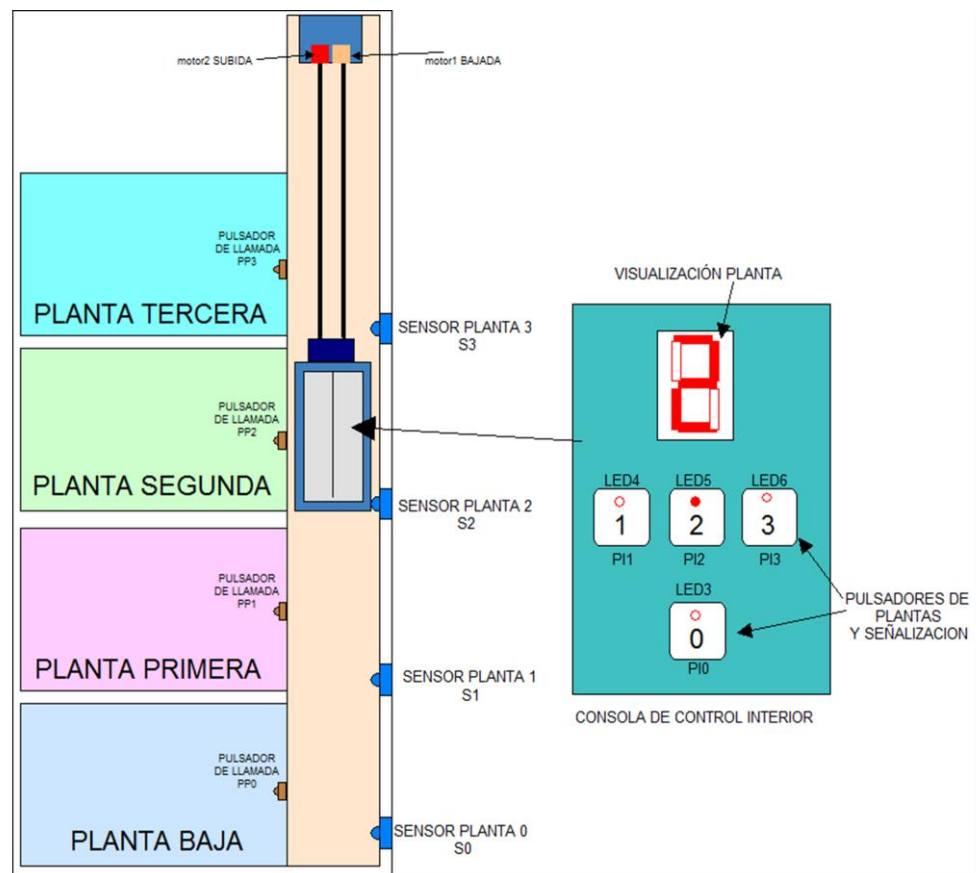


Control de un ascensor de 4 plantas programado en Arduino



Introducción

En este proyecto vamos a diseñar y programar un ascensor de 4 plantas para un edificio programado mediante la tarjeta Arduino UNO R3, se irá comentando y explicando en detalle todos los procedimientos y requisitos necesarios para ello.

Cuando nos referimos a diseñar, en este caso el circuito eléctrico y la programación del proyecto, habrá que disponer de los recursos necesarios: materiales, herramientas adecuadas, instrumentación, databook, etc. que nos sea de ayuda para desarrollar el proyecto.

Principalmente el proyecto tiene el cometido de instalar un ascensor en un bloque de pisos de 4 plantas. Los circuitos electrónicos que se desarrollen controlarán el acceso a las diferentes planta mediante botones y señalizadores de indicación de planta.

Comenzando el diseño

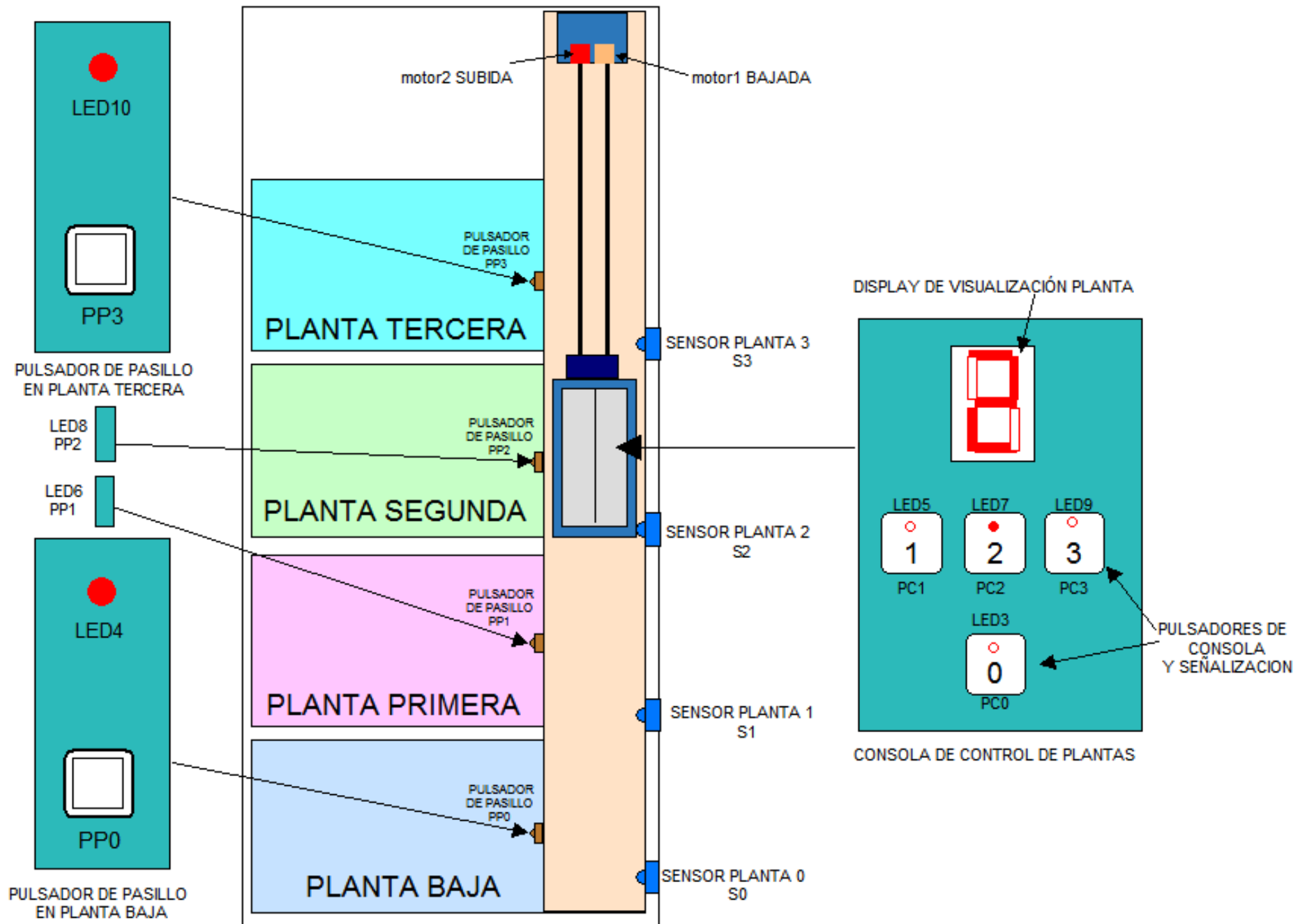
En este primer apartado vamos a introducirnos en describir las partes de que consta el diseño con todos los elementos que se necesitan y constituye el control de un ascensor.

El número de plantas del edificio son cuatro: planta baja, planta primera, planta segunda y planta tercera. En cada planta posee un botón ó pulsador de pasillo que se ilumina cuando llamamos el ascenso a la misma vez que también se ilumina un led dentro del ascensor en la consola de control que permite visualizar el número de planta mediante un display: que vsualiza el 0, 1, 2 o 3 y cuatro pulsadores o botones que corresponde a cada una de las plantas: 0, 1, 2 y 3, que al pulsar cualquiera de ellos se ilumina un diodo LED correspondiente a la planta destino.

Principalmente la información crucial de todo esto nos lo aporta un grupo de cuatro sensores de posicionamiento S0, S1, S2 y S3, instalados fuera del ascensor y en lugares perfectamente instalados que nos indican en cada momento en qué planta se encuentra el ascensor: Planta0, Planta1, Planto2 o Planta3.

Para la subida y bajada del ascensor se dispondrá del control de dos señales: motor1 de bajada y motor2 de subida, mediante la señalización de dos diodos led.

En la siguiente imagen aparece el edificio de cuatro plantas con el ascensor y la consola de control interior y los pulsadores de pasillo en planta. En ésta imagen se muestran las nomenclaturas que se indican en cada elemento que es necesario conocer para identificar cada una de las partes que intervienen en el diseño y programación.



