



Intro til AVR



Mads Pedersen, OZ6HR
mads@oz6hr.dk

Projektidé



- Brug en AVR-microcontroller
- Mål temperatur vha. temperatursensor
- Vis på display
- Send til computer og vis temperatur

Plan



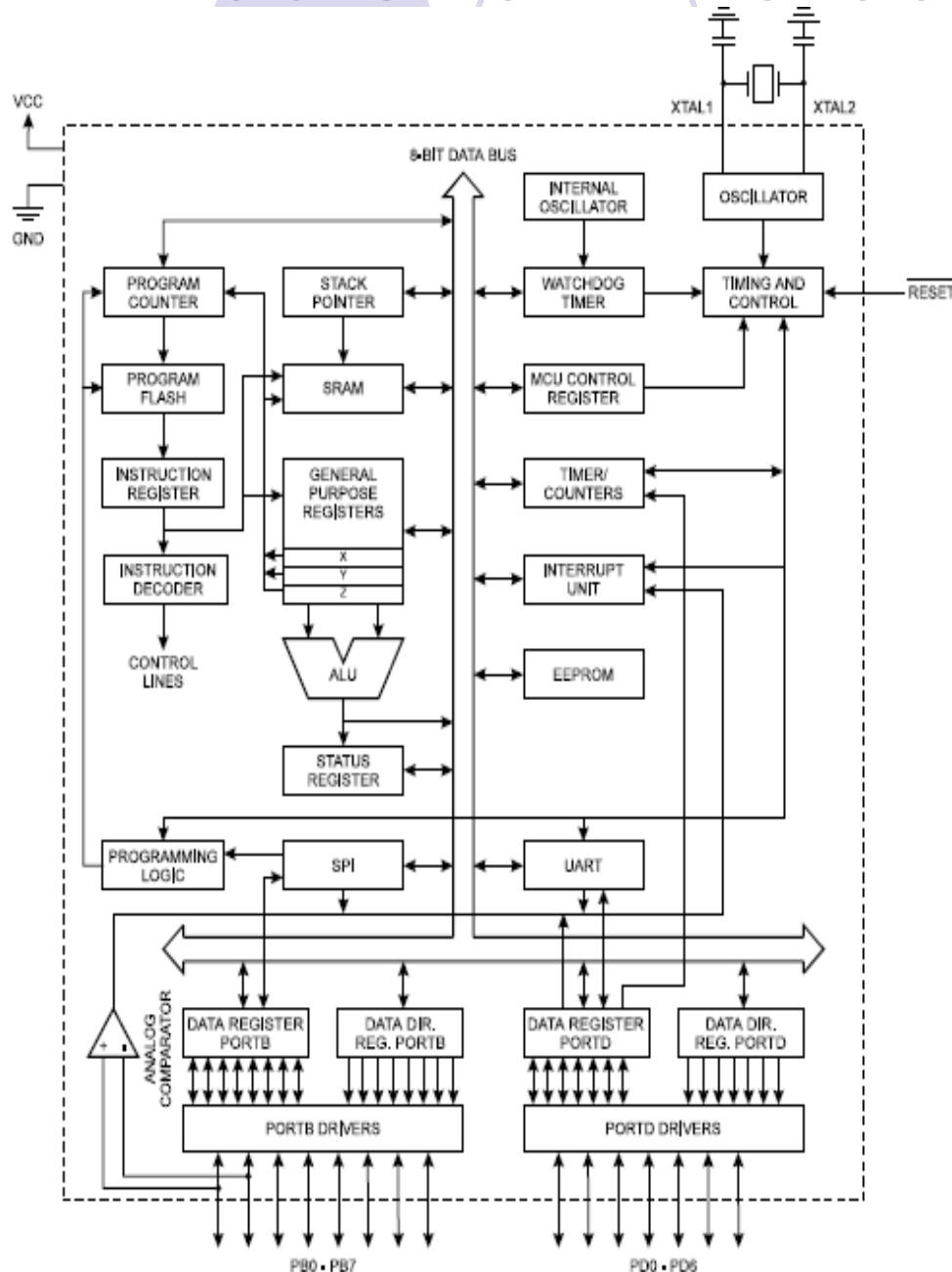
- 27/10-2005: Introduktion
- 10/11-2005: Få alle boards op at køre
- 08/12-2005: Temperatur + display + seriel



Agenda for introduktionen

- Hvad er en microcontroller?
- Info om vores AVR-microcontroller
- Info om LCD-display
- Info om temperatursensor (og I²C-bussen)
- Programmering af microcontrollere
- Introduktion til BASCOM

Hvad er en microcontroller?



