



Laboration 4: Kombinatoriska kretsar

1 Inledning

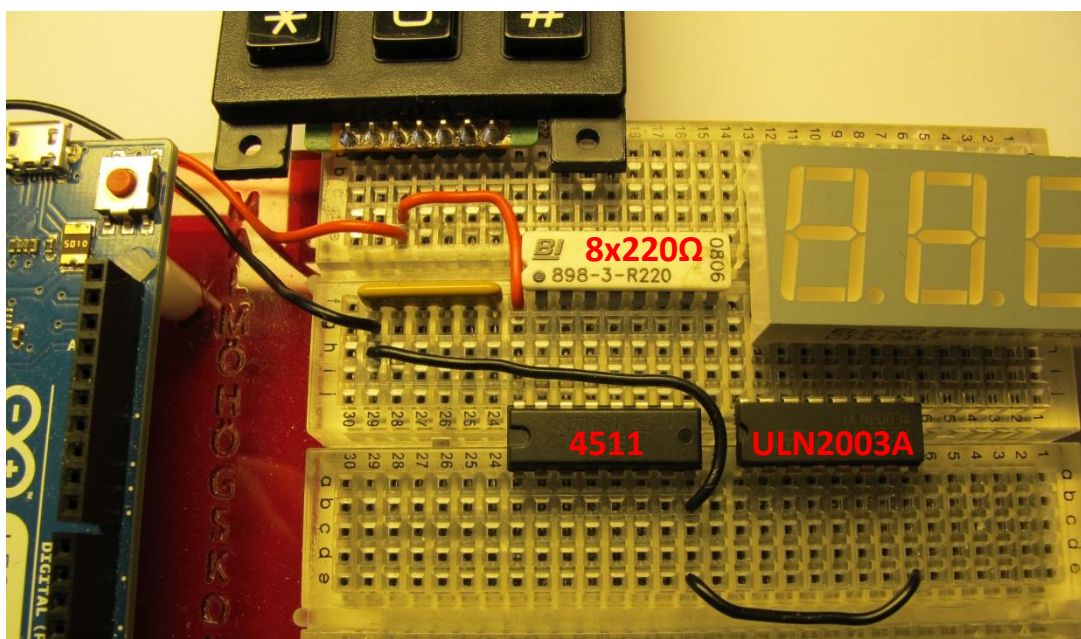
Laborationen ska bidra till en grundläggande förståelse för att:

- koppla en krets enligt kopplingsschema
- läsa datablad
- öva upp en god arbetsmetodik avseende problemlösning och felsökning
- arbeta med logiska och kombinatoriska kretsar

1.1 Utrustning

- 1st laborationsplatta med kopplingsdäck och Arduino Leonardo
- 1st multimeter (Fluke 45)
- laborationskablar
- krokodilklämmor
- kopplingstråd (entrådig)
- 1st tumhjulsomkopplare (BCD-kodad)
- 1st telefontangentbord
- 1st 7-segments LED-display (4 siffror)
- 1st SIL-kapsel $5 \times 10 \text{ k}\Omega$
- 1st DIL-kapsel $8 \times 220 \Omega$ (alt. $7 \times 220 \Omega$)
- 1st avkodare 4511 (BCD till 7-segment)
- 1st drivkrets ULN2003A

Utrymmet på kopplingsdäcket är lite begränsat för denna uppgift. Därför är det bra att planera hur man ska koppla upp kretsen. Börja med att placera ut komponenterna. Därefter är det god idé att koppla in spänningsmatning och jord till samtliga kretsar. Figur 2-2 hjälper er att komma igång.

