CHALMERS

Institutionen för data och informationsteknik. LP3 VT 2013



Grundläggande datorteknik

Laborationer

Laborationsserien omfattar totalt fyra laborationsmoment som utförs i tur och ordning. Tiden vid laborationsplatsen förkortas avsevärt genom noggranna laborationsförberedelser.

Detta laborations-PM innehåller anvisningar om förberedelser inför genomförande av laborationerna, såväl som de uppgifter du ska utföra och redovisa för, under laborationerna.

Inför varje laborationstillfälle ska du förbereda dig genom att noggrant läsa igenom anvisningarna för laborationsmomentet i detta PM. För flertalet uppgifter förutsätts det att du utfört laborationsförberedande hemuppgifter. Vilka dessa uppgifter är, framgår av detta PM. Du ska vara beredd att visa upp och redogöra för dina förberedda lösningar inför laborationstillfället. **Bristfälliga förberedelser kan medföra avvisning från bokad** *laborationstid.*

Underskrifterna på detta försättsblad är ditt kvitto på att du är godkänd på respektive laborationsmoment. Spara det, för säkerhets skull, tills slutbetyg på kursen rapporterats.

Börja med att skriva ditt namn och personnummer med bläck.

Personnummer Namn (textat) Följande tabell fylls i av laborationshandledare efter godkänd laboration.

Laboration		Godkännande av laboration	Pr	ov
Laboration	Datum	Laborationshandledares underskrift	Datum	Sign
1				
2				
3				
4				

Godkännande - hel laborationsserie:

Datum

Laborationshandledares underskrift

Översikt av laborationsserien

Under laboration 1 bekantar du dig med laborationssystemet, konstruerar enkla kombinatoriska nät som exemplifierar användning av logikkretsar. Speciellt illustreras nät vi återkommer till då vi senare bygger upp en dators centralenhet (FLISP), så som kodomvandlare, väljare och ALU.

Under laboration 2 studerar du dataöverföring mellan register i datavägen och hur ALU'n används för att utföra operationer på data i register.

Under laboration 3 får du prova på att själv konstruera och testa instruktioner (i form av styrsignalsekvenser) för FLIS-processorn.

Laboration 4 omfattar grundläggande assemblerprogrammering och här får du också tillfälle att praktisera test, felsökning och "avlusning".

Kompletterande material

För laborationernas genomförande behöver du, utöver kurslitteraturen, program och diverse tekniska beskrivningar.

Vid laborationerna används följande program: DigiFlisp ETERM 6 för Flisp

Du finner allt detta på "resurssidan" som du når via kursens hemsida ("länkar").

Laboration nr 1 behandlar

Logikgrindar och logiknivåer

Kombinatoriska nät: kodomvandlare, väljare och ALU

Följande uppgifter ur "Arbetsbok för DigiFlisp" ska vara utförda som förberedelse för laborationen. Du ska på begäran av laborationshandledare redogöra för dessa.

Uppg.	3.2 3.6 3.7 3.9 3.11 3.12 3.13	4.1 4.2 4.3	5.1 5.2 5.3 5.4 5.5	6.1 6.2 6.4 6.5 6.6	7.1 7.2
Sign.					

Hemuppgifter, i detta PM, inför laborationsuppgifter som ska vara utförda innan laborationen påbörjas.

 Hem 1.1
 1.2

 Uppgift
 1.1
 1.2

Följande laborationsuppgifter skall redovisas för en handledare för godkännande under laborationen, dvs. innan du kopplar ned.

Laborations- uppgift	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.X
Sign.								

Laborationssystemet

Under denna laboration använder du:

- Digitalmaskinen med dess grundläggande moduler.
- Enkelt universalinstrument ("voltmeter").

Digitalmaskinen består av tre rader moduler. De två översta raderna innehåller utbytbara logikmoduler och den nedersta raden består av en fast manöverpanel.



Läsanvisning:

Läs om digitalmaskinen i *"Manualblad: Moduler till digitalmaskinen"* finns som länk från "resurssidan": Digitalmaskin.pdf

Laborationsuppgift 1.1:

Mätning av logiknivåer

Som första praktiska uppgift i laboratoriet skall vi undersöka vilka spänningar relativt jord, som motsvarar logikvärdena "0" och "1" i digitalmaskinen. Eftersom alla spänningar i digitalmaskinen mäts relativt jord använder vi i fortsättningen endast ordet "spänning" i stället för "spänning relativt jord". Vi mäter spänningarna på en AND-grinds ingångar och utgång med hjälp av en voltmeter.

Fråga en handledare om du behöver hjälp med att använda en voltmeter.

Studera AND-modulen som innehåller fyra 2-ingångars AND-grindar.

