

VOORBLAD SCHRIFTELIJKE TOETSEN

OPLEIDING	: ELEKTROTECHNIEK
TOETSCODE	: MICPRG-sc1
GROEP	: EQ1
TOETSDATUM	: 25 JANUARI 2013
TIJD	: 15.00 – 16.30 uur
AANTAL PAGINA'S (incl. voorblad)	: 5
DEZE TOETS BESTAAT UIT	: 4 open vragen
GEBRUIK HULPMIDDELEN	: JA
TOEGESTANE HULPMIDDELEN	: Tijdens dit tentamen mogen alle boeken, dictaten, aantekeningen enz. worden gebruikt.
OVERIGE OPMERKINGEN	: Geen
OPSTELLER VAN DEZE TOETS	: Harry Broeders
TWEEDE LEZER VAN DEZE TOETS	: Jesse op den Brouw

BELANGRIJKSTE PUNTEN UIT ARTIKEL 12 VAN DE ONDERWIJS- EN EXAMENREGELING:

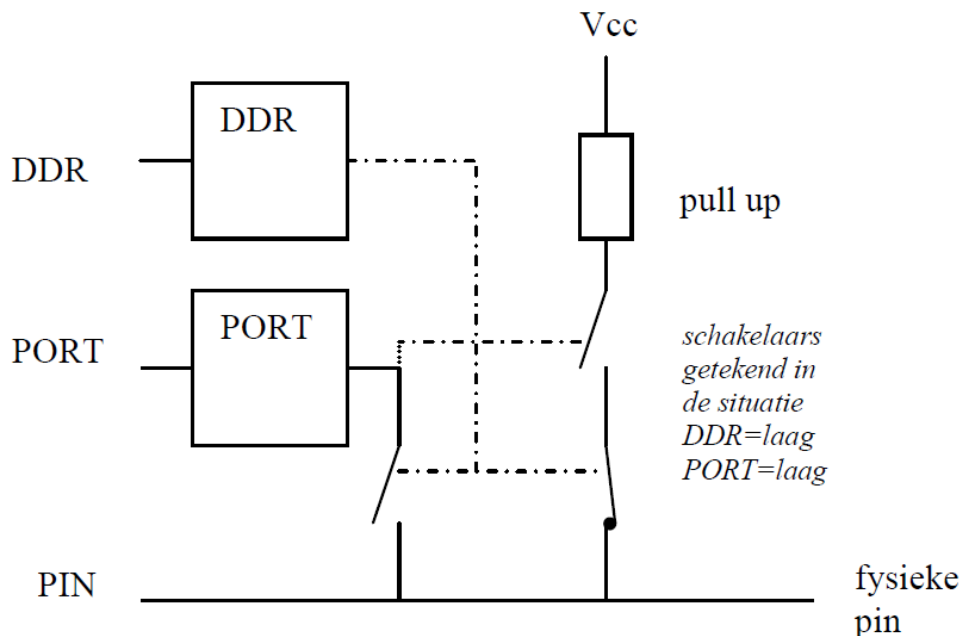
- je dient je via Osiris ingeschreven te hebben voor deze toets
- schrijf je naam, je studentnummer, de toetscode en de naam van de docent meteen op het tentamenpapier
- leg je identiteitsbewijs op de hoek van de tafel
- zet alle elektronische communicatiemiddelen (mobiele telefoon, PDA, etc.) uit en stop deze in je tas; deze mogen niet als calculator of klok worden gebruikt
- je mag het lokaal het eerste halfuur niet verlaten
- volg de instructies op het toetsvoorblad
- steek je hand op als je een vraag hebt

KLAS(SEN) : EQ1	BLAD : 1 van 4 BLADEN
TOETS : Microcontroller Programmeren in C	DOCENT : Harry Broeders
CODE : MICPRG-sc1	DATUM : 20 januari 2013
KWARTAAL: 2	TYPE : tentamen
	TIJD : 15:00 – 16:30

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 **B poort** van een ATmega32 zijn, op de pinnen PB0 t/m PB6, 7 schakelaars aangesloten. Deze schakelaars geven een logische 0 als ze aanstaan en zijn hoog impedant als ze uitstaan. 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).



Op de pin PB7 is een LED aangesloten. Deze LED kan aangezet worden door een logische 1 naar de outputpin PB7 van de ATmega32 te schrijven. Deze LED kan uitgezet worden door een logische 0 naar de outputpin PB7 te schrijven. Schrijf een testprogramma waarin de LED aanstaat als alle schakelaars (die zijn aangesloten op PB0 t/m PB6) aanstaan. Als één of meerdere schakelaars uitstaan dan moet de LED ook uitstaan. 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 4 BLADEN
TOETS : Microcontroller Programmeren in C	DOCENT : Harry Broeders
CODE : MICPRG-sc1	DATUM : 20 januari 2013
KWARTAAL: 2	TYPE : tentamen
	TIJD : 15:00 – 16:30

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 duty cycle van 50% wordt opgewekt op pin **PD5** van een ATmega32. Pin PD5 (= OC1A) **moet** aangestuurd worden met de **output compare** unit A van timer 1. De frequentie van dit signaal moet in 9 seconden oplopen van 100 Hz naar 1000Hz in stapjes van 10Hz. De frequentie moet dus elke 0.1 sec met 10Hz worden verhoogd. Gebruik timer counter 0 om steeds 0.1 seconde af te tellen.