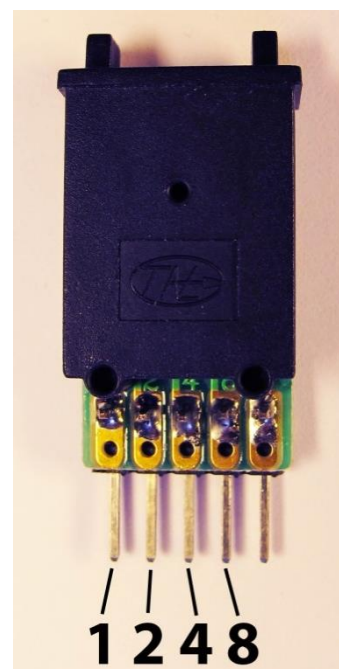


Figur 2-2: Placering av komponenter

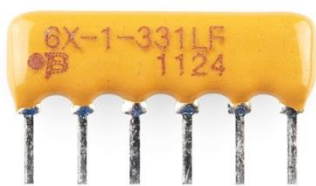
3 Delsystem 1: Tumhjulsomkopplare

3.1 Beskrivning av komponenter

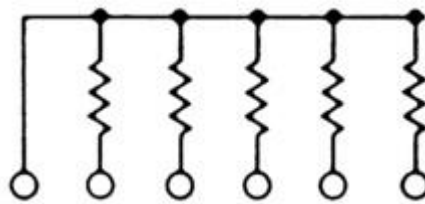
På tumhjulsomkopplaren kan man ställa in en siffra (0-9). Denna siffra BCD-kodas (*Binary Coded Decimal*), vilket kan avläsas på pinnarna (se Figur 3-1). Från vänster till höger är pinnarna märkta 1, 2, 4 och 8, vilket representerar vikterna i det binära talet. Dessa siffror kan vara svåra att läsa, men ni kan se dem precis ovanför lödningarna. Pinnen längst till höger är en gemensam pinne, som sammankopplas med nämnda pinnar beroende på vilken siffra som har ställts in. Av kretsschemat (Figur 2-1) framgår det att tumhjulsomkopplaren ska kopplas till resistorer, vilket tillsammans utgör en "pull-down"-koppling. Resistorerna som ska användas för detta ändamål är smidigt integrerade i en SIL-kapsel (*Single In Line*), se Figur 3-2. SIL-kapselns principiella konstruktion illustreras i Figur 3-3. Pinnen längst till vänster är gemensam för alla resistorer och urskiljs från de andra pinnarna med hjälp av en markering på kapseln, vilket i detta fall utgörs av en liten röd cirkel (se Figur 3-2).



Figur 3-1: Tumhjulsomkopplare



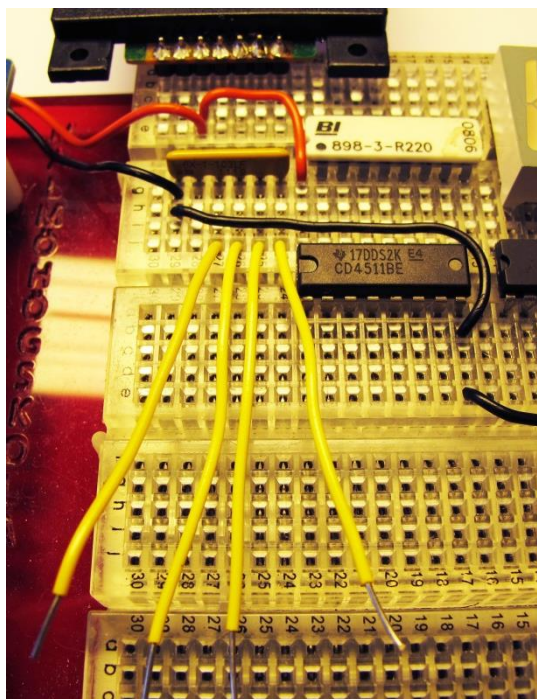
Figur 3-2: SIL-kapsel



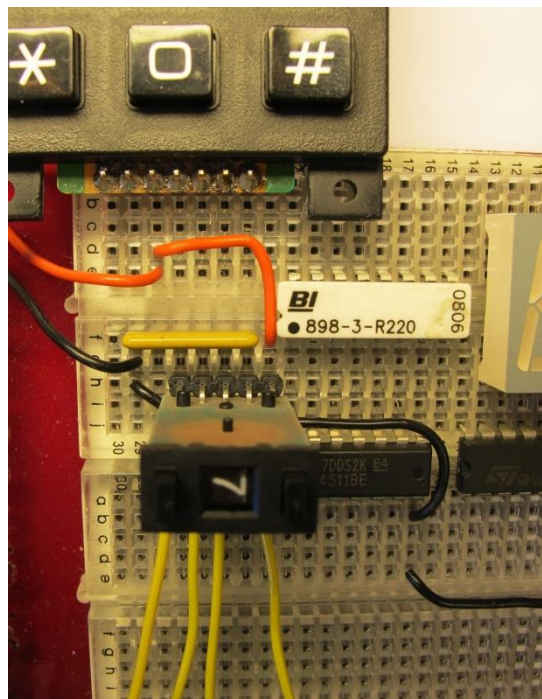
Figur 3-3: SIL-kapsel (principiell figur)

