

# Laboration i digitalteknik

– Introduktion till digitalteknik

---

**TSEA22 Digitalteknik D**

**TSEA51 Digitalteknik Y, Yi, I, Ii**

**TMEL53 Digitalteknik M**

**TDDC75 Diskreta strukturer IT**

## Introduktion

Detta häfte innehåller laborationsuppgifter i digitalteknik och används i kurserna TSEA22, TSEA51, TMEL53 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 materialet 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 kopplingschema 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 och godkännas av laborationsassistenten.

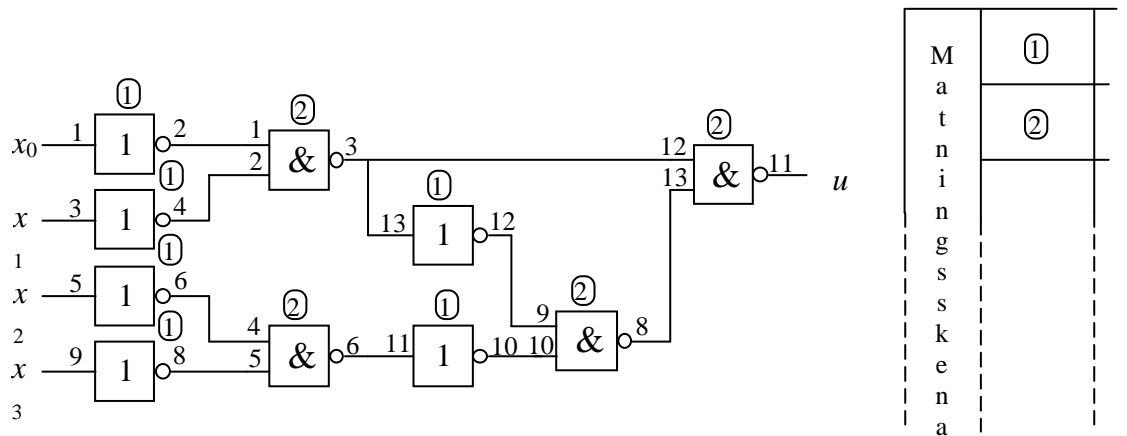
Godkända hela laborationer, men inte ströuppgifter, kan tillgodoräknas från ett läsår till nästa.

**Uppgift 1a)** Undersökning och förenkling av given kombinationskrets.

Koppla upp nedanstående kombinationskrets. Ingångsvariablerna  $x_0, x_1, x_2,$  och  $x_3$  simuleras med skjutomkopplare. Utsignalen registreras med hjälp av en lysdiod.

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

Logiskt kopplingsschema:



M a t r i c e n s k e n a	①
	②

		<u>+5 V</u>	<u>jord</u>
Kapsel 1	SN74LS04	14	7
Kapsel 2	SN74LS00	14	7

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 1b)** Rita Karnaughdiagram med hjälp av funktionstabellen.

		$x_1 x_0$			
		00	01	11	10
$x_3 x_2$	00				
	01				
	11				
	10				

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

Logiskt kopplingschema:

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

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 2**    Konstruera en kombinationskrets som realiserar funktionen  $f = x_2(x_1 + x_0)$ .

**a)** använd SN74LS00 (NAND)

**b)** använd SN74LS02 (NOR)

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

**a)** Logiskt kopplingsschema:

Funktionstabell:

$x_2$	$x_1$	$x_0$	$u$
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 kopplingschema:**

Funktionstabell:

$x_2$	$x_1$	$x_0$	$u$
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 en kombinationskrets 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 kretsens funktion genom att fylla i en funktionstabell.

