

# Allt om **Elektronik**

Sveriges största specialtidning för tillämpad elektronik



**Elektronisk  
tärning för  
rollspel**



**Aktivt högtalar-  
system**

**Rörbaserade  
delningsfilter**

**Rättskrämmare**

**Ytmonterade  
komponenter?  
Ingen panik!**



## **INTELLIGENT VÄGGKONTAKT**

styr nätapparater  
din mobiltelefon



INTERPRESS 0173-01



7 388017 307507

RETURVECKA 16

**Chefredaktör och  
ansvarig utgivare**  
Bill Cedrum

**Redaktionen**  
Box 178  
444 22 Stenungsund  
Besöksadress  
Kristinedal 40  
444 47 Stenungsund

**Redaktionssekreterare**  
Asta Russell

**Utgivare**  
Electronic Press AB  
Box 178  
444 22 Stenungsund  
Tel: 0303-77 04 90  
Fax: 0303-77 04 90  
E-mail: red@alltomelektronik.com  
http://www.alltomelektronik.com

**Prenumerationer 2003**  
PressData AB  
Tel: 08-799 63 25  
Fax: 08-98 45 72  
Helår (11 nummer) 485:-  
Halvår (6 nummer) 285:-  
2 år (22 nummer) 875:-  
Norge helår 420:- NOK + porto  
Norge halvår 255:- NOK + porto  
Norge 2 år 755:- NOK + porto

**Annonser**  
Allt om Elektronik  
Annonsavdelningen  
Box 178  
444 22 Stenungsund  
Tel: 0303-77 04 90  
Fax: 0303-77 04 90  
E-mail: annons@alltomelektronik.com

**Tryck**  
NDB Brouwer Rotatie  
At Delft, the Nederlands 2003

ISSN 0280-8765

Samtliga artiklar, fotografier, krets-kortslayouter och annat är copyright-skyddat och får endast återges efter utgivarens skriftliga tillstånd. Detta gäller även delar av materialet. Allt om Elektronik har, så långt som är möjligt, kontrollerat samtliga byggprojekt. Dock tar vi inget ansvar för fel som ligger utanför vår kontroll. Ej heller tar vi ansvar för byggen som våra läsare utför.

**Copyright:** Segment B.V.  
(Beek, the Nederlands) 2003  
P.O. Box 75  
6190 AB Beek (L), The Nederlands

## BYGGPROJEKT

### SMS-styrda väggkontakter

Med hjälp av ett enkelt SMS-meddelande från din mobiltelefon kan du koppla till och från två nätanslutna apparater oberoende av



varandra, eller att få dem att göra det vid programmerade tider.

24

### Aktivt högtalarsystem (I)

Även om de är avsedda att användas med en PC så kan dessa högtalare i princip användas i vilket annat 'medium-fi' system som helst. Då det universella delningsfiltret kan justeras efter egna önskemål är du inte bunden att använda de högtalarelement och den låda som vi visar här. En tillhörande subwoofer håller på att utvecklas och kommer att publiceras i ett kommande nummer.



12

## Råttskrämmare

Möss, råttor och andra gnagare är många gånger ett stort irritations-moment när de interagerar med mänskliga aktiviteter. De både luktar och låter illa och deras skarpa tänder kan ställa till med all slags elände när det gäller sopsäckar, slangar, elektriska kablar (även i bilar), för att inte tala om när de kommer in i ett kök.

Lämpliga åtgärder är därför helt i sin ordning och här kan elektroniken visa sig vara ovärderlig.

18

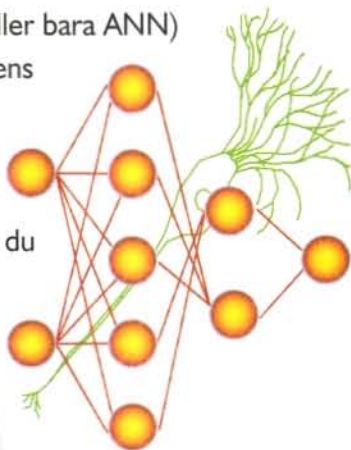


## INFORMATIVA ARTIKLAR

### Praktiska Neurala Nät

Artificiella Neurala Nät (Neurala Nät eller bara ANN) är en populär form av Artificiell Intelligens (AI). De baseras på hjärnans funktion och många forskare tror att de är vårt bästa hopp när det gäller att uppnå sann intelligens i en maskin. Om du gillar TV-serien Star trek så vet du att Mr Data har en Neural Nätthjärna på samma sätt som roboten har det i 'Terminator' filmerna.

32



### SMD? Ingen panik!

Om ytmonteringskomponenter (SMD) gör dig panikslagen så tipsar vi i denna artikel om metoder och vilka verktyg du behöver (och inte behöver) för att kunna arbeta i detta Lilliputland.

60

## Byggprojekt

- 6 Tärning för RPG  
*Elektronik för alla rollspelsälskare*
- 12 Aktivt högtalarsystem (I)  
*Egentligen för PC, men kan användas även i andra system*
- 18 Råttskrämmare  
*Bara skrämma, inte döda*
- 24 SMS-styrda väggkontakter  
*Sätt på potatisen med ett SMS från mobilen*
- 40 Övervakare för batterispänning
- 54 Rörbaserade delningsfilter  
*Aktiva filter med rör*

## Informativa artiklar

- 32 Praktiska neurala nät (I)
- 38 Elektronik On-line  
*Kan man lita på batterier?*
- 42 USB-interfacet under Linux
- 44 Små DC-DC omvandlare
- 50 Diagnosadapter för fordon  
*Vi tittar på mjukvaran*
- 60 Ytmonterade komponenter  
*Ingen panik, vi visar hur du använder dem och vilka verktyg du behöver*

## Ovrigt

- 64 Läsarservice
- 66 Nästa nummer

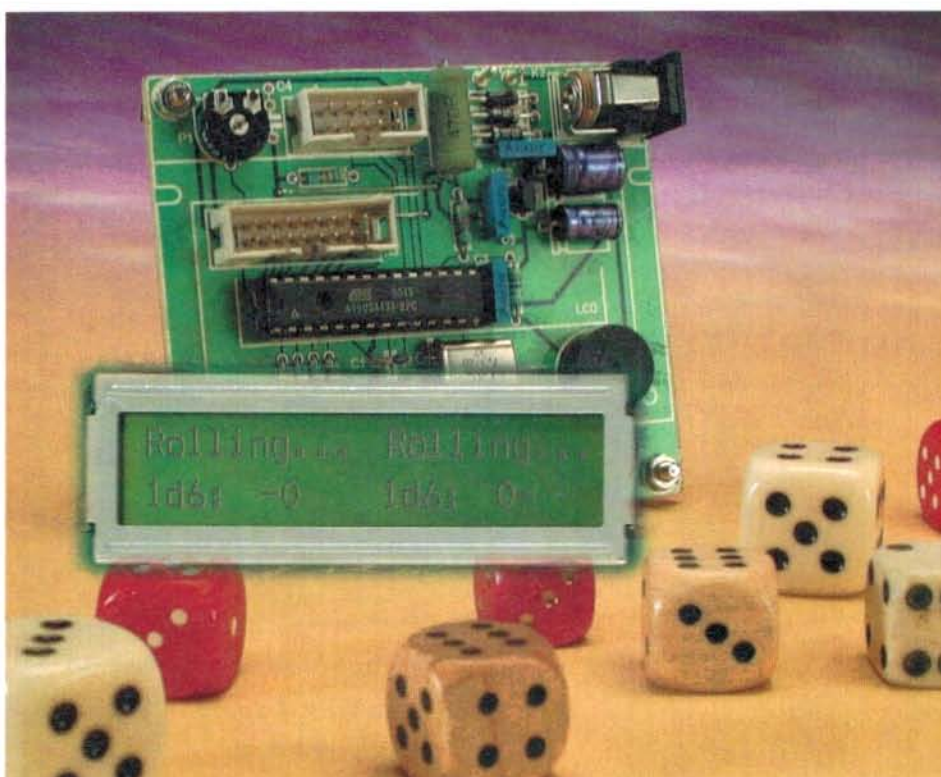
# Elektronisk tärning för rollspel

för RPG

Design av E. Eugeni

[bitlab@tin.it](mailto:bitlab@tin.it)

Role Playing Games (RPG), eller rollspel på svenska, är händelse-drivna och kräver flera olika slags tärningar, inklusive varianter som du aldrig har sett förut. Denna mikrobaserade krets kan generera alla dessa och borde glädja alla rollspelare.



Om du kastar en tärning på ett bord och låter den rulla under en sekund eller två, så förväntar du dig att den slumpartat skall visa ett tal mellan ett och sex. Detta speciella område bestäms av tärningens fysiska utseende, som i sin klassiska form är en kub. Om du kastar två eller flera tärningar får du ett större antal

tal (ett större område) med en motsvarande minskning av chanserna att erhålla ett visst värde.

En elektronisk version av, till exempel, en handfull tärningar kräver en krets som uppvisar en relativt hygglig grad av slumpmässighet.