Grindarna har gröna bananhylsor på ingångarna. De gula utgångarna är dubblerade för att man enklare skall kunna koppla utsignalen vidare till ingångar på andra grindar. Varje grind har en lysdiod på utgången som indikerar om utgångens logiknivå (tänd diod=1, släckt diod=0). Överst finns två röda bananhylsor med +5V och nederst två svarta med 0V. Dessa kan man använda till att koppla logiknivå ett eller logiknivå noll till ingångar på kretsarna.

Slå av nätströmbrytaren på digitalmaskinen. Nätströmbrytaren på digitalmaskinen skall vara avstängd vid allt kopplingsarbete!

Insignaler till grindarna kan tas från switchmodulen: Anslut en kopplingskabel mellan den övre banankontakten på switch B0 (B-raden på switchmodulen och en av ingångarna på en av AND-grindarna.







Slå på nätströmbrytaren på digitalmaskinen.

Ställ in logikvärdena enligt tabellen nedan med switcharna B0 och B1. Mät spänningen på den använda grindens ingångar och utgång med en voltmeter och fyll i tabellen. Observera också utgångens logikvärde.

Insigr	nal B1	Insigr	nal BO	Utsignal B1·B0					
Logikvärde	Spänning [V]	Logikvärde	Spänning [V]	Logikvärde	Spänning [V]				
0		0							
0		1							
1		0							
1		1							



4

Från mätvärdena i tabellen drar vi slutsatsen att:

Logikvärdet "0" motsvarar spänningen _____ V.

Logikvärdet "1" motsvarar spänningen _____ V.

De uppmätta värdena är typiska för den sorts mikroelektronik, HCMOS, som används i digitalmaskinen.

Vi observerar också att de AND-grindar som inte har någon yttre signal ansluten till sina ingångar via en labsladd har logikvärdet _____ på utgången.

Mätning av spänning på ingångarna till dessa grindar visar spänningen _____ V, dvs. logikvärdet ___, vilket förklarar utsignalvärdet. Det är samma logikvärde på (nästan) samtliga ingångar, som saknar yttre anslutning via en labsladd.

Laborationsuppgift 1.2:

Undersökning av XOR-grind

Slå av nätströmbrytaren på digitalmaskinen.

 $\begin{array}{c} x \\ 0 \end{array} = 1 \left| -u_0 \\ 1 \end{array} \right| = 1$

- u₁

s	x	\mathbf{u}_0	\mathbf{u}_1
0	0		-
0	1		-
1	0	-	
1	1	-	

Använd switch B0 på switchmodulen som styrsignal **s** för att lägga på nollan

eller ettan, och switch B1 som insignal \mathbf{x} .

Koppla upp uppgift 3.11 från arbetsboken. Slå på nätströmbrytaren på digitalmaskinen.

Fyll i funktionstabellen.

Laborationsuppgift 1.3:

NAND-logik

Slå av nätströmbrytaren på digitalmaskinen.

Koppla upp uppgift 3.9 där du använder NAND/NAND logik från arbetsboken.

Använd switch B3-B0 på switchmodulen som insignaler för **x**, **y**, **z** och **w**.

Slå på nätströmbrytaren på digitalmaskinen och kontrollera utsignalen **f** för olika värden hos insignalerna, fyll i funktionstabellen:

x	У	z	w	f
0	0	0	0	
0	0	0	1	
0	0	1	0	
0	0	1	1	
0	1	0	0	
0	1	0	1	
0	1	1	0	
0	1	1	1	
1	0	0	0	
1	0	0	1	
1	0	1	0	
1	0	1	1	
1	1	0	0	
1	1	0	1	
1	1	1	0	
1	1	1	1	

Hemuppgift 1.1:

I laborationsuppgift 1.4 nedan, ska du koppla upp uppgift 4.3 från arbetsboken.

Här måste du dock tänka på att du inte har obegränsat med moduler för din koppling. Du måste därför eventuellt anpassa din lösning för användning av de moduler som finns tillgängliga på laborationsplatsen:

- 10 st. INVERTERARE
- 4 st. 2-ingångars AND
- 8 st. 2-ingångars NAND
- 3 st. 3-ingångars NAND
- 4 st. 2-ingångars NOR
- 8 st. XOR

Kontrollera att din lösning i arbetsboken inte omfattar fler grindar än du har tillgång till på laborationsplatsen. Modifiera eventuellt lösningen så att grindarna räcker, skriv booleska uttryck för funktionerna.

a=	b=
C=	d=

Laborationsuppgift 1.4:

Konstruktion av digital vinkelgivare

Slå av nätströmbrytaren på digitalmaskinen.

Koppla upp uppgift 4.3 från arbetsboken enligt din lösning i hemuppgift 1.1.