Karnaughdiagram:

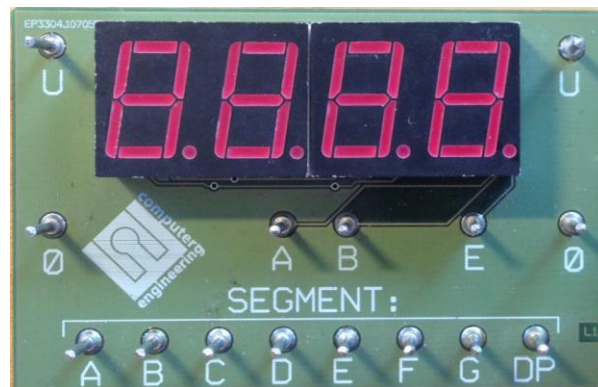
Logiskt kopplingschema:

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 displayerna för motsvarande binärtal:



Koppla upp kretsen, programmera PROM:en och kontrollera funktionen genom att se vad displayen visar för samtliga insignalkombinationer. När uppgiften är redovisad och godkänd **ska** PROM:en nollställas genom att i PROG-mode samtidigt trycka på de tre röda knapparna.

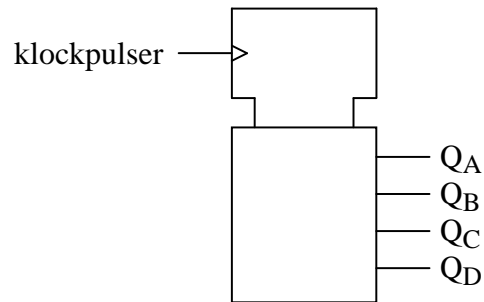
Logiskt kopplingschema och minnesinnehåll i PROM:en:



## Uppgift 5 Undersökning av räknare

### 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.

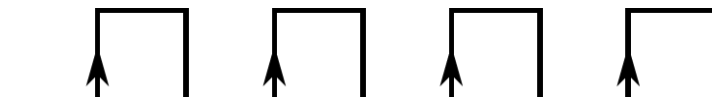


Du ska undersöka den synkrona dekadräknaren 74LS160. Som framgår av namnet har denna räknare 10 räknelägen.

Antal inräknade klockpulser	Räkneläge			
	Q <sub>D</sub>	Q <sub>C</sub>	Q <sub>B</sub>	Q <sub>A</sub>
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.

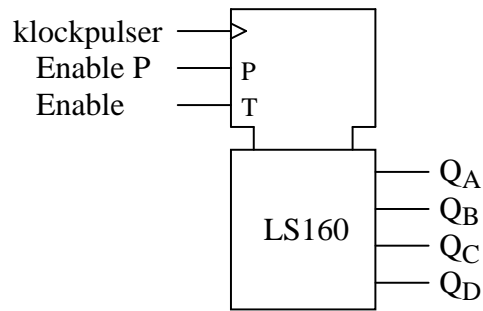
Klockpulser:



Förutom klockingången och räknelägesutgångarna Q<sub>D</sub>Q<sub>C</sub>Q<sub>B</sub>Q<sub>A</sub> har räknaren ett flertal andra in- och utgångar. Jämför nedanstående beskrivning med databladet i "Allmänna anvisningar . . .".

## ENABLE-ingångar

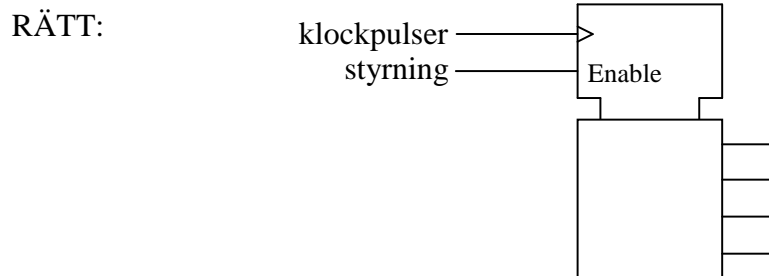
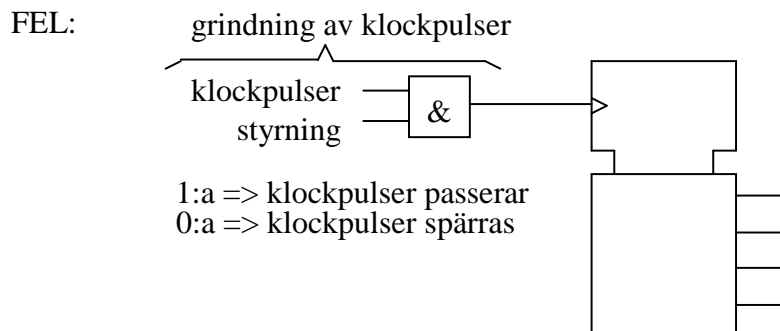
För att räknaren överhuvud taget ska kunna räkna krävs att Enable-ingångarna P och T aktiveras.



