

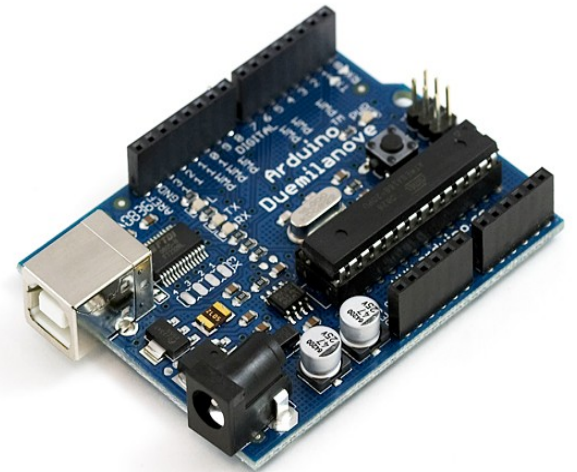
CANSAT

At programmere
Arduinoer

kortlink.dk/vy6p

Teknologi konkurrencen

- IPADs, mobilos, HTC'er
- Medicentre



© 2010 CBS Interactive

- IPAD, Iphone, HTC, ... 1000 Mhz 8000000 kByte
- Arduino 16 Mhz 8 kByte

- Faktor 100 i processeringshastighed
- Faktor 1 million i hukommelsesstørrelse
- Hvor ligger imponator effekten ?
- Hvor er "aha" oplevelsen ?
- Næææh - en gang far og mor var børn da ...

- Alle er i elevrollen her idag
 - Der er hjælp at få
 - Der er støtte fra de andre elever (gruppearbejdet)
 - De fleste her har gået mindst 15 år i skole ;-)
 - Man er lidt svær at skubbe af pinden – håber jeg

Læring af eleverne

- Helt anden situation
- Nu er I læreren !
- Det største problem er at få et “drive” i eleverne
 - Alle sammen :-)

Vejen mod målet

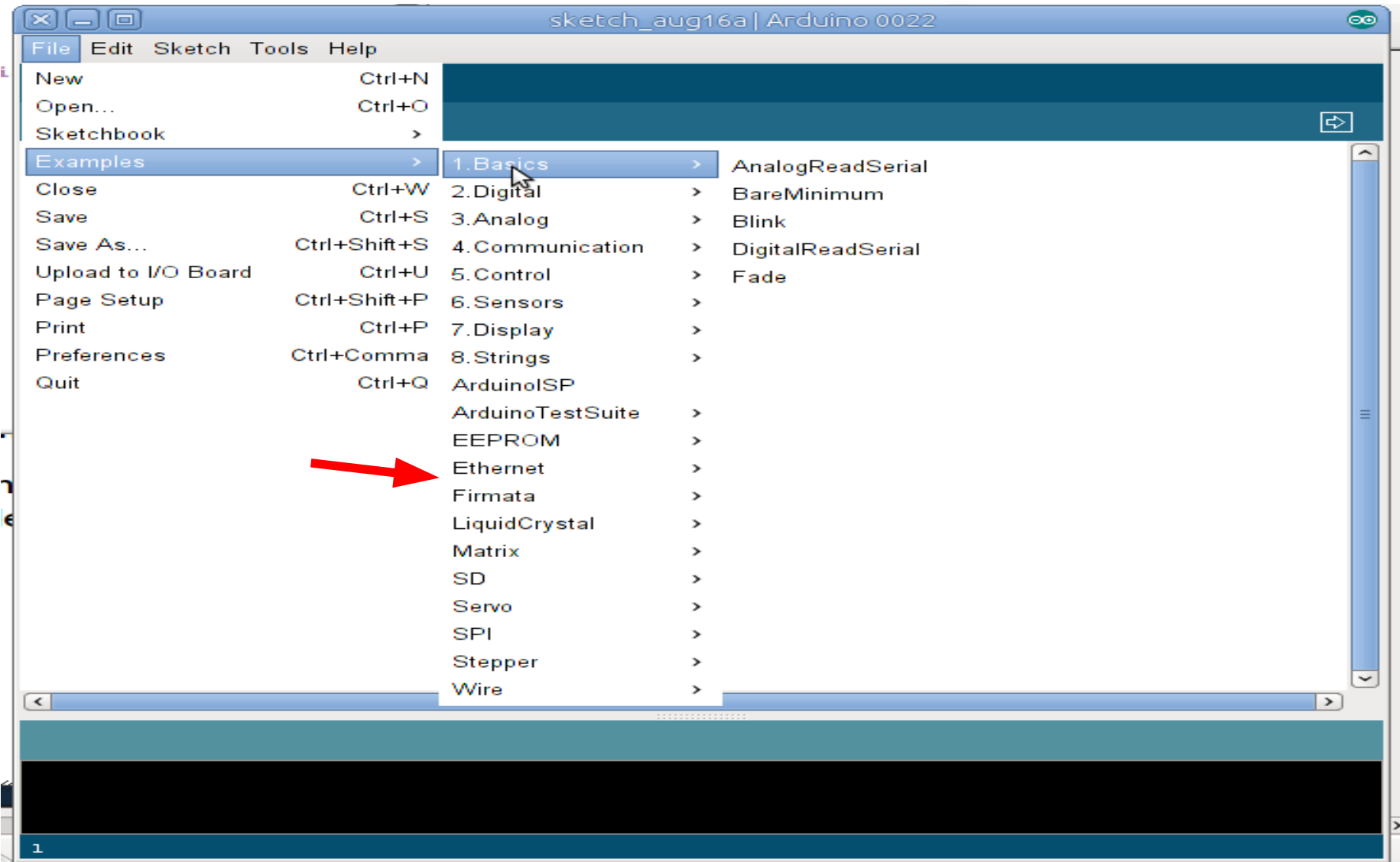
- KISS
- Der skal være en succes historie i hver time !
- Need to know approach
 - HW
 - SW
 - ...