RE

Använd switcharna B7 till B4 på switchmodulen för insignalerna \mathbf{x} , \mathbf{y} , \mathbf{z} och \mathbf{w} enligt vidstående figur, tänk på att även insignalernas inverser finns tillgängliga från switchmodulen.

Koppla vinkelgivarens utsignaler till displaymodulen så att det högra sifferfönstret används, dvs utsignal **a** till insignal nr 3, utsignal **b** till insignal nr 2, utsignal **c** till insignal 1 och utsignal **d** till insignal 0 på displaymodulen.

När du kopplat upp hela kodomvandlaren slår du på nätströmbrytaren på digitalmaskinen och testar vinkelgivaren för hela funktionstabellen i figur 4.3 i arbetsboken. Demonstrera sedan kopplingen för en handledare.



85

Hemuppgift 1.2:





Laborationsuppgift 1.5:

Konstruktion av 2-bitars adderare

Under denna laborationsuppgift ska du koppla upp den 2-bitars adderare du konstruerat som hemuppgift 1.2.

Slå av nätströmbrytaren på digitalmaskinen.

Koppla upp adderaren där du ansluter insignalerna \mathbf{x}_1 och \mathbf{x}_0 till B5 och B4 på switch-modulen. Vidare väljer du B1 och B0 för insignalerna \mathbf{y}_1 och \mathbf{y}_0 . Slutligen väljer du B7 som \mathbf{c}_{in} .

När du kopplar upp ett lite större nät kan en kopplingssladd lätt hamna fel. Därför är det ett bra arbetssätt att först koppla upp en delmängd av konstruktionen.

Exempelvis kan du börja med att koppla nätet som utgör en 1-bits adderare, dvs bilda s0 och carry ut från additionen av x0 och y0, och testar detta först.

Därefter kan du utöka kopplingen till en 2-bits adderare.

Efter att ha kontrollerat koppligen demonstrerar du den för en handledare.

Laborationsuppgift 1.6:

Väljare och dess användning

Slå av nätströmbrytaren på digitalmaskinen.

Koppla upp uppgift 6.1 från arbetsboken.

Använd switcharna B7, B6 och B0 på switchmodulen för signalerna \mathbf{x}_0 , \mathbf{x}_1 och \mathbf{s}_0 enligt funktionstabellen-.

Slå på digitalmaskinens nätströmbrytare och komplettera tabellen med funktionsvärdena ${\tt f}$.

Styrsignal	Insig	naler	Utsignal
S ₀ (B0)	X ₁ (B6)	x ₀ (B7)	f
0	0	0	
0	0	1	
0	1	0	
0	1	1	
1	0	0	
1	0	1	
1	1	0	
1	1	1	



Beskrivning av ALU-, DATA SOURCE- och DISPLAY- moduler



Figuren till vänster visar frontpanelen för en 8-bitars ALU-modul som ingår i labsystemet. Modulen har två 8bitars dataingångar D och E samt en ingång för carry-in. Den har också fyra ingångar, f_0 , f_1 , f_2 och f_3 som bestämmer dess funktion.

Förutom datautgången U med 8 bitar har den flaggutgångarna N, Z, V och C.

De båda dataingångarna D och E, samt datautgången U finns tillgängliga på frontpanelen i form av flatkabelkontakter. Insignalerna till D- och E-ingångarna och utsignalerna på U-utgången måste därför kopplas med flatkablar via dessa kontakter.

I labsystemet ingår också två moduler med namnet "DATA SOURCE" (DS). Med hjälp av dem kan man koppla in 8-bitars dataord till olika enheter via flatkablar. Dataorden kan ställas in med åtta switchar, som finns på DS-modulens framsida. Varje DS-modul har "three-state"-buffertar på sina åtta datautgångar mot flatkabelkontakten och kan därför användas som en av flera datakällor på samma buss. "Three-state"-bufferterna i en DS-modul kan aktiveras med signalen EN' via en banankontakt på frontpanelen. Figuren till höger visar "DATA SOURCE"modulens frontpanel med dataordet 01101001 inställt på switcharna (bit 7 - bit 0). Genom att aktivera ingången EN' nere till vänster på modulen lägger man ut bitmönstret på



flatkabelkontakten nere till höger.

För att man enkelt skall kunna se värdet på 8-bitars tal från t ex ALU'n har labsystemet försetts med en displaymodul med 2 st 7-segments sifferfönster. I sifferfönstren visas det binära 8-bitars värdet på flatkabelkontakten som ett hexadecimalt tal. Se figur nedan.



