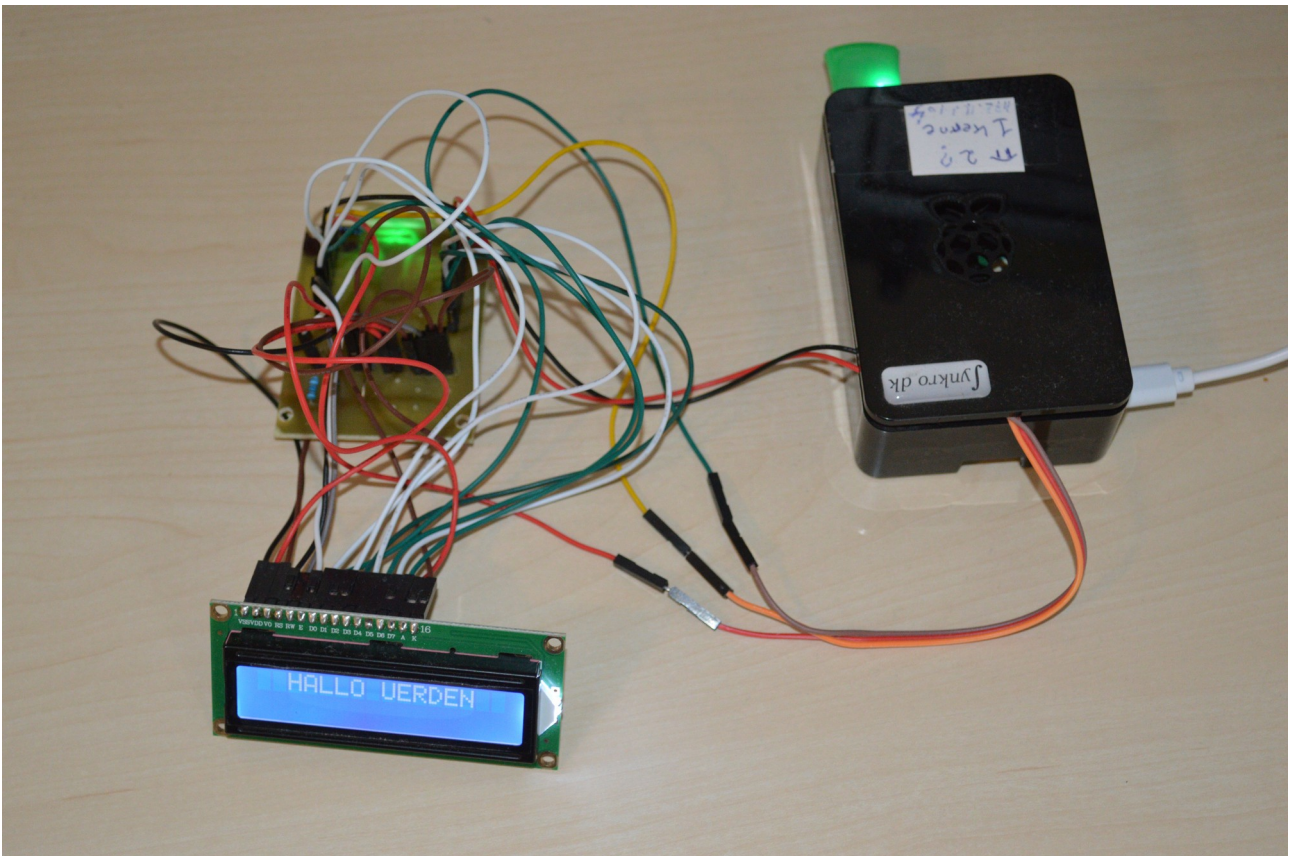


# Test af PIC 16f1509



**Oversigt:** Her bygger jeg først videre på mine erfaringer fra PIC10F322 (se <https://synkro.dk/bog>) . Efter at have pudset det af, tester jeg kontrolleren med et 16x2 display, som jeg også har et notat om samme sted.

Der programmeres både i assembler i C.

