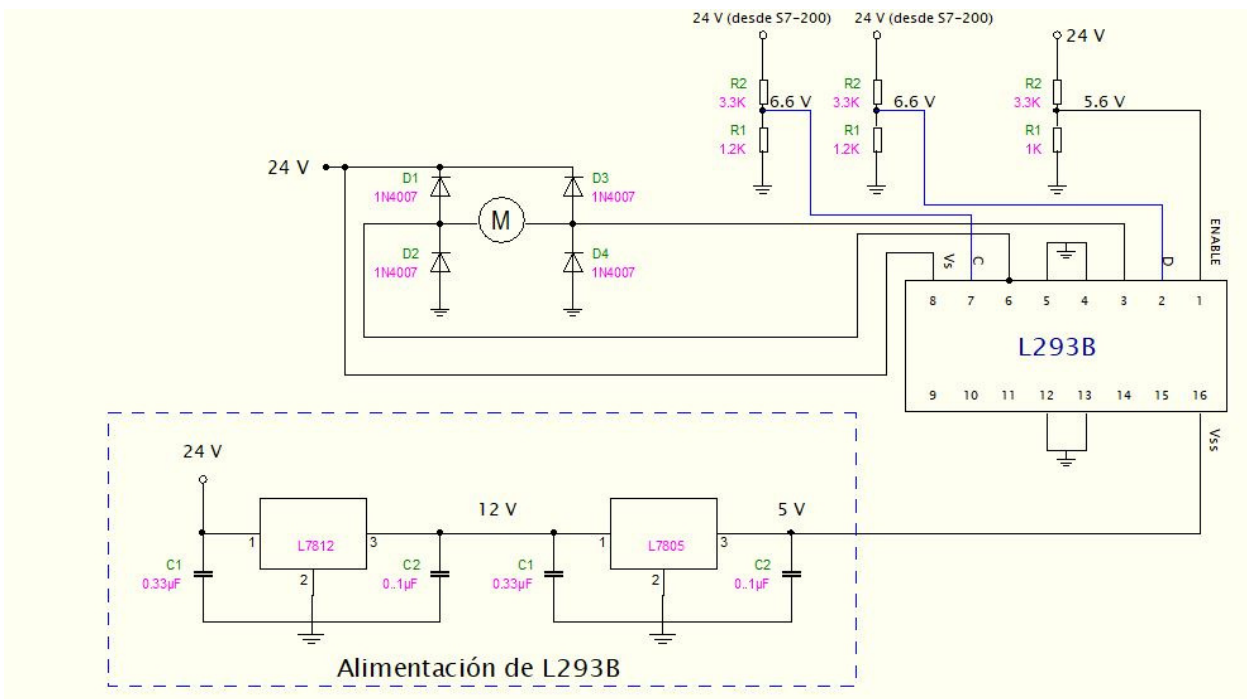


Figura 4.31. Esquema del nuevo circuito para el control de los motores DC de la casita.

El circuito está formado por los siguientes elementos:

- Alimentación a 0-24 voltios

- Motor 24 voltios DC
- Integrado L293B [14] como puente en H
- Regulador de tensión L7812 [13]
- Regulador de tensión L7805 [4]
- Divisores de tensión para salidas del autómata y *enable* del integrado.

Los divisores de tensión propuestos en el nuevo circuito proporcionan el voltaje necesario para que el integrado L293B [14] funcione en condiciones óptimas, ya que la tensión máxima que soporta es 7,5 V. Con el diseño mostrado en la figura 4.31 al L293B llegan aproximadamente 6,6 V. Por otro lado, el divisor de tensión que alimenta el *enable* del integrado limita este valor a unos 5,6 V aproximadamente. Gracias a estos 3 divisores de tensión se consigue utilizar adecuadamente el integrado para poder controlar el motor de 24 V.

El motor está rodeado por 4 diodos 1N4007 [15], cuya función es la de protegerlo de sobretensiones y sobreintensidades.

El integrado L293B será el encargado de controlar el motor, es decir, es el driver del motor.

El funcionamiento del motor y de su giro se indica en la tabla 4.3. En esta tabla, un “1” significa 24 voltios, y un “0” significa 0 voltios.

PIN 2	PIN 7	Movimiento motor
0	0	STOP
0	1	Giro en un sentido
1	0	Giro en sentido opuesto
1	1	STOP

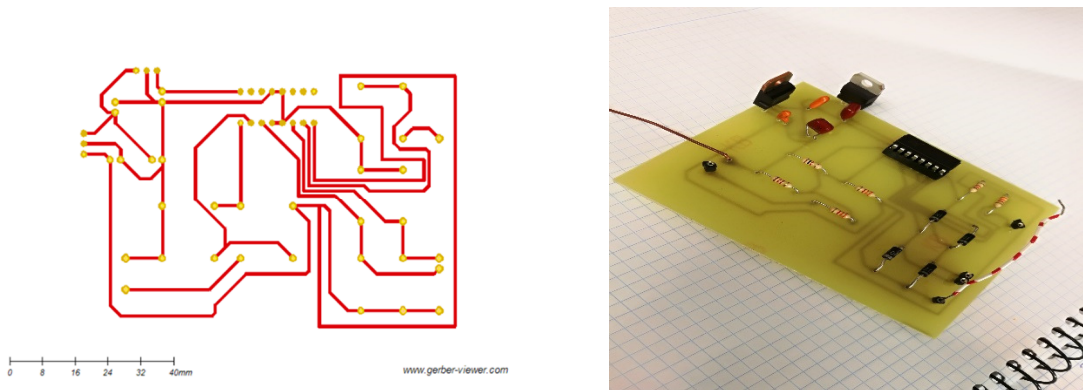
Tabla 4.3. Tabla de control del motor con el integrado L293B

La alimentación del integrado es 24 V. Se ha elegido el integrado L293B porque puede soportar hasta 36 V.

La tensión introducida por el PIN 16 no debe superar los 5 V. Se ha observado que voltajes mayores ocasionan un calentamiento excesivo en el integrado. Además de tener cuidado con los voltajes que se introducen en el L293B, es muy importante tener en cuenta las conexiones a tierra del integrado. Por eso se han conectado los pines 4, 5 12 y 13 a tierra.

Los reguladores de tensión son elementos muy importantes en este circuito, ya que adaptaran los 24 V generados en el autómata a los 5 V necesarios en algunos pines del puente en H. En este caso se ha conseguido a través de dos reguladores de tensión, uno de 12 V y otro de 5 V, como se puede apreciar en la figura 4.31.

Se ha integrado este circuito en una PCB (figura 4.32).



4.32. Esquema PCB creado con Orcad y visualizado con Gerber Viewer (izquierda), y PCB del circuito de control del motor mejorado (derecha).

El diseño de este nuevo circuito de control de los motores ha sido realizado tras solucionar diversos contratiempos. En primer lugar, fue necesario evitar el calentamiento del integrado L293B. Después de diversas pruebas, se determinó que la única manera de conseguirlo era adaptar la señal del autómata de 24 V a 5 V, con la ayuda de los reguladores de tensión, tal y como se ha expuesto anteriormente. En segundo lugar, la solución propuesta requería una gran cantidad de cableado para las conexiones. Por este motivo, en la implementación final se ha optado por diseñar un PCB.

A esta solución hay que añadirle el uso de una fuente carril que ayuda a la maqueta a la hora de unificar cada uno de los voltajes. En este caso los motores de 24 voltios se favorecen del uso de esta fuente externa. (figura 4.33)

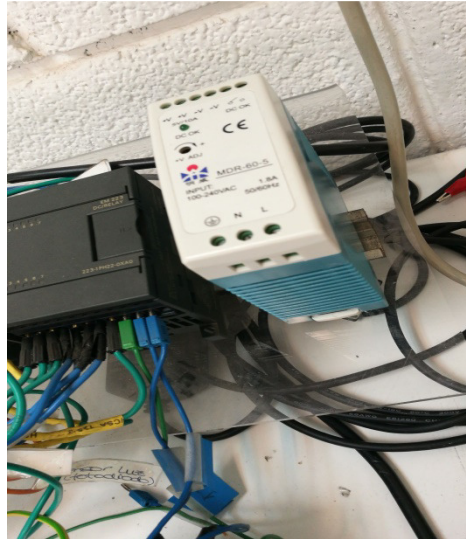


Figura 4.33. Fuente de 24 voltios en carril

4.3.2. Zumbador para alarma

Descripción

Se utiliza un zumbador piezoeléctrico. Al aplicar un voltaje sobre el material piezoeléctrico, éste se expande y contrae, lo que genera el ruido del zumbador.

En la maqueta original se utilizó el zumbador con cables de conexión para 24 V de continua que se muestra en la figura 4.34.



Figura 4.34. Zumbador de la casita domótica.(extraído de [1])

Zumbador en la maqueta original

Este dispositivo se utiliza como señal acústica cuando se detectan intrusos en la casa, a modo de alarma.

Problemas del zumbador en la maqueta original.

En este caso no se han encontrado problemas con el zumbador, ya que éste soporta los 24 V aplicados directamente desde el autómata. Por lo que esta parte de la maqueta no ha sido modificada.

4.3.3. Luces

Descripción

En la maqueta original existen dos tipos de luminarias. Por un lado, hay iluminación manual (alimentada a 5 V), distribuida por toda la casa y controlada con interruptores manuales en cada habitación y rellanos de cada planta. Por el otro, la iluminación automática (alimentada a 24 V) se encuentra en los rellanos, en el buzón y en la entrada principal de la casa. Estas luces serán controladas a través del autómata. En la tercera planta, en una de las habitaciones, convergen los dos tipos de iluminación.

Luces de la maqueta original

En la maqueta original se encuentran dos tipos de luces:

- *Luces alimentadas a 5 V:* se utilizaron luces decorativas típicas de navidad, pero sin el transformador de 12 voltios, ya que no se iban a conectar directamente a la red eléctrica.
- *Luces alimentadas a 24 voltios:* se utilizaron LEDs de alto rendimiento, lo que permite la conexión directa con las salidas del autómata.

Las luces alimentadas a 5 V se utilizan en la instalación de iluminación manual de toda la maqueta. En total son 9 luces distribuidas por las habitaciones y rellanos.

Las luces alimentadas a 24 V se encuentran en los rellanos, en una habitación de la tercera planta, en la entrada principal (se debe encender automáticamente al detectar presencia en la entrada), y junto al buzón (para indicar que este está lleno de cartas).

Problemas del circuito de luces en la maqueta original.

No hay problema con las luces alimentadas a 24 V, ya que el autómata es capaz de controlarlas perfectamente, por lo que esta parte de la instalación no ha sido modificada. El

verdadero problema es que hay que utilizar una fuente de tensión externa para poder alimentar las luces que funcionan con 5 V.

Mejora propuesta

La solución propuesta en el nuevo diseño ha sido la de intercambiar las luces decorativas alimentadas a 5 V que componen la iluminación manual por LEDs convencionales, acompañados de las resistencias correctamente calculadas, para poder conectarlos directamente a la fuente de alimentación de 24 V. El circuito diseñado se muestra en la figura 4.35.

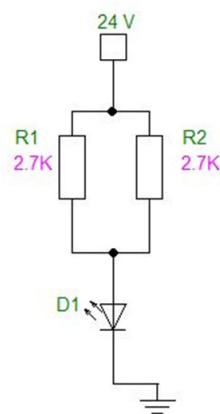


Figura 4.35. Esquema del circuito diseñado para las nuevas luces manuales.

Para aprovechar el cableado ya existente del circuito de luces de la maqueta antigua, se han adaptado los portalámparas de las luces de navidad para que contengan los nuevos LEDs con sus resistencias correspondientes (figura 4.36).



Figura 4.36. Resultado final del cambio de luces manuales.

El único problema a destacar durante el desarrollo de esta mejora fue la laboriosa tarea de intentar adaptar las nuevas luces y resistencias al circuito original intentando no desmontar el

cableado que atraviesa las paredes de las habitaciones de la maqueta. En prácticamente todas las habitaciones ha habido que conectar unos centímetros más de cable y reinstalar en otra zona de la habitación o rellano el portalámparas y las nuevas luces (figura 4.37).

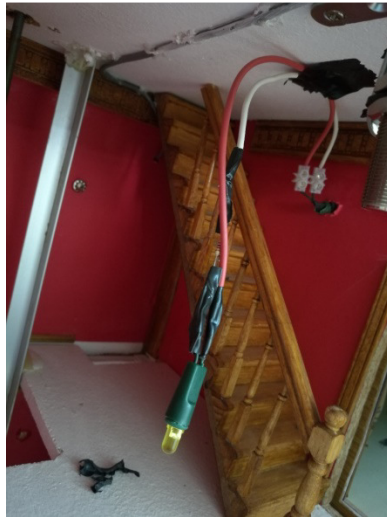


Figura 4.37. Montaje provisional para la iluminación de habitaciones inaccesibles

4.4. Ubicación de los sensores y actuadores en la casita tras la mejora

La colocación de los sensores y actuadores en la casita se ha llevado a cabo de la siguiente manera:

Sensores Optoacopladores:

Estos sensores están distribuidos en los rellanos de cada planta como finales de carrera del ascensor (figura 4.38), de las persianas (figura 4.39) y de la puerta del garaje (figura 4.40), en el interior del buzón de la casita (figura 4.41) y en el sensor de viento colocado en la azotea de la casa (figura 4.42).