Laborationsuppgift 1.7:

Analys av 8-bitars ALU

f	unk	tio	n	operation					uts	ignaler	-					
f_3	f_2	f_1	f_0	RTN	u ₇	u ₆	u_5	u ₄	U ₃	U ₂	u_1	u ₀	Ν	Ζ	V	С
0	0	0	0	$0 \rightarrow U$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
0	0	0	1	$\mathrm{D} ightarrow \mathrm{U}$	d ₇	d_6	d ₅	d_4	d ₃	d ₂	d_1	d ₀	u ₇	(1)	0	0
0	0	1	0	$E \rightarrow U$	e ₇	e ₆	e ₅	e ₄	e ₃	e ₂	e1	e ₀	u ₇	(1)	0	0
0	0	1	1	$\overline{D} \to U$	d ₇	$\overline{d_6}$	$\overline{d_{5}}$	$\overline{d_4}$	$\overline{d_3}$	$\overline{d_2}$	$\overline{d_1}$	$\overline{d_{0}}$	u ₇	(1)	0	0
0	1	0	0	$\overline{E} \rightarrow U$	ē,	$\overline{e_6}$	$\overline{e_s}$	e ₄	$\overline{e_3}$	e ₂	$\overline{e_i}$	$\overline{e_0}$	u ₇	(1)	0	0
0	1	0	1	$D \lor E \rightarrow U$	$\mathbf{d}_7 \vee \mathbf{e}_7$	$d_6 \vee e_6$	$d_5 \vee e_5$	$d_4 \vee e_4$	$d_3 \vee e_3$	$d_2 \vee e_2$	$d_1 \lor e_1$	$d_0 \vee e_0$	u ₇	(1)	0	0
0	1	1	0	$D \wedge E \rightarrow U$	$d_7 \wedge e_7$	$d_6 \wedge e_6$	$d_5 \wedge e_5$	$d_4 \wedge e_4$	$d_3 \wedge e_3$	$d_2 \wedge e_2$	$d_1 \wedge e_1$	$d_0 \wedge e_0$	u ₇	(1)	0	0
0	1	1	1	$D \oplus E \rightarrow U$	$d_7 \oplus e_7$	$d_{_6} \oplus e_{_6}$	$d_{_5} \oplus e_{_5}$	$d_{_4} \oplus e_{_4}$	$\mathbf{d}_{_3} \oplus \mathbf{e}_{_3}$	$d_2 \oplus e_2$	$\mathbf{d}_{_{1}} \oplus \mathbf{e}_{_{1}}$	$d_{_0} \oplus e_{_0}$	u ₇	(1)	0	0
1	0	0	0	$D+C_{in} \rightarrow U$									u ₇	(1)	(2)	(3)
1	0	0	1	$D + (FF)_{16} + C_{in} \rightarrow U$									u ₇	(1)	(2)	(3)
1	0	1	0	$D + E + C_{in} \rightarrow U$									u ₇	(1)	(2)	(3)
1	0	1	1	$D + D + C_{in} \rightarrow U$									u ₇	(1)	0	(4)
1	1	0	0	$D + \overline{E} + C_{in} \rightarrow U$									u ₇	(1)	(2)	(3)
1	1	0	1	$0 \rightarrow U$]								0	1	0	0
1	1	1	0	$0 \rightarrow U$									0	1	0	0
1	1	1	1	$(FF)_{16} \rightarrow U$	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0

OBSERVERA: I laborationssystemet skiljer sig ALU'n åt något från den ALU som beskrivs i arbetsboken. Följande funktionstabell gäller laborationssystemets ALU:

⁽¹⁾ $Z = \overline{u_7} \wedge \overline{u_6} \wedge \overline{u_5} \wedge \overline{u_4} \wedge \overline{u_3} \wedge \overline{u_2} \wedge \overline{u_1} \wedge \overline{u_0}$, dvs. Z=1 då samtliga bitar i register U är 0, Z=0 annars.

(2) $V = (\overline{u_7} \wedge d_7 \wedge e_7) \vee (u_7 \wedge \overline{d_7} \wedge \overline{e_7})$, dvs. V-flaggan sätts enligt reglerna för tvåkomplementsaritmetik.

 $^{(3)}$ C = c₈, dvs. carry ut från additionen av de mest signifikanta siffrorna.

⁽⁴⁾ C = utskiftad bit, dvs. bit d_7 före vänsterskiftet.

För ALU'ns samtliga operationer gäller att innehållen på ingångarna D och E inte kan påverkas. Varje operation, såsom bestämd av F, kan endast påverka utgången U och flaggorna som vi betecknar ALU(N,V,Z,C) .

Laborationer i grundläggande datorteknik: Laboration 1

Jämför nu med arbetsbokens uppgift 7.1, betrakta följande tabell. Identifiera motsvarande funktioner (funktionskoder) hos laborationssystemets ALU och fyll i dessa i tabellen.

