

# *Siopí*

*Projecte de Matemàtiques*

*Versió 1.0*



**Reconeixement-NoComercial-CompartirIgual:** Aquesta llicència permet a qualsevol persona mesclar, adaptar i construir a partir de la vostra obra sense finalitat comercial, sempre que us en reconeguin l'autoria i mantinguin llicència en les seves noves creacions. Gràcies a l'Hèctor i a la Xenia per la ajuda.

## ÍNDIX

FASE INICIAL.....	3
INTRODUCCIÓ.....	3
OBJECTIUS D'APRENENTATGE.....	3
PRODUCTE FINAL.....	4
CALENDARI.....	4
FASE DE DESENVOLUPAMENT.....	5
1. CONCEPTE DE SO.....	5
2. CONSTRUCCIÓ DEL PRIMER CIRCUIT PER ENREGISTRAR SO.....	6
3. PRESA DE DADES AMB EL PRIMER CIRCUIT.....	9
4. MODELITZACIÓ DE LA FUNCIÓ.....	11
5. VALIDACIÓ DEL MODEL.....	11
6. SUPORT PEL CIRCUIT.....	12
7. ESBÓS.....	13
8. CONSTRUCCIÓ DEL SUPORT.....	14
9. FUNCIONAMENT DE LES LLUMS.....	14
10. IMPLEMENTAR TOT EL CODI.....	15
11. PROVES I ACABATS.....	15
FASE FINAL.....	16
12. PORTAR A LES CLASSES I FER PROVES.....	16
13. REUTILITZACIÓ/SOSTENIBILITAT DEL SUPORT.....	16

# FASE INICIAL

## INTRODUCCIÓ

L'excés de soroll a les aules pot ser un problema per l'aprenentatge. El so ens envolta. La música, parlar amb els amics, les senyals d'alarma, els motors dels avions, estem rodejats de so. Podem rebre el so com uns dels plaers més satisfactoris a la vida o com una terrible condemna. Són molts els elements sonors que provoquen que apreiem positiva o negativament el so. Un d'ells és el volum, la seva potència (amplitud del so). En algunes circumstàncies, en un ambient educatiu és aconsellable que es respecti el nivell de soroll en un espai tancat.

El projecte consistirà en dissenyar i construir un detector sonor per informar quan en un espai tancat sobrepassem un llindar de so acceptable. Anem a portar aquests detectors a les aules de l'institut per comprovar si funcionen o no.

## OBJECTIUS D'APRENTATGE

Quan acabem aquest projecte hauràs de ser capaç de:

- Dissenyar i construir un objecte tecnològic que resolgui el problema plantejat
- Recollir dades per analitzar el comportament del so
- Modelitzar matemàticament la relació entre el so i el circuit digital
- Representar objectes 3d en 2d
- Programar circuits digitals
- Treball en grup

Durant aquest projecte treballaràs les competències i els continguts clau següents:

### - Àmbit Científicotecnològic

- CT1: Identificar i caracteritzar els sistemes físics i químics des de la perspectiva dels models, per comunicar i predir el comportament dels fenòmens naturals
- CT9: Dissenyar i construir objectes tecnològics senzills que resolguin un problema i avaluar-ne la idoneïtat del resultat.
- CT12: Adoptar mesures de prevenció i hàbits saludables en l'àmbit individual i social, fonamentades en el coneixement de les estratègies de detecció i resposta del cos humà

### - Àmbit Matemàtic

- M2: Emprar conceptes, eines i estratègies matemàtiques per resoldre problemes.
- M8: Identificar les matemàtiques implicades en situacions properes.
- M9: Representar un concepte o relació matemàtica de diverses maneres

## - Àmbit Digital

- D2: Utilitzar les aplicacions d'edició de textos, presentacions multimèdia i tractament de dades numèriques per a la producció de documents digitals

## PRODUCTE FINAL

- Full de recollida de dades i funció resultant
- Esquema del vostre circuit
- Codi del programa del circuit
- Esquema del suport
- Circuit construït dins del suport

## CALENDARI

Aquest calendari està pensat per a què us feu una idea general de quan durarà el projecte i les seves fases. El podeu utilitzar per planificar com us repartiu les feines cada dia i si es compleixen la vostra planificació. A cada dia, podeu escriure les inicials dels noms dels membres del grup i quina feina han de fer.

<b>FASE INICIAL</b>	<b>FASE DESENVOLUPAMENT</b>		
Presentació del projecte. Creació de grups. Contractes. Dubtes. Concepte de so.	Construcció del primer circuit. Muntatge. Visualització de les ones sonores.	Presa de dades amb el primer circuit en full d'experimentació i full de càlcul.	Modelització de la funció.
<b>FASE DESENVOLUPAMENT</b>			
Modelització de la funció 2.	Validació del model amb els tres mètodes.	Validació del model amb els tres mètodes 2.	Explicació de les restriccions del suport i esbós del suport.
<b>FASE DESENVOLUPAMENT</b>			
Esbós del suport.	Esbós del suport 2.	Construcció del suport	Construcció del suport 2
<b>FASE DESENVOLUPAMENT</b>		<b>FASE FINAL</b>	
Funcionament de les llums	Funcionament de les llums. Proves i acabats al circuit i suport	Portar a les classes i fer proves. Valoracions de les proves.	Avaluació. Sostenibilitat.