## Rollspel

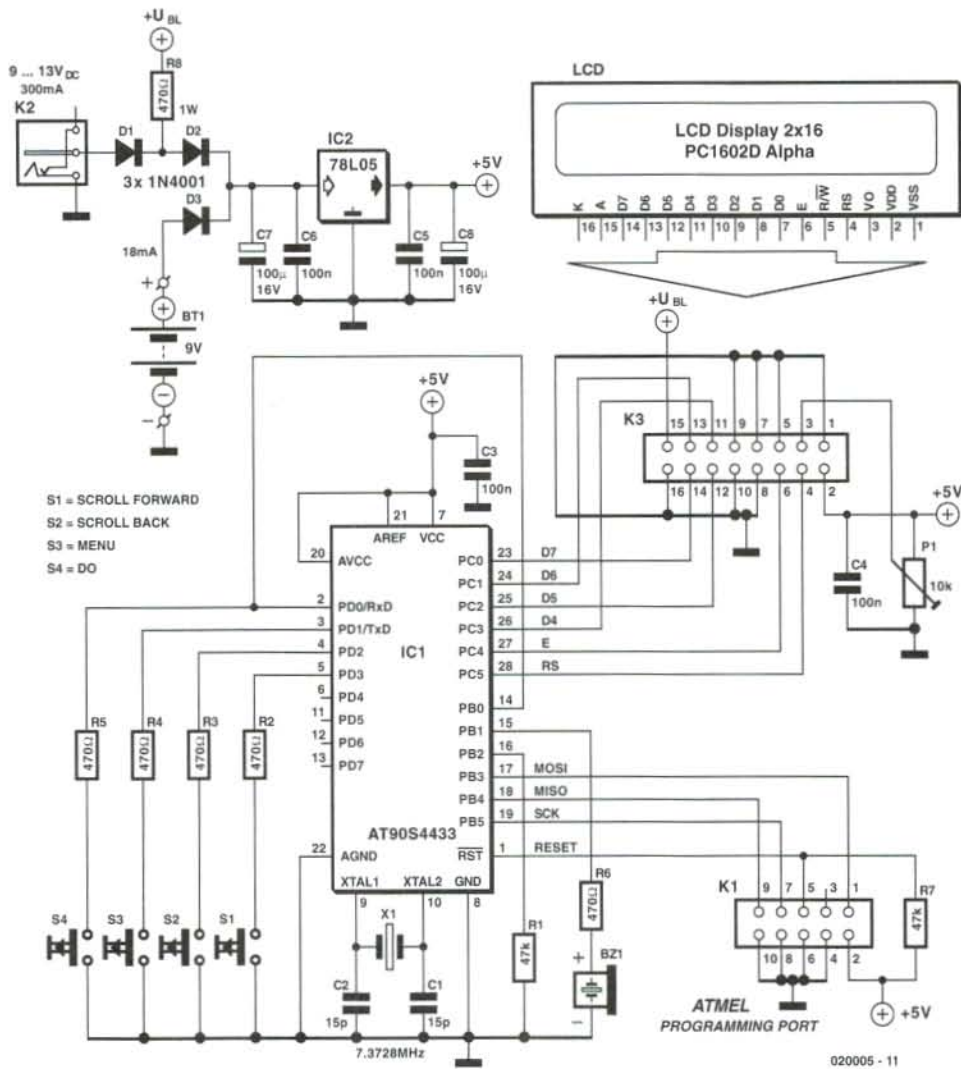
Rollspel, eller RPG, kräver något som ligger långt ifrån den klassiska kubformade tärningen eftersom dessa är händelse-drivna och den simulerade aktionen går från en enkel slantsingling (när spelarna skall välja mellan ja eller nej, sant eller falskt, svart eller vitt etc.) ända upp till full utvärdering av en 0 till 100% sannolikhet, vilket utförs genom att kasta en tärning med 100 triangelformade, numrerade sidor. Mellan dessa ytterligheter använder RPG tärningar med 8, 10, 20 och även 3 sidor. Det finns självklart inte några sådana tärningar utan i stället används en vanlig kub där varje tal (1, 2 och 3) är tryckt, målat eller etsat på två av de sex sidorna. Förbluffad? Aldrig hört talas om RPG? Ta då en titt på dessa websidor:

[www.webrpg.com](http://www.webrpg.com)

[www.rpgghost.com](http://www.rpgghost.com)

[www.rpg.net](http://www.rpg.net)

Vilken typ av tärning som används i ett RPG bestäms av spelledaren (Game Master). Han/hon kan bestämma att använda allihop, eller bara 6- eller 10-tärningarna där 100 uppnås genom att kasta 10 två gånger. Men,



Figur 1. Kretsschemat över RPG-tärningen. All intelligens finns i Flashmikrokontrollern IC1.

med maximen *melius abundare quam deficere* i åtanke ('bättre för mycket än inte tillräckligt'), så bär de erfarna RPG-spelarna alltid med sig en liten påse med något dussin tärningar bara för att vara på den säkra sidan. I den följande texten hittar du en helelektronisk motsvarighet till en sådan påse.

### Kretsbeskrivning

Kretsschemat för RPG-tärningen finner du i figur 1. Detta är en klassisk applikation av en Atmel AT90 programmerbar Flashmikrokontroller som omges av ingångskomponenter (switcharna S1-S4), utgångskomponenter (summern BZ1 och en LCD) samt en strömförsörjning (IC2). Om vi bara skulle visa dig detta kretsschema så skulle du knappast kunna avgöra om det var en startkrets för en

rymdraket eller en äggklocka! Naturligtvis beror funktionaliteten på den programvara som bränts in i AT90-chipet.

Kretsen har möjlighet till så kallad in-circuit programmering av Flashchipet via kontakten K1. Hur detta kan göras kommer vi att beskriva i en artikel som publiceras senare i år om Atmel ISP (in-system programming). Kretsen kan matas från antingen ett 9-V batteri eller en liten nätadapter som lämnar mellan 6 och 9 volt vid ca 300 mA. Eftersom den belastar batteriet ganska mycket kommer bakgrundsbelysningen på LCD-n (om det finns någon) endast att fungera om kretsen matas från en nätadapter. Batteriet kan vara inkopplat när nätadaptern används. Motståndet R8 behöver eventuellt modifieras så att det passar bakgrundsbelysningen hos den LCD som du använder.

Strömförbrukningen hos endast LCD-n ligger runt 18 mA, men denna stiger betydligt när bakgrundsbelysning används. Det visade värdet för R8 ger en ström på ungefär 10 mA i kretsen för bakgrundsbelysningen. Du kan behöva ändra detta till ett mer realistiskt värde (mellan 47 Ω och 82 Ω) för att få en bra nivå på bakgrundsbelysningen.

I dag finns det ett stort urval av LCD från olika tillverkare, nya, begagnade, från utförsäljningar osv. Här har vi använt den mycket vanliga typen med två rader och 16 tecken per rad (2x16).

Tyvärr, trots alla ansträngningar som gjorts, så finns det ingen standardisering mellan tillverkarna när det gäller den 16-poliga kontakten på dessa komponenter och det är därför som kretsen för vår RPG-tärning har en stiftlist som LCD-n kopplas till via en kort bit flatkabel. Stift 1 på denna stiftlist går till stift 1 på LCD-n stift 2 till stift 2 osv. Samma brist på standardisering gäller också de hål som man fäster LCD-n med och därför

finns det inte heller några hål för LCD-n på kretskortet.

Det är inte alla LCD med inbyggd bakgrundsbelysning som har lamp (eller LED) anslutningarna på stiften 15 och 16 såsom visas i vårt kretsschema. I vissa fall hittar man dessa anslutningar någon annanstans på LCD-modulen och de två kopplingstrådarna måste då dras en annan väg. Om du är tveksam så leta på Internet efter ett datablad för din LCD.

Med trimpotentiometern P1 kan du ställa in kontrasten på LCD-n. Om du bara ser svarta fyrkanter, eller ingenting alls, så vrid då på P1 tills du ser texten. Om du inte gör detta så har du något problem med mjukvaran eller hårdvaran.

## Själva bygget

Att bygga RPG-tärningen borde inte vara något problem eftersom det finns ett högklassigt kretskort att köpa från oss. Kortet visas i figur 2 tillsammans med komponentlistan.

Det finns ingenting särskilt att nämna när det gäller bygget, utom att vi rekommenderar IC-

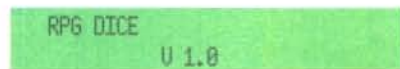
hållare för mikrokontrollern och att de elektriska anslutningarna i tryckknapparna kollas innan du monterar dessa (fyrkantiga) komponenter på kortet. Med andra ord: hitta omkopplaren i komponenten och se till att denna går till rätta lödplättar. Funktionen hos varje omkopplare visas i kretsschemat.

Slutligen, du behöver inte ansluta någonting till Atmels programmeringsport om du använder den programmerade mikrokontroller som finns att köpa från oss.

- S4 DO (dvs utför)
- S3 MENU
- S2 SCROLL BACK / '-' (minus)
- S1 SCROLL FORW / '+' (plus)

Vid uppstart visar kretsen ett välkomstmeddelande under några sekunder, går sedan in på MENU-sidan och det förvalda värdet är Roll Dice (kasta tärning)

Välkomstmeddelandet är:



och det åtföljs av tre korta pip från summern. MENU-sidan är indelad i två rader, den övre är statisk och visar bara texten 'MENU'. Den undre är variabel och visar aktuellt mod.

## Praktisk användning

Beteckningarna för de fyra knapparna är som följer: (från vänster till höger på kretskortet):

## KOMPONENTLISTA

### Motstånd:

- R1, R7 = 47k $\Omega$
- R2-R6 = 470 $\Omega$
- R8 = 470 $\Omega$  1W (se text)
- P1 = 10k $\Omega$  trimpot

### Kondensatorer:

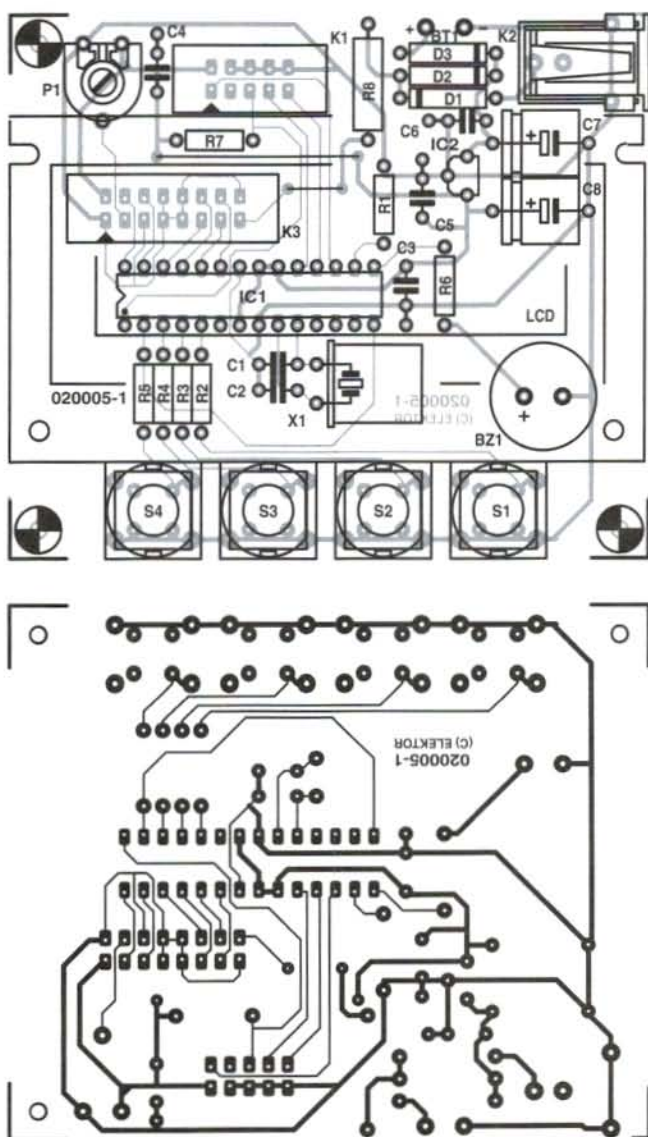
- C1, C2 = 15pF
- C3-C6 = 100nF
- C7, C8 = 100 $\mu$ F 16V

