

ET 12

Framställning av kretskort

MÅLSÄTTNING.

Du framställer ett kretskort utgående från ett kopparlaminat belagt med fotoresist. Avsikten är att lära sig tekniken för exponering, framkallning och etsning av kretskort samt slutligen lödning av komponenterna på kortet.

FÖRBEREDELSE.

Du skall ha läst igenom hela lab-PM:et och svarat på de hemuppgifter som finns i början.

Namn.....Kurs

Utförd den.....Handledare.....

Godkänd den.....av.....

Inledning.

Vi ska i den här laborationen framställa ett kretskort. Framställningen av ett kretskort består (oftast) av följande delmoment:

- 1) Framtagning av exponeringsmasken.
- 2) Exponering av filmen.
- 3) Framkallning av filmen.
- 4) Etsning.
- 5) Borrning av komponenthål.
- 6) Lödning av komponenter.

1) Framtagning av exponeringsmasken.

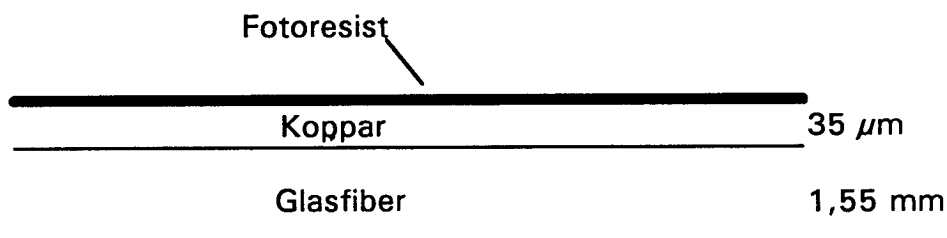
Exponeringsmasken läggs ovanpå kopparlaminatets filmbelagda yta. Masken ska vara svart där man vill ha en ledning och genomskinlig i övrigt. Ett vanligt sätt att göra masken idag är att rita masken i ett ritprogram på PC eller MAC och sedan göra en laserutskrift på masken. Laserutskriften kopieras sedan över på en overheadfilm som sedan kommer att utgöra själva masken.

Professionella konstruktörer använder ett s.k. CAD-program som utgående från konstruktörens ritning själv ger ett förslag på exponeringsmask. Exempel på sådana CAD-program är OrCAD och TANGO.

I den här labben kommer du inte att ta fram masken själv utan labbhandledaren tillhandahåller masken.

2) Exponering av filmen. (Solglasögon på.)

Det kretskort vi ska framställa består av glasfiber belagt med koppar och en positiv fotoresist, se figuren nedan.



Masken läggs direkt ovanpå fotoresisten. (OBS! Det finns två sätt att vända filmen. Vänd den rätt!) Därefter ska det resistbelagda laminatet exponeras av en UV-lampa speciellt avsedd för ändamålet. (En sollampa är t.ex. inte att rekommendera p.g.a att den har ett annat våglängsmaximum än det som fotoresisten är avsedd för.)

Exponeringstiden beror på exponeringsavståndet. Det är också vanligt att man lägger

en glasskiva över filmen för att hålla den på plats och för att masken ska ligga an ordentligt mot fotoresisten. Detta påverkar också exponeringstiden. Med en glasskiva över masken och ett exponeringsavstånd på ca en halv meter, bör exponeringstiden vara ca 4-5 minuter.

OBS! Titta inte in i UV-lampan under exponeringen. Ljuset kan var skadligt för ögonen!

c) Framkallning av filmen. (Solglasögon av, Skyddshandskar på!)

Framkallare för fotoresist finns att köpa i pulverform (NaOH) och löses bara i vatten. (Följ anvisningarna på förpackningen.) Lagg ner ditt exponerade kort i framkallningsvätskan och vicka skålen försiktigt fram och tillbaks så att vätska sköljer över filmen. De områden som masken täckt över ska då framträda i klara svarta mönster. Framkallningen tar ca 2 minuter. Skölj kortet noggrant under kallt vatten efter framkallningen.

d) Etsning. (Behåll handskarna på!)

Ett vanligt etsmedel är natriumpersulfat. Det finns att köpa i pulver form och ska lösas i kokande vatten. I den här labben använder vi ett starkare (hemmagjort) etsmedel. Ingredienserna är 1 del salpetersyra, 1 del väteperklorat och 4 delar vatten. **OBS! Detta är mycket starkt frätande vätskor. Använd skydds handskar under etsningen och utför etsningen i dragskåp.**

Du får inte blanda syrorna själv. Har assistenten inte redan gjort detta så be honom/henne att göra det. (Kommer du ihåg SIV-regeln från gymnasie kemin?)