● “En computer i en chip”:

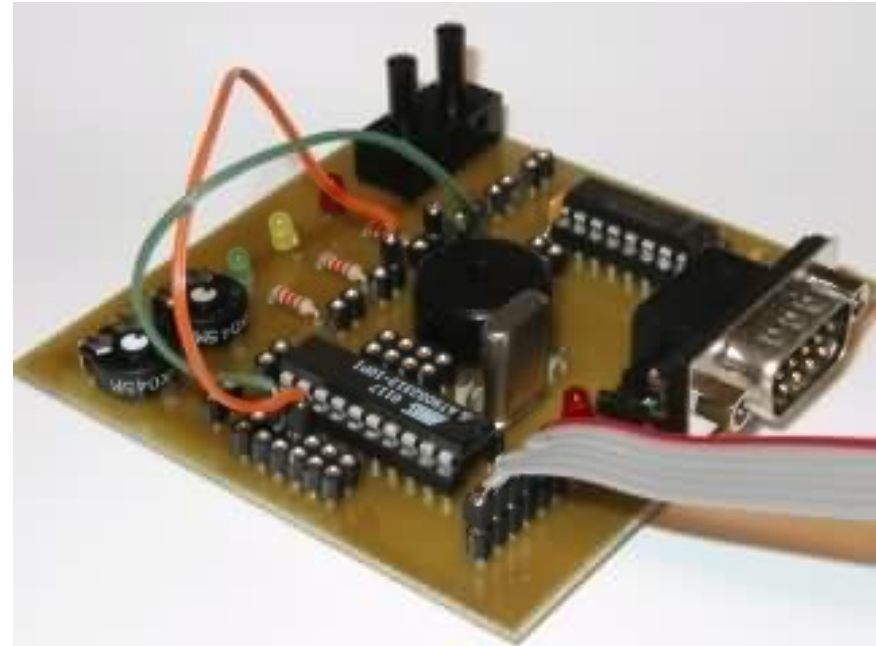
- CPU
- ROM
- RAM
- Bi-directional ports
- Interrupts
- Internal clock
- + Mange andre funktioner

Hvor bliver microcontrollere brugt?

- DVD, TV, VCR
- XBOX, Play Station
- PDA'er
- Mobiltelefoner
- Biler
- Portåbner til garagen
- Husholdningsapparater
- Radioamatørformål: Frekvenstæller, LCD, ...
- ... og til alle mulige andre formål!

Hvad skal vi bruge?

- Evaluation board
 - Med en AVR AT90S2313
 - Inspireret af <http://www.rowalt.de/mc/>
- 9V strømforsyning
- "Programmer"-kabel
- Serielt kabel
- LCD-display (HD4478-baseret)
- Temperatursensor (LM75) samt print
- Udviklings-/programmeringsmiljø (BASCOS)

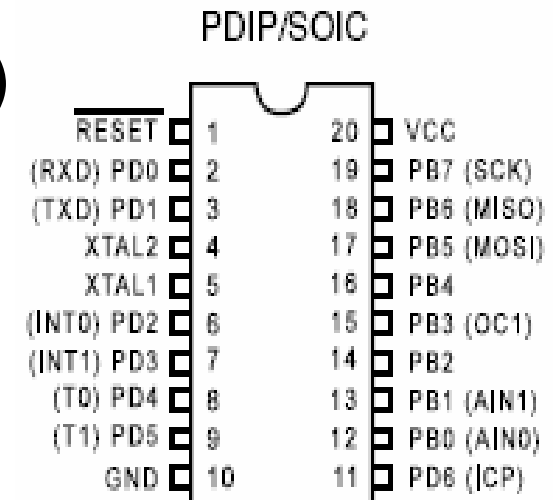


Info om AVR

- AT90S2313-10 (Atmel Corporation)

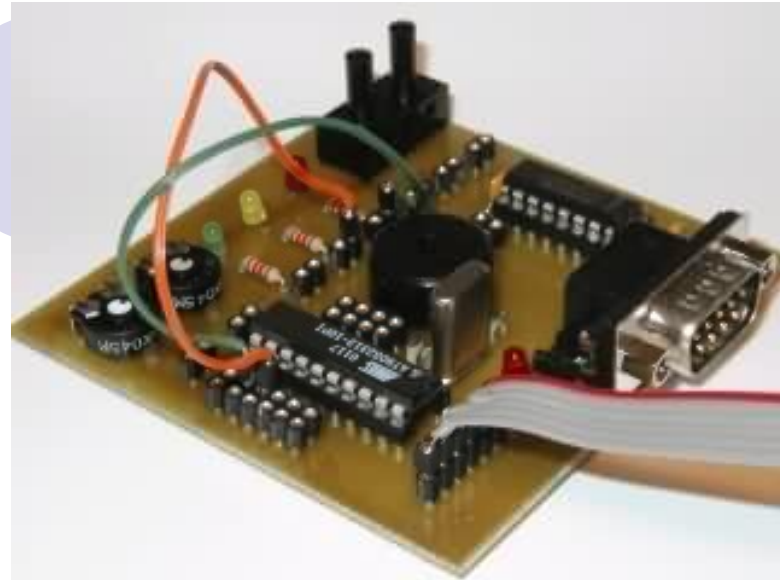
- 8 bit, 2K flash
- 8- og 16-bit timer
- Analog-digital converter (ADC)
- Watchdog
- SPI/UART
- 20 pins, hvoraf 15 er programmerbare I/O
- 0-10 MHz

