

DEMOTEC

Activitat del grau d'Enginyeria Electrònica Industrial i Automàtica. Programació amb Arduino d'un sistema de semàfors

Comentaris previs

L'objectiu d'aquesta pràctica és donar-vos a conèixer un petit exemple de les possibilitats que ofereix la programació de microcontroladors amb una plataforma amigable com és Arduino.

Introducció

Per a aquells que no estiguen familiaritzats amb l'Arduino, direm que es tracta d'una plataforma electrònica de caràcter obert per a la creació de prototips i basada en software i hardware flexibles i fàcils d'usar.

Disposa de tot un seguit d'entrades (pins d'entrada) que permeten captar informació de l'entorn en connectar-hi diferents sensors, així com diverses sortides que permeten controlar dispositius com llums, motors o altres actuadors.

El microcontrolador de la placa es programa mitjançant un llenguatge de programació propi i un entorn de desenvolupament també propi. Els projectes fets amb Arduino poden executar-se sense necessitat de connectar-se a un ordinador, tot i que tenen la possibilitat de fer-ho i comunicar amb diferents tipus de programari.

Tot i haver-n'hi diferents versions, en aquesta pràctica emprarem una de les versions més estandarditzades, l'Arduino UNO.



Figura 1. Arduino UNO

Consideracions inicials

En aquesta pràctica farem servir únicament les sortides digitals de l'Arduino. Aquestes sortides tenen únicament dos possibles estats, que es poden modificar mitjançant la programació:

- **Estat alt (High):** en aquest estat la sortida ofereix +5v
- **Estat baix (Low):** En aquest estat, la sortida ofereix 0v, ja que es troba curtcircuitada a terra (GND).

2

Els leds que emprarem en aquesta pràctica funcionen a un voltatge inferior a 5 volts. Per aquest motiu, cal connectar a cada led una resistència (entre 240 i 300 Ohms) en sèrie amb una de les cametes que limita el corrent que passa pel led, perquè aquest no es trenqui.

Per fer les connexions pertinents de cada exercici, usarem una placa de connexions Protoboard, que facilita la interconnexió de diferents dispositius i possibilita el muntatge de circuits complexos. Ara bé, cal saber com funcionen aquestes plaques:

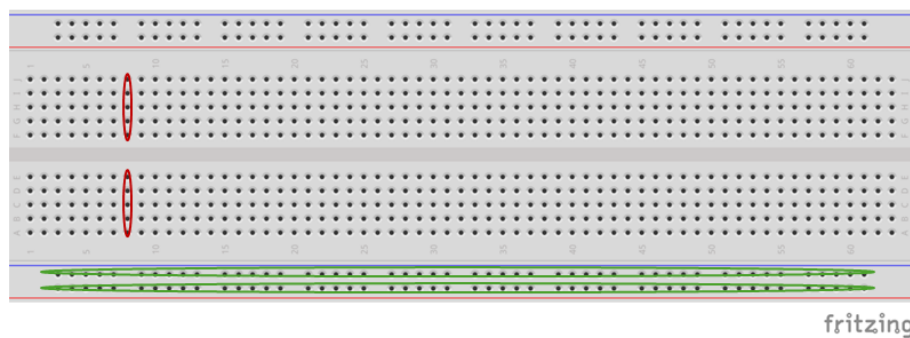


Figura 2. Connexions internes d'una placa Protoboard

Les pistes centrals es troben interconnectades verticalment de cinc en cinc (en vermell), mentre que les exteriors es troben interconnectades de manera horitzontal al llarg de tota la placa (en verd), tal com es pot apreciar a la figura anterior.

