

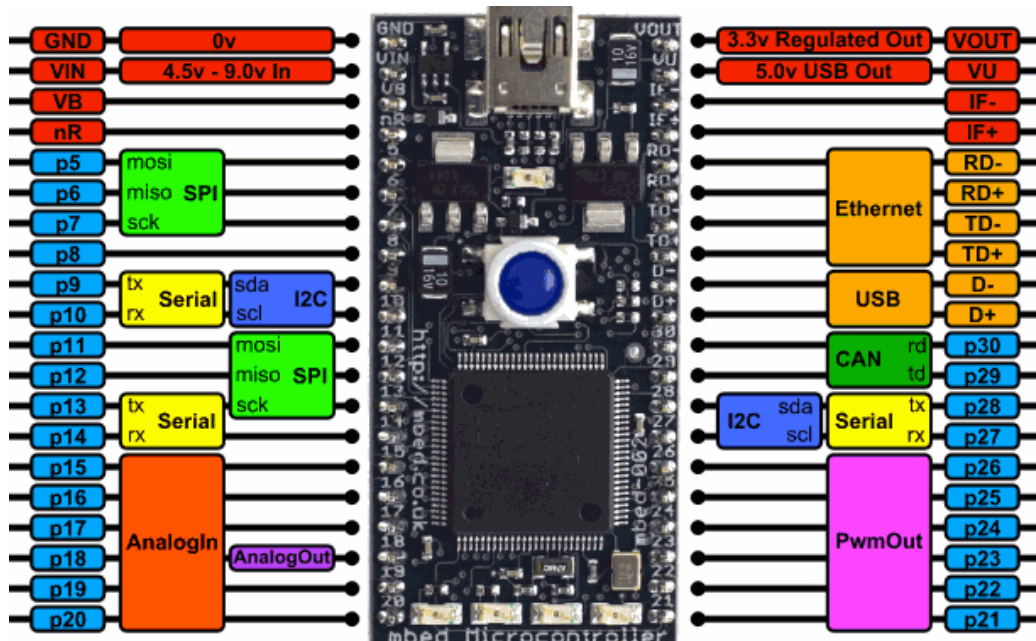


KTH Machine Design

Elektroteknik

Laboration

Experiment med en mikrokontroller



Innehåll

1 Laborationens syfte	3
2 Förberedelseuppgifter	3
3 Laborationsutrustningen.....	3
4 Att komma igång med mikrokontrollern	5
4.1 Anslut MCU-lådan till PC:n via USB	5
4.2 Starta utvecklingsmiljön.....	5
5 Laborationen	8
5.1 Moment 1 - GPIO.....	8
5.2 Moment 2 - Tillståndsmaskin	9
5.3 Moment 3 - PWM-styrning	10
5.4 Moment 4 - AD-omvandling	11
5.5 Moment 5 - Steglös varvtalsreglering.....	12
5.6 Moment 6 - Rampning av varvtal	12
Bilaga 1 Lite C-syntax	13
Operatorer och uttryck	13
C-syntax och egna kommandon	16

1 Laborationens syfte

Denna laboration är tänkt att introducera en mikrokontroller och tillhörande utvecklingsmiljö för dig. Målsättningen är att ge en bild av vad en mikrokontroller kan användas till och en idé om hur en sådan programmeras.

I laborationen skall du utgå från ett befintliga programskelett skrivet i C och succesivt fylla det med innehåll.

2 Förberedelseuppgifter

- Läs kapitel 9 i Elektroteknik. OBS att syntaxen för en del funktioner ändrats i denna laboration mot tidigare år.
- Läs igenom detta labpek.

3 Laborationsutrustningen

Laborationsutrustningen består av en PC (*Utvecklingssystemet*) och en MCU-låda (*Målsystemet*).

På MCU-lådan är en modul kallad "mbed" monterad (se bilden på omslaget). Denna innehåller en mikrokontroller ur ARM-familjen, som används bland annat i moderna mobiltelefoner.