Mål og delmål og indsats

- CANSAT konkurrence
 - Lokalt
 - Alle er deltagere :-)
 - National
 - Et antal gymnasier er deltagere
 - International
 - Et antal lande er deltagere
- PR
 - Intra/lokalt/region/landsdækkende/...
- Hvad er jeres mål for succes ?
- Hvad sælger i som succes kriterier til eleverne ?

TV køkken

- “Ready to fill in” dokumenter/templates
 - Et rigtigt eksempel til at lære af
 - Dropbox, skole IT, ...
 - ENKELT !
- Arduino
 - Allerede færdige eksempler

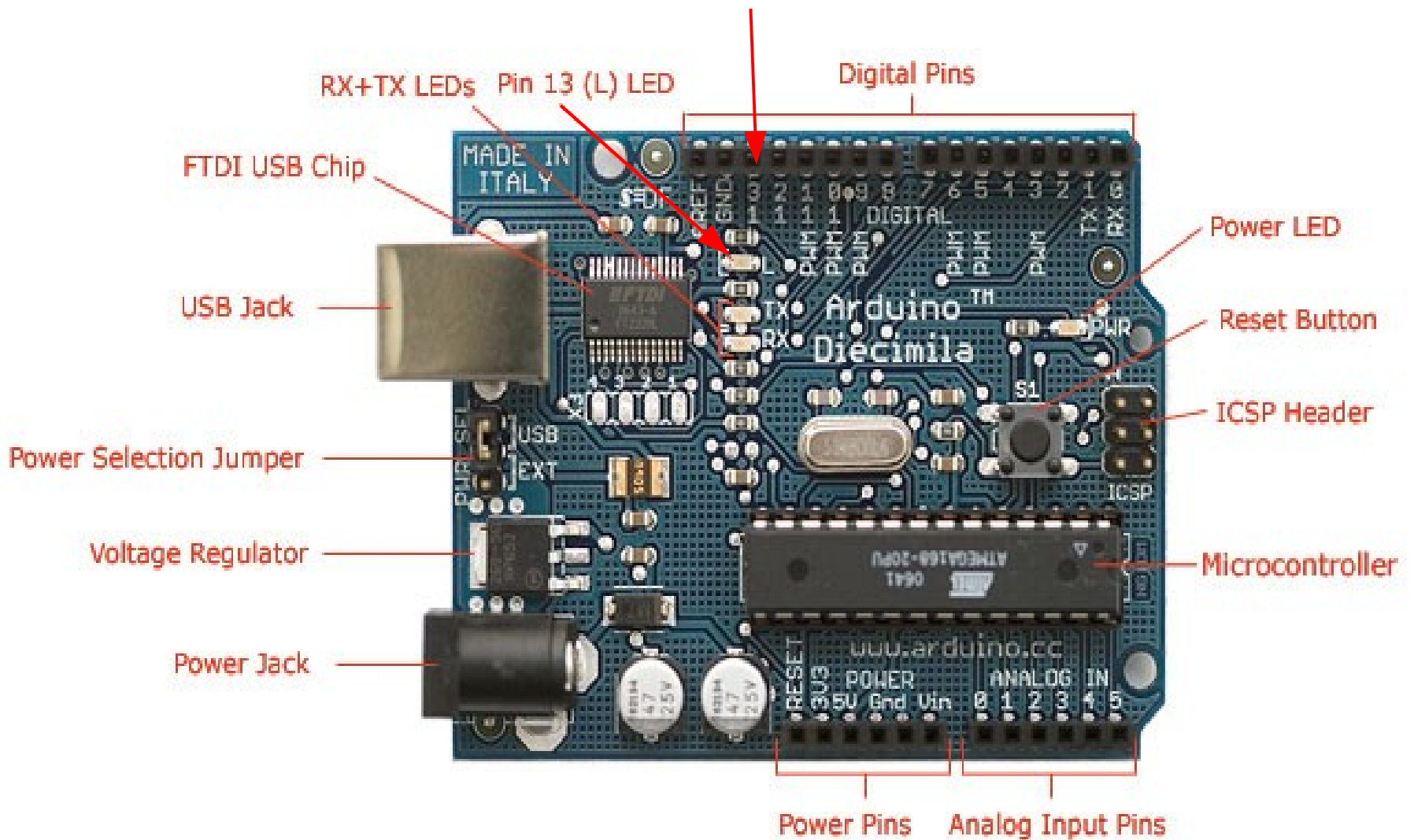


Før vi starter

- Grupper og HW
- 2-4 prs pr gruppe – rene dreng og pige grupper som udgangspunkt
- 1 Arduino/cansat pr gruppe
 - 1 Arduino kan fås til 200 DKK + USB kabel
- Find super users i klassen
 - Dem der kan hjælpe de andre med de første step
- Prøv det selv fra bunden af på “ren maskine”
- Logbogen ...

Imperativ programmeringssprog

- C,C++,java,...
- Programmer “byder” programmet at udføre hvad der skal udføres
-



Photograph by SparkFun Electronics. Used under the Creative Commons Attribution Share-Alike 3.0 license.

Milestone 1

- Installer Arduino SW