# Table of Contents

Indledning.....	2
Den første test.....	3
Blinky.....	4
Blink1.asm.....	4
Blink2.asm.....	5
Blink3.asm.....	6
Blink1.c.....	7
DAC.....	8
dac1.asm.....	8
Display 16x2.....	9
Display1.asm.....	9
Dispkey2.asm.....	11
display1.c.....	14
Seriell kommunikation.....	16
Serial1.asm.....	16
Assambler direktiver.....	20
Problemer.....	21

# Indledning

Dette er et notat under udvikling.

Det er mine erfaringer med PIC 16f1509. Alle er velkommen til at lade sig inspirere.

Jeg bygger ovenpå mine erfaringer med PIC10F322, se notat på <https://synkro.dk/bog>

PIC16 serien kaldes midrange, den har 2 konfigurationsregistre, et lidt større kommandoset og en lidt mere kompleks adgang til hukommelsen, ellers ser det for nuværende ud til den arbejder på samme måde som 10f322.

Jeg fik et bundt i SMD pakning, så jeg har lavet et lille testprint. Printet fører hvert ben på MCU'en ud til en pin der kan forbindes med et patchkabel. Nederst på printet har jeg monteret et par modsat rettede LED med faldmodstande, og en kontakt der slutter til nul. (RA og RB defaultter til pull-up.)

16 serien ser ud til at have 8 grundregistre liggende nederst i hver memorybank, derfor kan de registre tilgås uden at vælge en bank først, alle andre registre og RAM skal adresseres med banksel eller MOVLB.

Jeg bruger engelsk og dansk lidt på skift, alt efter hvad jeg føler for mens det står på.

Flere steder har jeg indsat uløste problemer ind i kildetext som bemærkninger. Bemærk mit sidste kapitel, problemer.

Henrik Kressner  
Maj 2021

# Den første test

Tænd en LED på port A2, bemærk mine kommentarer.

```
;      Taend en port
;      Dette program virker ?
;      Fundet paa: https://www.edaboard.com/threads/using-a-pic-to-generate-square-wave-sweep-tones-audio.356863/
;      Bemaerk. RA5 kan ikke saettes til digital out i asnela !!!
;      Ovenstaaende ser ikke ud til at vaere et problem med anselb og C ???

;      gpasm -a inhx32 tst3.asm

;      #include "p16f1509.inc"

processor      16f1509
include        p16f1509.inc

; CONFIG1
__CONFIG __CONFIG1, _FOSC_INTOSC & _WDTE_OFF
; CONFIG2
__CONFIG __CONFIG2, _LVP_ON

ORG          0
goto         start

org          05      ; Int disabled by default
start:      ;

; -----[ Ports & I/O Setup ]-----
;      banksel PORTA      ; [Bank 0] Initialize Ports.
;      clrf      PORTA
;      clrf      PORTB
;      clrf      PORTC
;      banksel LATA      ; [Bank 2] Clear data Latches.
;      clrf      LATA
;      clrf      LATB
;      clrf      LATC
;      banksel ANSELA    ; [Bank 3] Setup I/O.
;      clrf      ANSELA  ; PORTA = Digital I/O.
;      clrf      ANSELB  ; PORTB = Digital I/O. (NOTE: missing on 16F1503)
;      clrf      ANSELC  ; PORTC = Digital I/O.

      BANKSEL TRISA      ; Its a must!
      CLRF      TRISA
      banksel PORTA
      movlw     0x04
      movwf     PORTA

run:      goto     run

end
```

# Blinky

## Blink1.asm

Vi starter med en manuel blinker. Når der står 0 på port RB7, går LED på port RA2 off, ellers er den on. (Der er pull-up på alle pinde på port A og B som default.)

```
; Manuel blinker
; RB7 = 0 -> RA2 = off og omvendt

; gpasm -a inhx32 blink1.asm

; BEMAERK: banksel er et compilerdirectiv, der selv finder banken
; Se: https://microchipdeveloper.com/mcu1102:direct-addressing

processor      16f1509
include       p16f1509.inc

; 16 serien har to config registre
; CONFIG1
__CONFIG __CONFIG1, _FOSC_INTOSC & _WDTE_ON
; CONFIG2
__CONFIG __CONFIG2, _LVP_ON

        ORG 0
        goto init

init:    org 05          ; Int disabled by default
        BANKSEL TRISA  ; Its a must!
        CLRF TRISA

start:   banksel PORTB
        BTFSS PORTB, RB7 ; Switch på RB7
        goto off
        goto on

on:      banksel PORTA
        bsf PORTA, RA2
        goto start

off:     banksel PORTA
        bcf PORTA, RA2
        goto start

        end
```