### Halvledare:

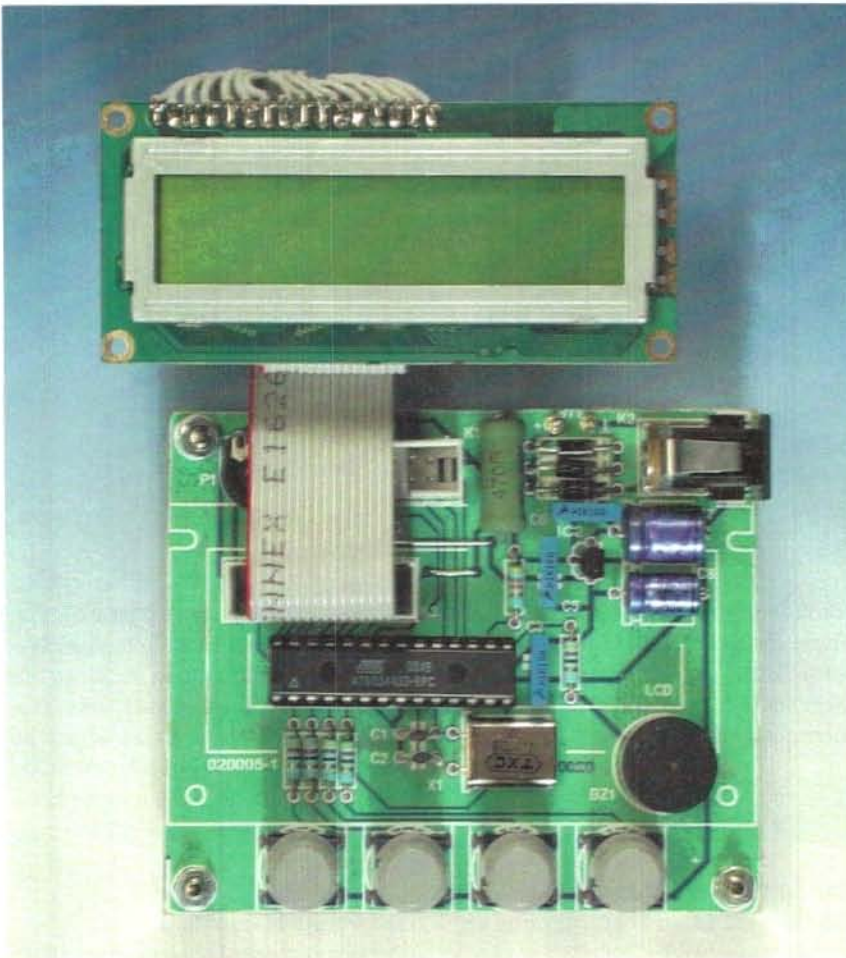
- D1, D2, D3 = 1N4001
- IC1 = AT90S4433-8PC, programmerad, ordernr **020005-41**
- IC2 = 78L05

### Övrigt:

- BT1 = 9V batteri
- BZ1 = DC-summer, 5V
- K1 = 10-pol boxheader
- K2 = kontakt för nätadapter, för kretskort
- K3 = 16-pol boxheader
- S1-S4 = tryckknapp, 1 slutande kontakt, för kretskort
- X1 = 7.3728MHz kristall
- LCD-modul, 2 x 16 tecken, helst med bakgrundsbelysning, t.ex., PC1602D, LM052L, LM016
- Alternativ: 9-13 VDC 300mA nätadapter (batterieliminatör)
- Kretskort **020005-1**
- Diskett med källkod **020005-11** (finns också att hämta gratis på vår websida)

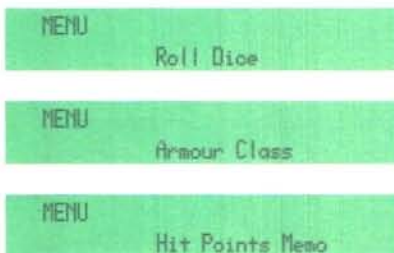


Figur 2. Kretskortslayout och komponentplaceringsritning för RPG-tärningen (kortet finns att köpa från oss).



Figur 3. Den färdigbyggda prototypen.

Du kan bläddra genom alla tre arbetslägena med hjälp av knapparna SCROLL BACK eller SCROLL FORW.



Du kan gå in i det arbetsläge (mod) som visas på den undre raden genom att trycka på DO. För att gå tillbaka till menyn trycker du bara på MENU. Ett litet tips på en genväg: När du skall bekräfta ett val kan du trycka på MENU i stället för på DO. Med andra ord, MENU-knappen kan användas både för att gå in i ett visst mod eller för att lämna det. Detta något 'ovanliga' uppförande före-slogs av flera RPG-spelare eftersom de föredrar att trycka på samma knapp flera gånger i stället för att trycka på

två olika knappar.

**Roll Dice mode**

Om vi börjar på den första MENU-sidan,



kan du trycka på DO eller MENU för att komma till tärningsväljarsidan.



Tärningsväljarsidan visar ett statistiskt meddelande, 'Select dice' (välj tärning) samt den aktuella tärningstypen. I enlighet med den konventionella RPG-standard visas tärningstyperna i kortform, till exempel '1dn' där 1d är ett prefix och n är antalet sidor på tärningen. Mjukvaran utför ett simulerat kast av följande tärning

**1d4:** en tärning med bara fyra

sidor (triangulär baspyramid).

- 1d6:** den klassiska typen med sex sidor.
  - 1d8:** en tärning med åtta sidor (två fyrkantiga baspyramider som är hoplimmade)
  - 1d10:** en tärning med tio sidor (två pentagonala baspyramider som är hoplimmade).
  - 1d20:** en tärning med 20 sidor (påminner om en liten golfboll).
  - 1d100:** också känd som 'procenttärningen', ersätts ofta med två 1d10 som spelaren slår två gånger för att få separata tiotal och ental.
- Som vanligt kan du bläddra genom listan med tärningstyper genom att använda scrollknapparna. När den önskade typen syns på displayen kan du 'skaka och kasta' genom att trycka och hålla nere DO eller genom att trycka på MENU.

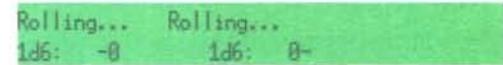
Låt oss följa ett steg-för-steg exempel för en spelomgång:

**Steg 1:**



**Steg 2:**

Tryck in och håll DO en kort stund.



Ovanstående '-0' and '0-' upprepas flera gånger varje sekund så att det ser ut som om tärningarna rullar. Under tiden ger summern från sig ett klickande ljud så att det låter som om tärningarna rullar på ett bord.

**Steg 3:** Till slut släpper du knappen och resultatet visas på LCD-n (i detta fall 4).



Nu startar du ett nytt kast genom att trycka och hålla DO-knappen. Du kan inte ändra tärningstyp nu då meddelandet är '[DO] to roll' och inte 'Select dice' som innan. Vill du byta tärning trycker du på MENU och går tillbaka till tärningsväljarsidan.

**Armour Class mod**

När du är i Armour class mod kan du trycka



på DO eller MENU för att gå till nästa sida:

## Kan jag räkna med den?

En fråga som uppstår varje gång som man bygger en elektronisk motsvarighet till ett så välkänt objekt som en vanlig tärning är: 'Hur hög grad av slumpmässighet kan man erhålla från en så determinant (bestämmande) resurs som en mikrokontroller?'. Om du försöker att koda något slags slumpmässighet in i mjukvaran (eller firmware som det är frågan om här) så får du en slags pseudo-slumpmässig algoritm där man kan gissa sig till slutresultatet eftersom detta beror på kända och förutsägbara faktorer. Den lösning som tagits fram för detta projekt är annorlunda och kan jämföras med en pilkastningstavla som snurrar snabbt samtidigt som du kastar pilen. Du kan aldrig gissa dig till var pilen skall hamna. Du kan se målet, men då du inte kan se eller förutsäga det exakta läget för varje nummerad sektion på tavlan, eftersom den snurrar riktigt fort, så kan du inte sikta in pilen som du vill. Dessutom, om du kastar tio pilar efter varandra med förbundna ögon, även med regelbun-

dra intervallen, så kan du aldrig gissa dig till var på tavlan du hamnar. Den inre funktionen hos RPG-tärningen påminner mycket om detta. För att approximera slumpmässigheten hos en tärning så tas resultatet från varje simulerat kast inte via en pseudo-slumpmässig algoritm utan från ett 16-bitars tal från en binärräknare som uppdateras flera hundra gånger i sekunden. En sådan räknare finns fysiskt implementerad i mikrokontrollern, men arbetar utan någon direkt påverkan av processenheten. När du trycker på DO-knappen tar mjukvaran ett 'snabbfoto' av räkningen och beräknar sedan slutresultatet. Den egentliga slumpvariabeln i detta spel är användaren då det inte går att gissa sig till kastet genom att titta på tidigare resultat eller genom att titta på programkörningen. Källkoden för RPG-tärningen finns att hämta gratis från vår websida under Download, nummer 020005-11.

```
Input THAC0
      09
```

där du kan välja ett tal från 01 till 20, känt som THAC0 (THAC noll) värdet. Det 2-siffriga talet kan ökas eller minskas sekventiellt genom att trycka på SCROLL FORW/'+' eller SCROLL BACK/'-'. Den här versionen av mjukvaran har inte någon auto-repeat för knapparna utan du måste trycka en gång för varje enhet. Du hör ett kort pip från summern varje gång som du ändrar ett värde. När ett lämpligt THAC0-värde visas trycker du på DO för att gå till nästa sida, eller MENU

```
[DO] to hit!
Roll: AC:
```

för att lämna och gå tillbaka till början av Armour Class mod.

Härifrån upprepas det hela som i Roll Mode: Tryck och håll DO, kolla de alternerande '-0' / '0-' mönstren intill 'Roll:' och 'AC:', och lyssna på summerns klickande ljud.

```
[DO] to hit! [DO] to hit!
Roll: -0 AC: -0 Roll: 0- AC: 0-
```

När du släpper DO-knappen får du två tal, som är en kastscore och en armour class träff:

```
[DO] to hit!
Roll: 13 AC: -04
```

Siffrorna ovan talar om att kastscoren var 13 och då ditt förinställda THAC0-värde var 9 så kommer varje motståndare som har ett THAC0-

värde som är lika med, eller högre än  $9-13 = -4$ , att anses vara träffad. Notera att Armour Class mod är användbart varje gång ditt RPG-scenario involverar en 'kalkylering' av utgången av en strid, från en enkel man-mot-man fight till en mer komplex stridsstruktur, eller till och med Star Wars.