Fördelen med vårt eget etsrecept är att det inte är beroende av etsbadets temperatur, vilket natriumpersulfatet är. En nackdel är att väteperklorat är en vätska som "åldras". Den bryts ner och koncentrationen minskar om den får stå länge. Efter ett par månader kan etstiden ha fördubblats.

Har man en färsk väteperklorat och blandar enligt receptet ovan så får man en mycket aggressiv blandning som är ypperlig för att etsa koppar laminat med. Etstiden beror på hur färsk väteperkloraten är och hur mycket koppar som ska etsas bort. Ett par, tre kanske upp till fem minuter brukar det ta.

Lagg ner ditt kort i etsbadet (i dragskåpet) och vicka skålen på samma sätt som du gjorde vid framkallningen. Använd en plastpincett för att ta upp kortet när etsningen är klar. Skölj kortet under kallt vatten och låt det sedan torka. Har du tillgång till en hårtork kan du skynda på torkningen med hjälp av den.

När kortet torkat tar du lite stålull och putsar kortet så att det blir slätt.

Allra sist sprayar du kortet med skyddslack. Låt sedan lacken torka ordentligt innan du börjar borra.

e) Borring av komponenthål.

Innan du borrar kortet måste du göra borrarvisningar på kortet annars kommer borsten att slinta. Man säger att man "tjörnar" kortet.

Ta ett tjörnverktyg och en hammare och gör borrarvisningen för komponent benen. Borra sedan hålen med en 0.7-0.9 mm borr.

OBS! Borra inte förrän du är säker på att lacken torkat! Annars fastnar borrarspånen i lacken.

f) Lödning av komponenterna.

De komponenter du ska löda på är resistorer, kondensatorer, dioder, IC-kretsar, lysdioder, en transistor och en tryckkontakt. Man börjar med de komponenter som är minst, dvs de som har lägst höjd över kretskortets yta och slutar med de som är störst. På vårt kort börjar vi med byglarna och dioderna och sist löder vi dit C2. Alla komponenter ska tryckas i så långt ner som möjligt mot kortets yta.

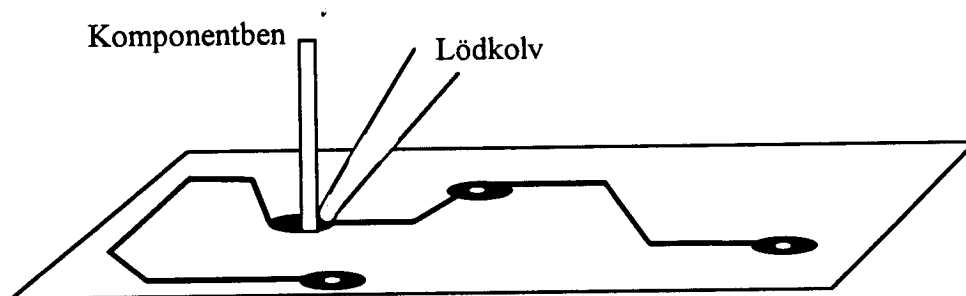
Om du är van vid att löda så löder du bara på komponenterna som vanligt. Längst bak i labb-PM finns ett appendix som heter "Komponentplacering", som visar hur var komponenterna ska sitta på kortet.

Innan du börjar löda så tänk på följande: Vissa (de flesta?) komponenter måste lödas åt ett visst håll, dvs det spelar roll hur du vänder komponenten på kortet. Tänk på detta så att du vänder komponenterna åt rätt håll. Detta gäller t.ex. dioder, lysdioder, IC-kretsar och elektrolyt kondensatorer, men inte resistorer och vanliga kondensatorer.

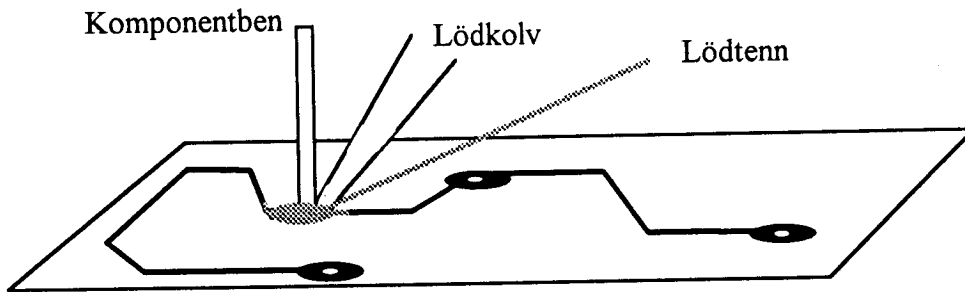
Följ anvisningarna i appendix C.

