

Avbrottshantering

Övningsuppgifter

2013

Besvara kortfattat följande frågor rörande CPU12.

Redogör för vad som händer vid RESET och varför detta sker.

Förklara kortfattat vad som händer vid ett IRQ avbrott om I-flaggan i CC är nollställd.

Vid IRQ-avbrott sätts I-flaggan automatiskt till 1. Varför sker detta?

Visa med en instruktionssekvens hur man i en IRQ-avbrottsrutin kan förhindra att processorn utför nya avbrott efter återhopp till det avbrutna programmet.

Översätt assemblerinstruktionerna CLI och SEI till maskinspråk och visa hur maskinkoden placeras i minnet.

Assemblerinstruktionerna CLI och SEI kan skrivas på ett alternativt sätt. Visa detta sätt.

Vilken är skillnaden mellan IRQ- och XIRQ-avbrott? Hur påverkar skillnaden användningen av dem?

Vid XIRQ-avbrott sätts både X- och I-flaggan automatiskt till 1. Varför sker detta?

XIRQ-avbrottet är "icke maskbart". Vad innebär detta för möjligheterna att påverka maskbiten X i CC-registret.

Redogör för vad som händer då en logiknolla läggs på ingången XIRQ' och varför detta sker. Hur påverkas stacken?

Vilket villkor måste vara uppfyllt för att ett XIRQ-avbrott skall utföras?

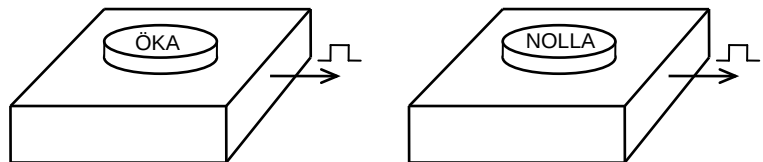
Vad händer med flaggor och stack när instruktionen SWI utförs.

Förklara hur instruktionen SWI fungerar. Ge ett exempel på hur den kan användas.

Alla D-vippor som används i följande uppgifter har positiv flanktriggning och asynkron RESET-ingång. Antal ingångar på logikgrindar kan väljas fritt.

1. Två "tryckknappsenheter" enligt figuren nedan skall anslutas till en dator med processorn CPU12. Då en knapp aktiveras genereras en positiv puls på motsvarande utgång. Varje tryckning på ÖKA-knappen skall öka en 8-bitars variabel på minnesadressen KNAPP med ett medan varje tryckning på NOLLA-knappen skall nollställa samma variabel. Om innehållet på adressen KNAPP är 255 och ÖKA-knappen trycks ned skall innehållet inte ökas.

De två tryckknapparna skall anslutas så att IRQ-avbrott genereras då någon av dem aktiveras. Inga andra avbrottskällor finns i systemet.

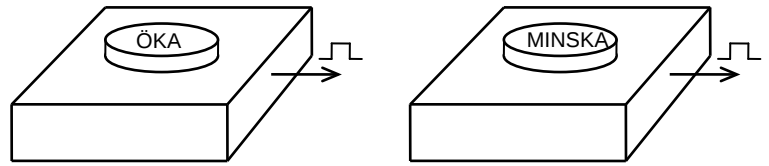


Visa hur tryckknappsenheterna kan anslutas till datorn. En oanvänd inport finns på adressen 900_{16} . Rita nödvändig logik! D-vippor, NAND- och NOT-grindar får användas.

Skriv en avbrottsrutin som fungerar enligt beskrivningen ovan. Assemblerspråk för processorn CPU12 skall användas.

2. Två "tryckknappsenheter" enligt figuren nedan skall anslutas till en dator med processorn CPU12. Då en knapp aktiveras genereras en positiv puls på motsvarande utgång. Varje tryckning på ÖKA-knappen skall öka en 8-bitars variabel på minnesadressen KNAPP med ett medan varje tryckning på MINSKA-knappen skall minska samma variabel med ett.

Om innehållet på adressen KNAPP är 255 och ÖKA-knappen trycks ned skall innehållet inte ökas. På motsvarande sätt skall innehållet på adressen KNAPP inte minskas om det är 0 när MINSKA-knappen trycks ned.



