



## Laboration 5: Sekventiella kretsar

---

### 1 Inledning

Laborationen ska bidra till en grundläggande förståelse för att:

- koppla en krets enligt kopplingsschema
- läsa datablad
- öva upp en god arbetsmetodik avseende problemlösning och felsökning
- arbeta med logiska, kombinatoriska och sekventiella kretsar
- hantera knappstuds ("button debounce")

#### 1.1 Utrustning

Utöver de saker som användes i laboration 4, behövs även:

- 1st avkodare 4555
- 1st IC-kapsel med D-vippor 74HC74
- 2st lysdioder
- 2st resistorer till lysdioderna (välj lämpliga resistorvärden)
- 2st resistorer 10 k $\Omega$
- 1st IC-kapsel med NAND-grindar 7400
- 1st mikrobrytare 3 poler, on-(on)

## 2 Beskrivning av laboration

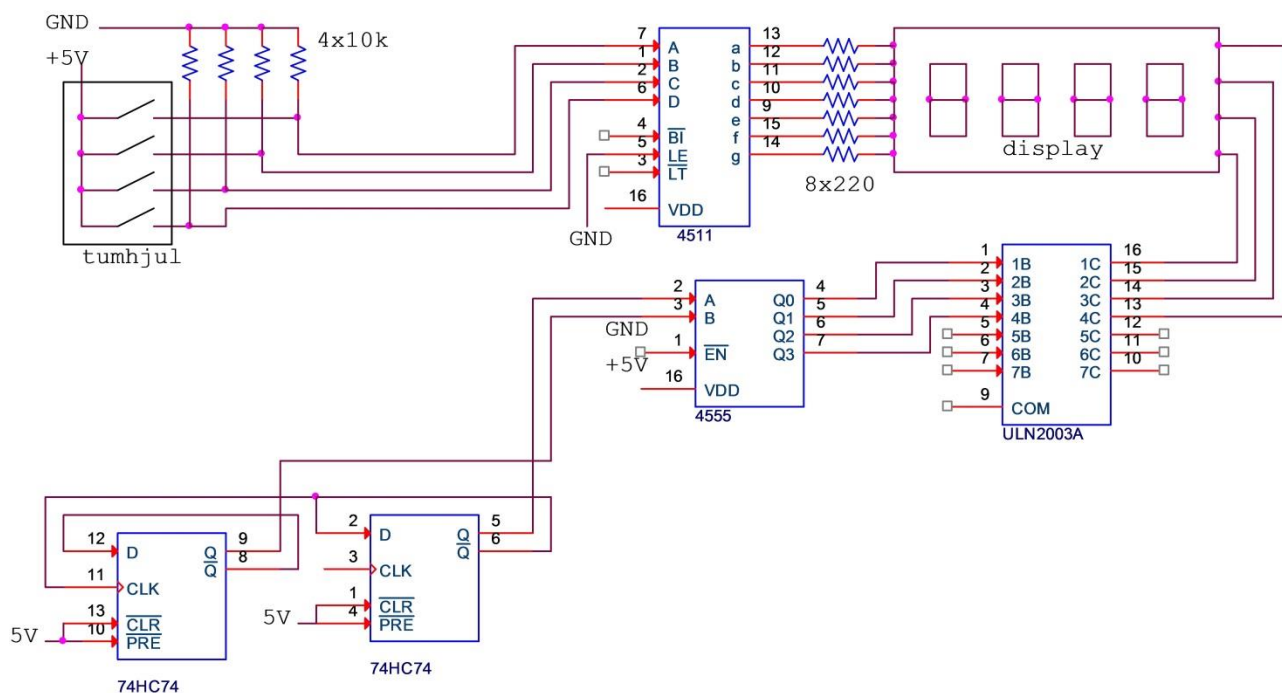
I den här laborationen ska ni modifiera och utöka kretsen från föregående laboration. Eftersom kretsen även ska utökas i nästa laboration (laboration 6), ska uppkopplingen behållas efter laborationens slut.

## 2.1 Kretsens funktion

Med hjälp av tumhjulssomkopplaren anger man en siffra (0-9), som ska visas på en av LED-displayens positioner. Positionen bestäms av en 2-bitars räknare som består av två D-vippor, vars utgångar utgör ett binärt tal (00-11). I slutet av denna laboration ska ni prova att byta position (vänster till höger) genom att trycka på en mikrobrytare. I nästa laboration ska ni däremot göra så att bytet av position sker automatiskt.

