MCCA1

Minor Elektrotechniek voor Technische Informatica

THRijswijk

1

MCCA1

Overzicht

! Eerste kwartaal:

" MCCA1T1 Computer Architectuur
  ! 2 CP tentamen telt voor 50% mee
  ! Be = Armand Banel

! Tweede kwartaal:

" MCCA1P2 Microcontroller besturingen practicum
  ! 2 CP moet voldoende zijn!
  ! Bd = Harry Broeders

" MCCA1T2 Microcontroller besturingen theorie
  ! 2 CP tentamen telt voor 50% mee
  ! Bd = Harry Broeders

THRijswijk

2

Werkvormen

T2 + P2 = **112** SBU

! 14 uur MCCA1T2 theorie
! 14 uur MCCA1P2 practicum
! 84 uur zelfstudie = 12 uur/week

Inhoud

! toepassingen microcontrollers
! interne werking micocontrollers
! embedded software voor microcontrollers in C en C++
! interfacing: timer, ADC, pulse accumulator
! toepassen van interrupts
! debuggen van embedded software

THRijswijk

3

Leermiddelen

http://bd.thrijswijk.nl/mcca1

! inleiding 68HC11(is al uitgereikt)
! sheets
! 68HC11 reference manual
! 68HC11 programming reference guide (is al uitgereikt)
! ontwikkelomgeving
  " GNU utilities for Win32
  " GNU toolchain voor de 68HC11
  " THRSim11 simulator
  " 68HC11 EVM (hardware)
! **practicumopdrachten**

THRijswijk

4

68HC11

Toepassingen

! Huis, tuin en keukenproducten
  " Magneton, broodbakmachine, video, DVD speler, speelgoed, CV ketel enz...
! Computer apparatuur:
  " ZIP drive, printer, modem enz...
! Land- en tuinbouw:
  " Klimaatbeheersing, sorteermachine, weegschaal, koeherkennings-systeem enz...
! Verkeer:
  " Stoplicht, overwegbeveiliging, flitspaal, enz...
! Auto:
  " Motor management systeem, ABS, airbag, radio, route informatie-systeem enz...
! ...

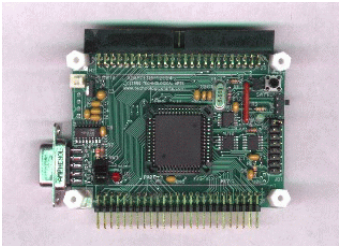
THRijswijk

5

68HC11

Ontwikkelbord

! Voorbeeld van een 68HC11 systeem:



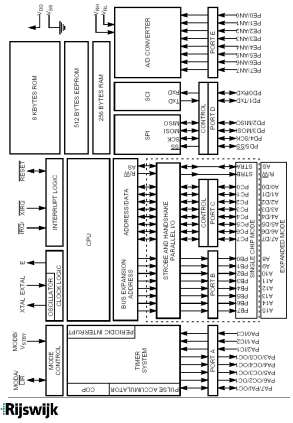
! Wij gebruiken Motorola EVM (veel groter)

THRijswijk

6

68HC11

blokschema

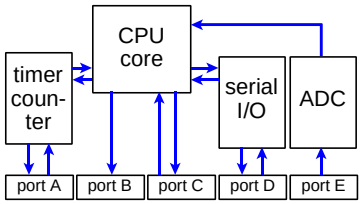


THRijswijk

7

68HC11

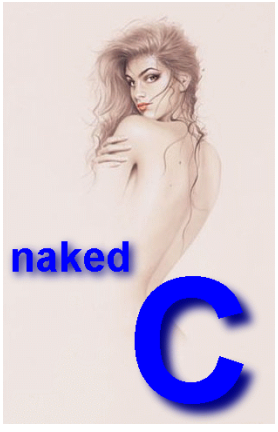
eenvoudig blokschema



THRijswijk

8

MCCA1



THRijswijk

9

naked C

Hoezo naakt?

- Geen operating systeem
  - Geen threads, geen memory management, geen I/O drivers enz...
- Geen run-time environment
  - Geen printf, geen scanf, geen malloc en free enz...
- Geen directe ondersteuning voor floating point getallen.