- <http://www.avrfreaks.net/index.php?module=FreaksDevices&func=displayDev&objectid=9>
- http://www.atmel.com/dyn/products/product_card.asp?family_id=607&family_name=AVR+8%2DBit+RISC+&part_id=1993



Baggrundsinfo

- Display
- Temperaturmåler (I²C)

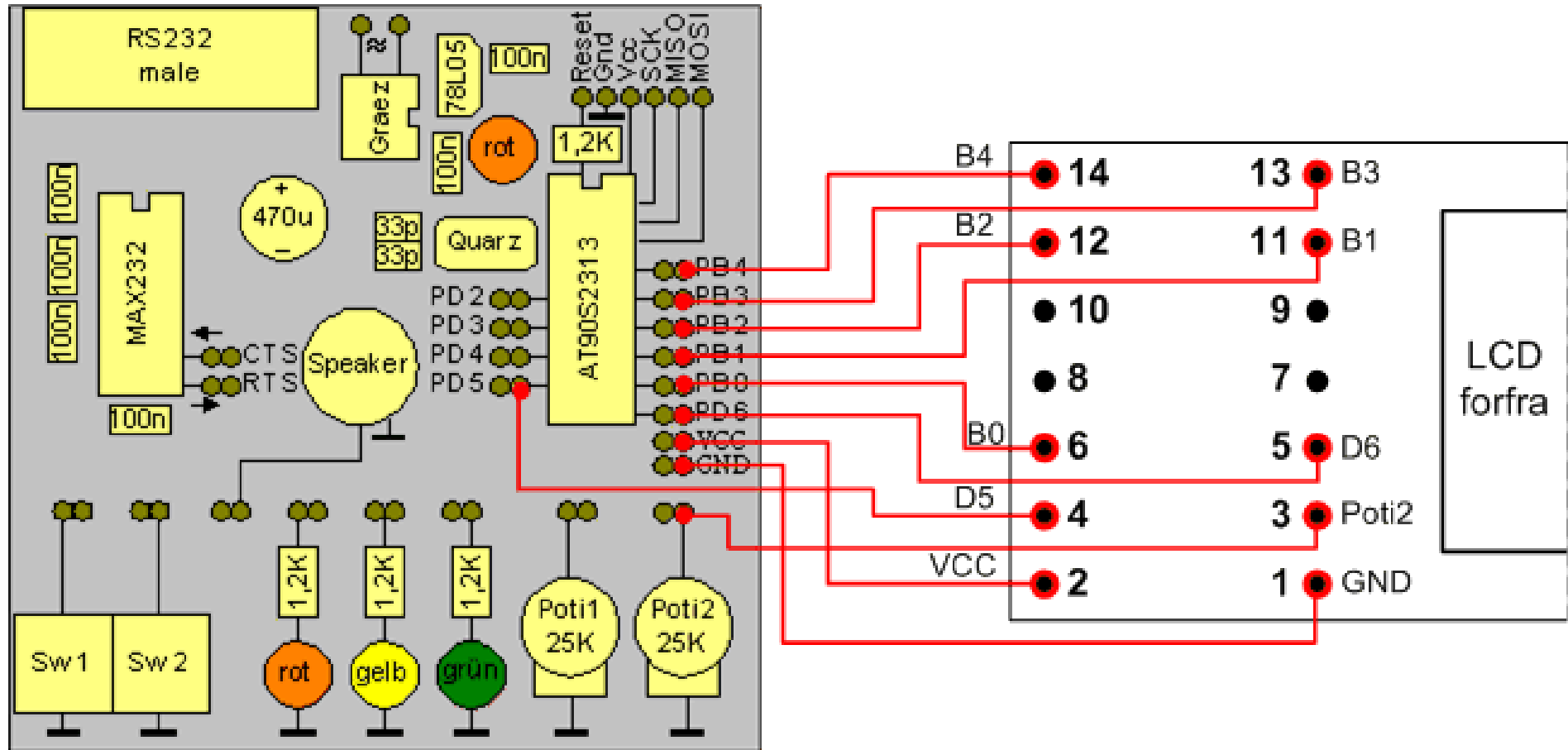


LCD: Info



- Chip: HD4478
- Standard-chip udviklet af Hitachi
- Bruges i mange displays, i mange størrelser, f.eks. 1x8, 2x16, 4x20
- Drivere implementeret i mange programmeringssprog (f.eks. BASCOM)

