

## Exempel på LAX-uppgifter

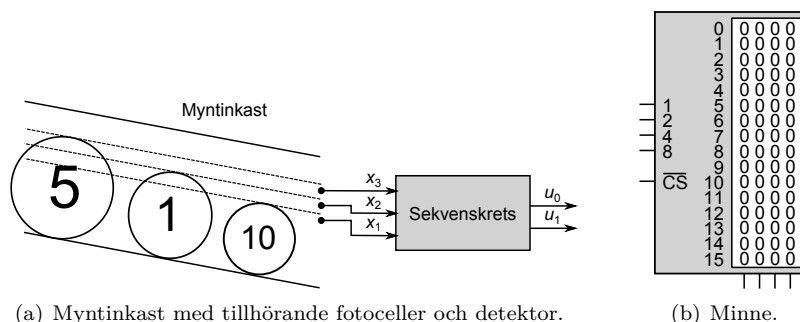
**Uppgift 1.** I en myntautomat ingår en detektor för olika myntvalörer. Figur 1(a) visar myntinkastet, tre fotoceller och myntdetektorn som ska implementeras som en synkron sekvenskrets. Detektorn skiljer på olika valörer genom att bestämma storleken på ett mynt som passerar förbi en rad med tre fotoceller  $x_1$ ,  $x_2$  och  $x_3$ . Fotocellerna är monterade så att de ser tvärs över myntinkastet (dvs rakt in i pappret) vid de positioner som punkterna i figuren anger. Då en fotocell täcks erhålls en logisk etta på motsvarande signal.

Konstruera en synkron sekvenskrets med insignalerna  $x_1$ ,  $x_2$ ,  $x_3$  och klockpulsen  $cp$  och två utgångar  $u_1$  och  $u_0$  som detekterar de olika myntvalörerna enligt följande specifikation:

$$u_1 u_0 = \begin{cases} 01 & \text{om 1-krona detekteras} \\ 10 & \text{om 5-krona detekteras} \\ 11 & \text{om 10-krona detekteras} \\ 00 & \text{för övrigt} \end{cases}$$

Så fort valören på ett mynt kan avgöras skall motsvarande utsignal skickas ut i ett klockintervall för att sedan återgå till  $u_1 u_0 = 00$ . Mynten rullar långsamt i förhållande till klockfrekvensen. Mellan varje mynt finns det ett mellanrum.

Använd valfria kretsar ur labsatsen (även PROM-minnen som är av den typ som visas i figur 1(b) får användas). Ersätt givarna med tre studs fria skjutomkopplare. Anslut  $u_1$  och  $u_0$  till lysdioder. För felsökningsändamål är det lämpligt att också koppla tillståndsvariablerna till lysdioder. Klockgeneratorns frekvens ska kunna varieras mellan 1 Hz - 1 kHz. Insignalerna måste synkroniseras.

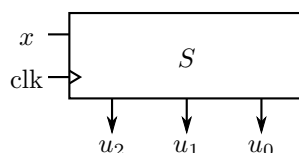


(a) Myntinkast med tillhörande fotoceller och detektor.

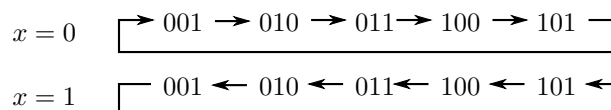
(b) Minne.

Figur 1: Ett myntinkast.

**Uppgift 2.** Den synkrona sekvenskretsen  $S$



kan på sina utgångar,  $(u_2, u_1, u_0)$  generera två olika sekvenser beroende på värdet på  $x$ :



Omkoppling mellan de två olika sekvenserna görs med insignalen  $x$ , som dock bara påverkar  $S$  när  $(u_2, u_1, u_0) = (1, 0, 0)$  samt när  $(u_2, u_1, u_0) = (1, 0, 1)$ .

Vid växling av sekvens, ska räknaren fortsätta från det räkneläge den befann sig i före växlingen. Utsignalerna får alltså inte ändras förrän vid nästa klockflank.