LED10

PP3

PULSADOR DE PASILLO EN PLANTA TERCERA

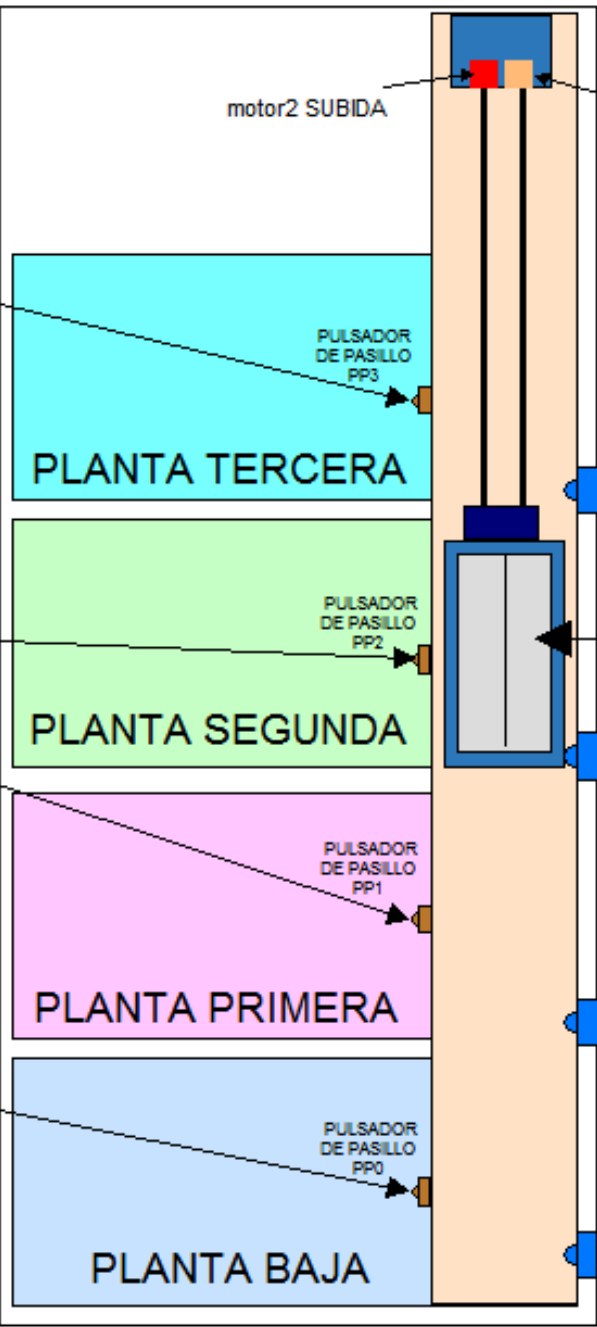
LED8
PP2

LED6
PP1

LED4

PP0

PULSADOR DE PASILLO EN PLANTA BAJA



SENSOR PLANTA 3 S3

SENSOR PLANTA 2 S2

SENSOR PLANTA 1 S1

SENSOR PLANTA 0 S0

DISPLAY DE VISUALIZACIÓN PLANTA

LED5
1
PC1

LED7
2
PC2

LED9
3
PC3

LED3
0
PC0

PULSADORES DE CONSOLA Y SEÑALIZACION

CONSOLA DE CONTROL DE PLANTAS

Partes de que consta el proyecto

A continuación se describen las partes de que consta el proyecto, su utilización y lo diferenciamos de la siguiente forma:

1. **Los sensores de posicionamiento.** Los sensores de posicionamiento son los encargados de indicar la posición que se encuentra el ascensor tanto al circuito decodificador del display como al microcontrolador mediante un codificador 4 a 2. Lo forman 4 bumper o sensores de contacto: S0, S1, S2 y S3, normalmente abiertos, que al desplazarse el ascensor y hacer contacto con uno de los sensores, se cierra el circuito durante el tiempo que el ascensor es detectado por ese sensor.
2. **El visualizador del número de planta.** Éste circuito lo forma un display de 7 segmentos con su correspondiente decodificador y se dedicará a visualizar en la consola interior del ascensor el número de planta donde se va desplazando el ascensor: 0, 1, 2 o 3.
3. **Los pulsadores.** Los pulsadores son los botones que se utilizan bien para llamar al ascensor estando fuera (en el pasillo) y en cualquier planta o bien para ir a cualquier planta estando dentro del ascensor. Por lo tanto existe dos grupos de pulsadores:
 - 1) Pulsadores de llamada en pasillos: PP0, PP1, PP2 y PP3. Éstos están situados exteriormente en cada una de las plantas: Planta baja PP0, Planta primera PP1, Planta segunda PP2 y Planta tercera PP3.
 - 2) Pulsadores de consola del ascensor: PC0, PC1, PC2 y PC3. Éstos están situados dentro del ascensor en la consola de control con la numeración 0, 1, 2 y 3.
4. **Los indicadores luminosos de planta.** Se encuentran instalados internamente en los pulsadores de pasillos y en los pulsadores de la consola de control dentro del ascensor. Los forman un grupo de 8 diodos LED: LED3, LED4, LED5, LED6, LED7, LED8, LED9 y LED10 que nos señala cuando pulsamos una de las plantas: Planta 0, Planta 1, Planta 2 o Planta 3.

Tanto en el caso de los pulsadores de pasillos como los de consola van conectados mediante puertas lógicas OR al microcontrolador, de forma paralela, lo mismo ocurre con los diodos LED que también están en paralelo dos LED por planta, ejemplo, si pulsamos el botón 2 de la consola interior del

ascensor para ir a la planta 2 se encenderá el LED7 y el LED8 del pulsador de pasillo de la planta 2.

PULSADORES DE CONSOLA		PULSADORES DE PASILLOS	
PULSADOR	LED	PULSADOR	LED
PC0	LED3	PP0	LED4
PC1	LED5	PP1	LED6
PC2	LED7	PP2	LED8
PC3	LED9	PP3	LED10

5. **El movimiento del motor.** En este caso se ha dispuesto de solamente de dos diodos LED para identificar y señalar el motor de subida LED2 y el motor de bajada LED1, esto es, cuando se acciona un pulsador de pasillo o de consola se activará el motor2 de subida o el motor1 de bajada. Esto es una forma simbólica de señalización para nuestro proyecto, la actuación de un motor de potencia habrá que sustituir los diodos LED por un circuito electrónico formado de un optoacoplador conectado a un relé para poder activar elementos de mayor potencia.
6. **El Microcontrolador.** El microcontrolador utilizado en este proyecto es el ATmega328P-Pu de 8 bits que se programa mediante la tarjeta de programación de Arduino UNO. En nuestro proyecto este microcontrolador es el centro y control de todas las operaciones de entradas y salidas, temporizaciones, etc. de nuestro diseño. Para ello, utilizaremos 6 puertos de datos de entrada y 4 de salidas y dos puertos analógicos de salida.
7. **La alimentación.** Todo el diseño de nuestro circuito eléctrico trabaja con una tensión de 5 voltios en continua y estabilizada.

Circuito de sensores de posicionamiento y visualización de planta

Esta parte del diseño es una de la más importante, ya que aquí se determina la información de la posición del ascensor para poder señalar y visualizar en que planta se encuentra y a la misma vez indicar al microcontrolador en que planta estamos.

Para que el display se encienda solamente los números 0, 1, 2 y 3 el circuito integrado IC1 es un decodificador TTL 74LS47N con entradas en BCD, para ello, nos hace falta

utilizar solamente las dos entradas A y B de menor peso, poniendo éstas y las otras dos entradas C y D mediante las resistencias R8, R9, R10 y R11 de 4K7 a masa GND.

Por lo tanto utilizamos la siguiente tabla para identificar los valores de las entradas A y B y la relación del dígito del display que se enciende:

B	A	SE ENCIENDE
0	0	0
0	1	1
1	0	2
1	1	3

Con estos valores binarios a la entrada A y B se encenderían únicamente el 0, el 1, el 2 y el 3, que correspondería a las plantas 0, 1, 2 y 3.

La salida del decodificador en BCD de 7 segmentos se conecta a un display, en este caso, en ánodo común, la tensión de alimentación +5Vcc tiene que conectarse al terminal de +V del display. Por lo tanto las salidas del decodificador tienen que ser a nivel bajo para que se encienda los diodos LED del display y se le coloca una protección de 7 resistencias en serie de 220 Ω de $\frac{1}{4}$ vatio.

Para activar estas numeraciones necesariamente tenemos que tener unos sensores de contacto o bumper, normalmente abierto, que se instalen en el lugar adecuado para detectar el paso y por lo tanto la posición de la cabina del ascensor. Estos sensores utilizados en nuestro diseño son pequeños micro pulsadores normalmente abiertos que para nuestro caso es más que suficiente.

El número de sensores utilizados son cuatro: S0, S1, S2 y S3, uno por planta. Para el control del display necesitamos solamente dos entradas, para ello, tenemos que utilizar un codificador 4 a 2 cuyas salidas la llamaremos sensor1 y sensor2.

Como podrás imaginar un codificador se podría definir como un circuito combinacional, con un número de entradas y un número de salida tal que cuando se active una entrada, las salidas ofrezcan un estado único, o código, para dicha entrada. En este caso el codificador lo diseñamos utilizando la lógica de los circuitos combinacionales.