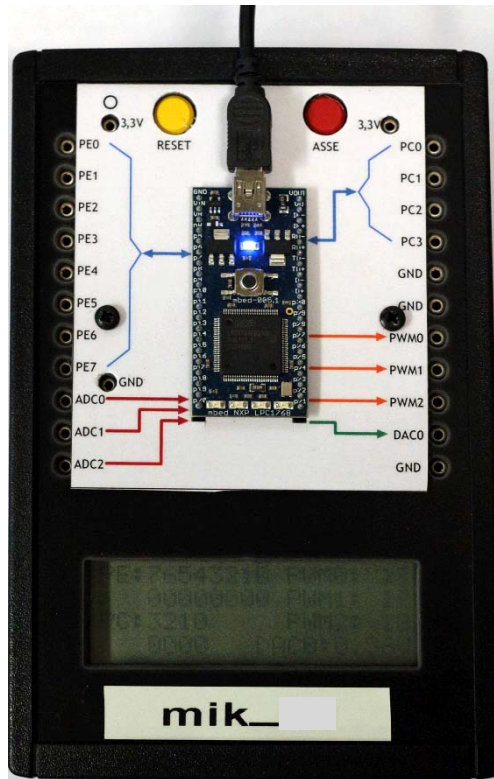
Programmet man skriver på PC:n laddas ner till mikrokontrollern via en USB-sladd som även ger spänningsmatning till modulen.

MCU-lådan använder vi för att komma åt mikrokontrollerns inbyggda enheter och lättare ansluta kringkomponenter, t ex tryckknappar och lysdioder. Dessutom har den en LCD där ni kommer att skriva ut data från era program. Kringkomponenter ansluts med hjälp av de vanliga labsladdarna med 2mm-kontakter.

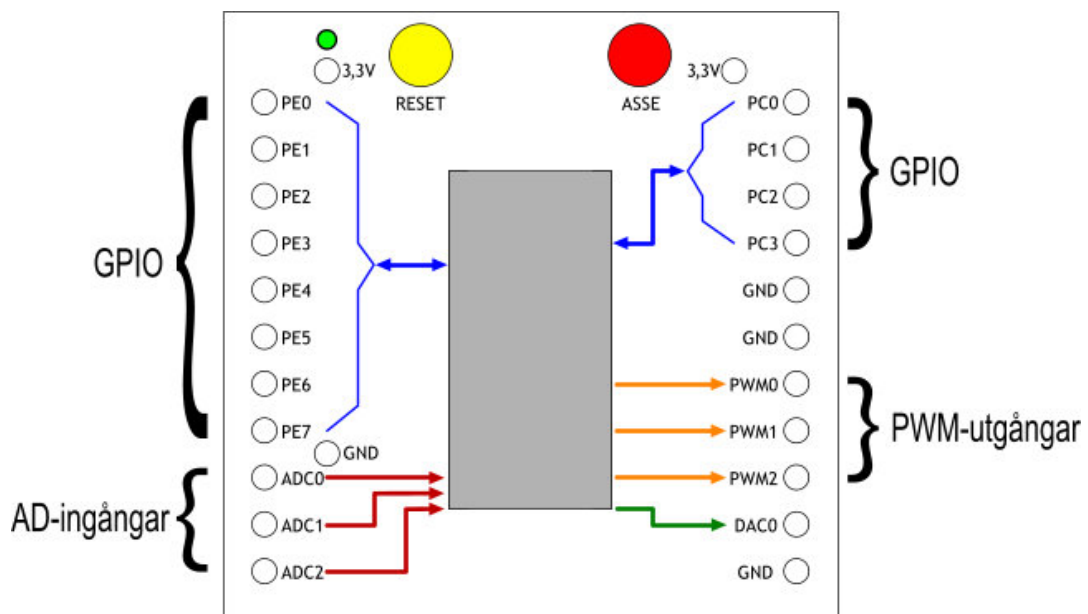
Plocka fram:

- 1 st MCU-låda
 - 2 st 10-plintar
 - 1 st motorbänk
 - 1 st H-brygga
 - 1 st visarinstrument
 - 1 st potentiometer
 - 2 st tryckknappar (röd och grön)
 - 1 st gul lysdiod
 - 1 st dubbelriktad röd/grön lysdiod (den med ofärgad kapsel)
 - 2 st motstånd på minst 1 kohm (värdet är mindre viktigt)
- lagom många labsladdar

Nedan ses MCU-lådan med mbed-modulen monterad i mitten.