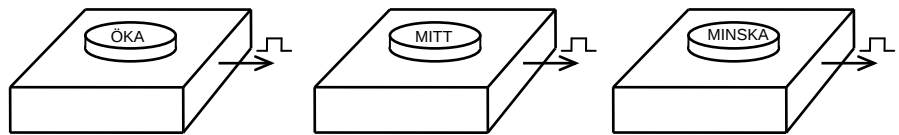
De två tryckknapparna skall anslutas så att IRQ-avbrott genereras då någon av dem aktiveras. Inga andra avbrottskällor finns i systemet.

Visa hur tryckknappsenheterna kan anslutas till datorn. En oanvänd inport finns på adressen 900_{16} . Rita nödvändig logik! D-vippor, NAND- och NOT-grindar får användas.

Skriv en avbrottsrutin som fungerar enligt beskrivningen ovan. Assemblerspråk för processorn CPU12 skall användas.

3. Tre "tryckknappsenheter" enligt figuren nedan skall anslutas till en dator med processorn CPU12. Då en knapp aktiveras genereras en positiv puls på motsvarande utgång. Varje tryckning på ÖKA- eller MINSKA-knappen skall öka resp. minska en 8-bitars variabel på minnesadressen KNAPP med ett medan varje tryckning på MITT-knappen skall ge samma variabel värdet 128.

Innehållet på adressen KNAPP skall dock inte tillåtas att "varva", dvs att ökas från 255 eller minskas från 0.



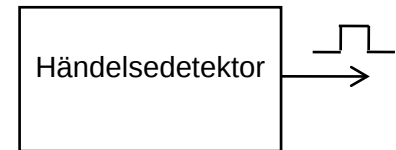
De tre tryckknapparna skall anslutas så att IRQ-avbrott genereras då någon av dem aktiveras. Inga andra avbrottskällor finns i systemet.

Visa hur tryckknappsenheterna kan anslutas till datorn. En oanvänd inport finns på adressen 900_{16} . Rita nödvändig logik! D-vippor, NAND- och NOT-grindar får användas..

Skriv en avbrottsrutin som fungerar enligt beskrivningen ovan. Assemblerspråk för processorn CPU12 skall användas. Radkommentarer skall finnas!

4. Tre "händelsedetektorer" enligt figuren nedan skall anslutas till en dator med processorn CPU12. Då någon av detektorerna har registrerat en händelse genereras en positiv puls på motsvarande utgång. Varje händelse skall öka en räknare i minnet med 1. Händelse 0 skall öka 8-bitarsräknaren EVCNT0, händelse 1 skall öka 16-bitarsräknaren EVCNT1 och händelse 2 skall öka 32-bitarsräknaren EVCNT2. Räknarna skall placeras efter varandra (ökande adress) i minnet med EVCNT0 på adressen DC00₁₆. Räknarna skall placeras så att mest signifikant del hamnar på lägst adress.

De tre händelsedetektorerna skall anslutas så att IRQ-avbrott genereras då någon av dem aktiveras. Inga andra avbrottskällor finns i systemet. En oanvänd inport finns på adressen E0D0₁₆.



Rita upp den del av minnet där räknarna är placerade. Det skall tydligt framgå var varje räknare är placerad i adressrummet.

Visa hur händelsedetektorerna kan anslutas till datorn. Rita nödvändig logik! D-vippor, NAND- och NOT-grindar får användas.

Skriv en avbrottsrutin, IRQR, som fungerar enligt beskrivningen ovan. Assemblerspråk för processorn CPU12 skall användas.

Skriv en subrutin, INIRQ, som initierar avbrottssystemet för räkning av händelser. Den skall se till att händelseräknarna är nollställda från början och att IRQ-avbrott accepteras då händelser detekteras. Vid avbrott skall hopp ske till avbrottsrutinen på adressen IRQR. IRQ-vektorn på adresserna FFF2₁₆ och FFF3₁₆ antas vara placerad i ett läs- och skrivbart minne (RWM).