- Start Arduino SW
- Se at det virker

- Note:
 - Windows XP, Vista, 7
 - MAC OS
 - Linux
 -
 - Muligheder for driver cirkus på windows/MAC OS med gamle boards. Se <http://arduino.cc/en/Guide/Guide>

Hvad betyder “at det virker” ?

- Open for comments ...

Milestone 2

- Få forbindelse til cansat/arduino via USB-seriel
-

!

- Arduino program kan startes
 - Man kan identificere USB serial port der tilhører Arduino
 - *Hint: ryk stik ud se hvilken der forsvinder*
- Blink virker
 - Virker bare der er strømforsyning på arduino

#1 - test af HW

- 1) Tilslut Arduino vha USB kabel
- 2) Fyr op under Arduino enviroment
- 3) Vælg UNO og USB port under Tools/værktøjer
- 4) Hent program under Filer->examples->2.Digital->Blink
- 5) Oversæt program (højre pil)
- 6) Se at LED ved pin 13 blinker

kodning

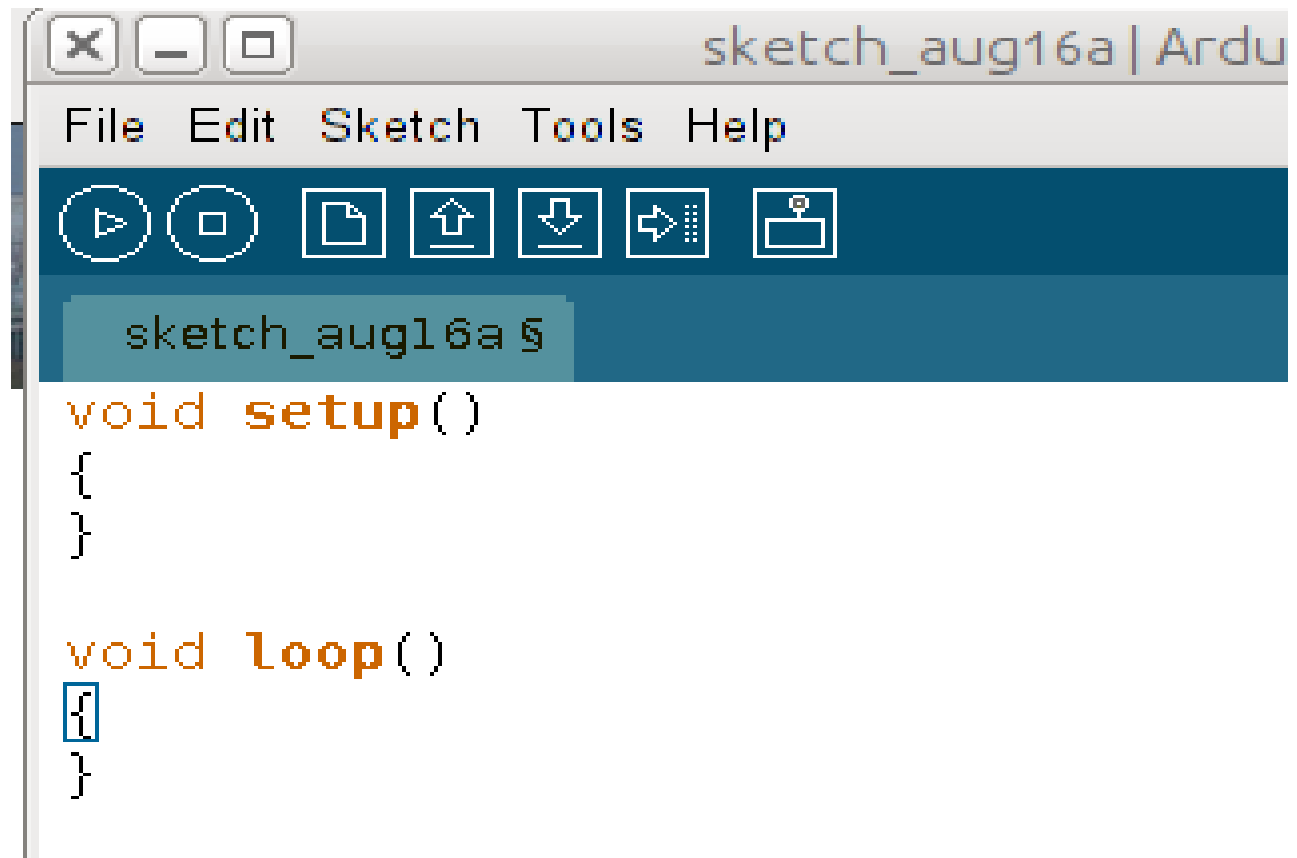
- Er som udgangspunkt faktisk ret svært :-)

```
#define K_set_fatal_err_hook(ahook) \
((krnl_err (*)(void (*)(krnl_err (*fatal_hook) \
(krnl_err e, int sinner)))) \
  ((*pK_call_vector) \
   [aK_set_fatal_err_hook])) (ahook)
```

