



Parque medioambiental y casa domótica sostenible

Objetivo

Construir un parque medioambiental educativo donde estén representados espacios de nuestro entorno donde vivimos, arboles, huerto, río... y una casa sostenible aplicando la domótica, gestionando el medio ambiente y midiendo parámetros de la naturaleza.

Dinámica educativa

- Se pretende que sea Abierto, Didáctico, Evolutivo, Modular, Flexible y de bajo costo.
- La construcción de la maqueta está preparada para ser impresa en una impresora 3D convencional, pero se puede hacer con madera o cartón pluma y al ser modular permite adaptarla a las necesidades.
- Permite gestionar las luces a LED de colores, Sensores, Actuadores y otros elementos electrónicos para hacer la parte domótica y gestión que se podrá controlar con un Arduino, Microbit o Raspberry ...

Como se podrá ver en toda la descripción, se quiere que se puedan explorar el máximo tipo de elementos y tecnologías.

Descripción general

Generación de Energía

La generación de energía es uno de los puntos de estudio y aplicación en la maqueta: Eólica, Solar, Térmica, Geotérmica, Hidráulica

Sensórica Externa

Medir parámetros de nuestro entorno ayudará a gestionarlo, como la Temperatura y Humedad ambiente, Humedad del suelo, Presión atmosférica, Luz, Color, Rayos ultravioletas, Calidad del aire y agua, Niveles de agua, Velocidad y dirección del viento, Partículas en el aire.

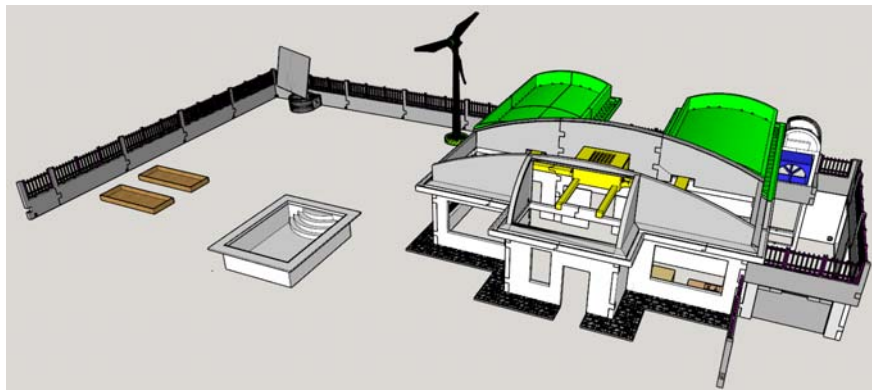
Casa Domótica

Control del máximo de elementos usando tecnologías diversas como la Luz, Acceso, Toldo, Ventilación, Calefacción, Motores, Válvulas, Intrusión, Puntos de Luz, Puntos de Agua, Puntos de Temperatura, Puntos de Humedad, Puntos de Presión, Puntos de Calidad del Aire, Puntos de Calidad del Agua, Puntos de Velocidad y Dirección del Viento, Puntos de Partículas en el Aire.

Se detectará Gas, Fuego, Luz, Sonido, Humedad, Temperatura ambiente, Temperatura del agua, Presencia (PIR, IR), Alarma, Intrusión.

Comunicaciones

Dentro de un entorno sostenible, las comunicaciones son necesarias si se gestionan bien como Bluetooth, Wifi, Ethernet, RFID





Realización del proyecto

- Descripción de cada parte de la maqueta.
- Selección de materiales y componentes.
- Desarrollo de cada parte.
- Construcción de la maqueta.
- Composición del control electrónico.
- Control global de la maqueta.

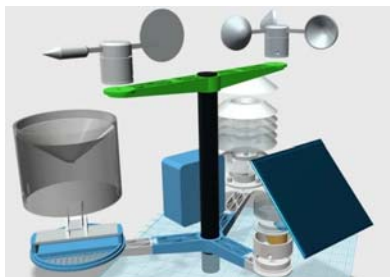
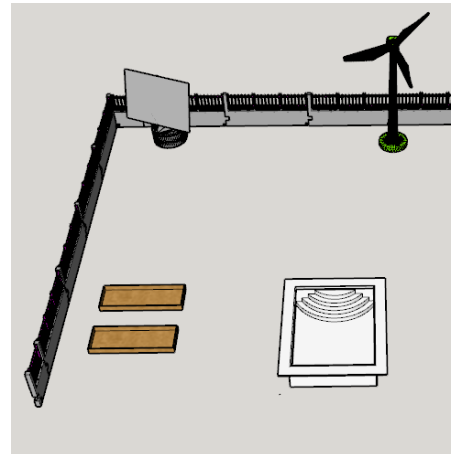
Maqueta

La maqueta se divide en dos partes, una es la Casa propiamente y la otra su entorno que le llamo Parque, debido a las dimensiones de la misma, unos 80x85cm cada parte. Esto empieza a definir la forma modular de este proyecto. Seguidamente se describe cada una de las partes.

Parque medioambiental

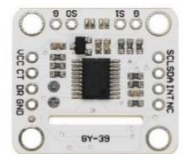
Estación Meteorológica

- Piezas hechas con una impresora 3D ya diseñadas a Thingiverse, hay muchas posibilidades.
- No podrá tener unas dimensiones proporcionales a la maqueta de la casa por la propia física.
- Estará situada en la parte opuesta a la casa para mejorar su perspectiva.
- Comunicará vía radio (Wifi o Bluetooth) con la central de control de la casa, donde una pantalla mostrará todos los datos.



(Estación meteorológica)

Opción 1: Módulo GY-39 Intensidad de luz MAX44009 + BMP280 Temperatura, Humedad, Presión



Opción 2: GY-30 (Intensidad luz) o GY302 o GY-49 (Intensidad luz) MAX44009, BMP280 (Presión, Temperatura), DHT11 (Humedad, Temperatura)



GY-302



GY-30

Módulo Wifi ESP 32



Velocidad del viento (contactos reed + imán)

Dirección del viento (reed + imanes)

Pluviómetro (reed + imán)





Huerto y Arboles

Un recipiente lleno de tierra hará de huerto, se medirá la humedad de la tierra y junto con la temperatura y la luz se programará el riego.



(Huerto)

Generación de energía

Panel Fotovoltaico con seguidor solar para generar electricidad

- <https://www.thingiverse.com/thing:4056888>
- Célula Solar 5V
- Motors servo MG90.
- Célula LDR



(Panel Solar)

Panel Térmico para calentar agua

- Tubo en serpentín formando un panel solar.
- El agua caliente entra en un depósito acumulador.
- Sensor de Temperatura



(Panel Térmico)

Aprovechamiento Geotérmico

- Tubo en serpentín bajo tierra con una Peltier para simular el comportamiento subterráneo.
- Tubo en serpentín en el suelo de la casa
- Sensor de Temperatura



(Aprovechamiento Geotérmico)

Generador Eólico para generar energía eléctrica

- <https://www.thingiverse.com/thing:1767153>
- Dinamo: motor dc 15.2 x 19.8 mm, rotor 2 mm.



(Generador Eólico)

Generador Hidráulico para generar energía eléctrica

- Un depósito superior configura un canal de agua hasta un pequeño salto donde hará mover las palas del generador, el agua sigue hasta un pequeño estanque, que deriva a un aprovecha el agua para regar el huerto y árboles.
- <https://www.thingiverse.com/thing:802284>
- Salto de agua con dinamo: motor dc 15.2 x 19.8 mm, rotor 2 mm.



(Turbina de agua)



Casa Sostenible y Domótica

- Las nuevas casas han de ser sostenibles, aprovechando todas las energías renovables que estén a nuestro alcance (eólica, térmica, solar, hidráulica, geotérmica).
- Recogida del agua de lluvia para reaprovecharla.
- Aprovechando la luz solar y el viento.
- Aislándola con un tejado verde.
- Control de residuos.
- Control domótico.

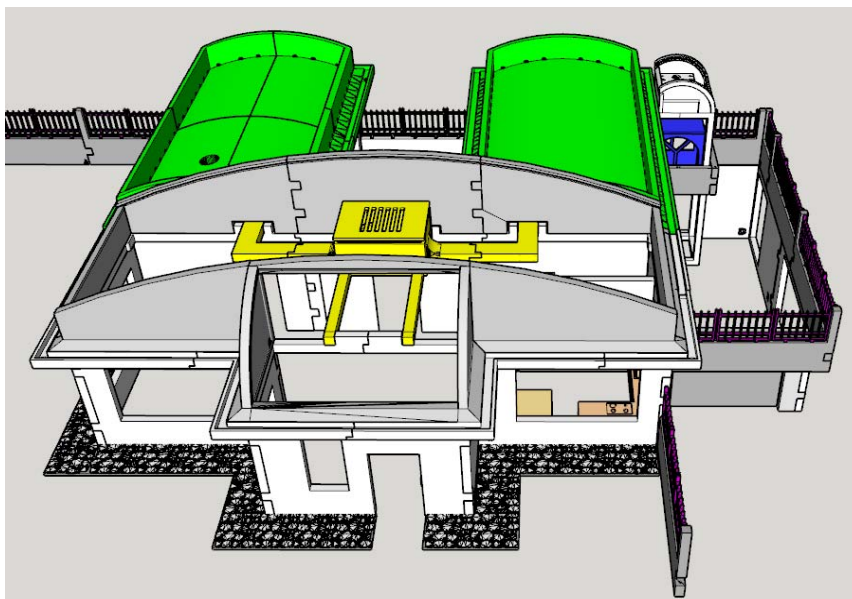
Diseño de la maqueta de la casa

Para hacer la maqueta busqué ideas y maquetas realizadas con impresión 3D. Solo encontré esta <https://www.thingiverse.com/thing:2364628> que me pareció una bona forma de ensamblar las paredes, así como sus dimensiones (escala 1:24) para poder incluir y manipular los actuadores, aún que la he transformado y adaptado a las necesidades buscadas.



(1)

La maqueta se ha diseñado para cubrir todas las necesidades para aplicar tecnología. Primero dibujando toda la casa, con unas dimensiones importantes 850x800mm y después hecha a trozos para poderla imprimir en una impresora 3D convencional de 200x200mm y de esta manera se puede tratar de forma modular y realizar con los mismos módulos otros tipos de configuración de la casa. También incorporan las fijaciones de los actuadores en las puertas, ventanas, y alojamientos de las luces. Los tejados se pueden sacar muy fácilmente para mirar y acceder al interior de la casa.

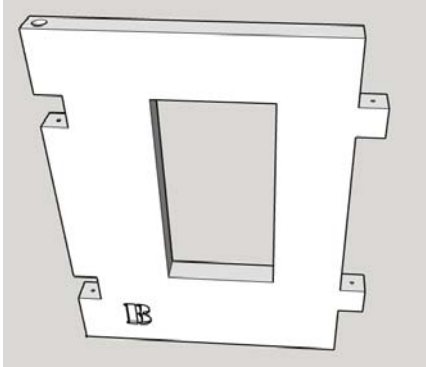


(2)



Identificación y unión de las piezas de la maqueta

- Para hacer la maqueta se ha buscado un sistema de identificación de cada pieza, marcando con una letra cada pared o muro para una construcción guiada y más fácil.



(3)



(4)

- La unión entre las piezas se ha diseñado para que no se tenga que usar ninguna cola. Esta unión se hace con encajes y un pasador que las fija.

Descripción del exterior de la Casa

- Casa de tipo unifamiliar que sea accesible para manipular los diferentes componentes.
- Puerta para vehículos exterior motorizada para ir al garaje. Acceso vía Bluetooth.
- Puerta de acceso a la finca. Timbre, y acceso con identificación RFID.
- Iluminación autónoma a LED, con detección de presencia y de luz diurna.

Puerta de entrada de vehículos

Puerta batiente con acceso remoto vía Bluetooth para identificar y abrir.

- Mecanismo cremallera con servo-motor de 360 grados MG995.
- Identificación vía Bluetooth HM10 o Wifi relé ESP8266



- Luz de señalización de movimiento de Puerta APA106 o WS2812.
 - Verde detección ID Bluetooth
 - Ámbar movimiento de Puerta
 - Rojo Identificación inválida



- Detección de obstáculos de seguridad con IR TCRT5000



o HCRS04.





Puerta de acceso a la finca

Como cualquier casa, un pulsador servirá para activar un timbre, también un lector RFID que permitirá abrir la puerta con una tarjeta RFID válida.

- Timbre de llamada con pulsador
- Lector RFID RC522 con bus I2C
- Puerta motorizada con Servomotor SG90



Iluminación exterior de la casa

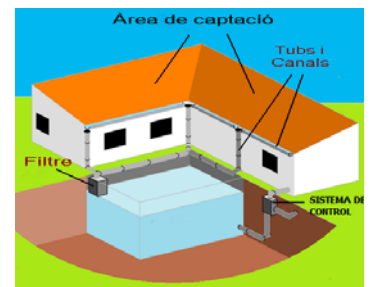
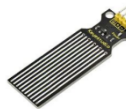
Luces LED de color tipo WS2812 y un sensor de proximidad PIR HC-SR501 con sensor de luz diurna para iluminar la puerta de entrada o las permanentes para la noche desde el control central.



Depósito de agua de lluvia

El agua de lluvia se recoge desde los tejados de la casa, se almacenan en un depósito interno para usar para lavabos, ducha, wc, lavadora.

- Sistema de control de bombeo.
- Control de nivel de agua.