Operation	F				Ingång D				Ingång E				Utgång U														
Operation	f ₃	f ₂	f ₁	f ₀	Cin		Bin				Bin				Bin												
$0 \rightarrow U$																											
$FF_{16} \rightarrow U$																											
$E \rightarrow U$																											
D∨E→U						1	1	0	1	0	0	1	1	0	1	0	1	1	0	0	0						
D∧E→U																									I		
D⊕E→U																											
$D \le 1(C_{in}) \rightarrow U$					0																						
$D \le 1(C_{in}) \rightarrow U$					1																						

Slå av nätströmbrytaren på digitalmaskinen.

Koppla flatkablar mellan DS-modulerna och D- resp E-ingången på ALU-modulen. Glöm inte att DS-modulerna ska ha aktiva utgångar!

Koppla också en flatkabel mellan ALU-modulens utgång U och displaymodulen.

Anslut ALU:ns funktionsingångar f_3 - f_0 och C_{in} till switchmodulen nere till höger på digitalmaskinen enligt följande tabell:

B7	B6	B 5	B4	B3	B2	B1	B0
f3	\mathbf{f}_2	f_1	f ₀				Cin

Slå på nätströmbrytaren på digitalmaskinen.

Ställ in funktionskoderna och kontrollera operationerna enligt tabellen ovan. Jämför resultaten (U) med de resultat du fick för motsvarande operationer i uppgift 7.1.

Utgå nu från arbetsbokens uppgift 7.2. Identifiera laborationssystemets funktionskoder för operationerna addition och subtraktion, fyll i dessa i följande tabell.

Koppla upp följande operationer, komplettera tabellen, jämför slutligen med resultaten för motsvarande operationer i arbetsbokens uppgift 7.2

	Ingång D	Ingång E	02	ALU-funktion	Utgång U		Flag	gor	
Dec	Bin	Dec Bin	Ορ	F C _{in}	Bin Dec	Ν	Ζ	VC	;
27	0 0 0 1 1 0 1 1	55 0 0 1 1 0 1 1 1	+		0 1 0 1 0 0 1 0 82				
55		-27	+		28				
-55		-27	+		-82				
55		27	-		28				
27	0 0 0 1 1 0 1 1	55 0 0 1 1 0 1 1 1	-		-28				
27	0 0 0 1 1 0 1 1	-55	-		82				

.....

Koppla ner dina lösningar och städa din arbetsplats så det ser snyggt ut för nästa grupp som kommer och skall laborera!

Laboration nr 2 behandlar

Register med 3-state-utgång Dataväg och minne Räknare

Följande uppgifter ur "Arbetsbok för DigiFlisp" ska vara utförda som förberedelse för laborationen. Du ska på begäran av laborationshandledare redogöra för dessa.

Uppg	8.1- 8.4	9.1	12.2 12.3	13.2
Sign.				

Hemuppgifter, i detta PM, inför laborationsuppgifter som ska vara utförda innan laborationen påbörjas.

Följande laborationsuppgifter skall redovisas för en handledare för godkännande under laborationen, dvs. innan du kopplar ned.

Hem- Uppgift	2.1	2.2
-----------------	-----	-----

Laborations- uppgift	2.1	2.2	2.3	2.4
Sign.				

Hemuppgift 2.1:

Laborationen förutsätter att du utfört uppgifter i arbetsboken.

- Utför deluppgifterna 2.1.2 och 2.1.3 på sida 15 i detta PM
- På resurssidan för kursen finns det datablad för modulerna i labsystemet. Läs igenom beskrivningen av 8-bitars register-modulen.

I några av laborationsuppgifterna används en ALU. Eftersom laborationssystemets ALU skiljer sig något från den som beskrivits i arbetsboken (se laborationsuppgift 1.7) ska du förbereda laborationsuppgifterna i detta avsnitt med att

• Ersätta funktionskoderna i dina lösningar på arbetsbokens uppgifter med de funktionskoder som gäller för laborationssystemets ALU, dessa använder du sedan under laborationen.

Laborationsuppgift 2.1:

Register med 3-state utgång

Studera följande figur och kontrollera att den stämmer överens med uppkopplingen på digitalmaskinen. Kopplingen skall senare användas för att visa hur man kan flytta och behandla data i en enkel dataväg. Först skall vi dock studera hur en registermodul (REG8) fungerar.