3.2 Inkoppling av komponenter

Förutsatt att SIL-kapseln redan är monterad, återstår det att ansluta tumhjulsomkopplaren. Men först kopplar vi in några kablar, se Figur 3-5. Kablarna behöver vara tillräckligt långa för att anslutas till avkodaren. Koppla sedan in tumhjulsomkopplaren, se Figur 3-4. Det är viktigt att hålla koll på kablarnas positioner, eftersom kablarna ska överföra spänningsnivåerna som utgör det binära talet.



Figur 3-5: Kablar för tumhjulsomkopplare



Figur 3-4: Tumhjulsomkopplare inkopplad

3.3 Test av delsystem

Nu ska ni testa att samtliga komponenter fungerar samt att ni har kopplat rätt. Syftet är att ni ska förvissa er om att tumhjulsomkopplarens decimala siffror representeras korrekt i binär form.

Uppgift 3.3.1 (redovisas i rapport)

Mät spänningsnivåerna på kablarna som är anslutna till tumhjulsomkopplaren, d.v.s. de pinnar som utgör det binära talet. Stega igenom varje siffra. Förslagsvis gör ni ett testprotokoll som redovisar resultatet. Ett testprotokoll kan exempelvis se ut som Tabell 3-1. Spänningsnivåer som motsvaras av logisk etta anges med "1" och logisk nolla anges med "0". Om något inte stämmer, då är det dags att börja felsöka.

Decimal siffra	8	4	2	1

Tabell 3-1: Testprotokoll för tumhjulsomkopplare

Uppgift 3.3.2 (redovisas i rapport)

Om vi antar att något inte fungerar som förväntat och ni därmed blir tvungna att granska er krets, hur går ni då tillväga? Redogör för hur ni kontrollerar att:

- tumhjulsomkopplaren är korrekt ansluten samt att den inte är trasig
- SIL-kapseln är korrekt ansluten samt att den inte är trasig

Uppgift 3.3.3 (redovisas i rapport)

Anta att SIL-kapseln saknar markering för gemensam ledare. Hur kan man då identifiera vilken sida denna ledare sitter på (vänster eller höger)?

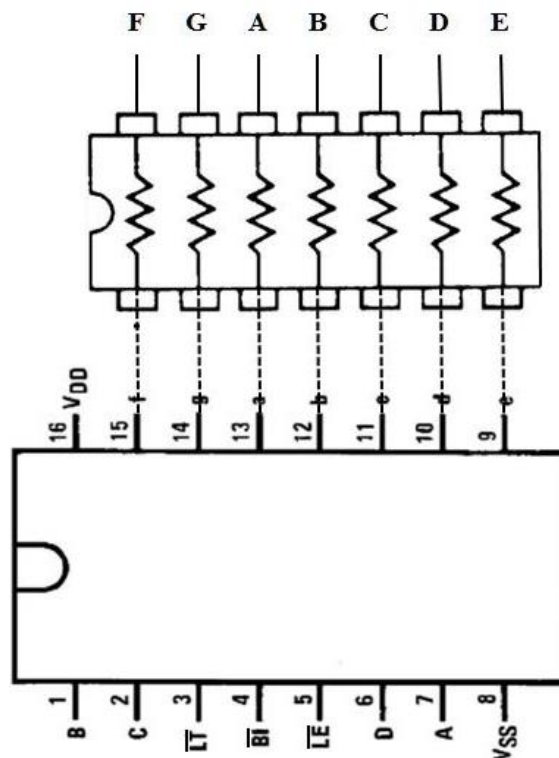
4 Delsystem 2: Avkodare

4.1 Beskrivning av komponenter

För att tumhjulsomkopplarens BCD-kod ska tolkas och sedan presenteras på LED-displayen, behövs en avkodare av typen 4511. Varje position på LED-displayen är indelad i sju olika segment (A-G) samt ett punkttecken, som var och en består av en lysdiod. Varje utgång på avkodaren ska kopplas ihop med ett motsvarande lysdiodssegment. Punkttecknet ska dock inte användas.

