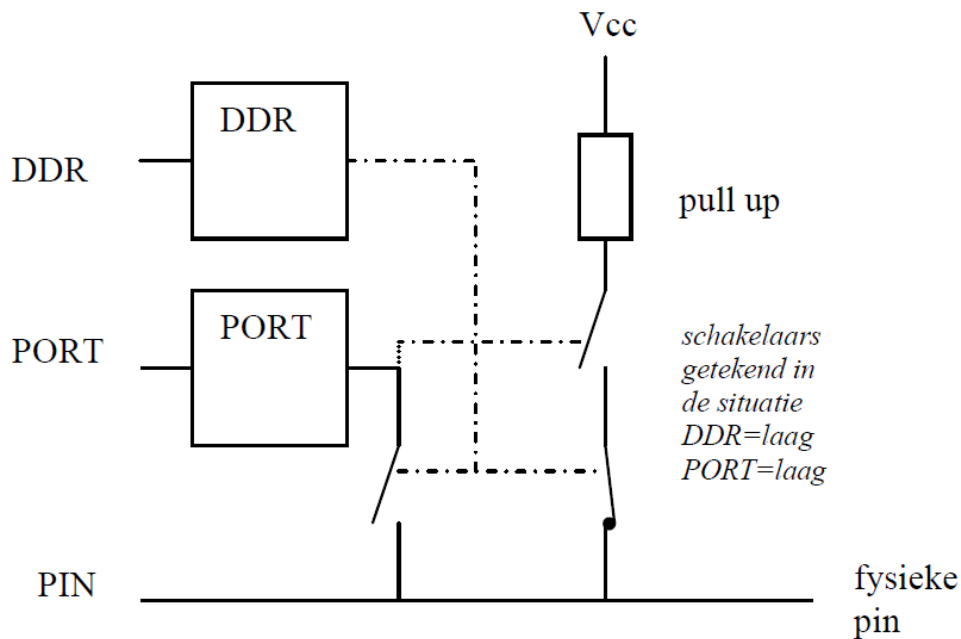


KLAS(SEN) : EQ1	BLAD : 1 van 3 BLADEN
TOETS : Microcontroller Programmeren in C	DOCENT : Harry Broeders
CODE : MICPRG-sc1	DATUM :
KWARTAAL : 2	TYPE : voorbeeld
	TIJD :

Tijdens dit tentamen mogen **alle** boeken, dictaten, aantekeningen enz. worden gebruikt.

Bij elke opgave staat tussen haakjes het maximale aantal te behalen punten vermeld.
Eindcijfer = (aantal behaalde punten + 10) / 10.

1. Op de **C poort** van een ATmega32 zijn, op de pinnen PC0 t/m PC3, 4 LEDs aangesloten. Elke LED kan aangezet worden door een logische 1 naar de betreffende outputpin van de C poort van de ATmega32 te schrijven. Elke LED kan uitgezet worden door een logische 0 naar de betreffende outputpin te schrijven. Op de pinnen PC4 t/m PC7 zijn schakelaars aangesloten. Deze schakelaars geven een logische 0 als ze uitstaan en zijn hoog impedant als ze aanstaan. Er moet dus (intern in de ATmega32) een **pull-up weerstand** bij deze ingangen gebruikt worden. Hieronder is het (interne schema) van een ATmega32 pin gegeven (Bron: Introductie AVR-microcontroller, Pieter Burghouwt en Jesse op den Brouw, De Haagse Hogeschool).



Schrijf een testprogramma waarin de toestand van de schakelaars PC4 t/m PC7 wordt weergegeven op respectievelijk PC0 t/m PC3. Als een schakelaar aanstaat dan moet de corresponderende led ook aanstaan. De opzet voor het programma is hieronder gegeven.

```
#include <avr/io.h>

int main(void) {
    /* DEZE CODE MOET JIJ SCHRIJVEN! */
    return 0;
}
```

(15 punten)

Geef de code die in de main functie moet worden ingevuld.

Zie volgende blad ⇨

KLAS(SEN) : EQ1	BLAD : 2 van 3 BLADEN
TOETS : Microcontroller Programmeren in C	DOCENT : Harry Broeders
CODE : MICPRG-sc1	DATUM :
KWARTAAL: 2	TYPE : voorbeeld
	TIJD :

Tijdens dit tentamen mogen **alle** boeken, dictaten, aantekeningen enz. worden gebruikt.