LCD: Benforbindelser



Temperatursensor: Info

- Inspiration:

- http://www.avrprojects.net/tcn75_thermo.htm

- LM75

- Udviklet af National Semiconductor

- Info: <http://www.national.com/pf/LM/LM75.html>

- Specifikationer:

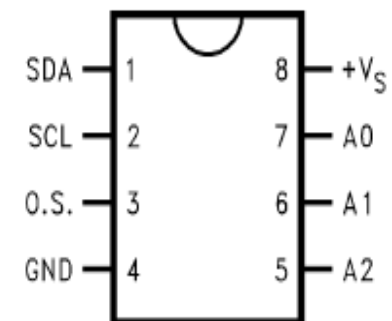
- -55 °C → 125 °C

- I²C-bussen

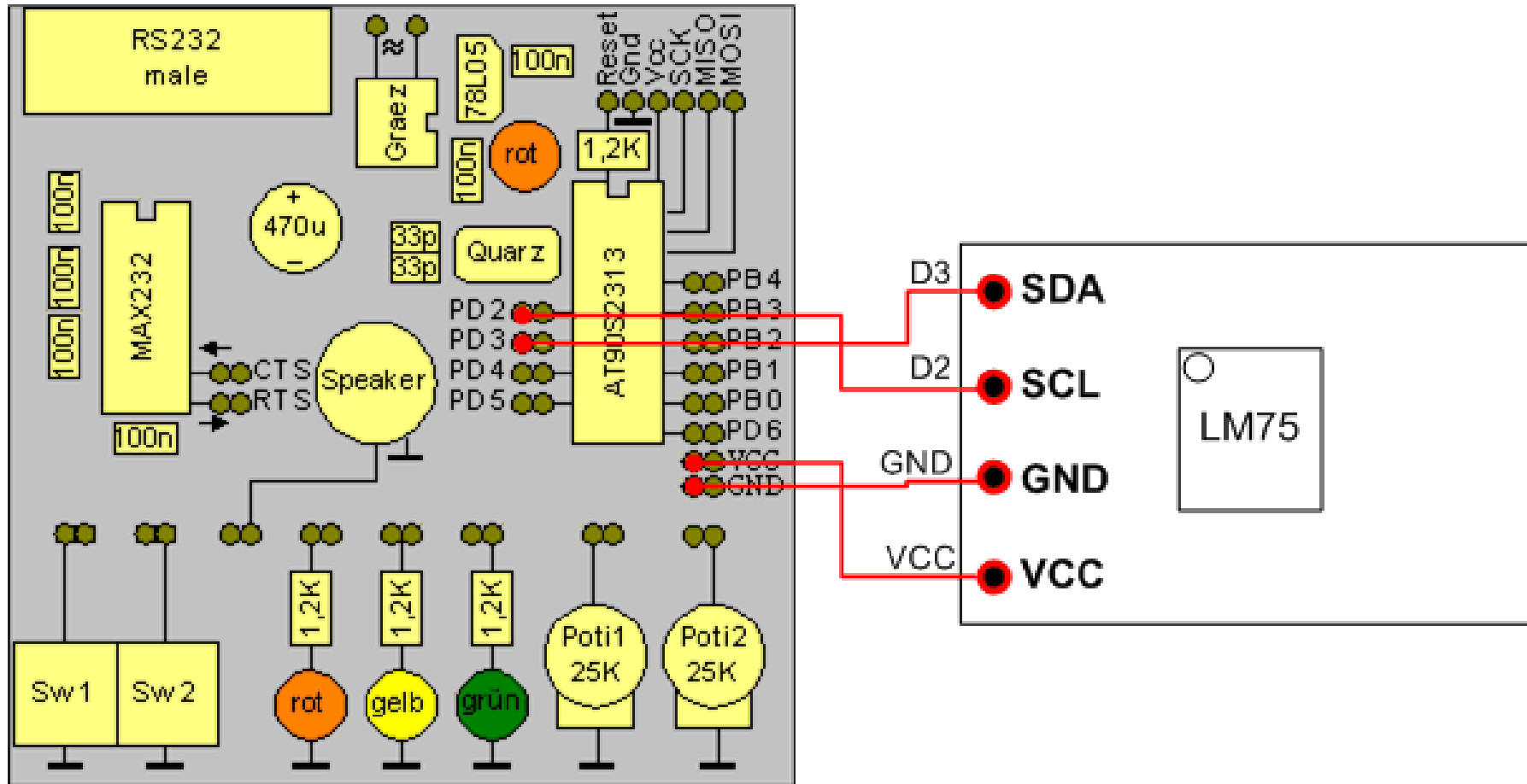
- Overtemperature Shutdown (O.S.)