Om du inte är van vid att löda så kommer här en kort beskrivning av löd tekniken:

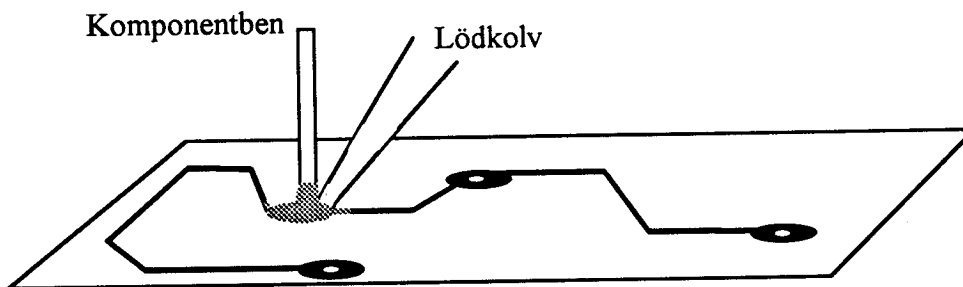
1) Håll lödkolvens spets så att den samtidigt värmer både komponentens ben och den "lödö" som den ska lödas fast på:



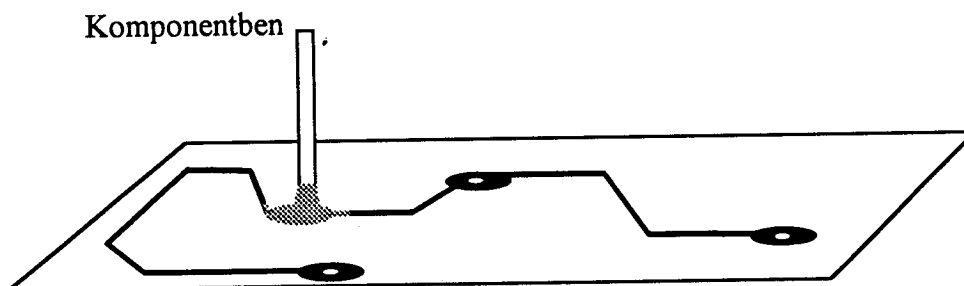
2) Håll kvar lödspetsen och för ner lödtennet mot kolvspetsen nära ytan så så att tennet rinner ut över både komponent benet och koppar ön, se figuren på nästa sida:



3) Håll kvar lödkolven ett par sekunder efter att du tagit bort tenstråden från lödspetsen. Ta inte bort kolven förrän tennet "flyter ut" på kopparen, annars är risken s.k. "kallödning" stor. Vid en kallödning är risken stor för att det är dålig kontakt i koppar-tenn-komponent kedjan, eller att det senare uppstår kontaktproblem.



4) Ta bort lödkolven och vänta tills tennet stelnat. Klipp sedan av komponent benet så nära kortet som möjligt med en avbitartång.



Obs! När man löder t.ex. IC-kretsar på ett kretskort så värmer man upp IC-kretsen medan man håller kolven mot dess ben. Håller man kolven för länge kan kretsen bli för

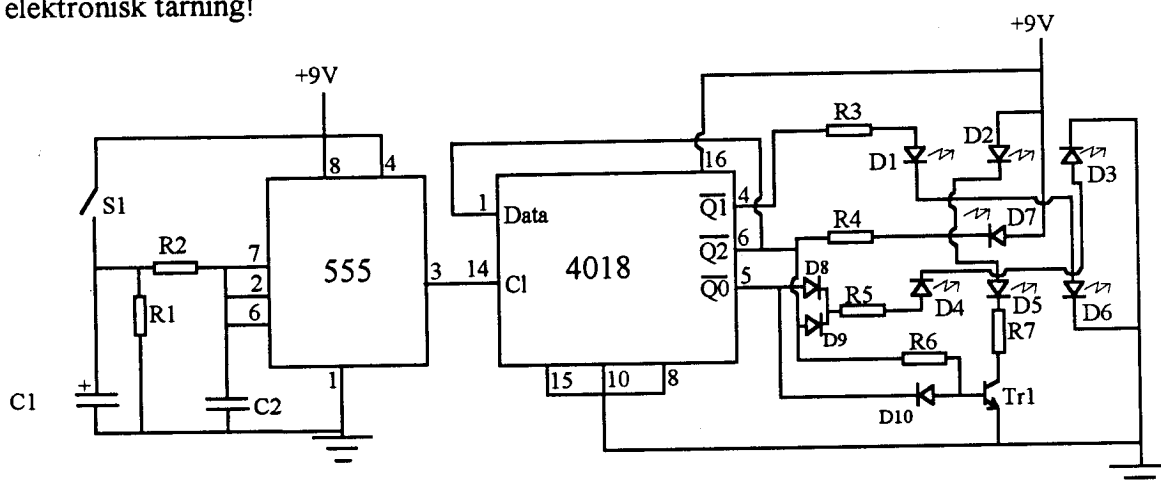
varm och förstöras. En van lödare försöker att löda IC-benen så snabbt som möjligt för att inte värma upp kretsen onödigt mycket.