Använd valfria kretsar ur labsatsen (även PROM får användas). Anslut  $x$  från en studsfri skjutomkopplare och anslut  $u_2$ ,  $u_1$  och  $u_0$  till en 7-segmentsdisplay. Nätet ska fungera vid manuell klockning samt för en klockfrekvens på c:a 1 Hz. Insignalen  $x$  måste synkroniseras.

---

**Uppgift 3.** Konstruera en synkron sekvenskrets för att styra hel- och halv-ljuset på en bil.

Bilen har en treläges återfjädrande spak på rattstången. Trycks spaken framåt ska ljuset växla mellan hel- och halv-ljus. Dras den bakåt ska detta ge ett ljusblink, d.v.s. oavsett vilket ljus som är inkopplat ska växling ske, men bara så länge föraren drar i spaken. Till exempel om halvljuset är påslaget när spaken dras bakåt ska helljuset aktiveras under den tid spaken är i det bakre läget för att sedan återgå till halvljus när spaken återtar mittläget. Om spaken släpps hamnar den i mittläget, där ljuset ska vara oförändrat.

Konstruera sekvenskretsen med valfria komponenter ur labsatsen. Simulera spaken med två studs-fria tryckomkopplare samt hel- och halv-ljuset med varsin lysdiod. Klockgeneratorns frekvens ska kunna varieras mellan 1 Hz - 1 kHz. Insignalerna måste synkroniseras.

---

**Uppgift 4.** En sekvenskrets ska konstrueras med en insignal  $x$  och två utsignaler  $u_1$  och  $u_0$ . Utsignalerna aktiverar var sin funktion då de sätts till 1. Insignalen är synkroniserad och ska styra vilken funktion som ska aktiveras på följande sätt. Om  $x = 0$  ska båda funktionerna vara inaktiva. Om  $x = 1$  i exakt ett klockintervall ska  $u_0$  aktiveras i exakt ett klockintervall. Om  $x = 1$  i fler än ett klockintervall ska funktionen styrd av  $u_1$  aktiveras i samma antal klockpulser som  $x$  är hög. Ett exempel kan då se ut som följer

$t$	0 1 2 3 4 5 6 7 8
$x$	0 1 0 0 1 1 1 0 0
$u_0$	0 0 1 0 0 0 0 0 0
$u_1$	0 0 0 0 0 1 1 1 0

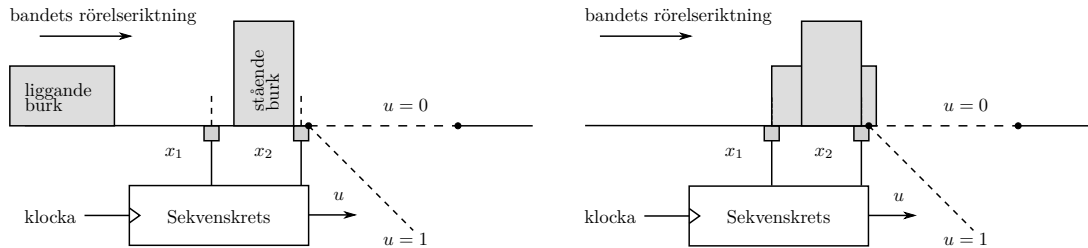
Använd valfria kretsar ur labsatsen, (även PROM får användas). Anslut  $x$  till en studsfri skjutomkopplare och  $u_1$  och  $u_0$  till lysdioder. Kretsen ska fungera vid manuell klockning samt för en klockfrekvens på c:a 1 Hz.

---

**Uppgift 5.** På ett transportband kommer burkar åkande enligt den vänstra figuren i figur 2. Burkarna står eller ligger på bandet exakt på det sätt som visas i figuren. Burkarna som ligger ner ska sorteras bort via en falllucka som öppnas genom att signalen  $u$  sätts till 1 och stängs om  $u = 0$ . Luckan rör sig snabbt i förhållande till bandet. Två givare med osynkroniserade utsignaler  $x_1$  och  $x_2$  har monterats på bandet för att avgöra om burkarna står eller ligger ner. En givare ger logiskt 1 när en burk befinner sig ovanför och 0 annars. Avståndet mellan givarna är längre än diametern på burkarna men kortare än höjden på burkarna. Avståndet mellan två burkar är alltid större än avståndet mellan givarna.

