

Hårdvarulaboration I

Mål

- Ge en allmän uppfattning om vitala fysiska delar i en av skolans mikro datorplattformar (ARM)
- Grundläggande träning i virteknik för prototypbyggen
- Ge träning i assemblerprogrammering (ARM) med utvecklingsverktyget IAR Embedded Workbench v3.21
- Ge träning i elementär hantering av vanliga mätinstrument: multimeter och oscilloskop.
- Laborationen ligger till grund för hårdvarulaboration II samt efterföljande projekt

Förkunskaper

- grundläggande kunskaper i ellära och elektronik
- grundläggande kunskaper i digitalteknik,
- grundläggande kunskaper i datorteknik,
- grundläggande kunskaper i ARM-assembler

Du måste dessutom kunna hantera EWARM ("Embedded Workbench" från IAR Systems AB).

Lämpligt att titta på lab1 och lab2 i kursen Datorteknik. Finns också att nå via hemsidan.

Uppläggnig. Arbetsform. Examination

Laborationerna sker i grupper om två, vissa fall tre.

F-uppgifterna utgör förberedande uppgifter och ska utföras före laborationstillfället. Laborationsassistenten har rätt att kontrollera dig och kan vid eventuellt missnöje med din förberedelse skicka hem din grupp.

L-uppgifter är laborationsuppgifter som ska utföras under labassistentens handledning.

Examinationen sköts fortlöpande tillsammans med labassistenten.

Laborationsuppgift

Laborationen går ut på att använda högskolans ARM-baserade laborationsplattform. Till denna ska en temperatursensor kopplas och testas. Detta görs genom att arbeta igenom ett antal uppgifter.

Teorin till dom olika uppgifterna ligger i bilagor. Vilka bilagor som är lämpliga att läsa står i de olika deluppgifterna.

Här följer en kort beskrivning av bilagorna

Bilaga 1	Beskrivning av själva laborationsplattformen. Även en del om adresskartan
Bilaga 2	Virteknik. Hur man virar och testar
Bilaga 3	Kort beskrivning av temperatursensorn
Bilaga 4	Kopplingsschema för Lab1

För information om IAR Embedded workbench samt enkel ARM-assembler hänvisas till laborationer i kursen Dator teknik.

Förberedelseuppgifter

F1 Mätning på litet spänningsaggregat (batterieliminators). Bilaga 1

Anslut sladdarna i mätinstrumentet på följande vis: svarta sladden i multimeters COM-anslutning och den röda sladden till V. Välj likspänningsmätning (DC-mätning) på 20V-området.

Använd ditt mätinstrument och mät utspänningen från spänningsaggregatet. En DC-mätning ska ge en spänning på cirka 5,0 volt.

Mät med svarta sladden instucken i mitten av DC-pluggen och den röda på höljet. Instrumentet ska då visa 5V. Gör den inte det är det en felaktig batterieliminators och då ska den inte användas till labsystemet!!

F2 Labkortet: översikt. Bilaga 1

Studera labkortet och identifiera följande komponenter: vippströmställaren för spänningssättning av labkortet ("on-off switch"), säkring, 5 volt matningsspänning, 3 volt matningsspänning (VCC, 3.3V) och minusanslutning (GND, "jord").

Anslut spänningsaggregatet till labkortet. Mät båda matningsspänningarna. Då man mäter spänningar på labkortet låter man hela tiden den svarta sladden vara mot GND på kortet.

Om kortet inte spänningssätts kan det bero på följande:

- Felaktigt spänningsaggregat.
- Säkringen har löst ut. (Den ska vara 315 mA trög.)

F3 Labkortet: mätningar på en knapp. Bilaga 1

Knapparna är anslutna till plusspanning (VCC) och minusspanning (GND). Mät spänningen från knappen när den är uppsläppt (dvs ej aktiverad) respektive nedtryckt (dvs aktiverad). Är knapparna aktivt låga eller höga?

F5 Labkortet: Virning av knappar och lysdioder. Bilaga 2 + 4

Vira följande anslutningar enligt kopplingschema i bilaga 4. Glöm inte att testa virade anslutningar med multimeter!

Vänster knapp	P0.7
Höger knapp	P0.6
Lysdiod längst till höger	P0.0
Lysdiod längst till vänster	VCC

F6 Temperatursensorn MAX6575L: virning. Bilaga 2 + 4

Temperatursensorn är en liten ytmonterad integrerad krets och är därför placerad på ett litet anpassningskort. Kompletta datablad för sensorn MAX6575L kan nås via kursens hemsida.

Placera anpassningskortet på ett strategiskt ställe i virarean. Komponenten ska användas under hela kursen. Studera schemat och anslut tempensorn enligt ritningen. Glöm inte färgkoderna på virtråden!