## Blink2.asm

Dette er en automatisk blinker, hvilket kræver en delay. Delay er lavet som en funktion der, når den kaldes, tæller ned fra 0xff og stopper når den når nul. For at kunne se noget på en LED, er MCU'ens klokfrq sat ned til minimum (31Khz).

```
;   Automatisk Blinker med kodet delay

;   gpasm -a inhx32 blink2.asm

processor      16f1509
include        p16f1509.inc

i   org 0x70

    __CONFIG __CONFIG1, _FOSC_INTOSC & _WDTE_OFF
    __CONFIG __CONFIG2, _LVP_ON

    ORG 0
    goto init

    org 05
init:;banksel   TRISA; Its a must!
    Movlb1      ; Eller denne i stedet for banksel
    CLRF        TRISA
    banksel     ANSEL    ; Its a must!
    CLRF        ANSEL
    banksel     ANSEL    ; Its a must!
    CLRF        TRISC
    banksel     OSCCON   ; Oscilator frq
    movlw       B'00000011'
    movwf       OSCCON

start:   banksel   PORTA
         bsf      PORTA, RA2
         call    delay
         bcf      PORTA, RA2
         call    delay
         goto    start

delay:   movlw     0xff
         movwf    i
12:     decfsz    i
         goto     12
         return

end
```

## Blink3.asm

Samme som som blink2.asm, men med brug af timer0 til at skabe delay. Det ser ikke ud til TMR0 kører helt som beskrevet i manualen. Den burde resette hele OPTION\_REG når TMR0 tilskrives, det sker ikke, så tilskrivning af OPTION\_REG skal gøres.

```
;   Automatisk Blinker med Timer0 delay

;   gpasm -a inhx32 blink3.asm

processor      16f1509
include        p16f1509.inc

__CONFIG __CONFIG1, _FOSC_INTOSC & _WDTE_OFF
__CONFIG __CONFIG2, _LVP_ON

ORG 0
goto init

org 05
init: movlb 1           ; Bank 1
      clrf TRISA
      banksel OSCCON   ; Oscilator frq
      movlw B'00000011'
      movwf OSCCON

start: movlb 0         ; Bank 0
      bsf PORTA, RA2
      call delay
      movlb 0         ; Bank 0
      bcf PORTA, RA2
      call delay
      goto start

delay: banksel TMR0
      clrf TMR0
      banksel OPTION_REG
      movlw B'00000110' ; Prescaler
      movwf OPTION_REG
      bcf INTCON, TMR0IF ; Burde ske når clrf TMR0
11:   btfss INTCON, TMR0IF ; Timer overflow ?
      goto 11
      return

end
```

## Blink1.c

Kontrolleren kan også programmeres i C.

```
// Redigeret fra: https://electrosome.com/led-pic-microcontroller-mplab-xc8/

// For at compile: xc8-cc -mcpu=16f1509 blink1.c

#define _XTAL_FREQ 4000000

#include <xc.h>

#pragma config FOSC = INTOSC, BOREN = ON, WDTE = OFF, PWRTE = OFF, MCLRE = ON,
CP = OFF, LVP = ON, LPBOR = ON, BORV = LO, WRT = OFF

int main()
{
    OSCCON = 0b01110010;
    TRISA = 0b11111011;

    while(1)
    {
        PORTAbits.RA2 = 1; // LED ON
        __delay_ms(1000); // 1 Second Delay
        PORTAbits.RA2 = 0; // LED OFF
        __delay_ms(1000); // 1 Second Delay
    }
    return 0;
}
```



# DAC

## dac1.asm

Med dette program skal output tjekkes med et voltmeter på pin RA2.