Diverse signaler till/från mbed-modulen är utdragna till 2mm-hylsor. De som är tillgängliga i denna laboration är indikerade nedan.



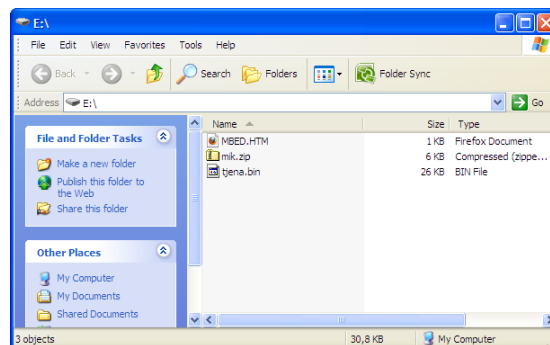
4 Att komma igång med mikrokontrollern

4.1 Anslut MCU-lådan till PC:n via USB

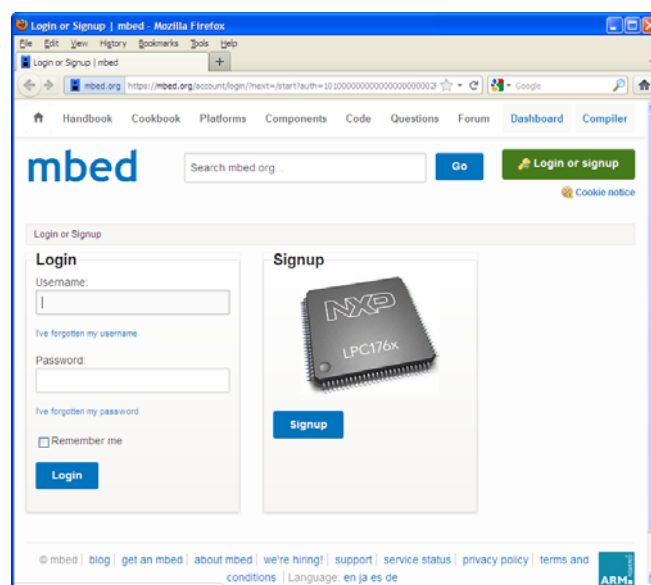
När ni ansluter MCU-lådan till den USB-sladd (markerad Wennström + nr) som finns på labbänken skall lysdioden markerad "3,3 V" tändas och någon text synas i displayen. MCU-lådan spänningsmatas från USB-sladden och ingen annan matningsspänning skall kopplas in till den.

4.2 Starta utvecklingsmiljön

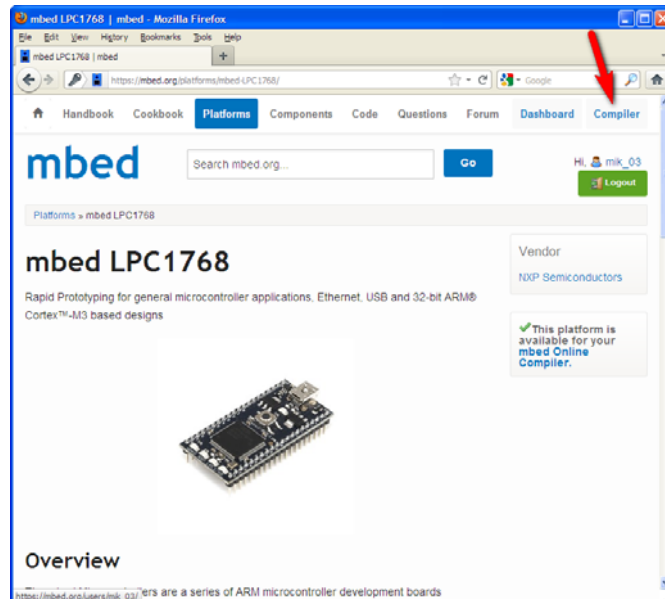
Då PC:n upptäcker mbed-modulen öppnar den en enhetsmapp (vanligen E:\) som visar filerna som är lagrade i modulen – dubbelklicka på MBED.HTM.