- men Arduino platform gør det let(tere)

Step 1

- STRUKTUR
-
-



The image shows a screenshot of the Arduino IDE interface. The window title is "sketch_aug16a | Ardu". The menu bar includes "File", "Edit", "Sketch", "Tools", and "Help". Below the menu bar is a toolbar with icons for running, stopping, saving, opening, and other functions. The main editor area shows the following code:

```
sketch_aug16a $  
  
void setup()  
{  
}  
  
void loop()  
{  
}
```

Step 1

- STRUKTUR

```
sketch_aug16a $  
void setup()  
{  
}  
void loop()  
{  
}
```

- setup
 - loop
 - loop
 - loop
 - loop
 - loop
 - ...
-
- Så hurtig som muligt !
 - Dvs tid er noget I skal lave hvis I feks vil måle 2 gange i sekundet

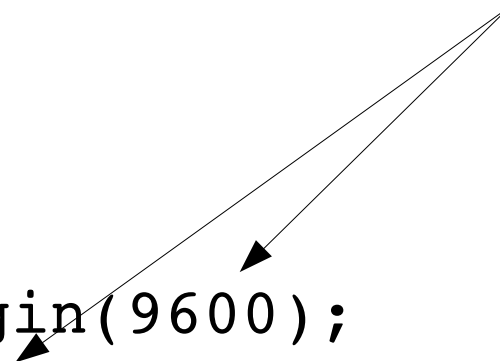
To typer ting man kan

- **Udføre “fremmed” kode**
 - husk imperativ – vi kommandererer
- Lave egen kode
- Tilføje egne kommentarer i kode

Udføre...

```
Serial.begin(9600);  
delay(1000); // vent i 1000 millisek
```

Data/info til
funktion



Andet program

```
/* Blink
  Turns on an LED on for one second, then off for one
  second, repeatedly.
  This example code is in the public domain.
  */
void setup() {
  // initialize the digital pin as an output.
  // Pin 13 has an LED connected on most Arduino boards:
  pinMode(13, OUTPUT);
}

void loop() {
  digitalWrite(13, HIGH);    // set the LED on
  delay(1000);               // wait for a second
  digitalWrite(13, LOW);    // set the LED off
  delay(1000);               // wait for a second
}
```

Tredie program - morse

```
void setup() {  
    pinMode(13, OUTPUT);  
}  
void prik()  
{  
    digitalWrite(13, HIGH);    // set the LED on  
    delay(100);                // wait for 0,2 sec  
    digitalWrite(13, LOW);    // set the LED off  
    Delay(1000); // vent 1 sek  
}  
void streg()  
{  
    digitalWrite(13, HIGH);    // set the LED on  
    delay(600);                // wait for 0,2 sec  
    digitalWrite(13, LOW);    // set the LED off  
    Delay(1000); // vent 1 sek  
}  
void loop() {  
    prik();  
    prik(); prik();  
    streg(); streg(); streg();  
    prik(); prik(); prik();  
}
```


Funktions kald

Kald: navn(parameter) ;

```
Serial.begin(9600);  
delay(1000);  
pinMode(13,OUTPUT);
```



; er sætningens "punktum"

Man kan næsten snakke koden (på bydeform: imperativ prog...)