## 2.2 Uppkoppling av krets

När laborationen är slut ska ni ha kopplat en krets enligt Figur 2-1. Ta en ordentlig titt på kretsschemat, skaffa er en förståelse för hur allt fungerar. Flertalet anslutningar är givna, men ni blir tvungna att kolla upp en del i datablad. Databladet är även till god hjälp för att förstå hur kretsarna fungerar, vilket framför allt är viktigt om ni behöver felsöka er krets. Gör anteckningar, gärna med skisser på komponenter och kretsar, tills ni får en god överblick.



### Figur 2-1: Kretsschema

Kretsen kan betraktas som ett sammanhängande system, som vi bryter ner till mindre delsystem:

1. Avkodare 4555 och drivkrets
2. D-vippa
3. 2-bitars räknare

Genom att bygga kretsen steg för steg och göra kontinuerliga tester, blir det lättare att uppnå det slutgiltiga resultatet.

På grund av begränsat utrymme på kopplingsdäcket är det en god idé att planera hur man kopplar kretsen. Precis som i föregående laboration bör ni därför börja med att placera ut komponenterna på lämplig plats. Glöm heller inte att ansluta spänningsmatning och jord till samtliga kretsar.

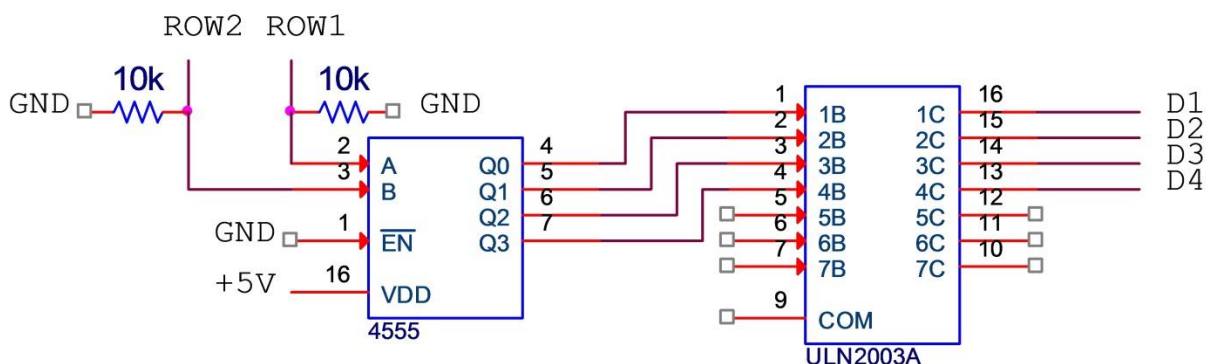
### 3 Delsystem 1: Avkodare 4555 och drivkrets

#### 3.1 Beskrivning av komponenter

Avkodaren tolkar ett 2-bitars tal, som utgörs av spänningsnivåer på ingångarna A och B. Om exempelvis det binära talet 00 anges, då blir den första utgången Q0 hög. Däremot är de andra utgångarna låga. Talet 01 medför att den andra utgången Q1 blir hög, medan de andra utgångarna är låga, osv. Tanken är att spänningsnivåerna på avkodarens ingångar ska ange positionen på LED-displayen.

#### 3.2 Inkoppling av komponenter

Där tangentbordet var anslutet till drivkretsen i förra laborationen ska nu avkodaren anslutas. Men ni ska även koppla in det som behövs för att göra ett funktionstest. Testet görs med hjälp av tangentbordets knappar 1 och 4, som tillsammans utgör ett 2-bitars tal. Koppla kretsen enligt Figur 3-1. För att detta ska fungera måste ni behålla anslutningen mellan spänningsmatningen (5 V) och tangentbordets COL1.



Figur 3-1: Inkoppling av avkodare inkl. testutrustning

#### 3.3 Test av delsystem

##### Uppgift 3.3.1 (redovisas i rapport)

Förvissa er om att ni vet hur avkodaren fungerar. Beskriv detta med egna ord.

##### Uppgift 3.3.2 (redovisas i rapport)

Varför behöver pinne 1 (EN) vara ansluten till jord?

##### Uppgift 3.3.3 (redovisas i rapport)

Redovisa ett testprotokoll med logiska nivåer för ingångarna (A och B) och utgångarna (Q0-Q3).