4.2 Inkoppling av komponenter

Precis som det nämndes tidigare, är det viktigt att hushålla med utrymmet på kopplingsdäcket. För att slippa dra kablar mellan avkodaren och resistorerna ska dessa placeras enligt Figur 4-1. Dessutom ska pinne 3 och 4 anslutas till 5 V (logisk etta). Pinne 5 ansluts till jord (logisk nolla). Anslut därefter tumhjulsomkopplarens pinnar till matchande pinnar på avkodaren.



Figur 4-1: Avkodare och resistorkapsel



4.3 Test av delsystem

Nu är det dags för att testa att avkodarkretsen fungerar. Genom att studera databladet för avkodaren och LED-displayen kan ni lista ut hur dessa är tänkt att fungera tillsammans. Med detta som stöd kan ni försäkra er om att avkodaren fungerar, samt att kretsarna är korrekt sammankopplade.

Uppgift 4.3.1 (redovisas i rapport)

Hur kan ni säkerställa att både avkodaren och resistorkapseln fungerar tillsammans med tumhjulsomkopplaren? Vad är er strategi för att kontrollera att funktionen är korrekt? Redovisa testresultatet. Beskriv även med egna ord hur avkodaren fungerar.

Uppgift 4.3.2 (redovisas i rapport)

Varför behöver man ansluta pinne 3, 4 och 5 på avkodaren? Vad har dessa pinnar för funktion? Vad betyder strecket över exempelvis LT (pinne 3)? Läs i databladet och testa gärna!

5 Delsystem 3: Avkodarkrets och LED-display

5.1 Beskrivning av komponenter

LED-displayen har fyra positioner för siffror. En siffra visas på en viss position när ström passerar genom lysdiodssegmenten. Förutom att respektive segment ska matas med spänning måste även en gemensam katod vara ansluten till jord.

5.2 Inkoppling av komponenter

Nu ska kretsen bestående av tumhjulsomkopplare, avkodare och resistorkapslar sammankopplas med LED-displayen. Koppla även in en kabel till jord som ni växelsvis ansluter till displayens katoder (D1-D4 i Figur 2-1). Denna kabel ansluts endast tillfälligt och ska kopplas bort vid inkoppling av delsystem 4. **OBS! Anslut inte mer än en katod i taget till jord! Annars finns det en risk att avkodaren går sönder!**

5.3 Test av delsystem

Uppgift 5.3.1 (redovisas i rapport)

Beskriv er metod för att testa att även LED-displayen fungerar. Redovisa även testresultatet.

Uppgift 5.3.2 (redovisas i rapport)

Avkodaren kan som sagt gå sönder om man försöker tända siffror på fler än en position. Detta beror på att avkodarens utgångar inte tål speciellt hög belastning. Men hur mycket klarar varje utgång? Kolla upp detta i databladet!

Uppgift 5.3.3 (redovisas i rapport)

Se till att en siffra lyser på endast en position på LED-displayen. Hur mycket ström belastas en utgång (på avkodaren) med om motsvarande segment på LED-displayen lyser? Mät strömmen.

Uppgift 5.3.4 (redovisas i rapport)

Nu när ni känner till belastningen för en utgång, kan ni också räkna ut hur många positioner på LED-displayen som kan belastas en utgång samtidigt. Hur många positioner på LED-displayen kan visas



samtidigt? Redovisa ert svar med beräkningar och hänvisning till grundläggande teori om Kirchoffs lagar.

6 Delsystem 4: Telefontangentbord och drivkrets

6.1 Beskrivning av komponenter

Med hjälp av telefontangentbordet ska man kunna visa aktuell siffra på LED-displayens olika positioner. Drivkretsen (ULN2003A) fungerar som en strömställare och därmed är detta en tillämpning där en transistor används som en switch.

6.2 Inkoppling av komponenter

Koppla telefontangentbordet och drivkretsen tillsammans med den hittills uppkopplade kretsen.

6.3 Test av delsystem

Nu är det dags att kontrollera att den fullständiga kretsen fungerar. Om ni har genomfört tidigare moment grundligt så kommer antagligen detta moment klaras av ganska snabbt.

Uppgift 6.3.1 (redovisas i rapport)

Beskriv er metod för att säkerställa att kretsen fungerar tillsammans med de senast inkopplade komponenterna. Redogör även för funktionen hos telefontangentbordet och drivkretsen.

Uppgift 6.3.2 (redovisas 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 detta? Om ni stötte på problem, hur löste ni i så fall dem?