Descripción del interior de la Casa

- Control de acceso puertas exteriores
- Sistema de alarma
- Control de luz LED individualizada con intensidad y color
- Guía luz solar con apoyo con luz de LED
- Control ventanas batientes motorizadas
- Control de puertas motorizadas
- Control Ventilación, Calefacción, Refrigeración
- Ascensor
- Toldos motorizados

Puerta de acceso a la casa

- Lector RFID RC522
- Lector huella dactilar
- Servo SG90



Lector huella dactilar

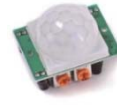




Luz interior de la Casa

El control de la luz se hace tanto manual como automáticamente, mediante sensores.

- LED + Detector IR para pasillos HC-SR501
- LED + Interruptor/pulsador sensitivo TTP223



- LED + Sensor de voz para la despensa



- Led + Sensor de luz ambiental TEMT6000

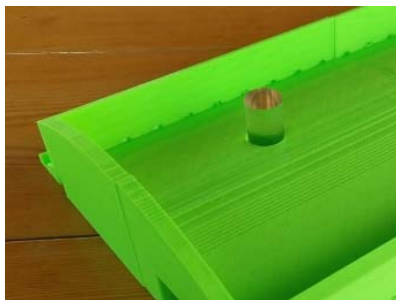


o LDR



Guía luz solar

Cilindro de metacrilato guía la luz solar hacia el interior de la casa, al atardecer y por la noche una luz LED hace la función solar.



(5)



(6)

Control de toldo

- Toldo o persiana motorizado



- Motor paso a paso K976

(7)



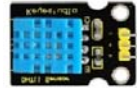


Aire acondicionado

Un sistema central de aire acondicionado formado por una célula Peltier genera calor o frío por inversión de polaridad, y un ventilador mueve el aire para toda la casa.

- Temperatura LM35  o DS18B20

- Humedad y Temperatura



DTH11 o SHT31



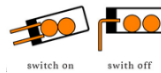
- Ventilador + Peltier (Enfría/Calienta)



Sistema de Alarma

Un sistema integrado de alarma contra intrusión, fuego, gas

- Sensor de vibración/inclinación SW-520D



- Contactos con imanes en ventanas



- Sensor de gas MQ-2



- Sensor de llama



- Zumbador



Pantallas de control

- Pantallas Oled o LCD, donde se distribuirá la información para trabajar por áreas. También se podrá tener acceso desde un teléfono inteligente, "Tablet".
- Monitorización de datos de la estación meteorológica.
- Monitorización del control de acceso a la casa, garaje, sistema de seguridad.
- Monitorización de la refrigeración, ventilación, calefacción
- Monitorización del ascensor.

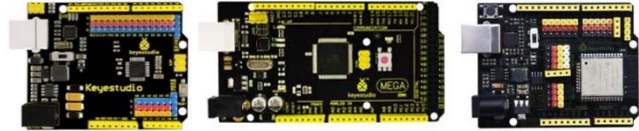


Sistema central de control

El control también se ha pensado abierto, si no ya no sería didáctico. Todos los actuadores y sensores se pueden adaptar a las plataformas más utilizadas como Arduino, ESP32, Microbit o Raspberry.

El software de programación de estas plataformas permite utilizar diferentes lenguajes de programación, Scratch para Arduino, C++ para Arduino, ArduinoBlocks, MakeCode, Python entre otros.

- Arduino, ESP32: Scratch, Arduino Blocks, C++



- Microbit: MakeCode, Python, C++



- Raspberry: Python, Java, Linux



Alimentación y baterías.

La maqueta al igual que muchas casas actuales donde se genera energía para el autoconsumo, necesitan también energía eléctrica adicional. La maqueta tendrá generadores de energía que cargaran unas pequeñas baterías, pero también tendrá una fuente de energía a la red.





Planteamiento de la casa

Como que no soy arquitecto seguro que no he realizado una casa "bonita", ni arquitectónicamente correcta, pero tengo la suerte de tener amistades arquitectos que me han ayudado a hacer algunas correcciones.

Lo que pretendo es aplicar diferentes tecnologías para hacer una casa sostenible, aprovechando las energías renovables y hacer concienciación de nuestro entorno.

El garaje bajo tierra se justifica para poder tener un ascensor con su control. Y además poder tener debajo de la casa el cableado de control totalmente manipulable, el depósito de recogida de agua de lluvia y el depósito de tratamiento de aguas azules.

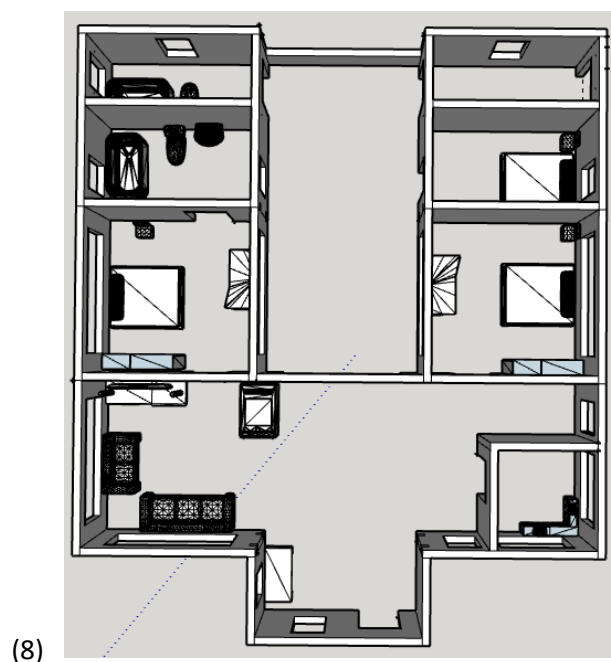
El acceso a los dispositivos tanto de la casa como del resto es accesible, para poder ver o cambiar los sensores, actuadores o sistema de control de cualquier rincón.

Planteamiento del control

- El control se podrá hacer a través de tareas individualizadas o agrupadas junto con la pantalla o pantallas para mostrar sus funcionamientos o/y con un control central para recoger el funcionamiento global.
- Muchas tareas se harán simuladas intentando reproducir al máximo su funcionamiento real.
- Los sensores básicos utilizados se podrán cambiar por otros más caros o sofisticados, está previsto que su acceso y cableado lo permita.
- Algunos actuadores/sensores serán diferentes para probar todas las tecnologías.

Este apartado se mostrará al final de la construcción de la maqueta

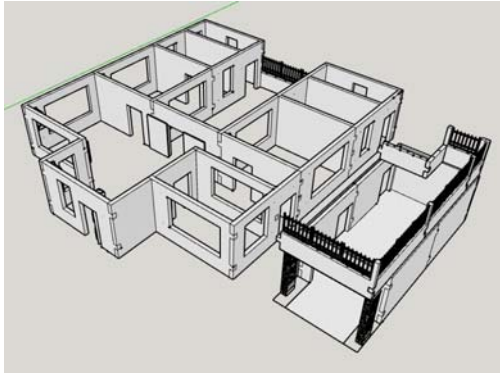
Maqueta interior casa





Maqueta Casa, Garaje y Patio

El patio está encima del garaje y deja un espacio para albergar el ascensor.

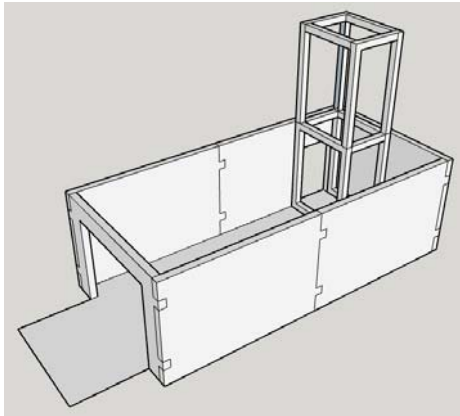


(9)



(10)

Maqueta Garaje y Ascensor

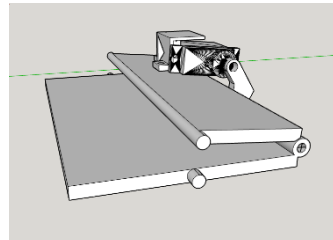


(11)



(12)

Detalle del mecanismo de la puerta de garaje



(13)

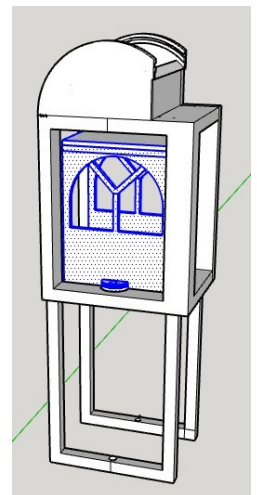
Ascensor

El ascensor tiene dos plantas. Permite acceder a la casa desde el garaje.

- Un motor paso a paso en la parte superior proporciona un desplazamiento preciso y lento. 28BYJ-48 DC 5V
- La cabina tiene dos guías, una lisa y otra con rosca M4



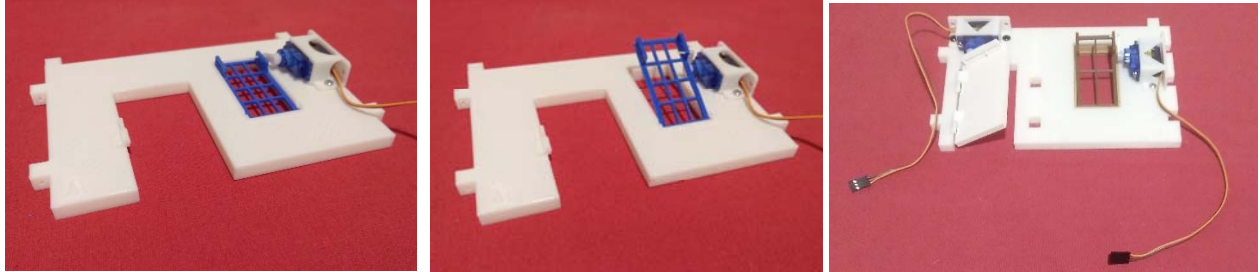
(14)





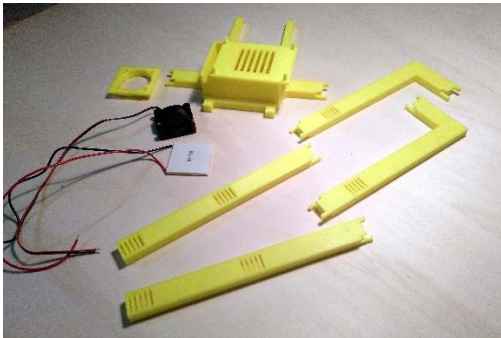
Ventanas batientes y puertas motorizadas

- Las ventanas son batientes con movimiento a través de un servo-motor.
- Las puertas también están motorizadas a través de un servo-motor.
- Totes las puertas y ventanas tienen los anclajes en la pared para poner un servo-motor.

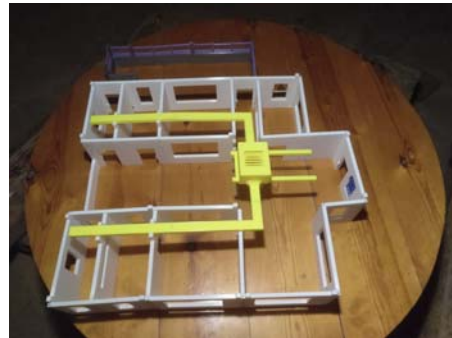


Aire acondicionado

- Una máquina en el salón distribuye el aire frío y caliente.
- Un ventilador de 40x40x10 impulsa aire que pasa para una célula Peltier. Cambiando la polarización de la Peltier produce frío o calor.
- Los tubos conducen hacia todas las estancias.



(16)

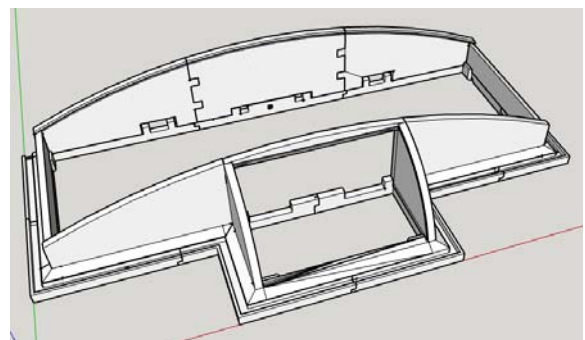


Tejados

Hay tres tejados, el frontal y dos posteriores, con una base con los canales de agua de lluvia, y por la parte inferior incorpora los espacios donde irán instaladas las luces externas a LED.

- **Tejado Frontal**
El tejado frontal será semitransparente y con una cubierta interior textil motorizada para aislamiento térmico y paso de luz. Permite observar el interior del salón/comedor y cocina.

(17)



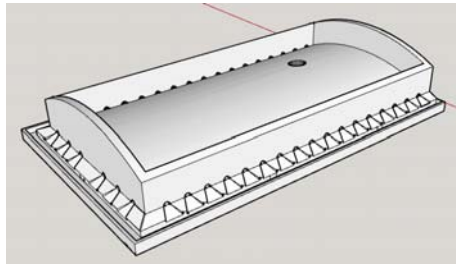


- **Tejado Verde**

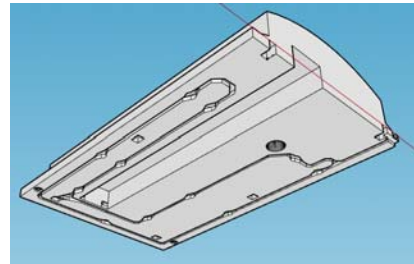
El tejado verde de los dos laterales permite drenar el agua y formar un aislamiento térmico, así como un entorno visual mejor.