## 4 Delsystem 2: D-vippa

### 4.1 Beskrivning av komponenter

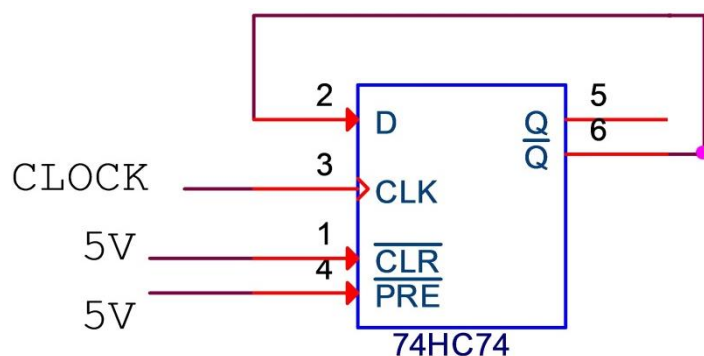
En D-vippa har många användningsområden. I grund och botten är det ett slags minne. Dock är minnet väldigt begränsat eftersom det endast kan lagra en bit i taget. Genom att sammankoppla två D-vippor kommer vi i nästa moment skapa en 2-bitars räknare.

Man skiftar minnets innehåll, d.v.s. "kastar ut" den gamla biten och lagrar den nya, genom att lägga en klockpuls på CLK-ingången. Pulsen ska ha stigande flank, vilket innebär ett skifte från låg till hög spänningsnivå. Ni ska först prova att generera denna puls med tangentbordets knappar. Tanken är att ni då ska uppleva fenomenet som kallas "knappstuds". Problemet kan dock åtgärdas på olika sätt. I denna laboration ska ni koppla in en SR-vippa (bestående av NAND-grindar) och en mikrobrytare, för att generera klockpulser utan knappstudsproblemet.

Aktuell bit i D-vippans minne ska presenteras med hjälp av en lysdiod.

### 4.2 Inkoppling av komponenter

Börja med att koppla en av D-vipporna enligt Figur 4-1. Koppla sedan så att en av tangentbordets knappar, förslagsvis 1, genererar klockpulsen. Utgången som representerar minnets innehåll (Q) ska anslutas till en lysdiod (glöm inte resistorn).



Figur 4-1: Inkoppling av D-vippa

Efter att ni har sett problemet med knappstuds ska ni göra en ny koppling där utgången från SR-vippan, d.v.s. utgången från en av NAND-grindarna, ansluts till D-vippans klockingång. SR-vippan, tillsammans med mikrobrytaren, kopplas enligt Figur 4-2. Tänk på att mikrobrytaren ska sluta RESET-delen av kretsen när brytaren inte är intryckt.

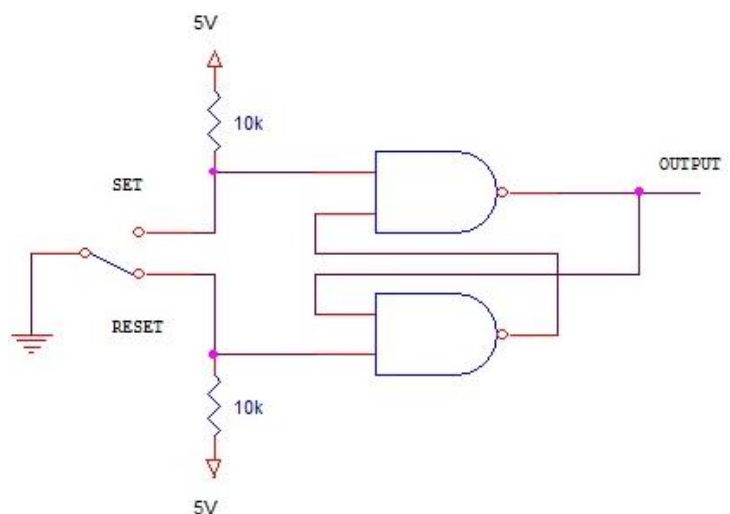
### 4.3 Test av delsystem

#### Uppgift 4.3.1 (redovisas i rapport)

Beskriv med egna ord hur D-vippan fungerar när den är kopplad enligt Figur 4-1.

Tips! Se till att ni förstår följande:

- Vad har minnet för innehåll från första början?
- Vad sker i samband med första klockpulsen?
- Vad finns det för samband mellan minnet och utgångarna (5 och 6)?



Figur 4-2: Mikrobrytare och SR-vippa

### Uppgift 4.3.2 (redovisas i rapport)

Generera en klockpuls med en av tangentbordets knappar. Hur upplever ni knappstudsfenomenet? Beskriv på ett kortfattat sätt vad som sker.