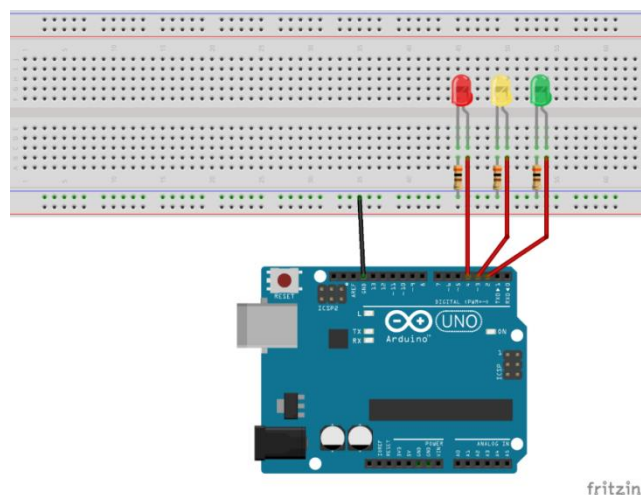
Primera part

En aquest primer experiment aprendrem a interactuar amb l'Arduino, i farem parpellejar diversos leds a manera de semàfor, tot seguint les indicacions del professor.

Pas 1. Connectau els leds que us han proporcionat de la manera següent:

- Led verd: la cameta que NO es troba a la part xata va al pin DIGITAL amb el número 2, mentre que l'altra ha d'anar, **mitjançant una resistència**, al pin **GND** (Ground), que serà comú als tres leds, tal com podeu veure a la imatge.
- Led Groc: la cameta que NO es troba a la part xata va al pin DIGITAL amb el número 3, mentre que l'altra ha d'anar, **mitjançant una resistència**, al pin **GND** (Ground).
- Led Vermell: la cameta que NO es troba a la part xata va al pin DIGITAL amb el número 4, mentre que l'altra ha d'anar, **mitjançant una resistència**, al pin **GND** (Ground).

3



fritzing

Figura 3. Esquema de connexió dels components de l'exercici 1 amb l'Arduino

Pas 2. Obriu l'entorn de programació d'Arduino amb aquesta icona  i, un cop fet això, obriu l'arxiu [Semafor_E1](#) (Archivo > Abrir).

Aquest codi és un petit programa que permet configurar els pins D2 a D4 com a sortides amb la capacitat d'encendre i apagar els leds del semàfor en l'ordre adequat. El codi que hauríeu de veure és el següent:

```
//PROGRAMA SEMÀFOR E1
//Autor: Vicenç Blanco
//Definim pins del Semàfor de Cotxes
int LED_Vermell_Cotxes=4; // Pin al que es troba connectat el LED Vermell dels Cotxes
int LED_Groc_Cotxes=3; // Pin al que es troba connectat el LED Groc dels Cotxes
int LED_Verd_Cotxes=2; // Pin al que es troba connectat el LED Verd dels Cotxes
//Funció de configuració dels Pins
void setup(){
  pinMode(LED_Vermell_Cotxes, OUTPUT); // Configuració del pin com a "Pin de sortida"
  pinMode(LED_Groc_Cotxes, OUTPUT); // Configuració del pin com a "Pin de sortida"
  pinMode(LED_Verd_Cotxes, OUTPUT); // Configuració del pin com a "Pin de sortida"
}
//Bucle General
void loop(){
  //LED verd (5 seg)
  digitalWrite(LED_Verd_Cotxes, HIGH); // Encenem Verd dels Cotxes
  delay(5000); // Esperem 5 segons
  digitalWrite(LED_Verd_Cotxes, LOW); // Apaguem Verd dels Cotxes
  //Parpelleig Groc (4 seg)
  //Fem un "Loop" de 4 iteracions
  for (int i=0;i<4;i++){
    digitalWrite(LED_Groc_Cotxes, HIGH); // Encenem Groc dels Cotxes
    delay(500); // Esperem mig segon
    digitalWrite(LED_Groc_Cotxes, LOW); // Apaguem Groc dels Cotxes
    delay(500); // Esperem mig segon
  }
  //led vermell (5 seg)
  digitalWrite(LED_Vermell_Cotxes, HIGH); // Encenem Vermell dels Cotxes
  delay(5000); // Esperem 5 segons
  digitalWrite(LED_Vermell_Cotxes, LOW); // Apaguem Vermell dels Cotxes
}
```

Pas 3. Connectau el cable USB a l'Arduino (amb esment!) i carregau-lo a l'Arduino (Archivo > Cargar). Un cop carregat, si heu realitzat correctament les connexions, el programa començarà a funcionar.