- Kan bruges til f.eks. at alarmere, når temperaturen overstiger en valgt grænse

SOP-8 and Mini SOP-8

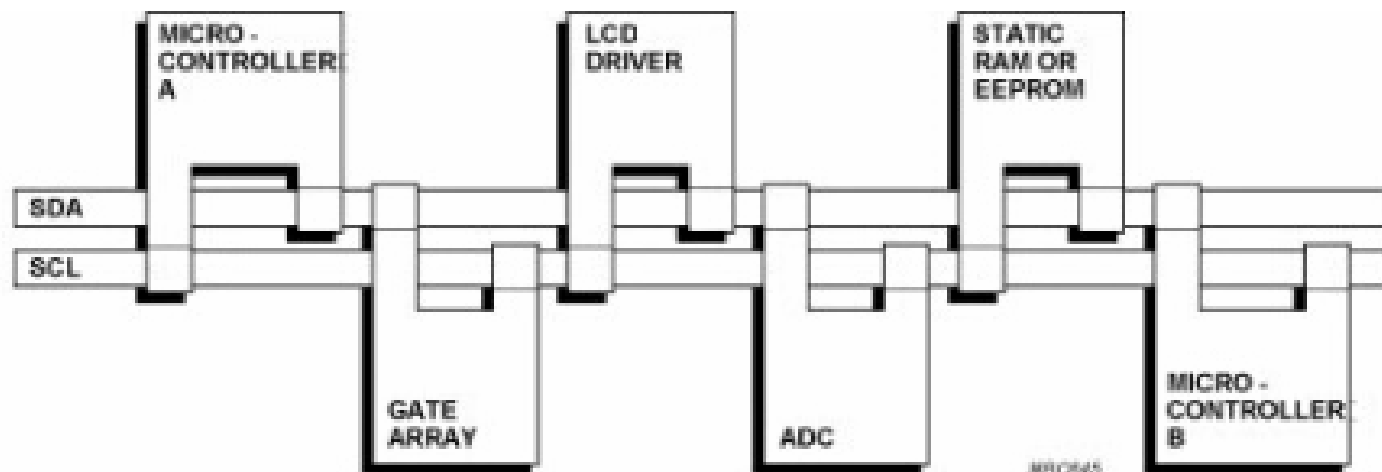


Temperatursensor: Benfordbindelser

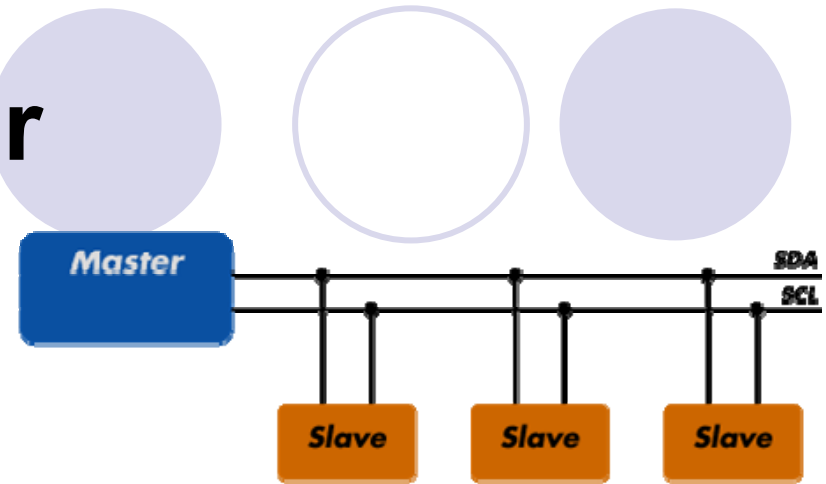


I²C-bussen: Introduktion

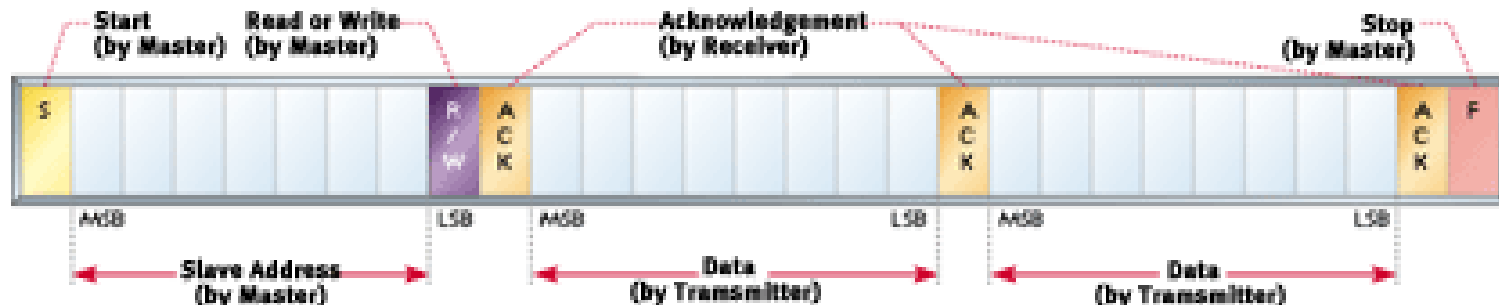
- I²C
 - Forkortelse for *Inter-Integrated Circuit*, udtales "eye-squared-see"
- Udviklet i starten af 1980'erne af Philips
 - Formål
 - Nem kommunikation mellem CPU og udstyr i et TV
- I dag: De-facto standard i industrien