Por debajo hay los alojamientos de las luces de las habitaciones y las luces externas, y el canal de las conexiones, para que se pueda sacar el tejado de la maqueta para acceder al interior.

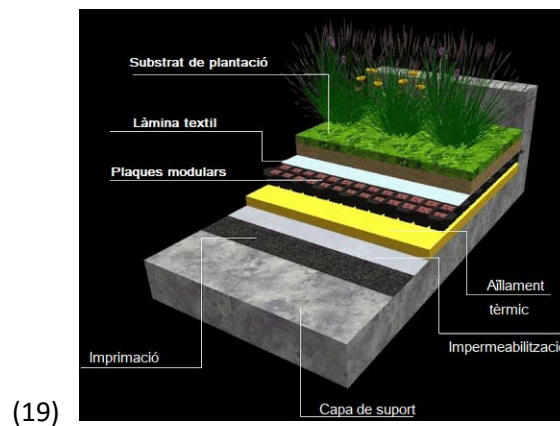
El agujero redondo permite instalar un guía luz.



(18)

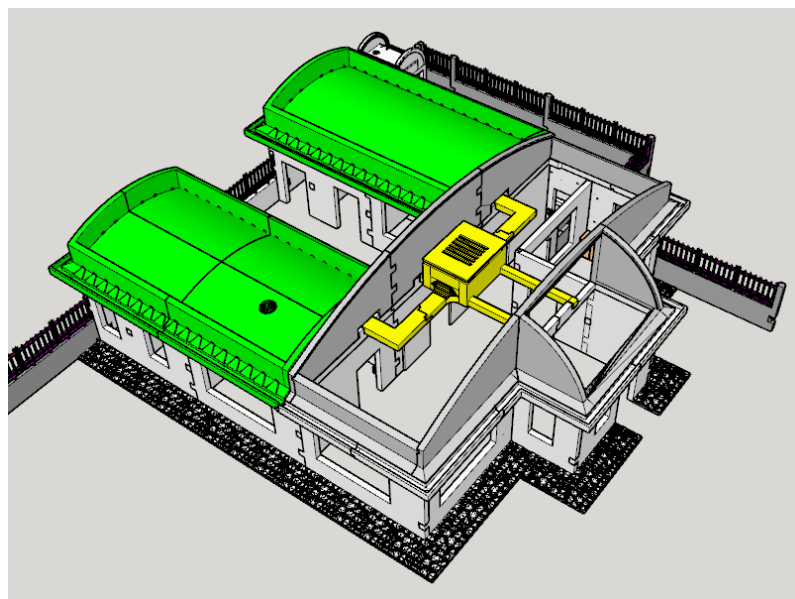


El tejado estará cubierto de verde, con plantas y diferentes capas de materiales que permiten un aislamiento de la casa y drenar el agua de lluvia.



(19)

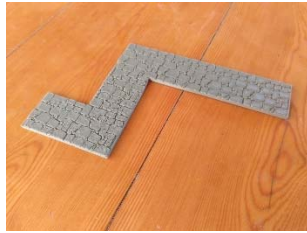
Tejados en la maqueta



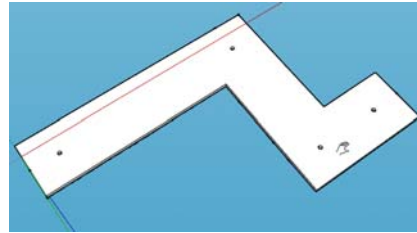


Aceras de la casa

- Las aceras simulan un empedrado.
- Todas las piezas tienen unos agujeros para fijar las piezas a la base de la madera de la casa.

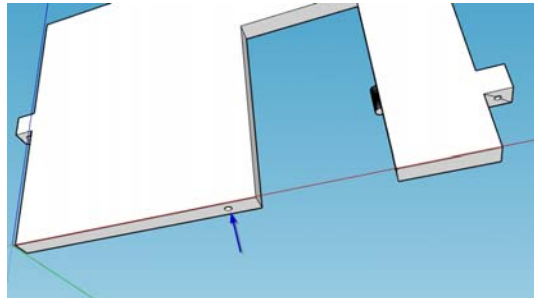


(20)



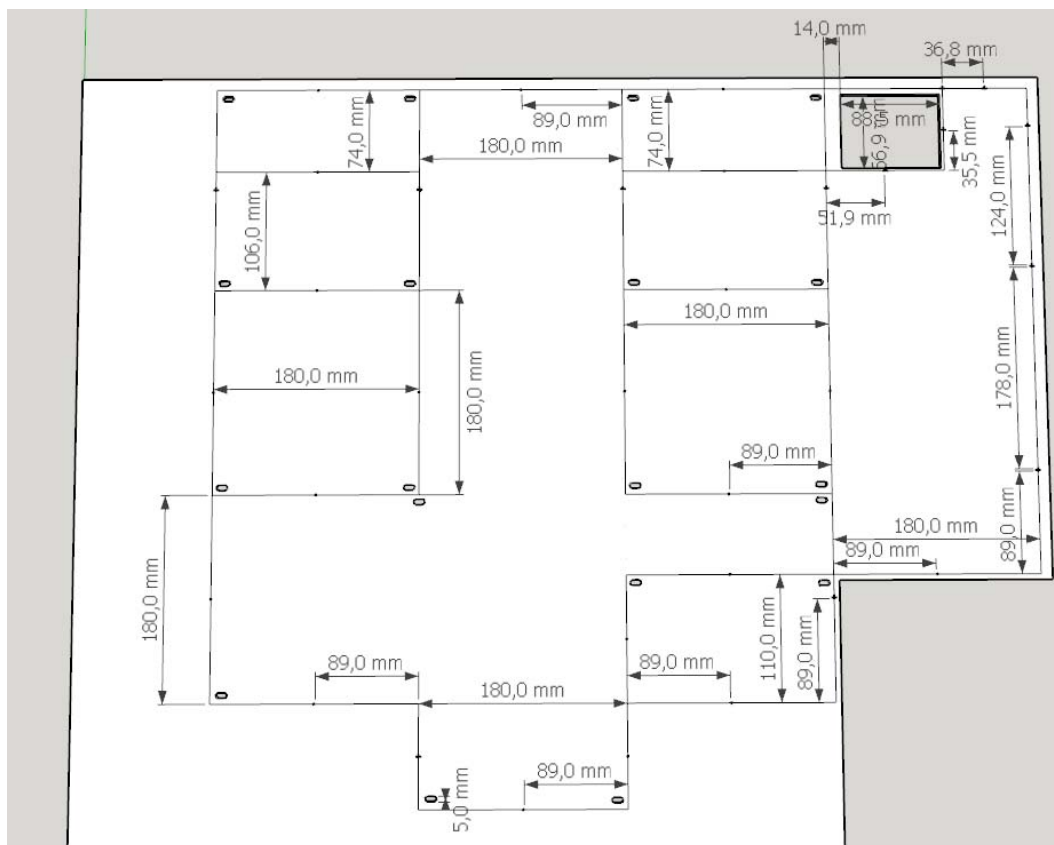
Sujeción de la maqueta

Todas las paredes tienen un agujero en la base para anclarse a la base de madera de la casa.

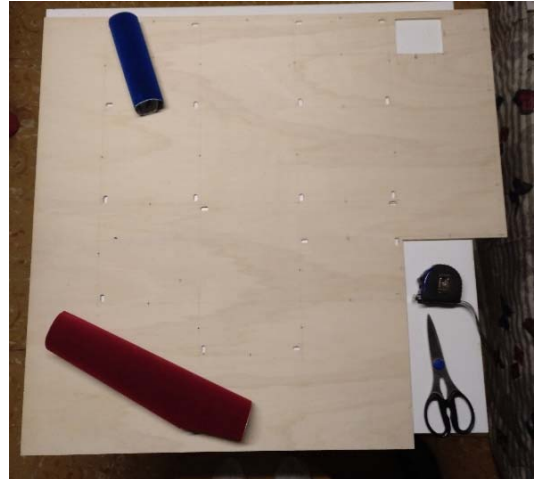


(21)

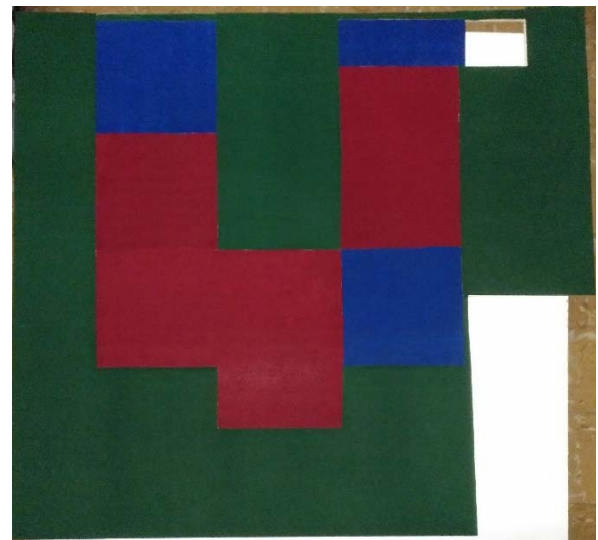
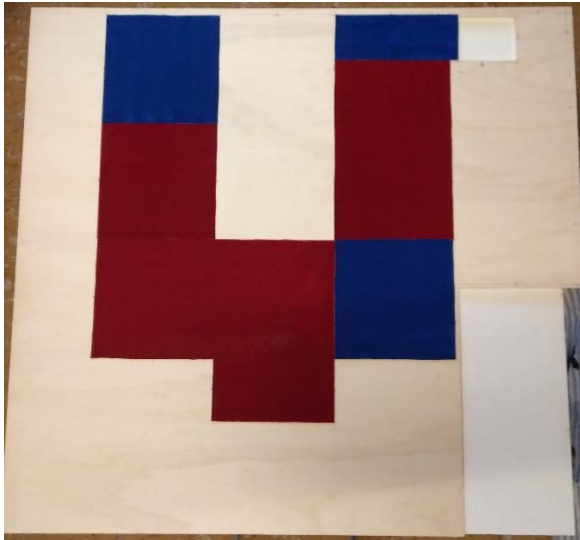
En la base de madera contrachapado de 5mm, primero se acota toda la maqueta y se mecaniza.



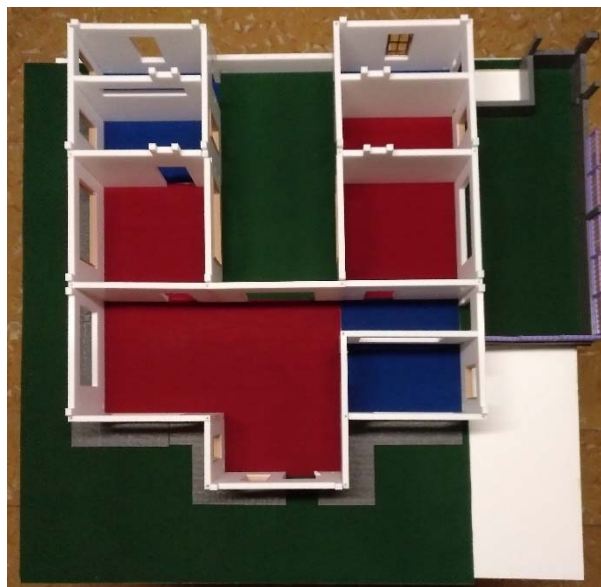
(22)



Antes de fijarla se aprovecha para enmoquetar el suelo del interior y el césped del exterior.



Seguidamente ya se puede fijar la maqueta



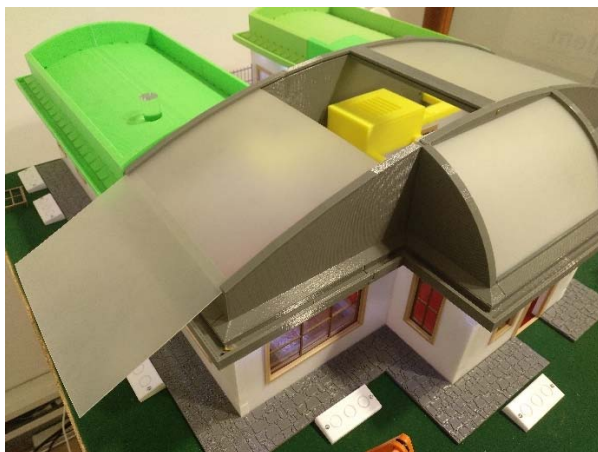


Ara ya se puede continuar trabajando con el resto de la casa, poniendo los marcos de las puertas y ventanas



La base de madera de la casa se puede utilizar otro tablero de 10mm contrachapado, separado por columnas de 120mm de altura, que es la medida exacta del garaje. Este espacio servirá para colocar la alimentación, baterías, electrónica, displays, lector RFID, lector dactilar, etc ...

El tejado semitransparente se puede hacer con una hoja de plástico a partir 1mm de grueso para que tenga un poco de consistencia. Se ha de cortar para el tejado frontal a 176x132mm y para el tejado del salón/comedor/cocina con dos de 176x290mm.