DAC kan outputte analogt på pin RA0 og RA2. Forvent ikke at kunne belaste porten, den har svært ved at trække en LED. (RTM)

```
; DAC out på RA2
; gpasm -a inhx32 dac1.asm

processor      16f1509
include       p16f1509.inc

i             org 0x70

__CONFIG __CONFIG1, _FOSC_INTOSC & _WDTE_OFF
__CONFIG __CONFIG2, _LVP_ON

ORG 0
goto init

org 05
init:        movlb      1                ; Bank 1
             clrfs     TRISA
             banksel   OSCCON          ; Oscilator frq
             movlw     B'00110011'     ; 250 Khz
             movwf     OSCCON
             banksel   DACCON0
             movlw     B'10010000'     ; DACEN, RA2, Ref = Vdd
             movwf     DACCON0
             movlw     B'00011000'     ; DAC out
             movwf     DACCON1

start:      goto      start

end
```

# Display 16x2

Her er første forsøg

## Display1.asm

```
; Test for 16x2 display

; Problem med clrf TRISx er ikke afklaret

; gpasm -a inhx32 display1.asm

processor      16f1509
include        p16f1509.inc

; Det lader ikke til _WDTE_OFF virker !!
__CONFIG __CONFIG1, _FOSC_INTOSC & _PWRTE_OFF & _WDTE_OFF & _BOREN_OFF & _IESO_OFF & _FCMEN_OFF
__CONFIG __CONFIG2, _WRT_OFF & _LPBOR_OFF & _LVP_ON

ORG    0
goto  init

org    05
init:  banksel    TRISB      ; Bank 1
      clrf      TRISB      ; PortB = Output
;      banksel    TRISC      ; Fungerer ikke her ?????
;      clrf      TRISC      ; Dataord
      banksel    OSCCON     ; Oscilator frq
      movlw    B'00010011' ; 32 Khz
      movwf    OSCCON
      ; Dette er mystisk !!!
      ; clrf kan først komme her ?
      ; Har det noget med osc frq at gøre ?
      banksel    TRISC
      clrf      TRISC      ; Dataord
      banksel    ANSELB
      clrf      ANSELB
      clrf      ANSELC
      call     delay

start: banksel    PORTB      ; Bank 0
      bcf      PORTB, 4     ; Kommando
      banksel    PORTC
      movlw    0x30         ; Function set
      movwf    PORTC       ; På portC
      call    TikTak

      banksel    PORTB      ; Bank 0
      bcf      PORTB, 4     ; Kommando
      banksel    PORTC
      movlw    0x0D         ; Display on
      movwf    PORTC       ; På portC
      call    TikTak

      banksel    PORTB      ; Bank 0
      bcf      PORTB, 4     ; Kommando
      banksel    PORTC
      movlw    0x82         ; Plads x på linie1
      movwf    PORTC       ; På portC
```

```

    call      TikTak

    banksel   PORTB      ; Bank 0
    bsf       PORTB, 4   ; Data
    banksel   PORTC
    movlw     0x48       ; H
    movwf     PORTC     ; På portC
    call      TikTak

run:      CLRWDT          ; Kan ikke stole på kompilerdirektivet
          goto  run

TikTak:   banksel       PORTB
          bcf           PORTB, RB6      ; Clear transfer bit
          call          delay
          banksel       PORTB
          bsf           PORTB, RB6     ; Set transfer bit
          call          delay
          banksel       PORTB
          bcf           PORTB, RB6     ; Clear transfer bit
          call          delay
          return

delay:    CLRWDT          ; Kan ikke stole på kompilerdirektivet
          banksel       TMR0
          clrf          TMR0
          banksel       OPTION_REG
          movlw         B'00000110'   ; Prescaler
          movwf         OPTION_REG
          banksel       INTCON
          bcf           INTCON, TMR0IF ; Burde ske når clrf TMR0
11:       btfs         INTCON, TMR0IF ; Timer overflow ?
          Goto         l1
          return

end

```

## Dispkey2.asm

Nu med sætning og "variabel". Der er stadig problemer omkring valg af membank.