# FASE DE DESENVOLUPAMENT

Pensa sobre l'explicació i la introducció del projecte. T'ha quedat tot clar sobre la feina que farem? Tens algun dubte? Pensa en les possibles fases de la seva resolució, hi ha algun cas que no tinguis gens clar?

Escriu els dubtes sobre el projecte. Quins dubtes tens sobre el projecte? Que no has entès sobre el projecte.

## 1. CONCEPTE DE SO

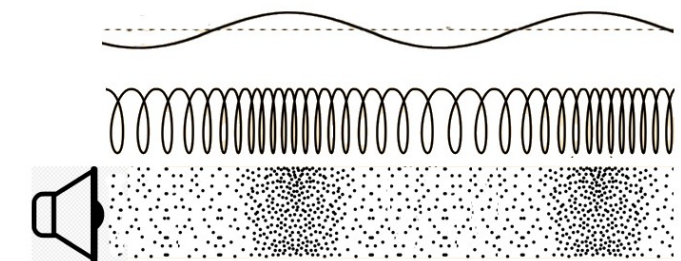
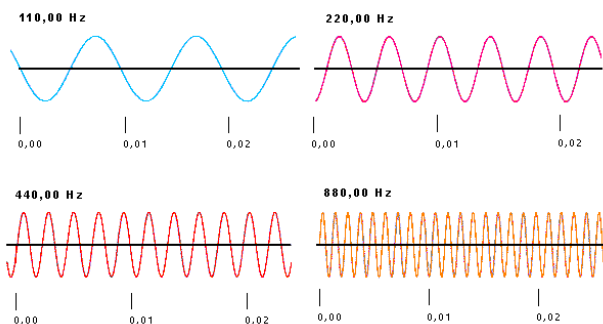
Com podem definir el so?

El **so** és la sensació produïda en la oïda pel canvi de pressió generat pel moviment vibratori dels cossos sonors. Es transmet per un medi. No es propaga pel buit.

El so humanament audible consisteix en ones sonores consistents en oscil·lacions de la pressió de l'aire.

En qualsevol so es poden distingir quatre paràmetres:

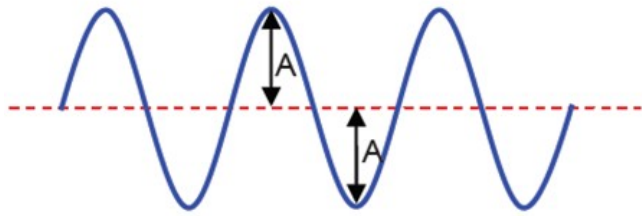
- Altura o to:



És la qualitat que ens permet distingir entre sons aguts (molta altura o molt to) i sons greus (poca altura o to baix). L'altura del so depen de la freqüència de la vibració. Els sons que podem escoltar els humans es troben entre els 16 Hz (unitat de la freqüència) i els 18000 Hz.

- Timbre: És la qualitat del so que permet diferenciar l'origen del so. Així podem distingir veus, sorolls, instruments, etc. El timbre és conferit a un so en virtut de la diferent quantitat i intensitat dels harmònics que el componen. La mateixa nota tocada per diferents instruments sona diferent ([Aquí](#)).

-Intensitat sonora: es defineix com la quantitat d'energia sonora (potència acústica) que travessa per segon una superfície. La intensitat depèn de l'**amplitud de l'ona**, perquè com més gran sigui l'amplitud de l'ona, major és la quantitat d'energia (potència acústica) que genera i, per tant, major és la intensitat del so. En la imatge, la A és l'amplitud.

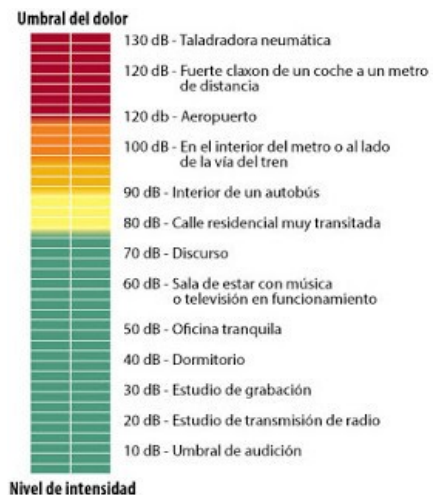


Per tant, us podeu fer la idea que el que ens interessa calcular és la intensitat sonora. Així podrem saber si el so sona més fort (la ona té més amplitud) o sona més fluix (la ona té menys amplitud).

- Unitats de la intensitat sonora:

En acústica l'amplitud normalment es mesura en **decibels**. I aquesta és la unitat que utilitzarem nosaltres.

S'han estudiat quina quantitat de decibels (i per tant, quina intensitat sonora) produeixen varis objectes i els han ordenat.



- Com es grava el so?

Com sabeu el so es grava utilitzant **micròfons**. Els micròfons transformen el so en senyal elèctrica. Els micròfons professionals poden arribar a ser molt complexos, però els que utilitzarem aquí seran senzills i útils pel nostre propòsit.

## 2. CONSTRUCCIÓ DEL PRIMER CIRCUIT PER ENREGISTRAR SO

Per enregistrar el so de les aules utilitzarem uns components electrònics que són programables i que els hi podem afegir molts tipus de sensors, entre ells, un micròfon. Per aquest projecte utilitzarem **Arduino**.