Montaje electrónico

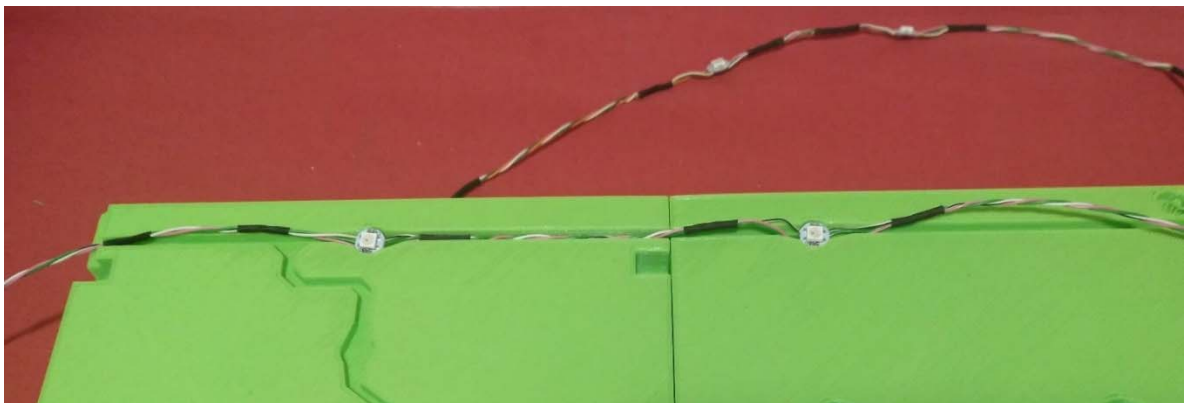
Para empezar con el sistema electrónico se puede preparar el conexionado de las luces de LED multicolor WS2812B en la parte posterior de los tejados. Usando tres hilos (positivo 5V, negativo (gnd) y datos) con tres colores bien diferenciados para no cometer ningún error, se pueden trenzar los hilos en forma de espiral y sujetarlos con tubo termo-retráctil.



Las soldaduras han de estar bien hechas y que no puedan cruzar conexiones, hace falta al terminar una revisión visual, antes de colocarlo en los encajes del tejado y hacer una prueba de funcionamiento.



Una vez que se tiene el cableado terminado, se coloca en la guía correspondiente y se fija con un poco de cola termo-fusible.





Planteamiento del control

Tal como se ha expuesto al principio de este documento, el control se podrá hacer a través de tareas individualizadas o agrupadas para facilitar una programación por partes y para facilitar el uso de un hardware sencillo. De esta manera se pueden establecer funcionalidades básicas hasta las más complejas, así como funcionalidades futuras.

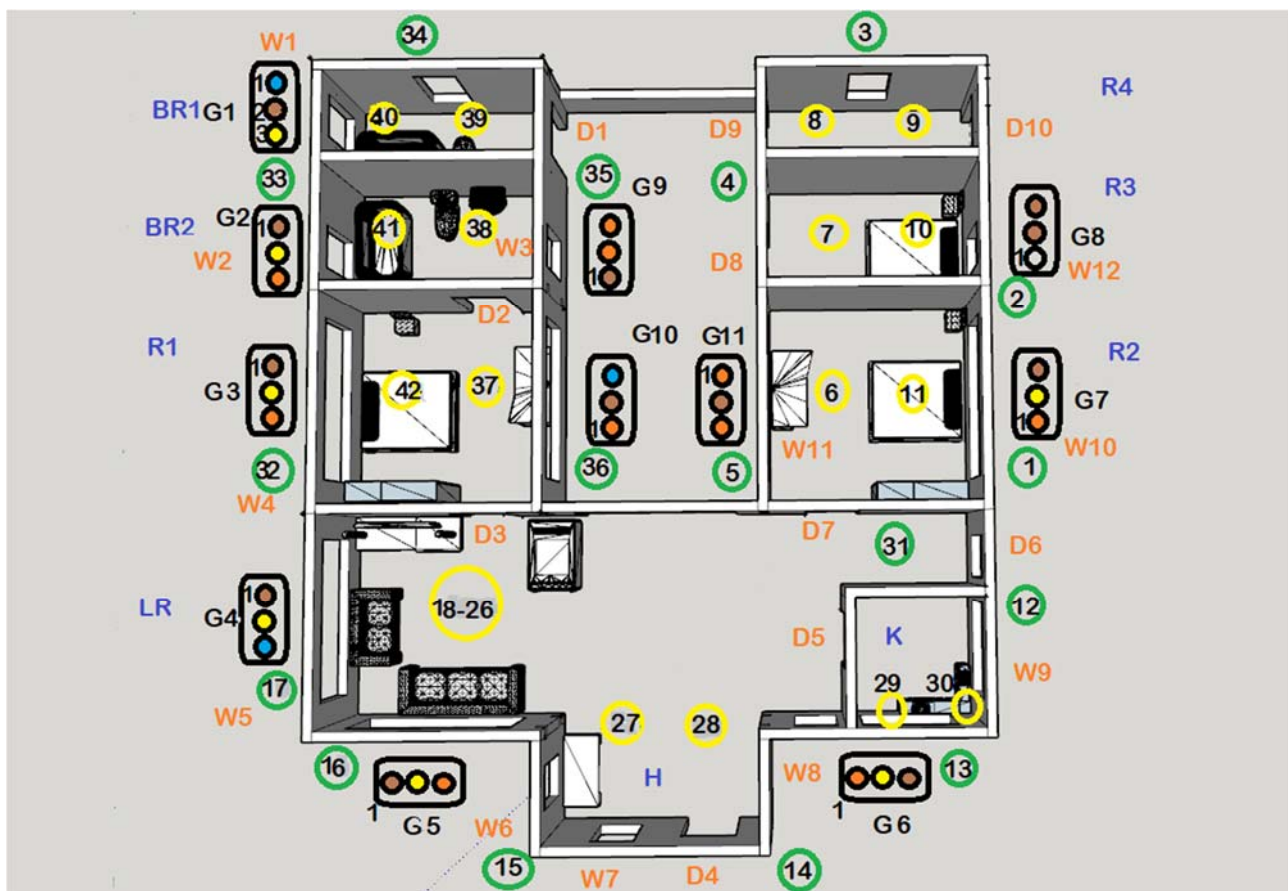
Tareas individualizadas

En este apartado se mostraran las tareas que se pueden realizar para trabajarlas individualmente así como su hardware asociado.

Control de las luces de la casa

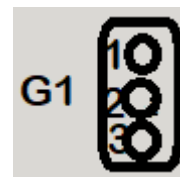
Las luces de la casa son de LED del tipo RGB WS2812, que permiten obtener el color que se quiera (por programa), así como la intensidad de luz deseada. Esto permite hacer escenarios diferentes con la iluminación exterior. Y en el interior hacer una iluminación más cálida para las habitaciones o más fría para la cocina. Estas luces pueden ser automáticas como el caso de las luces exteriores, con un sensor de luz ambiente, o a través de pulsadores táctiles en cada habitación. También se podrá activar alguna luz con un sensor de presencia, como puede ser un pasillo del ascensor y garaje. Por tanto, si se hace flexible la instalación de elementos de control dará más margen de usar más medios de control y de futuras ideas.

Primero de todo hace falta enumerar cada punto de luz de la casa.





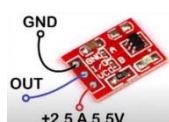
Los círculos de color **verde** son las luces del exterior de la casa, que posiblemente se harán encender todas a la vez y con el mismo color, pero se podrán programar escenas con diferentes colores e intensidades de luz. En color **verde** también hay los puntos de luces externas, pero, del patio interior, este agrupamiento se puede hacer separadamente de las otras con un color fijo. Los círculos de color **amarillo** son parte de la iluminación interior, salón-comedor, cocina, dormitorios baños y pasillos. Estas luces tienen los puntos de encendido señalizados como **G1**, grupos de 3 pulsadores que pueden actuar como pulsador o interruptor, numerados como **G1_1**, **G1_2**, **G1_3**. También se usarán estos pulsadores táctiles para abrir y cerrar ventanas como **W1** o puertas como **D1**. Finalmente, también se enumeran los espacios como **BR1**, **BR2**, **R1**...



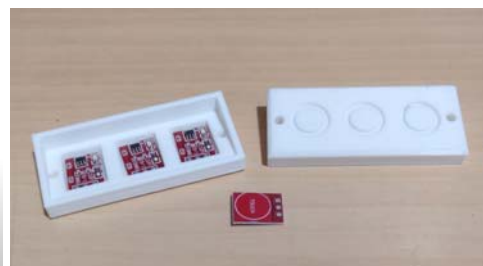
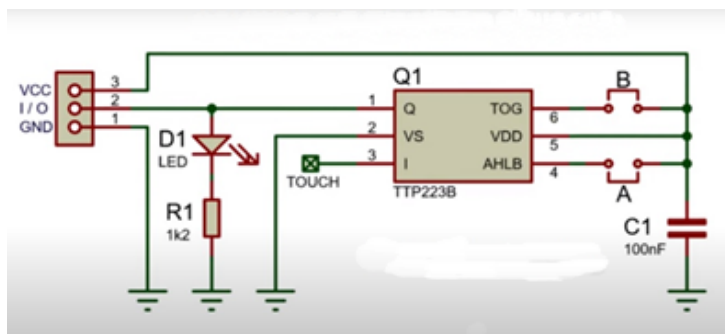
Todos estos puntos de luz a LED van conectados en serie en el orden indicado de numeración, y se utilizan 3 hilos (positivo, negativo y datos), estos hilos irán conectados a la placa de control que se use (ya sea Arduino, ESP32, Microbit, Raspberry...) y así solo utiliza un pin de salida.

Pulsadores/Interruptores

En la maqueta hay puntos de pulsadores para activar luces, servos, estos pulsadores son táctiles utilizando el circuito TTP223, un circuito que permite diversas maneras de trabajar, como un pulsador o como un interruptor. Aún que tiene otras funcionalidades.

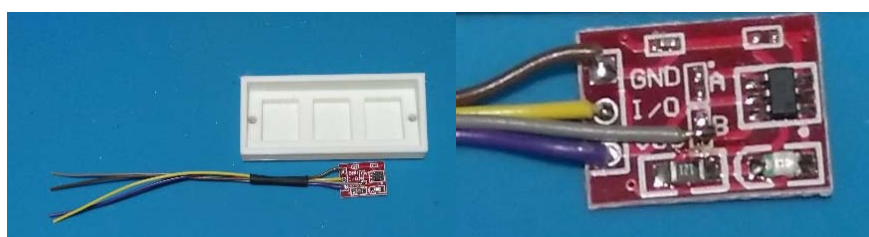


Las particularidades de este circuito que se muestra en el esquemático, es que se puede alimentar entre 2,5 y 5Vdc, directamente entrega un estado de salida dependiendo de las conexiones de los pins A y B, un LED indica el estado de salida.



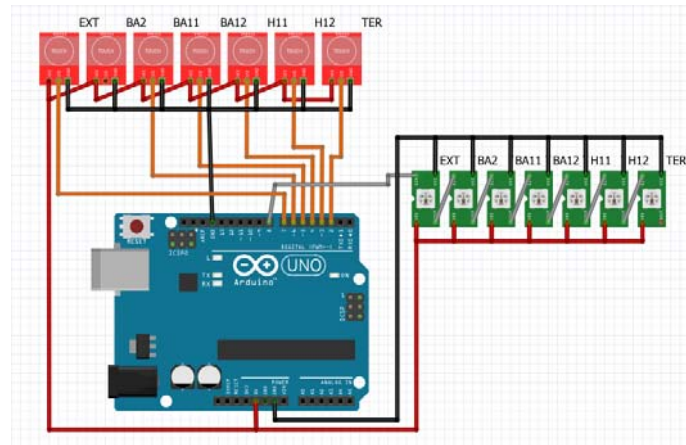
Conexionado	Acción
Sin puente B	Pulsador
Con puente B	Interruptor
Con puente A	Nivel alto por defecto

El conexionado del pulsador táctil tendrá una conexión del puente B, para tener funcionalidad Pulsador o Interruptor según se quiere programar. Estará disponible en la parte inferior de la casa con un conector puente.





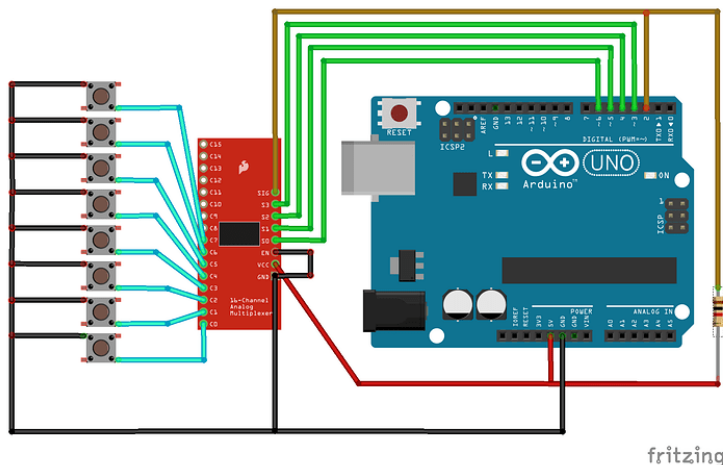
Así quedaría el conexionado con la placa Arduino, pero ya se ve que utiliza muchos pins de entrada.



Expansión de entradas y salidas en un Arduino

Como que se necesitan muchas entradas de pulsadores para las luces y servos, hace plantear utilizar varias placas Arduino, cosa que no es la solución más adecuada. Es mejor colocar un expansor de entradas, que se puede hacer con un módulo multiplexor analógico o con un módulo expansor I2C.

74HC4067 multiplexor de 16 canales, se alimenta entre 2,5V y 6V, permite hasta 16 canales (C0 a C15) de entrada o salida y se necesitan 3 señales de control (S1 a S3), dos pins de alimentación y uno de Enable.



fritzing

Pero, no es la mejor solución en cuanto a consumo y número de hilos hacia el microcontrolador.

Una solución más avanzada es utilizar un circuito que se comunica con el microcontrolador con 2 hilos, vía I2C.