Det er ved at gå op i spaghetti, men det kommer jeg til.

```
; Test for 16x2 display
; Problem med clrf TRISx er ikke afklaret
; gpasm -a inhx32 display2.asm
processor      16f1509
include       p16f1509.inc
#include      <config2.inc>
i      org      0x70
s      org      0x71
tmp    org      0x72
;
ORG    0x0000
goto  init
;
org    05
init:  banksel   TRISB      ; Bank 1
      clrf     TRISB      ; PortB = Output
;      banksel TRISC      ; Fungerer ikke her ?????
;      clrf    TRISC      ; Dataord
;
; Nu virker banksel ikke her ??????
; banksel   OSCCON      ; Oscilator frq
movlw  B'01111011' ; 16 Mhz, Intern osc.
movwf  OSCCON
banksel TRISC
clrf   TRISC      ; Dataord på C
banksel ANSELB
clrf   ANSELB
clrf   ANSELC
call  delay
;
start: movlw    0x01      ; Clear Display
      call    Command
      movlw   0x0C      ; Display on, Kurser on, blink off
      call    Command
      movlw   0x30      ; Function set: 1 linie
      call    Command
      movlw   0x82      ; Linie1, plads x=2
      call    Command
```

```

    clrf i
rund: movfw i
    call HalloVerden
    movwf tmp
    ; if != '\n'
    sublw '\n'          ; Store resultat i file
    banksel STATUS
    btfsc STATUS,Z
    goto run
    movfw tmp
    call Write
    incf i,1
    goto rund

run: ;CLRWDT          ; Kan ikke stole på kompilerdirektivet
;   movlw 'Q'
;   call Write
    goto run

; Kommando i W
Command: banksel PORTB          ; Bank 0
        bcf PORTB, 4          ; Kommando
        banksel PORTC
        movwf PORTC          ; På portC
        call TikTak
        return

; Char i W
Write:  banksel PORTB          ; Bank 0
        bsf PORTB, 4          ; Data
        banksel PORTC
        movwf PORTC          ; På portC
        call TikTak
        return

TikTak: banksel PORTB
        bcf PORTB, RB6        ; Clear transfer bit
        call delay
        banksel PORTB
        bsf PORTB, RB6        ; Set transfer bit
        call delay
        banksel PORTB
        bcf PORTB, RB6        ; Clear transfer bit
        call delay
        return

delay:  CLRWDT          ; Kan ikke stole på kompilerdirektivet
        banksel TMR0
        clrf TMR0
        banksel OPTION_REG
        movlw B'00000110' ; Prescaler
        movwf OPTION_REG
        banksel INTCON
        bcf INTCON, TMR0IF ; Burde ske når clrf TMR0
11:    btfss INTCON, TMR0IF ; Timer overflow ?
        goto 11
        return

```

```
HalloVerden:
```

```
BRW
```

```
RETLW 'H'
```

```
RETLW 'a'
```

```
RETLW 'l'
```

```
RETLW 'l'
```

```
RETLW 'o'
```

```
RETLW ' '
```

```
RETLW 'v'
```

```
RETLW 'e'
```

```
RETLW 'r'
```

```
RETLW 'd'
```

```
RETLW 'e'
```

```
RETLW 'n'
```

```
RETLW '\n'
```

```
end
```

## display1.c

Kan også programmeres i C

```
//    display1.c
//    For at compile:  xc8-cc -mcpu=16f1509  display1.c

#define _XTAL_FREQ 4000000
#include <xc.h>

#pragma config FOSC = INTOSC
#pragma config WDTE = OFF
#pragma config LVP = ON

void delay(long count)
{
    long i;

    for (i=0; i < count; i++)
        ;
}

void TikTak()
{
    PORTBbits.RB6    = 0;
    delay(1000);
    PORTBbits.RB6    = 1;
    delay(1000);
    PORTBbits.RB6    = 0;
    delay(1000);
}

void initDisplay()
{
    PORTBbits.RB4    = 0;           // Der kommer kommando
    PORTC            = 0x01;       // Clear display
    TikTak();
    PORTC            = 0x0C;       // Display on, kurser ?, blink ?
    TikTak();
    PORTC            = 0x30;       // Function set 1 linie
    TikTak();
    PORTC            = 0x82;       // Plads x på linien
    TikTak();
    PORTBbits.RB4    = 1;           // Der kommer data
    PORTC            = 'H';        // Set H
    TikTak();
}
```

```
int main()
{
    OSCCON = 0b01110010;
    TRISA = 0b11111011;
    TRISB = 0b00000000;
    TRISC = 0x00;
    ANSELB = 0x00;
    ANSELC = 0x00;
    // delay_ms(1000);
    delay(10000);

    initDisplay();

    while(1)
    {
        PORTAbits.RA2 = 1;
        delay(10000);
        PORTAbits.RA2 = 0;
        delay(10000);
    }
    return 0;
}
```