Glöm inte pullup - resistorn på 10 kiloOhm. Den används för att ge port 0.1 en hög signal om sensorn inte ger ut nånting. Annars vet man inte vad för spänningen som blir där (undefined). Kondensatorn mellan VCC och GND är en avkopplingskondensator för att ge sensorn en stabilare matningsspänning

F7 Test av knappar! Lab1 i Datorteknik

Ladda hem F7_HWlab1.zip. Där finns ett komplett projekt med ett testprogram. Det testar om du har virat knappar och lysdiod rätt. Programmet ligger i en loop och pollar av de båda knapparna. Om någon av dem är nertryckt tänds lysdiod längs till höger, annars händer inget.

Kör programmet och testa om du kopplat rätt!

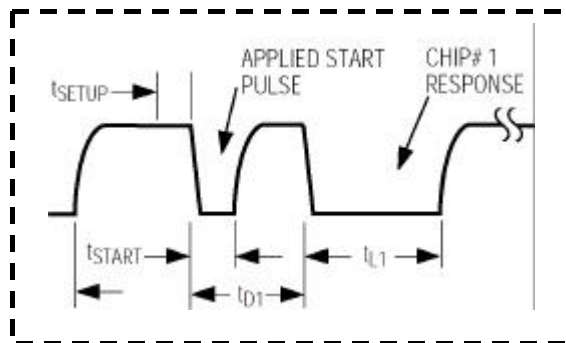
Modifiera sedan programmet så det får följande funktion!

- Lysdioden tänds om man trycker på vänstra knappen.
- Lysdioden ska behållas tänd även om vänstra knappen släpps.
- Samma funktion på högra knappen fast lysdioden ska släckas istället.
- Allt detta repeteras för evigt

Laborationsuppgifter

L1 Temperatursensorn: test av funktionen, mätning med oscilloscop. Bilaga 3

Läs sidorna 1 – 6 i databladet för tempensorn. Den viktigaste informationen finns i bilaga 4



Ladda ner testprogrammet, L1_HWlab1.zip från kursens hemsida. Programmet ger ut en låg puls på P0.1. Sedan ställs P0.1 om till ingång och man väntar på att kretsen ska svara med en låg puls. Detta upprepas i en evig loop.

Anslut oscilloskopet CH1 till utsignalen på tempensorn. Välj AUTOSET. Du bör nu se den låga pulsen samt svarssignal från temperatursensorn. Du ska kunna se en puls som är ca 1,5 ms lång. Den ska bli något längre om du värmer med fingret. Det kan vara svårt att se temperaturvariationer eftersom tempensorn har så stort temperaturintervall, men zoomar du in (med SEC/DIV) på pulsen. Du flyttar pulsen i sidled med POSITION-ratten.

Om du zoomar ut med tidbasratten SEC/DIV (skalan på tidsaxeln) så varje ruta betyder 250ms kan du se dom periodiska pulserna från koden.

L2 Temperatursensorn MAX6575L: program för temperaturmätning. Bilaga 3

Skriv ett program som gör en temperaturmätning varje gång man trycker på vänstra knappen. Temperaturvärdet i Celcius ska hamna i R7. Då mätningen och fördröjningen utförs ska lysdioden lysa därefter slockna, dvs en släckt diod betyder att programmet väntar på ny knapptryckning från användaren

Tips: Nyttja TIMER0 för själva tidmätningen

Programflödet (*OBE! se kommentarer nästa sida!*)

1. Vänta på knapptryckning
2. Tänd lysdiod
3. Ställ om P0.1 till utgång.
4. Skapa en låg startpuls på utgång.
5. Start tidmätning.
6. Ställ om P0.1 till ingång.
7. Vänta på att ingång ska gå låg.
8. Stanna tidmätning.
9. Omvandla tidvärde till temperaturvärde i Celcius. Placera värdet i R7
10. Vänta ca 1 sekund.
11. Släck diod
12. Återgå till steg 1.

Kommentar till steg2:

Tänk på att endast skriva till lysdioden och inte till hela porten, dvs maska. Annars är det enkelt att av misstag skriva till temp-kretsen!

Kommentar till steg3:

Tänk på att se till att skriva en etta till P0.1 innan ni konfigurerar den till utgång i steg 3. Det kan se lite dumt ut att skriva till en ingång, men det gör att en etta ligger förberedd som utsignal. Annars finns risken att en nolla ligger förberedd och direkt skickas ut då P0.1 ställs om till utgång! Man skulle då få en ofrivillig start av mätningen!