Egen kode - lighedstegnet

```
X = 3; // ikke en ligning !!!  
      // husk imperativ  
      // vi "byder" x at holde  
      // værdien 3
```

```
x = 3;  
x = x + 3; // er helt lovligt
```

Højresiden regnes ud
Venstresiden sættes lig resultat

Så x er lig 6 efter ovenstående kode

Datatyper - desværre nødvendigt

int : heltal -32768, -32767, ..., 0, 1, 2, 32767

typiske fejl:

```
x = 32767;
```

```
x = x+1;
```

hvad er x ??

x er -32768

16 bit heltal: $2^{16} = 65536$ så 65536 værdier til positive, negative værdier og 0.

[-32768 -> 32767]

Heltal med/uden fortegn - den er lidt farlig

- 0,1,2,3,...,23, 0,1,2,...
- **unsigned int** (16 bit)
- 0,1,2,...,65535,0,1,2,...
- **int** (16 bit med fortegn)
- 0,1,2,...
- 32766,32767,-32768,
- ... -3,-2,-1,0,1,2,...
-
- PAS PÅ !!!!
-
- **long** (32 bit int)
- ca -2 mia -> 2 mia
- **unsigned long** -> ca 4 mia



Kommatal - et andet problem - opløsning

- float f; 32 bit float (single precision)
- $\pm 4 \cdot 10^{32}$ ca
- max 6(7) decimaler

```
void setup()
  float f = 1.0;
  Serial.begin(9600);
  Serial.println(f, 10);
  for (int i = 0 ; i < 10000; i++) {
    f += 0.0000001;
  }
  Serial.println(f, 10); // 10 antal dec til print
}

void loop() {
}
```

heltal regneri

```
int i;  
int j;  
int k;
```

```
void loop()
```

```
{
```

```
  j = 10;
```

```
  i = 20;
```

```
  k = j/i;
```

```
  k = k * 1000;
```

```
k = (j/i)*1000;
```

```
k = (1000 * j)/k ;
```

```
  ...
```

heltal regneri - dagens resultat

```
int i;
int j;
int k;

void loop()
{
    j = 10;
    i = 20;

    k = j/i;           // k er nu 0  heltalsdivision
    k = k * 1000;

    k = (j/i)*1000;    // 0

    k = (1000 * j)/k ; // k er nu 500 !!!
    ...
}
```

Heltal

- Addition, ,Subtraktion, division og multiplikation er FARLIG !
- hvad kan man så ...
- tænke sig lidt om !
- Reducer formler inden de kodes

Fra jord til bord I

- naturen: fysisk værdi (temperatur, tryk, acceleration,..)
- **sensor representation:**
 - typisk analog spænding
- **Arduino Analog til digital conversion**
 - 10 bit 0-5V
 - 0,1,2,3,...1023 (1024 værdier)
 - 0 svarer til $[0 - 5/(1023)]$
 - 1: $[5/1023 - 2*5/1023]$
 - ...
 - 0: 0V
 - 1: $5/1023$ V
 - 2: $2*5/1023$ V //hm men ok
 -
 - 0-4.88mV, 4.88-9.76mV,... 4.99512-5.00000mV

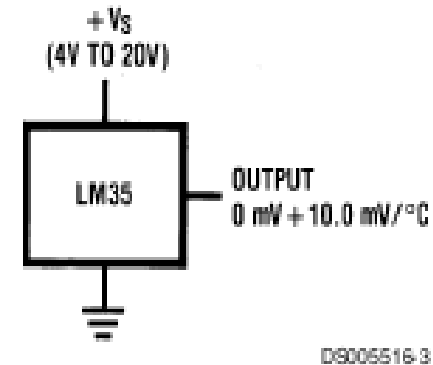


FIGURE 1. Basic Centigrade Temperature Sensor (+2°C to +150°C)

Fra jord til bord II

- Måletal (0..1023) skal nu omfattes tilbage til fysisk enhed (SI?!?)
- $\text{temp}[C] = (\text{måletal} * 5/1023) / 0,010 [C]$
- husk igen på trunkering
- heltal:
 - $\text{måletal} * 5/1023$
 - Altid 0 så længe $\text{måletal} < 1023/5 \dots$
- I telemetri:
 - send også rådata hjem

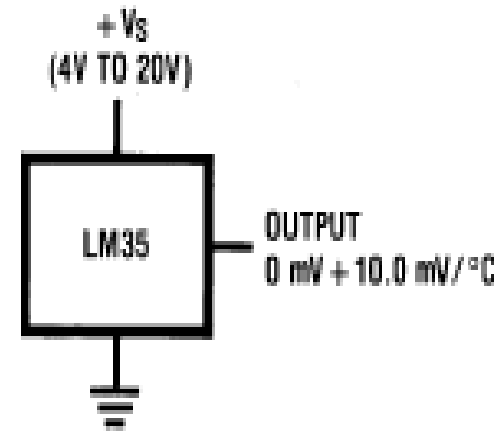


FIGURE 1. Basic Centigrade Temperature Sensor (+2°C to +150°C)