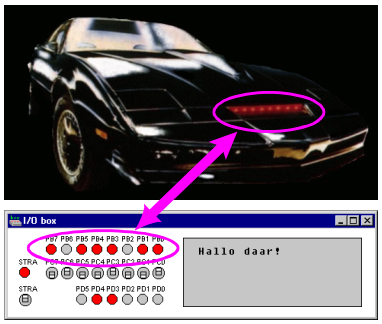
- Beperkte libraries.
- Beperkt datageheugen:
  - 256 **bytes**!
- Beperkt programmageheugen:
  - 16384 bytes.

THRijswijk

10

naked C

Voorbeeld



THRijswijk

11

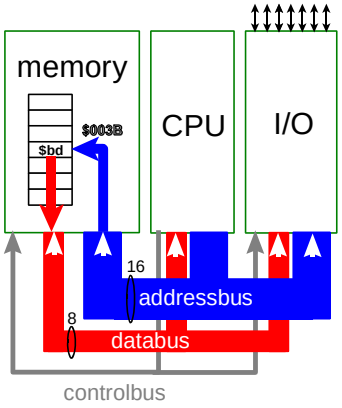
Voorbeeld

```
typedef unsigned short word;
typedef unsigned char byte;

void wait() {
   volatile word i;
   for (i=0; i<10000; ++i)
      /*empty*/;
}

int main() {
   void wait();
   byte c1, c2;
   volatile byte* p=(byte*)0x1004;
   byte i;
   while (1) {
      c1=0x80; c2=0x01;
      for (i=0;i<4;i++) {
         wait();
         *p=c1|c2;
         c1>>=1; c2<<=1;
      }
   }
   return 0;
}
```

THRijswijk

12

µcontroller



THRijswijk

13

Bits en bytes

- Byte = groepje van **8** bits
  - C: unsigned char / signed char
- Word (bij de HC11) = **16** bits
  - C: unsigned short / signed short
  - bestaat uit MSB en LSB.
- **32** bits
  - C: int / unsigned int

- Decimaal
  - C: 17, 1022
  - Assembler: **&**17, **&**1022
- Hexadecimaal
  - C: **0x**11, **0x**03FE
  - Assembler: **$**11, **$**03FE
- Binair
  - C: ? (gebruik hex)
  - Assembler: **%**00010001, **%**0000001111111110

THRijswijk

14

Byte

betekenis

- Wat betekent **$bd** ?

- 189 (unsigned binary)
- -67 (signed binary = two's complement)
- C (7 bits ASCII met even pariteitsbit)
- ½ (8 bits ASCII)
- JSR (68HC11 instructie: jump to subroutine)
- ... (Wat jij wil !!!)

THRijswijk

15

memory map

indeling van geheugen

Memory Map of the EVM.

Memory Address	Function
$0000 - $00FF	RAM memory (256 bytes)
$0100 - $0FFF	unused
$1000 - $103F	special registers (64 bytes)
$1040 - $B5FF	unused
$B600 - $B7FF	EEPROM memory (512 bytes)
$B800 - $BFFF	unused
$C000 - $FFFF	ROM memory (16384 bytes)

THRijswijk

16

CPU

registers

7	A	7	B	0
15		D		0

15	X	0

15	Y	0

15	SP	0

15	PC	0

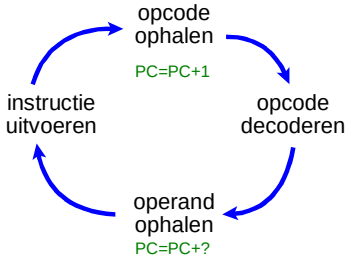
THRijswijk

17

Von Neumann cyclus

Uitvoeren van instructies

- laad A register met inhoud van adres $1003 (EVM schakelaars)
- assembler: LDAA $1003
- machine code: $B6 $10 $03



THRijswijk

18

addressing modes

! **immediate** addressing mode
" LDAA #$80
" De operand is de data.

! **extended** addressing mode
" LDAA $1003
" De operand is het adres.
EA = effectieve adres = $1003

! **direct** addressing mode
" LDAA $2A
" De operand is het LSB van het adres, MSB = $00. EA = $002A

! **indexed** addressing mode
" LDAA 5,X
" De operand is een 8 bits USB offset
EA = inhoud index register + offset
" Index registers (X of Y).

THRijswijk

19

addressing modes

! **inherent** addressing mode
" DECA
" Geen adres nodig.

! **relative** addressing mode
" LABEL DECA
"
" BEQ LABEL
" De operand is de offset (8 bits signed) die bij de PC moet worden opgeteld om de sprong te maken.
" In assemblercode geef je het adres op maar in machinecode wordt de offset gebruikt (assembler rekent dit voor je uit).
" Er zijn veel verschillende branches met verschillende condities (CCR register) (erg ingewikkeld maar C compiler kan het goed!)