Enable P och T aktiveras med en 1:a.

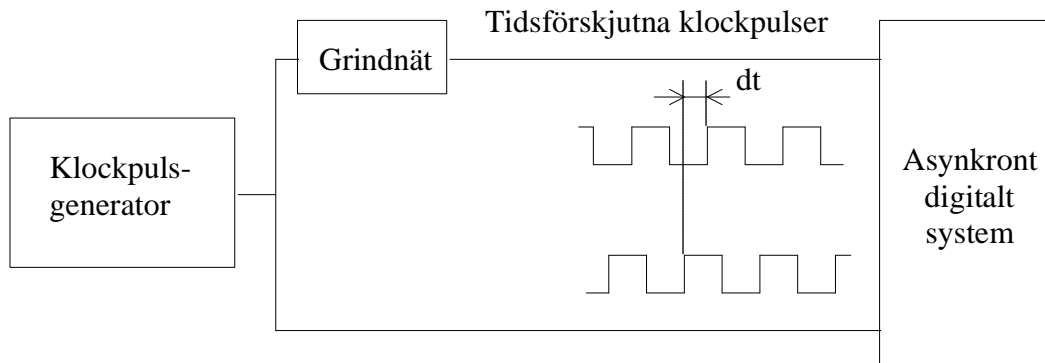
Enable		Räknarens funktion
P	T	
0	0	Ingen ändring av räknarläget
0	1	- " -
1	0	- " -
1	1	Räknaren ändrar läge vid positiv flank

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



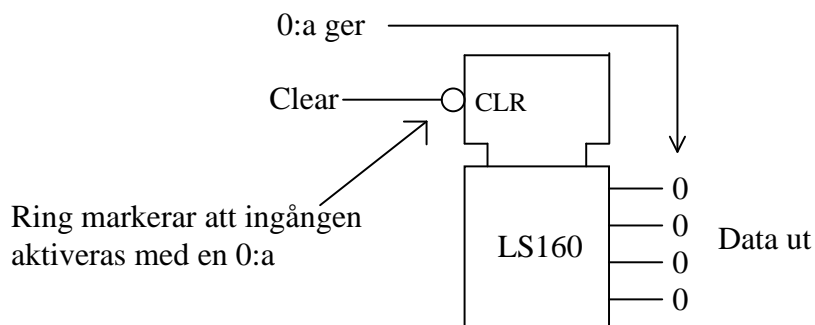
Grindning av klockpulser leder i bästa fall till att ditt digitala system blir asynkront. Systemet kan dock p.g.a. styrningen ta emot ofullständiga klockpulser och kan då hamna i vilket läge som helst eller, i värsta fall, t.o.m. erhålla utgångsvärden i det förbjudna området mellan logiskt noll och logiskt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

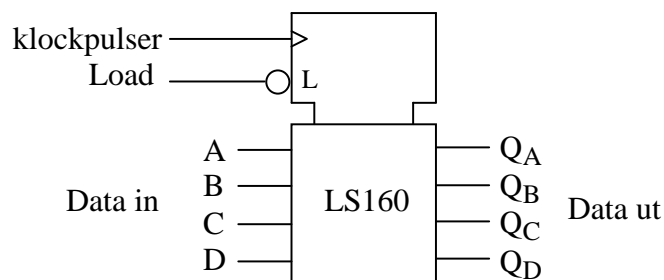
När Clear-ingången aktiveras nollställs räknaren oberoende av klockpulser och Enable-ingångar. Clear-ingången aktiveras med en nolla. Eftersom Clear-ingången verkar utan klockpulser sägs Clear-funktionen vara asynkron.