I²C-bussen: Detaljer



- **Two-wire** seriel bus
 - Serial Clock Line (SCL)
 - Serial Data Line (SDL)
- Bussen kontrolleres af en **Bus Master**
 - Fortæller slaver, hvornår de kan tilgå bussen
- Hver slave har en **unik 7- eller 10-bit adresse**
- Kommunikation mellem master og slave:
 - Når masteren vil tilgå en slave, sender den adressen på slaven samt enten en *read-* eller *write-bit*.
 - Den valgte slave sender *Ack* og masteren kan enten læse fra eller skrive til slaven.

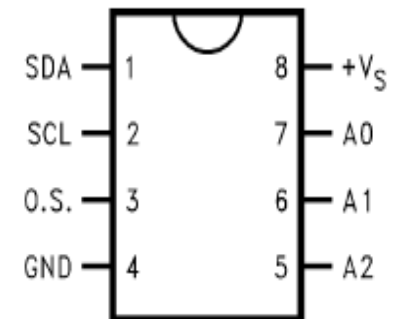


I²C-bussen: Adressering

- LM75 har en 7-bit slave-adresse
- De 4 første bits er hardcoded/forudvalgt i LM75 og er “1001”
- De 3 sidste bits tildeles vha. pins A2–A0
 - Enten lav (0: GND) eller høj (1: VCC)
- Slave-adressen er derfor:

1	0	0	1	A2	A1	A0
MSB			LSB			

SOP-8 and Mini SOP-8

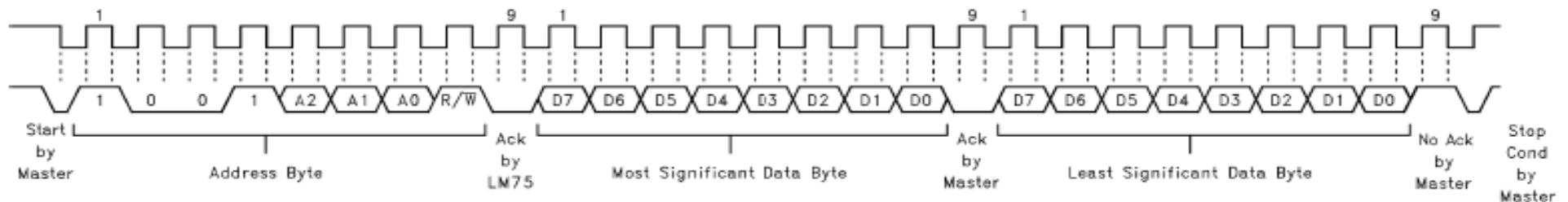


I²C-bussen: Adressering (fortsat)

- 7-bit adressering giver $2^7=128$ enheder på hver bus.
- Dog kun muligt at have 112 på én bus (16 af de 128 adresser er reserverede)
- De 3 bits giver mulighed for $2^3=8$ enheder af samme type (f.eks. 8 LM75) på samme bus

I²C-bussen: Timing

- Eksempel hvor der læses en temperatur (2 bytes)



I²C-bussen: Alternativer

- Andre bus-teknologier
 - One-Wire
 - <http://www.maxim-ic.com/1-Wire.cfm>
 - CAN
 - <http://www.semiconductors.bosch.de/de/20/can/index.asp>
- Analog temperatursensor
 - F.eks. LM35: <http://www.national.com/pf/LM/LM35.html>
- Andre I²C-enheder:
 - DS1621: Også temperatursensor til I²C-bussen
 - http://www.maxim-ic.com/quick_view2.cfm/qv_pk/2737
 - PCF8591: 8-bit A/D and D/A converter
 - <http://www.semiconductors.philips.com/pip/PCF8591P.html>

I²C-bussen: Links

- <http://en.wikipedia.org/wiki/I2C>
- <http://www.semiconductors.philips.com/markets/mms/protocols/i2c/facts/index.html>
- <http://embedded.com/story/OEG20010718S0073>
- <http://www.esacademy.com/faq/i2c/>
- <http://www.totalphase.com/support/i2c/>