### Hit Points Memo mod

Detta är en enkel egenskap som inte har någonting att göra med slumptal eller tärningskast. Det är bara ett elektroniskt, förhoppningsvis användbart, alternativ till den anteckningsbok som alltid saknas när du behöver den.

Då de flesta spel har något slags score (poäng) att hålla reda på och

## Armour Class och närliggande FAQ

### Vad är en Armour Class?

En Armour Class är ett heltal som representerar en fiendes förmåga att stå emot vår attack, både när det gäller sårbarheten hos hans rustning, kropp eller annat, samt förmågan att ducka och undvika att bli träffad. Varje möjligt mål i ett rollspel skall ha sitt eget AC-värde, normalt i området -19 till 1 som representerar stridsdugligheten.

### Vad är ett THAC0-värde?

Ett THAC0-värde, förkortning av Throw to Hit Armour Class zero, är också ett heltal, men i stället för att referera till en fiende som attackerar så gäller det den spelare som attackerar. Varje spelare skall ha ett THAC0-värde i området från 1 till 20.

### Vad är en 'throw to hit'?

En 'throw to hit' (kasta för att träffa) är ingenting annat än ett enda kast med en 1d20 och resultatet dras från THAC0 för att ge ett

giltigt värde av utgången av en strid. Med andra ord, genom att kombinera ett THAC0-värde från spelaren som attackerar, ett AC-värde från spelaren som försvarar sig med slumpmässigheten hos tärningen får vi ett RPG-scenario som är både övertygande och fascinerade.

För att dra full nytta av egenskaperna när du arbetar med Armour Class mod, så skall du utföra följande steg:

1. Ställ in ett lämpligt THAC0-värde (kretsen kommer alltid ihåg det senast inställda värdet.).
2. Utför en 'throw to hit' (dvs 'kasta' tärningen)
3. Bortse från kastscoren och notera AC-värdet.
4. Varje spelare som har ett AC-värde som är högre än, eller lika med, det noterade värdet skall antecknas som träffade.

Notera att kastscoren som bortses från under punkt 3 kan vara användbara i vissa spelsituationer såsom nära miss, länkad till score 1 eller kritisk träff, länkad till score 20. Läsare som önskar veta mer om den fascinerande RPG-världen kan bläddra bland tusentals webbsidor på Internet. Sök på 'RPG' eller 'Role Playing Games' ibland felaktigt angivna som 'Roll Playing Games'.

RPG har så kallade Hit Points för att ange hur mycket skada de olika karaktärerna kan stå emot, så kan Hit Point Memo vara en användbar resurs för att permanent notera din score mellan sessionerna. Som vanligt startar vi från MENU-sidan,



du kan trycka på DO eller MENU för att gå till nästa sida.



sen trycker du på SCROLL BACK

eller SCROLL FORW för att öka eller minska värdet från 001 till 250, respektive.

På samma sätt som för THAC0-värdet så finns det ingen auto-repeat så du måste trycka en gång på knappen för varje enhet. Men för att snabba upp funktionen kan du, när det rör sig om tiotal eller hundratal, trycka in och hålla inne DO-knappen och sedan trycka på SCROLL BACK/SCROLL FORW. Då ökas eller minskas med tio åt gången.

Om du är nyfiken på Hit Points så skall du notera att varje RPG-spelare får en 'vitalitetsnivå' att starta med, vanligtvis 4 till 6 gånger så hög som karaktärens nivå. Om din karaktär sedan träffas i strid, dricker gift, rå-

kar ut för en olycka eller får någon annan fysisk skada så tappar han/hon en eller flera Hit Points beroende på hur negativ situationen var som karaktären råkar ur för.

När Hit Point värdet är noll så är spelaren ute. Om det spel du skall starta är kort kan du börja med 15 och förmodligen sluta med 0 efter ungefär tre timmar, men om spelet är långt och varar i dagar och månader, då måste du hålla noga reda på din egen vitalitetshistoria.

Hit Points Memo kan vara en bra resurs när det gäller att ersätta en anteckningsbok och en massa lösblad då det interna, icke-flyktiga, minnet i mikrokontrollern håller data upp till tio år och dessa kan inte raderas av att du spiller kaffe på dem. Lycka till!

(020005-1)

## RIKTLINJER VID BYGGEN

Allt om Elektronik säljer inte några andra komponenter än kretskort, folier till frontpaneler samt mjukvara på diskett eller IC (inte nödvändigtvis för alla projekt). Komponenter finns att köpa från ett antal återförsäljare, se länkar på vår websida.

Stora och små komponentvärden indikeras med hjälp av något av följande prefix:

E (exa) = $10^{18}$	a (atto) = $10^{-18}$
P (peta) = $10^{15}$	f (femto) = $10^{-15}$
T (tera) = $10^{12}$	p (pico) = $10^{-12}$
G (giga) = $10^9$	n (nano) = $10^{-9}$
M (mega) = $10^6$	$\mu$ (micro) = $10^{-6}$
k (kilo) = $10^3$	m (milli) = $10^{-3}$
h (hekto) = $10^2$	c (centi) = $10^{-2}$
da (deka) = $10^1$	d (deci) = $10^{-1}$

I vissa kretsschema, för att undvika missförstånd, men i motsats till IEC-rekommendationerna, ges komponentvärdena genom att ersätta det relevanta prefixet med ett decimalkomma. Till exempel,

$$3k9 = 3,9 \text{ k}\Omega \quad 4\mu7 = 4,7 \mu\text{F}$$

Om inte annat anges är toleransen hos motstånden  $\pm 5\%$  och effektmärkningen 1/3-1/4 watt. Arbetsspänningen hos kondensatorer är  $\geq 50 \text{ V}$ .

När du bestyckar kretskortet skall du alltid börja med de minsta passiva komponenterna, dvs trådbygglar, motstånd och små kondensatorer. Därefter IC-hållare, reläer, elektrolyter och andra större kondensatorer samt kontakter. Känsliga halvledare och IC-kretsar monteras sist.

Vid lödning skall du använda en 15-30 W lödpenna med fin spets och lödtenn med flussmedel (60/40). Sätt in komponentbenen i kortet, böj dem lite, klipp av dem och löda. Vänta 1-2 sekunder på att tennet skall flyta ut och ta bort lödpennan. Överhetta inte, speciellt inte med IC och halvledare. Avlödning görs bäst med en avlödningsslåta eller en tennsug.

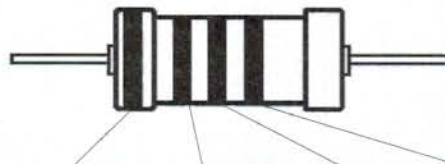
Felsökning. Om kretsen inte fungerar så jämför noga kortet med komponentplaceringsritningen och komponentlistan. Sitterkomponenterna på rätt plats. Är de vända åt rätt håll? Har du vänt matningsledningarna fel? Är alla

lödningar rätt gjorda? Har du glömt någon trådbygel?

Om det finns spänningar angivna i kretsschemat se då till att spänningarna på kortet matchar dessa, avvikelser på upp till  $\pm 10\%$  är acceptabla.

Eventuella rättelser publiceras i tidningen.

Motståndsvärden indikeras av färgband på följande sätt



Färg	1:a siffra	2:a siffra	mult. faktor	tolerans
svart	-	0	-	-
brun	1	1	$\times 10^1$	$\pm 1\%$
röd	2	2	$\times 10^2$	$\pm 2\%$
orange	3	3	$\times 10^3$	-
gul	4	4	$\times 10^4$	-
grön	5	5	$\times 10^5$	$\pm 0,5\%$
blå	6	6	$\times 10^6$	-
violett	7	7	-	-
grå	8	8	-	-
vit	9	9	-	-
guld	-	-	$\times 10^{-1}$	$\pm 5\%$
silver	-	-	$\times 10^{-2}$	$\pm 10\%$
ingen	-	-	-	$\pm 20\%$

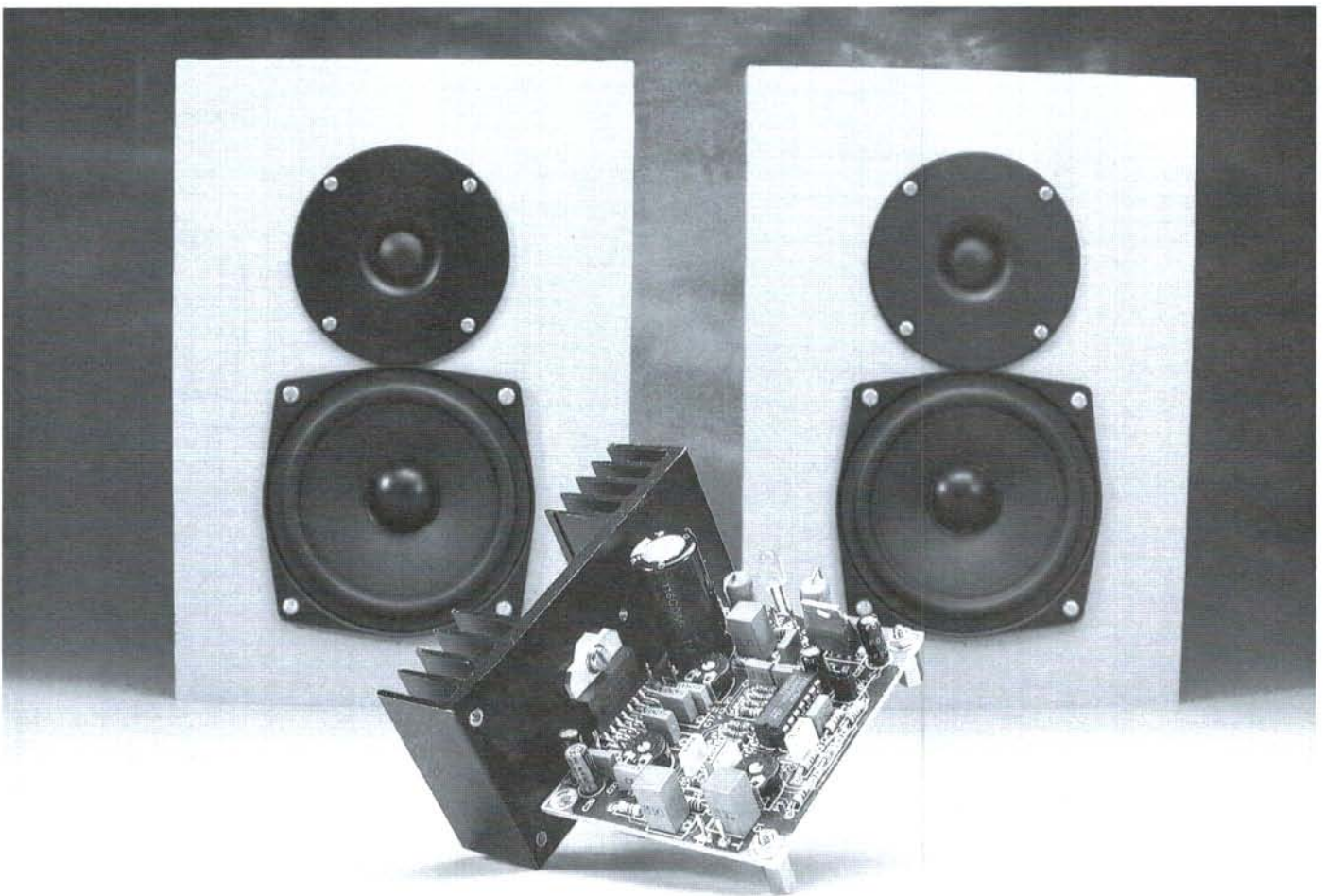
Exempel:  
brun-röd-brun-guld =  $120 \Omega$ , 5%  
gul-violett-orange-guld =  $47 \text{ k}\Omega$ , 5%