Arduino és una companyia que distribueix els seus productes electrònics com **Hardware i Software Lliure**.

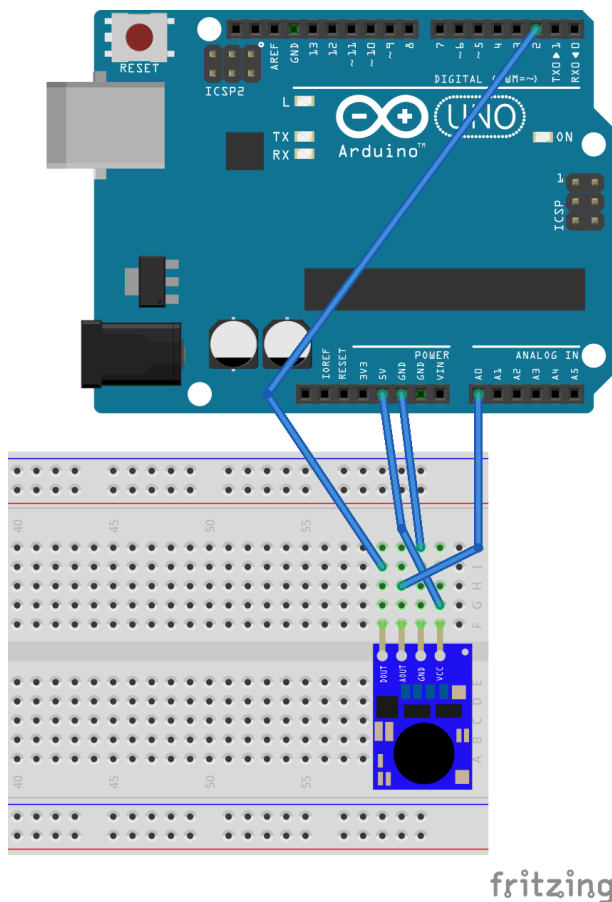
### MUNTATGE DEL CIRCUIT

Per realitzar la primera versió del circuit utilitzarem:

- [Arduino Uno](#)
- [Sensor de So](#) (pot ser qualsevol compatible amb Arduino)

L'Arduino Uno que utilitzarem es pot programar utilitzant l'IDE que es descarrega des de la pròpia

pàgina web o amb blocs des de [ArduinoBlocks](#).



Aquest és l'esquema del primer circuit. És molt senzill i ràpid de muntar. El sensor de so és una placa que ja ve muntada i que té 4 pins que s'han de connectar a l'Arduino.

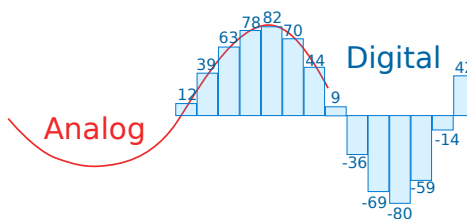
El pin més a la dreta és el **VCC**, que és l'entrada de corrent, aquesta l'haurem de connectar al pin de 5V de l'arduino, que és el pin que dona 5 volts de corrent.

El següent pin, **GND**, és el pin de la pressa de terra, que ens tanca el circuit. Aquesta l'hem de connectar al pin de l'arduino amb el mateix nom.

El següent pin, **AOUT**, és la sortida analògica (Analog Output) que precisament ens donarà la senyal del so del micròfon. El que ens interessa!! El connectarem al pin A0 de l'arduino, que és un pin d'entrada analògic.

L'últim pin, **DOUT**, és la sortida digital, que en aquest projecte no l'utilitzarem gaire, que ens retorna si la senyal està 'tranquila' o 'sorollosa'. Retorna un valor binari. Aquest pin el connectarem al pin 2 de l'arduino, que és un pin digital.

Diferències entre senyal analògica i digital:



Una vegada muntat el circuit, necessitem obrir l'aplicació d'Arduino que és la que es comunica amb la placa Arduino. Un cop obert el programa, descarregueu el següent codi (posar link):

```
// Declarem l'entrada del pin digital
int sound_din=2;
// Declarem l'entrada del pin analògic
int sound_ain=A0;
// Aquesta variable serà guardar el valor de la lectura analògica
int ad_value;

void setup()
{
  // Posem els pin analògic i digital en mode INPUT
  pinMode(sound_din,INPUT);
  pinMode(sound_ain,INPUT);
  Serial.begin(9600);
}

void loop()
{
  // Llegim el valor i el printem
  ad_value=analogRead(sound_ain);
  Serial.println(ad_value);
}
```

## COMPILACIÓ

Recordeu que si esteu més còmodes utilitzant blocs, podeu fer el mateix amb ArduinoBlocks. Aquest codi el que fa és bàsicament agafar l'entrada que li envia analògicament el micròfon i escriure aquesta senyal analògica per una cosa que es diu **Serial**. Com podem veure això del Serial?

Primer hem de comprovar que aquest codi funciona correctament. D'aquest procés se'n diu compilació. La compilació la porta a terme el compilador, que és un programa que comprova que el teu programa estigui ben escrit, com un corrector, i et genera un arxiu que es pot executar. Per compilar, haurem de prémer el botó de la dreta.



Quant premem el botó, ens apareixerà un missatge que posa: 'Compiling sketch'. Està treballant. Si tot ha anat bé, al final, escriurà un missatge que posa: 'Done compiling'. I a sota, informació sobre la compilació. Si alguna cosa ha anat malament, ens apareixeran missatges en color vermell.

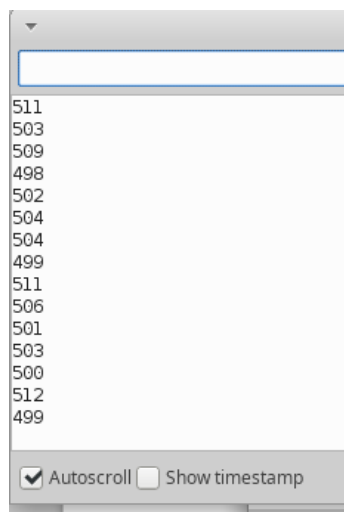
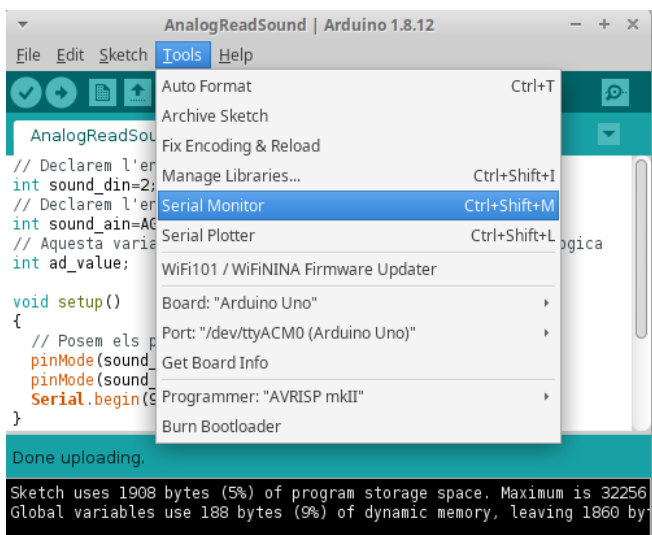
## CÀRREGA DEL CODI A L'ARDUINO

Ara que hem compilat, hem de carregar el codi a l'Arduino. Endollem l'Arduino a l'ordinador (veureu que s'encenen moltes llums), i premem el botó per carregar. Durant el procés dirà: 'Uploading sketch'. Si tot ha anat bé, dirà 'Done Uploading'.



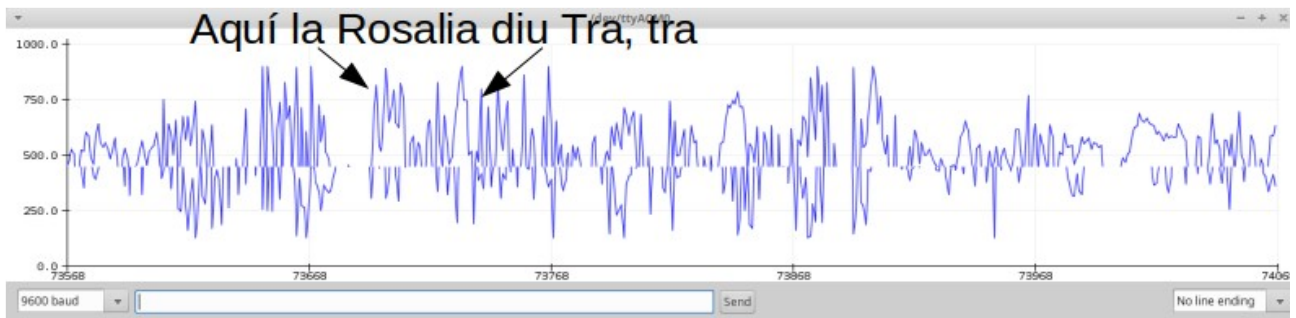
## VEURE EL SERIAL

Com hem comentat abans, el codi agafa la senyal analògica del micròfon i la envia al Serial. Per obrir el Serial, anem al menú de l'Arduino, Tools, i Serial Monitor. Començarem a veure un seguit de nombres que van molt ràpids i que no tenen sentit. Aquests nombres són la senyal analògica.



Amb tots aquests nombres pujant per la pantalla com si fos Matrix no es pot treballar, perquè no s'entén res. L'Arduino ens dona un altre visualització que ens ajudarà a veure les mateixes dades però de forma més visual. Tanquem la pantalla del Serial Monitor. Obrim Tools en el menú, i premem Serial Plotter.





Això és una altra cosa. Aquesta visualització conté les mateixes dades que abans però es veuen molt millor, i s'entenen molt millor. Aquí podem entendre molt millor que és l'amplitud de la senyal, la intensitat, la freqüència i els conceptes que hem parlat abans. En aquesta gravació he posat una cançó davant del micròfon. Es pot comprovar fàcilment que com més intensitat de senyal, l'amplitud de la senyal serà més gran.

**Però, amb quines unitats ens dona el micròfon la senyal????**

Doncs no ho sé. Però haurem de passar aquestes dades a decibels, unitat que sí coneixem i que ens serveix per calcular la intensitat de la senyal. Així podrem saber si la quantitat de so que hi ha a la classe és alt o no, i sobretot el podrem comparar amb valors coneguts i escales que ens determinen quan un so pot ser perillós o estressant per la oïda.

### 3. PRESA DE DADES AMB EL PRIMER CIRCUIT

Per poder fer la correspondència entre els valors analògics que ens dona el micròfon i els decibels utilitzarem el següent codi que ens ajudarà a calcular l'amplitud de la senyal cada cert temps.

```
// Ampla de la finestra de mostra en mS (50 mS = 20Hz)
const int finestraDeMostra= 300;
unsigned int sample;
int sound_din=2;
int sound_ain=A0;
int ad_value;

void setup() {
  pinMode(sound_din,INPUT);
  pinMode(sound_ain,INPUT);
  Serial.begin(9600);
}

void loop()
{
  // Cridem a la funció que està definida més abaix anomenada peakToPeak()
  float amplitud = peakToPeak();
  // Aquí haureu de posar el vostre codi
  // Haureu de transformar l'amplitud a decibels
  // i després mostrar-los pel Serial.

  Serial.println(amplitud);
}
```

```

// Funció que calcula la diferència entre el valor màxim i mínim
// durant un cert temps (Finestra de Mostra).
float peakToPeak(){
  // Comencem la finestra de mostra
  unsigned long startMillis= millis();
  // Variable per calcular la diferència entre la senyal més alta i la senyal més
  baixa
  float peakToPeak = 0;

  // Iniciem el valor Màxim amb un valor molt petit
  unsigned int signalMax = 0;
  // Iniciem el valor Mínim amb un valor molt gran
  unsigned int signalMin = 1024;

  // Comencem a guardar els valors analògics fins que s'acabi la finestra de Mostra
  while (millis() - startMillis < finestraDeMostra) {
    // Llegim les dades analògiques del microfon
    sample = analogRead(sound_ain);
    // Treiem lectures rares
    if (sample < 1024){
      if (sample > signalMax) {
        // Guardem els valors màxims
        signalMax = sample;
      }
      else if (sample < signalMin) {
        // Guardem els valors mínims
        signalMin = sample;
      }
    }
  }
  // Quan s'ha acabat la finestra de Mostra,

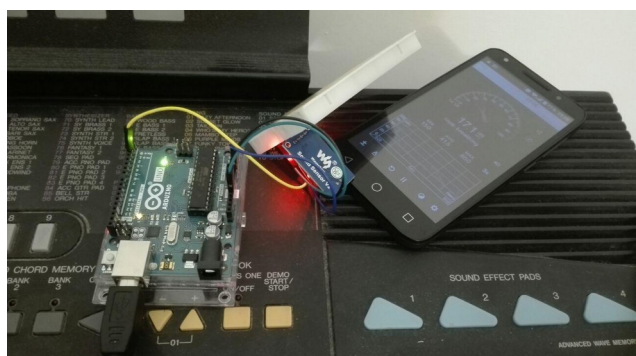
  // restem el max i el min = Amplitud peak a peak
  peakToPeak = signalMax - signalMin;
  return peakToPeak;
}

```

Un cop hagueu compilat el següent codi i l'hagueu carregat a l'Arduino, hem de generar sons continus a diferents intensitats per poder prendre mesures. Es pot utilitzar qualsevol generador de so que produeixi sons a la mateixa intensitat durant un període de temps. Jo he utilitzat un teclat elèctric, un casio. He configurat el casio com si fos un òrgan de l'església, ja que aquest produeix un so amb la mateixa intensitat durant un període de temps.

### Com prendreu les mesures?

Es tracta de generar un so constant amb el teclat, veure el valor que surt pel Serial de l'Arduino i comparar-lo amb els decibels que ens diu el mòbil. Per saber quants decibels escolta el micròfon del vostre mòbil necessitareu una aplicació que es diu 'Sound Meter'.

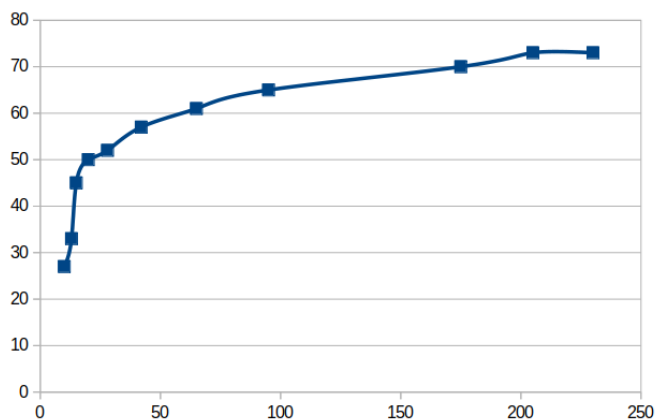


Les mesures que hem de prendre són a diferents intensitats (de 40 a 80 decibels). Ens interessa també prendre les mesures per freqüències que estiguin pròximes a la veu humana. Jo he utilitzat com a nota el G2 (el segon Sol del teclat).

Per cada decibel que heu vist que marca el mòbil, haureu de prendre la mesura que apareix al Serial de l'Arduino.