2. Voor testdoeleinden moet een eenvoudig testprogramma worden geschreven waarmee een blokvormig uitgangssignaal met een frequentie van 50 Hz wordt opgewekt op pin **PB3** van een ATmega32. Verder is gegeven dat:
- de klokfrequentie van de ATmega32 **8.192 MHz** is.
 - de frequentie van het uitgangssignaal zo nauwkeurig mogelijk moet zijn.
 - de microcontroller nog vele andere taken heeft dus zo min mogelijk tijd mag besteden aan het opwekken van dit testsignaal.

(15 punten)

Geef de volledige code van dit testprogramma.

3. Een ATmega32 moet via een seriële poort communiceren met een ander apparaat. Om dit te testen moet een testprogramma worden geschreven dat de **7 bits** ASCII karakters '0' (ASCII code 0x30) t/m '7' (ASCII code 0x37) kan ontvangen. Als karakter '0' wordt ontvangen dan moet outputpin PA0 hoog worden gemaakt en moeten alle andere pinnen op poort A laag worden gemaakt. Als karakter '1' wordt ontvangen dan moet outputpin PA1 hoog worden gemaakt en moeten alle andere pinnen op poort A laag worden gemaakt. Enzovoort. Als een ander karakter dan '0' t/m '7' wordt ontvangen dan moeten alle pinnen van port A laag gemaakt worden. De baudrate moet **4800 baud** zijn, er moet een **oneven** pariteitsbit en er moeten **2 stopbits** worden gebruikt. Als er een **fout** optreedt bij **het ontvangen** van een karakter dan moeten alle pinnen van port A hoog gemaakt worden. De klokfrequentie van de ATmega32 is **4 MHz**. Het verwerken van de ontvangen karakters en het aansturen van de LEDs moet volledig in een **ISR** (Interrupt Service Routine) gebeuren. De opzet voor het programma is hieronder gegeven.

```
#include <avr/io.h>
#include <avr/interrupt.h>

ISR( /* DIT MOET JIJ INVULLEN */ ) {
    /* DIT MOET JIJ OOK INVULLEN */
}

void init(void) {
    /* DIT MOET JIJ OOK NOG INVULLEN */
}

int main(void) {
    init();
    while (1);
    return 0;
}
```

(20 punten)

A. Geef de code die in de `init` functie moet worden ingevuld.

(20 punten)

B. Geef de code van de benodigde Interrupt Service Routine.

Zie volgende blad ⇨

KLAS(SEN) : EQ1	BLAD : 3 van 3 BLADEN
TOETS : Microcontroller Programmeren in C	DOCENT : Harry Broeders
CODE : MICPRG-sc1	DATUM :
KWARTAAL: 2	TYPE : voorbeeld
	TIJD :

Tijdens dit tentamen mogen **alle** boeken, dictaten, aantekeningen enz. worden gebruikt.

4. In een C programma dat gebruikt wordt op een ATmega32 wordt elk uur de temperatuur op 1 graad Celsius nauwkeurig gemeten met behulp van een digitale temperatuursensor die via I²C wordt uitgelezen. De uitgelezen temperatuurwaarde is een 8 bits two's complement getal. Daarnaast wordt elk uur de windsnelheid in km/h gemeten door een digitale windsnelheidsmeter die via SPI wordt uitgelezen. De uitgelezen waarde is een 8 bits unsigned getal.

Deze gegevens worden opgeslagen in de variabele metingen. Zie onderstaande programma.

```
#include <stdint.h>

typedef struct {
    int8_t temperatuur;
    uint8_t windsnelheid;
} Meting;

typedef Meting MetingenPerDag[24];

typedef MetingenPerDag MetingenPerWeek[7];

int8_t gemiddeldeTemp(MetingenPerWeek mpw) {
    /* DIT MOET JIJ INVULLEN */
}

int main(void) {
    MetingenPerWeek metingen;

    /* VERDER NIET GEGEVEN */

    return 0;
}
```

(5 punten)

- A. Past de variabele metingen in het RAM geheugen van de ATmega32? **Verklaar je antwoord** door uit te rekenen hoeveel bytes de variabele metingen in beslag neemt.

(15 punten)

- B. De functie `gemiddeldeTemp` wordt aan het eind van de week, als de variabele metingen helemaal gevuld is, aangeroepen. Deze functie moet de gemiddelde temperatuur over de gehele afgelopen week berekenen en als returnwaarde teruggeven. Geef de code die in de `gemiddeldeTemp` functie moet worden ingevuld.