Pas 4. Provau d'editar el codi per tal de fer parpellejar els leds a intervals diferents (per exemple, que el led groc parpellegi només tres cops o cada mig segon, etc.). Un cop editat, tornau-lo a carregar.

Segona part

En aquest segon experiment afegirem a l'anterior esquema un semàfor per als vianants, és a dir, tindrem els dos funcionant de manera simultània.

Pas 1. Connectau els leds restants (un de verd i un de vermell) de la manera següent, sense desconnectar cap dels elements del sistema anterior:

- Led verd: la cameta que NO es troba a la part xata va al pin DIGITAL amb el número 12, mentre que l'altra ha d'anar, **mitjançant una resistència**, al pin GND (Ground), que serà comú als dos leds, tal com podeu veure a la imatge de més avall.
- Led vermell: la cameta que NO es troba a la part xata va al pin DIGITAL amb el número 13, mentre que l'altra ha d'anar, **mitjançant una resistència**, al pin GND (Ground).

Nota: És important que deixeu espai entre els dos semàfors per tal de poder implementar el tercer exercici còmodament i sense haver de desfer res.

5

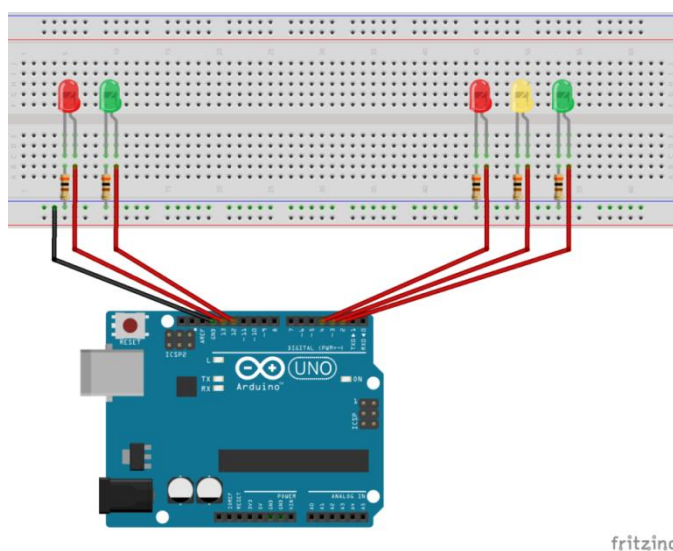


Figura 4. Esquema de connexió dels components de l'exercici 1 amb l'Arduino

Pas 2. Com a l'exercici anterior, obriu l'entorn de programació d'Arduino amb aquesta



icona **arduino.exe** i, un cop fet això, obriu l'arxiu **Semafor_E2** (Archivo > Abrir).

Aquest codi és un petit programa que permet configurar els pins D2 a D4, D12 i D13 com a sortides capaces d'encendre i apagar els leds d'ambdós semàfors en l'ordre adequat.