- Slå på nätströmbrytaren på digitalmaskinen.
- Register T:s utgångar är inte anslutna till någonting. Studera modulen. Lägg märke till att lysdioderna på registermodulens utgångssida (till höger) visar ett odefinierat värde. Detta beror på att registermodulens utgångar inte är aktiverade och därför befinner sig i flytande tillstånd. De får alltså inget logikvärde från registrets Q-utgångar vars värden man ser på lysdioderna i mittraden.
- Vidrör utgångskontaktens metallstift lätt med fingerspetsen och iakttag hur lysdioderna på utgångssidan ändrar ljusstyrka. Fenomenet förklaras av att laddningar omfördelas mellan fingret och de olika kontaktstiften. Detta visar också att "three-state"-utgångar som befinner sig i flytande tillstånd har mycket hög impedans (resistans) till matningsspänningen och jord
- Om nödvändigt, lyft bort en modul på digitalmodulens mittersta rad. I "hålet" där modulen saknas hittar du två spännings-skenor. Den ena är +5V och den andra är jord (0V). Vidrör utgångskontaktens metallstift på registermodulen lätt med fingerspetsen samtidigt som du håller ett finger på en av spännings-skenorna. Testa detta ett antal gånger när du vidrör spänningsskenorna.

Alternativt kan ni koppla en sladd till en röd 1-utgång på digitalmaskinen och hålla i andra änden av den samtidigt som ni rör vid metallstiften på registermodulens utgång, och sedan göra samma sak igen fast den här gången med sladden kopplad till en svart 0-utgång.

• Anslut T-registermodulens klockingång, Load Enable och Output Enable-signal till switch-modulen på digitalmaskinen. Ställ alla de switchar ni använder så att de skickar ut ettor. Anslut även Enable-signalen på DS-modulen till en svart 0-utgång.

Laborationer	i	grundläggande	datorteknik:	Laboration	2
--------------	---	---------------	--------------	------------	---

Laboracioner i granaragganae aucorcennin. Laboracion 2
Observera registrets innehåll och ge en klockpuls till registermodulen (fundera själv ut om det skall vara positiv eller negativ flank).
Ändrades registerinnehållet (ja/nej – varför/varför inte)?
Ställ in värdet 37_{16} på DS-modulen och ge sedan en klockpuls.
Andrades registerinnehållet (ja/nej – varför/varför inte)?
Ändra Load Enable-signalen. Ändra värdet på DS-modulen och ge
en klockpuls. Andrades registerinnehållet (ja/nej – varför/varför inte)?
Aktivera Output Enable-signalen. Vidrör utgångskontaktens metallstift på registermodulen lätt med fingerspetsen. Observera vad som händer på registrets utgång. Upprepa förfarandet när Output Enable inte är aktiverad. Varför ändras utgången ibland och ibland inte?

Gör en sammanställning i tabellen nedan över registermodulens styrsignaler Load Enable, Output Enable, klockpuls etc. Ange alla ingångar M1, M2, M3, C4 och EN. Ange om signalerna är aktiva som nollor eller ettor. Är du osäker testar du genom att klocka in nya värden i registret och att belasta utgången (beröra utgångskontaktens metallstift) på registermodulen.

Ingång	Beteckning	Aktiv	Kommentar
M1			
M2			
M3	Load Enable	Låg (0)	
C4			
EN			

Slå av nätströmbrytaren, låt flatkablarna sitta kvar och avlägsna övriga kablar.

Laborationsuppgift 2.2:

Dataväg med ALU

Denna uppgift förbereds genom att du arbetar igenom kapitel 11 i arbetsboken.

Studera figur 11.2 på sidan 57 i arbetsboken och jämför med uppkopplingen för denna laborationsuppgift:



En flatkabel med flertalet kontakter kopplar samman de tre registermodulerna, Datasource och Displaymodulen med ALU'n. Flatkabeln fungerar nu som en databuss.

OBSERVERA: Notera att hylsdonen (hon-kontakterna) på flatkabeln endast kan kopplas i stifttagen på ett sätt på grund av styrstiftet.

När du skall avlägsna en kabel, får du aldrig dra i själva kabeln, använd utkastar-armarna som finns på stifttagen på modulerna!

Utöver de nämnda modulerna använder du här också en "MANUELL STYRENHET" med vars hjälp den lilla datavägen kan styras.

Om vi jämför laborationssystemets moduler med arbetsbokens "Dataväg med ALU" noterar vi bland annat följande skillnader:

- Hos laborationssystemet återfinns några styrsignaler som du inte hittar i arbetsbokens styrenhet (LDB och OEB), dessa kommer vi *inte* att använda. Dessutom finns styrsignalerna MEM_W, MEM_R som vi kommer att använda under nästa laborationsuppgift.
- Arbetsbokens styrsignal OE_s, betecknas hos laborationssystemet OEDS.
- Arbetsbokens manuella styrenhet har 6 st uppsättningar omkopplare för styrsignalerna. Laborationssystemets manuella styrenhet har bara en uppsättning omkopplare. Detta innebär att du måste ställa om styrsignalerna inför varje klockpuls då du manövrerar laborationssystemet.
- I laborationssystemet skiljer sig ALU'n åt något från den ALU som beskrivs i arbetsboken. För laborationssystemets ALU använder du de funktionskoder som gavs i laborationsuppgift 1.7.