Programming af μC

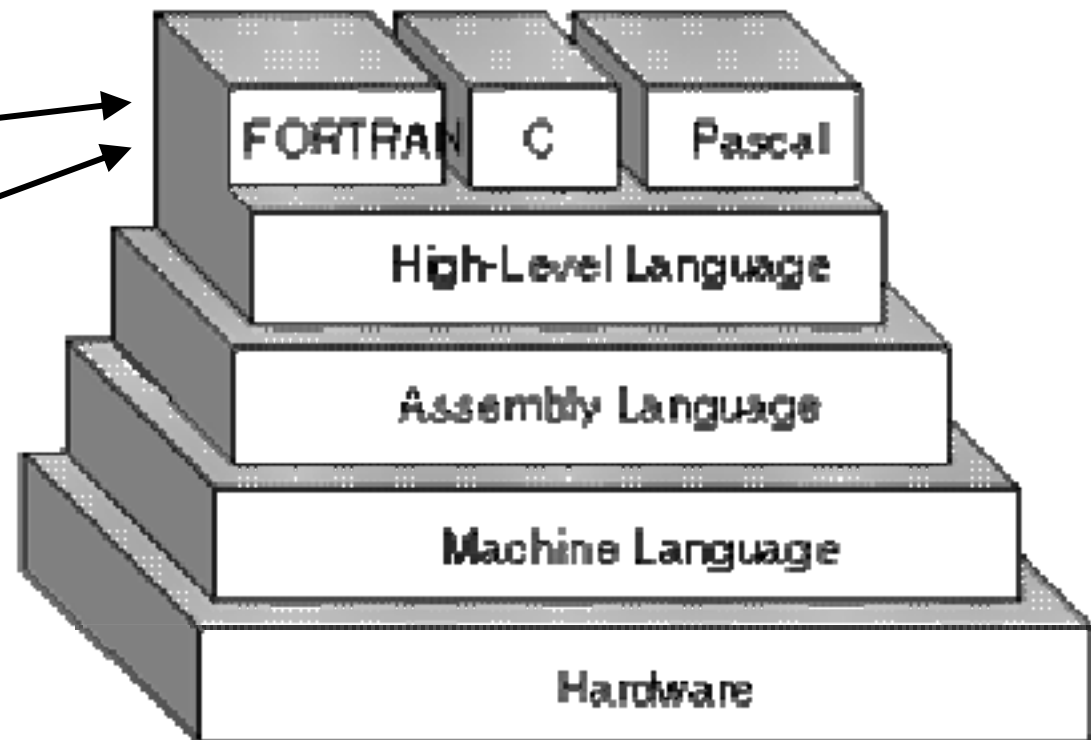
- Mange muligheder:

- Maskinkode

- Assembler

- C

- Basic (os)



Programmering af μ C: Maskinkode

- Computerens/microcontrollerens *native* sprog

```
8260: 6D 81 00 80 00 80 00 00 00 00 0A 00 DF 38 32 m.....82
8270: 35 36 21 81 30 00 14 00 E7 00 1E 00 21 30 31 32 56!.0.....!012
8280: 33 34 35 36 37 00 4D 00 D2 8B A0 00 0B 02 A0 00 34567.M.....
8290: 1F 08 B8 82 D2 8B 97 A4 27 27 0C 86 D2 8B A0 00 .....''.....
82A0: 37 08 14 00 DF 09 BA 82 A0 00 F7 09 0C 00 84 0A 7.....
82B0: 13 90 56 7E 98 7E 0F 81 80 00 C0 0C C0 0C C0 0C ..V.....
82C0: C0 0C A0 00 26 10 80 94 17 A0 41 41 13 87 C0 E5 ....&.....AA....
82D0: 37 37 80 65 87 00 C1 15 80 40 C1 65 80 47 A0 00 77.e.....@.e.G..
82E0: C2 15 80 40 C2 65 7D 42 A0 00 C3 17 52 82 C5 10 ...@.e}B....R...
82F0: C1 E0 B0 7E C0 E5 30 30 80 65 87 00 28 23 21 44 .....00.e..(!#D
8300: 46 2C 31 35 2C 34 31 2C 30 30 2C 36 34 2C 38 32 F,15,41,00,64,82
8310: 2C 33 37 2C 30 39 00 32 23 21 31 30 2C 30 30 2C ,37,09.2#!10,00,
8320: 34 38 2C 34 35 2C 34 43 2C 34 43 2C 34 46 2C 32 48,45,4C,4C,4F,2
8330: 30 00 3C 23 21 35 37 2C 34 46 2C 35 32 2C 34 43 0.<#!57,4F,52,4C
8340: 2C 34 34 2C 32 31 2C 32 30 2C 30 30 00 46 23 21 ,44,21,20,00.F#!
8350: 46 36 2C 30 31 2C 44 46 2C 30 39 2C 34 38 2C 31 F6,01,DF,09,48,1
8360: 32 2C 38 34 2C 30 30 00 0F 27 E4 00 00 00 00 00 2,84,00..'.....
```