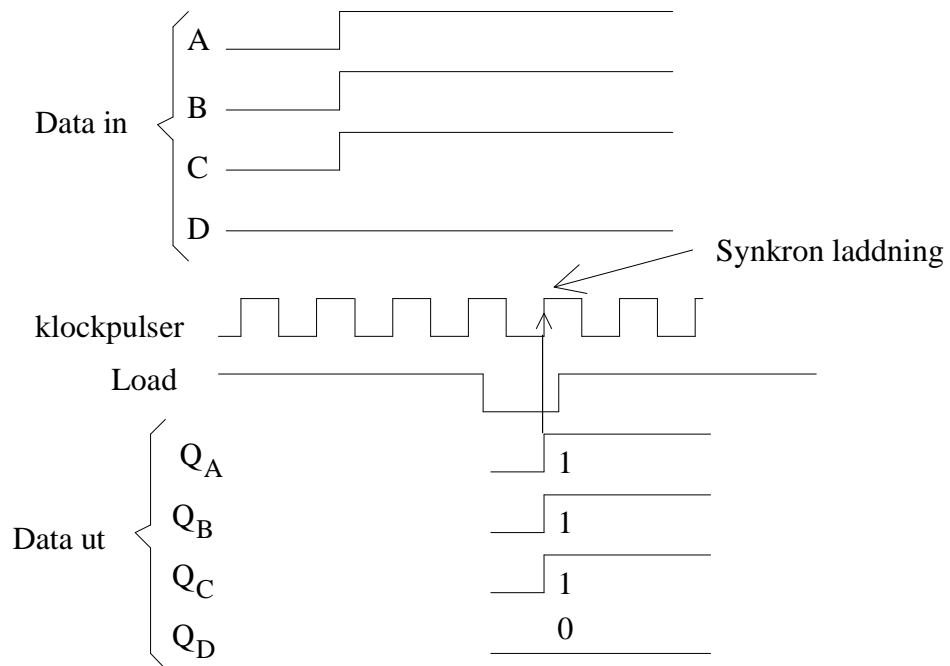
Clear-ingången används t.ex. för manuell nollställning av räknaren.

### 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.

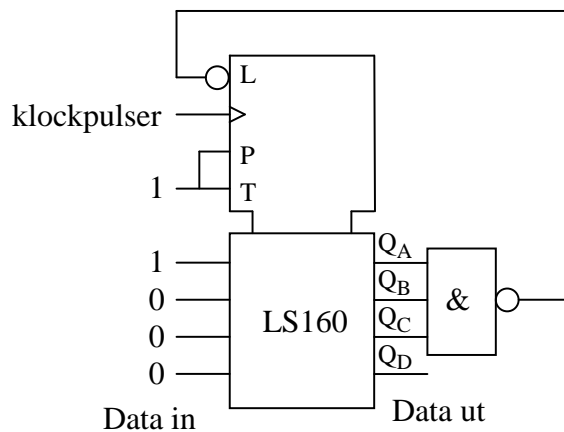
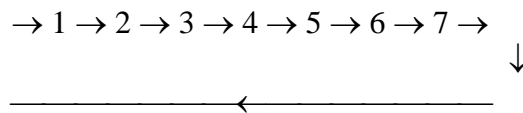


Exempel:



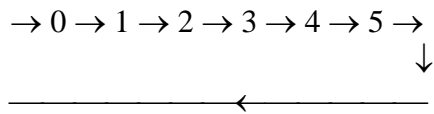
Laddningen sker synkront och **oberoende av Enable-ingångarna.**

Exempel: Räknaren 74LS160 ska räkna runt i sekvensen



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

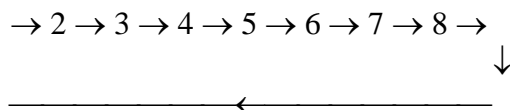
**Uppgift 5a)** Koppla upp en räknare med sex räknelägen



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. Modulerna med endast en 7-segmentsdisplay är avkodade, dvs de visar den hexadecimala siffra som svarar mot det binära 4-bitarstal som finns på ingångarna. Använd en av dessa för att visa räkneläget.