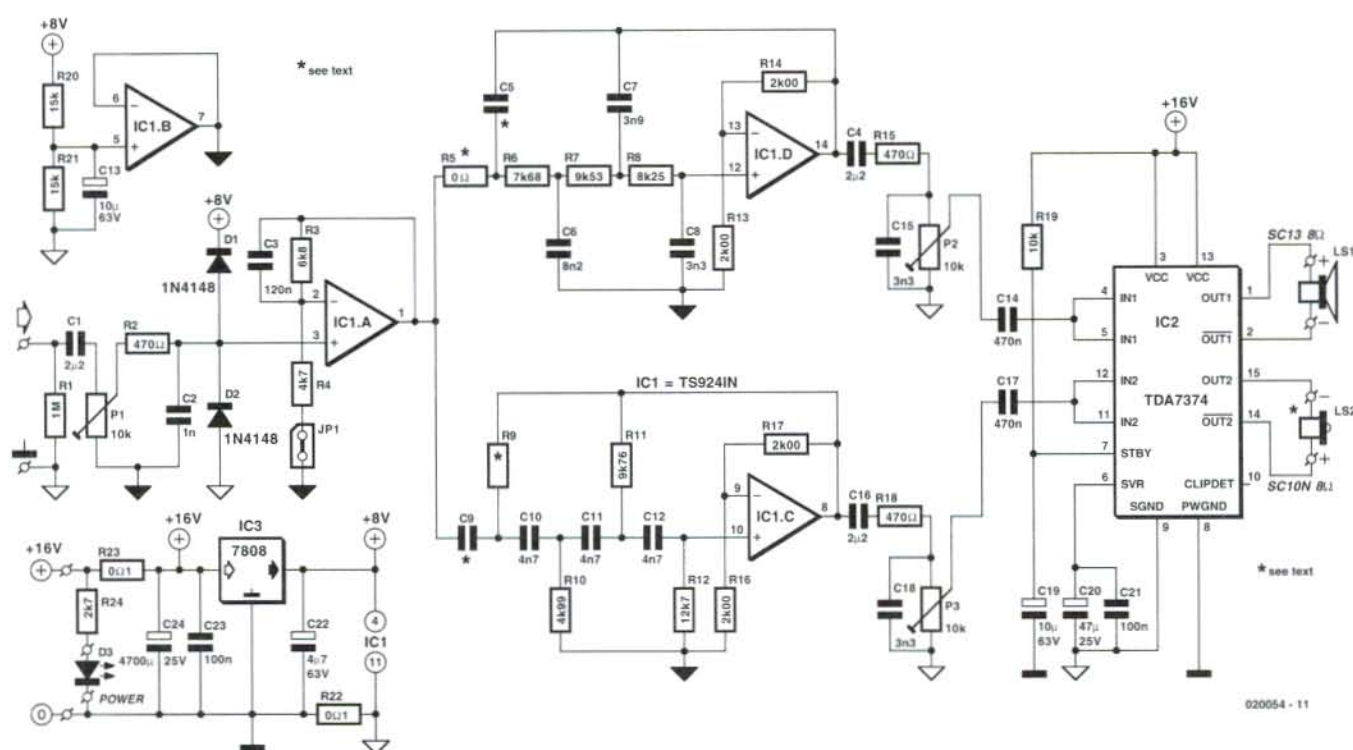
# Aktivt högtalar-system (I)

*för multimediaapplikationer*

Design av T. Giesberts

De 2-vägs aktiva högtalare som beskrivs här är primärt avsedda för att användas tillsammans med en PC, men kan i princip också användas i vilken 'medium-fi' applikation som helst. Då det universella delningsfiltret kan justeras efter eget önskemål är du inte tvungen att använda de högtalarelement och låda som anges här. Andra kombinationer av bas/diskant kan också användas. En aktiv subwoofer kommer att publiceras senare.





Figur 1. Kretsen består av en ingångsbuffert, delningsfilter och en integrerad dubbel effektförstärkare.

Utgångspunkten för denna design var irritation över den mycket mediokra, eller dåliga, kvaliteten hos de flesta PC-högtalare. Vi tänkte oss någonting som kunde förbättras utan att lägga ner för mycket ansträngning eller pengar. Man behöver ju inte den ultimata hi-fi kvaliteten för en PC, men det skulle vara trevligt att ha några högtalare som ger en hygglig återgivning. På så sätt kan du börja njuta av musiken från en CD eller en DVD.

Vi började med att leta efter en kompakt bas/diskantkombination som gav bra prestanda till en rimlig kostnad. Ett annat krav var att de skulle vara magnetiskt avskärmade då högtalarna ofta placeras nära skärmen, som kan påverkas av magnetflöden. För vår prototyp bestämde vi oss slutligen för att använda en 25 mm diskant och ett 13 cm bas/mellanregisterelement från Visaton (SC10N och SC13). Andra tillverkare av magnetiskt skärmade element som är värda att kolla är Vifa och Monacor. Vi vill därför göra det klart att andra högtalarkombinationer med tillhörande lådor (som rekommenderas av tillverkarna) också kan användas i denna design.

Den elektronik som behövs för att göra högtalarna aktiva har vi hållit så enkel, och ändå så anpassningsbar, som möjligt. Ett tvåvägs delningsfilter designades runt en fyrdubbel operationsförstärkare (op-amp), med eget val av branshet, egenskaper och övergångsfrekvenser. För användning tillsammans med de högtalare som rekommenderas av oss sattes filtret upp som ett tredje ordningens Butterworth med en övergångsfrekvens på 4 kHz. För effektförstärkarna använde vi en integrerad dubbel bryggförstärkare, som bara behöver några få externa komponenter. Vid en matningsspänning på 16 V levererar den 2 x 19 W in i 4 Ω eller 2 x 12 W in i 8 Ω. Jämfört med den vanliga hifi-standarderna kan detta tyckas vara lite klen, men i kombination med högtalare som har genomsnittlig verkningsgrad kan vi uppnå en ljudtrycksnivå på runt 100 dB, och detta är verkligen högt! Vad kan vi mer säga i denna sammanfattning? En av fördelarna med att använda en 'aktiv' design är att vi kan komma förbi många av nackdelarna med små högtalarlådor. De flesta lådor med en volym på några få liter tenderar att ha en dålig åter-

givning av den undre delen av frekvensområdet. Av detta skäl har vi inkluderat ett korrektivt filter som kan aktiveras med en bygel och som stärker frekvenser mellan 1000 Hz och 100 Hz upp till maximalt 6 dB vid 100 Hz. Vår prototyp drog nytta av detta och denna korrigering har förmodligen en positiv effekt också med andra högtalarkombinationer som har liknande bas/mellanregisterenheter.

## Den elektroniska designen

Efter denna inledning kan vi börja titta på kretsschemat. Detta visas i figur 1 och består av tre distinkta sektioner:

### Ingångsbuffert och strömförsörjning

När vi tittar på kretsschemat på det vanliga sättet, från vänster till höger, ser vi först ett termineringsmotstånd, en isoleringskondensator och trimpotentiometern P1. Denna matar signalen till en ingångsbuffert byggd runt IC1a, som bildar en del av den fyrdubbla rail-to-rail opampen TS924IN. Denna typ utmärks av dess relativt höga utgångsström på upp till 80 mA.

R2 och C2 bildar ett lågpasfilter som undertrycker alla högfrekvensstörningar. Filtret C3/R3R4 ger den tidigare nämnda korrigeringen vid låga frekvenser. Om du sätter dit JP1 aktiveras detta filter.

För att slippa använda en symmetrisk ström-

försörjning, men fortfarande erhålla optimal signalbehandling av bufferten och filtren, har vi använt IC1b för att skapa en stabil virtuell jord. C13 avkopplar utgången från spänningsdelaren R20/R21, vilket ger en virtuell jord vid exakt halva matningsspänningen. Den stora utströmskapaciteten hos TS924IN är då en stor fördel i kretsen runt IC1b.

För att undvika att matningsburna störningar påverkar ingångsbufferten och filtren så har opampen IC1 försetts med sin egen spänningsregulator (IC3). För korrekt funktion hos denna 8-V stabilisator skall matningsspänningen till det aktiva systemet vara minst 11 V. Motståndet R22 har lagts till för att separera signaljorden och matningsjorden i de fall där en enkel strömförsörjning används för två eller flera kanaler. Om varje kanal har sin egen strömförsörjning kan R22 ersättas med en trådbygel.