Temperatur sensor

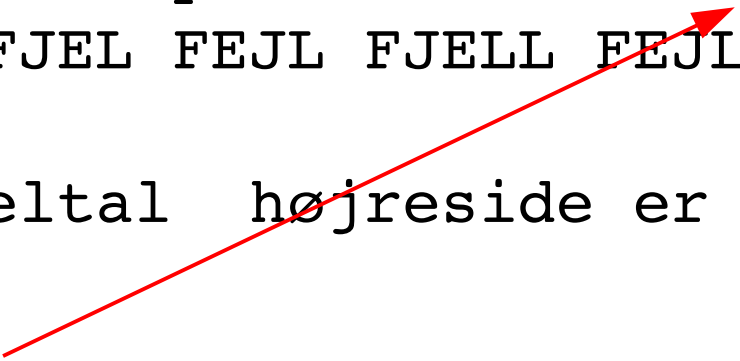
```
int raatemp,temp;
```

```
...
```

```
raatemp = analogRead(A0); // vi maalte
```

```
temp = raatemp * 5/1023 * 0.010 ;
```

```
// FEJL FJEL FEJL FJELL FEJL
```



temp er heltal højreside er kommatall !!!

hvorfor ?

Temperatur sensor - nu med kommatall

```
int raatemp;
```

```
float temp;
```

```
...
```

```
raatemp = analogRead(A0); // vi maalte
```

```
temp = (raatemp * 5/1023) * 0.010 ;
```

```
// FEJL FJEL FEJL FJELL FEJL
```

```
temp er 0.0    hvorfor ??? !!!
```

```
hvorfor ?
```

Temperatur sensor - nu med kommatal

```
int raatemp;
```

```
float temp;
```

```
...
```

```
raatemp = analogRead(A0); // vi maalte
```

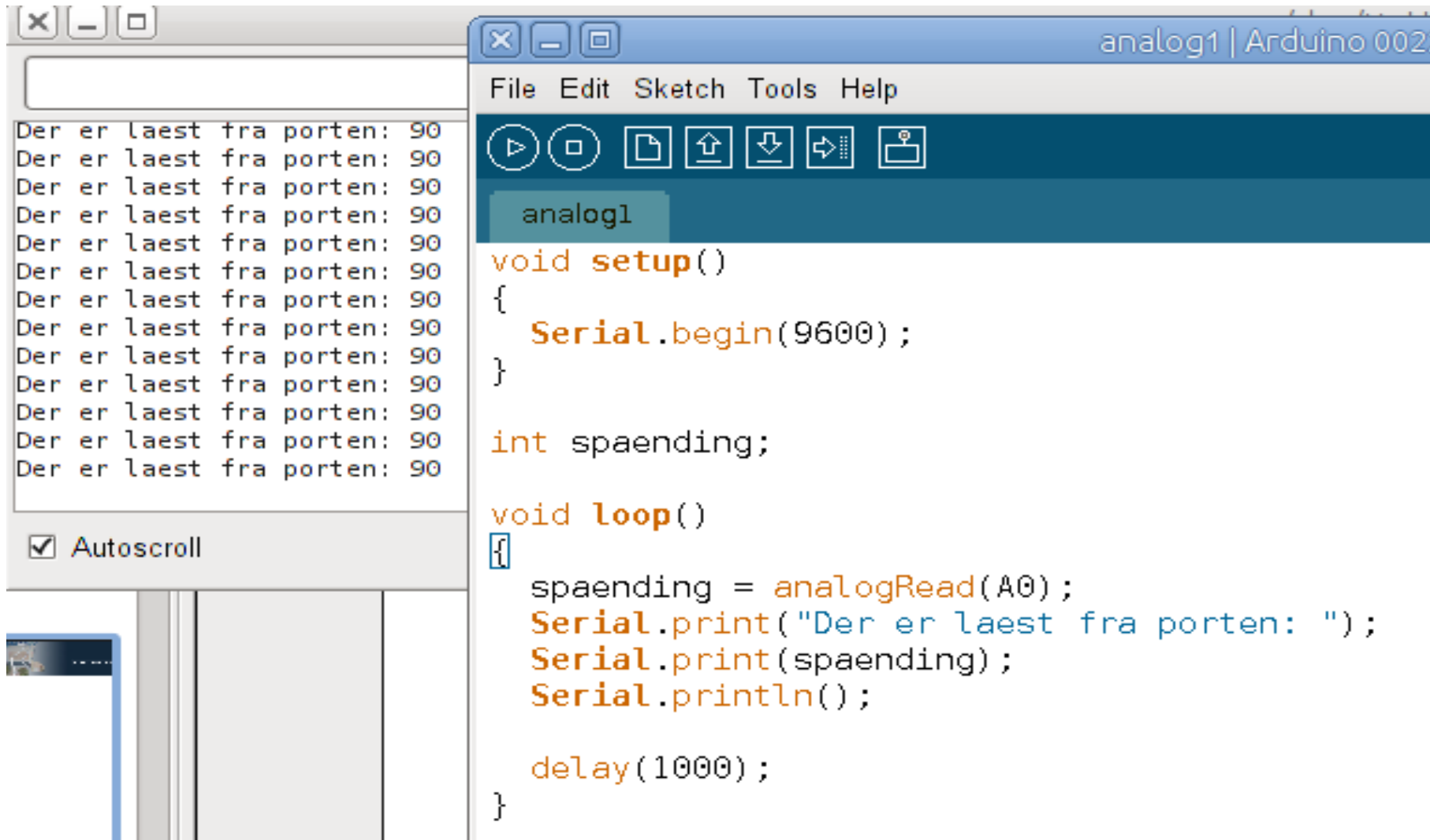
```
temp = raatemp;
```

```
temp = (temp * 5/1023) * 0.010 ;
```