Timer0

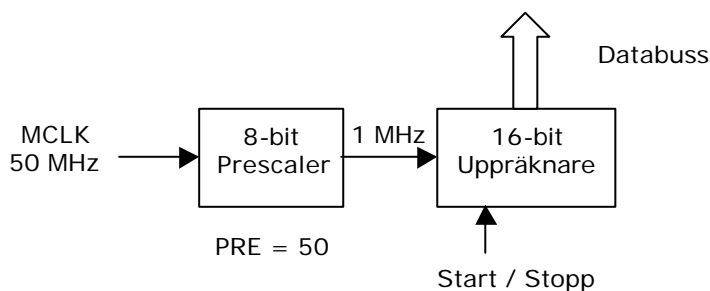
För att mäta tiden kan TIMER0 användas. Det är en av de inbyggda timers som finns i processorn. I princip är det en räknare som räknar fritt (oavsett vad resten av koden gör). Det går att konfigurera och läsa av timern på genom olika register. För timer 0 gäller följande register:

- Konfigureras genom kontrollregister *rTCON0*
- Klockan kan skalas ner med ett prescalerregister *rTPRE0*
- Dataregister *rTDAT0*. Då timern når det värde som är skrivet i detta register genereras ett avbrott samt räknarvärdet nollställs (om avbrott används)
- Aktuellt räknarvärde i *rTCNT0*

För utförlig beskrivning hur dessa register konfigureras hänvisas till processormanualen kap 8.

OBS. Nedanstående exempel bygger på att processorns klocka är 50MHz. På labsystemet är frekvensen 10MHz!

Följande figur visar de intressanta delarna av TIMER0.



Prescalern gör så att klockfrekvensen MCLK delas ned till ett lagom värde. MCLK ("Master Clock") är den interna klockan som är direkt kopplad till den externa oscillatoren.

Om frekvensen är 50MHz och PRE satt som i figuren till 50, blir varje steg i räknaren är värt 1 mikrosekund. Den längsta tid som kan mätas blir då 65536 mikrosekunder, vilket är lika med ca 65 millisekunder. Genom att skala med andra värden fås andra maxtider. Sätt ett värde i prescalerregistret *rPTRE0* som ger 1MHz till själva räknaren. Här måste du veta processorns klockhastighet!

Timern startas och stoppas genom *rTCON0*

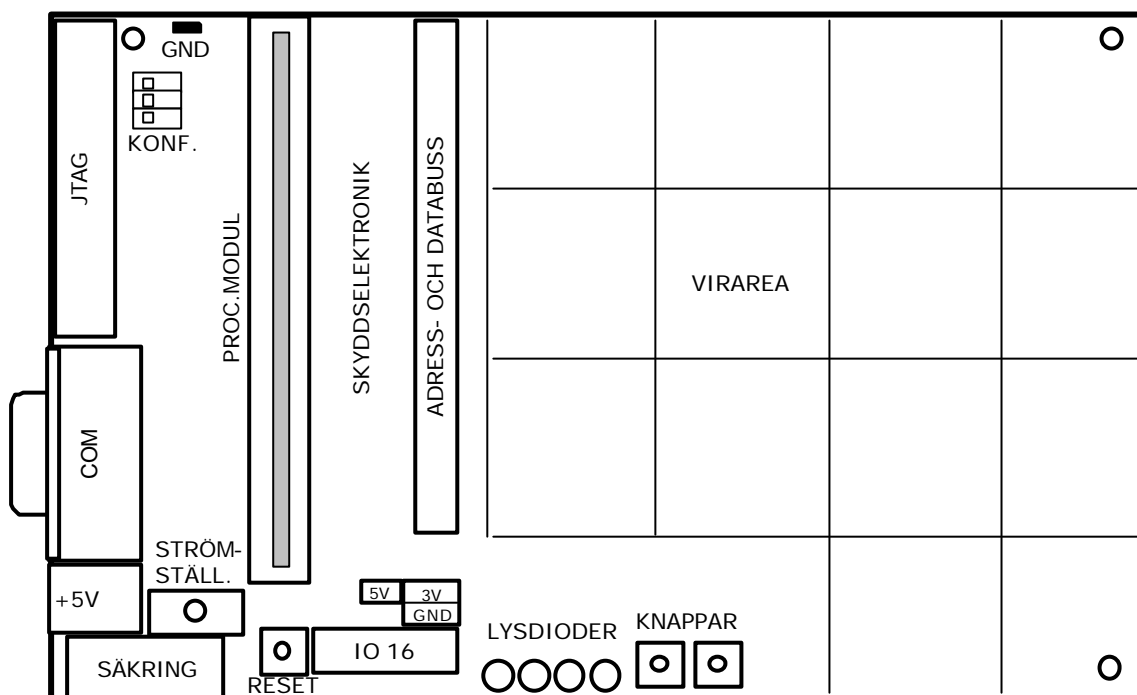
BILAGA 1: Beskrivning av labplattform

Labplattformen består av en processormodul ("sticka") som stoppas i en vanlig PCI-busskontakt. På stickan sitter en ARM-processor av mellanklass - S3C3410X. Den är tillverkad av Samsung och är av typen ARM7TDMI. Där sitter också ett flash-minne på 4 MB ("Strataflash" från Intel) och ett SDRAM (16 MB från Samsung). En programmerbar oscillator (100 MHz och nedåt, Dallas) behövs för att i laborativt syfte kunna sänka frekvensen. Grundinställningen är 10 MHz.

På processormodulen finns slutligen två lysdioder - en röd för indikering av spänning och en grön lysdiod som kan användas för teständamål.