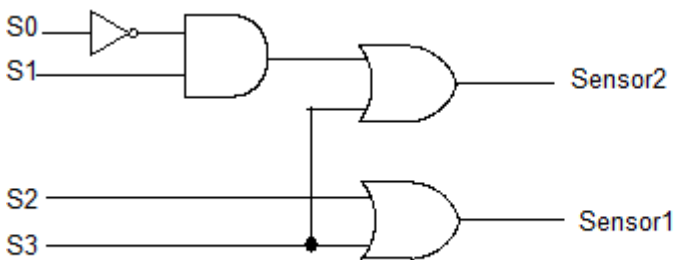
Estableciendo la siguiente tabla para cuatro sensores de entradas y dos salidas:

Entradas de sensores				Salida		Correspondencia
S3	S2	S1	S0	Sensor1	Sensor2	Plantas
0	0	0	1	0	0	0
0	0	1	0	0	1	1
0	1	0	0	1	0	2
1	0	0	0	1	1	3

La expresión lógica quedaría de la siguiente forma:

$$\overline{S0} * S1 + S3 = \text{Sensor2}$$

$$S2 + S3 = \text{Sensor1}$$



Esto se interpreta de la siguiente forma:

- 1) El sensor S0 (planta baja) si se activa a nivel alto tendremos un nivel bajo en la entrada de la puerta AND mediante el inversor y un nivel bajo a la salida del Sensor2 estableciéndose el valor lógico de [00].
- 2) Si el sensor S1 (planta primera) se activa con un nivel alto y al estar S0 desactivado tendremos en la puerta AND dos entradas con niveles altos y a la salida de la AND un nivel alto y por lo tanto tendremos a la salida de la puerta OR sensor2 un 1 y en el sensor 1 un 0, el valor lógico sería [01].
- 3) Si el sensor S2 (planta segunda) se activa a nivel alto directamente se produce un nivel alto a la salida de la puerta OR del Sensor1 y el sensor2 un nivel bajo, por lo tanto tendremos el valor lógico [10].
- 4) Si el sensor S3 (planta tercera) se activa a nivel alto tendremos directamente a la entrada de las dos puertas OR un nivel alto, cuya salida de nivel alto la tendremos tanto en el sensor1 y el sensor2 y el valor lógico sería [11].

Las posibilidades de que se cuele la activación de cualquier otro sensor estando uno de ellos activado, son muy remotas, puesto que el paso de la cabina del ascensor por los sensores deben estar perfectamente bien colocados y sincronizados, evitando rebotes de los mismos. Las dos resistencias de $470\ \Omega$ se conectan a los sensores S2 y S3 a masa y dos resistencias de 1K para los sensores S0 y S1 que se conectan a masa GND, éstas nos sirven para definir el nivel lógico bajo o 0 voltios para cuando se cierre el sensor de contactos, normalmente abierto, se produzca una buena conmutación de 5 voltios suficiente para obtener un nivel alto y no se produzcan fluctuaciones.

Estas mismas salidas del sensor1 y sensor2 que se conectan a las entradas del decodificador IC1 A y B, también se conectan a las entradas de datos del puerto PD2 y PD4 del microcontrolador IC2 para utilizarla como niveles de datos condicionantes para la programación (ver esquema eléctrico).

Los pulsadores de consola y de pasillos

Los pulsadores de consola son los que se encuentran dentro de la cabina del ascensor para el control y visualización del número de planta. Estos son PC0 → Planta 0, PC1 → Planta primera, PC2 → Planta segunda y PC3 → Planta tercera. Van conectados mediante puertas lógicas OR a los puertos de entrada de datos PD3, PD5, PD6 y PD11 del microcontrolador IC2. Tienen cada pulsador una resistencia de 1K conectada a masa GND que establece el nivel lógico bajo o 0 voltios para cuando pulsamos aplicamos un nivel alto o 5 voltios.

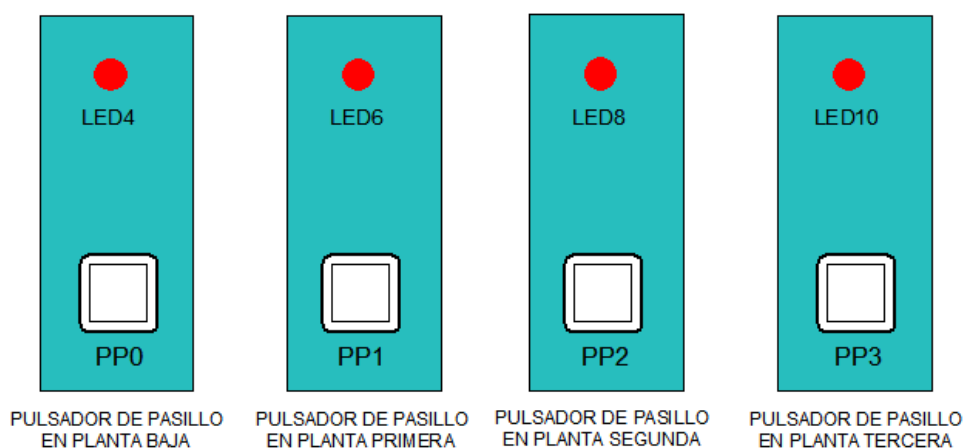
Cuando se pulsa cualquier pulsador se enciende un LED de señalización de planta y la activación del motor de subida o de bajada según nos indique el sensor de posicionamiento de planta donde está detenido el ascensor.

Por ejemplo, estamos dentro del ascensor en la planta tercera, el visualizador de consola indica el número 3 y, queremos bajar a la planta baja (Planta0), pulsamos el botón 0 (PC0) y se enciende el LED3 de consola y el LED4 de pasillo, seguidamente se activa el motor1 de bajada, cuando llega a la planta baja el visualizador de planta indica 0, el LED3 y LED4 se apagan y el motor1 de bajada se desactiva. Si estamos en la planta baja, se visualiza en el display 0, y pulsamos el botón 2 PC2 para ir a la planta segunda, se enciende el LED7 de consola y el LED8 de pasillo y se activa el motor2 de

subida, cuando llega a la planta segunda el visualizador de planta indica 2 y se apaga el LED7 y LED8 y se detiene el motor2 de subida.



Los pulsadores de pasillo de planta: PP0, PP1, PP2 y PP3 tienen la misma conexión que los pulsadores de consola PC0, PC1, PC2 y PC3 para el control interno del ascensor. Los pulsadores de pasillo se encuentran instalados exteriormente cerca de la puerta del ascensor cuya función es llamar el ascensor esté en cualquier planta del edificio. Por ejemplo, si nos encontramos en la planta segunda y pulsamos el pulsador de pasillo PP2 se encenderá el LED8 de pasillo y el LED7 de la consola del ascensor. Al encontrarse el ascensor en la planta 3, se activa el motor1 de bajada y el ascensor bajará a la planta 2 y cuando el sensor detecte la posición S2 desactiva el motor1 y apagará los LED7 y LED8,



Microcontrolador IC2 ATmega 328P-PU

El modelo del microcontrolador utilizado en éste proyecto es un ATmega 328P. Un microcontrolador de 8 bits que puede gestionar instrucciones de una longitud de 8 bits o lo que es lo mismo 1 byte. La velocidad de proceso es de 16MHz y su formato es DIP de 28 pines.

Posee varios tipos de memoria: la flash que es donde se almacena los programas, la SRAM es la encargada de almacenar los datos resultantes de la ejecución de las instrucciones del programa y por último la memoria EEPROM que es de solo lectura, es donde está grabadas las librerías necesarias para interpretar los programas de Arduino.

La alimentación de este microcontrolador es de 5 voltios.

Posee 14 puertos digitales y 5 analógicos configurables como entradas y salidas. En este proyecto utilizamos 10 puertos digitales y 2 puertos analógicos:

- 4 puertos digitales de entrada para los pulsadores: PD3, PD5, PD6 y PD11.
- 4 puertos digitales de salida para los LEDs: PD7, PD8, PD9 y PD10.
- 2 puertos digitales de entrada para los sensores: PD2 y PD4.
- 2 puertos analógicos de salida para los motores: A0 y A1.

Alimentación del circuito eléctrico

Para este proyecto es necesario aplicar una tensión de 5 voltios en continua que esté muy bien filtrada y estabilizada para alimentar todos los dispositivos, sensores, display, circuitos integrados y puertas lógicas que forman el circuito eléctrico de este proyecto. (Ver esquema eléctrico, pág. 20).

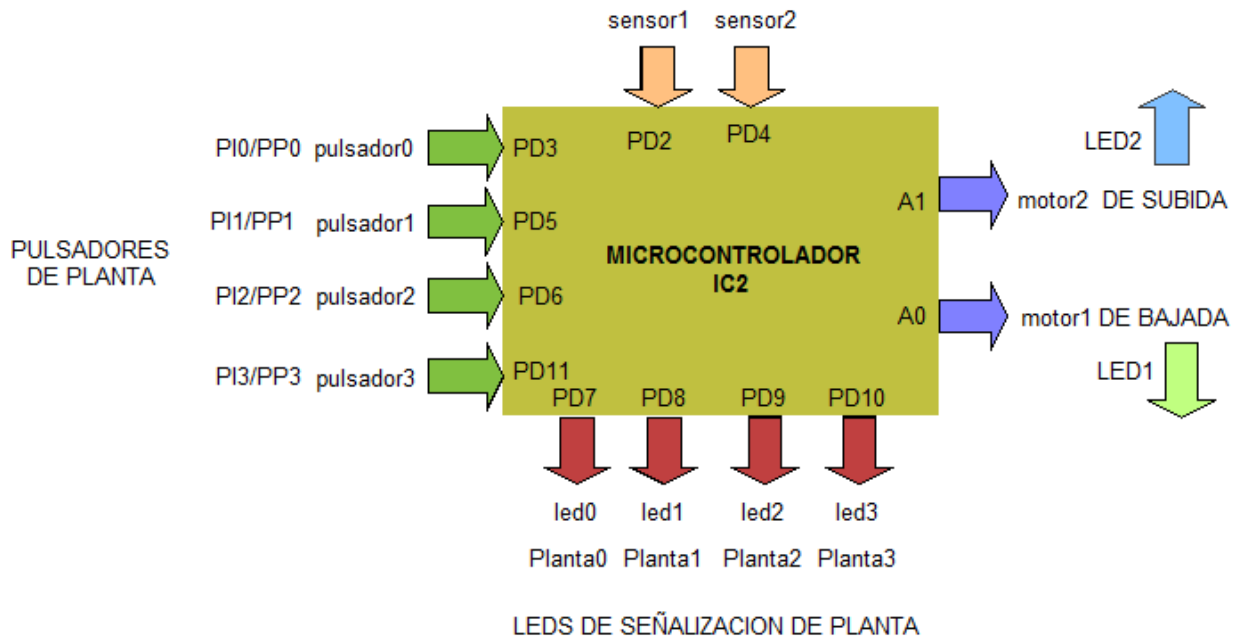
Para este caso se utiliza un regulador de 5 voltios L7805 con encapsulado TO220 con una tensión continua a la entrada a partir de unos 8 voltios hasta 12 voltios bien filtrada.