Logiskt kopplingsschema:

**Uppgift 5b)** Koppla upp en räknare med sju räknelägen

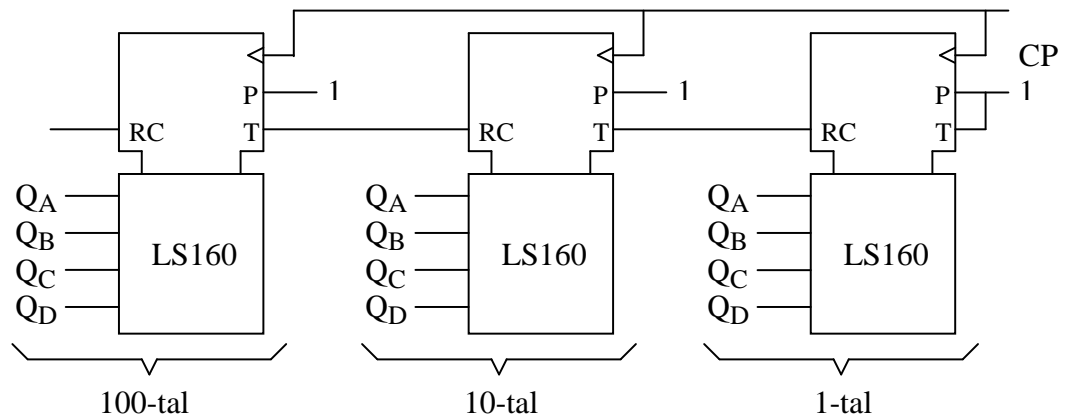


Använd så få NAND-grindar och inverterare som möjligt. Räknaren klockas manuellt.

Logiskt kopplingsschema:

### Uppgift 5c) Kaskadkoppling

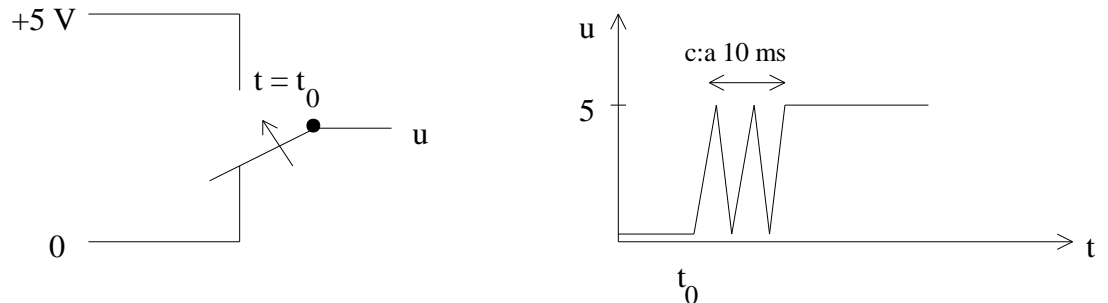
Dekadräknaren 74LS160 kan seriekopplas (kaskadkopplas) med flera LS160 så att en räknare med flera dekader erhålls. Vid kaskadkoppling används Enable-ingångarna, P och T, samt utgången Ripple Carry. Koppla upp en räknare med tre dekader enligt följande kopplingschema:



Kontrollera funktionen. Klockpulser tas från den speciella klockgeneratorn. Dekadräknaren ska användas i uppgift 6.

## 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 erhålls 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 5c). Komplettera dekadräknaren med manuell nollställning.

Gör fem mätningar på varje skjutomkopplare. Nollställ räknaren efter varje mätning. 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 .....