### Uppgift 4.3.3

Koppla ur tangentbordet från D-vippan. Koppla sedan upp kretsen enligt Figur 4-2 och anslut utgången från den ena NAND-grinden till D-vippans klockpulsingång. Generera därefter klockpulser med hjälp av mikrobrytaren, förslagsvis i en jämn takt. Observera resultatet. Nu bör D-vippan bete sig som ni ursprungligen tänkt er.

### Uppgift 4.3.4 (redovisas i rapport)

Beskriv hur SR-vippan fungerar.

## 5 Delsystem 3: 2-bitars räknare

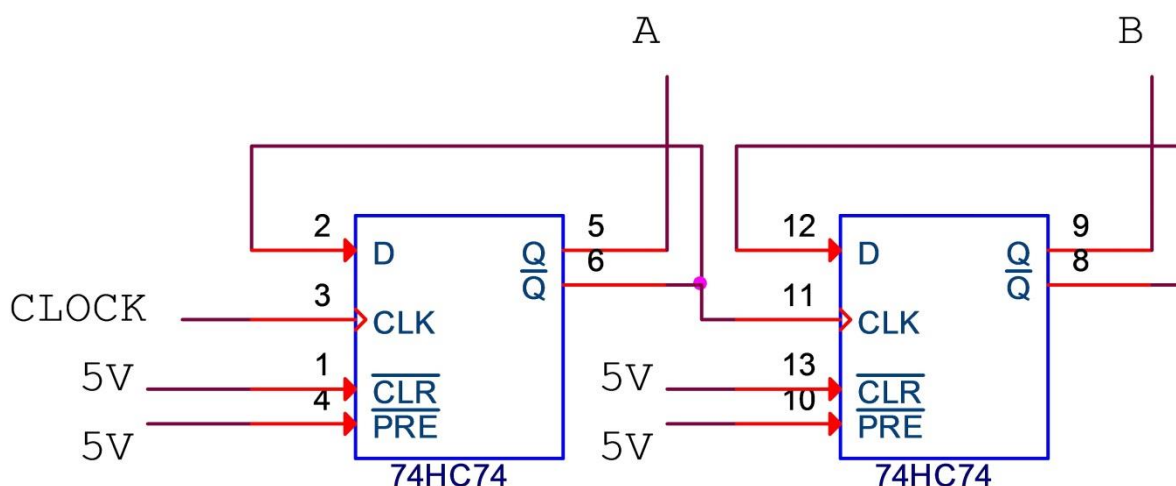
### 5.1 Beskrivning av komponenter

Nu ska ni koppla ihop två D-vippor. Den förra utgör tillsammans med den nya D-vippan en 2-bitars räknare. När en klockpuls inkommer på den ena D-vippan räknas ett steg uppåt. Minnet i den nya D-vippan ska indikeras med ytterligare en lysdiod under testning av kretsen. Lysdioderna ska presentera det binära talet.

När testet är avslutat och allt fungerar ska utgångarna anslutas till avkodaren (4555), vilket gör att man sedan kan kunna skifta positioner på LED-displayen.

### 5.2 Inkoppling av komponenter

Som ni ser i Figur 5-1 ska ni behålla uppkopplingen med förra D-vippan (inklusive SR-vippan och mikrobrytaren). Anslut endast några nya kablar för att sammankoppla D-vipporna. Utgångarna är uppmärkta A och B för att särskilja vilken som är den minst respektive mest signifikanta biten.



Figur 5-1: 2-bitars räknare

### 5.3 Test av delsystem

#### Uppgift 5.3.1 (redovisa i rapport)

Beskriv hur de sammankopplade D-vipporna fungerar.



### Uppgift 5.3.2 (redovisa i rapport)

Vilket tal börjar räknaren på? Varför?

### Uppgift 5.3.3

Tryck på mikrobrytaren för att stegvis se vad som händer. När ni anser att allt fungerar som det är tänkt, är det dags att koppla ur lysdioderna och ansluta D-vipporna till avkodaren (4555). Kontrollera sedan att allt fungerar genom att trycka på mikrobrytaren.

### Uppgift 5.3.4 (redovisa i rapport)

Redogör för era erfarenheter från denna laboration. Vad har ni lärt er? Gick allting bra eller stötte ni på problem? Om allting gick bra, vad var i så fall anledningen? Om ni stötte på problem, hur löste ni i så fall dem?