PCF8574 es un expansor de 8 canales digitales de entrada/salida con comunicación I2C hacia el microcontrolador, por defecto al alimentar el circuito son entradas digitales (P0 a P7), funciona entre 2,5 y 6V, incorpora 3 pins (A0 a A2) para configurar la dirección I2C (desde 0x20 a 0x27), tiene dos pins de comunicación típicas de I2C, SDA (datos), SCL (reloj) y un pin INT (interrupción) que se pone a nivel 0 cuando hay un cambio de flanco en algunas de las entradas/salidas del chip, esto permite no tener que rastrear constantemente los pins de entrada hacia el microcontrolador.

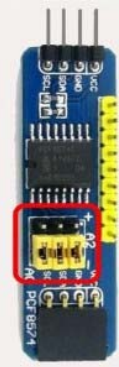


Se encuentran con dos formatos de placa, la de color azul permite expandir a más placas PCF8574 para tener aún más canales y la roja no.



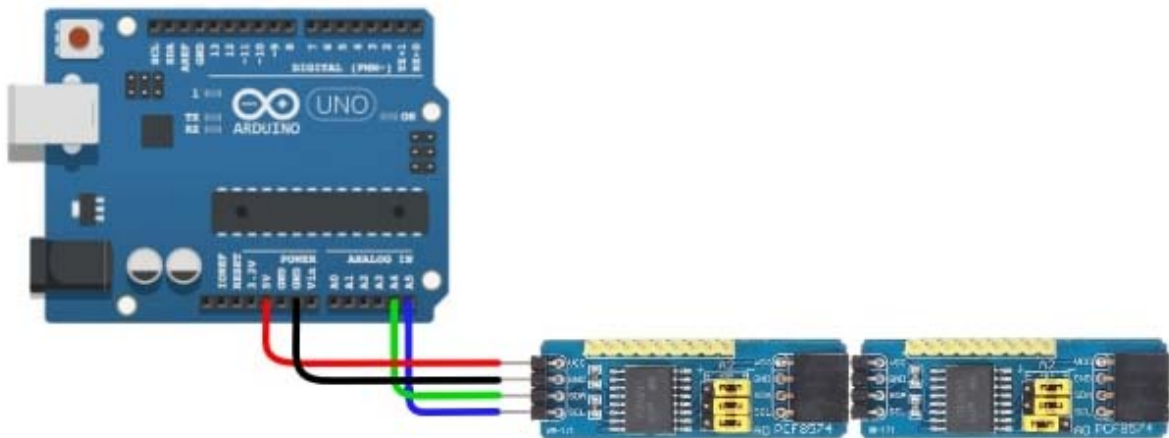
La dirección I2C se selecciona con los puentes/interruptores de la placa.

A0	A1	A2	Address Pins
0	0	0	= 0x20
0	0	1	= 0x21
0	1	0	= 0x22
0	1	1	= 0x23
1	0	0	= 0x24
1	0	1	= 0x25
1	1	0	= 0x26
1	1	1	= 0x27

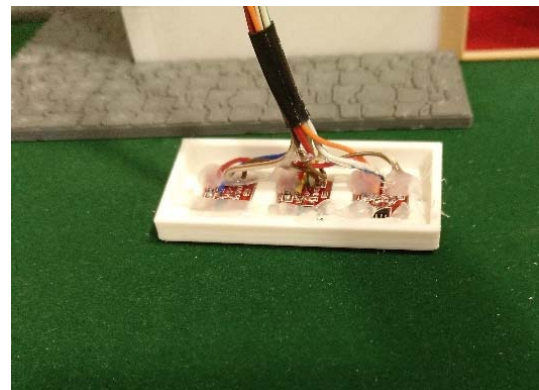
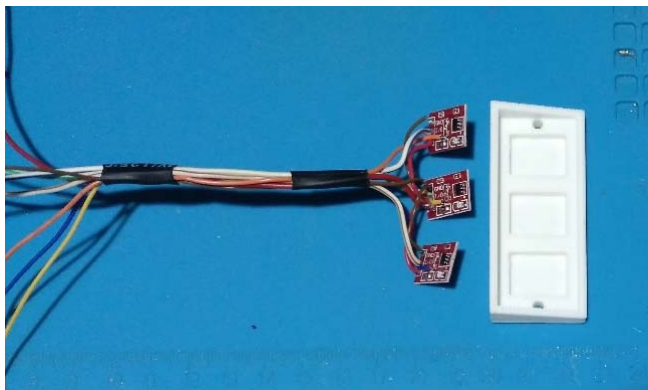


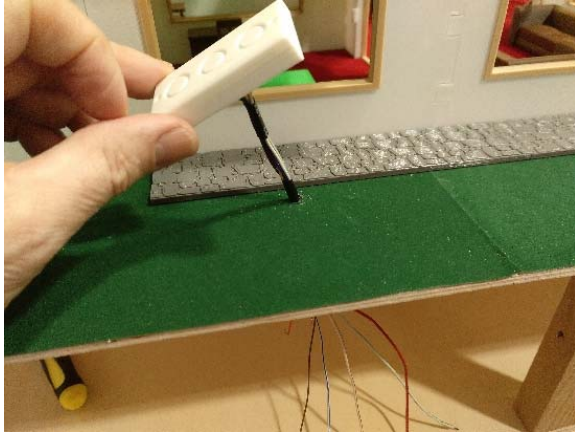
Librería Arduino para el PCF8574 <https://www.arduino.cc/rehacerence/en/libraries/pcf8574-library/>

Para conectar diversos PCF8574 en la misma comunicación I2C es de la siguiente manera.



En caso de querer ampliar el número de canales I2C se puede usar el TCA9548 a 8 canales I2C.





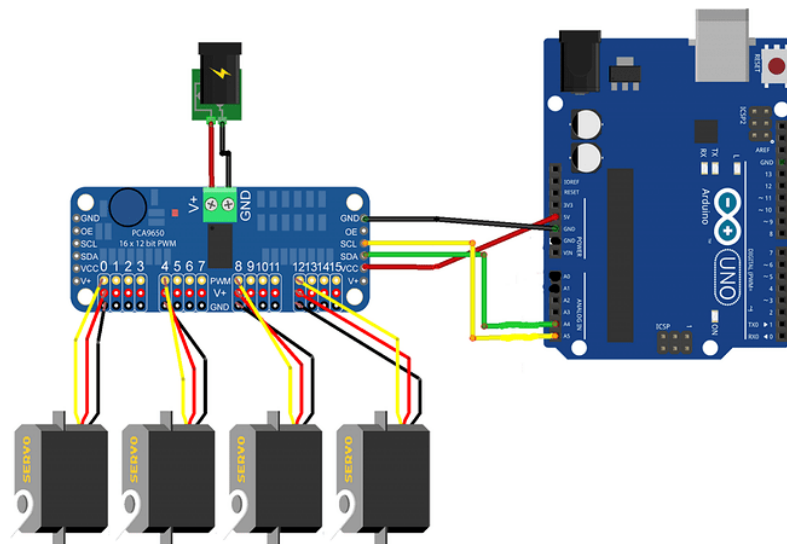
Se puede observar que a través de la cubierta de plástico se puede ver la luz roja de actuación del táctil.

Control de 16 servomotores en un Arduino

Como que se necesitan muchas salidas para todos los servomotores de control de puertas y ventanas; Arduino solo dispone de 6 salidas PWM, por lo que hace utilizar varias placas. Pero, no es la solución más adecuada. Es mejor utilizar una placa PCA9685 conectada vía I2C con el microcontrolador.

A más los servomotores tienen un consumo elevado, sobre los 200mA multiplicado por 16 son 3,2A

PCA9685 soporta hasta 16 servomotores controlados vía I2C, dispone de los pins para conectar adecuadamente los servomotores, las direcciones I2C van desde 0x40 hasta a 0x7F soldando los puentes (A0...A5), entrega 16 salidas PWM de 12 bits, se alimenta a 5V, y las líneas SDA y SCL de I2C son compatibles 3V3 o 5V.



Servomotores SG90

Un servomotor, denominado también “servo”, es un motor DC con la capacidad de poner su eje en una posición o en un ángulo determinado, internamente tiene una caja de engranajes reductora que hace aumentar el par motor y reduce la velocidad, un potenciómetro está encargado de sensar la posición del eje y junto con una electrónica forman un control en lazo cerrado.



Hay diferentes tipos de servomotores, el más utilizado es el SG90 que es suficiente para la mayoría de aplicaciones. Funciona entre 3 y 7.2V, tiene un par motor entre 1 y 1.6 kg/cm. Otros tienen par motor más grandes llegando hasta 15 kg/cm.

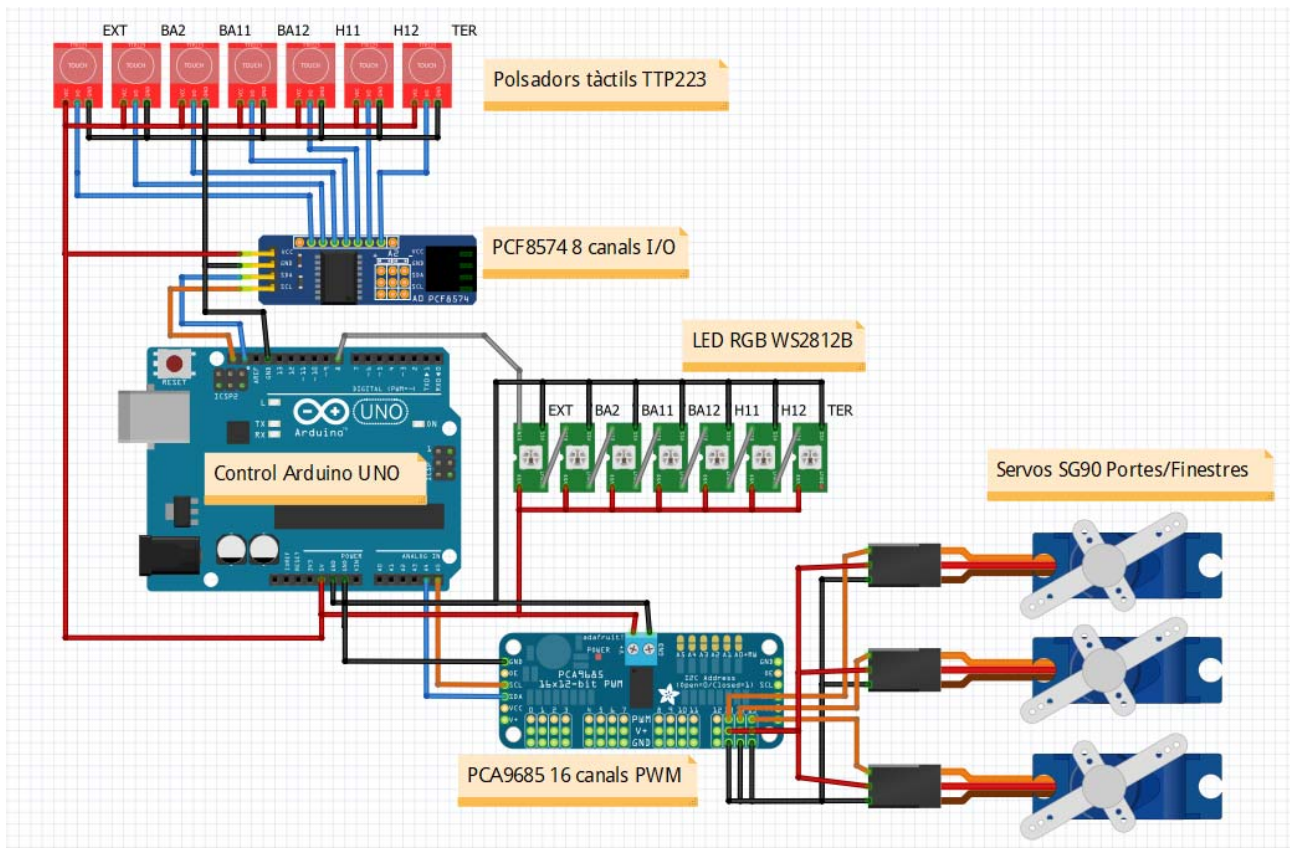
Base para programar los servomotores

<https://www.luisllamas.es/controlar-16-servos-o-16-salidas-pwm-en-arduino-con-pca9685/>

Información para más conocimiento sobre los servomotores:

<https://dronprofesional.com/blog/tutorial-teorico-practico-con-servos-y-arduino/>

Esquemático de control de luces y servos



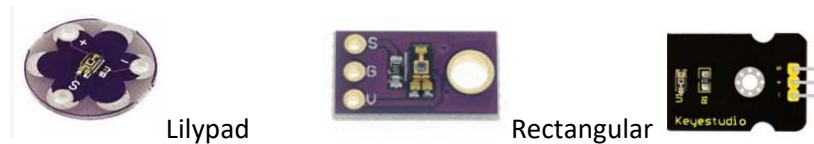
Montaje del servomotor en un soporte y la fijación a la pared de una ventana y de una puerta.





Sensor de luz ambiente

De sensores de luz hay diversas posibilidades: el TEMA6000 que solo detecta la presencia amalgamada de luz con longitudes de onda en el rango de 390 a 700 nm. Se encuentra con formatos muy pequeños, como el Lilypad o un formato rectangular para poderlo fijar.