5. En process skall styras med hjälp av en dator med processorn CPU12. I samband med detta skall en flödesgivare som är ansluten till en av datorns inportar med den symboliska adressen SENS läsas av en gång per sekund. Det avlästa värdet är ett 8-bitars tal utan inbyggt tecken och är ett mått på flödet i en rörledning. Eftersom datorn normalt är upptagen med beräkningsarbete för processtyrningen skall avbrott användas för avläsningen av flödesgivaren.

Det finns en binär signal med den konstanta frekvensen 250 Hz tillgänglig för generering av avbrott.

Föreslå en koppling för avbrottsgenerering på processorns IRQ'-ingång. D-vippor, NAND- och NOT-grindar får användas. Det finns inga andra avbrottskällor i systemet.

Skriv avbrottsrutinen IRQRUT som läser av flödesgivaren en gång per sekund och placerar det avlästa värdet på adressen DE00H i minnet.

Skriv ett avsnitt av huvudprogrammet där IRQ-avbrott initieras. IRQ-vektorn antas vara placerad i RWM på adresserna FFF2H och FFF3H. Avbrottsrutinen börjar på den symboliska adressen IRQR. Assemblerspråk för processorn CPU12 skall användas.

- 6.** En process skall styras med hjälp av en dator med processorn CPU12. I samband med detta skall en tryckgivare som är ansluten till en av datorns inportar på adressen 600_{16} läsas av en gång per sekund. Det avlästa värdet är ett 8-bitars tal $[0,255]$ och är ett mått på trycket i en tank. Eftersom datorn normalt är upptagen med beräkningsarbete för processtyrningen skall avbrott användas för avläsningen av tryckgivaren.

Det finns en binär signal med den konstanta frekvensen 50 Hz tillgänglig för generering av avbrott.

Föreslå en koppling för avbrottsgenerering på processorns IRQ'-ingång. D-vippor, NAND- och NOT-grindar får användas. Det finns inga andra avbrottskällor i systemet.

Skriv avbrottsrutinen IRQRUT som läser av tryckgivaren en gång per sekund och placerar det avlästa värdet på adressen 2800_{16} i minnet

Skriv ett avsnitt av huvudprogrammet där IRQ-avbrott initieras. IRQ-vektorn antas vara placerad i RWM på adresserna $FFF2_{16}$ och $FFF3_{16}$. Avbrottsrutinen börjar på den symboliska adressen IRQR. Assemblerspråk för processorn CPU12 skall användas.

- 7.** Man önskar använda en dator med CPU12 i styrenheten för ett mekaniskt system. Styrenheten skall kunna reagera på fyra olika händelser i det mekaniska systemet genom att varje händelse genererar en avbrottssignal till CPU12. Händelserna måste kunna identifieras så att rätt åtgärder kan vidtas av styrsystemets program.

Förklara hur huvudprogrammet för CPU12 skall vara utformat för att man skall kunna använda sig av avbrott så som det är tänkt.

Beskriv hur en av avbrottsrutinerna kan se ut och varför den ser ut på detta sätt.

Vilken extra hårdvara krävs för att använda avbrott i detta fall? Rita ett förklarande logikschema. D-vippor, NAND- och NOT-grindar får användas.

- 8.** Man önskar använda en dator med CPU12 i styrenheten för ett mekaniskt system. Styrenheten skall kunna reagera på två olika händelser i det mekaniska systemet genom att den ena händelsen genererar XIRQ-avbrott och den andra IRQ-avbrott.

Förklara hur huvudprogrammet för CPU12 skall vara utformat för att man skall kunna använda sig av de två avbrotten så som det är tänkt.

Beskriv hur IRQ-avbrottsrutinen kan se ut och varför den ser ut på detta sätt.

Vad händer om XIRQ-ingången aktiveras när ett IRQ-avbrott behandlas?

- 9.** Fläktsystemet i en byggnad skall styras med hjälp av en dator med processorn CPU12. I samband med detta skall en lufttrycksgivare som är ansluten till en 8-bitars A/D-omvandlare läsas av en gång per minut. Databitarna från A/D-omvandlaren är anslutna till en av datorns inportar med adressen PRESS. Innan man kan läsa av ett värde från A/D-omvandlaren måste en omvandling startas genom att en positiv flank ges på bit 7 på en utport med adressen ADSTRT. När A/D-omvandlingen är färdig, vilket tar 4 μ s, signaleras detta med en etta på bit 7 på inporten ADSTAT. Eftersom datorn normalt är upptagen med annat arbete skall avbrott användas för avläsningen av tryckgivaren.