Laborationskortet

Figuren visar labkortet i naturlig skala med plats för en processormodul.



Labkortet innehåller en hel del elektronik för att underlätta utveckling och testning av hårdvara. Här följer en kortfattad beskrivning av de viktigaste komponenterna.

spänningsmatning

Kortet måste matas med stabiliserad spänning på 5 volt. Anslutningen sker via en DC-plugg med plus i höljet och minus på centrumstiftet. En spänningsregulator tillverkar en "snygg" spänning på 3 volt (3,3 V). Den inkommande spänningen kan tas ut på 5V-stiften. Till skolans labsystem finns ett litet spänningsaggregat (batterieliminatör) som levererar stabiliserad 5 volt. En säkring på 315 mA (trög) skyddar mot kortslutning. En strömställare gör det möjligt att på ett smidigt sätt göra spänningsreset om inte vanlig reset hjälper. Längst upp finns en liten bygel (GND) vilket underlättar alla mätningar som använder minus ("jord", GND) som referens.

Anslutningskontakter

JTAG-kontakten utgör en "navelsträng" in i systemet. Via den kontakten kan du påverka processorns register mm, ladda ned program och undersöka ("debugga") vad som händer när programmet exekveras.

COM-kontakten gör det möjligt att kommunicera med labsystemet med ett vanligt textbaserat kommunikationsprogram (exv "Hyperterminal"). Det finns också möjligheter att påverka oscillatorfrekvensen. Grundinställningen är 50 MHz, vilket är snabbt. I laborationskursen kommer vi oftast att köra på 5 MHz.

DIL-strömställare

DIL-strömställarna (3 stycken) används för att konfigurera labsystemet.

- Den övre styr kommunikationen med den programmerbara oscillatoren. Den ska normalt stå i läge ON. Om du ställer den i läge OFF kan du med hjälp av "Hyperterminal" ändra oscillatorns frekvens.
- Den mittersta går direkt till processorn och anger om processorn ska använda TAP ("Target Access Port"). Det kallas vanligtvis för JTAG-emulering. Strömställaren ska normalt stå i läge OFF, dvs JTAG-emulering. Om du testar labsystemet utan inkoppling av JTAG-emulering måste läget vara ON. Labsystemet kan då arbeta på egen hand ("stand alone").
- Den undre påverkar resetsignalerna. Det finns den traditionella resetsignalen (nRESET) men TAP har en egen resetsignal (nTRST). I "debug"-läge (dvs JTAG-emulering) ska vanligtvis dessa signaler separeras och strömställarens ska stå i läge OFF. Om du testar labsystemet utan inkoppling av JTAG-emulering bör resetsignaler kopplas samman, dvs läge ON.

I normalfall står switcharna i 1-ON, 2-OFF, 2-OFF.

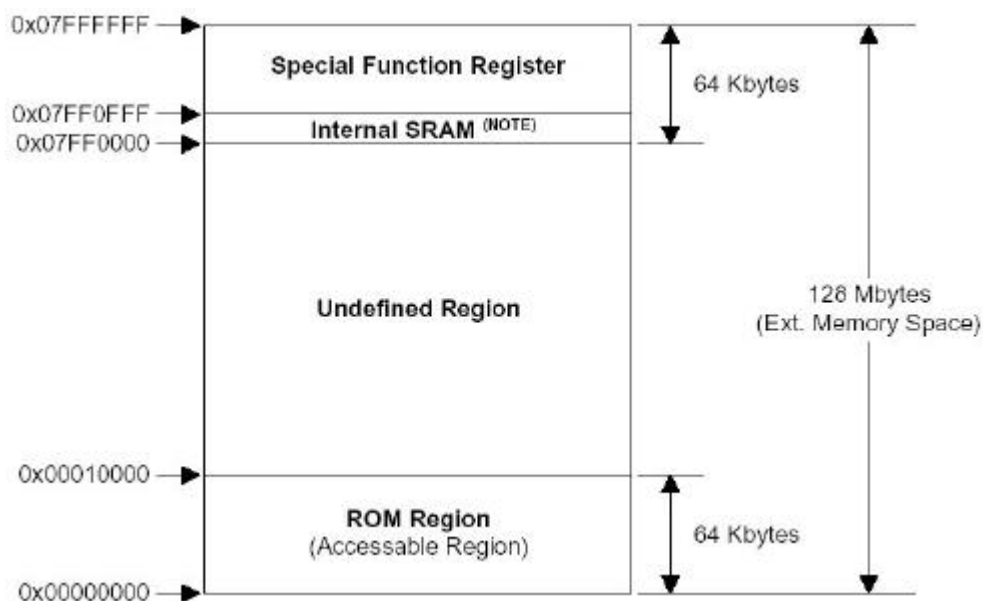
Virarea

Den högra halvan som omfattar ca 10 gånger 10 centimeter är "din" area. Här ska labkopplingarna göras. Den teknik som används kallas för virning. I virarean finns, förutom en massa hål, två knappar och fyra lysdioder med fyra förkopplingsresistorer. Detta gör att du snabbt kommer i gång att laborera. Dessa komponenter är hålmonterade till skillnad från de flesta andra komponenter som är ytmonterade. I virarean sätts komponenterna i speciella socklar - så kallade virsocklar. Förbindelsen mellan komponenterna görs med speciell tråd - så kallad virtråd. Tekniken kommer att demonstreras. Alla komponenter finns inte för hålmontering. I sådana fall måste man göra små anpassningskort.