Deluppgift 2.1.1:

Koppla samman den manuella styrenhetens signaler: OEDS, OEA,OER,LDA, LDT,LDR Cin, f3,f2,f1,f0 till rätt kopplingspunkter i datavägen. Observera att OET inte ska kopplas till något register.

Deluppgift 2.1.2:

RTN	steg	Source	OEs	OE _A	OE _R	LD _A	LDτ	LD_R	C_{in}	f ₃	f ₂	f ₁	f ₀
$12_{16} \rightarrow A$	1												
$62_{16} \rightarrow T$	2												

Ange en styrsignalsekvens som placerar värdet 12_{16} i register A och värdet 62_{16} i register T.

Utför styrsignalsekvensen i laborationssystemet och kontrollera funktionen.

Deluppgift 2.1.3:

Ange en styrsignalsekvens som utför operationer enligt följande RTN-beskrivning:

 $12_{16} \longrightarrow A,$ $A+1 \longrightarrow A,$

 $A' {\rightarrow} A,$

 $A\Lambda 62_{16} \rightarrow A$

RTN	steg	Source	OEs	OEA	OE _R	LDA	LDT	LD _R	Cin	f ₃	f ₂	f 1	f ₀
	1												
	2												
	3												
	4												
	5												
	6												
	7												
	8												
	9												

Utför styrsignalsekvensen i laborationssystemet och kontrollera funktionen.

Vad blev resultatet i register A efter sekvensen?_____

Beskrivning av minnesmodul och terminalanslutning

I labsystemet ingår en modul med läs- och skrivbart minne, RWM, med kapaciteten 2⁸ = 256 st 8-bitars minnesord. Blockschemat för RWM-modulen och dess frontpanel visas nedan.



För att man lättare skall kunna studera och ändra minnesinnehållet har en mikrodator byggts in i minnesmodulen som finns på labplatsen. Mikrodatorn kan kommunicera med en terminal (PC-dator) så som visas i figuren nedan. Kommunikationen sker via terminalkontakten nere till höger på frontpanelen.



Ett program i minnesmodulens mikrodator visar innehållet på hexadecimal form på alla 256 adresser på terminalens skärm.

Man kan enkelt ändra ett dataord på en minnesadress genom att först flytta markören på skärmen till den önskade adressen med piltangenterna på terminalens tangentbord. Därefter skriver man in det nya dataordet på hexadecimal form med siffer- och bokstavstangenterna.

Laborationsuppgift 2.3:

Anslutning av en minnesmodul till datavägen

Du förebereder dig för denna laborationsuppgift genom att studera arbetsbokens kapitel 12.1-12.4, och utföra uppgifterna 12.1 t.o.m 12.5.

Slå av nätströmbrytaren på digitalmaskinen.

Vi ska nu komplettera dataväg och manuell styrenhet med en minnesmodul.



- Koppla in minnesmodulen enligt figuren ovan. Aktivera OEDS2.
- Starta programmet "Flexminne" och slå på nätströmbrytaren på digitalmaskinen.
- Observera hur minnets innehåll skrivs till bildskärmen. För att uppdatera "Flexminnet" tryck CtrlA upprepade gånger. Ange därefter, i kolumn 1, vilka data som är lagrade på följande minnesadresser:

Adress	1	2	3
2016			
3B ₁₆			
70 ₁₆			
AA ₁₆			
CF ₁₆			
FF ₁₆			

- Slå av nätströmbrytaren på digitalmaskinen, vänta några sekunder och slå på nätströmbrytaren igen. (Det är aldrig bra att *snabbt* slå av och på nätströmbrytaren på elektroniska apparater!!!.)
- Ange därefter, i kolumn 2, vilka data som är lagrade på minnesadresserna.
- Upprepa förfarandet och fyll slutligen i kolumn 3 med data lagrade på minnesadresserna.
- Diskutera med din laborationspartner; Hittas något "mönster" i utskriften på skärmen? Jämför med någon annan laborationsgrupp.

Nu skall minnesmodulens funktion undersökas. Följ instruktionerna:

1. Tryck på terminalens ENTER-knapp och iakttag bildskärmen. Fyll hela minnet med nollor genom att hålla siffertangenten 0 nedtryckt tills minnet är fullt.

2. Ställ sedan in adressen 30_{16} på DS-modul 2, som är ansluten till adresskontakten, samt dataordet $5A_{16}$ på DS-modul 1, som är ansluten till datakontakten.