Det finns en binär signal med den konstanta frekvensen 100 Hz tillgänglig för generering av avbrott.

Föreslå en koppling för avbrottsgenerering på processorns IRQ'-ingång. D-vippor, NAND- och NOT-grindar får användas. Det finns inga andra avbrottskällor i systemet.

Skriv avbrottsrutinen IRQR som startar en A/D-omvandling och läser av lufttrycksgivaren en gång per minut samt placerar det avlästa värdet på adressen CURPR i minnet.

Skriv ett avsnitt av huvudprogrammet där IRQ-avbrott initieras. IRQ-vektorn antas vara placerad i RWM på adresserna FFF2₁₆ och FFF3₁₆. Avbrottsrutinen börjar på adressen IRQR.

Alla symboliska adresser ovan är definierade på annat ställe i programmet. Assemblerspråk för processorn CPU12 skall användas.

- 10.** Pumpsystemet i en damm skall styras med hjälp av en dator med processorn CPU12. I samband med detta skall en nivågivare som är ansluten till en 8-bitars A/D-omvandlare (ADC) läsas av var tionde minut. Databitarna från ADC'n är anslutna till en av datorns inportar med adressen LEVEL.

Innan man kan läsa av ett värde från ADC'n måste en omvandling startas genom att en negativ flank ges på bit 0 på en utport med adressen ADCTRL.

När A/D-omvandlingen är färdig, vilket tar cirka 100 μ s, signaleras detta genom att utsignalen READY från ADC'n ändras från 0 till 1. READY-signalen kan läsas av på bit 0 på inporten ADSTAT. Ready-signalen nollställs automatiskt vid läsning av inporten på adressen LEVEL.

Eftersom datorn normalt är upptagen med annat arbete skall avbrott användas för avläsningen av nivågivaren. Av olika skäl får exekveringstiden för avbrottsrutiner maximalt vara 30 μ s.

Det finns en binär signal med den konstanta frekvensen 50 Hz tillgänglig för generering av avbrott.

Föreslå en koppling för avbrottsgenerering på processorns IRQ'-ingång. D-vippor, NAND- och NOT-grindar får användas. Det finns inga andra avbrottskällor i systemet.

Skriv avbrottsrutinen IRQRUT som startar en A/D-omvandling och läser av nivågivaren var tionde minut samt placerar det avlästa värdet på adressen NEWLEV i minnet.

Skriv ett avsnitt av huvudprogrammet där IRQ-avbrott initieras. IRQ-vektorn antas vara placerad i RWM på adresserna FFF2₁₆ och FFF3₁₆. Avbrottsrutinen börjar på adressen IRQRUT.

Alla symboliska adresser ovan är definierade på annat ställe i programmet. Assemblerspråk för processorn CPU12 skall användas.

- 11.** Ventilationen i en byggnad skall styras med hjälp av en dator med processorn CPU12. I samband med detta skall en luftflödesgivare läsas av en gång per minut. Databitarna från givaren (8 st) är anslutna till en av datorns inportar på adressen AIR.

En sensor som känner av om en dörr öppnas eller stängs ingår också i styrsystemet. Varje gång dörren öppnas eller stängs genererar sensorn en puls. Dörrens läge, öppen eller stängd, kan datorn läsa av på bit 7 på inporten DOOR. Övriga bitar på inporten DOOR är lediga och kan användas vid behov.

Eftersom datorn normalt är upptagen med annat arbete skall avbrott användas för avläsningen av luftflödesgivaren och dörrens läge. Det finns en binär signal med den konstanta frekvensen 50 Hz tillgänglig för generering av avbrott.

Föreslå en koppling för avbrottsgenerering på processorns IRQ'-ingång. D-vippor, NAND- och NOT-grindar får användas. Adresserna $8FFE_{16}$ och $8FFF_{16}$ används inte av systemet och det finns inga fler avbrottskällor.

Skriv en avbrottsrutin IRQR, som läser av flödesgivaren en gång per minut och placerar det avlästa värdet på adressen FLOW i minnet. Om avbrottet kommer från dörrsensorn skall IRQR läsa av inporten DOOR och placera värdet på adressen POS. Utrymme för globala variabler finns på adresserna $1FF0_{16}$ - $1FFF_{16}$.

Skriv ett avsnitt av huvudprogrammet där IRQ-avbrott initieras. IRQ-vektorn antas vara placerad i RWM på adresserna $FFF2_{16}$ och $FFF3_{16}$. Avbrottsrutinen börjar på adressen IRQR.

Alla symboliska adresser ovan är definierade på annat ställe i programmet. Assemblerspråk för processorn CPU12 skall användas. Radkommentarer skall finnas!

- 12.** En dator med processorn CPU12 skall användas i styrenheten i en maskin. Styrprogrammet skall läsa av två givare via IRQ-avbrott, Givare1 tio gånger per sekund och Givare2 en gång per sekund. Databitarna (8 st) från givarna är anslutna till inportar på de symboliska adresserna PORT1 och PORT2.

Det finns en binär signal med den konstanta frekvensen 50 Hz tillgänglig för generering av avbrott och en ledig inport finns på adressen 900_{16} . Adress $24F0_{16}$ - $24FF_{16}$ används inte av systemet och det finns inga fler avbrottskällor.

Föreslå en koppling för avbrottsgenerering på processorns IRQ'-ingång. D-vippor, NAND- och NOT-grindar får användas.

Skriv en avbrottsrutin IRQR, som läser av givarna enligt beskrivningen ovan och placerar de avlästa värdena på de symboliska adresserna GIV1 och GIV2 i minnet. Ledigt utrymme för globala variabler finns på adresserna $1FF0_{16}$ - $1FFF_{16}$.

Skriv ett avsnitt av huvudprogrammet där IRQ-avbrott initieras. IRQ-vektorn antas vara placerad i RWM på adresserna $FFF2_{16}$ och $FFF3_{16}$. Avbrottsrutinen börjar på adressen IRQR.

Alla symboliska adresser ovan är definierade på annat ställe i programmet. Assemblerspråk för processorn CPU12 skall användas. Radkommentarer skall finnas!

- 13.** Ett datorspel skall styras av ett spelprogram med hjälp av processorn CPU12. I datorspelet finns en enkel "joystick" vars läge (4 bitar på bit 3-0) skall läsas 20 gånger per sekund av spelprogrammet via inporten JOY. Övriga bitar på inporten JOY är lediga och kan användas vid behov. I spelet ingår också en tryckknapp som genererar en kortvarig binär puls när den aktiveras. Eftersom processorn normalt är upptagen med annat arbete skall avbrott användas för avläsningen av joystickens och för att känna av när tryckknappen aktiveras.

Det finns en binär signal med den konstanta frekvensen 100 Hz tillgänglig för generering av avbrott.

Föreslå en koppling för avbrottsgenerering på processorns IRQ'-ingång. D-vippor, NAND- och NOT-grindar får användas. Adresserna $8FFE_{16}$ och $8FFF_{16}$ används inte av systemet och det finns inga fler avbrottskällor.

Skriv en avbrottsrutin IRQR, som läser av inporten JOY 20 gånger per sekund och placerar det avlästa värdet på adressen JSTICK i minnet. Om avbrottet kommer från tryckknappen skall IRQR öka en 8-bitars variabel KNAPP i minnet. Ledigt utrymme för globala variabler finns på adresserna $1FF0_{16}$ - $1FFF_{16}$ i minnet.

Skriv ett avsnitt av huvudprogrammet där IRQ-avbrott initieras. IRQ-vektorn antas vara placerad i RWM på adresserna $FFF2_{16}$ och $FFF3_{16}$. Avbrottsrutinen börjar på adressen IRQR.

Alla symboliska adresser ovan är definierade på annat ställe i programmet. Assemblerspråk för processorn CPU12 skall användas. Radkommentarer skall finnas!

- 14.** En process skall styras med hjälp av en dator med processorn CPU12. I samband med detta skall en flödesgivare som är ansluten till en av datorns inportar med den symboliska adressen SENS läsas av en gång per sekund. Det avlästa värdet är ett 8-bitars tal utan inbyggt tecken och är ett mått på flödet i en rörledning. Eftersom datorn normalt är upptagen med beräkningsarbete för processtyrningen skall avbrott användas för avläsningen av flödesgivaren.

Det finns en binär signal med den konstanta frekvensen 50 Hz tillgänglig för generering av avbrott.

Föreslå en koppling för avbrottsgenerering på processorns IRQ'-ingång. D-vippor, NAND- och NOT-grindar får användas. Det finns inga andra avbrottskällor i systemet.

Skriv avbrottsrutinen IRQR som läser av flödesgivaren en gång per sekund och placerar det avlästa värdet på adressen $DE00_{16}$ i minnet.

Skriv ett avsnitt av huvudprogrammet där IRQ-avbrott initieras. IRQ-vektorn antas vara placerad i RWM på adresserna $FFF2_{16}$ och $FFF3_{16}$. Avbrottsrutinen börjar på den symboliska adressen IRQR.

Assemblerspråk för processorn CPU12 skall användas.

- 15.** En dator med processorn CPU12 skall styra en industriell process via en utport. I samband med processtyrningen behöver man läsa av en parameter som finns tillgänglig som ett 8-bitars tal på en inport. CS-signalen för inporten (aktiv låg) och en digital signal med frekvensen 30 Hz finns tillgängliga i datorn.

Eftersom datorns huvudprogram är upptaget med beräkningar skall processorns avbrottssystem användas för processtyrningen. En färdig subrutin OUTPUT sköter all utmatning till utporten.

Föreslå en koppling med vars hjälp man kan generera IRQ-avbrott 30 gånger per sekund. D-vippor, NAND- och NOT-grindar får användas. Avbrottssystemet används inte till något annat i datorn.

Skriv en avbrottsrutin för IRQ-avbrott. Avbrottsrutinen skall läsa av inporten och placera det inlästa värdet i variabeln INVAR 30 gånger per sekund. Dessutom skall den utföra subrutinen OUTPUT 10 ggr per sekund. En 8-bitars hjälpvariabel får användas. Den lagras i minnet på adressen COUNT. Inporten finns på den symboliska adressen INPORT. Man får förutsätta att inporten inte läses på något annat ställe i programmet än i avbrottsrutinen.

Skriv det avsnitt av huvudprogrammet som initierar avbrottssystemet. IRQ-vektorn finns i ett flyktigt minne på adresserna FFF2₁₆ och FFF3₁₆.

Alla symboliska adresser ovan är definierade på annat ställe i programmet. Assemblerspråk för processorn CPU12 skall användas. Radkommentarer skall finnas!

- 16.** En dator med processorn CPU12 skall användas för att visa tiden i timmar, minuter och sekunder på en display som kan visa tre tvåsiffriga decimala tal (NBCD) via tre utportar. Utportarna har de symboliska namnen TIM, MIN och SEK.

Aktuell tid skall lagras i minnet på NBCD-form i tre bytes med start på adressen CLOCK, som skall innehålla timtalet (00-23).

Visningen av tiden skall skötas av en avbrottsrutin, som en gång per sekund skall uppdatera tiden och visa det nya värdet på displayen via utportarna. I datorn finns en mycket noggrann binär signal med frekvensen 50 Hz tillgänglig.

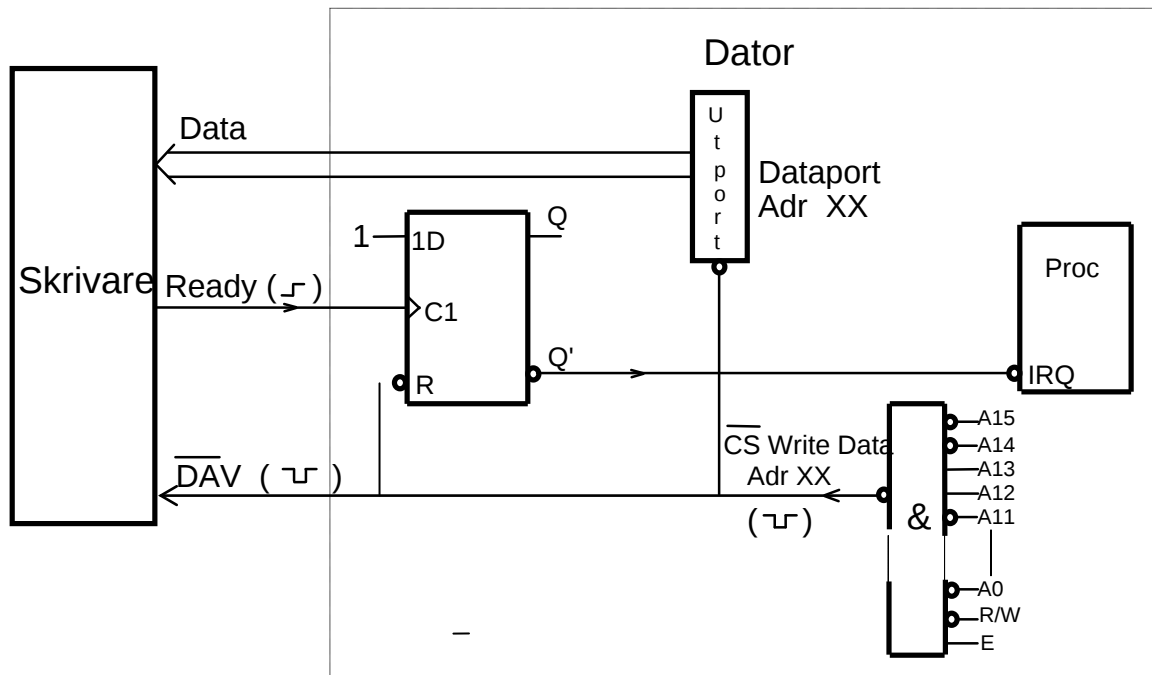
Föreslå en koppling med vars hjälp man kan generera IRQ-avbrott 50 gånger per sekund. D-vippor, NAND- och NOT-grindar får användas. Avbrottssystemet används inte till något annat i datorn.

Skriv en IRQ-avbrottsrutin IRQR, som uppdaterar tiden en gång per sekund och visar tiden på displayen. En 8-bitars hjälpvariabel får användas. Den lagras i minnet på adressen COUNT.

Skriv det avsnitt av huvudprogrammet som initierar avbrottssystemet och nollställer CLOCK-variabeln. IRQ-vektorn finns i ett flyktigt minne på adresserna FFF2₁₆ och FFF3₁₆.

Alla symboliska adresser ovan är definierade på annat ställe i programmet. Assemblerspråk för processorn CPU12 skall användas. Radkommentarer skall finnas!

17. Figuren nedan visar hur en skrivare är kopplad till en dator med CPU12.



När skrivaren är beredd att ta emot ett ASCII-tecken från datorn signalerar den det genom att låta signalen Ready gå från noll till ett. Ett tecken kan då skrivas ut på skrivaren genom att datorn matar ut motsvarande ASCII-tecken på utporten med adress XX. Skrivaren känner av att det kommer en negativ puls på ledningen DAV' och nollställer omedelbart signalen Ready samt börjar skriva ut tecknet.

Ange på vilken hexadecimal adress ASCII-tecken matas ut till skrivaren.

Skriv en subrutin, INISTR, som initierar avbrottsstyrd utmatning av en textsträng till skrivaren. Den skall se till att IRQ-avbrott accepteras och att hopp då sker till avbrottsrutinen på adressen PRINTR. Vid anrop av INISTR skall en pekare (16 bitar) till det första tecknet i textsträngen finnas i X-registret. INISTR skall placera pekaren på adressen STRPNT (och STRPNT+1) i minnet samt nollställa avbrottsvippan. Eftersom man endast kan nollställa avbrottsvippan genom att mata ut ett dataord till skrivaren är det lämpligt att mata ut dataordet 00₁₆ eftersom det ej ger någon utskrift. IRQ-vektorn på adresserna FFF2₁₆ och FFF3₁₆ antas vara placerad i ett läs- och skrivbart minne (RWM).