# Serial kommunikation

## Serial1.asm

```
; Modtaget char sendes til 16x2 display
; Problem med clrf TRISx er ikke afklaret

; gpasm -a inhx32 seriell.asm

processor      16f1509
include       p16f1509.inc

errorlevel -302

#include      <config2.inc>

i      org      0x70
tmp    org      0x72

        ORG     0x0000
        goto   init

        org    05
init:   banksel  TRISB      ; Bank 1
        clrf   TRISB      ; PortB = Output
;      banksel TRISC      ; Fungerer ikke her ?????
;      clrf   TRISC      ; Dataord

        ; Nu virker banksel ikke her ??????
        NOP          ; Med denne NOP virker banksel nedenfor ???
        banksel  OSCCON   ; Oscilator frq
        movlw   B'01111011' ; 16 Mhz, Intern osc.
        movwf  OSCCON
        banksel  TRISC    ; Her virker det ???
        clrf   TRISC     ; Dataord på C
        banksel ANSELB
        clrf   ANSELB
        clrf   ANSELC
        bcf   ANSELA, RA2
        call   delay

start:  movlw   0x01          ; Clear Display
        call   Command
        movlw  0x0C          ; Display on, Kurser on, blink off
        call   Command
        movlw  0x30          ; Function set: 1 linie
        call   Command
        movlw  0x82          ; Linie1, plads x=2
        call   Command

        CLRWDT
```

```

; Default BRG16 = BRGH = SPBRGH = 0
;
Rx:
; banksel BAUDCON
; bsf BAUDCON, BRG16
; banksel SPBRGH
; movlw 0x01
; movwf SPBRGH
banksel SPBRGL
; movlw 0x0C ; 1.200 v Fosc=1Mhz
; movlw 0x33 ; 1.200 v Fosc=4Mhz
movlw 0x019 ; 9.600 v Fosc=16Mhz
movwf SPBRGL
banksel ANSELB
bcf ANSELB, RB5 ; Input
banksel RCSTA
bsf RCSTA, SPEN ; Enable the serial port
bsf RCSTA, CREN ; Enable reception
banksel TXSTA
bcf TXSTA, SYNC ; Asyncon mode
movlw '*'
call Write
banksel TRISA
clrf TRISA
call on
GetRx CLRWDT
banksel PIR1
btfss PIR1, RCIF ; Er der modtaget noget ?
goto $-1 ; Prøv igen
banksel RCSTA
btfsc RCSTA, FERR ; Framefejl ?
call on
btfsc RCSTA, OERR ; Overrun ?
call on
banksel RCREG
movf RCREG, 0
call Write
goto GetRx

on: banksel PORTA
bsf PORTA, RA2
call delay
bcf PORTA, RA2
return

run: ;CLRWDT ; Kan ikke stole på kompilerdirektivet
goto run

; Kommando i W
Command: banksel PORTB ; Bank 0
bcf PORTB, 4 ; Kommando
banksel PORTC
movwf PORTC ; På portC
call TikTak
return