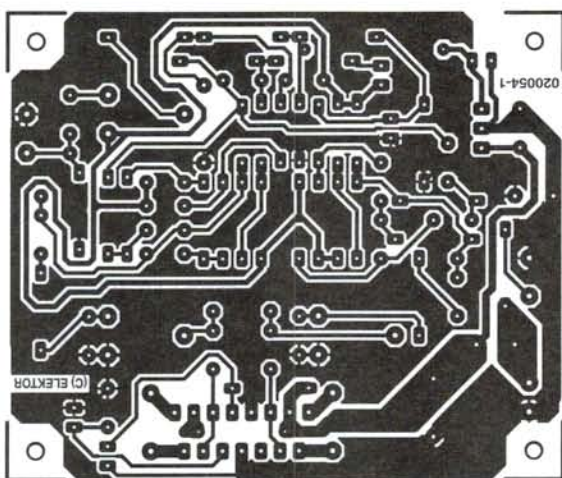
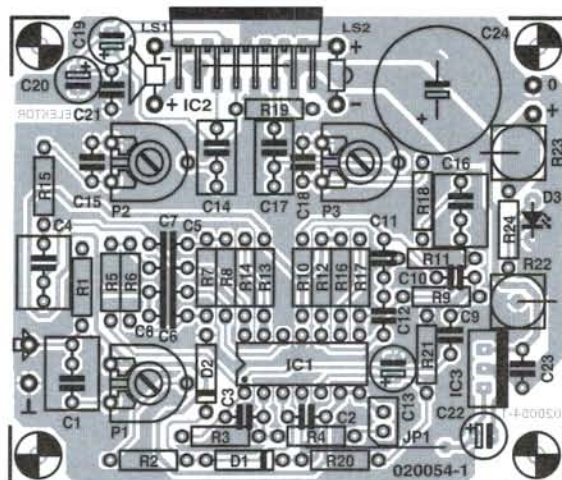
### Filter

Därefter kommer delningsfiltret.

Som man kan se av kretsschemat matas utgången från ingångsbufferten till två filtersektioner. Dessa är byggda runt de två återstående opamparna i IC1. Lågpassfiltret är byggt runt IC1d och högpassfiltret runt IC1c. För designen av filtren började vi med en fjärde ordningens konfiguration så att samma kretskort kunde användas med enklare filter genom att bara utelämna några av komponenterna.

Vi har redan beräknat värdena för flera varianter. Tabell 1 visar värdena för ett tredje ordningens Butterworthfilter och ett fjärde ordningens Linkwitz-Rileyfilter med övergångsfrekvenser vid 1, 2,5 och 4 kHz. Med de Visatonhögtalare som användes i vår prototyp fann vi att ett tredje ordningens Butterworthfilter med en brytfrekvens på 4 kHz gav det bästa resultatet. De komponentvärden som ges i komponentlistan avser därför denna typ av filter. När vi använde ett Linkwitz-Rileyfilter vid 4 kHz var det problem med strålmönstret på grund av de stora färförskjutningar som detta filter producerar. Ett tredje ordningens Butterworthfilter var betydligt bättre i detta avseende. Värdena för Linkwitz-Riley har därför angetts i huvudsak för experimentändamål.

Var uppmärksamma på anslutningen av högtalarna om du använder ett Linkwitz-Rileyfilter eftersom anslutningarna till diskanten då är omkastade. Den polaritet som visas på kretskortet är avsedd att användas med tredje ordningens Butterworthfilter (i detta fall är därför diskanten 'ur fas' jämfört med basen). Och slutligen: Brytpunkten hos Butterworthfilter ligger vid -3 dB medan den hos Linkwitz-Rileyfilter ligger vid -6 dB.



**Figur 2.** Det är fantastiskt att detta kretskort innehåller ett delningsfilter såväl som en 2 x 20 W effektförstärkare!

### Effektförstärkare

Utgångssignalerna för filtren matas till effektförstärkarna via trimpotentiometrarna P2 och P3. Potentiometrarna kompenserar de olika verkningsgraderna hos bas och diskant. Många diskanter (dome tweeters) är ungefär 3 dB ljudligare än små bas/mellanregistrelement vid samma ingångsnivå. De högtalare som valts för detta projekt har emellertid i stort sett samma verkningsgrad och du kan därför i praktiken vrida både P2 och P3 till deras maximala nivå. För effektförstärkare har vi valt en TDA7374B dubbel integrerad förstärkare. Dessa är primärt avsedda för fordonsbruk, men också lämpliga i den här typen av applikationer. Denna IC behöver förvånansvärt få yttre komponenter (inget Boucherotfilter, inga utgångskondensatorer) och innehåller också tillräckligt med inre

skyddskretsar mot överhettning och kortslutning. Tack vare dessa egenskaper är vår dubbelförstärkare ett skinande exempel på kompakthet. Detta ser man tydligt av kretsschemat.

Vi har redan nämnt uteffekten. Med en last av 8-ohms högtalare kan IC2 kylas med ett litet kylelement som har en termisk resistens på 3 K/W. R19 och C19 ser till att det i stort sett inte hörs några klickningar alls när förstärkaren kopplas på (det finns alltid en lite offsetspänning vid förstärkarens utgång). RC-filtren R15/C15 och R18/C18 begränsar bandbredden hos effektförstärkarna för att minimera påverkan av HF-störningar. I princip skulle det ha varit bättre att placera dessa filter efter potentiometrarna, men då kommer bandbredden att variera tydligt. C20 avkopplar den interna spänningsde-

## KOMPONENTLISTA

### Motstånd:

R1 = 1M $\Omega$   
 R2,R15,R18 = 470 $\Omega$   
 R3 = 6k $\Omega$ 8  
 R4 = 4k $\Omega$ 7  
 R5 = 0 $\Omega$   
 R6 = 7k $\Omega$ 68  
 R7 = 9k $\Omega$ 53  
 R8 = 8k $\Omega$ 25  
 R9 = öppen \*  
 R10 = 4k $\Omega$ 99  
 R11 = 9k $\Omega$ 76  
 R12 = 12k $\Omega$ 7  
 R13,R14,R16,R17 = 2k $\Omega$ 00  
 R19 = 10k $\Omega$   
 R20,R21 = 15k $\Omega$   
 R22,R23 = 0 $\Omega$ 1 5W  
 R24 = 2k $\Omega$ 7  
 P1,P2,P3 = 10k $\Omega$  trimpot

### Kondensatorer:

C1,C4,C16 = 2 $\mu$ F2 MKT, raster 5 eller 7.5mm  
 C2 = 1nF, raster 5mm  
 C3 = 120nF, raster 5mm  
 C5 = öppen \*  
 C6 = 8nF2, raster 5mm  
 C7 = 3nF9, raster 5mm  
 C8,C15,C18 = 3nF3, raster 5mm  
 C9 = trådbygel \*

C10,C11,C12 = 4nF7, raster 5 mm  
 C13,C19 = 10 $\mu$ F 63V radial  
 C14,C17 = 470nF  
 C20 = 47 $\mu$ F 25V radial  
 C21,C23 = 100nF, raster 5mm  
 C22 = 4 $\mu$ F7 63V radial  
 C24 = 4700 $\mu$ F 25V radial, raster 7.5mm, diameter 17mm max.

### Halvledare:

D1,D2 = 1N4148  
 D3 = LED, grön, dagsljus  
 IC1 = TS9241N (ST, från Farnell)  
 IC2 = TDA7374B (ST, från C-I Electronics, [www.dil.nl](http://www.dil.nl))  
 IC3 = 7808

### Övrigt:

JP1 = 2-pol stiftlist med bygel  
 LS1 = SC13 8 $\Omega$  Visaton (Conrad Electronics)  
 LS2 = SC10N 8 $\Omega$  Visaton (Conrad Electronics)  
 Kylelement för IC2: 3 K/W  
 Trä: 12 mm MDF — se figur 4  
 Dämpvadd

Kretskort 020054-I (se Läsaerservice)

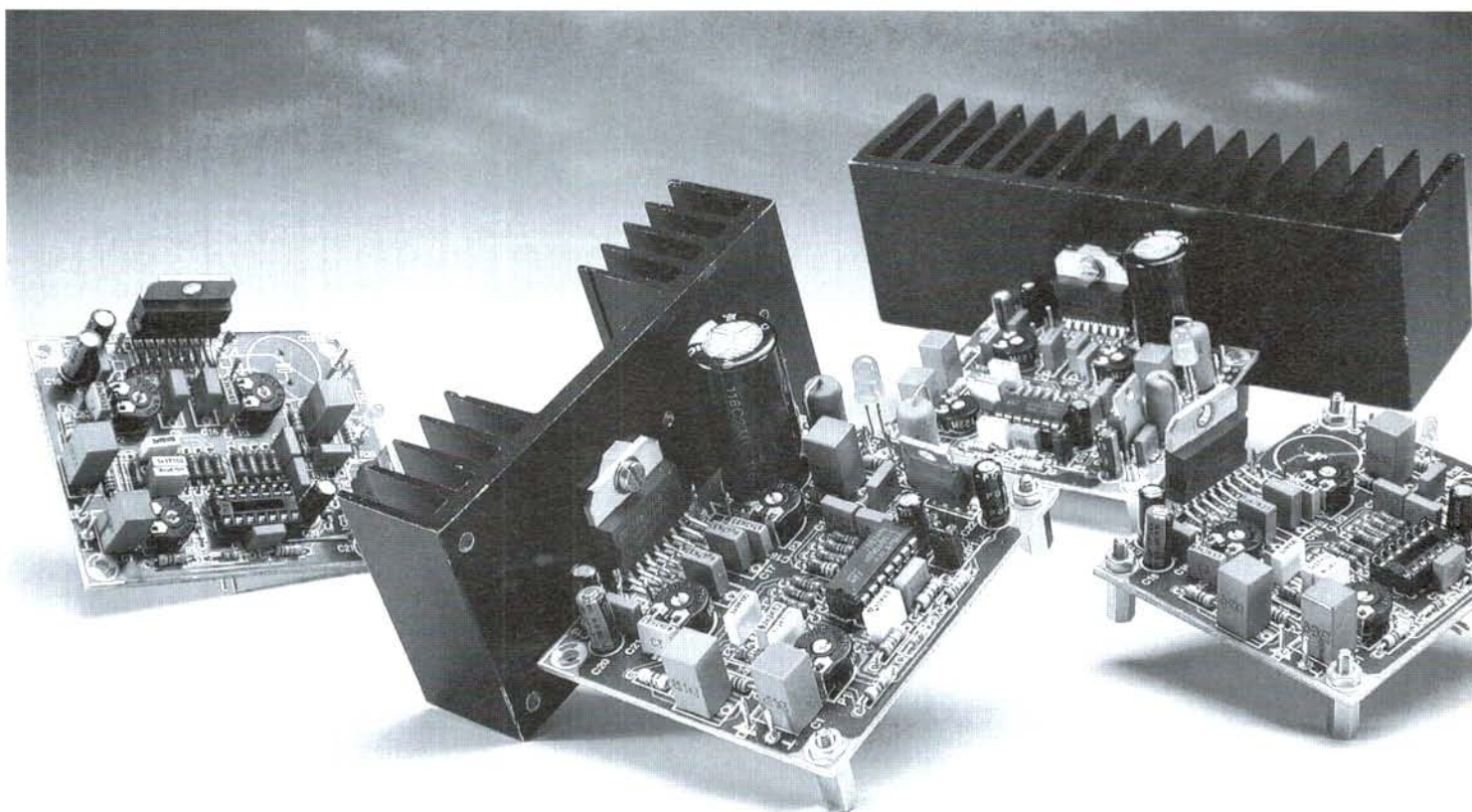
\* se text och tabell I

laren, som lämnar flera steg med halva matningsspänningen och som också är ansvarig för dämpningen av rippel på matningsspänningen, som är ungefär 50 dB vid 100 Hz.