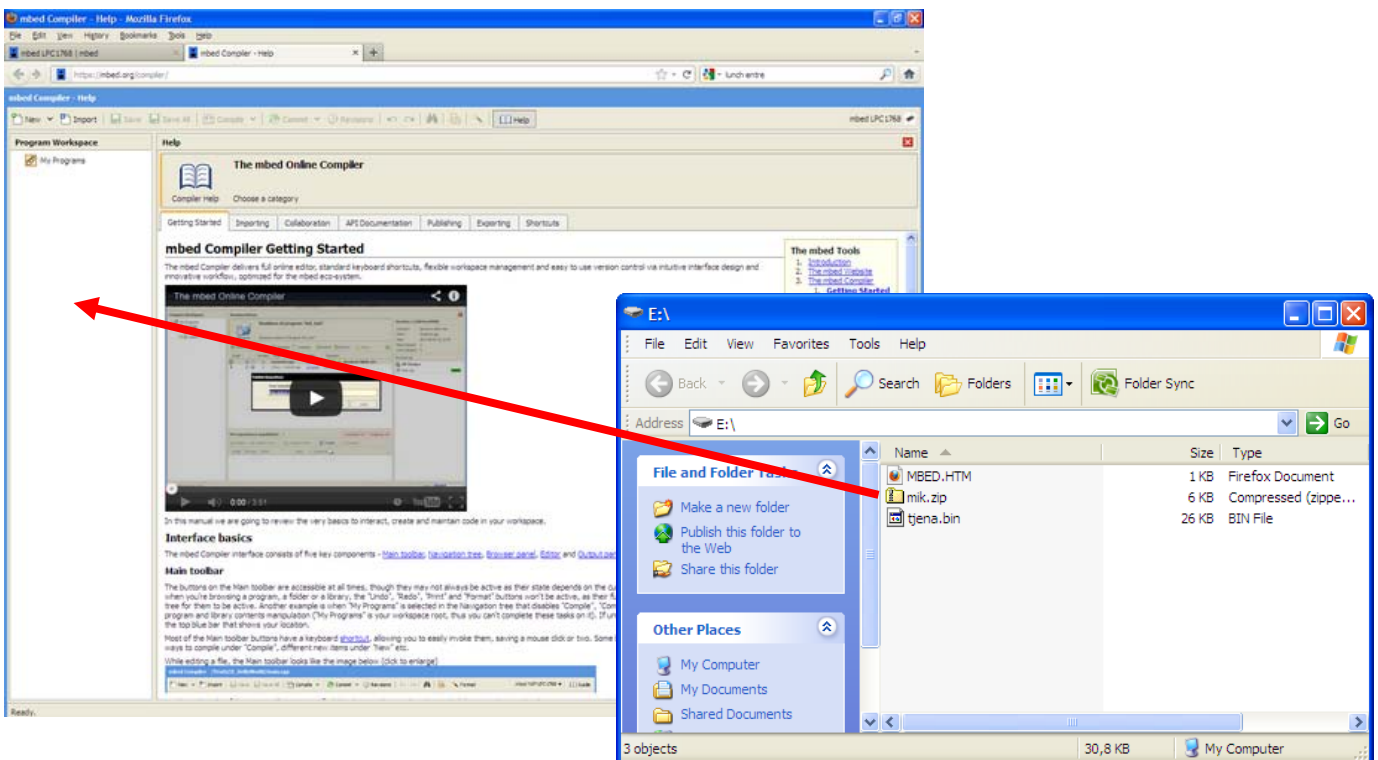
Ett browserfönster öppnas där ni ombeds logga in. Användarnamnet står på MCU-lådan – **mik_xx** – och lösenordet skall synas i displayen. Kalla på labassistenten om det krånglar.



Då ni loggat in klickar ni på "Compiler" uppe i högra hörnet.



Nu öppnas en ny browserflik med utvecklingsmiljön och då drar ni **mik.zip** från E:\ till den vänstra spalten "Program Workspace":



Klicka sedan på + vid mappen "mik" och därefter på "mik.cpp". Då ska programmet öppnas i editeringsfönstret till höger.