El codi que hauríeu de veure és el següent:

```
//PROGRAMA SEMÀFOR E2
//Autor: Vicenç Blanco
//Definim pins del Semàfor de Cotxes
int LED_Vermell_Cotxes=4; // Pin al que es troba connectat el LED Vermell dels Cotxes
int LED_Groc_Cotxes=3; // Pin al que es troba connectat el LED Groc dels Cotxes
int LED_Verd_Cotxes=2; // Pin al que es troba connectat el LED Verd dels Cotxes
//Definim pins del Semàfor de Cotxes
int LED_Vermell_Peatons=13; // Pin al que es troba connectat el LED Vermell dels Cotxes
int LED_Verd_Peatons=12; // Pin al que es troba connectat el LED Verd dels Cotxes
//Funció de configuració dels Pins
void setup(){
  pinMode(LED_Vermell_Cotxes, OUTPUT); // Configuració del pin com a "Pin de sortida"
  pinMode(LED_Groc_Cotxes, OUTPUT); // Configuració del pin com a "Pin de sortida"
  pinMode(LED_Verd_Cotxes, OUTPUT); // Configuració del pin com a "Pin de sortida"
  pinMode(LED_Vermell_Peatons, OUTPUT); // Configuració del pin com a "Pin de sortida"
  pinMode(LED_Verd_Peatons, OUTPUT); // Configuració del pin com a "Pin de sortida"
}
//Bucle General
void loop(){
  //FUNCIONAMENT SEMÀFOR DELS COTXES (9 seg)
  digitalWrite(LED_Vermell_Cotxes, HIGH); // Encenem Vermell dels Cotxes
  digitalWrite(LED_Vermell_Peatons, HIGH); // Encenem Vermell dels Peatons
  delay(1000); // Esperem 1 segon
  digitalWrite(LED_Verd_Cotxes, HIGH); // Encenem Verd dels Cotxes
  digitalWrite(LED_Vermell_Cotxes, LOW); // Apaguem Vermell dels Cotxes
  delay(4000); // Esperem 4 segons
  digitalWrite(LED_Verd_Cotxes, LOW); // Apaguem Verd dels Cotxes
  //Parpelleig Groc
  //Fem un "Loop" de 4 iteracions
  for (int i=0;i<4;i++){
    digitalWrite(LED_Groc_Cotxes, HIGH); // Encenem Groc dels Cotxes
    delay(500); // Esperem mig segon
    digitalWrite(LED_Groc_Cotxes, LOW); // Apaguem Groc dels Cotxes
    delay(500); // Esperem mig segon
  }
  //FUNCIONAMENT SEMÀFOR PEATONS (5 seg)
  digitalWrite(LED_Vermell_Cotxes, HIGH); // Encenem Vermell dels Cotxes
  delay(1000); // Espera 1 segons
  digitalWrite(LED_Vermell_Peatons, LOW); // Apaguem Vermell dels Peatons
  digitalWrite(LED_Verd_Peatons, HIGH); // Encenem Verd dels Peatons
  delay(4000); // Esperem 4 segons
  digitalWrite(LED_Verd_Peatons, LOW); // Apaguem Verd dels Peatons
  digitalWrite(LED_Vermell_Peatons, HIGH); // Encenem Vermell dels Peatons
}
```

6

Pas 3. Connectau el cable USB a l'Arduino (amb esment!) i carregau-lo a l'Arduino (Archivo > Cargar). Un cop carregat, si heu realitzat correctament les connexions, el programa començarà a funcionar.

Pas 4. Provau d'editar el codi per tal de fer parpellejar els leds a intervals diferents (per exemple, que el led groc parpellegi només tres cops o cada mig segon, etc.). Un cop editat, tornau-lo a carregar.

Tercera part

En aquest tercer experiment afegirem a l'anterior esquema de semàfor per als vianants un compte enrere per tal que els vianants sàpiguin el temps que els queda per travessar. Per implementar el comptador, que serà només d'un dígit, emprarem un display de set segments. Aquest dispositiu internament funciona de manera similar a un conjunt de díodes led que, depenent del dispositiu, poden compartir un mateix càtode (càtode comú) o un mateix ànode (ànode comú). Aquesta diferenciació és important, ja que si volem que el dispositiu funcioni correctament, serà necessari aplicar nivell alt (+5v) o baix (GND) a cada una de les entrades per tal que funcioni.