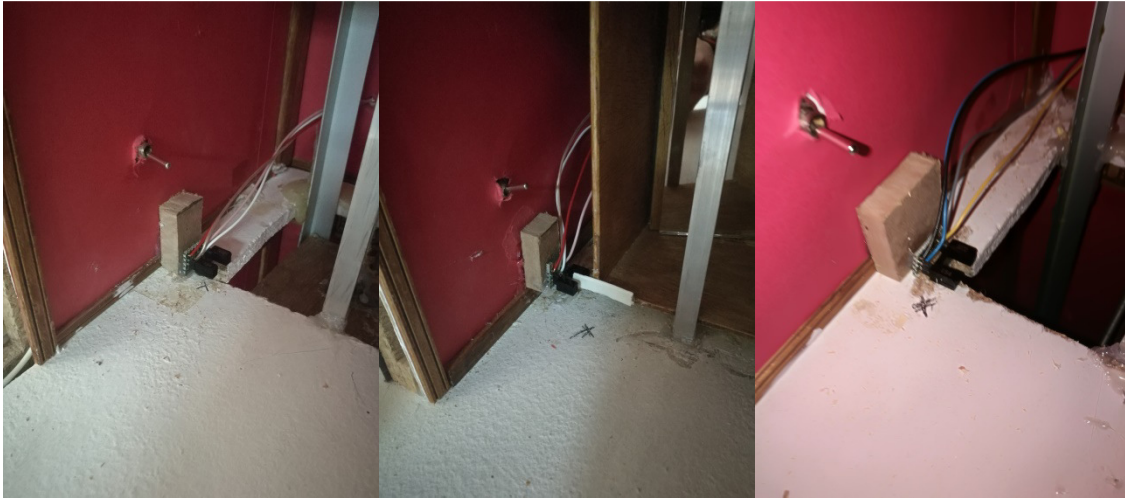


Figura 4.38. Finales de carrera para el ascensor



Figura 4.39. Finales de carrera de las persianas

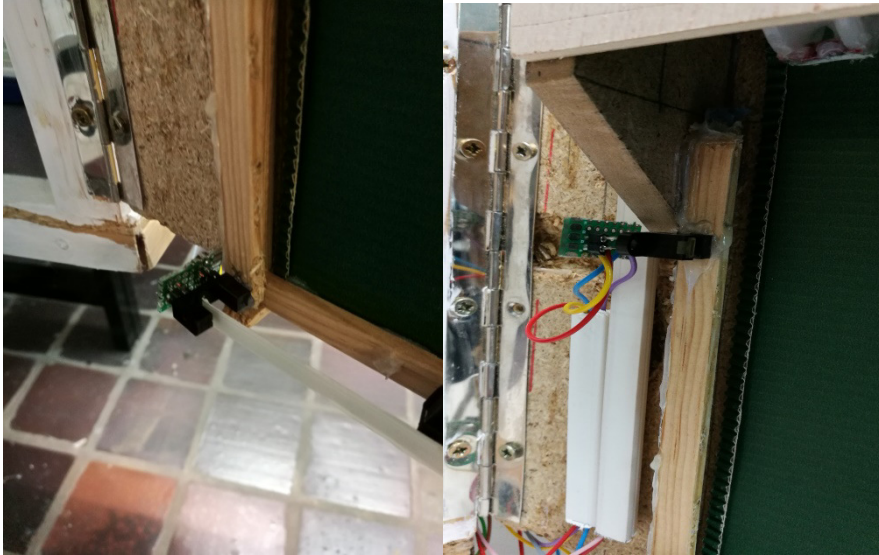


Figura 4.40. Finales de carrera de la puerta de garaje



Figura 4.41. Optoacoplador para llevar el conteo de cartas en el buzón



Figura 4.42. Optoacoplador utilizado en el sensor de viento

Fotodiodo:

Este sensor se encuentra colocado en la azotea de la maqueta (figura 4.43).

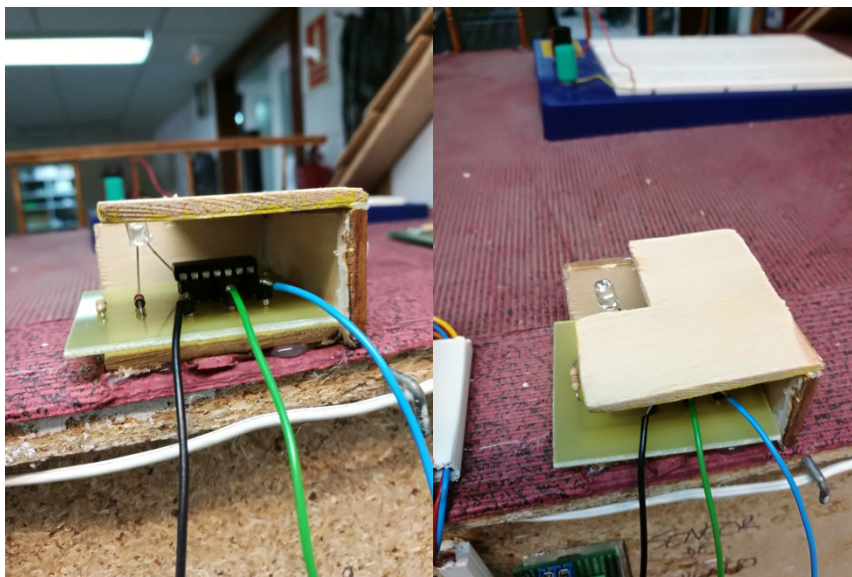


Figura 4.43. Sensor de luminosidad colocado en la azotea de la casita

Sensores fotoeléctricos de detección directa:

Estos sensores están distribuidos en los rellanos de cada planta para la detección de personas (figura 4.44), para la detección de personas en la habitación de la tercera planta (figura 4.45) y como sensor de detección de intrusos situado en la primera planta (figura 4.46).



Figura 4.44. Sensores de presencia en los rellanos



Figura 4.45. Sensores de presencia en habitación



Figura 4.46. Detección de intrusos en primera planta

Pulsadores:

Los pulsadores son utilizados en la entrada principal (bajo la alfombra) actuando de sensor de presencia (figura 4.47) y en la botonera del ascensor colocada fuera de la maqueta para más comodidad (figura 4.48).



Figura 4.47 Sensor de presencia en entrada principal (bajo alfombra)

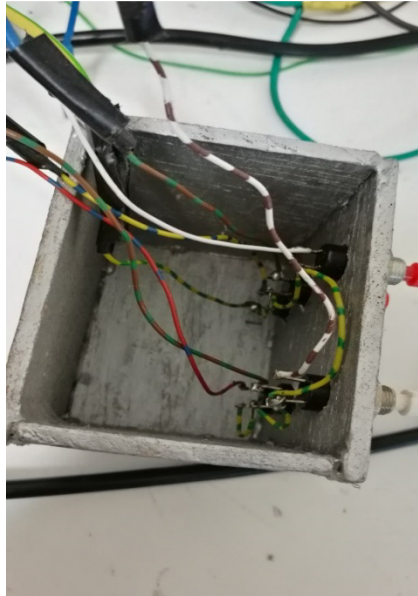


Figura 4.48. Interior de la botonera del ascensor

Sensor por radiofrecuencia:

El receptor está colocado dentro del garaje (figura 4.49).



Figura 4.49. Receptor RF en garaje

Motores bidireccionales de continua de 24 V:

Los tres motores utilizados para la maqueta están situados junto a las persianas (figura 4.50), junto a la puerta del garaje (figura 4.51) y en la zona de arriba de la maqueta (oculto) encima del ascensor (figura 4.52).



Figura 4.50. Motor de la persiana



Figura 4.51. Motor puerta del garaje



Figura 4.52. Motor del ascensor

Zumbador para alarma:

Este actuador está colocado en la azotea de la casita (figura 4.53).

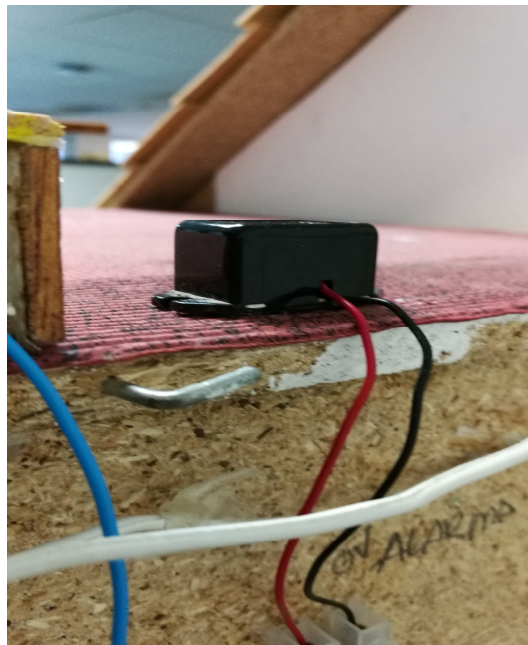


Figura 4.53. Zumbador en azotea

Luces:

Las luces están distribuidas por toda la casa, tanto en habitaciones como en rellanos. Las luces automáticas se encuentran en los rellanos de cada planta (figura 4.54), en una de las habitaciones de la tercera planta (figura 4.55), en los farolillos de la entrada principal (figura 4.56) y junto al buzón para indicar que está lleno (figura 4.57).



Figura 4.54. Luces automáticas en los rellanos

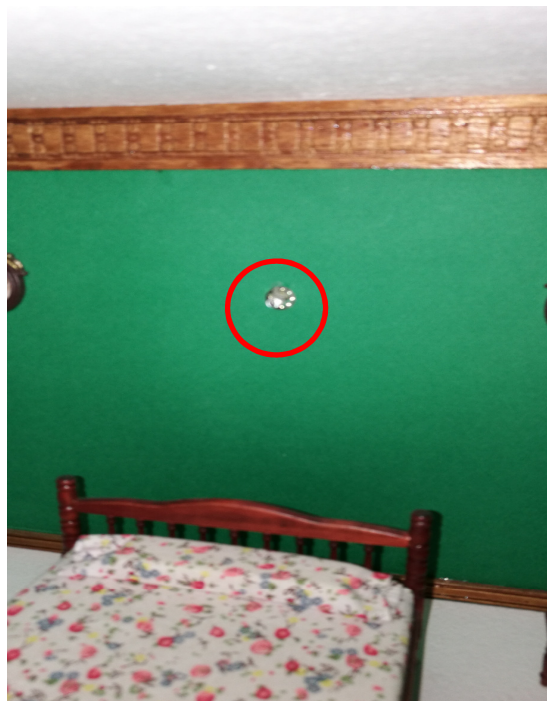


Figura 4.55. Luz automática en la habitación



Figura 4.56. Farolillos de la entrada principal



Figura 4.57. Luz del buzón que indica que está lleno

Por otro lado, las luces manuales se encuentran en cada habitación y rellano de la casita (figura 4.58).



Figura 4.58. Luces manuales en habitaciones y rellanos

Finalmente, una de estas luces actúa de manera individual asociada al movimiento de apertura y cierre del garaje (figura 4.59).



Figura 4.59. Luz asociada a movimiento de la puerta del garaje

La situación exacta de los sensores y actuadores se puede consultar en el anexo *Planos del nuevo diseño* de este proyecto.

4.5. Distribución del cableado en la maqueta

En esta sección se comenta uno de los cambios más importantes de la casita con respecto al diseño original. El cableado en la maqueta original era demasiado complicado, numeroso y desorganizado. Se ha optado por hacer un reparto del cableado más eficiente, consecuencia de una colocación organizada de los circuitos.

Tras el proceso de mejora realizado en este Trabajo Fin de Grado, la mayoría de los circuitos y su respectivo cableado se ha situado en la parte trasera de la casita (figura 4.60), y en menor medida, en los laterales de la casita (figura 4.61). Se ha identificado y organizado mejor el cableado, y se ha procurado dejar el menor número de cables a la vista dentro de la maqueta y en las zonas de las paredes móviles de la misma.

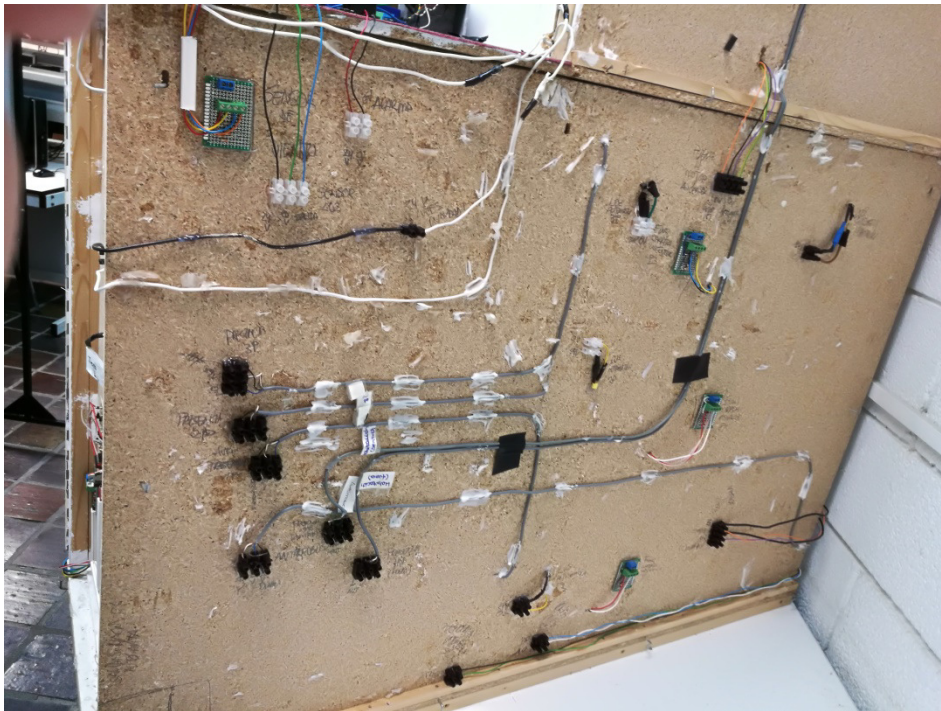


Figura 4.60. Cableado y circuitos en la zona trasera de la maqueta



Figura 4.61. Cableado y circuitos en los laterales izquierdo y derecho de la maqueta

Por otro lado, con respecto al conexionado entre el automático y la maqueta, se han dividido las conexiones de los actuadores en un tubo y las de los sensores en otro tubo, para una mejor organización (figura 4.62). Además se han etiquetado cada una de estas conexiones para en una futura reforma o modificación sea más fácil de manejar (figura 4.63).