Programskelettet ser ut som nedan:

```
// Långlab Mikro, Kurs Elektroteknik

#include "mik.h"

char prog[] = "Mikro-lab";           // Textsträng med programmets namn
int ver     = 1;                     // *** ÖKA gärna numret för varje version ni testkör! ***

int main(void)                       // Själva programslingan
{
    init_mik();                      // Initiera hårdvaran

    move_cursor( 1, 5 );             // Displaymarkören till rad 1, kolumn 5
    dprintf( "%s v.%i", prog, ver ); // Skriv ut programmets namn och version

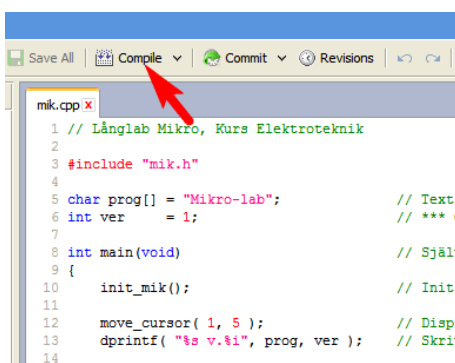
    /*****
    **
    ** Vartefter som ni behöver      **
    ** variabler deklarerar ni dem   **
    ** här nedanför.                 **
    **                                **
    *****/

    /*****
    **
    ** Konfigurera GPIO som in- och  **
    ** utgångar här nedanför med    **
    ** funktionen init_pin.          **
    **                                **
    *****/

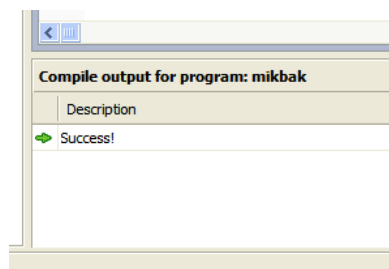
    while( 1 )                       // Evighetsloop
    {
    }

}                                     // Programslingans slut
```

I det nuvarande skicket gör programmet inget mer än skriver ut en text på displayen, men det går att kompilera. Gör detta genom att klicka på ”Compile”:



Resultatet av kompileringen visas i statusfönstret längst ned:



Kompilatorn frågar var den kompilerade bin-filen skall sparas – lägg den i E:\, dvs mbed-modulen. Den blå lysdioden på mbed-modulen kommer då att flimra medan filen laddas ned. När den slutat flimra trycker ni på RESET-knappen för att köra det nedladdade programmet.

Om allt fungerat skall ni nu se texten ”Mikro-lab v.1” på displayen – om ej, tillkalla labassistenten.

Tips: Varje gång man trycker på RESET startar programmet om från början.

5 Laborationen

5.1 Moment 1 – GPIO

GPIO står för *General Purpose Input Output* och betecknar ett antal av mikrokontrollerns fysiska pinnar, som kan konfigureras antingen som digital ingång eller utgång.

För att bestämma pinnens funktion används (i denna laboration) funktionen `init_pin(n,dir)` där n står för pinnens namn och dir för pinnens "riktning".

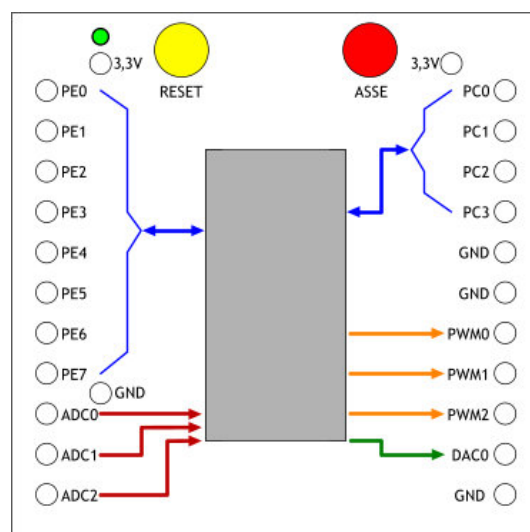
Exempel: `init_pin(pe0,"in")` gör `pe0` till ingång och `init_pin(pc0,"out")` gör `pc0` till utgång. Efter konfigureringen kan man läsa ingången med funktionen `x=GET_BIT(pe0)`, där x blir 1 respektive 0 beroende på om ingången är hög eller låg.

"Hög" ingång är vanligen definierad som en inspänning på $>2,0$ V och "låg" som $<0,8$ V.

Med funktionerna `SET_BIT(n)` och `CLR_BIT(n)` sätter man utgångar höga eller låga. GPIO-utgångar ger i allmänhet samma spänningsnivåer ut som ingångarna.

Er första uppgift blir att skriva ett program som läser av en tryckknapp och tändar en lysdiod då knappen trycks ner. Knapp och lysdiod kopplas till valfria GPIO-kontakter – rita ett schema över er inkoppling nedan.

Tips: GPIO-ingångar kan ibland vara höghomiga, vilket gör att inspänningen kan hamna i det så kallade "förbjudna området" mellan 0,8-2,0 V. Då kan inte mikrokontrollern bestämma sig för ingångens tillstånd. Använd därför ett motstånd för att ge ingången en bestämd nivå då knappen är öppen. Detta motstånd kallas antingen *pull-up* eller *pull-down*, beroende på hur det kopplas in. Välj själva vilken variant ni vill använda.



När ert program fungerar delredovisar ni det för labassistenten.

Assistentens signatur: _____

5.2 Moment 2 - Tillståndsmaskin

Utöka nu ert program med en switch-case-funktion, så att det blir en tillståndsmaskin med fyra tillstånd. Tillstånden skall bestäma hur lysdioden skall lysa på så sätt att tillstånd 0 är "från", 1 är "tänder", 2 är "till" och 3 är "släcker". En tryckning på knappen är signalen som får tillståndsmaskinen att byta tillstånd.

Rita ett tillståndsdigram nedan och skriv programmet därefter.

Tips: Använd gärna funktionerna `move_cursor` och `dprintf` (de finns beskrivna i bilaga 1) för att skriva ut aktuellt tillstånd på displayen. Det kan vara till hjälp om ni får problem.

När ert program fungerar delredovisar ni det för labassistenten.

Assistentens signatur: _____

5.3 Moment 3 – PWM-styrning

PWM (*Pulse Width Modulation*) används flitigt numera för att bl a varvtalsstyra motorer och variera ljusintensitet, t ex en mobiltelefons ljusstyrka.

I ert programs tillstånd "till" lägger ni nu till funktionen `PWM0(x)`.

Denna gör så att utgången PWM0 matar ut en fyrkantvåg vars pulsbreddsförhållande (*duty cycle*) antar värdet x , där x kan vara 0-100%.

OBS, duty cycle är inställd på 50% från början, vilket medför att motorn står still, tills ert program ändrar värdet.

Sätt duty cycle till 20%, kör programmet, anslut ScopeMetern till PWM0 och mät upp följande storheter:

PWM-signalens frekvens.

Svar: _____

PWM-signalens till- och från-tid.

Svar: _____

Mät utspänningens topp och medelvärde.

Svar: _____

Justera ert program så att duty cycle blir 50% i tillstånd "från" och 100% i "till".

Anslut H-brygga med motorbänk till PWM0, kör ert program och kontrollera att motorn går att kontrollera med tryckknappen.

När ert program fungerar delredovisar ni det för labassistenten.

Assistentens signatur: _____

5.4 Moment 4 – AD-omvandling

Det finns tre AD-omvandlingångar i MCU-lådan – ADC0, ADC1 samt ADC2. Dessa omvandlar en spänning på ingången till ett heltal.

Resultatet av en AD-omvandling läses med funktionen `GET_AD`, t ex `y=GET_AD(0)` som läser värdet för ADC0 och lagrar det till heltalet `y`. Läs på om funktionen `GET_AD` i bilaga 1 i peket och svara på dessa frågor:

Mellan vilka min- och maxvärden kan det AD-omvandlade resultatet variera?

Svar: Mellan _____ och _____

Mellan vilka min- och maxvärden får spänningen till AD-ingångarna variera?

Svar: Mellan _____ och _____

Vilken är den minsta spänningsändring vi kan detektera (1 bit ändras)?

Svar: _____

Lägg till funktionen `GET_AD` på lämpligt ställe i ert program.

Använd `move_cursor` och `dprintf` för att skriva ut det AD-omvandlade värdet på displayen. Kör programmet.

Anslut vridpotentiometern på så sätt att ni kan variera spänningen på ingång ADC0 steglöst mellan 0 och 3,3 V och bekräfta att värdet på displayen varierar på rätt sätt.

Utöka programmet så att det räknar ut vad AD-värdet motsvarar i inspanning (volt) och skriv även ut denna på displayen.

När ert program fungerar delredovisar ni det för labassistenten.

Assistentens signatur: _____

5.5 Moment 5 – Steglös varvtalsreglering

Modifiera PWM-funktionaliteten i ert program så att man genom att vrida på potentiometern kan variera motorns varvtal, i tillståndet "till".

När ert program fungerar delredovisar ni det för labassistenten.

Assistentens signatur: _____

5.6 Moment 6 – Rampning av varvtal

Det är inte alltid bra att en motor startar med ett ryck, så nu skall ni modifiera ert program så att motorvarvtalet rampas upp i tillståndet "tänder" och ned i "släcker".

I tillståndet "tänder" skall motorn startas från stillastående och öka duty cycle med takten 1%/50ms tills det når det värde som var inställt med potentiometern i startögonblicket.

Därefter skall programmet övergå i tillståndet "till", där man fritt skall kunna variera varvtalet med potentiometern.

Då man ska stoppa motorn, i tillståndet "släcker", skall duty cycle minska från aktuellt värde till stillastående med takten 2%/10ms.

När ert program fungerar delredovisar ni det för labassistenten, som möjligen kommer att hitta ett problem med det.

Assistentens signatur: _____

Städning:

- Radera mik-mappen i Program Workspace.
- Radera alla bin-filer ni skapat i E:\ - dock ej "tjena.bin"!

Tack för i dag!

Bilaga 1 Lite C-syntax

Det är inte vår avsikt att du skall vara tvungen att lära dig ett helt nytt programspråk. Vi använder C för att det är enklare att programmera mikrokontrollern i C, och det är en ytterst begränsad mängd kommandon vi kommer i kontakt med. Följande bör räcka väl till för labuppgifterna.

Operatorer och uttryck

Det finns ett flertal operatorer i C som utför operationer på den grundläggande datatypen int (heltal). Dessa sammanfattas i följande tabell:

+	Addition: $5 + 3 \Rightarrow 8$
-	Subtraktion: $5 - 3 \Rightarrow 2$
*	Multiplikation: $5 * 3 \Rightarrow 15$
!	Logisk invers.
&&	Logisk och. I a && b utvärderas b endast om a är skild från noll.
	Logisk eller. I uttrycket a b utvärderas b endast om a är noll.
==	Lika med. Returnerar noll om falskt, skilt från noll om sant. Förväxla ej med tilldelningsoperatorn = !
!=	Ej lika med. Returnerar noll om falskt, skilt från noll om sant.
<	Mindre än. Returnerar noll om falskt, skilt från noll om sant.
<=	Mindre än eller lika med. Returnerar noll om falskt, skilt från noll om sant.
>=	Större än eller lika med. Returnerar noll om falskt, skilt från noll om sant.
>	Större än. Returnerar noll om falskt, skilt från noll om sant.

C-syntax och egna kommandon

Ett uttryck i C byggs upp på vanligt sätt av variabler, konstanter och operatorerna ovan, eventuellt med parenteser för att styra beräkningsordningen. Även funktionsanrop kan ingå i uttryck. Sådana anrop görs genom att skriva funktionens namn direkt följt av parametrarna inom parenteser (parenteserna måste finnas där även om funktionen saknar argument).