## Kretskortet

Figur 2 visar det kretskort som tagits fram för elektroniken i det aktiva högtalarsystemet. Det finns inte mycket att säga om detta kretskort. Layouten är väl organiserad och de olika anslutningarna är tydligt markerade. Nere till vänster finns ingångsstiften, överst till höger finns anslutningarna för matningsspänningen och under dessa finns LED D3 (som visar att det finns spänning). Anslutningarna för basen och diskanten (LS1 och LS2) finns på ömse sidor om IC2.

Trådbyglarna på kortet förtjänar att nämnas. Det finns två, en precis bredvid R20 och en annan under (!) benen på IC2. Den senare kan också lödas på kortets undersida, men i vilket fall som helst så skall du använda en isolerad kopplingstråd för denna bygel. IC2 har placerats nära kanten på kretskortet så att det blir enkelt att montera ett litet kylelement (3 K/W) på den. Kom ihåg att använda en isoleringsbricka mellan IC2 och kylelementet! När du har bestyckat och testat kretskortet så finns det flera olika möjligheter att bygga färdigt konstruktionen. Kortet kan placeras in-



Figur 3. Några prototyper testas vanligen innan det slutliga kretskortet tas fram.

uti högtalarlådan, det kan monteras i en separat låda (förmodligen som en tvåkanalsversion) eller så kan det kombineras med den subwoofer som vi kommer att beskriva i en kommande artikel. En separat låda är ingen dålig idé eftersom vi fungerar på att lägga en tonkontroll till systemet. Men det är trots allt du själv som bestämmer.

Strömförsörjningen kan utföras med den vanliga kombinationen av en transformator, en likriktarbrygga och en glättningskondensator. Varje kanal behöver en trafo på 12 V/15 VA och en kondensator på 4700 µF/25 V. För en stereoversion skall dessa värden dubblas. Om du använder en stabiliserad matning kan spänningen ökas från 16 V till 18 V, vilket höjer uteffekten i viss mån. Vi håller på att utveckla en särskild strömförsörjning för detta projekt och det kan därför vara klokt att vänta lite innan du bygger denna.

### Träarbetet

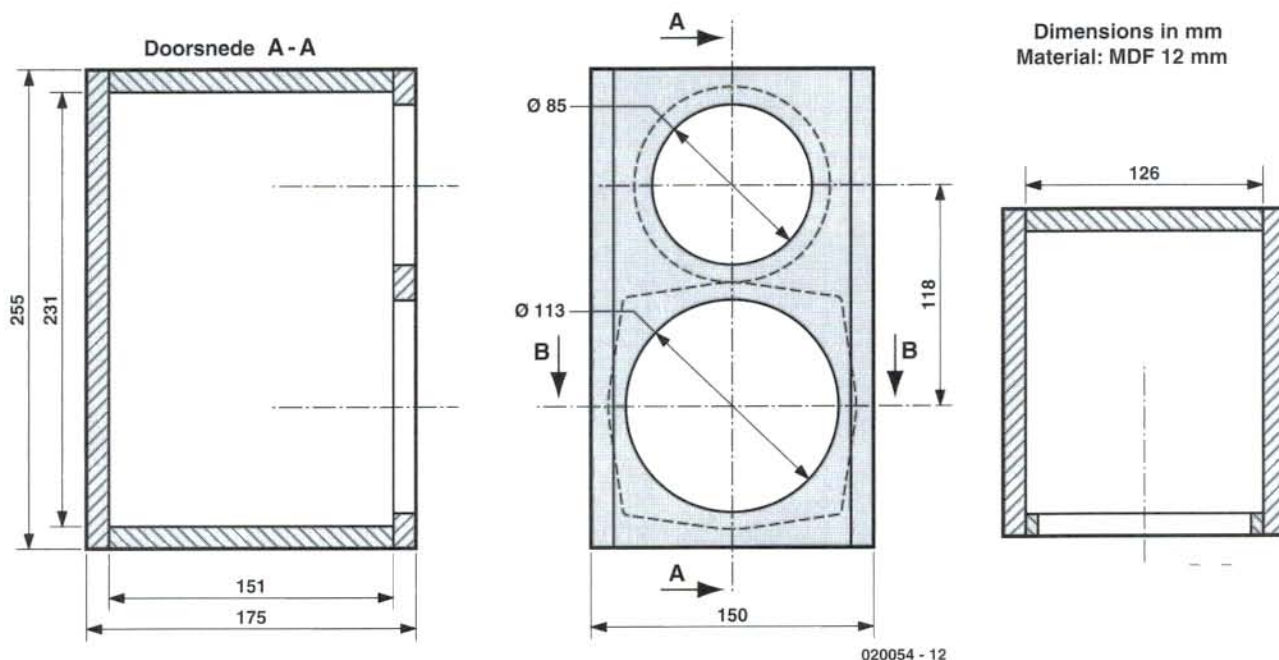
Storleken och konstruktionen av högtalarlådan beror i huvudsak på vilket baselement (woofer) som du använder. Den Visaton SC13 som används här monteras i en sluten låda med en volym på ca 4 liter. Detta gör själva bygget ganska enkelt eftersom en sluten låda i stort sett bara är sex sidor som skall limmas ihop. Det verkar kanske komplicerat om du inte arbetat med trä tidigare, men när du väl sågat sidorna till rätt storlek är resten av jobbet ganska enkelt om du använder några tvingar. Det är en klar fördel att inga speciella baf-flar eller portar används. Det enda som kan vara lite knepigt är att göra hålen för högta-

Tabell I	Butterworth			Linkwitz-Riley		
	1 kHz	2.5 kHz	4 kHz	1 kHz	2.5 kHz	4 kHz
R5	bygel	bygel	bygel	6k34	6k34	6k98
R6	8k06	6k65	7k68	13k3	9k31	10k7
R7	8k25	8k45	9k53	6k49	7k68	8k25
R8	6k81	8k06	8k25	9k31	7k50	8k45
C5	öppen	öppen	öppen	22 n	10 n	5n6
C6	33 n	15 n	8n2	39 n	18 n	10 n
C7	18 n	6n8	3n9	18 n	6n8	3n9
C8	15 n	5n6	3n3	8n2	3n9	2n2
R9	öppen	öppen	öppen	7k50	6k49	7k15
R10	5k23	4k53	4k99	3k83	3k32	3k65
R11	10k2	8k87	9k76	11k0	9k53	10k5
R12	13k0	11k5	12k7	19k6	16k9	18k7
C9	bygel	bygel	bygel	18 n	8n2	4n7
C10	18 n	8n2	4n7	18 n	8n2	4n7
C11	18 n	8n2	4n7	18 n	8n2	4n7
C12	18 n	8n2	4n7	18 n	8n2	4n7

Tabell I. Komponentvärden för filtren vid olika frekvenser. För tredje ordningens Butterworth monteras inte C5 och R9 och R5 samt C9 ersätts med trådbyglar.

larelementen. Tack vare de små dimensionerna behöver du inte använda tjockt material (men du kan om du vill). Vi har därför baserat ritningen i figur 4 på en

MDF-skiva med en tjockleken 12 mm. Ritningen visar alla detaljerna. Den akustiska dämpningen i lådan får du genom att löst fylla denna med polyestervadd. Anslutningarna kan mon-



Figur 4. Ritningar för lådan komplett med alla mått. Vi utgår från att en 12 mm tjock MDF-skiva används.

teras på lådans baksida. Det verkar kanske onödigt att säga detta, men när elektroniken monteras inuti lådan är det viktigt att kylelementet är på utsidan.

Vi vill klargöra att du inte strikt behöver följa den design som visas i figur 4. En annan stil på låda kan också användas så länge volymen ligger runt den rekommenderade på fyra liter. För vår prototyp avvek vi också från den standardiserade 'skokartongsdesignen'. Vi provade också trekantiga lådor, mest för skojs skull. En fördel med detta är att det inte finns någon risk för stående vågor, men detta till priset av ett besvärligare

bygge eftersom tre av de fem sidorna nu har kanter med 'svåra' vinklar på 30° och 73.9°! Front och bottenpanelerna är lättast att tillverka eftersom dessa har normala kanter på 90°. Vi använde en liksidig triangel som bottenplatta och översidan sluttar ner från fronten i 30° vinkel. De av er som är intresserade av denna speciella design kan ladda ner ritningen från vår websida.

Det finns flera alternativ för att färdigställa lådan. Att fanéra den är naturligtvis ett alternativ, men du kan också använda självhäftande vinyl eller något annat material. Att måla den är ett annat populärt alternativ

och för bästa resultat skall du lämna in den hos en billackerare.

(020054-1)

## Specifikationer (för en 16 V matningsspänning)

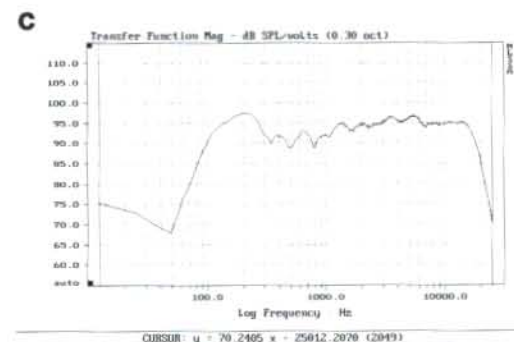
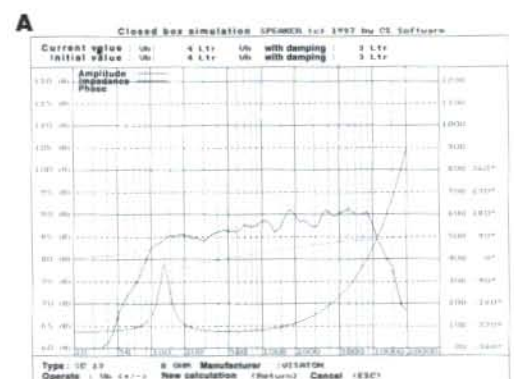
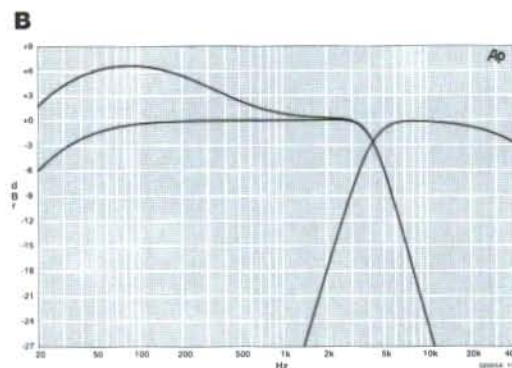
Ingångsimpedans	10 k $\Omega$
Känslighet (12 W/8 $\Omega$ , JPI öppen, P1/P2/P3 max.)	270 mV
Distorsion + brus (1 W/8 $\Omega$ , 1 kHz)	0.013 % (B = 80 kHz)
Bandbredd basförstärkare (P2 max., JPI öppen)	32 Hz - 4 kHz
Bandbredd basförstärkare (P2 halvvägs, JPI öppen)	25 Hz - 4 kHz
Bandbredd diskantförstärkare	4 kHz - 45 kHz
Uteffekt per förstärkare (THD+N = 0.5 %)	12 W (8 $\Omega$ ) 19 W (4 $\Omega$ )
Tomgångsström (ingen belastning)	0.17 A
Bandbredd förstärkare + låda (-3 dB)	100 Hz - 18 kHz