Konstruera en synkron sekvenskrets som styr luckan genom utsignalen  $u$ . Luckan får inte röras i onödan, t ex om det kommer två liggande burkar i rad så får inte luckan stängas mellan burkarna. Den högra figuren visar vilken position en liggande respektive en stående burk ska befinna sig i när luckan får ändra position. Dessa lägen motsvarar det första klockintervallet som  $(x_1, x_2) = (0, 1)$  oberoende om burken står eller ligger ner. Klockfrekvensen är hög i jämförelse mot bandets rörelse.

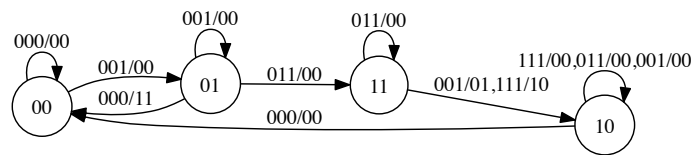
Använd valfria kretsar ur labsatsen (även PROM får användas). Ersätt givarna med två studs fria skjutomkopplare. Anslut  $u$  till en lysdiod. För felsökningsändamål är det lämpligt att också koppla tillståndsvariablerna till lysdioder. Klockgenerators frekvens ska kunna varieras mellan 1 Hz - 1 kHz. Insignalerna måste synkroniseras.



Figur 2: Den vänstra figuren visar hur burkarna kommer åkande på bandet. Den högra figuren visar vilken position burkarna ska vara i då luckan får byta läge.

## Facit

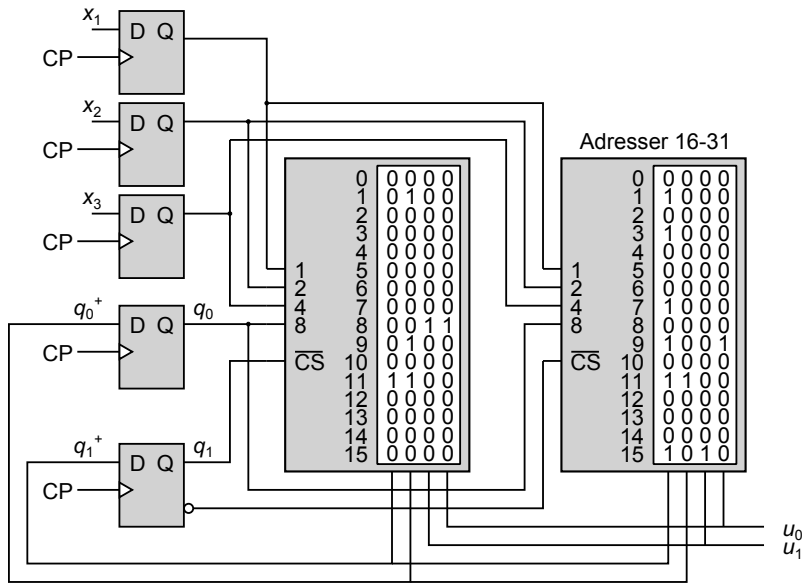
**Uppgift 1.** Ett tillståndsdigram för funktionen är



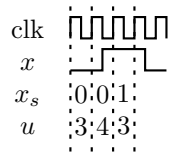
där bågarnas markering indikerar  $x_3x_2x_1/u_1u_0$ . Om tillstånden graykodas så är tillståndstabellen

	$q_1q_0$	$x_3x_2x_1$	$q_1^+q_0^+/u_1u_0$
0	00	000	00/00
1	00	001	01/00
8	01	000	00/11
9	01	001	01/00
11	01	011	11/00
16	10	000	00/00
17	10	001	10/00
19	10	011	10/00
23	10	111	10/00
25	11	001	10/01
27	11	011	11/00
31	11	111	10/10
	för övrigt		-/-