THRijswijk

20

Instructies

enkele voorbeelden

! Rekenkundige instructies:
" Addition (8 en 16 bits)
" Substraction (8 en 16 bits)
" Multiplication (8 bits, res 16 bits)
" Division (16 bits / 8 bits, res 8 bits)
" Increment (8 en 16 bits)
" Decrement (8 en 16 bits)
! Logische bewerkingen:
" Bitwise AND (8 bits)
" Bitwise OR (8 bits)
" Bitwise EXOR (8 bits)
! Schuiven en roteren (8 bits)
" Logisch schuiven
" Rekenkundig schuiven
" Roteren
! Bitwise set en clear
! ...

THRijswijk

21

JSR en RTS

subroutine

! Terugkeeradres wordt opgeslagen op de stack (stukje RAM aangewezen door SP).
! SP wijst (bij de 68HC11) naar de eerste lege plaats en "groeit" naar adres $0000 toe.

```
_start  lds   #$00FF
        ...
main    ...
        jsr   wait
        ...
        jsr   wait
        ...

wait    ...
        rts
```

THRijswijk

22

Interrupts

! Onderbreking van "normale" programma.
! Verschillende redenen:
" Karakter ontvangen via seriele poort.
" Timer die afloopt.
" Bepaald ingangssignaal veranderd.
" Enz...
! Bij optreden interrupt:
" Alle registers gesaved (op de stack).
" Spring naar een bij de interrupt behorende **interrupt service routine** (**ISR**).
" ISR eindigt met RTI instructie die alle registers restored.
" Onderbroken programma gaat verder.

THRijswijk

23

Interrupts

! Tijdens ISR wordt niet op andere interrupts gereageerd.
" ISR moet dus **snel** zijn.
! Interrupt **vector** wijst naar begin van ISR.
! 68HC11 heeft 32 interrupt vectors $FFC0 -$FFFF.

$FFC0	reserved
...	... (zie reference guide)
$FFEE	timer input capture 1
$FFF0	**real time interrupt**
$FFF2	extrernal pin or parallel IO (IRQ)
$FFF4	non maskable interrupt (XIRQ)
$FFF6	software interrupt (SWI)
$FFF8	illegal opcode trap
$FFFA	COP failure
$FFFC	COP clock monitor fail
$FFFE	**system reset (RESET)**

THRijswijk

24

Real-time interrupt

! Soort wekker die telkens na een bepaalde tijd afloopt.
! Tijd wordt ingesteld met RTR1 en RTR0 bits in PACTL register. (Klokfrequentie EVM = 8 MHz).
! Na ingestelde tijd wordt bit RTIF in het TFLG2 register geset.
! RTIF bit kan gereset worden door er een 1 naar toe te schrijven (raar maar waar)!
! Als je wilt kun je dan een real-time interrupt opwekken: bit RTII in TMSK2 register aanzetten.

THRijswijk

25

Real-time interrupt

```
volatile byte* tmsk2=(byte*)0x1024;
volatile byte* tflg2=(byte*)0x1025;
void rtti_isr(void) __attribute__((interrupt));
void rtti_isr(void) {
   /* ... */
   *tflg2=0x40;
}
int main() {
   *tmsk2|=0x40;
   /* ... */
}

typedef void (*isr)(void);
#define E (isr)0xffff
isr vectors[32] __attribute__ ((
                              section (".vector"))) = {
   E, E, E, E, E, E, E, E,
   E, E, E, E, E, E, E, E,
   E, E, E, E, E, E, E, E,
   rtti_isr, E, E, E, E, E, E, (isr)0xc000
};
```

THRijswijk

26

Reset vector initialiseren

" Je wilt niet het "harde" adres 0xc000 gebruiken maar de identifier _start
" _start is gedefinieerd in de file **crt1.o** die automatisch wordt meegelinkt.

```
typedef void (*isr)(void);

#define E (isr)0xffff

#ifdef __cplusplus
extern "C" void _start(void);
#else
extern void _start(void);
#endif

isr vectors[32] __attribute__
((section(".vector"))) = {
   E, E, E, E, E, E, E, E,
   E, E, E, E, E, E, E, E,
   E, E, E, E, E, E, E, E,
   rtti_isr, E, E, E, E, E, E, _start
};
```

THRijswijk

27