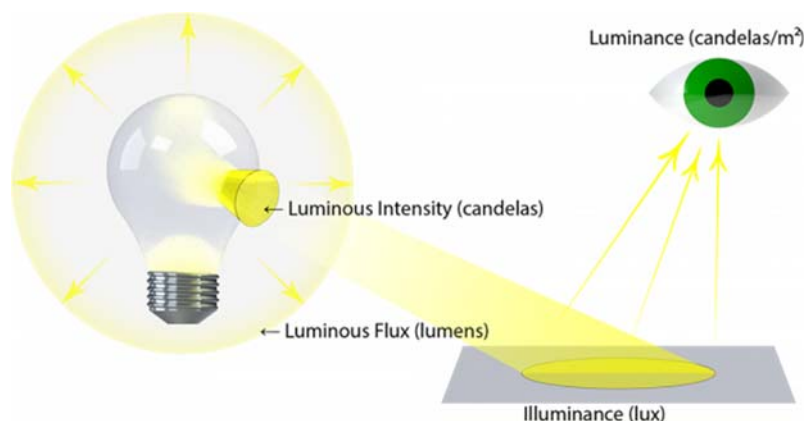
El TSL2561 es un sensor de luminosidad que puede detectar tanto la luz visible como la luz infrarroja. El ISL29125 es un sensor de luz RGB que puede detectar luz específicamente roja, verde, azul o cualquier combinación de estas. El ML8511 es un sensor de luz UV funciona de manera similar al TEMA6000, Pero responde a la luz ultravioleta en lugar de la luz visible. El LDR es una alternativa de tamaño muy pequeño, pero es una foto-resistencia (una resistencia que cambia en función de la presencia de la luz) en lugar de un fototransistor.

Por eso, el sensor de luz ambiental **TEMA6000** es el escogido. Es un sensor analógico, compatible con microcontroladores que admiten la entrada de datos analógicos. Si la luz es muy baja, el pin SIG (salida) tendrá un valor muy bajo, a medida que aumenta la luz, el pin SIG también aumentará de valor. A más, es sensible al espectro visible y se usa en muchos aparatos como smartphones, “tablets”, cameras y está adaptado a la respuesta del ojo humano con respecto a la luz. Tiene un ángulo de 60 grados y se alimenta a 5V.

Como funciona la detección de la luz

Como se ha descrito anteriormente, el TEMA6000 mide la iluminación. Si no se está familiarizado con la iluminación, es una medida de la cantidad total de luz visible emitida para una fuente (denominada flujo luminoso medida en lúmenes (lm) dividida para un área en metros cuadrados ($1 \text{ lx} = 1 \text{ lm/m}^2$).

Juntamente con estas, hay otras propiedades de la luz que lamentablemente, se llaman con la misma raíz latina para la luz, de manera que puede ser difícil mantenerlas en orden. Aquí, se muestra un diagrama para aclarar diferencias:



¿Por qué el TEMA6000 mide la iluminación? En la mayoría de ensayos, medir la intensidad de la luz sin tener en cuenta la distancia es muy difícil y desconcertó a los primeros astrónomos durante mucho tiempo. En resumen, hay la magnitud aparente (como de brillante parece una fuente de luz) y la magnitud absoluta (como de brillante es realmente la fuente de luz). Dos fuentes de magnitudes absolutas diferentes pueden tener la misma magnitud aparente dependiendo de su distancia del observador.



Por ejemplo, si se tiene una fuente de luz brillante lejos y una fuente de luz muy cerca, puede parecer que tienen el mismo brillo porque la luz de la fuente más brillante se tendrá que disipar en un volumen de espacio más grande. Es por esto que el sensor leerá un valor más pequeño si se aleja la misma fuente de luz, aumentando esencialmente la cantidad de espacio que la misma cantidad de luz ha de llenar entre la fuente y el sensor (es decir, reduciendo la iluminación, a medida que se está dividiendo para una superficie más grande de la esfera de luz generada por la fuente de luz).

Aquí se muestra una gráfica, sacada de la hoja de datos del TEMT600, entre la corriente (en μA) y la iluminación inmediata percibida por el sensor:

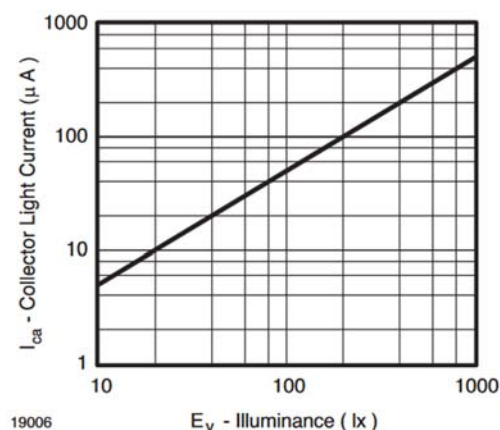


Figure 1. Collector Light Current vs. Illuminance

El TEMT6000 solo reconoce la luz con longitudes de onda en el rango de 390-700nm, que cubre aproximadamente todo el espectro de la luz visible. En otras palabras, no captará la luz infrarroja, ultravioleta o cualquier otra luz que no se pueda ver directamente.

Aquí se muestra una tabla de la iluminación típica de fuente comunes de luz visible:

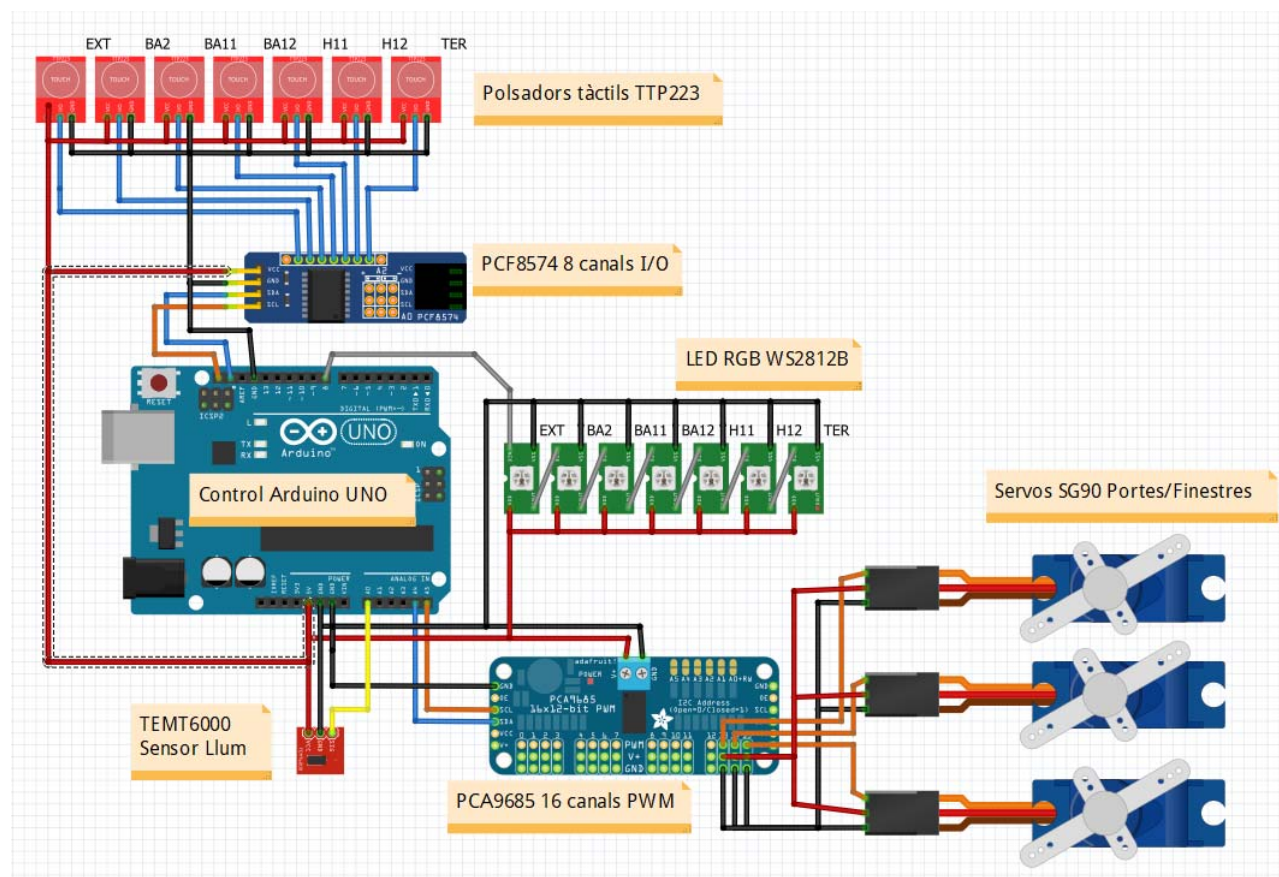
Iluminación	Superficies iluminadas por
0.0001 lux	Cielo nocturno nublado y sin luna
0.002 lux	Cielo nocturno claro sin luna con resplandor del cielo
0.27-1.0 lux	Luna llena en una noche clara
3.4 lux	Límite oscuro del crepúsculo bajo un cielo despejado
50 lux	luces de la sala de estar familiar
80 lux	Pasillos, lavabos
100 lux	Día nublado muy oscuro
320-500 lux	Luz en una oficina
400 lux	Salida o puesta de sol en días claros
1000 lux	Día nublado
10000-25000 lux	Plena luz del día (sol no directo)
32000-100000 lux	Sol directo

Artículo de la Wikipèdia de Lux / CC BY

Ahora que se puede entender un poco mejor el funcionamiento del TEMT6000, se puede utilizar en alguna cosa interesante, como el control de luz exterior de la casa para que se enciendan y se apaguen automáticamente, según la luz ambiente.



El circuito siguiente muestra el conexionado del sensor de luz ambiental TEMT6000 en el sistema central.



Control de acceso

Para acceder a la casa se usaran diversas tecnologías, como RFID (identificación por radiofrecuencia), huella dactilar, BT, WiFi...

Control de acceso con lector RFID

La identificación por radiofrecuencia se utiliza en sistemas de seguridad y de pago, entre otras, por lo que va a servir en esta aplicación. Hi han diversos sistemas dependiendo de la frecuencia que se utilice, aquí se usará la alta frecuencia a 13,5MHz, trabaja en el entorno de un centímetro, casi tocando.

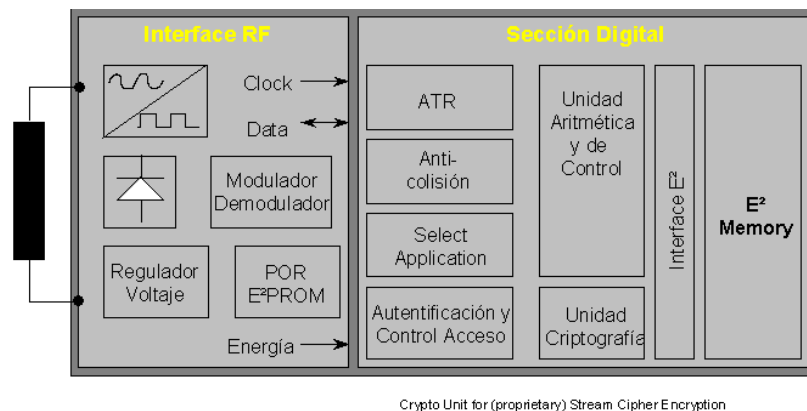
En la siguiente página web se puede encontrar una información muy completa:

<https://programarfacil.com/blog/arduino-blog/lector-rfid-rc522-con-arduino/>

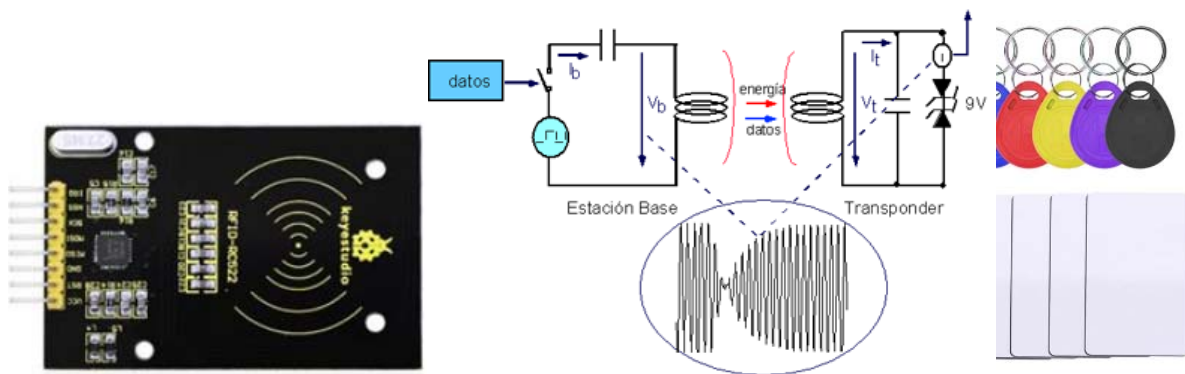
Por un lado tenemos un módulo RFID de lectura/escritura con el circuito RC522 que estará a la entrada de la casa y por otro lado una tarjeta, llavero, etiqueta adhesiva o en otros formatos (llamados TAG) que incluyen un chip de RF con su antena, un número de identificación único (grabado en el propio silicio) y una memoria de 1kB dividida en 16 sectores, y cada sector en 4 bloques, y cada bloque en 2 bytes de datos, estos sectores se pueden proteger y esto permite, que mediante un protocolo determinado (ISO), obtener un nivel de seguridad muy alto. No necesita ninguna batería para alimentar (por esta razón se llama que es un elemento "pasivo"), ya que se alimenta de la energía de la propia radio frecuencia emitida por el módulo lector RC522.



Aquí se muestra un circuito de un TAG donde se puede ver la complejidad integrada, este sistema también se denomina “Transponder”.