Este tipo de circuito integrado de tres patas es un regulador de voltaje positivo que posee como característica principal que puede ofrecer a la salida un máximo de 1,5 amperios, si la fuente de entrada lo proporciona, está preparado para proteger de una sobrecarga por sobre temperatura y protección por cortocircuito a la salida.



Programación en Arduino

En este apartado se va a describir todos los elementos utilizados para la programación en Arduino. Fíjate en la siguiente imagen donde se muestran las entradas y salidas de todos los dispositivos que se utilizan en este proyecto. Si observas hay 6 salidas y 6 entradas.



A partir de aquí se puede ir dando forma a la programación con los datos expuestos, como ejemplo indico algunas secuencias en la programación.

Entramos en el edificio y estamos en la planta baja (Planta0) y llamamos el ascensor que se encuentra en la planta tercera (Planta3), los estados de los sensores son $\text{sensor1}=1$ y $\text{sensor2}=1$, seguidamente pulsamos el botón de llamada pulsador0 PP0 y se enciende el LED3 (Planta0) y se pone en marcha el motor1 de bajada, cuando llega el ascensor a la planta baja, estado de los sensores $\text{sensor1} = 0$ y $\text{sensor2}=0$, entramos y vemos en el display de visualización el número 0, seguidamente pulsamos el botón PC2 pulsador2, de la consola de control interior, para ir a la planta segunda, se enciende el LED7 y LED8 (Planta2) y se pone en marcha el motor2 de subida cuando llega a la planta segunda, tenemos los sensores $\text{sensor1}= 1$ y $\text{sensor2}=0$, el display indica el 2 y se apagan los LED7 y LED8 y se detiene el motor2 de subida.

Otra secuencia sería que estamos en la planta primera y queremos ir a la planta tercera, llamamos al ascensor que se encuentra en la planta baja (Planta0) y pulsamos el pulsador de pasillo PP1 pulsador1, y se enciende el LED6 y el LED5 de la consola del ascensor, cuando llega el ascensor los niveles de los sensores toman los valores siguientes: $\text{sensor1}=0$ y $\text{sensor2}= 1$, en la consola se visualiza el número 1, pulsamos

seguidamente el botón 3, pulsador3, y se enciende el LED9 y LED10 del pulsador de pasillo y se pone en marcha el motor2 de subida cuando llega a la planta tercera se apaga el LED9 y el LED10 y se detiene el motor2 de subida y los estados de los sensores toman los valores siguientes: sensor1 = 1 y sensor2 =1 y se visualiza en el display de la consola el número 3.

En la siguiente tabla se muestra los estados digitales que adquieren los sensores sensor1 y sensor2 que se conectan al decodificador IC1 y a los puertos digitales PD2 y PD4 de IC2.

Estado de los Sensores		
sensor1	sensor2	Visualización planta
LOW	LOW	0
LOW	HIGH	1
HIGH	LOW	2
HIGH	HIGH	3

En esta otra tabla se muestra todas las secuencias del movimiento del ascensor:

Planta origen	Planta destino	sensor1 sensor2 origen	sensor1 sensor2 destino	Pulsadores pasillo y consola	LED pasillo y consola	motor2 subida motor1 bajada
Planta0	Planta1	0-0	0-1	pulsador1	led1	motor2
Planta0	Planta2	0-0	1-0	pulsador2	led2	motor2
Planta0	Planta3	0-0	1-1	pulsador3	led3	motor2
Planta1	Planta0	0-1	0-0	pulsador0	led0	motor1
Planta1	Planta2	0-1	1-0	pulsador2	led2	motor2
Planta1	Planta3	0-1	1-1	pulsador3	led3	motor2
Planta2	Planta0	1-0	0-0	pulsador0	led0	motor1
Planta2	Planta1	1-0	0-1	pulsador1	led1	motor1
Planta2	Planta3	1-0	1-1	pulsador3	led3	motor2
Planta3	Planta0	1-1	0-0	pulsador0	led0	motor1
Planta3	Planta1	1-1	0-1	pulsador1	led1	motor1
Planta3	Planta2	1-1	1-0	pulsador2	led2	motor1