3. Aktivera DS-modul 1 genom att sätta switchen OEDS = 1 på styrenheten. Kontrollera att dataordet $5A_{16}$ finns på databussen.

4. Ställ switchen MEM_W i läget 1 på den manuella styrenheten medan du ser på minnesmodulen.

5. Ge en klockpuls medan du ser på bildskärmen.

6. Fortsätt att skriva och läsa några olika dataord med hjälp av DS-modulerna och styrenheten. Kontrollera att resultatet överensstämmer med informationen på bildskärmen.

7. Prova sedan med att ändra minnesinnehållet med hjälp av terminalens pil- och siffertangenter.

8. Ställ in en viss minnesadress på DS-modul 2 och ställ switchen $MEM_R = 1$ (läsning) och ändra minnesinnehållet på den valda adressen med hjälp av terminalen. Observera ändringen på minnesmodulens datadisplay.

Du ska nu utföra uppgifterna 12.2 och 12.3 från arbetsboken i laborationssystemet. Eftersom simulator och laborationssystem inte är helt identiska måste du anpassa styrsignalsekvensen för laborationssystemet, översätt därför resultaten från uppgifterna i arbetsboken för följande manuella styrenhet. Låt laborationssystemets modul DS2 motsvara simulatorns register TA. Eftersom adressen nu läggs direkt till minnets adressbuss räcker det med ett steg. Styrsignaler i simulatorn som inte återfinns i följande tabell kan du bortse från.

Läscykeln

Fyll i laborationssystemets styrsignalsekvens för manuell styrenhet (uppgift 12.2)

M(10₁₆)→A

RTN	steg	Data Source2	OEA	OE _R	OEcc	LDA	LDT	LD _R	f3	f2	f1	fo	MEM_R	MEM_W
$10_{16} \rightarrow MainMemory:ADRESS$	1													
M(MainMemory:ADRESS)) \rightarrow	I													

- Använd terminalen för att lägga in värdet 15_{16} på adress 10_{16} i minnet.
- Nollställ register A
- Utför styrsignalsekvensen och kontrollera att register A nu innehåller 15₁₆.

Skrivcykeln:

Fyll i laborationssystemets styrsignalsekvens för manuell styrenhet (uppgift 12.3)

 $A \rightarrow M(11_{16})$

RTN	steg	Data Source2	OEA	OER	OEcc	LDA	LDT	LD _R	f3	f2 f	1 f o	MEM_R	MEM_W
$11_{16} \rightarrow MainMemory:ADRESS$	1												
$A \rightarrow M(MainMemory:ADRESS)$	1												

- Använd terminalen för att lägga in värdet FF₁₆ på adress 11₁₆ i minnet.
- Utför styrsignalsekvensen och kontrollera att minnesinnehållet på adress 11₁₆ är det samma som innehållet i register A.

Hemuppgift 2.2:

Laborationen förutsätter att du utfört uppgifter i arbetsboken.

• Utför deluppgifterna 2.4.1 och 2.4.2.

Laborationsuppgift 2.4:

Vippor och räknare

Du förebereder dig för denna laborationsuppgift genom att studera arbetsbokens kapitel 8 och 13.



Deluppgift 2.4.1:

Bestäm uttryck för J- och K-funktionerna för vipporna i figuren ovan.

J ₀ =	
K ₀ =	
J ₁ =	
K ₁ =	
J ₂ =	
K ₂ =	

Deluppgift 2.4.2:

Fyll i följande tabell nedan med hjälp av J- och K- uttrycken.

Detta tillstånd				Insignaler						Nästa tillstånd			
Q	q ₂	q_1	q_0	J_2	K_2	\mathbf{J}_1	K_1	\mathbf{J}_0	K_0	q_2^+	q_1^+	q_0^+	Q^+
0	0	0	0					1	1				
1	0	0	1					1	1				
2	0	1	0					1	1				
3	0	1	1					1	1				
4	1	0	0					1	1				
5	1	0	1					1	1				
6	1	1	0					1	1				
7	1	1	1					1	1				

Deluppgift 2.4.3:

Koppla upp räknaren från föregående sida på digitalmaskinen. Koppla utgångarna q_0 , q_1 och q_2 till ingångarna 0, 1 och 2 på displaymodulen. Kontrollera att flatkabeln ej är inkopplad på displaymodulen. Koppla insignalerna START och CP till switchmodulen på digitalmaskinen.

Ge räknaren signalen START och stega sedan igenom mha CP. Ange utsekvensen för räknaren:

q₂ q₁ q₀: 111, 000, _____

Ange räknarens tillstånd när signalen START aktiveras:

Verifiera era svar här gentemot vad ni fick i föregående uppgift.

Deluppgift 2.4.4:

Ange utsekvensen för räknaren i form av en tillståndsgraf:

