

LABORATIONER I DIGITALTEKNIK

Laboration 1 Introduktion till digitalteknik

Detta häfte innehåller laborationsuppgifter i digitalteknik och används i kurserna TSEA22, TSEA51 och TDDC75. Läs igenom dokumentet "Allmänna anvisningar för laborationer i digitalteknik" som finns länkat från kurshemsidan innan ni börjar med att lösa uppgifterna.

"Allmänna anvisningar för laborationer i digitalteknik" ger råd och stöd för laborationernas genomförande. Vid konstruktion, följ det tillvägagångssätt som beskrivs i avsnitten 3.1 (Konstruktion) och 3.2 (Uppkoppling).

*Läs och begrunda även avsnitt 3.3 (Felsökning) inför varje laboration. (Bäst förståelse erhålls sedan man "bekantat" sig med utrustningen). De fel som är svårast att hitta vid laborationerna är de rent mekaniska. Dessa uppstår p.g.a. att materielen inte behandlas tillräckligt varsamt. Sträcks sladdarna för hårt finns risk att det blir glapp i kontaktstiften och i sladdkontakten. När konstruktionerna kopplas ner är det av största vikt att varje sladd lossas genom att **dra i kontakten** (inte i sladden) och **rakt upp**. Lösa stift, avbrott och dåliga kontakter ger upphov till s.k. intermittenta fel. Dessa är mycket svårfunna, eftersom de har ett slumpmässigt beteende, och drabbar efterföljande laboranter.*

Till laborationerna ska du inte bara medföra ett klart och tydligt kopplingsschema för varje uppgift utan också de fullständiga lösningarna. Har du inte förberett uppgifterna till aktuell laboration så går det inte att klara uppgifterna på utsatt tid. Får du problem med förberedelsen av någon uppgift kan du få hjälp av lektionsassistenten.

Uppgifterna ska redovisas för laborationsassistenten och godkännas av denne.

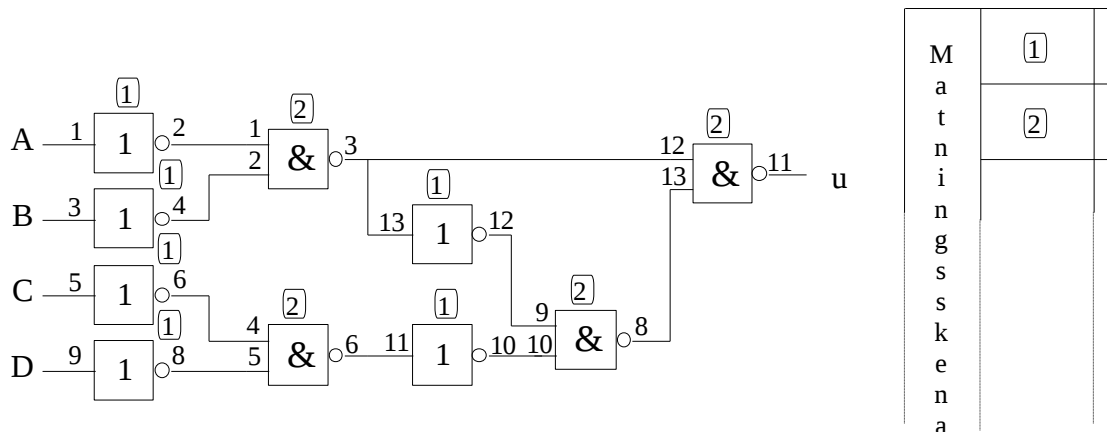
Godkända hela laborationer, men inte ströuppgifter, kan tillgodoräknas från ett läsår till nästa.

Uppgift 1: Undersökning och förenkling av givet kombinatoriskt nät.

Koppla upp nedanstående kombinatoriska nät. Ingångsvariablerna A, B, C, och D simuleras med skjutomkopplare. Utsignalen registreras med hjälp av en lysdiod.

Variera ingångsvariablerna enligt funktionstabellen. Komplettera funktionstabellen. Tänd lysdiod ger $u = 1$.

Logiskt kopplingsschema:



		+5 V	jord
Kapsel 1	SN74LS04	14	7
Kapsel 2	SN74LS00	14	7

Funktionstabell:

D	C	B	A	u	D	C	B	A	u
0	0	0	0		1	0	0	0	
0	0	0	1		1	0	0	1	
0	0	1	0		1	0	1	0	
0	0	1	1		1	0	1	1	
0	1	0	0		1	1	0	0	
0	1	0	1		1	1	0	1	
0	1	1	0		1	1	1	0	
0	1	1	1		1	1	1	1	

Rita Karnaughdiagram med hjälp av funktionstabellen.

	BA			
DC	00	01	11	10
00				
01				
11				
10				

Realisera funktionen med ett minimalt antal NAND-grindar. Inverterar är ej tillåtna.

Logiskt kopplingsschema:

Koppla upp nätet och verifiera funktionen genom att fylla i en funktionstabell.

Funktionstabell:

Uppgift 2: Konstruera ett kombinatoriskt nät som realiserar funktionen $f = x_1(x_2 + x_3)$.

- a) använd SN74LS00 (NAND)
- b) använd SN74LS02 (NOR)

Koppla upp och verifiera nätets funktion genom att fylla i en funktionstabell.

- a) Logiskt kopplingsschema:

Funktionstabell:

x_1	x_2	x_3	u
0	0	0	
0	0	1	
0	1	0	
0	1	1	
1	0	0	
1	0	1	
1	1	0	
1	1	1	

b) Logiskt kopplingsschema:

Funktionstabell:

x_1	x_2	x_3	u
0	0	0	
0	0	1	
0	1	0	
0	1	1	
1	0	0	
1	0	1	
1	1	0	
1	1	1	

Uppgift 3: Konstruera ett kombinatoriskt nät som realiserar funktionen $f(x_3, x_2, x_1, x_0) = \Sigma(0, 1, 2, 3, 6, 7, 9, 13, 14, 15)$ där x_3 är mest signifikant bit. Använd ett minimalt antal NAND-grindar och inverterare.

Koppla upp och verifiera nätets funktion genom att fylla i en funktionstabell.

Karnaughdiagram:

Logiskt kopplingsschema:

Funktionstabell:

x_3	x_2	x_1	x_0	u	x_3	x_2	x_1	x_0	u
0	0	0	0		1	0	0	0	
0	0	0	1		1	0	0	1	
0	0	1	0		1	0	1	0	
0	0	1	1		1	0	1	1	
0	1	0	0		1	1	0	0	
0	1	0	1		1	1	0	1	
0	1	1	0		1	1	1	0	
0	1	1	1		1	1	1	1	

- Uppgift 4: Konstruera en krets som visar ett binärt tal $x = (x_3, x_2, x_1, x_0)$ på en 7-segmentsdisplay hexadecimalt. Insignalerna hämtas från skjutomkopplare och kretsen konstrueras med PROM samt modulen med **fyra** 7-segmentsdisplayer. Följande tal ska visas på en av de fyra displayen för motsvarande binärtal:



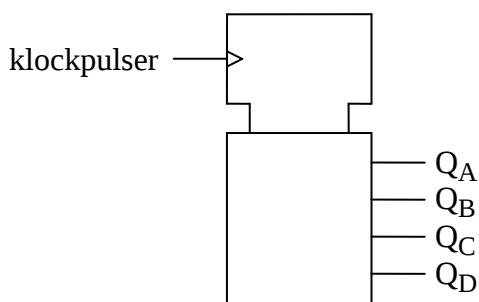
Logiskt kopplingsschema och minnesinnehållet i PROM:en:

Koppla upp kretsen, programera PROM:en och kontrollera funktionen genom att se vad displayen visar för samtliga insignalkombinationer.

Uppgift 5: Undersökning av räknare

5.1 Beskrivning av räknaren 74LS160

TTL-familjen innehåller ett flertal olika räknare. En räknare är ett sekvensnät som i takt med en klockpulssignal växlar från ett räkneläge till ett annat.

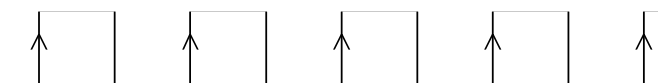


Du ska undersöka den synkrona dekadräknaren 74LS160. Som framgår av namnet har denna räknare 10 räknelägen.

Antal inräknade klockpulser	Räkneläge			
	Q _D	Q _C	Q _B	Q _A
0	0	0	0	0
1	0	0	0	1
2	0	0	1	0
3	0	0	1	1
4	0	1	0	0
5	0	1	0	1
6	0	1	1	0
7	0	1	1	1
8	1	0	0	0
9	1	0	0	1
10	0	0	0	0
11	0	0	0	1
.	.	.	.	.
.	.	.	.	.

Räkneläget ändras vid positiv flank på klockpulsen.

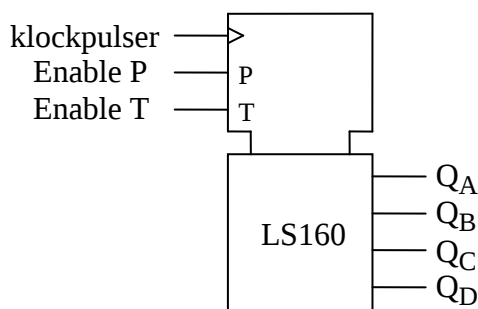
Klockpulser:



Förutom klockingången och räknelägesutgångarna $Q_D Q_C Q_B Q_A$ har räknaren ett flertal andra in- och utgångar. Jämför nedanstående beskrivning med databladen i "Allmänna anvisningar . . .".

ENABLE-ingångar

För att räknaren överhuvud taget ska kunna räkna krävs att Enable-ingångarna P och T aktiveras.



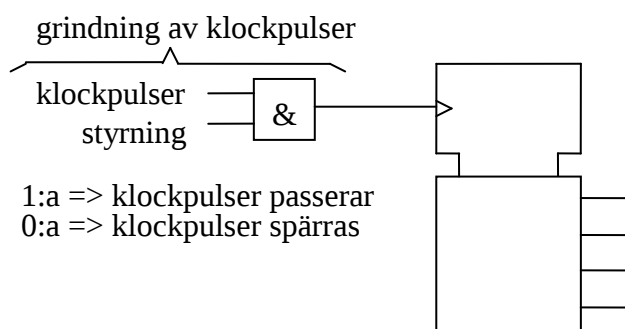
Enable P och T aktiveras med en 1:a.

Enable

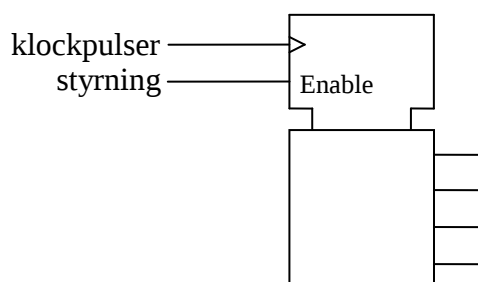
P	T	Räknarens funktion
0	0	Ingen ändring av räknarläget
0	1	- " -
1	0	- " -
1	1	Räknaren ändrar läge vid positiv flank

Enable-ingångarna används för att starta och stoppa räknaren. **Start och stopp av räknaren får aldrig ske genom grindning av klockpulser.**

FEL:

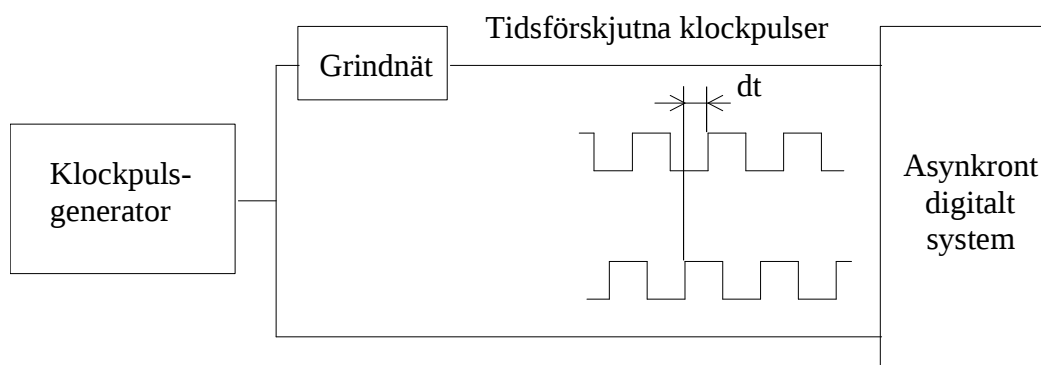


RÄTT:



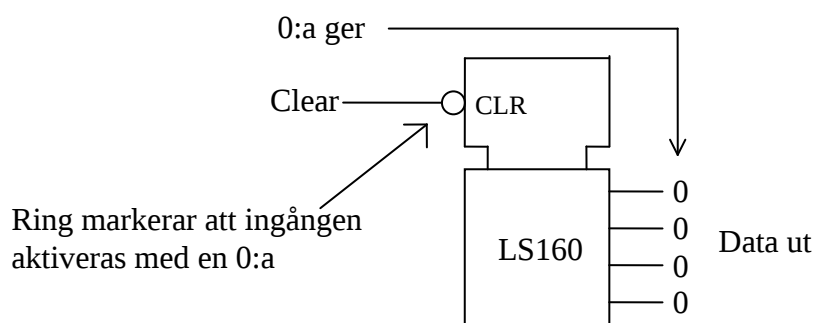
Grindning av klockpulser leder i bästa fall till att ditt digitala system blir asynkront. Systemet kan dock p.g.a. styrningen ta emot ofullständiga klockpulser och kan då hamna i vilket läge som helst eller, i värsta fall, t.o.m. erhålla utgångsvärden i det förbjudna området mellan logiskt noll och logiskt ett.

Även om systemet inte spårar ur blir det ändå asynkront, eftersom klockpulserna är tidsförskjutna. Alla dina teoretiska kunskaper i digitalteknik gäller synkrona nät.



CLEAR-ingången

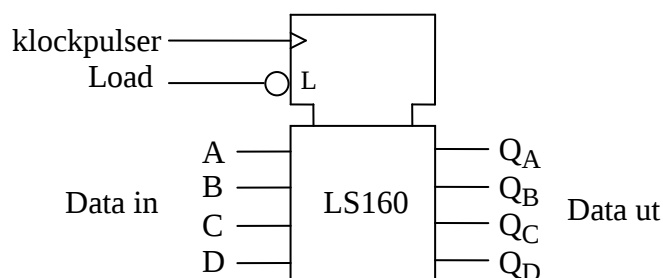
När Clear-ingången aktiveras nollställs räknaren oberoende av klockpulser och Enable-ingångar. Clear-ingången aktiveras med en nolla. Eftersom Clear-ingången verkar utan klockpulser sägs Clear-funktionen vara asynkron.



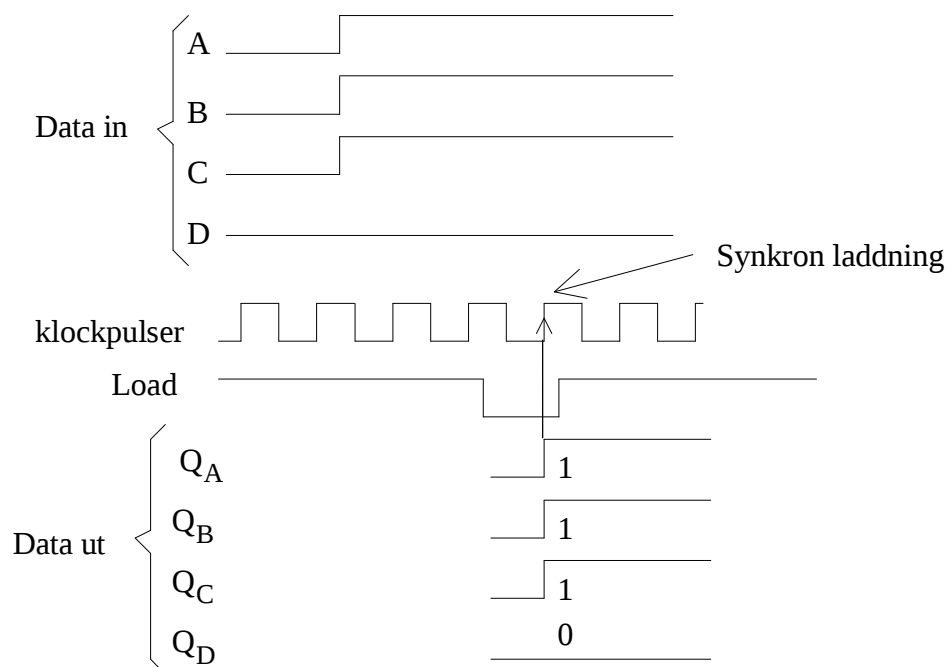
Clear-ingången används t.ex. för manuell nollställning av räknaren.

LOAD-ingången

Med hjälp av Load-ingången kan räknaren laddas med data som anges av de fyra dataingångarna. Load-ingången aktiveras med en nolla och laddning sker vid klockpulsens positiva flank.

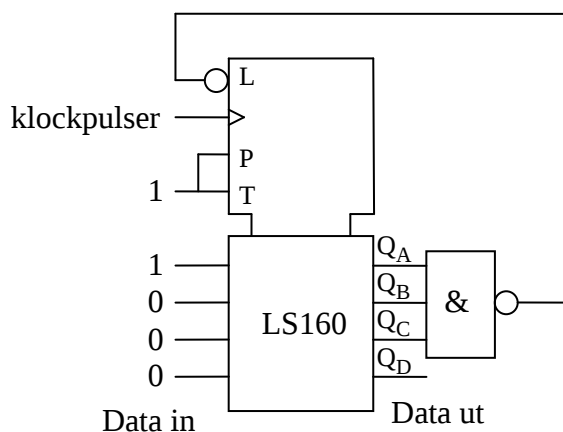
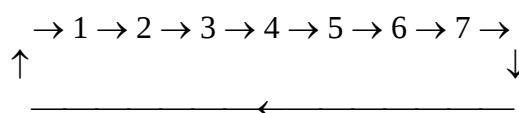


Exempel:



Laddningen sker synkront och **oberoende av Enable-ingångarna**.

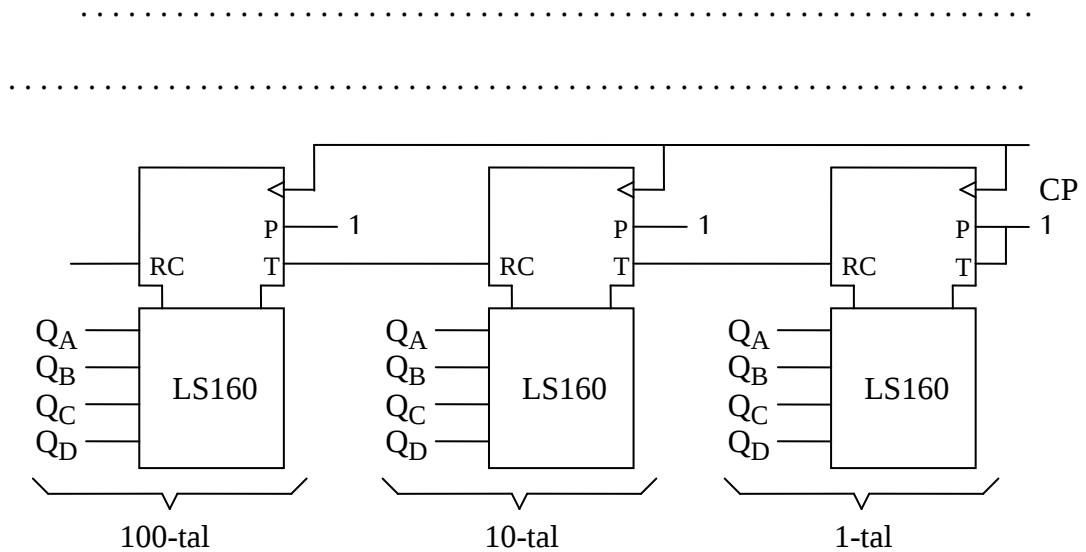
Exempel: Räknaren 74LS160 ska räkna runt i sekvensen



Koda av räkneläget 7.
Vid nästa klockpuls
laddas räknaren med 1.

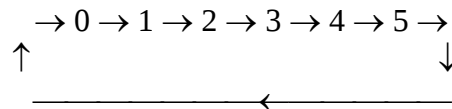
Kaskadkoppling

Dekadräknaren 74LS160 kan seriekopplas (kaskadkopplas) med flera LS160 så att en räknare med flera dekader erhålls. Vid kaskadkoppling används Enable-ingångarna, P och T, samt utgången Ripple Carry. Använd datablad i "Allmänna anvisningar . . ." för att ta reda på vad som skiljer funktionen för P från funktionen för T:



5.2 Programmering av räknare

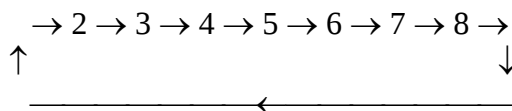
Uppgift 1: Koppla upp en räknare med sex räknelägen



Använd NAND-grindar. För övergången $5 \rightarrow 0$ får clear-ingången inte användas eftersom denna ingång är asynkron. Räknaren klockas manuellt från den studs fria tryckomkopplaren.

Logiskt kopplingsschema:

Uppgift 2: Koppla upp en räknare med sju räknelägen

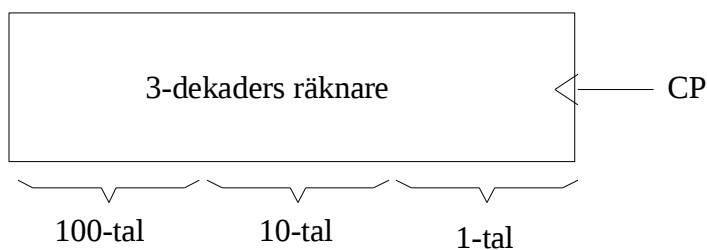


Använd så få NAND-grindar och inverterare som möjligt. Räknaren klockas manuellt.

Logiskt kopplingsschema:

5.3 Kaskadkoppling

Uppgift: Koppla upp en räknare med tre dekader.

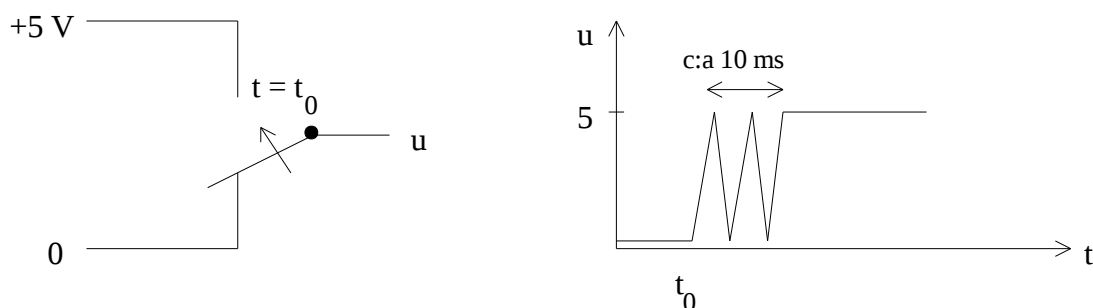


Kontrollera funktionen. Klockpulser tas från den speciella klockgeneratoren. Dekadräknaren ska användas i uppgift 6 och 7.

Logiskt kopplingsschema:

Uppgift 6: Uppmätning av effekter från oavstudsade omkopplare

När en mekanisk omkopplare sluts eller bryts uppstår alltid kontaktstudsar. När omkopplaren skjuts från logiskt noll till logiskt ett erhålles slutning till +5 V enligt:



När skjutomkopplaren förs från logiskt ett till logiskt noll erhålles slutning till jord.

Du ska utföra mätningar på de fyra skjutomkopplarna som finns monterade på en modul. Signalen från skjutomkopplaren ska användas som klockpuls till den dekadräknare (3 dekader) som du kopplade upp i uppgift 5.3. Komplettera dekadräknaren med manuell nollställning.

Gör fem mätningar på varje skjutomkopplare.
Fyll i tabellen.

Skjutomkopplare							
1		2		3		4	
0 → 1	1 → 0	0 → 1	1 → 0	0 → 1	1 → 0	0 → 1	1 → 0

Gör om mätningen med de studs fria skjutomkopplarna.

Slutning 0 → 1. Dekadräknaren visar

Slutning 1 → 0. Dekadräknaren visar