Les mesures les apuntareu al full d'experimentació. Al costat de la graella per apuntar les dades, dibuixeu els punts que us han sortit per veure la forma que té. Podreu comprovar si ho esteu fent bé si escriviu les dades en un full de càlcul (LibreOffice Calc). Quan tingueu les dades escrites, heu de generar un gràfic del tipus núvol de punts (X-Y Dispersió).

A mi m'ha sortit això:



Quan les tingueu apuntades, a quina funció s'assembla? Compareu la vostra gràfica amb la llista que teniu en aquest [link](#).

Decidiu a quina funció modelitzareu. Creieu que és una funció lineal? Quadràtica? Trigonomètrica? Exponencial? Logarítmica? Racional?

## 4. MODELITZACIÓ DE LA FUNCIÓ

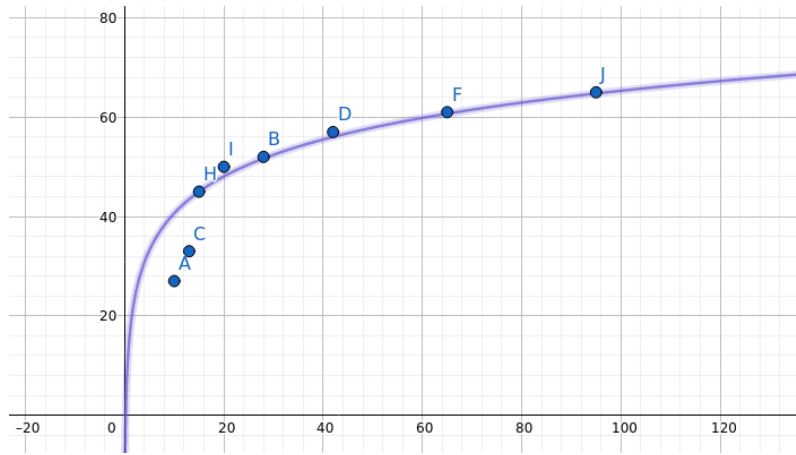
Quan hagueu pres una decisió sobre quin tipus de funció vosaltres creieu que és, heu de buscar els paràmetres de les vostres funcions genèriques. És a dir, els valors que acabaran de concretar la vostra funció, i deixarà de ser una funció genèrica. Podeu recordar com es fa, utilitzant el document adjunt a aquest: Modelització del funcions.

Per concretar la vostra funció necessitareu utilitzar algunes dades que heu pres. Intenteu utilitzar dades del rang 40-60 decibels, perquè són les que més apareixeran i les que volem que quedin amb menys error.

## 5. VALIDACIÓ DEL MODEL

Validarem el model de tres formes diferents.

Primer, obrirem un geogebra, on introduïreu els vostres punts i la funció que acabeu de calcular. Visualment podreu veure si la vostra funció s'aproxima als vostres valors.



Segon mètode: Escriviu els valors que heu trobat a l'Arduino per a què calculi els decibels a partir de la senyal analògica. Engegueu l'arduino amb el micròfon i feu sonar un altre cop el teclat, podreu comprovar si els valors que dona són semblants als que dona el mòbil.

Tercer: Calculareu la mitjana dels errors absoluts. Com es calculen? Doncs comparant els valors de les vostres dades amb els valors de la vostra funció substituint a la vostra funció la x pel valor de la senyal analògica. Ho podeu amb el full de càlcul.

## 6. SUPORT PEL CIRCUIT

Ja teniu la funció del model definit i el circuit amb els paràmetres correctes, i heu comprovat que funciona correctament. Ara, construïeu un suport per la electrònica del circuit. Aquest suport el construïeu amb **cartró**.

Haureu de construir un suport pel vostre circuit amb la forma que vosaltres vulgueu, però ha de complir aquests requisits:

- S'ha de poder penjar a la paret. És a dir, ha de tenir algun part externa per poder ser penjada a la paret.
- Es valorarà la senzillesa i el baix cost.
- Quan el micròfon detecti que s'ha sobrepassat cert llindar de decibels, s'encendran uns llums leds que estaran connectats al circuit dins o fora de la caixa. El nombre de leds els decidiu vosaltres. S'ha de veure clarament des de fora (amb llums) l'excés de so.
- S'ha de poder apagar fàcilment. És a dir, potser durant una estona el professor determina que es pot sobrepassar el nivell de decibels establert. La caixa ha de tenir un botó per poder apagar-se, i que no s'encenguin els leds.
- El producte final ha de ser un objecte que es podrà connectar a l'endoll. Per tant, el circuit ha de poder ser accessible des de l'exterior de la caixa.
- Al producte final se li poden afegir més opcions com connexió inalàmbrica, gestió per bluetooth, pantalla lcd, etc. si els requisits obligatoris estan complerts. [Aquí](#) podeu veure més tipus de sensors.

- Les dimensions del suport s'han d'ajustar al contingut. En aquest cas, a la electrònica.
- El suport ha de tenir una obertura fàcil.
- El material per realitzar la part exterior del suport serà cartró reciclat.
- No es pot soldar res a prop del cartró.
- Els llums hauran d'estar a l'exterior del suport enganxats d'alguna forma. (Pensar en l'opció de tira de leds).