Instrucciones y códigos del programa

```
/* Programacion del control de un ascensor de cuatro plantas en arduino*/

int sensor1=2;      // se declara sensor1 planta 2 y 3 puerto PD2
int sensor2=4;      // se declara sensor2 plantas 0 y 1 puerto PD4
int motor1=A0;      // se declara motor1 de bajada en el puerto analogico A0
int motor2=A1;      // se declara motor2 de subida en el puerto analogico A1
int led0=7;         // se declara led señalizacion cuando pulsamos planta 0
int led1=8;         // se declara led señalizacion cuando pulsamos planta 1
int led2=9;         // se declara led señalizacion cuando pulsamos planta 2
int led3=10;        // se declara led señalizacion cuando pulsamos planta 3
int pulsador0=3;    // se declara pulsador 0 en el puerto digital PD3
int pulsador1=5;    // se declara pulsador 1 en el puerto digital PD5
int pulsador2=6;    // se declara pulsador 2 en el puerto digital PD6
int pulsador3=11;   // se declara pulsador 3 en el puerto digital PD11
int valorsensor1;   // se declara variable valor sensor 1
int valorsensor2;   // se declara variable valor sensor 2
int valorpulsador1; // se declara variable pulsador 1
int valorpulsador2; // se declara variable pulsador 2
int valorpulsador0; // se declara variable pulsador 0
int valorpulsador3; // se declara variable pulsador 3

void setup() {

    // se establecen las instrucciones de entradas y salidas de los pines

    pinMode (sensor1, INPUT);    // se establece pin de entrada sensor1
    pinMode (sensor2, INPUT);    // se establece pin de entrada sensor2
    pinMode (pulsador1, INPUT);  // se establece pin de entrada boton 1
    pinMode (pulsador2, INPUT);  // se establece pin de entrada boton 2
    pinMode (pulsador0, INPUT);  // se establece pin de entrada boton 0
    pinMode (pulsador3, INPUT);  // se establece pin de entrada boton 3
    pinMode (motor1, OUTPUT);    // se establece pin de salida motor1
    pinMode (motor2, OUTPUT);    // se establece pin de salida motor2
    pinMode (led0, OUTPUT);      // se establece pin de salida led0 para señalar
    planta0
    pinMode (led1, OUTPUT);      // se establece pin de salida led1 para señalar
    planta1
    pinMode (led2, OUTPUT);      // se establece pin de salida led2 para señalar
    planta2
    pinMode (led3, OUTPUT);      // se establece pin de salida led3 para señalar
    planta3
}

void loop() {

    // se configuran las variables de entradas de lectura para pulsadores y
    sensores.
    valorsensor1= digitalRead (sensor1);    // leo valor sensor1
    valorsensor2= digitalRead (sensor2);    // leo valor sensor2
    valorpulsador0= digitalRead (pulsador0); // leo valor pulsador 0
    valorpulsador1= digitalRead (pulsador1); // leo valor pulsador 1
    valorpulsador2= digitalRead (pulsador2); // leo valor pulsador 2
    valorpulsador3= digitalRead (pulsador3); // leo valor pulsador 3
```

```
/*Debido a los retardos en las instrucciones del programa los pulsadores no actuan de inmediato y hay que dejarlo pulsado un breve tiempo */
```

```
// estoy en la planta 0 y pulso el boton 1 para ir a la planta 1
```

```
if (valorpulsador1==HIGH && valorsensor1==LOW && valorsensor2==LOW){  
    digitalWrite(led1, HIGH); //enciende el led planta 1  
    delay (100); //espera  
    digitalWrite(motor2,HIGH); //activa el motor 2 de subida  
    delay(5000);} //espera  
if (valorsensor1==LOW && valorsensor2==HIGH){  
    digitalWrite(led1,LOW); //apaga el led de señalizacion planta 3  
    delay(100);  
    digitalWrite(motor2,LOW); //desactiva el motor 2 de subida  
    delay(100);}
```

```
// estoy en la planta 0 y pulso el boton 2 para ir a la planta 2
```

```
if (valorpulsador2==HIGH && valorsensor1==LOW && valorsensor2==LOW){  
    digitalWrite(led2,HIGH); //enciende el led planta 2  
    delay (100); //espera  
    digitalWrite(motor2,HIGH); //activa el motor 2 de subida  
    delay(10000);} //espera  
if (valorsensor1==HIGH && valorsensor2==LOW){  
    digitalWrite(led2,LOW); //apaga el led de señalizacion planta 2  
    delay(100);  
    digitalWrite(motor2,LOW); //desactiva el motor 2 de subida  
    delay(100);}
```

```
// estoy en la planta 0 y pulso el boton 3 para ir a la planta 3
```

```
if (valorpulsador3==HIGH && valorsensor1==LOW && valorsensor2==LOW){  
    digitalWrite(led3, HIGH); //enciende el led planta 3  
    delay (100);  
    digitalWrite(motor2,HIGH); //activa el motor 2 de subida  
    delay(15000);}  
if (valorsensor1==HIGH && valorsensor2==HIGH){  
    digitalWrite(led3,LOW); //apaga el led de señalizacion planta 3  
    delay(100);  
    digitalWrite(motor2,LOW); //desactiva el motor 2 de subida  
    delay(100);}
```

```
// estoy en la planta 1 y pulso el boton 0 para ir a la planta 0
```

```
if (valorpulsador0==HIGH && valorsensor1==LOW && valorsensor2==HIGH){  
    digitalWrite(led0, HIGH); //enciende el led planta 0  
    delay(100); //espera  
    digitalWrite(motor1,HIGH); //activa el motor 1 de bajada  
    delay(6000);} //espera  
if (valorsensor1==LOW && valorsensor2==LOW){  
    digitalWrite(led0,LOW); //apaga el led de señalizacion planta 0  
    delay(100);  
    digitalWrite(motor1,LOW); //desactiva el motor 1 de bajada  
    delay(100);}
```

```

// estoy en la planta 1 y pulso el boton 2 para ir a la planta 2
if (valorpulsador2==HIGH && valorsensor1==LOW && valorsensor2==HIGH){
digitalWrite(led2, HIGH); //enciende el led planta 2
delay(100);
digitalWrite(motor2,HIGH); //activa el motor 2 de subida
delay(6000);}
if (valorsensor1==HIGH && valorsensor2==LOW){
digitalWrite(led2,LOW); //apaga el led de señalizacion planta 2
delay(100);
digitalWrite(motor2,LOW); //desactiva el motor 2 de subida
delay(100);}

// estoy en la planta 1 y pulso el boton 3 para ir a la planta 3
if (valorpulsador3==HIGH && valorsensor1==LOW && valorsensor2==HIGH){
digitalWrite(led3, HIGH); //enciende el led planta 3
delay(100);
digitalWrite(motor2,HIGH); //activa el motor 2 de subida
delay(10000);} //espera
if (valorsensor1==HIGH && valorsensor2==HIGH){
digitalWrite(led3,LOW); //apaga el led de señalizacion planta 3
delay(100);
digitalWrite(motor2,LOW); //desactiva el motor 2 de subida
delay(100);}

// estoy en la planta 2 y pulso el boton 0 para ir a la planta 0
if (valorpulsador0==HIGH && valorsensor1==HIGH && valorsensor2==LOW){
digitalWrite(led0, HIGH); //enciende el led planta 0
delay (100);
digitalWrite(motor1,HIGH); //activa el motor 2 de bajada
delay(10000);}
if (valorsensor1==LOW && valorsensor2==LOW){
digitalWrite(led0,LOW); //apaga el led de señalizacion planta 0
delay(100);
digitalWrite(motor1,LOW); //desactiva el motor 1 de bajada
delay(100);}

// estoy en la planta 2 y pulso el boton 1 para ir a la planta 1
if (valorpulsador1==HIGH && valorsensor1==HIGH && valorsensor2==LOW){
digitalWrite(led1, HIGH); //enciende el led planta 3
delay (100);
digitalWrite(motor1,HIGH); //activa el motor 1 de bajada
delay(6000);} //espera
if (valorsensor1==LOW && valorsensor2==HIGH){
digitalWrite(led1,LOW); //apaga el led de señalizacion planta 1
delay(100);
digitalWrite(motor1,LOW); //desactiva el motor 1 de bajada
delay(100);}

// estoy en la planta 2 y pulso el boton 3 para ir a la planta 3
if (valorpulsador3==HIGH && valorsensor1==HIGH && valorsensor2==LOW){
digitalWrite(led3, HIGH); //enciende el led planta 3
delay(100);

```

```

    digitalWrite(motor2,HIGH); //activa el motor 2 de subida
    delay(6000);}
if (valorsensor1==HIGH && valorsensor2==HIGH){
    digitalWrite(led3,LOW); //apaga el led de señalizacion planta 3
    delay(100);
    digitalWrite(motor2,LOW); //desactiva el motor 2 de subida
    delay(100);}

    // estoy en la planta 3 y pulso el boton 0 para ir a la planta 0

if (valorpulsador0==HIGH && valorsensor1==HIGH && valorsensor2==HIGH){
    digitalWrite(led0, HIGH); //enciende el led planta 0
    delay (100);
    digitalWrite(motor1,HIGH); //activa el motor 1 de bajada
    delay(10000);} //espera
if (valorsensor1==LOW && valorsensor2==LOW){
    digitalWrite(led0,LOW); //apaga el led de señalizacion planta 3
    delay(100);
    digitalWrite(motor1,LOW); //desactiva el motor 1 de bajada
    delay(100);}

    // estoy en la planta 3 y pulso el boton 1 para ir a la planta 1

if (valorpulsador1==HIGH && valorsensor1==HIGH && valorsensor2==HIGH){
    digitalWrite(led1, HIGH); //enciende el led planta 1
    delay(100);
    digitalWrite(motor1,HIGH); //activa el motor 1 de bajada
    delay(10000);}
if (valorsensor1==LOW && valorsensor2==HIGH){
    digitalWrite(led1,LOW); //apaga el led de señalizacion planta 1
    delay(100);
    digitalWrite(motor1,LOW); //desactiva el motor 1 de bajada
    delay(100);}

    // estoy en la planta 3 y pulso el boton 2 para ir a la planta 2

if (valorpulsador2==HIGH && valorsensor1==HIGH && valorsensor2==HIGH){
    digitalWrite(led2, HIGH); //enciende el led planta 2
    delay(100);
    digitalWrite(motor1,HIGH); //activa el motor 1 de bajada
    delay(1000);}
if (valorsensor1==HIGH && valorsensor2==LOW){
    digitalWrite(led2,LOW); //apaga el led de señalizacion planta 2
    delay(100);
    digitalWrite(motor1,LOW); //desactiva el motor 1 de bajada
    delay(100);}
}

```


Descripción del circuito eléctrico y su esquema

En el esquema eléctrico se representan todas las conexiones de circuitos y componentes utilizados en el proyecto, entre estos están:

1. **Circuito decodificador y display de 7 segmentos.** Éste circuito lo forma un display de 7 segmentos en ánodo común DLP1 con su correspondiente decodificador IC1 74LS47N en BCD. Se utiliza únicamente las entradas en BCD A y B para obtener la visualización del 0 (0-0), el 1 (0-1) el 2 (1-0) y el 3 (1-1). Para la protección y limitación de la corriente de los diodos del display se colocan 7 resistencias de $220\ \Omega$ en serie con la salida del decodificador que se activa a nivel bajo (0). Para definir el nivel lógico a la entrada A, B, C y D se colocan 4 resistencias de 4K7 a masa.
2. **Circuito codificador 4 a 2 para los sensores de posicionamiento.** Los sensores de posicionamiento son los encargados de indicar la posición que se encuentra la cabina del ascensor al circuito decodificador del display mediante un codificador 4 a 2. Este codificador realizado con puertas lógicas NOT, AND y OR → IC3, IC4 e IC5 reciben a sus entradas los cuatro sensores de contacto: S0, S1, S2 y S3, normalmente abiertos, al cerrarse uno de los sensores se produce un nivel lógico alto a la entrada del codificador con un nivel lógico de salida única. Por lo tanto solamente se debe dar el caso de que se active un solo sensor. Para definir los niveles lógicos de entrada se colocan cuatro resistencias a masa GND, dos de 1K y dos de $470\ \Omega$.
3. **Circuito de pulsadores de pasillo y consola.** El circuito de pulsadores son los botones que se utilizan tanto para llamar el ascensor como ir a la planta deseada. Sus contactos son normalmente abiertos y consta de cuatro grupo de dos pulsadores, pulsador de consola y pulsador de pasillo, conectados a una puerta OR, de dos entradas, del IC6 7432.
Para definir el nivel lógico a la entrada se colocan a las 8 entradas del IC6 una resistencia de 1K a masa.
4. **Circuito de diodos LED para señalización de pasillo y consola.** Este circuito lo forman un grupo de 8 diodos LED: LED3, LED4, LED5, LED6, LED7, LED8, LED9 y LED10 que se iluminan cuando pulsamos un botón de uno de los pasillos de planta o de la consola. El circuito consta de 4 grupos de 2 diodos LED en paralelo uno para el pulsador de consola y otro para el pulsador de pasillo para cada planta. Se conectan a cuatro inversores IC3 7404 que viene del

microcontrolador y para proteger y limitar la corriente se le colocan en serie una resistencia de 470Ω .

5. **Circuito indicadores para motor de subida y bajada.** Estos indicadores son dos diodos led LED1 y LED2 que identifica y señalizan cuando se activa el motor de subida y el motor de bajada mediante la salida en la programación del microcontrolador IC2, A0 y A1. Se incluye en la PCI1 un terminal bloque de dos contactos TB6 para añadir, opcionalmente, un circuito que permita activar un dispositivo de mayor potencia.
6. **Circuito Microcontrolador.** El microcontrolador IC2 ATmega328P-Pu realiza todas las funciones de control de los dispositivos de entrada y salidas: sensores, pulsadores y señalizadores. Está programado en la placa de Arduino UNO. Se utilizan 6 puertos de entradas PD2, PD3, PD4, PD5, PD6 y PD11, y 6 de salida, PD7, PD8, PD9, PD10, A0 y A1. La frecuencia de reloj lo proporciona XT1 un cristal de cuarzo de 16MHz.
7. **Circuito de alimentación.** Para una correcta regulación de la tensión de alimentación para todo el circuito y dispositivos se utiliza el IC7 L7805 que es un regulador positivo de 5 voltios con encapsulado TO220 y los condensadores de filtro C4 y C5. Únicamente se precisará de añadir exteriormente de un transformador de 230VCA con salida de 9 voltios alterna de 1 amperio, un puente rectificador y un buen filtro a condensador para obtener una tensión continua de 8 a 12 voltios, que se aplica a la entrada de alimentación TB1.
8. **Circuito de RESET.** En el caso de que se produzca un bloqueo de la tarjeta por cualquier motivo, o su funcionamiento no sea el correcto, se ha añadido un pulsador de reset, formado por el SW5 al pin 1 de IC2 y la resistencia R34 de 10K a +Vcc, que inicializa el microcontrolador sin tener que cortar la alimentación.

Materiales y componentes necesarios

R1, R2, R3, R4, R5, R6 y R7 = Resistencias de $\frac{1}{4}$ W de 220Ω .

R8, R9, R10 y R11 = Resistencias de $\frac{1}{4}$ W de 4K7.

R12, R13, R16, R17, R26, R27, R28, R29, R30, R31, R32 y R33 = Resistencias de $\frac{1}{4}$ W de 470Ω .

R14, R15, R18, R19, R20, R21, R22, R23, R24 y R25 = Resistencias de $\frac{1}{4}$ W de 1K.

R34 = Resistencia de $\frac{1}{4}$ W de 10K

C1 y C2 = Condensadores cerámicos de disco de 22pF

C3 y C6 = Condensadores poliéster de $0,1\mu\text{F}/63\text{V}$

C5 = Condensador de poliéster de $0,33\mu\text{F}/63\text{V}$

C4 = Condensador electrolítico de $220\mu\text{F}/10\text{V}$

XT1 = Cristal de cuarzo de 16MH.

DLP = Display de 7 segmentos de ánodo común.

LED1 y LED2 = Diodos LED de 3mm color rojo.

LED3, LED4, LED5, LED6, LED7, LED8, LED9 y LED10 = Diodos LED rojo de alta luminosidad de 5 mm.

SW1 = Micropulsador normalmente abierto para RESET

S0, S1, S2 y S3 = Sensores de contacto normalmente abiertos

PC1, PC2, PC3, PC4 = Micropulsadores de consola normalmente abiertos

PP1, PP2, PP3 y PP4 = Micropulsadores de pasillo normalmente abiertos

IC1 = Circuito integrado 74LS47N DIP16 pines

IC2 = Microcontrolador ATmega328P-PU DIP 28 pines

IC3 = 74LS04 6 INVERSORES NOT DIP14

IC4 = 74LS08 4 PUERTAS AND DIP14

IC5 y IC6 = 74LS32 4 PUERTAS OR DIP14

IC7 = L7805 Regulador positivo de 5Vtios encapsulado TO220.

TB1, TB2, TB4, TB6 y TB11 = Terminales de bloque de dos contactos atornillados.

TB3 y TB5 = Terminales de bloque de cuatro contactos atornillados.

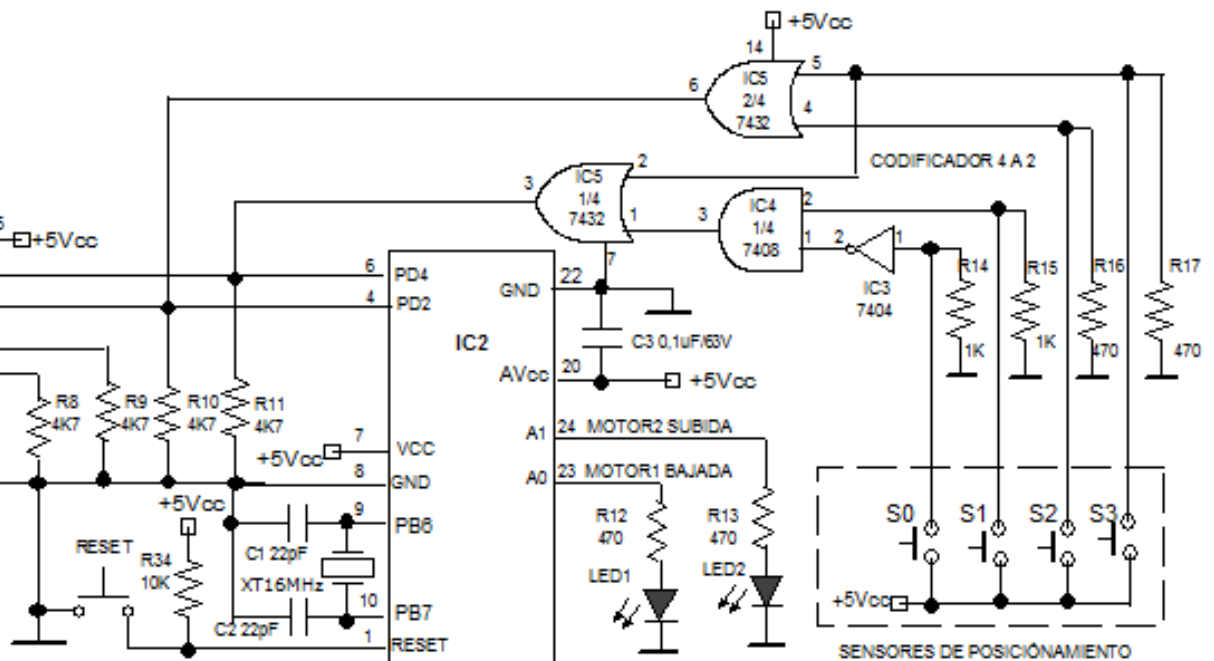
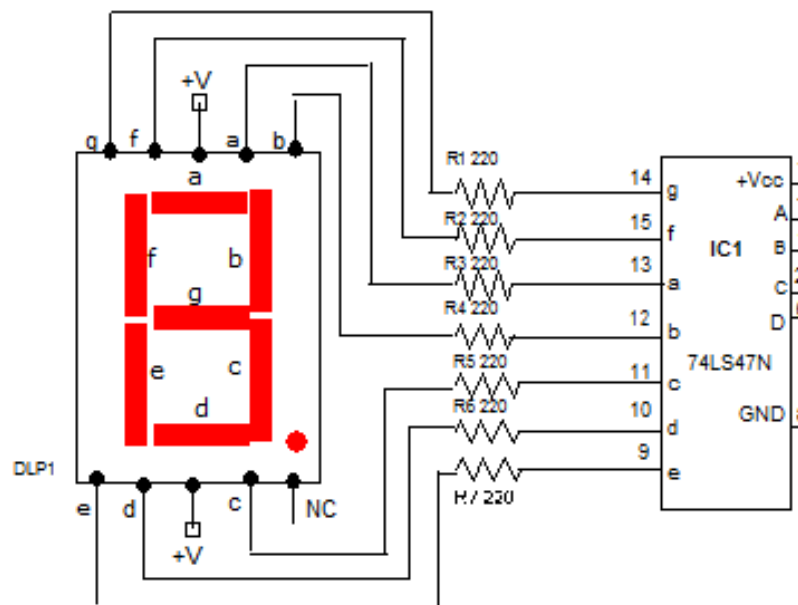
TB7, TB8, TB9 y TB10 = Terminales de bloque de tres contactos atornillados

0,8 m de hilo de cobre rígido desnudo para puentes en la PCI.