Adresskartan

ARM-processorn är en mycket flexibel processor. Till skillnad från många andra mikroprocessorer av samma storleksklass har den inte en given adresskarta. Användaren måste själv initiera adresskartan. Processormodulen innehåller mycket datorkraft: 4 MB flash-minne plus 16 MB SDRAM men detta "vet" inte processorn om när den startar upp efter reset.

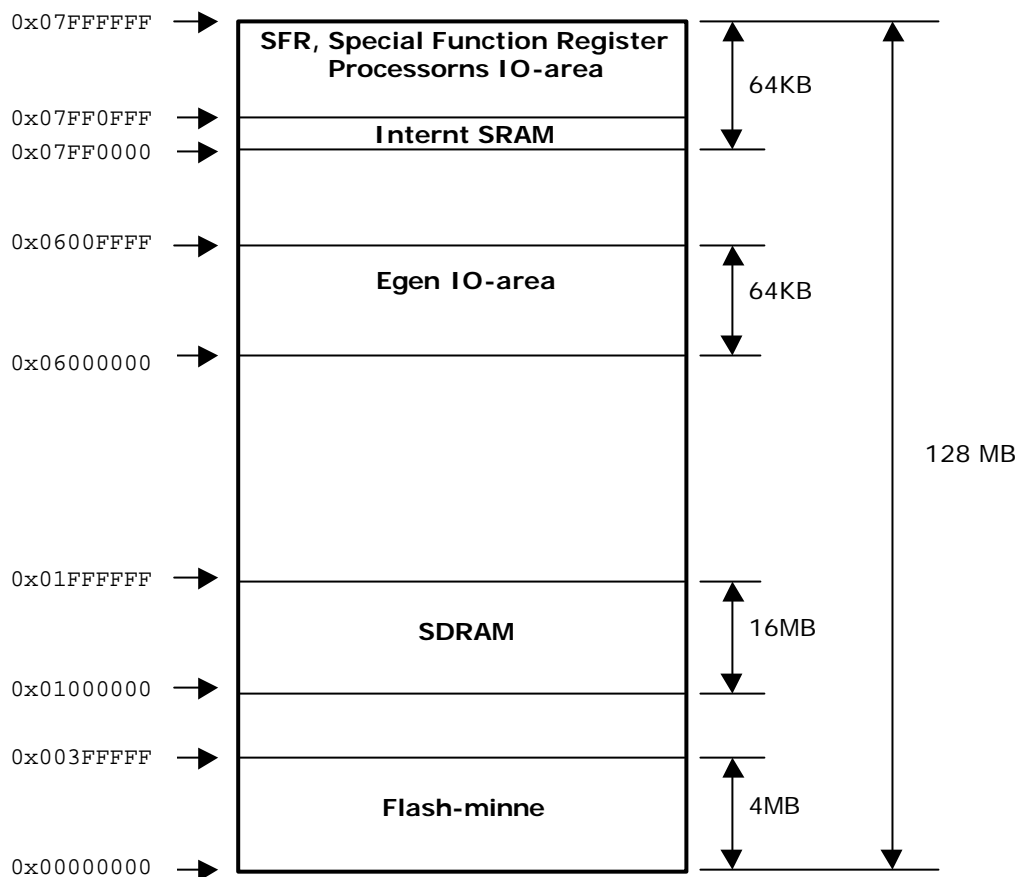
Så här ser adresskartan ut efter reset.



(Källa: "S3C3410X - User's Manual Rev 2.0")

Möjlig adresskarta

Med tanke på de resurser som finns på processormodulen är en adresskarta av följande utseende möjlig.



Processorn har en egen (minnesmappad) IO-area som upptar 64 KB. Med tanke på laborationsbehovet är det lämpligt att ha en "egen" IO-area. Den minsta area som kan allokeras är på 64 KB. Arealen kan ligga var som helst i det tillgängliga adressutrymmet.

Fördelning av programminne (4 MB flash) och arbetsminne (16 MB SDRAM) verkar en aning skevt. Man måste tänka att detta är ett labssystem - inget "riktigt" system. Hantering av ett labssystem blir mycket smidigare om man har tillgång stora areor med RAM (skriv- och läsminne) istället för ROM (flash-minne). Under programutvecklingen har man tillgång till stora areor av RAM för både program **och** arbetsminne. Flash-minnet används först när man ska slutföra sin applikation - när den ska "stå på egna ben", så kallade stand-alone-system.

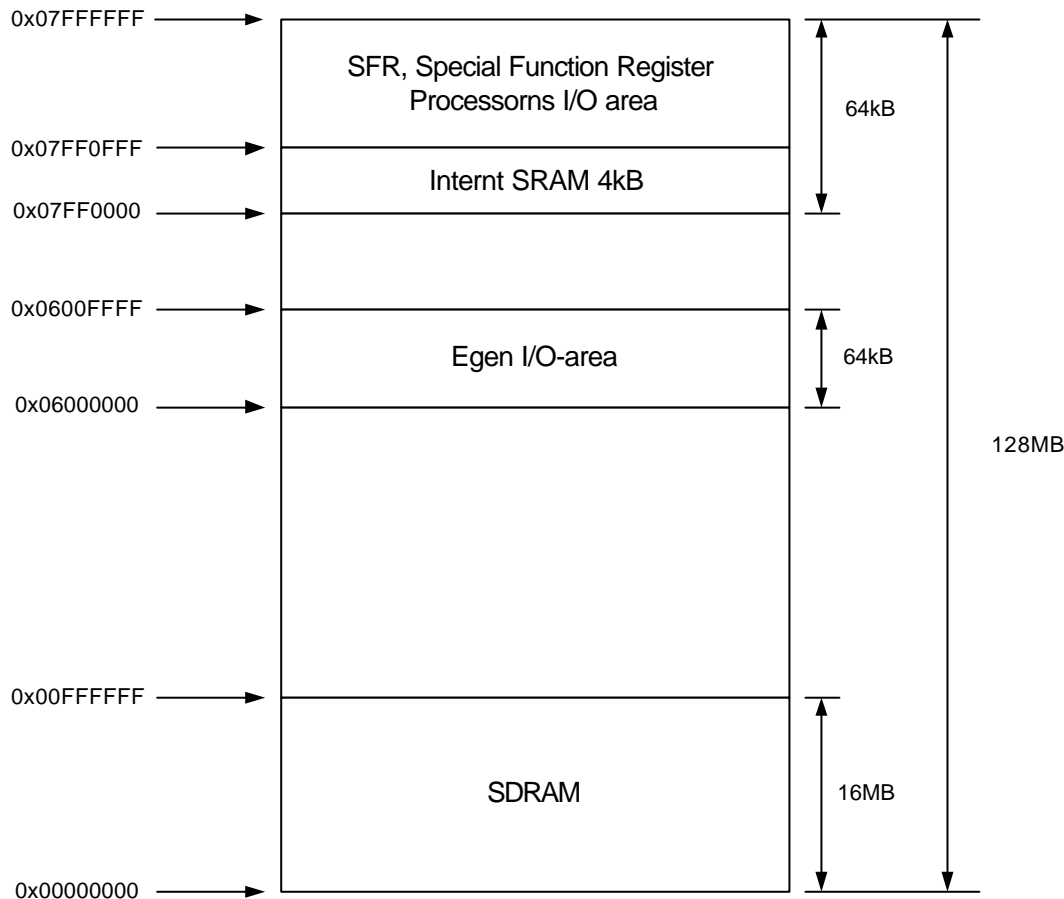
Varför SDRAM i stället för SRAM? De största SRAM-modulerna ligger i storleksordningen 0,5 - 1 MB. SDRAM är stort och billigt. SRAM är dyrt men lätt använda.

Praktisk adresskarta vid utveckling

På grund av problem med utvecklingsverktyget IAR Embedded Workbench v3.21A samt att man vid utvecklingsfasen vill kunna prova avbrott används nedanstående adresskarta. Genom att inkludera en sk. makrofil kallad `config_SDRAM.mac` till sitt projekt ställs följande adresskarta in, så när som på den egna I/O arean. Det får man konfigurera i koden.

Som synes är flashet inte ens med i kartan. Detta är valt då man under utvecklingsfasen inte behöver flashet, utan endast i slutskedet. Ett viktigt skäl till att man väljer att mappa SDRAM:et från adress `0x00000000` och uppåt är att man ska ha möjlighet att konfigurera avbrottsvektortabellen som är placerat på `0x00000000-0x00000018`.

Koden man kör bör inte placeras på låga adresser då en bugg i IAR gör att koden då skrivs över. Lägg istället koden på tex adress `0x0001000` och framåt.



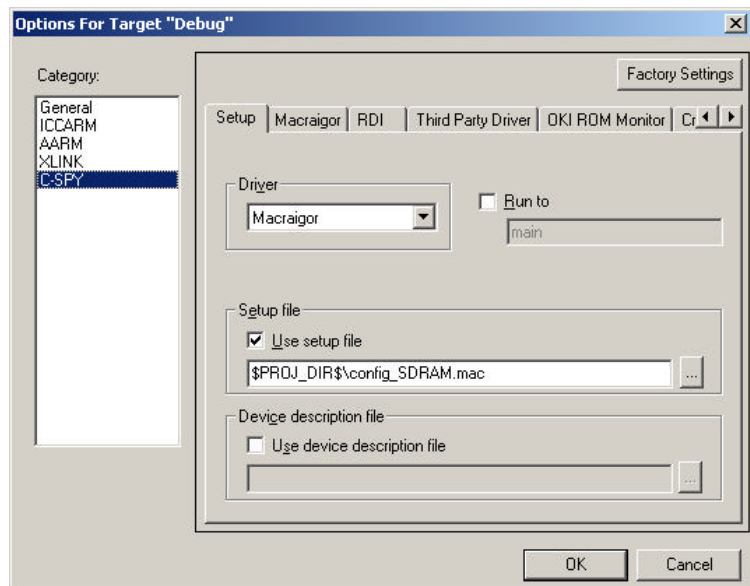
Denna adresskarta rekommenderas för utveckling och laboration. Man inkluderar makrofilen `config_SDRAM.mac` genom att lägga till den till sitt projekt.

Utförande i IAR

Välj **Project->Options**

Välj **Use setup file** och skriv in filnamnet i rutan enligt bilden.

På alla färdiga projekt som kan laddas ner från kursens hemsida är detta redan gjort!



Kretsscheman

Kopplingsscheman för både processormodul och labkort finns att hämta på kursens hemsida. Ritningarna öppnas med OrCad v7 eller nyare.

Processormodulen är ett 4-lagers kort, dvs ingenting man kan tillverka själv.

Labkortet är ett 2-lagers kort, dvs ett kort som man kan tillverka m h a hobbyresurser (typ skolans resurser).

Om du vill göra ett examensarbete (eller liknande projekt) kan det vara lämpligt att utgå från ritningen över moderkortet. Du kan ta bort alla skyddskretsar och istället lägga in din egen applikation. Det går oftast fortare att göra ett kretskort än att vira upp en applikation på virarean. Detta förfarande förutsätter att du är kunnig i att hantera Orcad eller något liknande program.

"Open hardware"

Hårdvaran till labsystemet är inte skyddat av några privata intressen. Du kan tanka ned Orcad-ritningarna och bygga vidare därifrån.

Bilaga 2: Virteknik

Virning är en teknik för snabba prototypbyggen. Principen går ut på att man med en liten tråd och ett speciellt virverktyg surrar fast ledningen mellan dom punkter man vill ansluta. Detta kräver att pinnarna man ska vira på är ganska långa. För ändamålet finns speciella kapslar med extra långa ben för att vira fast. Sen placeras komponenter och IC-kretsar i dessa hållare.

På labkortet går det att vira på både under och översida, men undersidan är att föredra för att hålla ovansidan så ren som möjligt.

Så här virar du:

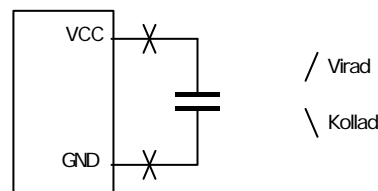
- Stäng av spänningen. Labsystemet får absolut inte var spänningssatt.
- Klipp av en lämplig längd av virtråden. Mät ungefärligt avstånd på kortet innan du klipper. Tråden bör kunna dras någorlunda snyggt och inte sträckas.
- Skala sladden i båda ändarna. Detta görs med hjälp av virverktyget. För igenom tråden genom det stora hålet mitt på virpinnen. Låt den del av tråden som ska skalas (ca 1-1.5cm) sticka ut på andra sidan verktyget. Tryck fast tråden i den skåra på skalbladen på verktyget och dra åt dig tråden. Vips är ena änden skalad! Skala även andra änden på tråden på liknande sätt
- Titta i änden på den långa pinnen på virverktyget. Där finns ett litet hål som kommer ut på utsidan av pinnen. Stick in ena änden av den skalade tråden och stick in hela del skalade delen av tråden. Har du gjort rätt kan du se den skalade delen på utsidan av pinnen. Ofta hamnar den skalade delen i skåran på verktyget. Böj upp resten av den icke skalade delen av tråden mot dig.
- Sätt den långa svarta pinnen av virverktyget (med tråden isatt) över pinnen du vill vira fast i och skruva verktyget. Vilket håll kvittar, men du bör vara konsekvent. Tryck mycket lätt neråt samtidigt som du skruvar. Efter några varv är tråden helt fastvirad och du kan ta bort verktyget och börja om på nästa pinne. Kontrollera så ingen del av den skalade tråden inte är uppvirad. Skulle den vara det kan den lätt kortslutas mot en närliggande pinne.
- Vad gör man om det blir fel? Svaret är enkelt. River upp - dvs virar av de trådar som sitter fel. Använd andra sidan på virverktyget och snurra åt det andra hållet. Om du är försiktig kan tråden rätas ut och användas igen.

Testmetodik:

- Vira inte allt utan vira och kontrollera i steg enligt följande lista:
- Vira enligt följande färgmall vilket gör det lättare att kontrollera

Funktion	Färg
Matningsspänning VCC	Röd
Jord GND	Svart
Kontrollsignaler	Gul
Datasegnaler	Vit

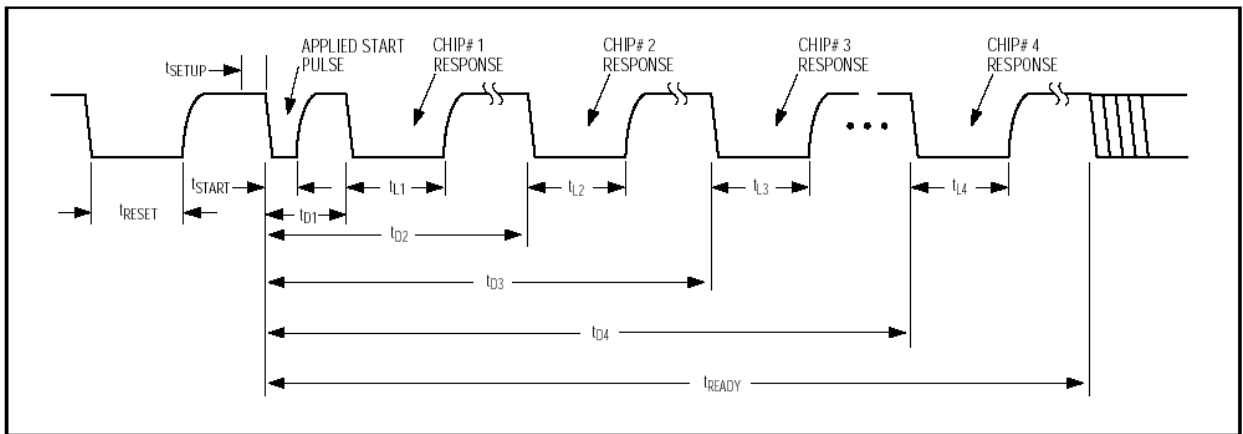
- Pricka av i schemat att ledningdragningen är utförd.
- Kontrollera virningarna med multimetern inställd på ohmmätning eller kontaktmätning med ljudsignal. Kontrollera att inga närliggande ben kommit i kontakt med de aktuella virtrådarna. Pricka av då det är testat. Figuren till höger visar ett exempel på två ledningar som är avprickade (dvs virade) och dessutom kontrollerade.



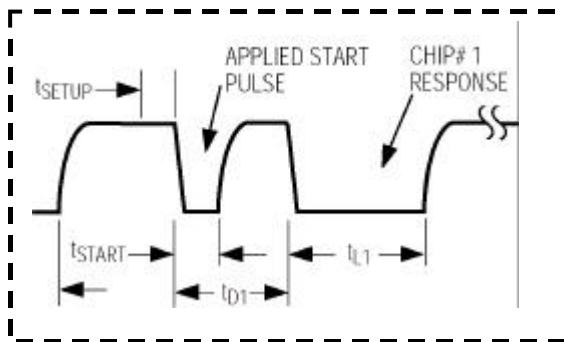
- Om den felaktiga virningen är blockerad, dvs den sitter under en annan virning, kan du kanske klippa av virtråden. Om trådlängden är tillräcklig behöver du inte lossa tråden på den rätta sidan.

Bilaga 3: Temperatursensor MAX6575L

Fyra tempensorer kan dela på samma IO-linje och tidsdiagrammet visar därför förloppet för fyra tempensorer inställda på olika "svarstider". Tiderna t_{D1} , t_{D2} osv är mått på temperaturen. Du har för tillfället tillgång till en tempensord inställd på snabbast "svarstid".



Följande figur är ett urklipp och förstoring ur ovanstående figur.



Startpulsen kan komma regelbundet men får inte komma för snabbt. Det är lagom med ett tidsmellanrum på ca 1 sekund. Efter startpulsen kommit går en viss tid, t_{D1} , tills kretsen svarar. Denna tid är proportionell mot temperaturen enligt nedan. Det är denna tiden tills pulsen kommer som är själva "svaret" från sensorn. Pulserna är aktivt låga.

Om TS1 och TS0 kopplas till GND blir inställningen $5 \mu\text{s} / \text{K}$ (K = kelvin). Vid rumstemperatur förväntar man sig en pulslängd enligt:

$$t_{D1} \approx 300\text{K} \times 5\mu\text{s} / \text{K} = 1500 \mu\text{s} = 1,5 \text{ ms. (Kommentar: } 0\text{K} = -273^\circ \text{ C).}$$

Bilaga 4: Kopplingschema lab 1

Schemat visar hur två knappar, en lysdiod och en temperatursensor (MAX6575L) kopplas till processorns port 0. Port 0 är tillgänglig på "IO-listen". En lysdiod kopplas direkt till matningsspänning. Knappar + 10k motstånd och LED+motstånd sitter på labkortet.