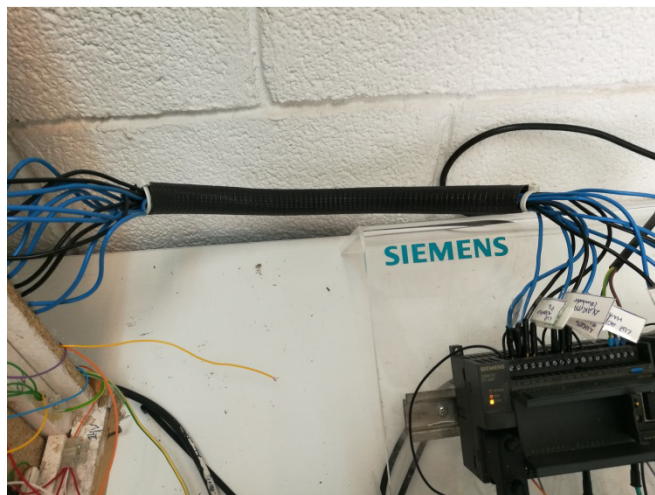


Figura 4.62. Tubo para las conexiones entre el automático y la maqueta



Figura 4.63. Etiquetado de las conexiones

4.6. Conexión con el autómata

La conexión de las entradas y salidas del autómata con los circuitos de los sensores y los actuadores se muestra en las tablas 4.4 y 4.5.

Entradas del S7-200	Sensores
I0.0	Sensor Buzón
I0.1	Final de carrera ventana arriba
I0.2	Final de carrera ventana abajo
I0.3	Pulsador de entrada
I0.4	Final de carrera ascensor 1ª planta
I0.5	Final de carrera ascensor 2ª planta
I0.6	Final de carrera ascensor 3ª planta
I0.7	Sensor infrarrojo garaje
I1.0	Final de carrera garaje arriba
I1.1	Final de carrera garaje abajo
I1.2	Sensor de viento
I1.3	Sensor luminosidad
I1.4	Sensor de presencia habitación dentro
I1.5	Sensor de presencia habitación fuera
I2.0	Sensor de presencia rellano 1ª planta
I2.1	Sensor de presencia rellano 2ª planta
I2.2	Sensor de presencia rellano 3ª planta
I2.3	Sensor de presencia de intrusos
I2.4	Pulsador ascensor 1ª planta
I2.5	Pulsador ascensor 2ª planta
I2.6	Pulsador ascensor 3ª planta

Tabla 4.4. Conexión de las entradas del autómata

Salidas	Actuadores
Q0.0	Luz automática rrellano Planta 3
Q0.1	Luz automática rrellano Planta 2
Q0.2	Luz automática rrellano Planta 1
Q0.3	Luz del buzón LLENO
Q0.4.	Alarma
Q0.5	Luces farolillos entrada principal
Q0.6	Luz automática de la habitación
Q0.7	Control del motor de las persianas 1
Q1.0	Control del motor de las persianas 2
Q2.0	Control del motor del ascensor 1
Q2.1	Control del motor del ascensor 2
Q2.2	Control del motor del garaje 1
Q2.3	Control del motor del garaje 2
Q2.4	Luz Individual del garaje

Tabla 4.5. Conexionado salidas del autómata

5. Mejora de la parte mecánica de la maqueta

En este capítulo se explica en detalle cómo son los elementos mecánicos de la maqueta original, los problemas encontrados en ellos, las soluciones propuestas y las mejoras incorporadas durante la realización de este Trabajo Fin de Grado.

5.1. Elementos mecánicos en el diseño original

La maqueta original contiene los siguientes elementos mecánicos:

- *Persiana de la planta 2*: los extremos de la persiana están sujetos a una varilla mediante dos tuercas, con el giro del motor estas tuercas se desplazan a lo largo de la varilla para producir el movimiento ascendente/descendente de la persiana (figura 5.1).



Figura 5.1. Estructura de la persiana en el diseño original

- *Puerta del garaje*: esta estructura se mueve igual que las persianas (figura 5.2).

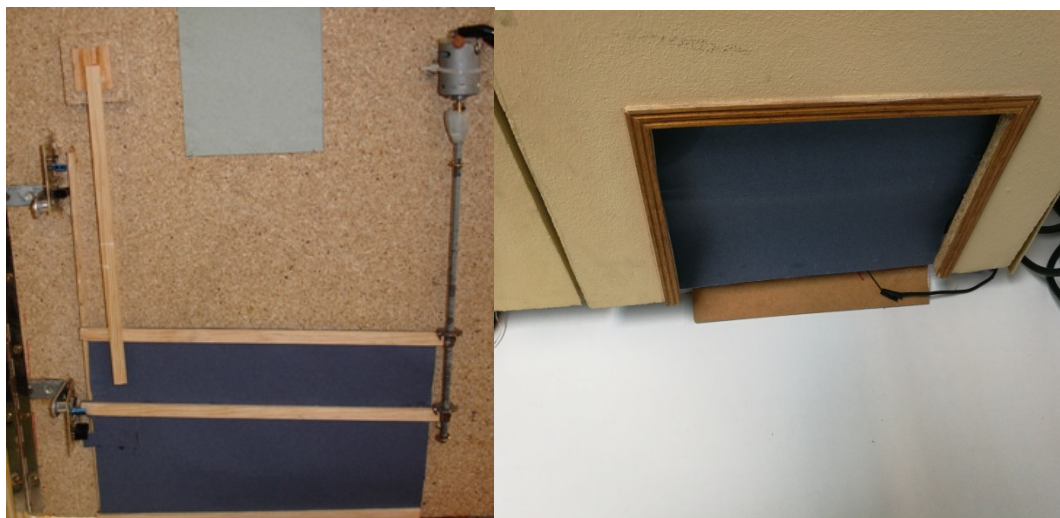


Figura 5.2. Estructura de la puerta del garaje

- *Ascensor*: la cabina del ascensor está unida a unas tuercas atravesadas por un tornillo sinfín. El movimiento del tornillo se controla directamente con un motor. Cuando este motor gira, las tuercas se desplazan por el tornillo, provocando el movimiento ascendente/descendente de la cabina (figura 5.3).



Figura 5.3. Motor del ascensor unido al tornillo sinfín (izquierda) y estructura del ascensor (derecha). (Extraído de [1])

Por otra parte, para la apertura y cierre de la maqueta se utilizan imanes que sujetan las paredes móviles de la estructura (figura 5.4).



Figura 5.4. Situación de los imanes que sujetan las paredes móviles de la casita.

(Extraído de [1])

Estos elementos presentan una serie de problemas estructurales. Algunos de ellos son los siguientes:

- Las estructuras no son robustas, y a veces se atascan y no se mueven correctamente.
- Los sistemas con tornillos sinfín utilizados en la persiana, la puerta del garaje y el ascensor tienden a ser muy ruidosos.
- Los elementos mecánicos y su cableado están desprotegidos, demasiado expuestos a la manipulación externa (por ejemplo, por los estudiantes).
- El sistema de imanes con el que se controla la apertura y cierre de las paredes móviles de la maqueta es incómodo, y dificulta esta tarea.

Por lo tanto, la mejora de la parte mecánica en este Trabajo Fin de Grado persigue los siguientes objetivos:

- Suprimir el sistema de movimiento basado en el uso de tornillos sinfín, que causan ruidos excesivos y no es robusto.
- Crear estructuras móviles más robustas con nuevos mecanismos.
- Proteger estas estructuras y no exponerlas a la manipulación externa.
- Instalar un nuevo sistema de apertura y cierre en la maqueta.

En las siguientes secciones se explicará cómo se han llevado a cabo las mejoras propuestas.

5.2. Estructura de las persianas

Las nuevas persianas de la casita se han implementado con láminas de cartón enrollables. Para enrollarlas se utilizan rodetes y gomas elásticas (figura 5.5). A este mecanismo hay añadirle unos pesos para que el giro de la persiana sea más efectivo.

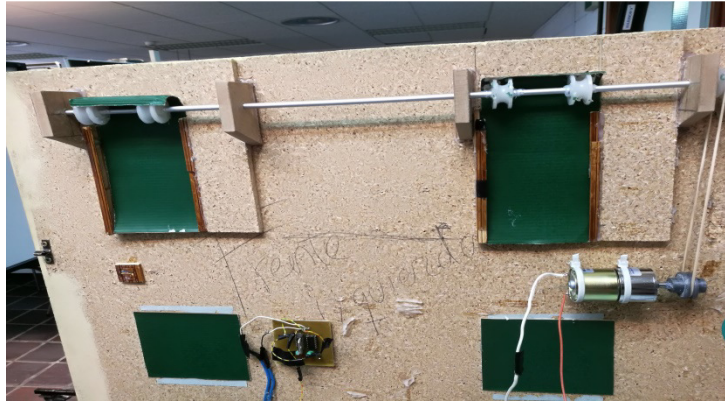


Figura 5.5. Estructura enrollable de la persiana de la planta 2 de la casita.

El sistema de enrollado y el motor que mueve la persiana están cubiertos con unas cajas, para evitar la manipulación externa y dotar de más robustez a la estructura (figura 5.6).

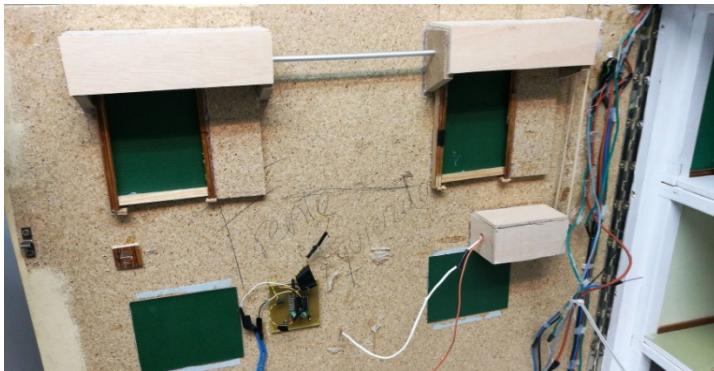


Figura 5.6. Estructura de enrollado de las persianas (izquierda) y motor que controla su movimiento (derecha) ocultos.

5.3. Estructura de la puerta del garaje

El nuevo diseño de la puerta del garaje es similar al de las persianas: una lámina de cartón enrollable con rodets y gomas elásticas que transmiten el movimiento del motor (figura 5.7). Se añade un peso a la lámina para facilitar el proceso de enrollado.

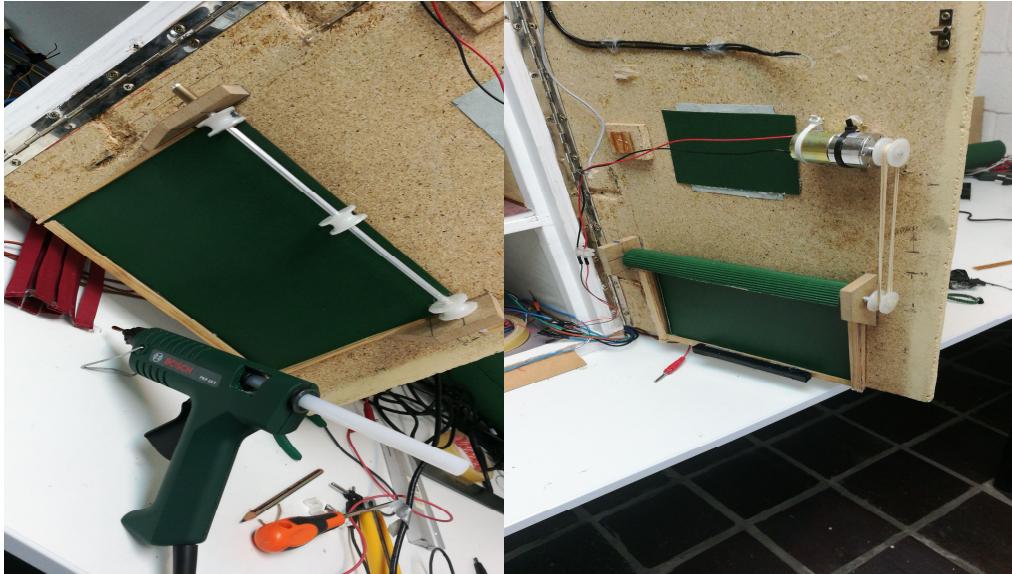


Figura 5.7. Estructura enrollable de la puerta del garaje

De nuevo, el motor y la estructura enrollable se ocultan con unas cajas para evitar la sobreexposición (figura 5.8).

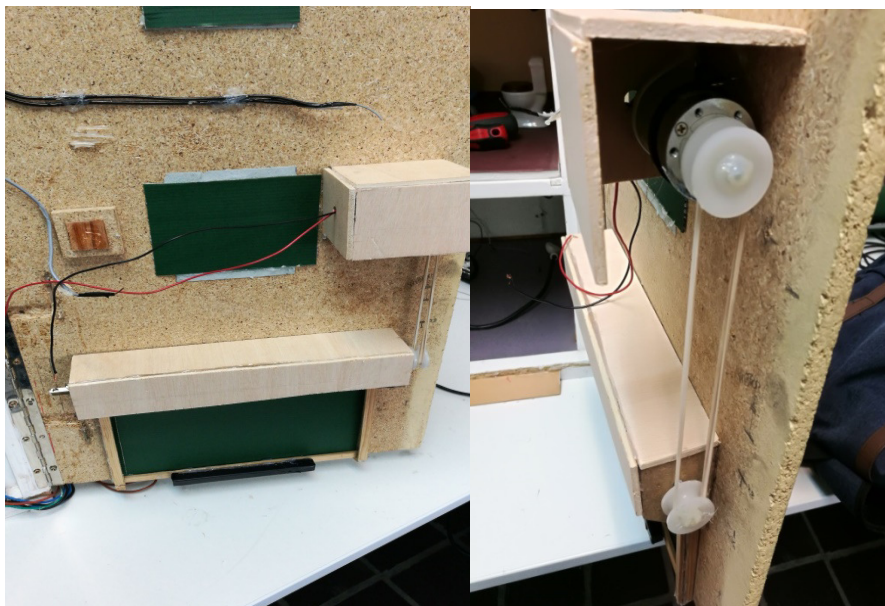


Figura 5.8. Estructura del sistema de movimiento de la puerta del garaje oculta.