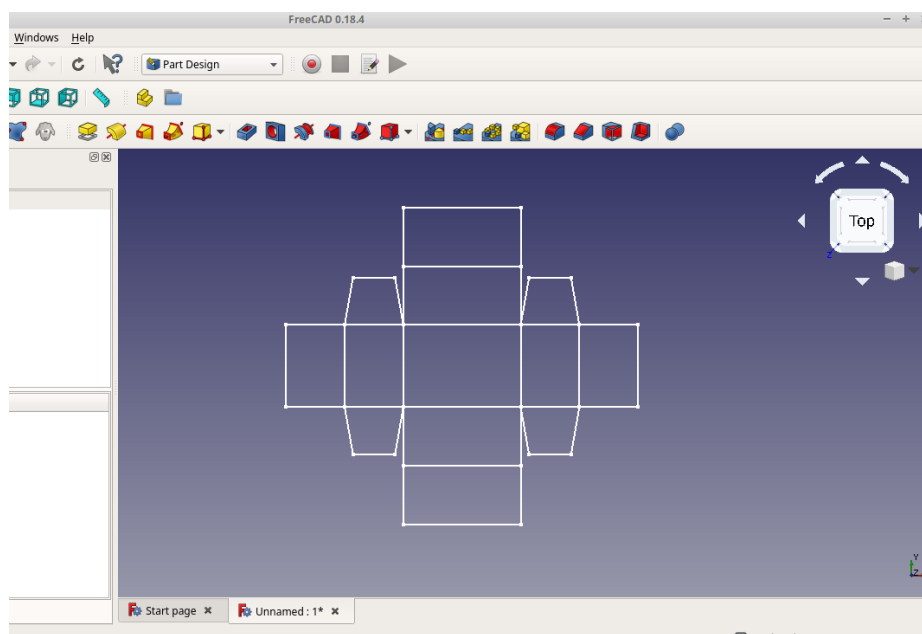
Passos a seguir a partir d'ara:

- Disseny d'un esbós pel suport.
- Fabricació del suport amb cartró.
- Definició del funcionament de les llums.
- Implementar tot el codi.
- Proves i Acabats.
- Portar a la classe i fer proves. Valoracions de les proves.
- Pensar en reutilització/ sostenibilitat del suport. Cicle dels aparells electrònics.

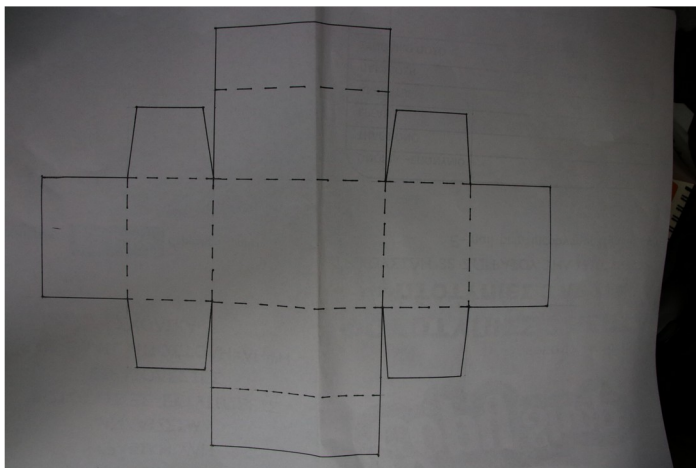
## 7. ESBÓS

Abans de començar a tallar i muntar el suport amb cartró, heu de reflexionar i dissenyar un esbós sobre quina forma tindrà el cartró i sobretot quina és la seva representació en dues dimensions.

Les següents imatges són una possible solució que vaig fer jo, perquè us feu una idea de com pot ser el suport. Primer vaig dissenyar l'esbós amb el FreeCAD, una eina per dissenyar peces.



També ho vaig fer en paper.



Escolliu una de les dues formes per generar la representació en dues dimensions del suport.

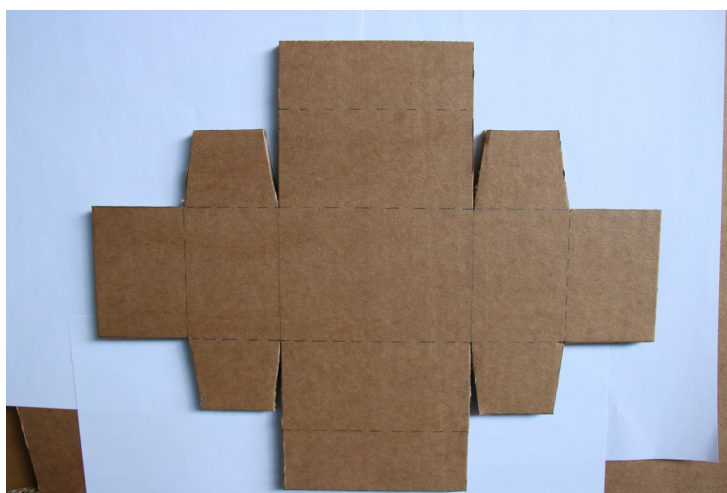
Abans de fer l'esbós, penseu les mides, com serà el tancament del suport de cartró, com enganxareu les cares entre elles i si el suport consta de més d'una peça de cartró, heu de pensar com unir-les. Durant el debat sobre com haurà de ser el suport, apunteu les preguntes que us vagin sortint.

Podeu fer més d'un esbós. No els tireu. Tot és feina productiva. Si descarteu un esbós, potser és interessant saber la raó per la qual l'heu descartat.