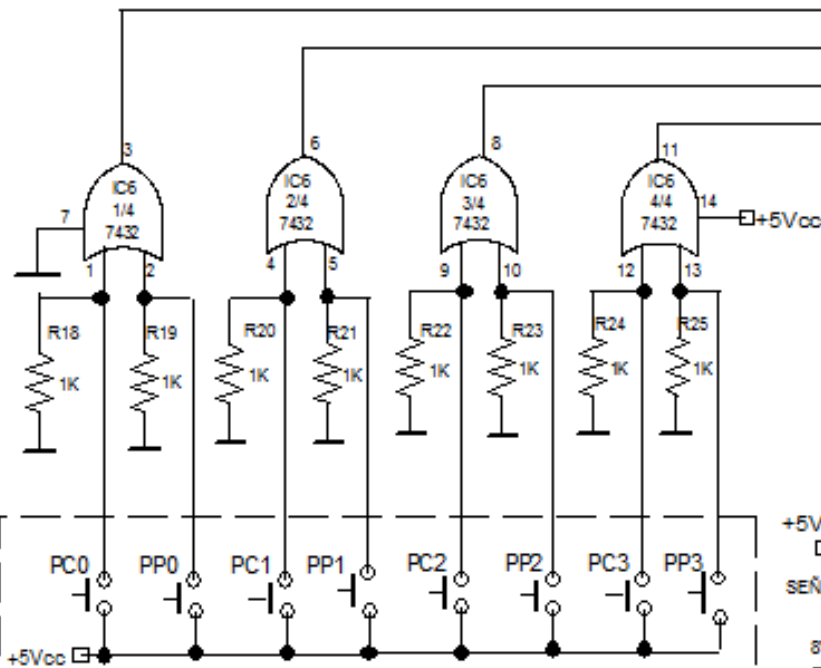
PCI1 = Placa de Circuito impreso de 16,5cm x 14,5 cm

PCI2, PCI3, PCI4 y PCI5 = Placas de circuitos impresos de pasillos.

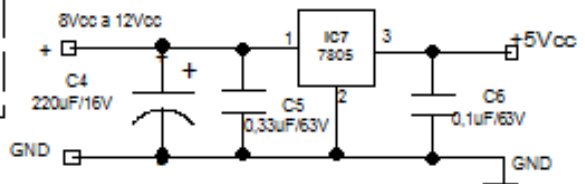
DISPLAY SEÑALIZADOR DE PLANTAS



- S0 = PLANTA BAJA - 00
- S1 = PLANTA PRIMERA - 01
- S2 = PLANTA SEGUNDA - 10
- S3 = PLANTA TERCERA - 11



SEÑALIZACIÓN DE PLANTAS PARA PASILLOS Y CONSOLA



CONTROL DE UN ASCENSOR DE 4 PLANTAS PROGRAMADO EN ARDUINO

Plano: P-0105	Fecha: 16/05/2023	Nº de Hojas: 1/1
Dibujado: Jose M. Castillo Castillo		

Placas de Circuitos Impreso PCI

Las placas de circuitos impreso se componen de la placa principal PCI1, ubicada en la cabina del ascensor y de las cuatro placas de circuitos impresos, PCI2, para la planta baja o 0, PCI3 planta 1, PCI4 planta 2 y PCI5 plata 3 situadas en los pasillos.

La placa de circuito impreso principal PCI1 contiene todos los elementos de control donde se establecen las señales de salidas y entradas y las conexiones exteriores que van a las placas del pasillo a través de los terminales de bloque y a los sensores de contactos de posicionamiento.

En la placa principal PCI1 se encuentran los terminales de bloque TB3, TB5 y TB11 que irán conectados a los terminales de bloque TB7, TB8, TB9 y TB10 que se encuentran en las placas del circuito impreso del pasillo, PCI2, PCI3, PCI4 y PCI5. La siguiente tabla muestra la siguiente correspondencia:

PCI1	TB3	(LED4 LED6 LED8 LED10)
PCI1	TB5	(PP0 PP1 PP2 PP3)
PC1	TB11	(+5V +5V)
PCI2	TB7	(+5V LED4 PP0)
PCI3	TB8	(+5V LED6 PP1)
PCI4	TB9	(+5V LED8 PP2)
PCI5	TB10	(+5V LED10 PP3)

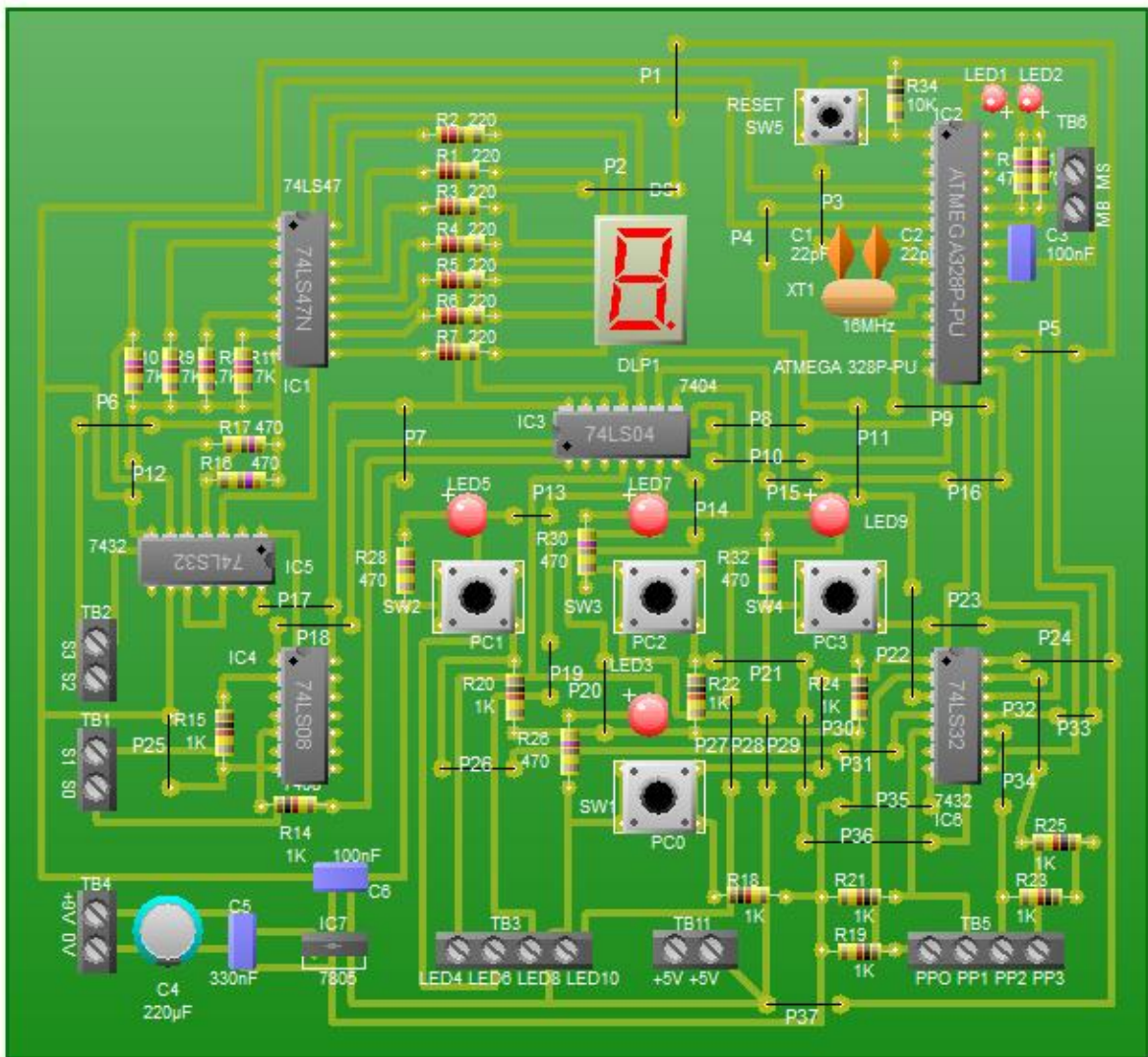
De esta forma a cada una de las placas de circuitos impresos del pasillo le llegan tres hilos de conexión de la placa principal: uno correspondiente a la tensión de +5 voltios de TB11, otro de la conexión del diodo LED y un tercero de la conexión del micropulsador PP.

En la página 25 se muestra las cuatro placas de circuitos impresos de pasillo con sus correpondientes micropulsadores y diodos LED y su ubicación.

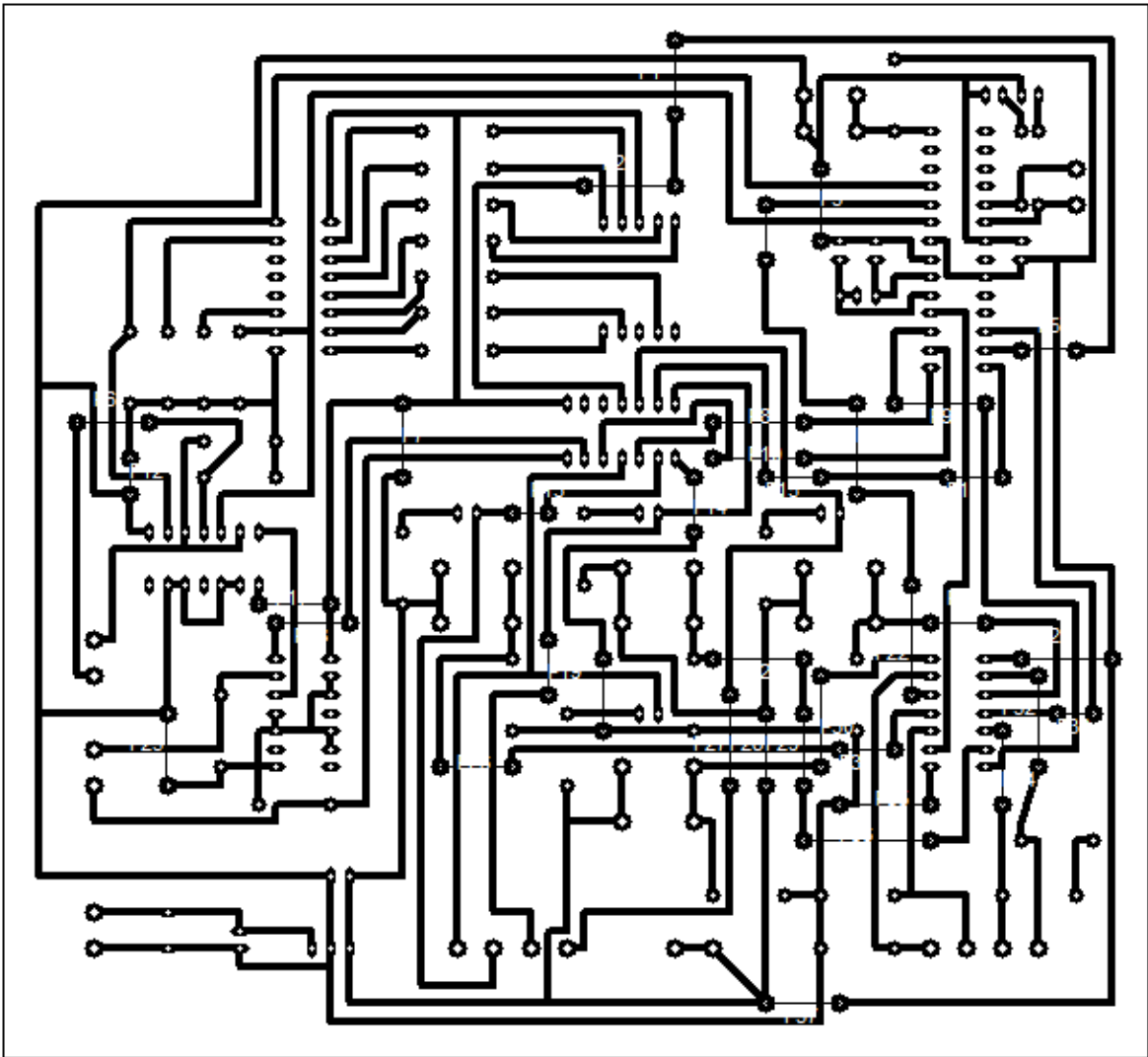
Por otro lado la conexión de los sensores de posicionamiento salen de la placa principal PCI1 a través de los terminales de bloque TB1 y TB2; S1, S0, S3 y S2 a las posiciones donde se establezca y corresponda con la posición adecuada en la planta para detectar cuando pase el ascensor. En cada posición de planta se instalarán, por ejemplo, un final de carrera que hará perfectamente la función de detectar cuando la cabina pasa por su

posición y cerrará los contactos, Normalmente Abiertos, y hará señalizar la posición detectada con un nivel alto, +5V, hacia el circuito codificador. Por lo tanto en este caso solamente irán dos hilos de cables: uno con la tensión de +5 voltios de TB11 y otro será una de las entradas al codificador, según la planta, S0, S1, S2 o S3.

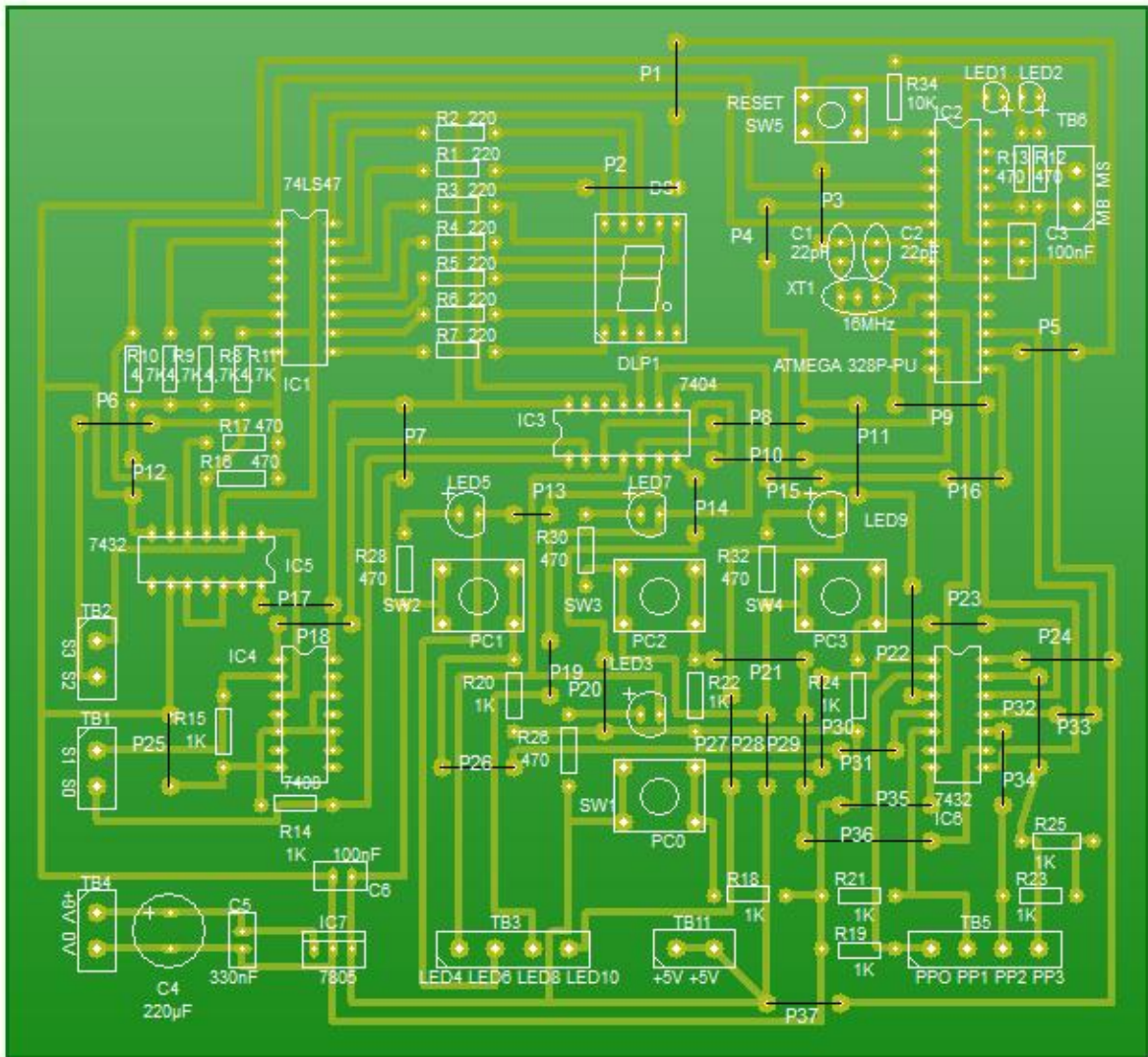
El diseño de la placa de circuito impreso principal PCI1 solamente es de una sola cara de cobre, por lo tanto existen 37 puentes, P1 a...P37, que habrá que puentear mediante hilos rígidos de 0,4mm desnudo.



Placa de Circuito Impreso principal PCI1. Vista de componentes.

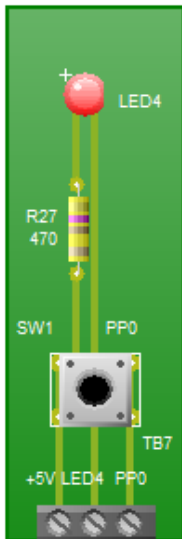


Placa de Circuito Impreso PCI1. Vista por las pistas de cobre

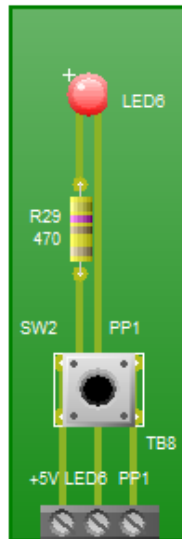


Placa de Circuito Impreso PCI1. Vista por la serigrafía de componentes.

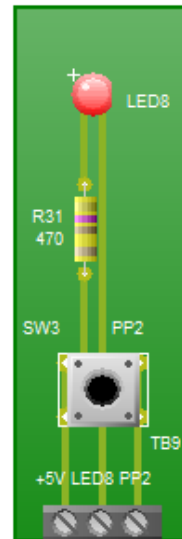
Planta 0



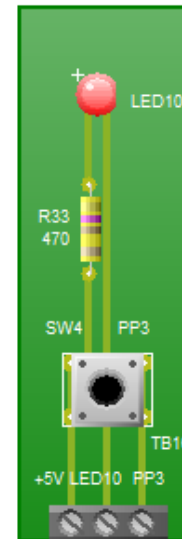
Planta 1



Planta 2

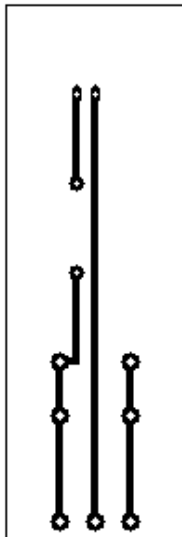


Planta 3



Placas de Circuitos Impresos para los pasillos

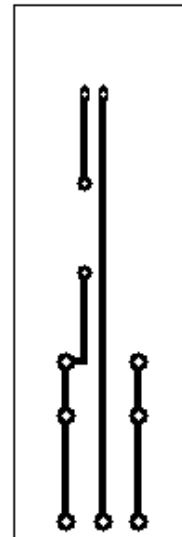
PCI2



PCI3



PCI4



PCI5