Skriv en avbrottsrutin, PRINTR, som läser ett ASCII-tecken från strängen i minnet och matar ut det till skrivaren. Pekaren STRPNT (16 bitar), som finns lagrad i minnet, pekar på den adress där ASCII-tecknet skall hämtas. PRINTR skall även se till att nästa tecken i strängen matas ut vid nästa avbrott. Textsträngen som skall matas ut avslutas med dataordet 00₁₆. När avbrottsrutinen läser dataordet 00₁₆ från strängen är den färdigutmatad. Nya avbrott skall då förhindras genom att avbrottssystemet stängs av.

Avbrottsrutinen skall starta på adressen PRINTR. Skrivaren är den enda avbrottskällan i systemet. För att huvudprogrammet skall "få veta" att en komplett textsträng har matats ut är det lämpligt att avbrottsrutinen signalerar till huvudprogrammet när avslutningstecknet (00₁₆) har upptäckts. Föreslå hur detta kan lösas.

Alla symboliska adresser ovan är definierade på annat ställe i programmet. Assemblerspråk för processorn CPU12 skall användas. Radkommentarer skall finnas!

- 18.** Man önskar köra två olika program, P0 och P1, pseudoparallellt i en dator med processorn CPU12. Programmen som utgörs av evighetsslingor har startadresserna 1000_{16} resp. 2000_{16} och använder var sin stack med BOS på adresserna $1FF0_{16}$ resp. $2FF0_{16}$. Man har tillgång till en digital binär signal med frekvensen 200 Hz.

Rita ett kopplingsschema som visar hur man kan generera avbrott för processbyte på processorns IRQ'-ingång med frekvensen 200Hz. D-vippor, NAND- och NOT-grindar får användas. Det får förutsättas att adressområdet $8000_{16} - 8FFF_{16}$ är tomt, dvs inte adresserar något minne eller någon port. Det finns inga övriga avbrottskällor att ta hänsyn till i systemet!

Program P0 inleds med en del som bara körs vid starten och fortsätter sedan med en evighets-slinga. I den första delen av P0 görs nödvändiga initieringar av avbrottssystemet och för processbytet vid varje avbrott. Det förutsätts att systemet startar med reset av processorn och att program P0 då startas. IRQ-vektorn på adresserna $FFF2_{16}$ och $FFF3_{16}$ antas vara placerad i ett läs- och skrivbart minne (RWM).

Skriv program P0, P1 och avbrottsrutinen som utför processbyte. Utrymme för globala variabler finns på adresserna $1FF0_{16} - 1FFF_{16}$.

Assemblerspråk för CPU12 skall användas. Radkommentarer skall finnas!

- 19.** Man önskar köra två olika program, P0 och P1, pseudoparallellt med programbyte 100 gånger per sekund i en dator med processorn CPU12. Programmen utgörs av evighetsslingor och har startadresserna 4000_{16} resp. 8000_{16} . De använder var sin stack med BOS på adresserna 8000_{16} resp. $C000_{16}$. Man har tillgång till en digital binär signal med frekvensen 200 Hz.

Rita ett kopplingsschema som visar hur man kan generera avbrott på processorns IRQ'-ingång med frekvensen 200Hz. D-vippor, NAND- och NOT-grindar får användas. Det får förutsättas att adressområdet $8000_{16} - 8FFF_{16}$ är tomt, dvs inte adresserar något minne eller någon port. Det finns inga övriga avbrottskällor att ta hänsyn till i systemet!

Körningen startas med programmet PINIT som gör nödvändiga initieringar av avbrottssystemet och för processbyte vid vart annat avbrott. PINIT avslutas med hopp till program P0. Det förutsätts att körningen startar med reset av processorn och att programmet PINIT då startas. IRQ-vektorn på adresserna $FFF2_{16}$ och $FFF3_{16}$ antas vara placerad i ett läs- och skrivbart minne (RWM).

Skriv programmen PINIT, P0, P1 och avbrottsrutinen som utför processbyte. Utrymme för globala variabler finns på adresserna $2000_{16} - 200F_{16}$.

Assemblerspråk för CPU12 skall användas. Radkommentarer skall finnas!