## 8. CONSTRUCCIÓ DEL SUPORT

Quan acabeu l'esbós, començareu a construir el suport amb cartró. És una fase que potser no surten les coses com havíeu pensat. Apunteu les errades i com les heu solucionat. En parlarem a classe. Potser ajudeu a alguns companys a no cometre els mateixos errors.

Aquí teniu el meu suport.



## 9. FUNCIONAMENT DE LES LLUMS

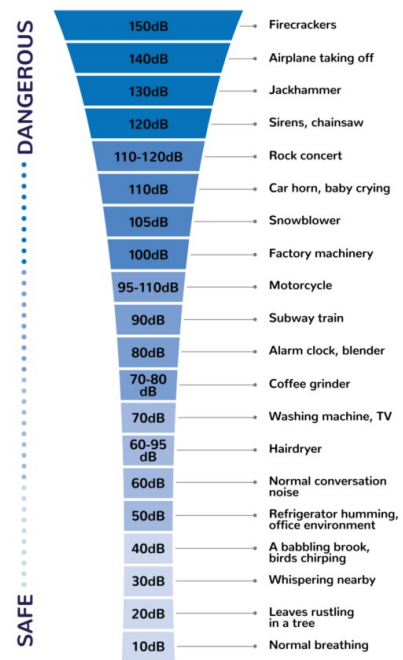
Les llums ens serviran per mostrar que el nivell sonor de la classe és massa alt. Hi han moltes



formes de mostrar-ho. Les llums poden parpellejar, poden estar apagades, i quan va pujant el nivell sonor es van encenen consecutivament, poden fer formes, etc. És una decisió que heu de prendre.

Quan tingueu decidit el funcionament, dissenyeu el codi per arduino pels leds. En el programa arduino hi han bastants exemples de com programar amb leds. Si voleu col·locar bastants leds, i no teniu suficients pins per connectar-los, haureu de pensar si els voleu connectar en paral·lel o en sèrie. Això provocarà que el circuit electrònic es compliqui. Per tant, per començar sigueu prudents, i no utilitzeu molts leds.

Per decidir el funcionament dels leds, haureu de decidir quins són els nivells de só en què els leds s'encendran.

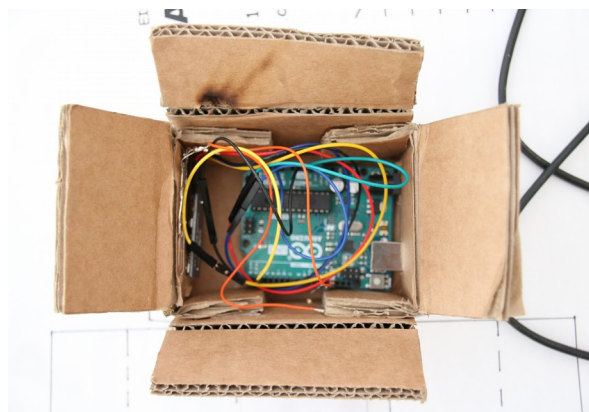


## 10. IMPLEMENTAR TOT EL CODI

Juntament amb el codi que heu realitzat per prendre les dades, heu d'afegir el codi dels leds. Heu d'anar amb compte, perquè si heu escrit molts 'delays', haureu de comprovar on es para el codi i si fa el que vosaltres voleu.

## 11. PROVES I ACABATS

Ja teniu tot el codi implementat, ara heu de fer les proves definitives del codi. Comproveu que funcioni correctament. Dins el suport caben tots els cables? El vostre suport compleix tots els requisits? Aquest és un exemple de suport.





## FASE FINAL

### 12. PORTAR A LES CLASSES I FER PROVES

És hora de portar el circuit a les classes. Informareu als professors que entrareu a les seves classes per fer una pràctica. Heu d'explicar a la classes en què consisteix el que heu desenvolupat i quina funció té. Estareu prenent notes sobre si funciona correctament el circuit. Si els leds es veuen correctament per tota la classe. Els alumnes es donen compte dels leds? Hi prenen atenció? Quantes vegades a ha saltat l'avís? Era perquè cridaven molt els alumnes o perquè teniu el nivell de decibels molt baix?

Ompliu el formulari indicant com han anat les proves a les classes. Indiqueu si ha ajudat a millorar l'ambient de la classe, o si al contrari, ha empitjorat l'ambient. També indiqueu les millores que proposaríeu per millorar el vostre sistema.

### 13. REUTILITZACIÓ/SOSTENIBILITAT DEL SUPORT

Quan es construeix un nou dispositiu, hem de pensar en el seu cicle de vida. És a dir, tots els processos que tenen lloc des de la obtenció dels elements que utilitzen fins que l'usuari el llença perquè ja no l'utilitza. Penseu que vosaltres, formeu part d'aquest cicle de vida, l'esteu fabricant.

Contesteu les següents preguntes:

Quins materials s'han utilitzat per construir-ho el vostre sistema? Potser haureu de fer una investigació sobre quins materials conté l'Arduino. Els materials han viatjat molt des de la seva fabricació?

Quina quantitat de material heu utilitzat? La justa i necessària per realitzar el vostre suport? És reutilitzable tot el vostre sistema? Com es pot fer més reutilitzable? En quin contenidor s'hauria de tirar el vostre sistema? Com es pot indicar?