Verder is gegeven dat:

- de klokfrequentie van de ATmega32 **4 MHz** is.
- de frequentie van het uitgangssignaal **zo nauwkeurig mogelijk** moet zijn.
- de tijd van 0.1 seconde **zo nauwkeurig mogelijk** afgeteld moet worden.
- de microcontroller geen andere taken heeft dus het is niet nodig om interrupts te gebruiken.

(30 punten)

Geef de volledige code van dit testprogramma.

3. Op de ingangen PA6 en PA7 van een ATmega32 zijn twee analoge signalen aangesloten die variëren tussen 0 en 5V. Op de AREF pin is een referentiespanning van 5V aangesloten. Schrijf een C functie waarmee de **gemiddelde waarde** van deze twee analoge signalen wordt berekend als een 10 bits binaire waarde. De gemiddelde waarde kun je berekenen door de spanning op pin PA6 op te tellen bij de spanning op pin PA7 en deze som vervolgens te delen door 2. De functie moet deze gemiddelde waarde teruggeven. Het prototype van de functie is:

```
uint16_t gemWaardePA6PA7(void);
```

De klokfrequentie van de ATmega32 is **0.5 MHz**.

(25 punten)

Geef de code van de functie `gemWaardePA6PA7`. Deze functie neemt dus 1 sample van elke ingang PA6 en PA7 en geeft de gemiddelde waarde terug. Aan het einde van de functie moet de ADC weer worden uitgeschakeld.

KLAS(SEN) : EQ1	BLAD : 3 van 4 BLADEN
TOETS : Microcontroller Programmeren in C	DOCENT : Harry Broeders
CODE : MICPRG-sc1	DATUM : 20 januari 2013
KWARTAAL: 2	TIJD : 15:00 – 16:30
TYPE : tentamen	

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

4. De ATmega32 kan een interrupt geven bij een neergaande flank van het signaal op pin PD2 (= INT0). Schrijf een testprogramma waarbij output pin PB0 in een interrupt service routine (ISR) wordt geïnverteerd (telkens als de ISR wordt aangeroepen). Deze ISR moet worden aangeroepen bij elke negatieve flank op pin PD2 = INT0.

In de ATmega32 datasheet zijn de volgende gegevens te vinden:

The MCU Control Register contains control bits for interrupt sense control and general MCU functions.

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0	
	SE	SM2	SM1	SM0	ISC11	ISC10	ISC01	ISC00	MCUCR
Read/Write	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	
Initial Value	0	0	0	0	0	0	0	0	

• **Bit 1, 0 – ISC01, ISC00: Interrupt Sense Control 0 Bit 1 and Bit 0**

The External Interrupt 0 is activated by the external pin INT0 if the SREG I-flag and the corresponding interrupt mask are set. The level and edges on the external INT0 pin that activate the interrupt are defined in Table 13-2. The value on the INT0 pin is sampled before detecting edges. If edge or toggle interrupt is selected, pulses that last longer than one clock period will generate an interrupt. Shorter pulses are not guaranteed to generate an interrupt. If low level interrupt is selected, the low level must be held until the completion of the currently executing instruction to generate an interrupt.

Table 13-2. Interrupt 0 Sense Control

ISC01	ISC00	Description
0	0	The low level of INT0 generates an interrupt request.
0	1	Any logical change on INT0 generates an interrupt request.
1	0	The falling edge of INT0 generates an interrupt request.
1	1	The rising edge of INT0 generates an interrupt request.

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0	
	INT1	INT0	INT2	-	-	-	IVSEL	IVCE	GICR
Read/Write	R/W	R/W	R/W	R	R	R	R/W	R/W	
Initial Value	0	0	0	0	0	0	0	0	

• **Bit 6 – INT0: External Interrupt Request 0 Enable**

When the INT0 bit is set (one) and the I-bit in the Status Register (SREG) is set (one), the external pin interrupt is enabled. The Interrupt Sense Control0 bits 1/0 (ISC01 and ISC00) in the MCU General Control Register (MCUCR) define whether the External Interrupt is activated on rising and/or falling edge of the INT0 pin or level sensed. Activity on the pin will cause an interrupt request even if INT0 is configured as an output. The corresponding interrupt of External Interrupt Request 0 is executed from the INT0 interrupt vector.

Zie volgende blad ⇨

KLAS(SEN) : EQ1	BLAD : 4 van 4 BLADEN
TOETS : Microcontroller Programmeren in C	DOCENT : Harry Broeders
CODE : MICPRG-sc1	DATUM : 20 januari 2013
KWARTAAL: 2	TYPE : tentamen
	TIJD : 15:00 – 16:30

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

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0	
	INTF1	INTF0	INTF2	-	-	-	-	-	GIFR
Read/Write	R/W	R/W	R/W	R	R	R	R	R	
Initial Value	0	0	0	0	0	0	0	0	

• **Bit 6 – INTF0: External Interrupt Flag 0**

When an edge or logic change on the INT0 pin triggers an interrupt request, INTF0 becomes set (one). If the I-bit in SREG and the INT0 bit in GICR are set (one), the MCU will jump to the corresponding interrupt vector. The flag is cleared when the interrupt routine is executed. Alternatively, the flag can be cleared by writing a logical one to it. This flag is always cleared when INT0 is configured as a level interrupt.

(15 punten)

A. Geef het hoofdprogramma (functie `main`) dat er voor zorgt dat er een ISR wordt aangeroepen bij elke negatieve flank op pin PD2.

(5 punten)

B. Geef de code van de in opgave A genoemde ISR. Elke keer dat deze ISR wordt aangeroepen moet pin PB0 geïnverteerd worden.