Har man aldrig lätt tidigare så kan det vara en bra ide att istället för att löda fast kretsen direkt på kortet så löder man först fast en IC-socket som man sedan kan trycka fast kretsen i.

Lycka till med lödningen.

En Elektronisk tärning!

Du har säkert frågat dig vad det är för något som du har tillverkat. Svaret är: En elektronisk tärning!



Studera kretsschemat ovan. Den vänstra delen består av en oscillatorkoppling med en 555:a. I "normal tillståndet" kommer inga pulser ut på utgången pinne 3. När tryckknappen S1 trycks ner börjar oscilatorn att ge pulser ut på pinne 3 (med en frekvens som bestäms av RC-konstanten av $0.47\mu\text{F}$ kondensatorn och det ena av 68k -motstånden). Kopplingen kallas för en VCO-koppling (Voltage Controlled Oscillator). När tryckknappen släpps upp fortsätter VCO:n att oscillera men med en avtagande frekvens som beror på att $100\mu\text{F}$ kondensatorn långsamt laddas ur och därmed minskar spänningen till VCO:n.

Den mittersta delen av schemat utgörs av en 4018-krets som är ett skift register vars klock ingång styrs av VCO:n. Utgång Q2 återkopplas till data ingången. Om skiftregistrets utgångar från början är nollställda kommer utgångarna Q0, Q1 och Q2 (inverserna!) att anta följande värden i tur och ordning:

1 1 1
0 1 1
0 0 1
0 0 0
1 0 0
1 1 0
1 1 1
osv.

Skiftregistret består av ett antal seriekopplade D-vippor och observera att det är D-vippornas inverterade utgångar som används här.

Den högra delen av kopplingen utgörs av framför allt av sju stycken lysdioder som representerar vår tärning. Dessa är kopplade till utgångarna på skiftregistret på ett sådant sätt att de bara kan tändas i i något av de sex ögonmönster som finns på en vanlig tärning. Övertyga dig själv om att tärningen kommer att räkna i följande ordning:

1 3 5 6 4 2 1 3 5 6 4 2 1 3 5 6 4 2

Har du kopplat allt rätt har du nu en tärning som du "slår" genom att trycka på tryckknappen. När du släpper upp knappen kommer tärningen att fortsätta rulla ett par sekunder innan den stannar.

Appendix A. Fotomasken.

Appendix B. Komponentförteckning.

De artikelnummer som anges är ELTEMA:s artikelnummer. Jag har också tagit med priserna så att du kan se vad det kostar om du funderar på att utveckla dina elektronikkunskaper till en hobby. (Naturligtvis finns andra leverantörer som kanske, kanske inte är billigare.) Priserna gäller styck priser i februari 1994.

Tryckknapp, S1	1 st	35-663-38	15:15	15:15
Motstånd 68k, R1-R2	2 st	60-107-14	1:00	2:00
Motstånd 560, R5&R7	2 st	60-104-66	1:00	2:00
Motstånd 1k, R3	1 st	60-104-90	1:00	1:00
Motstånd 1.5k, R4	1 st	60-105-16	1:00	1:00
Motstånd 33k, R6	1 st	60-106-72	1:00	1:00
Kondensator, C1 100 μ	1 st	67-027-08	2:00	2:00
Kondensator, C2 0.47 μ	1 st	65-227-67	3:95	3:95
Diod, D8-D10 1N4148	3 st	70-005-57	0:65	1:95
Lysdiod, D1-D7 3mm röd	7 st	75-019-01	6:00	42:00
Transistor, Tr1 BC549C	1 st	71-039-55	1:85	1:85
IC1: 555	1 st	73-041-40	4:80	4:80
IC2: 4018	1 st	73-675-50	6:70	6:70
Batterikontakt	1 st	42-042-02	1:70	1:70
Summa:				87:10