7

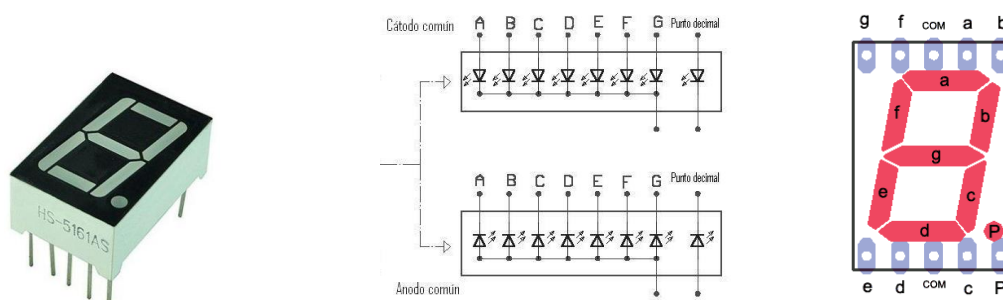
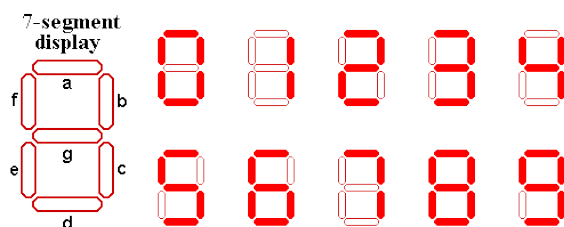


Figura 5. Esquema intern d'un dispositiu de set segments

En aquest cas farem servir un display de càtode comú i, per tant, serà necessari posar a nivell alt cada entrada (corresponent a un segment) que vulguem il·luminar:

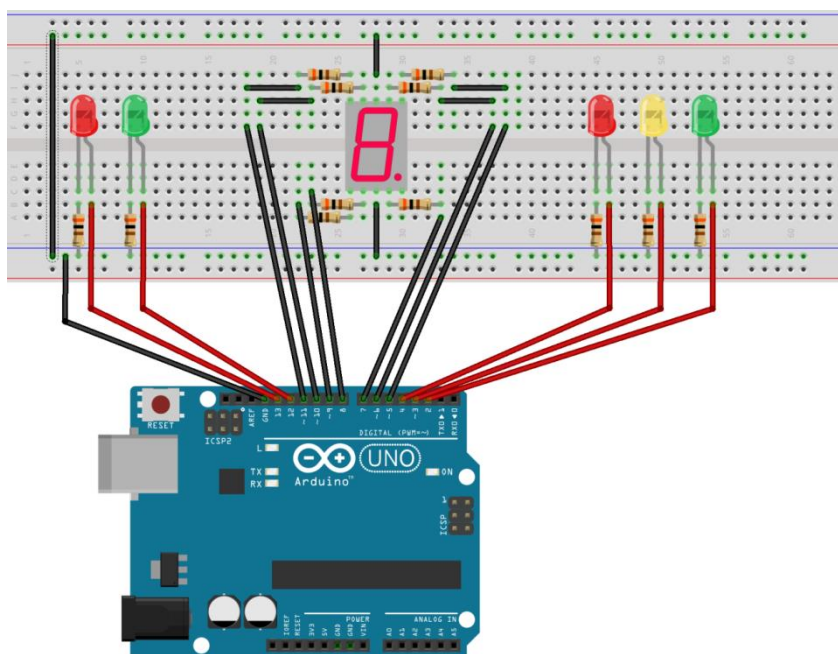


Display	—	g	f	e	d	c	b	a
0	0	0	1	1	1	1	1	1
1	0	0	0	0	0	1	1	0
2	0	1	0	1	1	0	1	1
3	0	1	0	0	1	1	1	1
4	0	1	1	0	0	1	1	0
5	0	1	1	0	1	1	0	1
6	0	1	1	1	1	1	0	1
7	0	0	0	0	0	1	1	1
8	0	1	1	1	1	1	1	1
9	0	1	1	0	1	1	1	1

Figura 6. Caràcters numèrics que es poden representar en un set segments, i nivell de tensió que s'ha d'aplicar a cada entrada. On apareix un 1 s'hi ha d'aplicar nivell alt.

Pas 1. Connectau el display i les resistències que us han proporcionat de la següent manera, sense desconnectar ni alterar la col·locació de cap dels dispositius que ja teníeu connectats:

Nota: Teniu en compte que la connexió de tots els dispositius sobre la placa no és trivial, per tant, un cop realitzades totes les connexions, preneu-vos un moment per repassar si us n'heu oblidada alguna i si cada dispositiu està connectat on pertoca.



fritzing

Figura 7. Esquema de connexió dels components de l'exercici 1 amb l'Arduino

Pas 2. De la mateixa manera que en exercicis anteriors, obriu ara l'arxiu [Semafor_E3](#).

Aquest codi permet configurar els pins D2 a D4, D12 i D13 com a sortides capaces d'encendre i apagar els leds del semàfor en l'ordre adequat. A més, també controla el display de set segments, mitjançant l'ús de funcions externes al bucle principal.

El codi que hauríeu de veure és el següent:

```
//PROGRAMA
//Autor: Vicenç Blanco
```

SEMÀFOR

E2

```
//Definim pins del Semàfor de Cotxes
int LED_Vermell_Cotxes=4; // Pin al que es troba connectat el LED Vermell dels Cotxes
int LED_Groc_Cotxes=3; // Pin al que es troba connectat el LED Groc dels Cotxes
int LED_Verd_Cotxes=2; // Pin al que es troba connectat el LED Verd dels Cotxes
//Definim pins del Semàfor de Peatons
int LED_Vermell_Peatons=13; // Pin al que es troba connectat el LED Vermell dels Cotxes
int LED_Verd_Peatons=12; // Pin al que es troba connectat el LED Verd dels Cotxes
//Pins del Display 7 Segments
int seg_A=5;
int seg_B=6;
int seg_C=7;
int seg_D=8;
int seg_E=9;
int seg_F=10;
int seg_G=11;
//Funció de configuració dels Pins
void setup(){
  pinMode(LED_Vermell_Cotxes, OUTPUT); // Configuració del pin com a "Pin de sortida"
  pinMode(LED_Groc_Cotxes, OUTPUT); // Configuració del pin com a "Pin de sortida"
  pinMode(LED_Verd_Cotxes, OUTPUT); // Configuració del pin com a "Pin de sortida"
  pinMode(LED_Vermell_Peatons, OUTPUT); // Configuració del pin com a "Pin de sortida"
  pinMode(LED_Verd_Peatons, OUTPUT); // Configuració del pin com a "Pin de sortida"
  pinMode(seg_A, OUTPUT); // Configuració del pin com a "Pin de sortida"
  pinMode(seg_B, OUTPUT); // Configuració del pin com a "Pin de sortida"
  pinMode(seg_C, OUTPUT); // Configuració del pin com a "Pin de sortida"
  pinMode(seg_D, OUTPUT); // Configuració del pin com a "Pin de sortida"
  pinMode(seg_E, OUTPUT); // Configuració del pin com a "Pin de sortida"
  pinMode(seg_F, OUTPUT); // Configuració del pin com a "Pin de sortida"
  pinMode(seg_G, OUTPUT); // Configuració del pin com a "Pin de sortida"
}
void loop(){
  //Escrivim un "3"
  if (a==0){
    digitalWrite(seg_A, HIGH);
    digitalWrite(seg_B, HIGH);
    digitalWrite(seg_C, HIGH);
    digitalWrite(seg_D, HIGH);
    digitalWrite(seg_E, LOW);
    digitalWrite(seg_F, LOW);
    digitalWrite(seg_G, HIGH);
    delay(1000); // Espera 1 segon
  }
  //Escrivim un "2"
  else if (a==1){
    digitalWrite(seg_A, HIGH);
    digitalWrite(seg_B, HIGH);