NU VIRKER DET :-)

hvorfor ???

Analog input



The image shows a screenshot of the Arduino IDE interface. On the left, the Serial Monitor window displays the output of the sketch, which is a repeating line of text: "Der er laest fra porten: 90". The "Autoscroll" checkbox is checked. On the right, the Sketch Editor window shows the code for the sketch, titled "analog1 | Arduino 002". The code is as follows:

```
void setup()
{
  Serial.begin(9600);
}

int spaending;

void loop()
{
  spaending = analogRead(A0);
  Serial.print("Der er laest fra porten: ");
  Serial.print(spaending);
  Serial.println();

  delay(1000);
}
```

!

- De forrige slides viser hvor nemt der går detalie i det ...
- behov for små enkle programmer der illustrerer det vi har set indtil nu
- hvem skriver dem
- ...

Hvad mangler de for at kunne kode ?

- Streng
- løkker
- if then else ?
-
- to ce keys

Boolsk algebra

```
if (a == b)  
{
```

```
}
```

```
else
```

```
{
```

```
}
```

```
if ( a < b )
```

a og b er heltal IKKE floats

MAN MÅ ALDRIG if (float1 == float2) ...

telemetri som begreb

```
temp11
```

```
{  
  Serial.begin(9600);  
  t = 82; //  
  temp = (5 * t/1023) * 0.020;  
  Serial.print(temp);  
}  
  
void loop()  
{  
  t = analogRead(A0);  
  Serial.print(t);  
  Serial.print(",");  
  t = analogRead(A1);  
  Serial.println(t);  
  delay(1000);  
}
```

Ikke analoge sensorer

- Aflæses via en instrumentbus.
- To af de mest almindelige som Arduino understøtter:
 - SPI
 - I2C
- Begge er baseret på en master(arduino) der kan
 - skrive data hos en slave
 - bede slave om data
- Idag er det alle vores sensorer der er I2C forbundne
- dvs ingen analogRead osv.
- I2C er uden for scope vi vil bare bruge sensorerne

links to shield sensorer

GY boards

	GY-80	GY-87	GY-88	GY-88A	GY-91
digital compass	hmc5883L	hmc5883L	hmc5883L	hmc5983	mpu9250
pressure and temperature	bmp085	1 bmp085/180	bmp085/180	bmp180	bmp280
3 axis accelerometer	adxl345	mpu6050	mpu6050	mpu6050	mpu9250
3 axis digital gyro	l3g4200d	mpu6050	mpu6050	mpu6050	mpu9250
schematics	schematics	schematics	schematics	schematics	schematics

kortlink.dk/vy6b

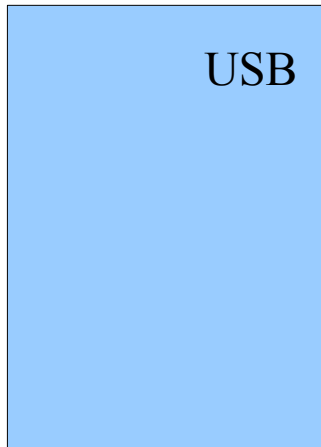
Download af drivere

- 1) download zip file
- 2) installer den ved
 - 1) sketch->include library-> add .ZIP library
- 3) Efter install prøv at se under examples