C-syntax	Enkla kommentarer
<code>#include "mik.h"</code>	I filen mik.h finns alla deklarationsatser som knyter ihop våra "arbetsnamn", tex pe0 med mikrokontrollerns fysiska struktur.
<code>int heltal;</code>	Variabeldeklaration för heltalsvariabel, t ex: heltal = 128; Kan innehålla både positiva och negativa tal mellan -32768 -- +32767.
<code>float flyttal;</code>	Variabeldeklaration för flyttalsvariabler, t ex: y = 47.11;
<code>char tecken;</code>	Variabeldeklaration för variabel som kan innehålla ett tecken, t ex: tecken = 't';
<code>int main(void) { programrader }</code>	Själva programmet skriver vi som en funktion. Måsvingarna definierar var programmet börjar och slutar. Funktionen måste heta main.
<code>for(i=1; i<8; i = i + 1) { summa = summa + 1; }</code>	For-snurra Så länge räknarvariabeln i är mindre än 8 så skall variabeln summa räknas upp med ett.
<code>while(1) { }</code>	While-snurra Evighetsloop! Snurra så länge 1 = 1.
<code>while(adam >= evert) { programrader }</code>	Så länge variabeln adam är större än eller lika med variabeln evert genomförs programraderna mellan "måsvingarna".

<pre>if(x > y) { max = x; } else { max = y; }</pre>	<p>Villkorssats</p> <p>Om $x = 100$ och $y = 75$ kommer max tilldelas värder på x, dvs 100. Om $x = 50$ och $y = 75$ kommer max att tilldelas värdet på y, dvs 75.</p>
<pre>if(elvis < 100) { SET_BIT(pc0); } else { CLR_BIT(pc0); }</pre>	<p>Om elvis är mindre än 100 så sätts pc0 till 1. I annat fall sätts pc0 till 0.</p>
<pre>switch (dag) { case 1 : text = 'S'; break; case 2 : text = 'M'; break; case 3 : text = 'T'; break; case 4 : text = 'O'; break; case 5 : text = 'T'; break; case 6 : text = 'F'; break; case 7 : text = 'L'; break; default : text = '?'; break; }</pre>	<p>En switch/case-sats fungerar så, att beroende på switch-variabelns värde så utförs en av case-satserna.</p> <p>Om $dag == 4$ kommer programmet att hoppa in vid "case 4" och sätta teckenvariabeln "text" till bokstaven "O". Därefter hoppar programmet ut ur switch-satsen.</p> <p>Skulle dag ha ett annat värde än 1-7 kommer programmet att gå till "default" där man kan fånga upp sådana fel och agera på lämpligt sätt.</p>
<p>Några kommandon specifika oss</p>	
<pre>init_mik();</pre>	<p>Initierar mikrokontrollern.</p>
<pre>init_pin(pc0, "out");</pre>	<p>Initierar pinne pc0 att vara en utgång.</p>
<pre>init_pin(pe0, "in");</pre>	<p>Initierar pinne pe0 att vara en ingång.</p>
<pre>SET_BIT(pc0)</pre>	<p>Pinne pc0 ettställs, dvs kommer att få värdet 1 och det motsvarar nominellt 3,3 V ut.</p>
<pre>CLR_BIT(pc1)</pre>	<p>Pinne pc1 nollställs, dvs kommer att få värdet 0 och det motsvarar 0 V ut.</p>
<pre>bit_in = GET_BIT(pe2);</pre>	<p>Pinne pe2 avläses och resultatet lagras i heltalsvariabeln bit_in.</p>

<pre>PWM0(20);</pre>	PWM0(20) ger en likspänning på PWM-utgång 0 som motsvarar 20% av matningsspänningen 3,3 V. Funktionen accepterar värden mellan 0 - 100.
<pre>ADResultat = GET_AD(0);</pre>	Läser in det värdet på en likspänning som anslutits till ingång ADC0 till variabeln ADResultat. Funktionen returnerar ett heltal mellan 0 och 1023. Inspänningen måste ligga inom intervallet 0-3,3 V.
<pre>Delay(1000);</pre>	Ger en paus i programmet på 1 sekund (1000 ms).
<pre>clear_disp();</pre>	Rensar displayen från all text.
<pre>move_cursor(1,2);</pre>	Flyttar markören till rad 1, kolumn 2. Displayen består av fyra rader och 20 kolumner.
<pre>dprintf("Tjena!");</pre>	Skriver texten Tjena! på displayen.
<pre>dprintf("Jag har %i kr!",peng);</pre>	Skriver text och en variabel. I detta måste ingå ett %i, som anger att variabeln är av typen integer (heltal). Om variabeln peng har värdet 180 kommer <i>Jag har 180 kr!</i> att skrivas ut på displayen.