    digitalWrite(seg_C, LOW);
    digitalWrite(seg_D, HIGH);
    digitalWrite(seg_E, HIGH);
    digitalWrite(seg_F, LOW);
    digitalWrite(seg_G, HIGH);
    delay(1000); // Espera 1 segon
  }
  //Escrivim un "1"
  else if (a==2){
    digitalWrite(seg_A, LOW);
    digitalWrite(seg_B, HIGH);
    digitalWrite(seg_C, HIGH);
    digitalWrite(seg_D, LOW);
    digitalWrite(seg_E, LOW);
    digitalWrite(seg_F, LOW);
    digitalWrite(seg_G, LOW);
  }
  a=a+1;
}
```

```

    delay(1000);           //          Espera          1          segon
    }
    //Escrivim
    else if (a==3) {
        digitalWrite(seg_A, HIGH);
        digitalWrite(seg_B, HIGH);
        digitalWrite(seg_C, HIGH);
        digitalWrite(seg_D, HIGH);
        digitalWrite(seg_E, HIGH);
        digitalWrite(seg_F, HIGH);
        digitalWrite(seg_G, LOW);
        delay(1000);       //          Espera          1          segon
    }

    void apaga_comptador() {
        digitalWrite(seg_A, LOW);
        digitalWrite(seg_B, LOW);
        digitalWrite(seg_C, LOW);
        digitalWrite(seg_D, LOW);
        digitalWrite(seg_E, LOW);
        digitalWrite(seg_F, LOW);
        digitalWrite(seg_G, LOW);
    }

    //Bucle
    void loop() {
        //FUNCIONAMENT SEMÀFOR DELS COTXES (9 seg)
        digitalWrite(LED_Vermell_Cotxes, HIGH); // Encenem Vermell dels Cotxes
        digitalWrite(LED_Vermell_Peatons, HIGH); // Encenem Vermell dels Peatons
        delay(1000); // Esperem 1 segon
        digitalWrite(LED_Verd_Cotxes, HIGH); // Encenem Verd dels Cotxes
        digitalWrite(LED_Vermell_Cotxes, LOW); // Apaguem Vermell dels Cotxes
        delay(4000); // Esperem 4 segons
        digitalWrite(LED_Verd_Cotxes, LOW); // Apaguem Verd dels Cotxes

        //Parpelleig
        //Fem un "Loop" de 4 iteracions
        for (int i=0;i<4;i++) {
            digitalWrite(LED_Groc_Cotxes, HIGH); // Encenem Groc dels Cotxes
            delay(500); // Esperem mig segon
            digitalWrite(LED_Groc_Cotxes, LOW); // Apaguem Groc dels Cotxes
            delay(500); // Esperem mig segon
        }

        //FUNCIONAMENT SEMÀFOR PEATONS (5 seg)
        digitalWrite(LED_Vermell_Cotxes, HIGH); // Encenem Vermell dels Cotxes
        delay(1000); // Espera 1 segons
        digitalWrite(LED_Vermell_Peatons, LOW); // Apaguem Vermell dels Peatons
        digitalWrite(LED_Verd_Peatons, HIGH); // Encenem Verd dels Peatons
        compte_enrere(); // Encenem el compte enrere
        apaga_comptador(); // Apaguem el compte enrere
        digitalWrite(LED_Verd_Peatons, LOW); // Apaguem Verd dels Peatons
        digitalWrite(LED_Vermell_Peatons, HIGH); // Encenem Vermell dels Peatons
    }

```

10

Pas 3. Connectau el cable USB a l'Arduino (amb esment!) i carregau-lo a l'Arduino (Archivo > Cargar). Un cop carregat, si heu realitzat correctament les connexions, el programa començarà a funcionar.



Pas 4. Provau d'editar el codi per tal de fer que el compte enrere sigui de 5 segons, o per alterar algun dels altres paràmetres.