5.4. Estructura del ascensor

La nueva estructura del ascensor está compuesta por una polea que es capaz de realizar los movimientos de bajada y subida de la cabina. La cabina se desplaza dentro de las guías de la maqueta original, pero se ha añadido una nueva barra para que sea más estable (figura 5.9). Además, bajo la cabina se han colocado unos pesos, que, sumados al peso del espejo, aseguran un movimiento más seguro y eficiente.

El movimiento del ascensor con este nuevo diseño es silencioso, por lo que se consigue arreglar uno de los problemas ya comentados presente en la maqueta original.



Figura 5.9. Estructura del ascensor en el nuevo montaje

En el diseño original el motor del ascensor estaba oculto en la parte superior de la casita, debajo del tejado. En el nuevo diseño el motor se mantiene en este lugar, pero se fija la pared de la maqueta para evitar la vibración que se genera cuando está operativo. De esta manera, se evitan errores en la transmisión del movimiento cuando la cabina sube o baja (figura 5.10).



Figura 5.10. Motor del ascensor fijado a la maqueta.

5.5. Sistema de apertura y cierre de la maqueta

Para poder abrir las puertas de la maqueta con mayor suavidad, sin peligro de que se dañe ningún mecanismo, cable o circuito, se han sustituido los imanes por un nuevo cierre (figura 5.11).



Figura 5.11. Nuevo cierre de la maqueta

6. Resultados

En esta sección de la memoria se presentan los resultados obtenidos en la fase final de la mejora y restauración de la maqueta a través de vídeos demostrativos que se encuentran en el Anexo III de esta memoria. Las funciones desarrolladas en el nuevo diseño y mostradas en los vídeos son las siguientes:

1. Control de la alarma
2. Iluminación por presencia en rellanos
3. Iluminación por presencia en habitación
4. Control de la apertura y cierre de las persianas por luminosidad
5. Control de la apertura y cierre de las persianas por detección de viento
6. Control de la apertura y cierre de la puerta del garaje
7. Control del ciclo completo del ascensor
8. Control del llenado del buzón
9. Control de la iluminación por presencia en entrada principal

7. Presupuesto

A continuación se muestra el presupuesto correspondiente a la mejora y acondicionamiento de “la casita domótica”.

PRESUPUESTO

	CANTIDAD	PRECIO	COSTE
ESTRUCTURAL			
Pesos (plomos) tipo pesca	2	2,29 €	4,58 €
Hilo de nylon tipo pesca	1	2,99 €	2,99 €
Golpetes para puerta	2	2,40 €	4,80 €
Tablero de Contrachapado (80x40x0,5 cm)	1	4,69 €	4,69 €
Cuerda	1	1,65 €	1,65 €
Tablero de MDF (80x40x1 cm)	1	4,69 €	4,69 €
Pack 2 x Polea (roldana) 32 mm diámetro	5	2,05 €	10,25 €
Polea (roldana) 50 mm diámetro	2	1,95 €	3,90 €
Cartulina	1	0,75 €	0,75 €
Varilla redonda de metal 5 mm	2	2,95 €	5,90 €
Lámina de metal	1	2,75 €	2,75 €
TOTAL			46,95 €

CABLEADO

		(€ /Metro)	
Cable circuitería	8	0,16 €	1,28 €
Cable instalaciones	20	0,55 €	11,00 €
Canaleta 6 x 9 mm	5	1,59 €	7,95 €
TOTAL			20,23 €

CIRCUITERÍA

Realización de PCB	4	9,95 €	39,80 €
Prototipo PCB	10	0,39 €	3,90 €
LEDs	13	0,59 €	7,67 €
Interruptor fotoeléctrico	9	1,55 €	13,95 €
Amplificador L324N	1	0,53 €	0,53 €
Regulador de Tensión LM7805	3	0,90 €	2,70 €
Regulador de Tensión LM7812	3	0,77 €	2,31 €
Fotodiodo	1	0,76 €	0,76 €
L293B para Puente en H	3	3,26 €	9,78 €
Diodo	12	0,20 €	2,40 €
Condensador 0,33 microfaradios	6	0,29 €	1,74 €
Condensador 0,1 microfaradios	6	0,17 €	1,02 €
Resistencia 1 kilohmios	3	0,12 €	0,36 €
Resistencia 1,2 kilohmios	6	0,12 €	0,72 €
Resistencia 2,2 kilohmios	45	0,12 €	5,40 €
Resistencia 2,7 kilohmios	26	0,12 €	3,12 €
Resistencia 3,3 kilohmios	9	0,12 €	1,08 €
Resistencia 10 kilohmios	1	0,23 €	0,23 €

Resistencia 28 kilohmios	9	0,26 €	2,34 €
Resistencia 47 kilohmios	1	0,33 €	0,33 €
TOTAL			100,14 €

OTROS ELEMENTOS DE LA INSTALACIÓN

Motor 24 voltios	6	9,27 €	55,62 €
Mando Garaje para receptor	1	16,65 €	16,65 €
Fuente de alimentación 24 voltios para carril	1	25,30 €	25,30 €
TOTAL			97,57 €

MANO DE OBRA

Nº de horas € / Hora

Electricidad y Electrónica	260	7,5	1.950,00 €
Carpintería	30	5	150,00 €
TOTAL			2.100,00 €

RESUMEN DEL PRESUPUESTO

Presupuesto Estructural	46,95 €
Presupuesto Cableado	20,23 €
Presupuesto Circuitería	100,14 €
Presupuesto Otros Elementos de la instalación	97,57 €
 Presupuesto Mano de Obra	 2.100,00 €

Presupuesto Ejecución Material

17% Gastos Generales	402,03 €
15% Beneficio Industrial	354,73 €

PRESUPUESTO TOTAL

7% de IGIC	218,52 €
------------	----------

PRESUPUESTO TOTAL +IGIC

3.340,17 €

8. Conclusiones

En este Trabajo de Fin de Grado (TFG) se ha abordado la mejora y restauración de la planta de prácticas “la casita domótica”. Esta maqueta se emplea en las prácticas de las asignaturas básicas de Automatización de los grados de Ingeniería Industrial de la Universidad de La Laguna.

En el momento de la realización de este TFG la maqueta se había dejado de usar debido a diversos fallos electrónicos y mecánicos. De éstos, los más destacables son: los diferentes voltajes de alimentación que requerían los diferentes circuitos de la maqueta, que obligaba a usar diferentes fuentes de alimentación a la vez, la imposibilidad de conectar los circuitos de sensores y actuadores directamente al autómeta, que hacía necesario el uso de muchos circuitos adaptadores de señal, la poca robustez de las partes mecánicas, y la poca protección del cableado y la circuitería, cuya exposición los hacía muy sensibles a la manipulación externa.

En la parte electrónica de la maqueta, las principales mejoras implementadas durante el desarrollo de este TFG han sido las siguientes:

- Se han estudiado y rediseñado los circuitos de sensores y actuadores, cambiando algún modelo de circuito integrado, y readaptando resistencias y condensadores. Algunos de estos nuevos circuitos se han pasado a PCB.
- Se ha unificado la tensión de alimentación de todos los circuitos al valor 24 V. Esto permite utilizar una única fuente de alimentación, que puede coincidir con la propia del autómeta.
- Con este valor de alimentación único, los circuitos diseñados para sensores y actuadores operan entre 0 V y 24 V, y, por tanto, pueden ser conectados directamente al autómeta sin la necesidad de incluir circuitos acondicionadores de señal adicionales. La eliminación de los circuitos acondicionadores existentes en la maqueta original simplifica en gran medida la electrónica de la casita.
- Algunos actuadores han sido cambiados. Por ejemplo, se han elegido nuevos motores para la casita (motores DC de 24 V), y se han sustituido las luces manuales por LEDs.
- Todos los circuitos se han ocultado y protegido de posibles manipulaciones externas, para dotar de robustez a la instalación.

- Se ha disminuido y organizado mejor el cableado, incluido el necesario para conectar los circuitos de la casita con el autómata.

Por otro lado, en la parte mecánica las principales mejoras han sido las siguientes:

- Se han modificado las estructuras del ascensor, del garaje y de las persianas. Las estructuras del nuevo diseño utilizan poleas, gomas elásticas y cuerdas para efectuar los movimientos, además de ayudarse de pesos adicionales para mejorar la dinámica de la cabina, las persianas y la puerta del garaje.
- Los elementos que controlan el movimiento de estas partes de la maqueta están ahora más protegidos de posibles manipulaciones externas.
- El movimiento generado en la casita es mucho menos ruidos, gracias a la eliminación de los tornillos sinfín.
- Se ha instalado un nuevo cierre para las paredes móviles de la maqueta, sustituyendo el imán antiguo por un cierre mecánico de presión que hace que el movimiento sea más sencillo y ligero.

Con estos cambios se han cumplido los objetivos propuestos en este TFG. La maqueta final cuenta con un diseño más robusto, menos manipulable externamente, con un cableado más discreto, y partes electrónicas y mecánicas más sencillas. Gracias a todo esto la maqueta podría volver a ser utilizada en las prácticas de las asignaturas de Automatización.

En el terreno personal, la realización de este proyecto me ha permitido poder desarrollar mis conocimientos en Electrónica y Automatización. Tanto en el estudio y diseño de los circuitos como en la programación del autómata, asignaturas como Electrónica Analógica, Fundamentos de Electrónica, Instrumentación Electrónica o Automatización y Control y Automatización Avanzada, han sido los mayores aliados en cada momento. Además he tenido la oportunidad de establecer la conexión entre la maqueta y el autómata S7-200, resolviendo un problema técnico que no habría podido abordar de otro modo. Con respecto al desarrollo mecánico, es importante destacar la búsqueda de información y de tutoriales que realicé, para encontrar la solución más adecuada para las partes móviles de la maqueta.

Como línea futura de desarrollo, es importante indicar que la maqueta de “la casita domótica” es un entorno de experimentación abierto, en el que se pueden introducir cambios que permitan simular nuevas funcionalidades domóticas. Desde el punto de vista técnico esto sería posible si se añadieran nuevos sensores y actuadores, y se conectaran sus circuitos

correspondientes a nuevas entradas/salidas del autómatas (sería necesario ampliar la capacidad con módulos de E/S adicionales).

8. CONCLUSIONS

The improvement and restoration of “la casita domótica” plant has been addressed in this End of Degree Work (EDW). This model is used in the practical part of some subjects related to Automation of the Industrial Engineering studies.

The model had stopped being used due to the presence of several electronic and mechanical failures. The most important failures are the following ones: the circuits of the model use different voltage values, therefore different power supplies must be simultaneously used; the circuits of the model cannot be directly connected to the Programmable Logic Controller (PLC), and signal conditioning circuits are needed; the mechanical part of the model is not robust, and the electronic part (wiring and circuits) are not well protected.

In the electronic part of the model, the main improvements developed in this EDW are the following ones:

- The sensors’ and actuators’ circuits have been studied and re-designed: some integrated circuits have been changed, and the capacitor and resistance values have been updated. In some cases, these new circuits have been implemented as PCB.
- The supply voltage has been fixed to 24 V for all the circuits. This fact allows the use of a unique power supply, for example, the one included in the PLC.
- All the new implemented sensors’ and actuators’ circuits operate between 0 V and 24 V; therefore, they can be directly connected to the PLC without using any signal conditioning circuit. The removal of the conditioning circuits significantly simplifies the electronic part of the house model.
- Some actuators have been changed. For example, new motors and lights have been selected.
- The circuits and wiring have been hidden and protected from external handling, for improving the model’s robustness.
- The wiring has been decreased and organized, including the one used for developing the connection between sensors/actuators and PLC.

On the other hand, the most important mechanical improvements have been the following ones:

- The structures corresponding to the lift, the garage door and the blinds have been modified. These new structures use pulleys, elastic bands and ropes to carry out the movements. Furthermore, additional weights have been added to improve the dynamic of the cabin, the blinds and the garage door.
- The elements of the mechanical part are hidden, and more protected from external handling.
- The movements of the model are less noisy, thanks to the removal of the screws.
- A new opening/closing system for the model's walls has been implemented. The new system, a mechanical pressure lock, substitutes the previous magnet, and allows a lighter opening/closing movement.

The objectives proposed in this EDW have been achieved. The final model has a more robust design, includes a discrete wiring, and simpler electronic and mechanical parts. The model could be used in the practical sessions of the Automation subjects again.

From a personal point of view, the development of this EDW has allowed me to improve my knowledge in the Electronics and Automation fields. In the study and design of the circuits and in the PLC programming, subjects such as Analog Electronics, Fundamentals of Electronics, Electronic Instrumentation or Automation and Control and Advanced Automation have been helpful. Furthermore, I have had the opportunity to establish the connection between the model circuits and the PLC, a new technical problem for me. With regard to the mechanical part, different information sources have been checked, in order to find the more suitable solution for the moving parts of the model.

The house model is an open experimental environment. In future works, it could be possible to simulate new domotic functionalities in it by adding new electronic circuits and mechanical elements. From a technical point of view, this would require the acquisition of additional input/output modules for improving the I/O capacity of the PLC.

9. Referencias

[1] Hernández Hernández, Lorena y Vargas Martín, Yunilba. INSTALACIÓN DOMÓTICA DE UNA VIVIENDA: IMPLEMENTACIÓN DE LA VIVIENDA, DESARROLLO ELECTRÓNICO Y AUTOMATIZACIÓN. 2006

Proyecto de Fin de Carrera tutorizado por Silvia Alayón Miranda, en el cuál se recogen los datos originales en los que se basa este Trabajo de Fin de Grado.