```

```

    ; Char i W
Write:    banksel PORTB                ; Bank 0
         bsf    PORTB, 4                ; Data
         banksel PORTC
         movwf  PORTC                    ; På portC
         call   TikTak
         return

TikTak:   banksel    PORTB
         bcf    PORTB, RB6                ; Clear transfer bit
         call   delay
         banksel PORTB
         bsf    PORTB, RB6                ; Set transfer bit
         call   delay

         banksel PORTB
         bcf    PORTB, RB6                ; Clear transfer bit
         call   delay
         return

delay:    CLRWDT                          ; Kan ikke stole på kompilerdirektivet
         banksel    TMR0
         clrf  TMR0
         banksel  OPTION_REG
         movlw  B'00000110' ; Prescaler
         movwf  OPTION_REG
         banksel    INTCON
         bcf    INTCON, TMR0IF ; Burde ske når clrf TMR0
11:      btfss  INTCON, TMR0IF ; Timer overflow ?
         goto  11
         return

HalloVerden:    ; Kaldes med index i W, returnerer indhold af index i W
BRW

RETLW 'H'
RETLW 'a'
RETLW 'l'
RETLW 'l'
RETLW 'o'
RETLW ' '
RETLW 'v'
RETLW 'e'
RETLW 'r'
RETLW 'd'
RETLW 'e'
RETLW 'n'
RETLW '\n'

end

```



# Assamblert direktiver

Man kan putte standardkonfiguration i en headerfil:

config1.inc

```
; Det lader ikke til _WDTE_OFF virker !!  
__CONFIG __CONFIG1, _FOSC_INTOSC & _PWRTE_OFF & _WDTE_OFF & _BOREN_OFF & _IESO_OFF & _FCMEN_OFF  
__CONFIG __CONFIG2, _WRT_OFF & _LPBOR_OFF & _LVP_ON
```

Blink4.asm

```
; gpasm -a inhx32 blink4.asm  
  
list p=16f1509  
#include <p16f1509.inc>  
#include config1.inc  
  
ORG 0  
goto init  
  
org 05  
init: movlb 1 ; Bank 1  
clrfs TRISA  
banksel OSCCON ; Oscilator frq  
movlw B'00000011'  
movwf OSCCON  
banksel ANSELA ; Men det virker her ???  
clrfs ANSELA  
  
start: movlb 0 ; Bank 0  
bsfs PORTA, RA2  
call delay  
movlb 0 ; Bank 0  
bcfs PORTA, RA2  
call delay  
goto start  
  
delay: CLRWDT  
banksel TMR0  
clrfs TMR0  
banksel OPTION_REG  
movlw B'00000110' ; Prescaler  
movwf OPTION_REG  
bcfs INTCON, TMR0IF ; Burde ske når clrfs TMR0  
l1: btfss INTCON, TMR0IF ; Timer overflow ?  
goto l1  
return  
  
end
```

# Problemer

## OVERORDNET August 2021

Det har vist sig jeg har lavet en fejl, der vidst forklarer nedenstående problemer. Det program jeg har skrevet til at programmere PIC kredse fungerer glimrende på en 10F322, men mystisk på 16F150x. Det skyldes grundregistrene på 10F322 ligger på 2000H, på 16F150x ligger de på 8000H.

Det betyder jeg ikke får skrevet korrekt til grundregistrene. Det er rettet i kildeteksten til programmeringsprogrammet (Se notat om 10F322) ved at gøre grundregisteradressen til en global konstant, og så har jeg compilet en pic.c til hver af de to typer.

Det skal jeg have kigget på. Jeg gør nok grundregisteradressen til en parameter på eksekveringen, vi får se hvad det ender med.

1. Hvis BSF eller BCF benyttes på en af portene, medfører det samtlige andre pinne på den port sættes til nul, med mindre man har brugt ANSELx på porten inden.
2. Brug af \_WDTE\_OFF i config linien er uden virkning. Det ser ikke ud til at hjælpe siden at skrive til registreret, så der er kun CLRWDT der kan stoppe WDT'en.
3. Der sker noget mystisk omkring bank valg: banksel og movlb virker som en tilfældighedsgenerator. Det er lidt op og ned om det virker?

**Problem 3:** Snip fra display 16x2 programmet. ANSELx fungerer ikke altid, men flytter man den virker den ?

```
org 05
init: movlb 1      ; Bank 1
      clrf TRISA
; banksel ANSELc  ; Virker ikke her ?
; clrf ANSELc
banksel OSCCON    ; Oscilator frq
movlw B'00000011'
movwf OSCCON
banksel ANSELA    ; Men det virker her ???
clrf ANSELA
```

Hvis de to liner indkommenteres, virker display programmet ikke?