Programming af μ C: Assembler

- Det laveste niveau, man normalt programmerer på i dag

```
.def Temp = R16      ;Gives "Defines" Register R16 the name Temp

.org 0x0000          ;Places the following code from address 0x0000
    rjmp RESET      ;Take a Relative Jump to the RESET Label

RESET:              ;Reset Label
    ldi Temp, 0xFF   ;Store 255 in R16 (Since we have defined R16 = Temp)
    out DDRB, Temp   ;Store this value in The PORTB Data direction Register

Loop:               ;Loop Label
    out PORTB, Temp  ;Write all highs (255 decimal) to PORTB
    dec Temp         ;Decrement R16 (Temp)
    rjmp Loop        ;Take a relative jump to the Loop label
```

Programmering af μ C: C

- Mest udbredt til programmering af microcontrollere i dag

```
void main()
{
    printf("Start\n\r");

    LM75_init();

    printf("Reading Temperature\n\r");

    while (1)
    {
        result = LM75_read_temperature();
        printf("Temperature = %d\n\r", result);
        delay_ms(1000);
    }
}
```


Programmering af μ C: Basic

- Det sprog vi vil anvende

```
$regfile = "2313def.dat"
```

```
$crystal = 3686400
```

```
Ddrd = &B0001000
```

```
Portd = &B0000100
```

```
Do
```

```
  If Pind.2 = 0 Then
```

```
    Portd.4 = 0
```

```
    Portd.5 = 1
```

```
  Else
```

```
    Portd.4 = 1
```

```
    Portd.5 = 0
```

```
  End If
```

```
Loop
```

```
End
```

Værktøjer til projektet

- BASCOM
 - Til at programmere med (programmeringsmiljø)
 - Version 1.11.7.9:
 - http://www.quasarelectronics.com/bascom_software.htm
 - Version 1.11.7.4:
 - http://www.grifo.it/SOFT/bas_AVR.htm
- TwinAVR
 - Til at overføre det kompilerede program med
 - Ikke nødvendigt, når BASCOM anvendes
 - <http://www.rowalt.de/mc/avr/progd.htm>
- AVRTerm
 - Se udprintninger til serielporten
 - Ikke nødvendigt, når BASCOM anvendes
 - <http://www.rowalt.de/mc/avr/toolsd.htm>

Intro til BASCOM

```
BASCOM-AVR IDE - [D:\DataMicrocontroller\AVR\Projekt\Temp\LM75-serial.bas]
File Edit Program Tools Options Window Help
Sub Label
*****
*
* Title : LM75 digital thermometer
* Program code : BASCOM AVR basic
* Target : AT90S2313
* Hardware requirements: AVR evaluation board with AT90S2313, LCD disp
*
* DESCRIPTION
* This program shows the temperature on the LCD interface, the tempera
* with the LM75 which has an I2C interface.
*****
Dim Tempmsb As Byte
Dim Templsb As Byte
Dim Th As Byte
Dim Tl As Byte
Dim Config As Byte
Dim Count As Byte
Dim Sleep As Byte
* 2
in , Db4 = Portb.1 , Db5 = Portb.2 , Db6 = Portb.3 ,
```

Skal stå på
"Universal MCS
Interface"

Skal stå på
"WinAVR and
SP12"

BASCOM-AVR Options

Compiler | Communication | Environment | Simulator | **Programmer** | Monitor | Printer

Programmer: Universal MCS Interface

Play sound: []

Erase warning Auto Flash AutoVerify Upload Code and Data

Parallel | Serial | Other | Universal

Programmer: WinAVR and SP12

Default [] [**Ok**] [**Cancel**]

Tjek for
fejl

Kompilér

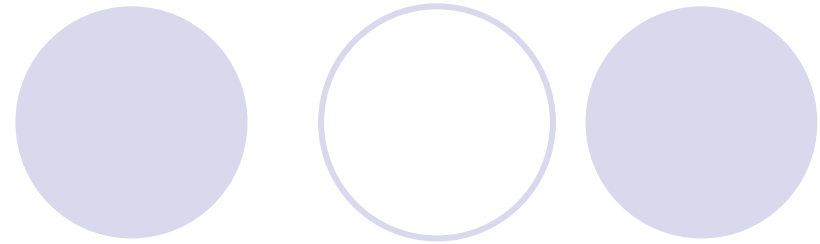
Simulér

Seriell
terminal

Kør
"program-
mer"

Options → Programmer

Til næste gang



- Alle skal som minimum være færdige med at lodde deres board.
- Næste gang vil vi sikre, at alle boards er i orden og vi vil lave en simpel testopstilling.