[2] Características del sensor optoacoplador EE-SX1070 de OMRON ELECTRONICS. Disponible en la URL:

<http://pdf1.alldatasheet.es/datasheet-pdf/view/333010/OMRON/EE-SX1070.html>

[3] Características del integrado LM324. Disponible en la URL:

<http://pdf1.alldatasheet.es/datasheet-pdf/view/17871/PHILIPS/LM324.html>

[4] Características del regulador de tensión L7805. Disponible en la URL:

<http://pdf1.alldatasheet.es/datasheet-pdf/view/22615/STMICROELECTRONICS/L7805.html>

[5] Características del fotodiodo LD271. Disponible en la URL:

<http://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/45386/SIEMENS/LD271.html>

[6] Características del integrado LM741. Disponible en la URL:

<http://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/53589/FAIRCHILD/LM741.html>

[7] Características del sensor OBT200-12GM55-E4-R. Disponible en la URL:

<http://www.farnell.com/datasheets/102437.pdf>

[8] Características del emisor/receptor por radiofrecuencia TL-104. Disponible en la URL:

<http://fadisel.com/docs/tl-104-3-j.pdf>

[9] Características del motor DC de 12 V. Disponible en la URL:

<http://www.directindustry.com/prod/canon-usa/product-30082-350253.html>

[10] Características del integrado L298. Disponible en la URL:

<http://pdf1.alldatasheet.es/datasheet-pdf/view/22437/STMICROELECTRONICS/L298.html>

[11] Características del integrado 74LS00. Disponible en la URL:

<http://pdf1.alldatasheet.es/datasheet-pdf/view/51021/FAIRCHILD/74LS00.html>

[12] Características del motor DC de 24V. Disponible en la URL:

<https://www.ebay.es/itm/24V-60RPM-Micro-Motor-Turbina-Velocidad-Reduccion-Reductor-Excentrico-Salida-Eje-/162293995401?hash=item25c979d789:g:GYIAAOSwc49Y8G1R>

[13] Características del regulador de tensión L7812. Disponible en la URL:

<http://pdf1.alldatasheet.es/datasheet-pdf/view/22624/STMICROELECTRONICS/L7812.html>

[14] Características del integrado L293B. Disponible en la URL:

<http://pdf1.alldatasheet.es/datasheet-pdf/view/22430/STMICROELECTRONICS/L293B.html>

[15] Características del diodo 1N4007. Disponible en la URL:

<http://pdf1.alldatasheet.es/datasheet-pdf/view/14624/PANJIT/1N4007.html>

ANEXOS

Índice de Anexos

Anexo I: Planos Originales de la maqueta

Anexo II: Planos Actuales de la maqueta

Anexo III: Vídeos

Anexo I

Planos del diseño original

Plano 1: Frontal de la casa

Plano 2: Frontal sensores y actuadores original

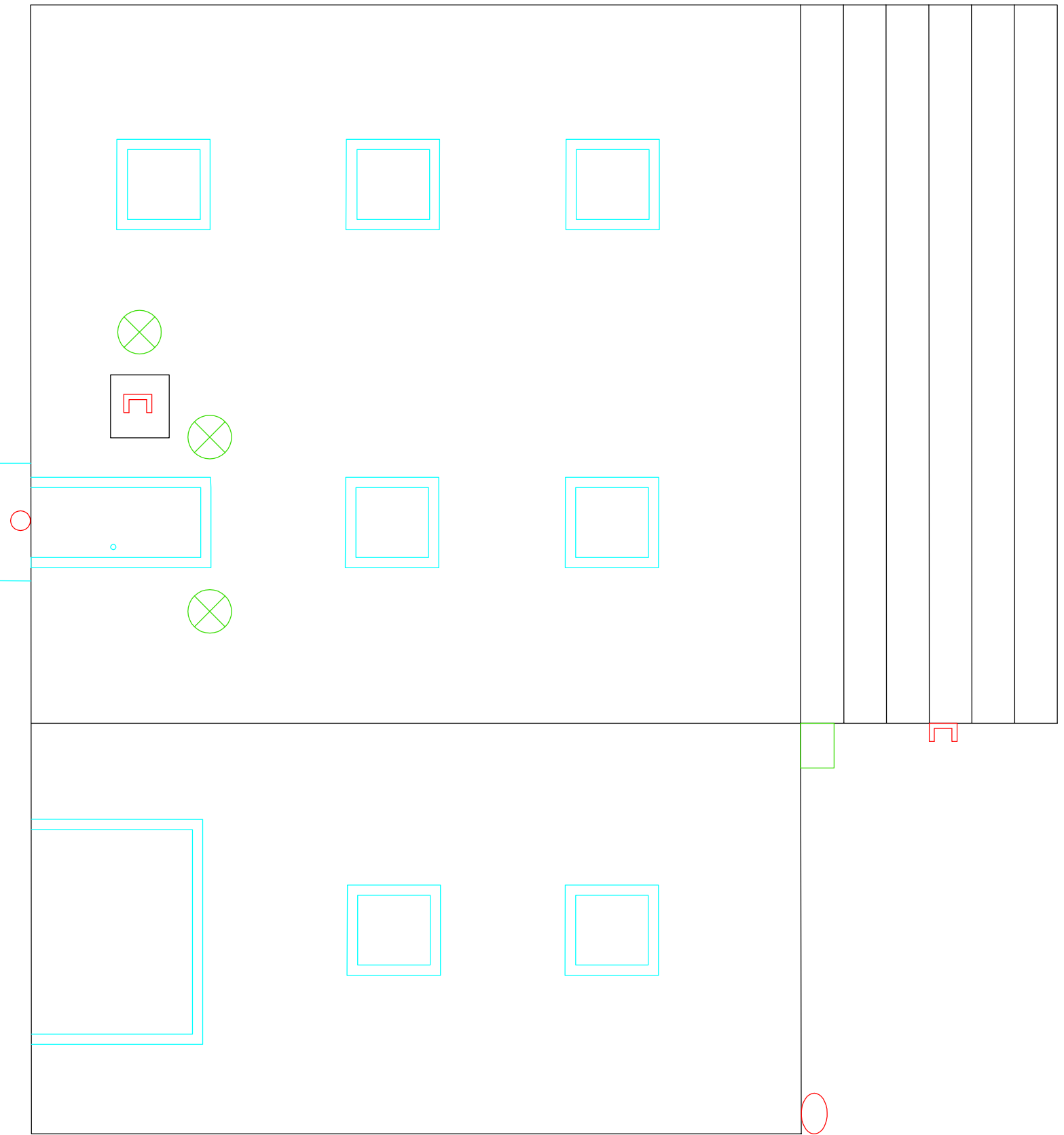
Plano 3: Alzado de la casa

Plano 4: Alzado sensores y actuadores original

Plano 5: Planta de la casa

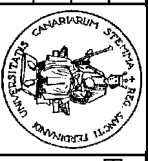
Plano 6: Planta sensores y actuadores original

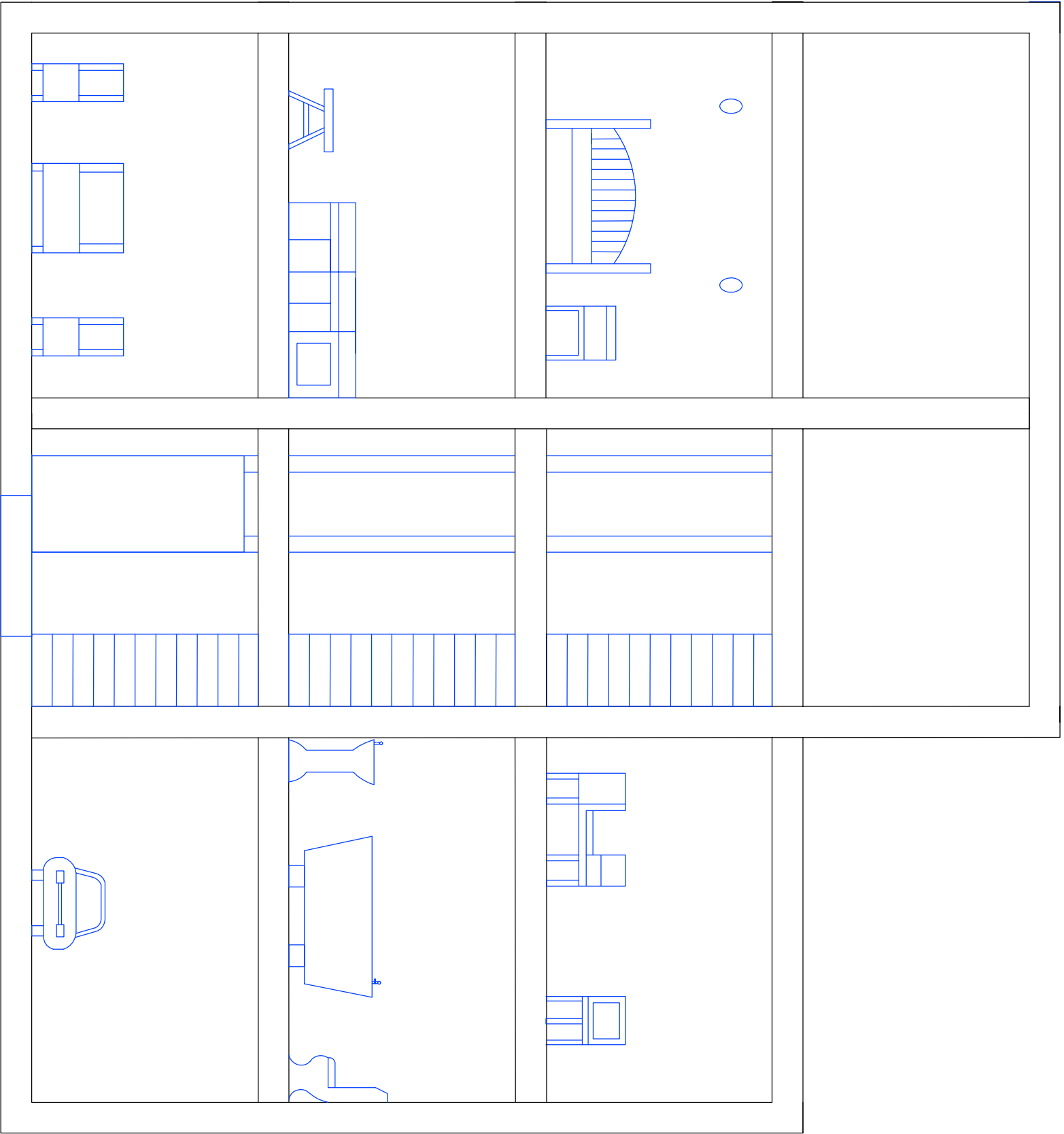
Plano 7: Puertas interiores



└	Dptoacoplador
○	Fotodiado
○	Pulsador
⊗	Luces
□	Alarma

INSTALACIÓN DOMÓTICA DE UNA VIVIENDA

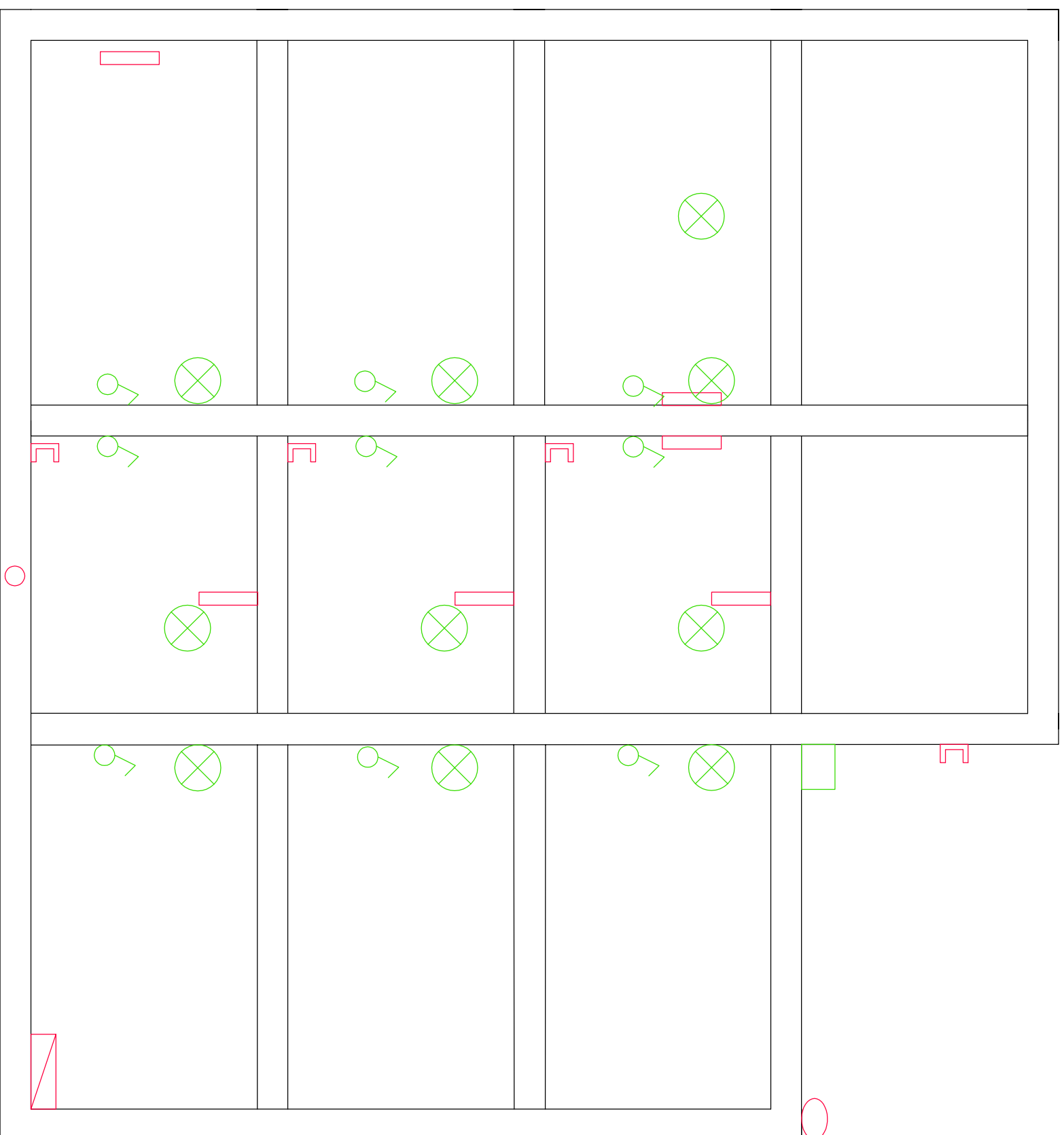
INSTALACIÓN DOMÓTICA DE UNA VIVIENDA			
Dibujado	Fecha	Autor	 ESCUELA TECNICA SUPERIOR INGENIERÍA CIVIL E INDUSTRIAL Ingeniería Técnica Industrial, Electrónica Universidad de La Laguna
Comprobado	Nov. 2066	Lorena, YuniIba Hdez, Vargas	
Id. s. normas	UNE-EN-DIN		
ESCALA:			
1: 5		Frontal sensores actuadores	
		Nº P. : 2	
		Nom. Arch: frente2.dwg	



— Muebles

INSTALACIÓN DOMÓTICA DE UNA VIVIENDA

Fecha	Autor		
Nov. 2066	Lorena, Yuniiba Hdez. Vargas		
Dibujado Comprobado	Id. s. normas	UNE-EN-DIN	ESCUELA TECNICA SUPERIOR INGENIERÍA CIVIL E INDUSTRIAL Ingeniería Tecnica Industrial, Electrónica Universidad de La Laguna
ESCALA: 1:5		Alzado	Nº P. : 3 Nom. Arch: alzado.dwg



⊔	Dptoacoplador
○	Fotodiado
⌋	S.Presencia
▢	Sensor RF
○	Pulsador
♂	Interruptores
□	Alarma

INSTALACIÓN DOMÓTICA DE UNA VIVIENDA

Fecha		Autor			ESCUELA TECNICA SUPERIOR INGENIERÍA CIVIL E INDUSTRIAL Ingeniería Técnica Industrial, Electrónica Universidad de La Laguna
Dibujado		Lorena, YuniIba			
Comprobado		Hdez, Vargas			
Id. s. normas		UNE-EN-DIN			

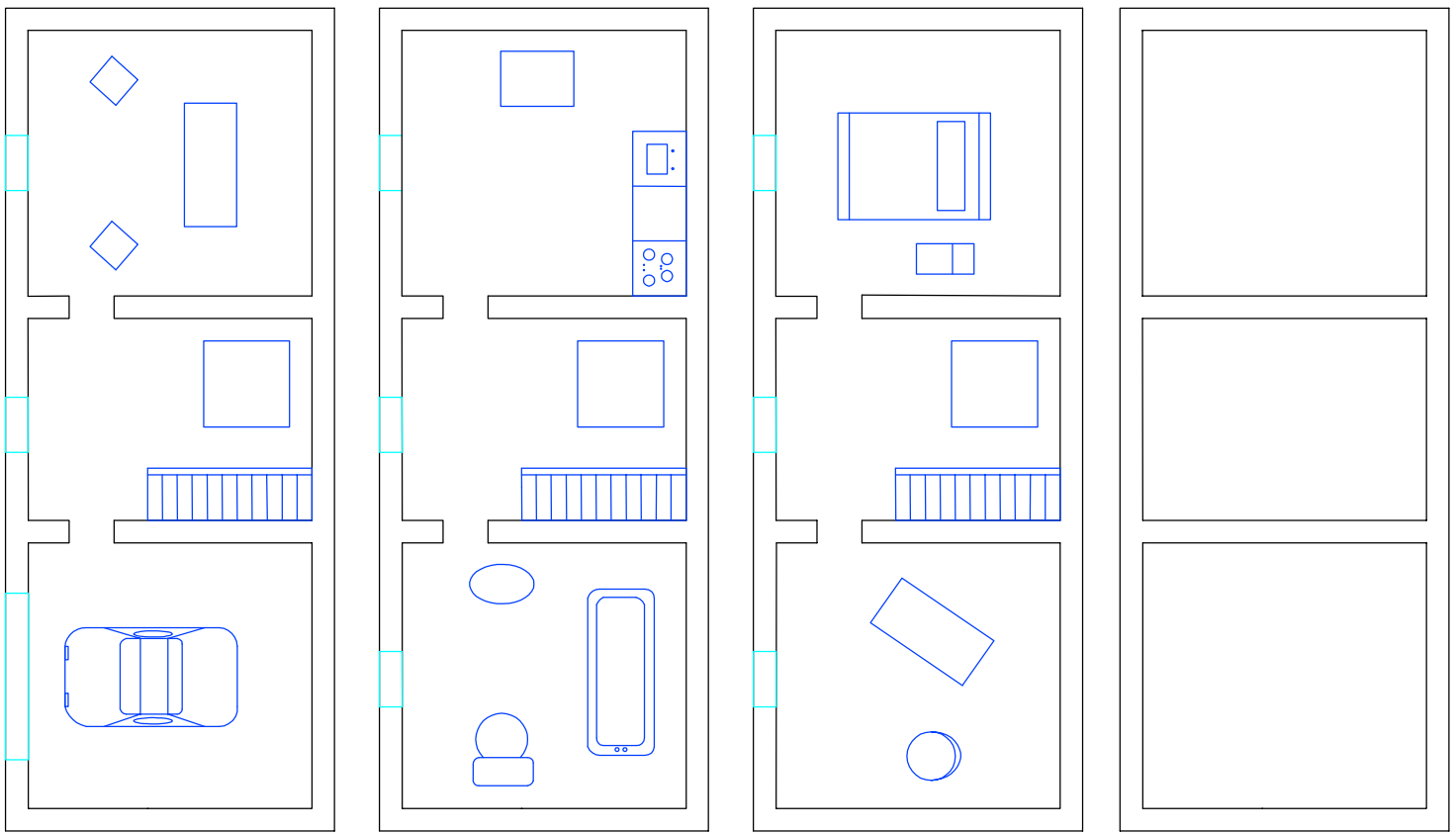
ESCALA:

1:5

alzado sensores actuadores

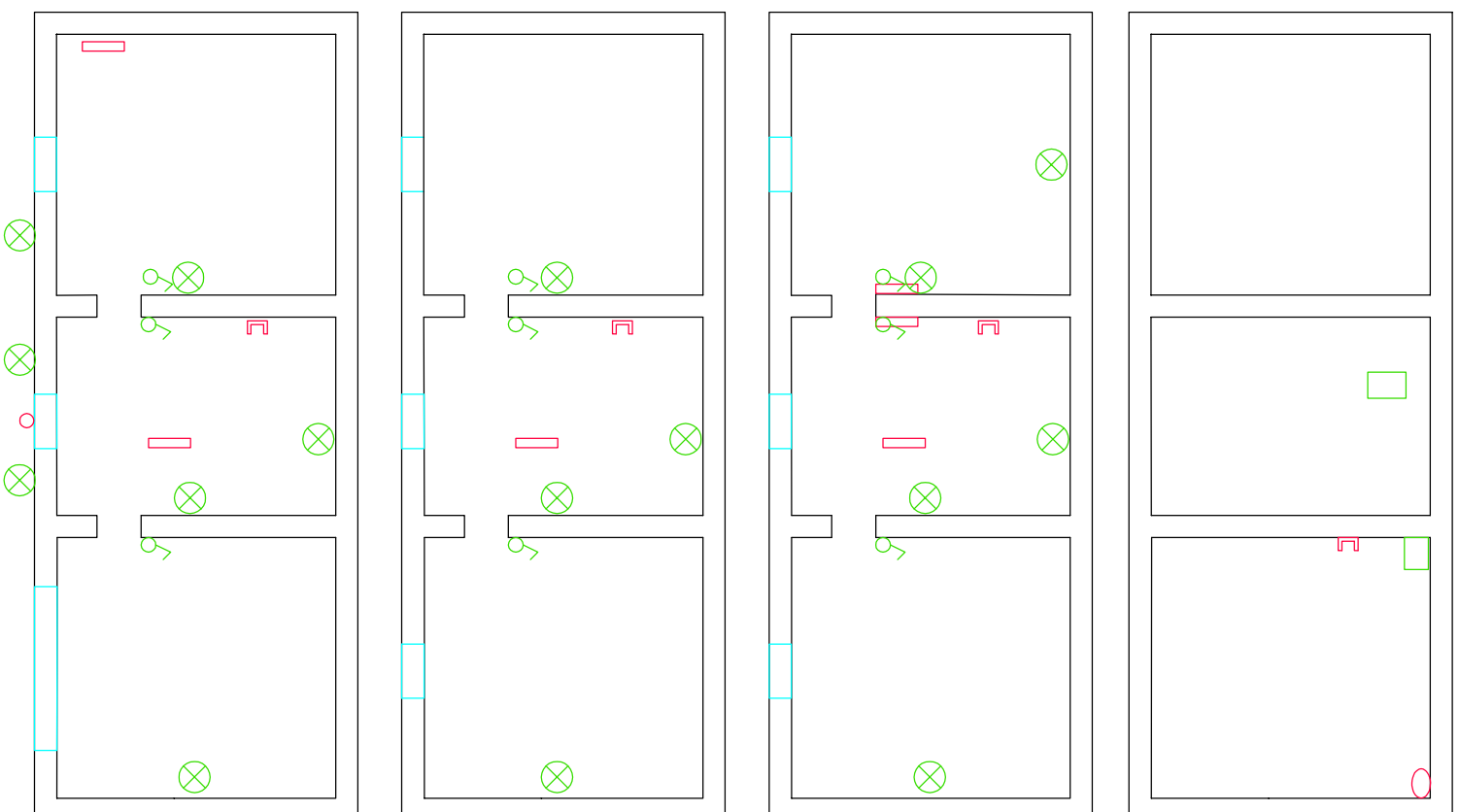
Nº P. : 4

Nom. Arch:alzado2.dwg



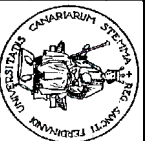
— Muebles

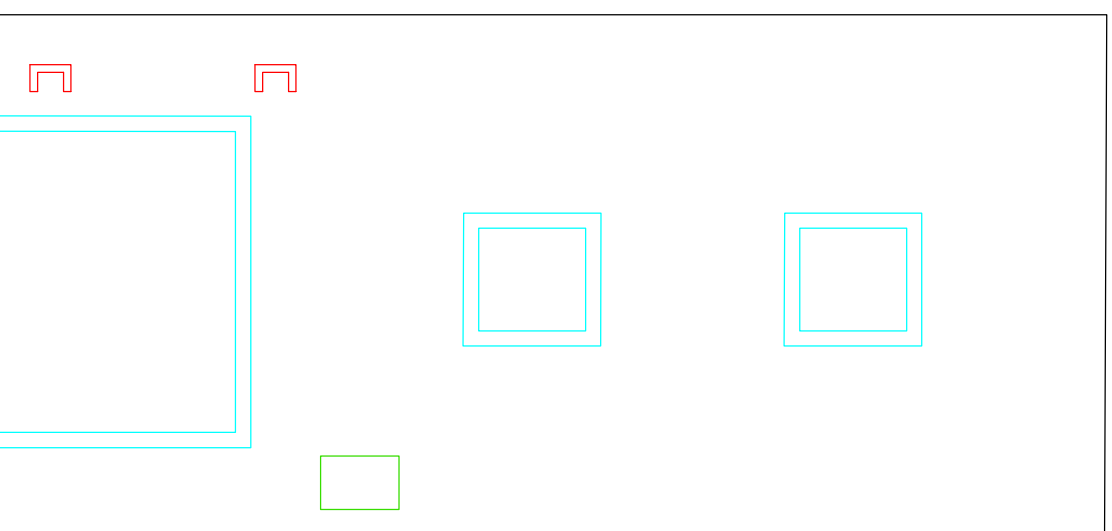
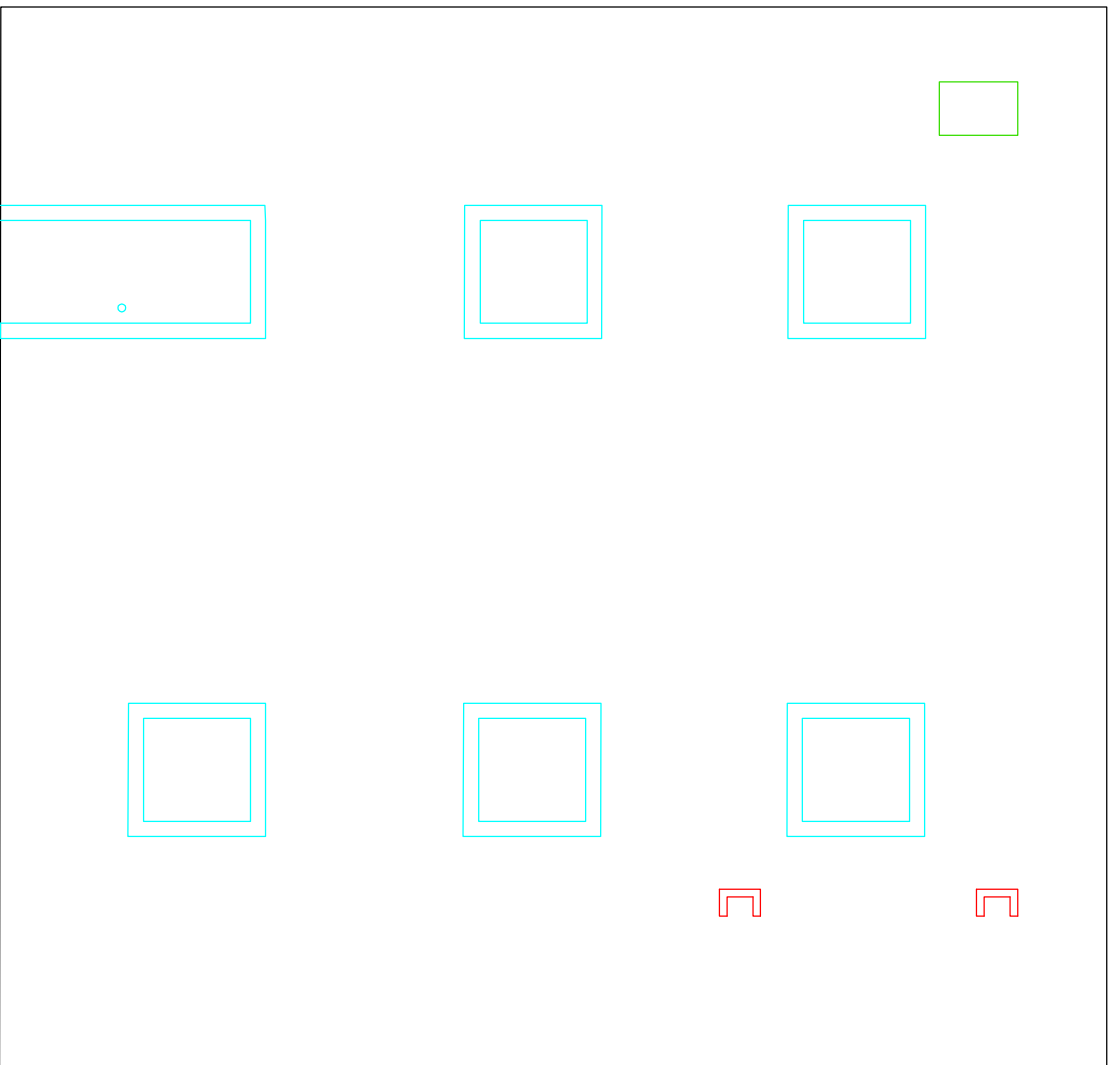
INSTALACIÓN DOMÓTICA DE UNA VIVIENDA			
Dibujado	Fecha	Autor	
Comprobado	Nov. 2066	Lorena, Yuniiba	Hdez, Vargas
Id. s. normas		UNE-EN-DIN	
		ESCUELA TECNICA SUPERIOR INGENIERIA CIVIL E INDUSTRIAL Ingeniería Tecnica Industrial, Electrónica Universidad de La Laguna	
ESCALA: 1:10	Planta		Nº P. : 5 Nom. Arch: planta.dwg



■	Dptoacoplador
○	Fotodiodo
□	S.Presencia
⊗	Sensor RF
⊗	Luces
⚡	Interruptores
□	Alarma
□	Motores
○	Pulsador

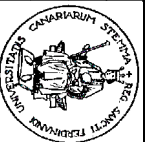
INSTALACIÓN DOMÓTICA DE UNA VIVIENDA

INSTALACIÓN DOMÓTICA DE UNA VIVIENDA			
Dibujado	Fecha	Autor	 ESCUELA TECNICA SUPERIOR INGENIERIA CIVIL E INDUSTRIAL Ingeniería Técnica Industrial, Electrónica Universidad de La Laguna
Comprobado	Nov. 2066	Lorena, Yuniiba	
Id. s. normas		Hdez, Vargas	
		UNE-EN-DIN	
ESCALA:			
1:10	Planta sensores actuadores		Nº P. : 6
Nom.Arch.planta2.dwg			



	Dptoacoplador
	Motores

INSTALACIÓN DOMÓTICA DE UNA VIVIENDA

INSTALACIÓN DOMÓTICA DE UNA VIVIENDA			
Dibujado	Fecha	Autor	
Comprobado	Nov. 2066	Lorena, Yuniiba	Hdez, Vargas
Id. s. normas		UNE-EN-DIN	
		ESCUELA TECNICA SUPERIOR INGENIERIA CIVIL E INDUSTRIAL Ingeniería Tecnica Industrial, Electrónica Universidad de La Laguna	
ESCALA: 1:5		Puertas interiores	
		Nº P. : 7 Nom.Arch:puertas.dwg	

Anexo II

Planos del nuevo diseño

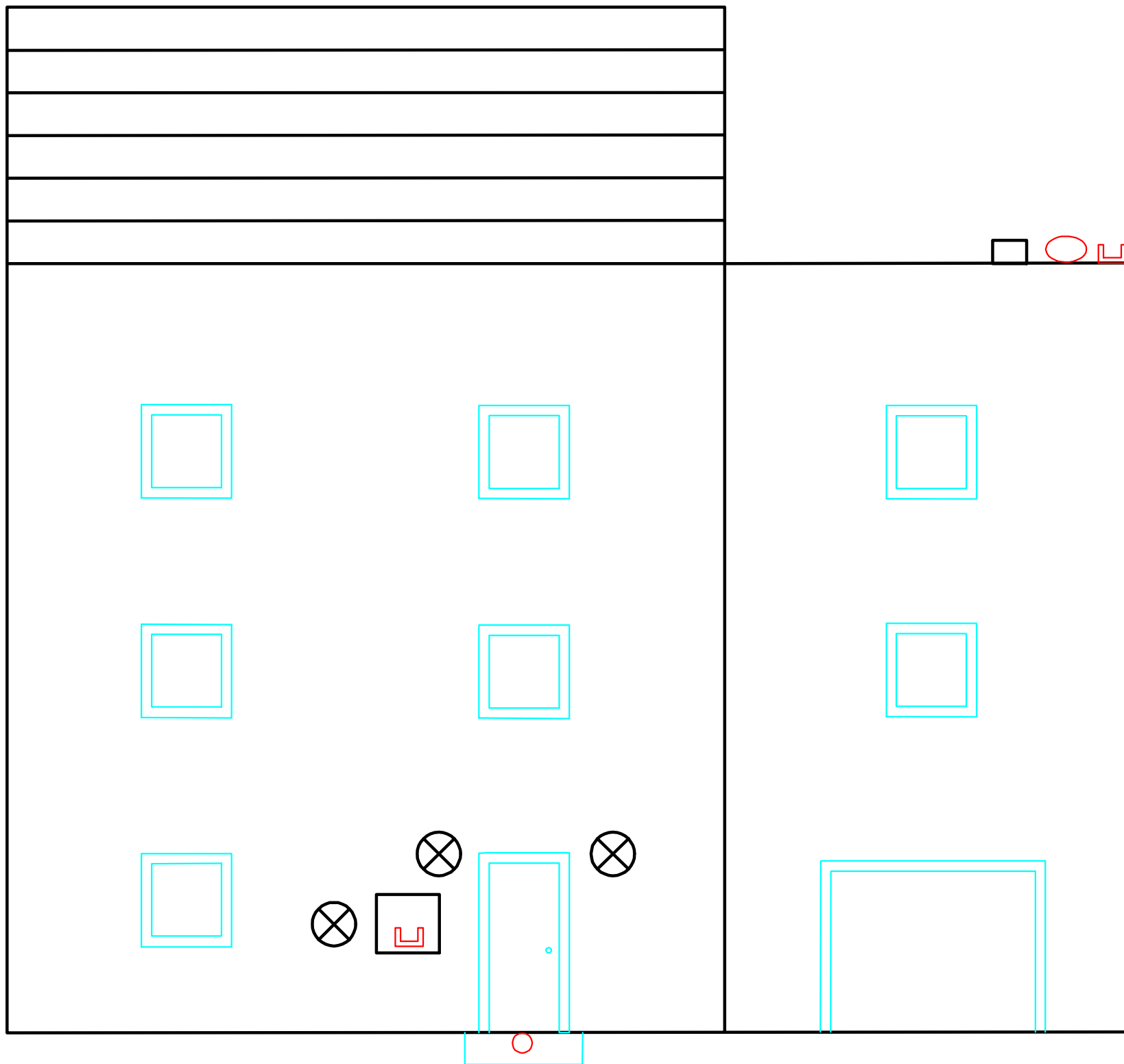
Plano 8: Frontal actual

Plano 9: Alzado actual


Plano 10: Planta casita actual

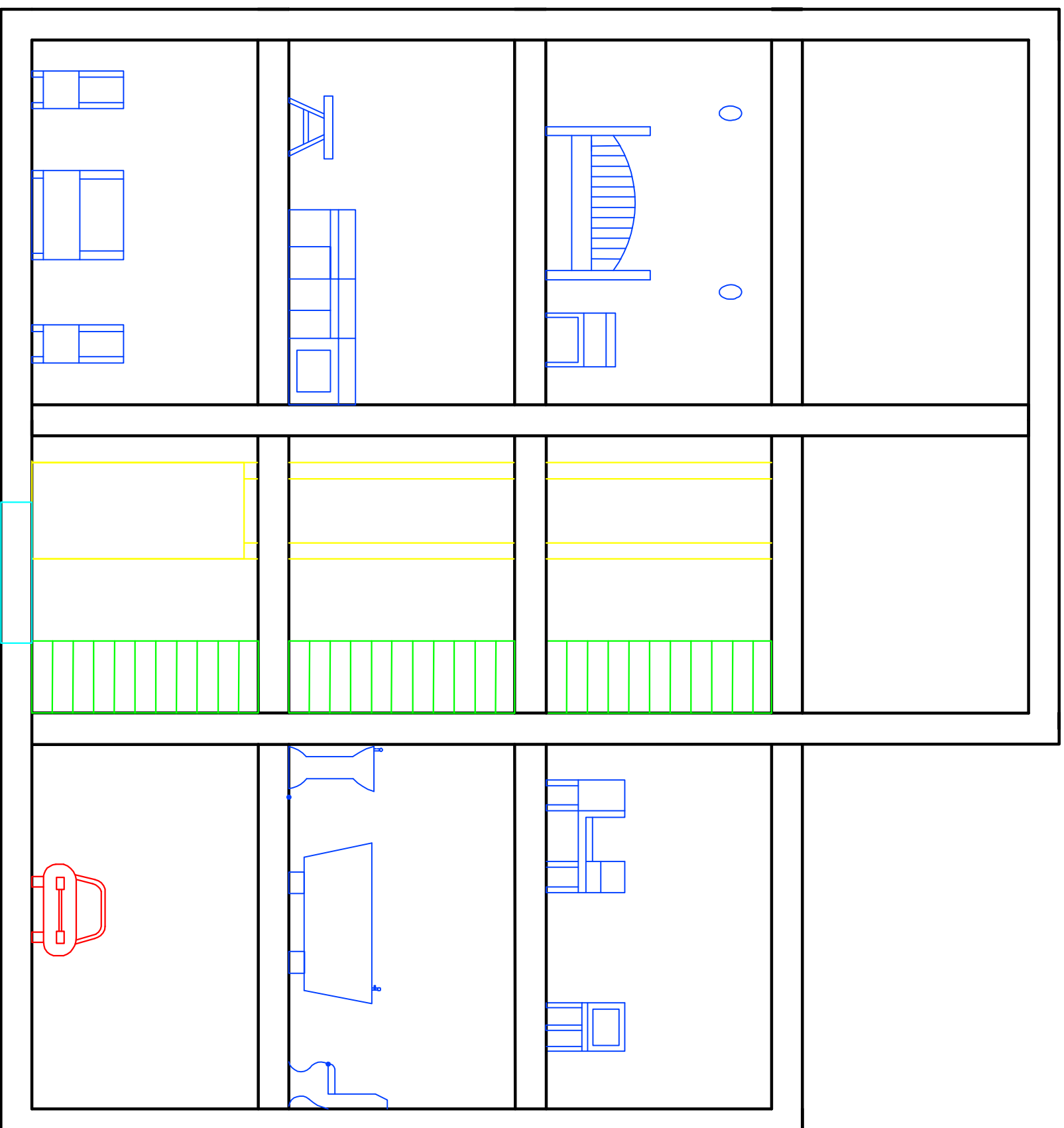
Plano 11: Planta actual

Plano 12: Puertas actual



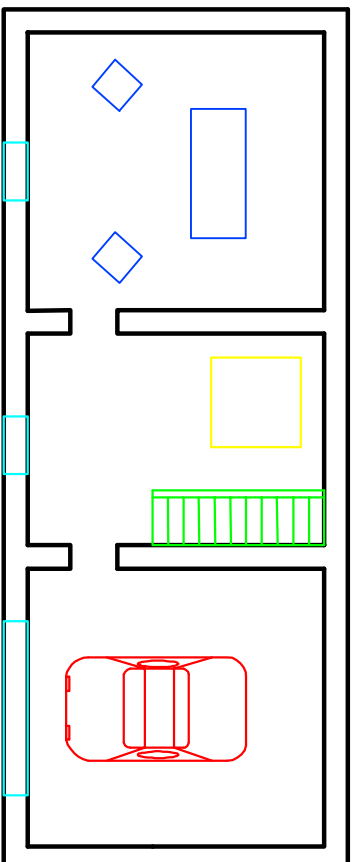
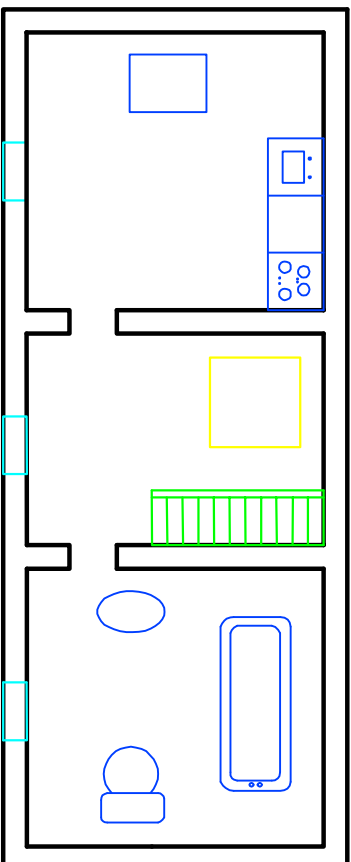
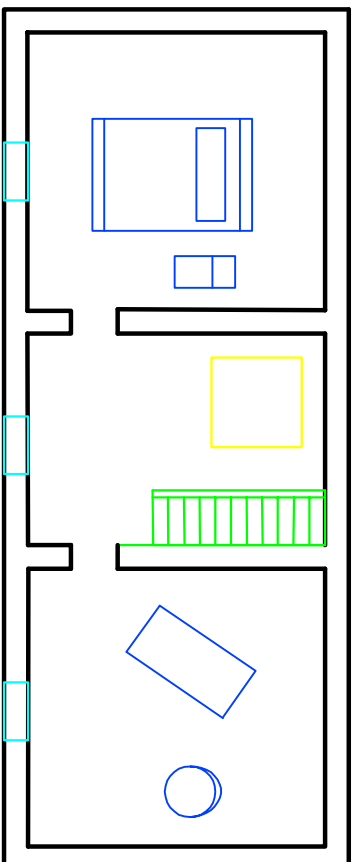
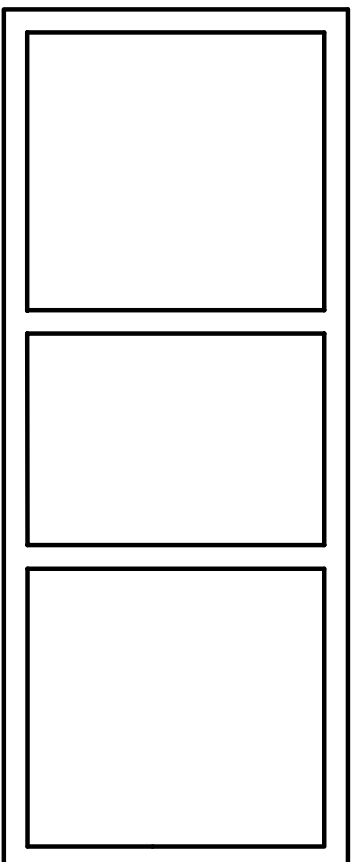
E	Optocoplador
O	Fotodiodo
o	Pulsador
⊗	Luces
□	Alarma