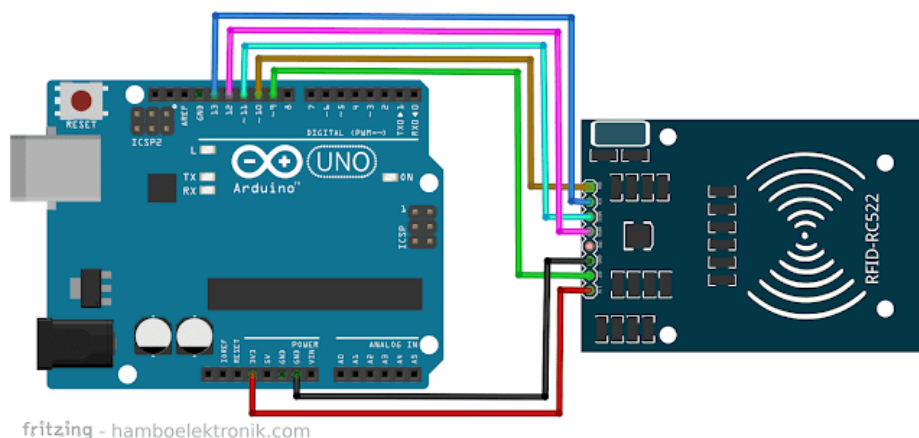


El módulo RC522 emite una frecuencia (13,5MHz) que hace que su energía alimente el TAG y pueda intercambiar datos.



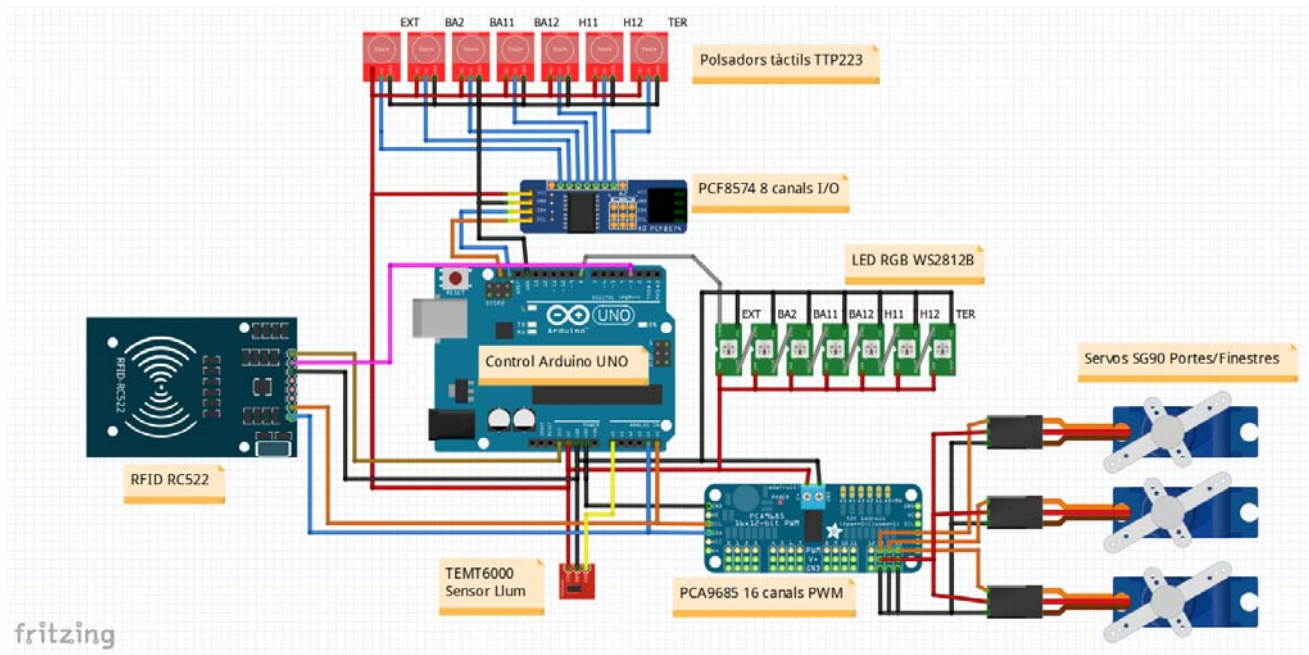
La distancia de la comunicación entre el lector y el TAG depende de las dimensiones de la antena tanto del lector como del TAG y también de su entorno, por eso cuando se habla de alcance, se ha de hablar de casi tocando.

La comunicación entre el módulo y el sistema de control se puede hacer vía UART, SPI, o I2C. Típicamente se usa la comunicación SPI por la alta velocidad de transmisión de datos, pero como se puede ver usa 5 hilos (aparte de la alimentación).





En este caso se usará el bus I2C por la facilidad de conectar con dos hilos y lo añadimos en el sistema de control central.



El módulo RC522 I2C tiene un formato compacto para su uso.



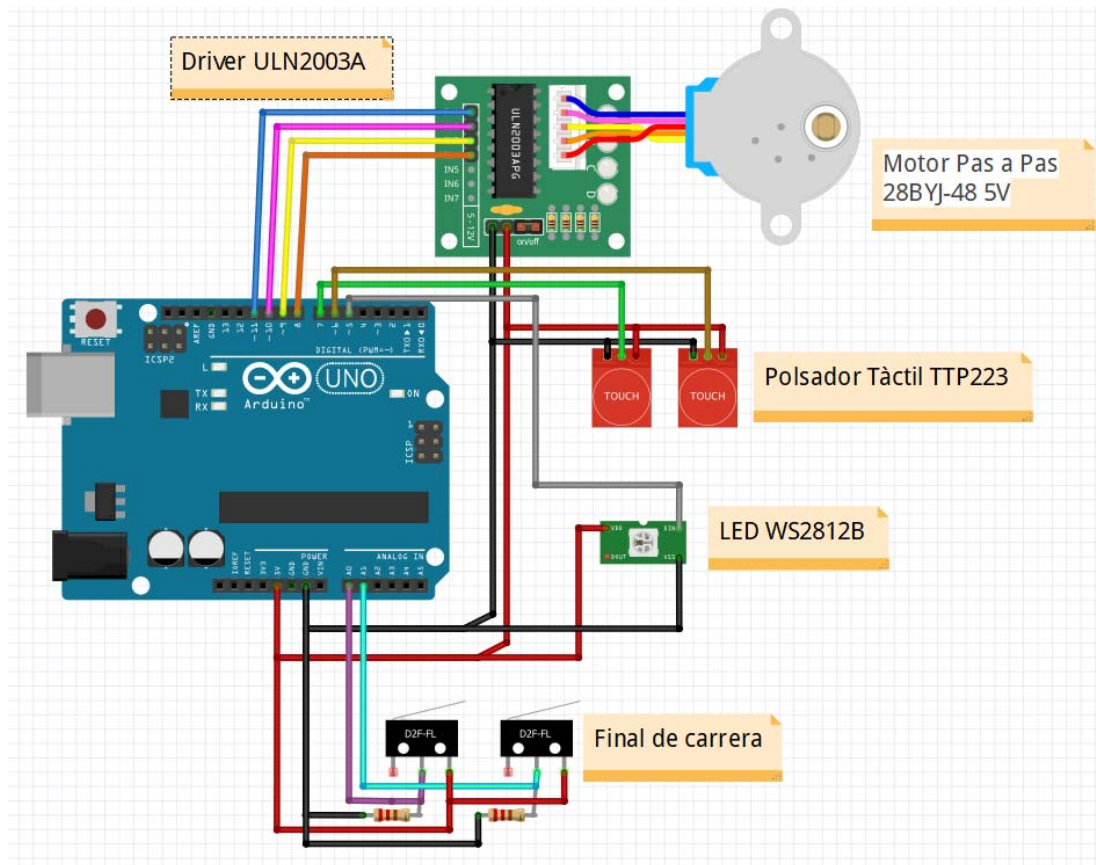


Control del ascensor

Se usa un motor paso a paso 28BYJ-48 que incorpora reductora y por su forma física se acopla bien al montaje, con una unión se conecta al eje roscado de 4mm que es por donde se desplaza la cabina del ascensor a más de por otra guía lisa.

Dos finales de carrera, uno en la parte más baja y otro en la parte superior identificarán la posición, y con dos pulsadores táctiles TTP223 se accionará el funcionamiento. También se coloca una luz a LED a color en la cabina.

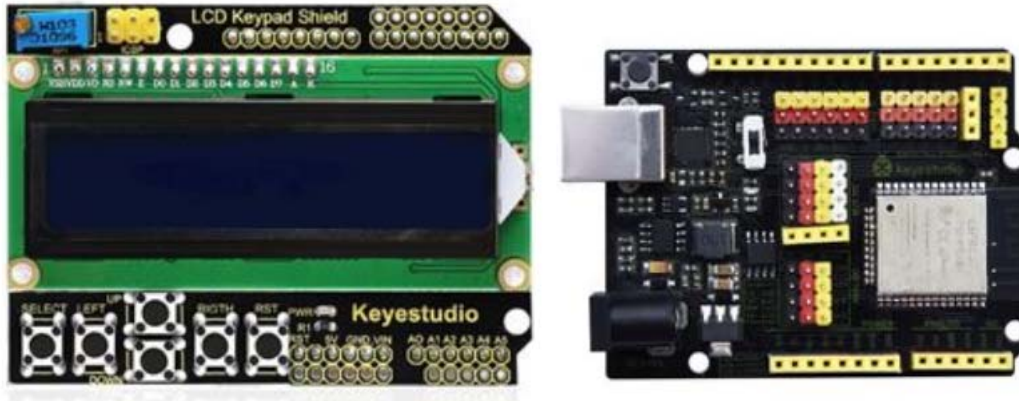
Seguidamente se muestra el conexionado al sistema de control, el motor necesita un driver de motor ULN2003A.





Visualizador Central

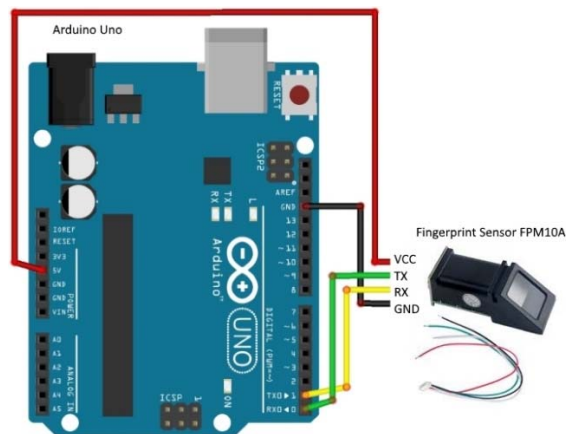
Esta solución shield de LCD más teclado, permitirá visualizar el estado de las luces, puertas, ventanas, sensores, etc... Esta Shield conectada sobre una placa ESP32 permitirá además una comunicación Bluetooth/Wifi y el control del sensor de huella dactilar.



Control de acceso con lector de huella dactilar (sensor biométrico)

La identificación mediante la huella dactilar es un otro sistema que utiliza para identificar las personas. El módulo FPM10A incorpora un sensor óptico y un procesador digital de señal (DSP) de alta velocidad capaz de aplicar unos algoritmos para identificar y verificar las huellas, que junto con una memoria para almacenar a los usuarios (hasta a 300), en menos de un segundo se puede verificar una huella.

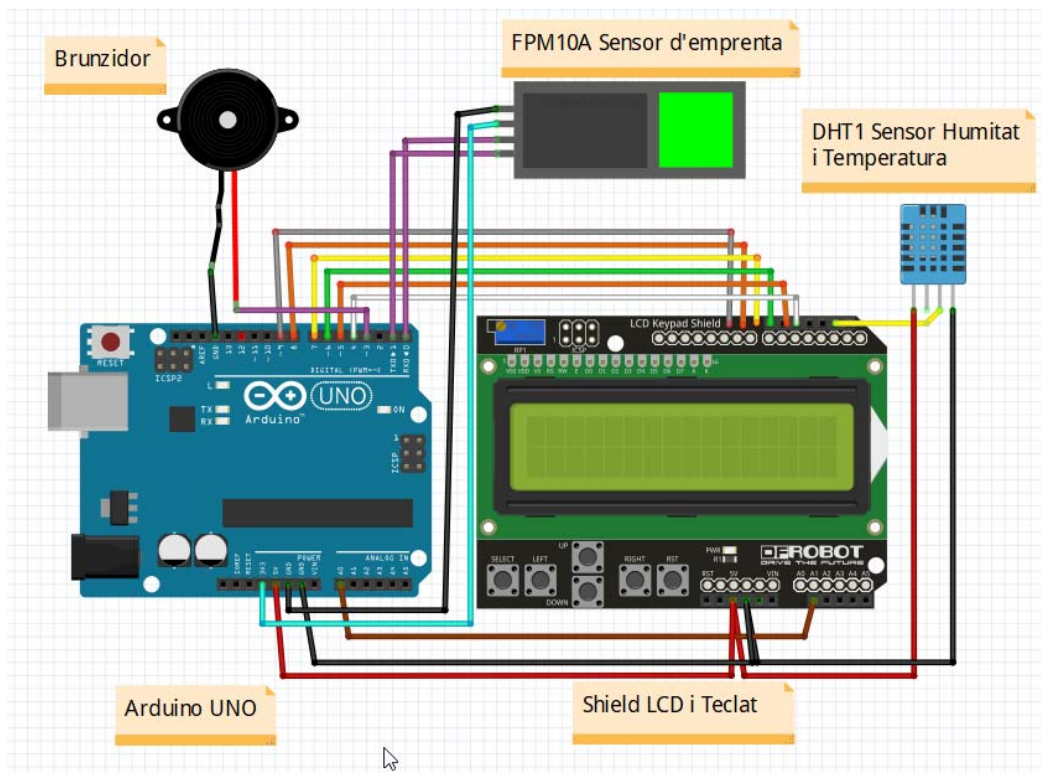
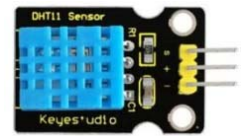
Es comunica vía serie con el sistema de control





Sensor de Temperatura y Humedad

El sensor de humedad y Temperatura DHT11 es muy utilizado, que tiene una salida analógica, que se conecta a una entrada analógica del Arduino, o ESP32.