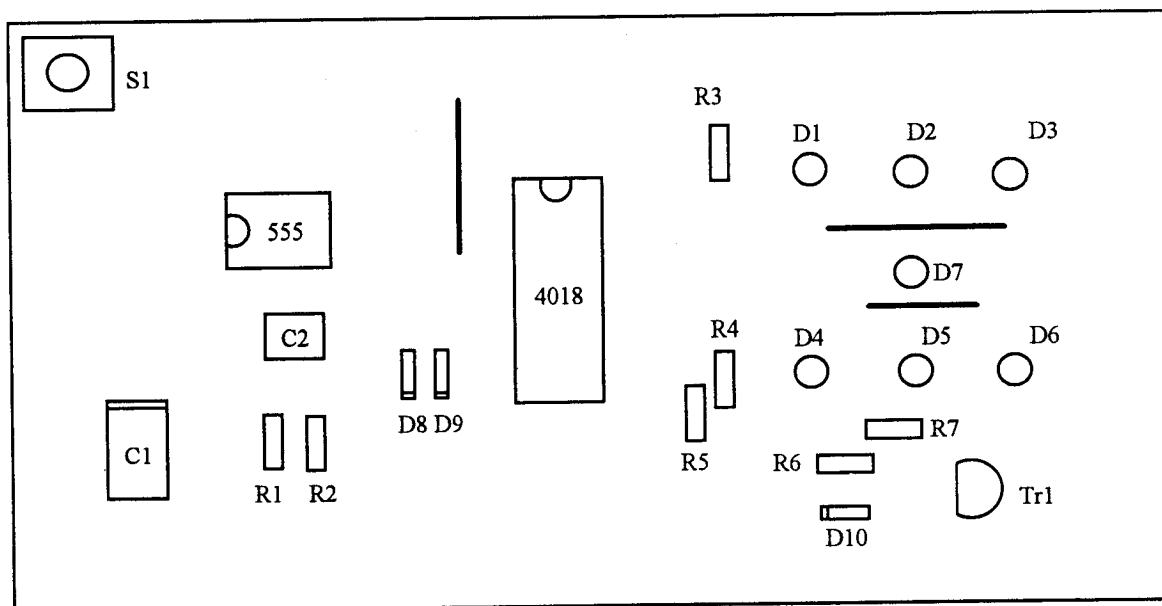
Dessutom behövs en bit kopparlaminat med fotoresist, 75x45 mm. Dessa säljs i standardstorleken 100x100 mm (49-570-07) och kostar 9:15.

Hela kalaset kostar alltså ca 100 kronor **plus moms**. Det går säkert att hitta alternativa krestar som är billigare. T. ex. är lysdioderna som jag valt här ganska dyra eftersom jag valt en som är relativt ljusstark för att få en tärning som är lättare att avläsa. Mindre ljusstarka dioder kostar kanske bara hälften.

Två tips för plånboken:

- 1) Ofta har leverantörerna kraftiga rabatter om du köper t.ex. 10 stycken. Det kan faktiskt i vissa fall vara billigare att köpa 10 stycken komponenter än att köpa åtta!
- 2) Vissa komponenter utgår med jämna mellanrum ur ELFA:s sortiment. Då reas de ut till rena "Galne Gunnar" - priserna!

Appendix C. Komponentplacering.



Löd komponenterna i följande ordning:

- 1) Byglarna. Så kallas de trådar som man tvingas dra på ovansidan av kortet. ("Jumpers" är ett annat vanligt namn.) Dessa får du själv mäta upp och skala av så att de passar på kortet.
- 2) Dioderna D8-D10. Observera hur de vänds!
- 3) Motstånden. Placera rätt motstånd på rätt plats. Är du osäker på vilket värde de har kan du mäta upp dess resistans med ett universalinstrument. (Om du inte kan färgkoderna utantill, förstås!)
- 4) IC-kretsarna. Vänd dem åt rätt håll som figuren visar.
- 5) Lysdioderna. Deras orientering framgår inte av figuren ovan. För det första: Lysdiodens anod ben är längre än katodbenet. Alla lysdioders anodben ska vändas åt **vänster** i figuren, **utom D7** vars anodben ska vändas åt höger!
- 6) Tryckkontakten. Mät med en ohmmeter så att du vet vilka ben som är slutande vid nedtryckning. De ben som är slutande vid nedtryckning ska lödas fast så att de har kontakt med C1 respektive 555:an.
- 7) Transistorn. Vänds enligt figuren.
- 8) Kondensatorerna. C1 är en elektrolytkondensator och måste vändas rätt. Dess katod är i figuren betecknad med ett svart streck. Detta svarta streck återfinns också på den verkliga kondensatorn. (Alternativt är katoden utmärkt med ett "-" tecken. C2 är inte beroende av orienteringen.

9) Slutligen löder du på baterihållaren. Den röda tråden ska vara överst i figuren och den svarta underst.