Acondicionamiento y mejora de la planta de prácticas 'la casita domótica'			
	Fecha	Autor	 Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática Universidad de La Laguna
Dibujado	Marzo 2017	Daniel	
Comprobado		Hernández García	
Id. s. normas	UNE - EN - DIN		
Escala:	Frontal actuadores y sensores actual		Nº. P: 8
1:5			Nom. arch: Frontalactual.dwg




	Escalón
	Estructura Ascensor
	Escaleras
	Vehículo
	Muebles

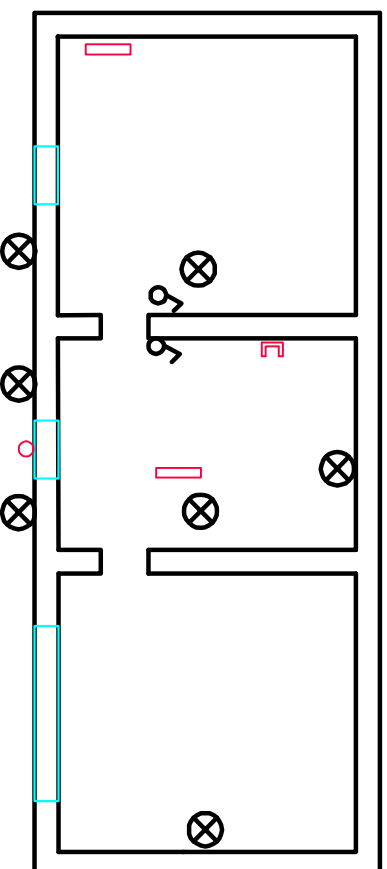
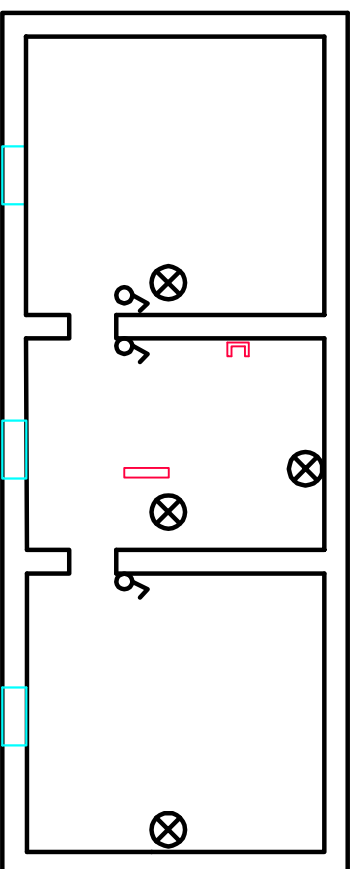
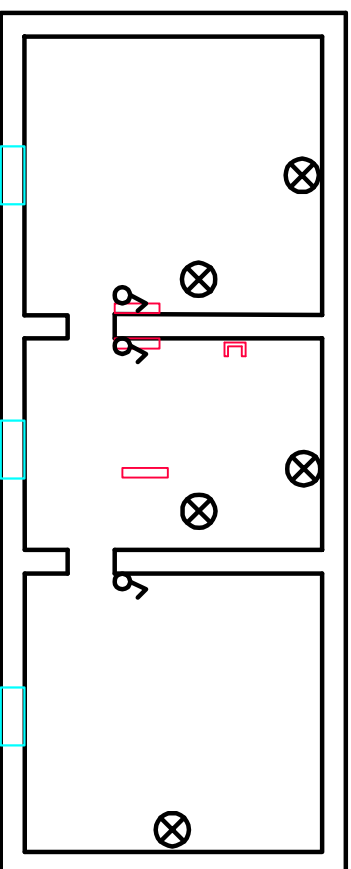
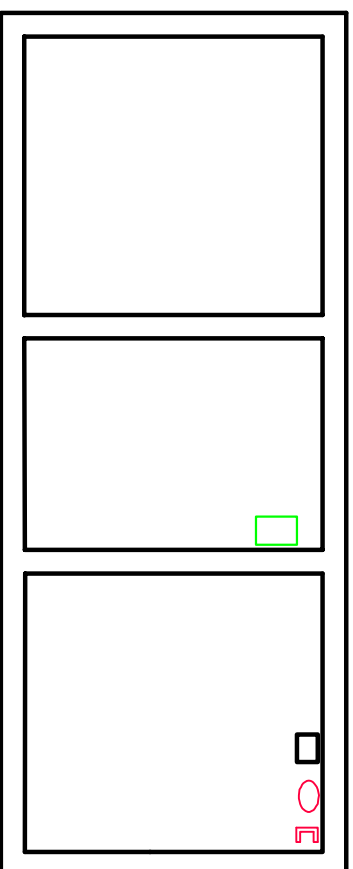
Acondicionamiento y mejora de la planta de prácticas 'la casita domótica'			
Dibujado	Fecha	Autor	
Comprobado	Marzo 2017	Daniel Hernández García	
Id. s. normas	UNE - EN - DIN	Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática Universidad de La Laguna	
Escalari	1:5	Alzado actual	Nº. P.º 9 Nom. archi: Alzadoactual.dwg



	Ascensor
	Escaleras
	Vehículo
	Muebles


Acondicionamiento y mejora de la planta de prácticas 'la casita domótica'

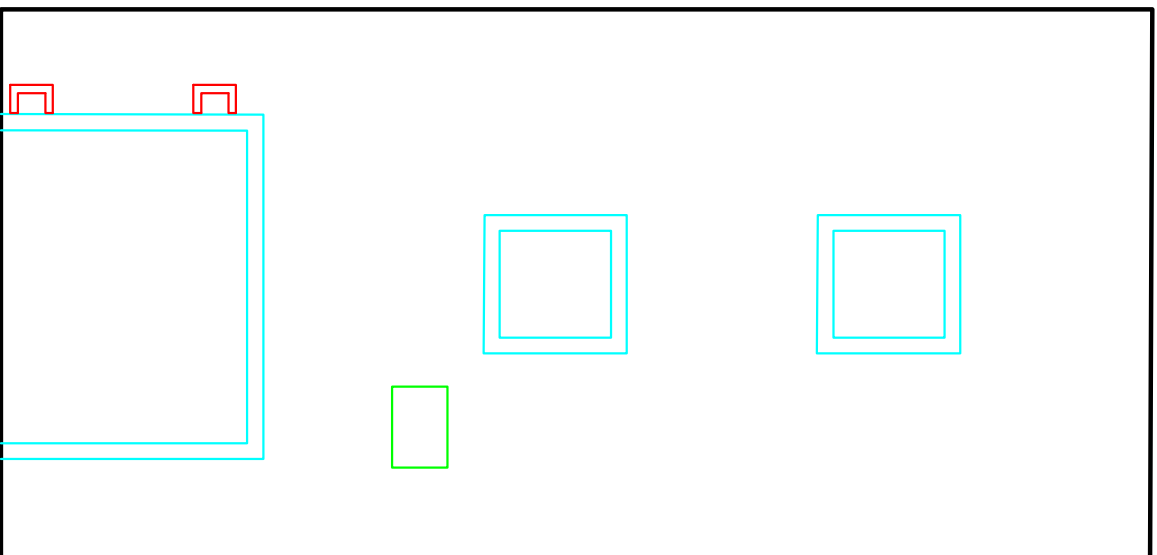
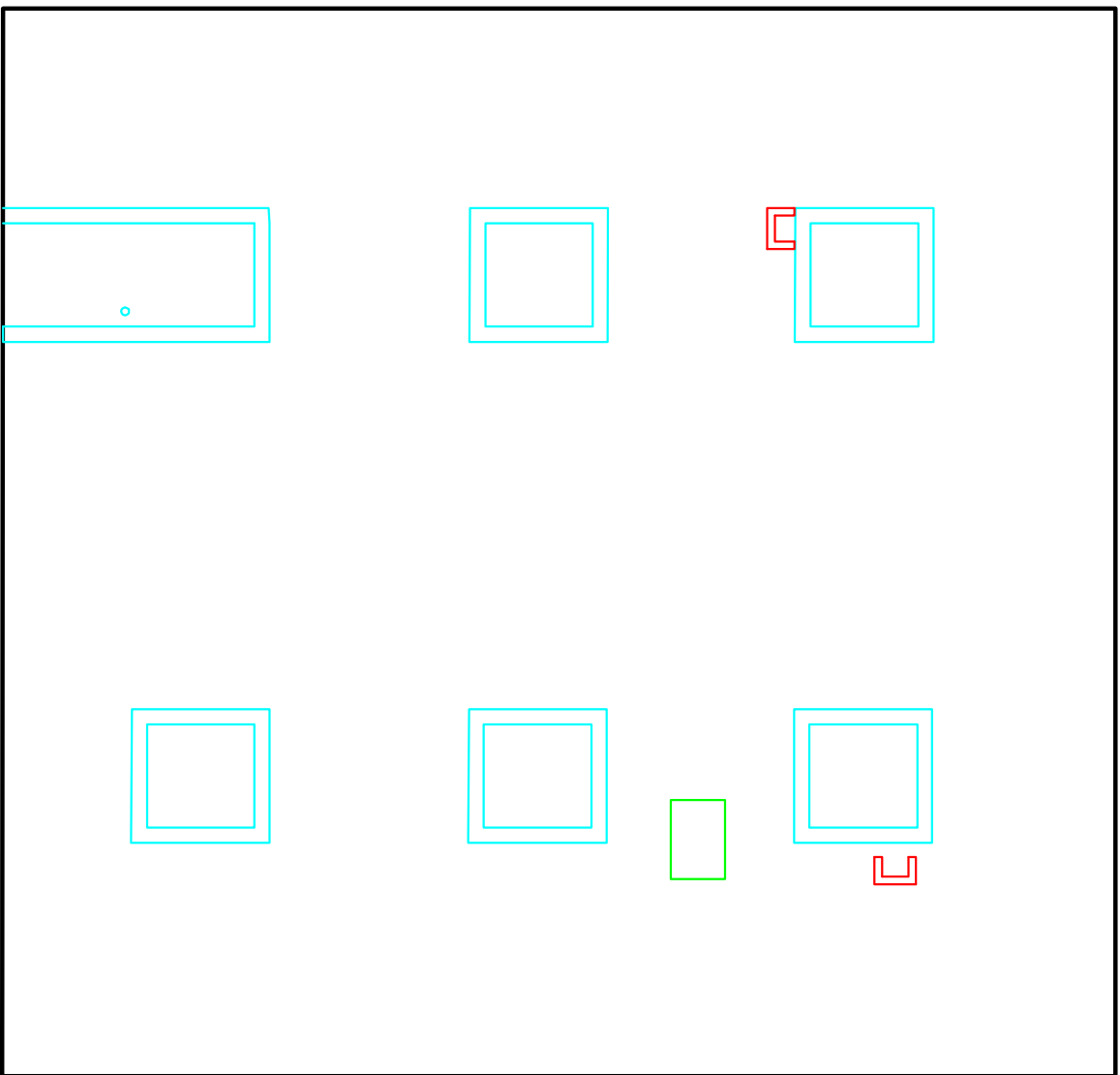
Dibujado	Marzo 2017	Autor	Daniel	 Universidad de La Laguna	Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática Universidad de La Laguna
Comprobado			Herrández García		
Id. s. normas	UNE - EN - DIN				
Escalas:	1:5		Planta de la casita actual		Nº. P.º 10
					Nom. arch: Plantacastreaactual.dwg



⊕	Districionador
○	Fotobolado
⏏	SPresencia
⊞	Sensor RF
⊗	Luces
⚡	Interruptores
⏏	Alarma
⊞	Motores
○	Pulsador


Acondicionamiento y mejora de la planta de prácticas 'la casita dom6tica'

Fecha	Autor	 Universidad de La Laguna	Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática Universidad de La Laguna
Dibujado	Daniel Hernández García		
Comprobado	UNE - EN - DIN	Planta actuadores y sensores actual	Nº. Pr. II
Id. s. normas			Non. archi: Plantaactual.dwg
Escala:			
1:5			



■	Dptoacoplador
■	Motores

Acondicionamiento y mejora de la planta de prácticas 'la casita domótica'

Dibujado	Marzo 2017	Autor	Daniel Hernández García	 Universidad de La Laguna	Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática Universidad de La Laguna
Comprobado		Id. s. normas	UNE - EN - DIN		
Escala:	1:5	Puertas Interiores actual		Nº. Pj. 12	Nom. archi: Puertasactual.dwg

Anexo III

Vídeos

Vídeo 1: Control de la alarma

Vídeo 2: Iluminación por presencia en rellanos

Vídeo 3: Iluminación por presencia en habitación

Vídeo 4: Control persianas por luminosidad

Vídeo 5: Control persianas por viento

Vídeo 6.1: Puerta garaje abriendo

Vídeo 6.2: Puerta garaje cerrando

Vídeo 7.1: Ascensor de P1 a P3

Vídeo 7.2: Ascensor de P1 a P2

Vídeo 7.3: Ascensor de P2 a P1

Vídeo 7.4: Ascensor de P3 a P1

Vídeo 7.5: Ascensor de P3 a P2

Vídeo 8: Buzón lleno

Vídeo 9: Control de las luces de entrada principal

Estos vídeos se encuentran en la carpeta Anexo III: Vídeos de la memoria de este Trabajo de Fin de Grado.