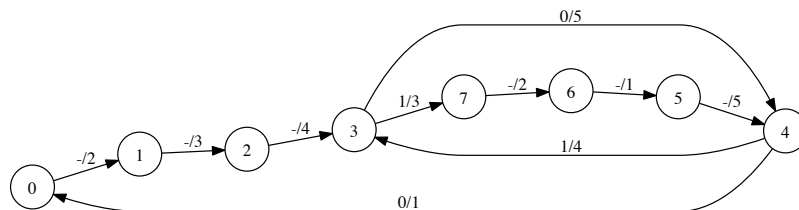
Synkronisera de 3 insignalerna med var sin D-vippa. Utöver detta kan myntdetektorn realiserats med 2 PROM och 2 D-vippor enligt:



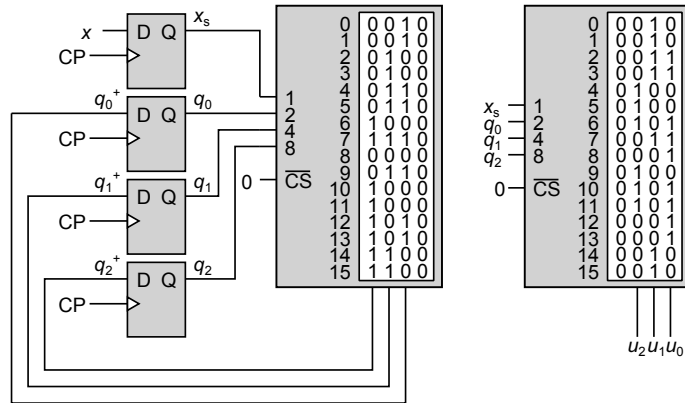
**Uppgift 2.** Betrakta följande exempel där klocka clk, osynkroniserad signal  $x$ , synkroniserad signal  $x_s$  samt utsignal  $u$  visas:



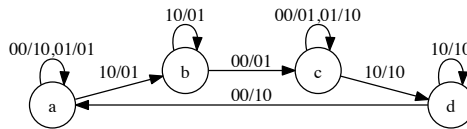
Insignalen till sekvenskretsen är den synkroniserade signalen  $x_s$ . Figuren ovan visar att nedräkning aktiveras i samma klockintervall som  $x_s$  slår om till 1, dvs sekvenskretsen måste vara av Mealy-typ. Ett tillståndsdigram för funktionen är



där bågarnas markering indikerar  $x_s/u$  och noderna  $q$ . En krets kan se ut som

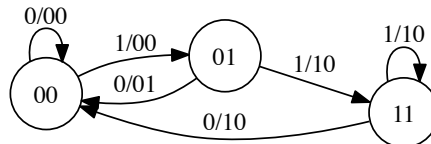


**Uppgift 3.** Låt  $f$  beteckna spak framåt,  $b$  spak bakåt,  $u_1$  helljus påslaget och  $u_0$  halvljus påslaget. Ett tillståndsdigram för funktionen är



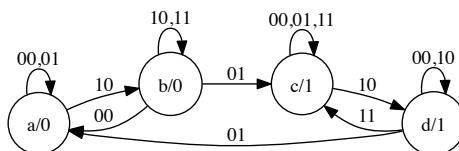
där bågarnas markering indikerar  $fb/u_1u_0$ . Två tillståndsvariabler  $q_1$  och  $q_0$  behövs. Kretsen implementeras med 4 D-vippor, två för synkronisering av insignalerna  $f$  och  $b$  och två för tillståndsvariablerna  $q_1$  och  $q_0$ . Låt de synkroniserade insignalerna betecknas med  $f_s$  respektive  $b_s$ . Kombinatoriken implementeras i ett PROM med insignalerna  $q_1$ ,  $q_0$ ,  $f_s$ ,  $b_s$  och med utsignalerna  $q_1^+$ ,  $q_0^+$ ,  $u_1$  och  $u_0$ .

**Uppgift 4.** Ett tillståndsdigram för funktionen är



där bågarnas markering indikerar  $x/u_1u_0$  och tillstånden  $q_1q_0$ . Implementeras med ett PROM och 3 D-vippor.

**Uppgift 5.** Ett tillståndsdigram för funktionen är



där bågarnas markering indikerar  $x_1x_2$  och noderna tillstånd/ $u$ . Implementeras med ett PROM och 4 D-vippor.