Se puede ver otra vez que estamos dejando la placa sin entradas/salidas. Es cuestión de buscar una solución, utilizando un sensor de humedad y temperatura con salida bus I2C, el **SHT31**.



Zumbador pasivo

Se usará como a timbre de la casa y otros sonidos programables de alarma o emergencia.



Sensor de Gas

Dependiendo del tipo de gas que queremos detectar, se pueden diversos sensores disponibles, como el MQ2



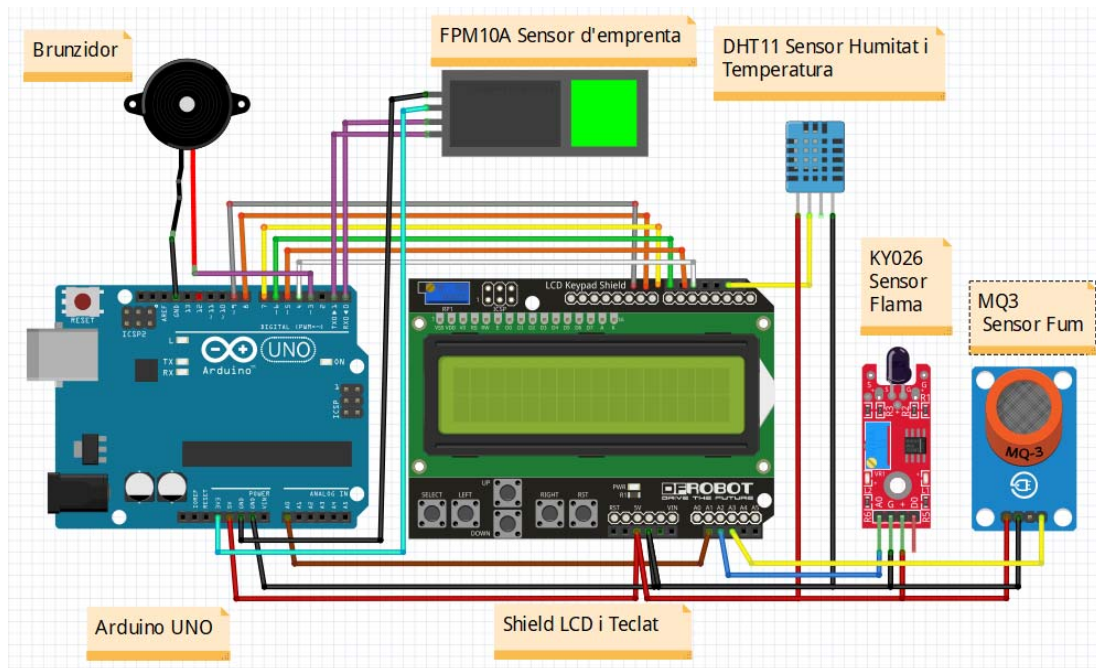
Sensor de Llama

Este sí que se puede utilizar en caso de incendio, aún que sea para que no se queme la maqueta !!!!!, se puede colocar en una zona externa para poder simular un fuego con un pequeño mechero.





Así tendríamos en este momento el conexionado



Sensor de lluvia

La presencia de vapor de agua o lluvia puede activar este sensor, que tiene una salida analógica, que se conectará a una entrada analógica del Arduino, o del ESP32.





Programación de la casa

Como ya se ha indicado, este proyecto es abierto tanto en la construcción y en la programación, bajo una licencia Creative Commons, donde se puede aplicar diferentes placas y procesadores con muchas posibilidades. Vamos a ir como siempre paso a paso.

Además de preparar algunos ejemplos, esta maqueta precisamente es para poder practicar programación y por tanto, quien quiera “jugar” con ella lo mejor es dejar la memoria vacía y empezar una programación desde cero, desde una parte sencilla como encender unos LED determinados, hacer mover los servos para abrir o cerrar una puerta o ventana, o hacer medidas con los sensores. Pero también dependiendo del nivel de la persona se puede hacer un sistema complejo y global.

Se puede usar C para Arduino, Arduino Blocks o cualquier otro medio por bloques

Programación para Arduino

La programación para Arduino se puede hacer utilizando Arduino Blocks, Scratch para Arduino, Snap, ... Pero también se puede hacer con lenguaje C para Arduino. En cualquier caso, a la hora de programar siempre se ha de preparar la estructura del programa por sencillo que sea.

Estructura de programación

Para estructurar la programación, hace falta ver los componentes que tenemos y los recursos disponibles. Cuando se ha planteado usar un componente se ha visto que para utilizar menos pins de entrada/salida se usan otras placas para concentrar o canalizar la información, por ejemplo, como que hay muchos pulsadores, se concentran estas salidas de pulsadores a un convertidor a I2C, entonces se puede empezar a enumerar cada pulsador a una dirección I2C, lo mismo con el concentrador de I2C a salidas servomotor. Por lo que hace falta definir todos los componentes. Después se puede hacer un diagrama de flujo para preparar las funcionalidades y finalmente el programa.

Definición de componentes y funcionalidades

En este caso para definir cada componente nos referimos en el mapa de la casa donde se describe la situación de cada componente.

Funcionalidad del TTP223	Grupo	Acción	Componente Placa PCF8574	Dirección I2C
Interruptor	G1_1	Abre/cierra ventana Baño 1 BR1 W1	PCF1P0	0x20
Interruptor	G1_2	Enciende/apaga luz LED39 i LED40	PCF1P1	0x20
Interruptor	G1_3	Enciende/apaga luces exteriores LED3	PCF1P2	0x20
Interruptor	G2_1	Abre/cierra ventana Baño 2 BR2 W2	PCF1P3	0x20
Interruptor	G2_2	Enciende/apaga luz LED38 i LED41	PCF1P4	0x20
Interruptor	G2_3	Abre/cierra puerta Baño 2 BR2 D2	PCF1P5	0x20
Interruptor	G3_1		PCF1P6	0x20
Interruptor	G3_2		PCF1P7	0x21
Interruptor	G3_3			0x21
Interruptor	G4_1			0x21
Interruptor	G4_2			0x21
Interruptor	G4_3			0x21
Interruptor	Grup 5			0x21



Enlaces interesantes

<https://www.prometec.net/lcd-keypad-shield/>

<https://create.arduino.cc/projecthub/electropeak/using-1602-lcd-keypad-shield-w-arduino-w-examplas-e02d95>

<https://solectroshop.com/es/content/104-como-configurar-pantalla-lcd-16x2-y-lcd-keypad-shield-en-arduino>

https://www.elecrow.com/wiki/index.php?title=LCD_Keypad_Shield

<https://www.makerelectronico.com/shield-lcd-keypad-arduino/>

<https://www.cohesivecomputing.co.uk/hackatronics/arduino-lcd-menu-library/>



Resumen de piezas impresas

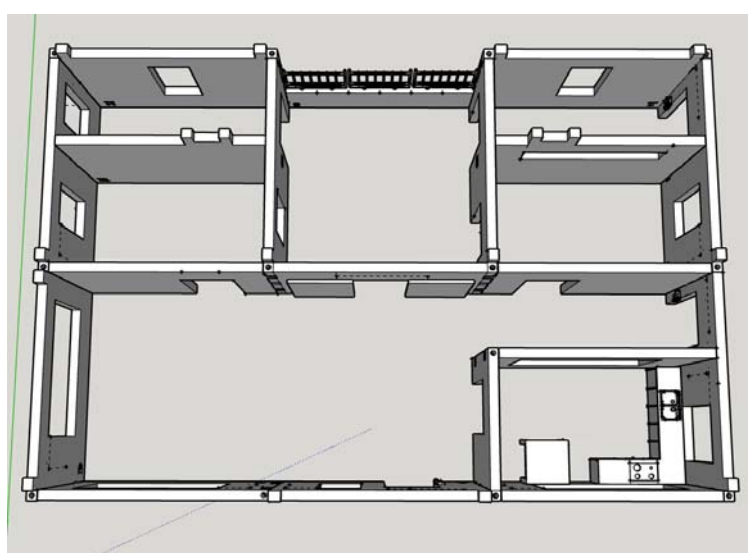
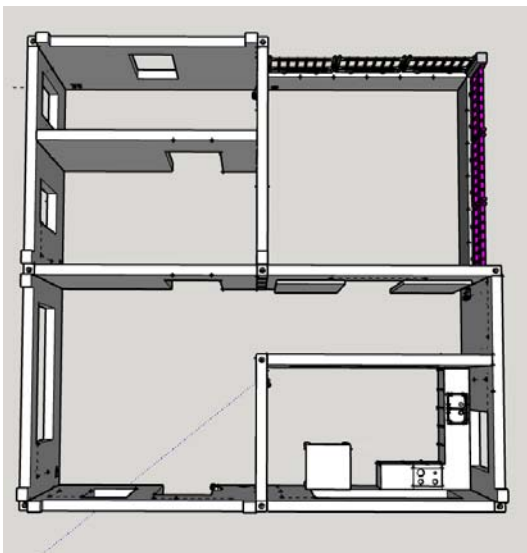
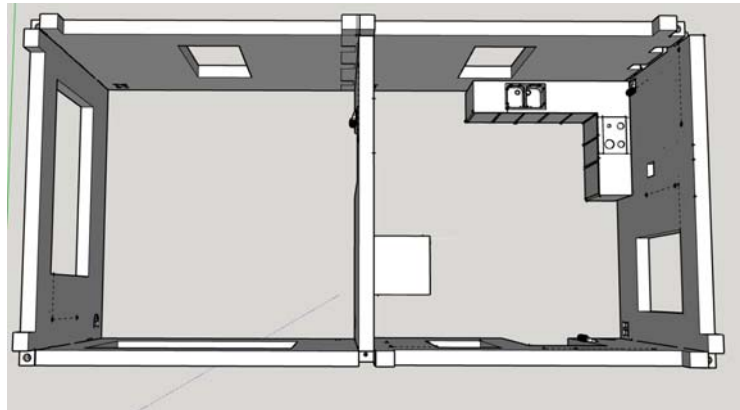
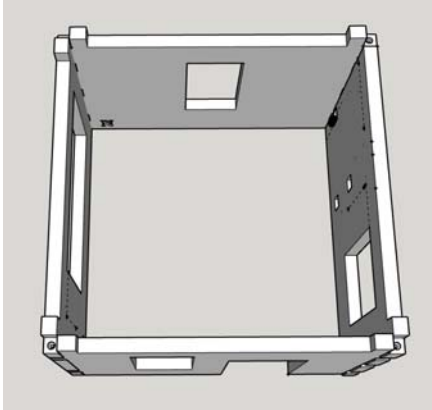
- Paredes Casa 26
- Marcos y cristaleras de ventanas grandes 8 + 8
- Marco y cristalera de ventana mediana cocina 1 + 1
- Marcos y cristaleras pequeñas 9 + 9
- Servomotores de ventanas + puertas 19
- Rejas muro 3
- Puertas 10
- Aire acondicionado 7
- Paredes Garaje 6
- Columnas 2
- Puerta y accesorios 6
- Servomotores 3
- Puertas 2
- Ascensor 6 piezas
- Muros Patio 7
- Rejas muro 11
- Pie de calle 5
- Tejado frontal 7 + 11
- Tejados posteriores 4 + 4
- Calle (pendiente)





Otras posibilidades de la maqueta

Al ser un sistema modular, la maqueta permite tener diferentes formas y dimensiones, según las necesidades; aquí se pueden ver algunos ejemplos.



El resto de sensores, actuadores y control central se puede aplicar de la misma manera, en menor cantidad, pero con las mismas funcionalidades.

En la documentación de Github se mostrarán estos ejemplos con sus correspondientes piezas.

Creative Commons Attribution-NoComercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0)





Agradecimientos

- Más que nunca a Conchita, mi esposa y compañera de aventuras, por su comprensión con los enredos que me pongo.
- A los componentes de Mechatronic Study, Ramon Mayné y César de la Rosa que han colaborado en ideas y en la corrección de los textos.
- A mis hijos Isaac i Ferran, (Web, Github y otros puntos)
- A las nietas Júlia y Naia que me han dejado sus Playmobils para la casa.
- Al arquitecto Carles Ferran, por sus consejos sobre la casa y la iluminación.
- A Josep Ballarà por la carpintería.
- A Ricard Gómez y Oriol Oreo del Punt Multimèdia del Ajuntament de Barcelona, por dejarme un espacio en la Casa del Mig, para poder seguir montando la maqueta. Además, Ricard ha realizado la estructura de programación en C para Arduino.
- A Pablo para que ponga el código QR para facilitar el enlace al sitio web de Github
- A Toni Moreno e InnovaDidactic por su implicación en el proyecto y la donación de material electrónico Keyestudio para la misma.
- A 3D Print BCN donde he aprendido mucho en impresión.
- Y también a una larga lista de personas, que no las quiero nombrar para no dejarme a nadie, que me han apoyado en el proyecto.