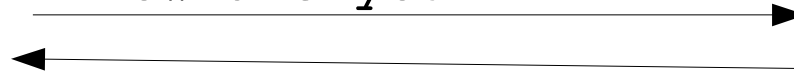
eller sketch->include library->Manage libraries

søg efter jeres sensor

PC



how are you

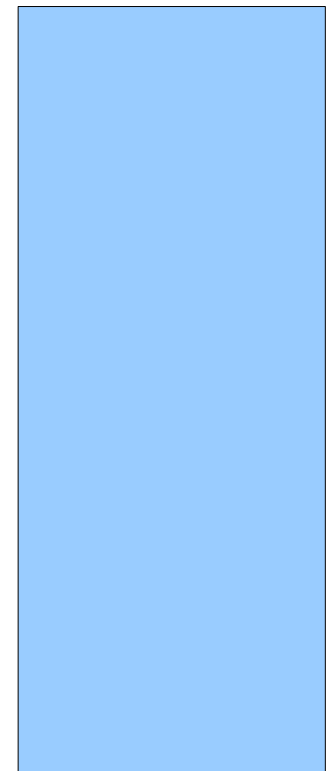


I'm fine

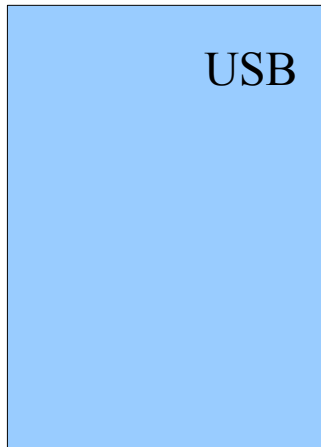


Ren chat protokol

Arduino



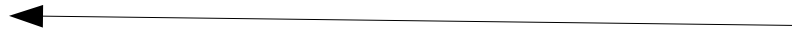
PC



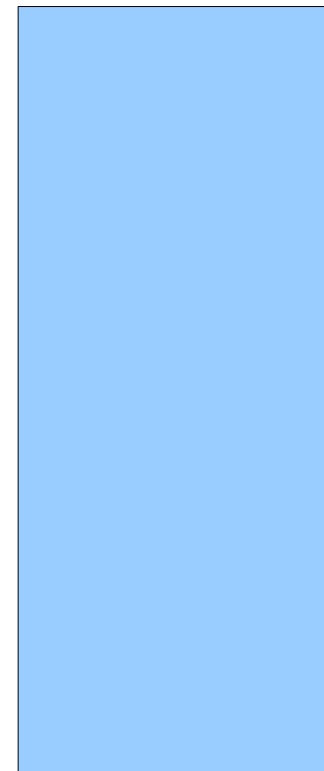
1



2



Arduino



Ren chat protokol

send tal over

returner værdi plus 1

TrykMåler BMP085/BMP180/...

```
#include <Wire.h>
#include <bmp085.h> // som I lige har installeret

void setup()
{
  Serial.begin(38400);
  Wire.begin(); // I2C net til IMU board
  bmp085Init(102500.0); // ress at sealevel today
}

float tryk, temp, hojde;

void printData()
{
  Serial.print("temp(C) "); Serial.print(temp);
  Serial.print("\t tryk(Pa) "); Serial.print(tryk);
  Serial.print("\t hojde(m)"); Serial.println(hojde);
}

void loop()
{
  bmp085Measure(&temp, &tryk, &hojde);
  printData();

  delay(100);
}
```


MPU6050 accelerometer/gyro

```
#include <Wire.h>
#include <MPU6050.h>
```

```
MPU6050 accelgyro; // objekt
```

```
void setup() {
  Wire.begin();
```

```
accelgyro.initialize();
}
```

```
int ax,ay,az,gx,gy,gz;
```

```
void loop()
{
  accelgyro.getMotion6(&ax,&ay,&az,&gx,&gy,&gz);
}
```

HMC5883L kompass

```
#include <Wire.h>
#include <MPU6050.h>
```

```
HMC5883L mag;
```

```
void setup() {
  mag.initialize();
}
```

```
int mx,my,mz;
```

```
void loop()
{
  mag.getHeading(&mx,&my,&mz);
}
```

APC220 radio - telemetry

- Det du skriver på seriel port sender de
- Du kan modtage på din PC

- i terminal (Arduino)
- anden type terminal
- uden for scope idag

Telemetri - kapacitets problem

- APC220 radioer
 - arduino->radio 9600 baud ~800 bytes/sec
 - radio->radio 9600 baud ~ 800 bytes/sec
- MEN MEN MEN
 - overhead pga redundans og indbygget fejlkorrektion
 - ca faktor 2-3 så ...
- $800/2.5 = \text{ca } 300 \text{ bytes/sec}$

Hvad mangler de for at kunne kode ?

- Streng
- løkker
- if then else ?
-
- to ce keys

```
int i1;  
int i2;
```

```
void loop()  
{  
    i1 = 3;  
    i2 = 4;
```

```
    if (i2 < i1) // boolsk evaluering på heltal  
    {  
    }  
    else  
    {  
    }  
}
```

```
if ( ) ...
```

```
while ( )  
{  
}
```

boolske operatorer: <, > <=, >=, ==, !=
&& (and) || (or)

sammensatte udtryk er lovlig

```
if ( ( ( i1 < i2 ) && ( pp >= 3 ) ) || ( isIFryser ==  
true ) )
```

differentiating - jeps !