Förutom denna lista med siffror så visar vi också tre kurvor. Den första (A) är en simulering av frekvensåtergivningen för SC13 woofern. Frånvaron av dominerande toppar eller dalar gör att denna kurva ser ganska jämn ut, men den visar ett kraftigt fall vid den undre delen av frekvensområdet, vid 100 Hz är amplituden nästan 8 dB lägre än vid 2 kHz. En lågfrekvensbooster är därför inte någon onödig lyxartikel.

Den andra kurvan (B) visar den uppmätta återgivningen från filtren och lågfrekvensboostern. Här kan man se att brytpunkten varken är exakt vid -3 dB eller exakt vid 4 kHz. Detta beror i huvudsak på toleranserna hos de kondensatorer som används i filtren. I praktiken kan du helt bortse från dessa avvikelser.

Kurva C visar den uppmätta frekvensresponsen hos högtalarna när dessa drivs av sina förstärkare. Här ser man tydligt att lågfrekvensen kunde ha höjts ännu mer. Kom ihåg att när högtalarna placeras på ett bord eller intill en vägg så kommer de låga frekvenserna

att förstärkas ytterligare, vilket gör kurvan något rakare. Den lilla toppen nära 200 Hz orsakas av placeringen av högtalaren i rummet där mätningen skedde och denna varierar beroende på var du ställer högtalaren!



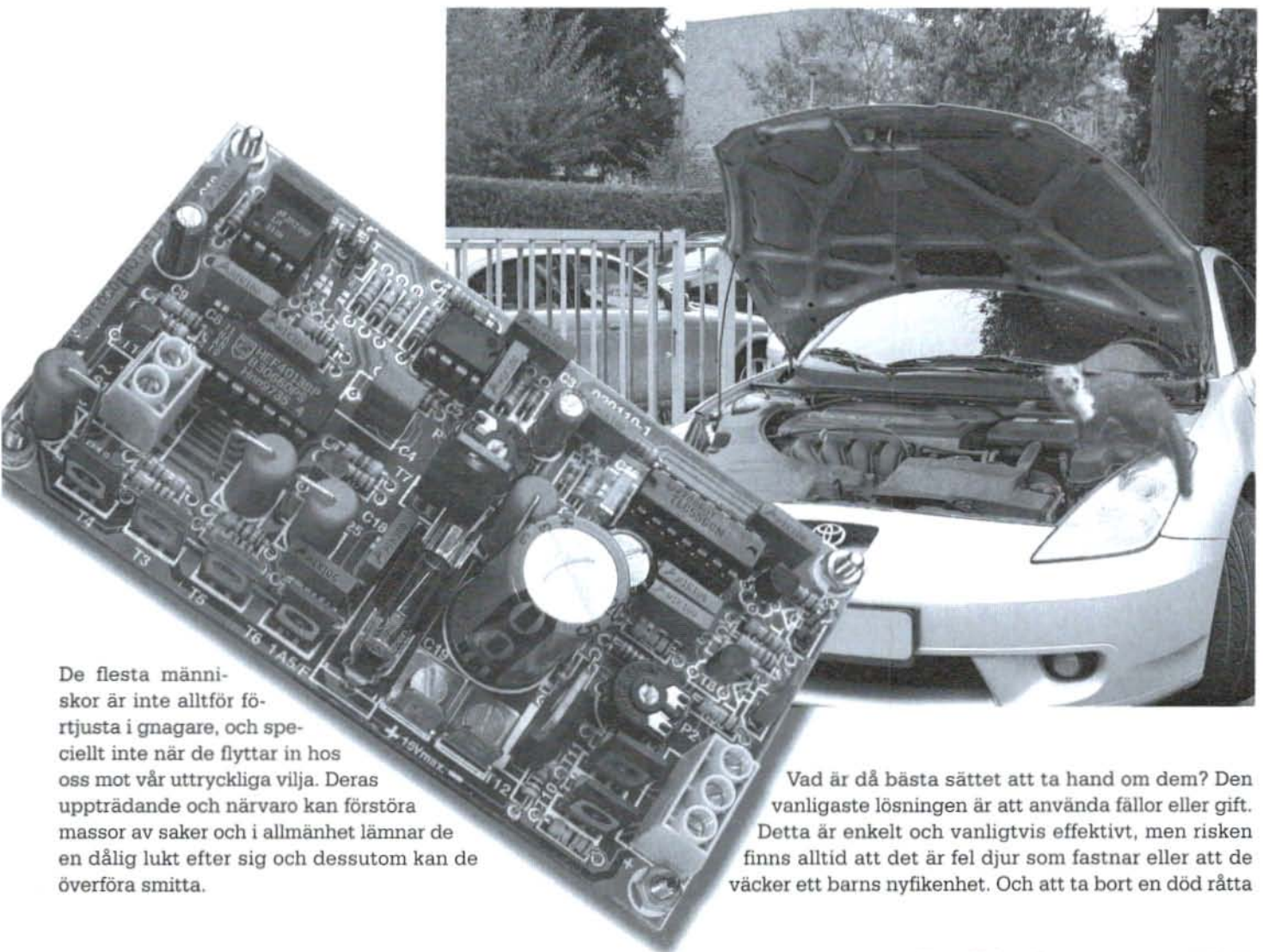
CURSOR: y = 70.2465 x = 25012.2070 (2049)  
FREQUENCY DOMAIN MENU: Go View Reference Acquisition Setup Transfer Macro QC  
Overlay Calculate Printer DOS Units Library Info Exit  
F1 for Help NLSSA: Frequency Domain

# Råttskrämmare

*miljövänlig och human*

Design av T. Giesberts

Möss, råttor och andra gnagare är många gånger ett stort irritationsmoment när de interagerar med mänskliga aktiviteter. De både luktar och låter illa och deras skarpa tänder kan ställa till med all slags elände när det gäller sopsäckar, slangar, elektriska kablar (även i bilar), för att inte tala om när de kommer in i ett kök. Lämpliga åtgärder är därför helt i sin ordning och här kan elektroniken visa sig vara ovärderlig.



De flesta människor är inte alltför förtjusta i gnagare, och speciellt inte när de flyttar in hos oss mot vår uttryckliga vilja. Deras uppträdande och närvaro kan förstöra massor av saker och i allmänhet lämnar de en dålig lukt efter sig och dessutom kan de överföra smitta.

Vad är då bästa sättet att ta hand om dem? Den vanligaste lösningen är att använda fällor eller gift. Detta är enkelt och vanligtvis effektivt, men risken finns alltid att det är fel djur som fastnar eller att de väcker ett barns nyfikenhet. Och att ta bort en död råtta

## Huvudegenskaper

Strömförsörjning	9 till 15 V max.
Strömförbrukning (1 tweeter PH8)	400 mA (utgång till)
Max. strömförbrukning (4 PH8 parallellt)	900 mA (utgång till)
Standby-ström (K2 öppen)	< 1 mA
Pulsfaktor	1 min. varje 4 min.
Utgångsfrekvens	19 till 38 kHz
Utgångsfrekvens (JP1 monterad)	9.5 till 19 kHz
Svepfrekvens	2 till 19 Hz
LED-ens blinkfrekvens	3 Hz
LED-ström	6 to 40 mA
LL-ingång	> 2.5 V
OC-ingång	< 1 mA (< 15 V/15 k $\Omega$ max.)

från en fälla kan vara motbjudande för många. Vissa typer av gnagare är dessutom utrotningshotade och att döda dem är då inget alternativ. Nu finns det lyckligtvis ett effektivt, betydligt mer djurvänligt och trevligare sätt att bli av med dem.

En enhet som producerar en kraftig akustisk signal som ligger precis ovanför området för den mänskliga hörseln uppfattas som mycket otrevlig, och till och med smärtsamt, av gnagare. Och det dröjer inte länge förrän de söker sig till andra platser för att bo och äta.

### Konceptet

En elektronisk råttavskräckare som är baserad på ultraljud är inte bara ett effektivt och miljövänligt sätt att lösa problemet, utan designen och konstruktionen av en sådan enhet är också något som är helt logiskt för oss.

Vilka är då designelementen hos den enhet som vi presenterar här?

Vi startade med en spänningsstyrd oscillator (VCO), som moduleras med hjälp av en andra oscillator på sådant sätt att den producerar en kontinuerligt varierande signal mellan 19 kHz och 38 kHz. Naturligtvis skulle det ha varit möjligt att köra oscilatorn med en fast frekvens. Men då vi inte vet exakt vilken frekvens som gnagarna tycker sämst om så lät vi den genererade tonen täcka hela det relevanta frekvensområdet. Utgångssignalen förstärks betydligt och omvandlas till en stark akustisk signal av en piezohögtalare. Slutresultatet blev en öronbedövande ljudnivå runt 105 till 110 dB. Detta är outhärdligt

för djur som kan höra dessa frekvenser. Det slutliga förstärkarsteget har designats på så sätt att det kan driva upp till fyra piezohögtalare samtidigt, vilket är bra om du vill täcka flera olika ställen samtidigt.

Att generera ett så högt ljudtryck kräver naturligtvis en hel del ström. För att kunna mata kretsen från ett bilbatteri så har vi begränsat strömförbrukningen genom att inte köra kretsen kontinuerligt utan genom att switcha den till och från periodvis, en minut till och tre minuter från. Detta förhindrar att batteriet dras ur på mindre än en dag.

Dessutom finns det en alternativ extra egenskap. Det är möjligt att bygga ut kretsen med en 'optisk avskräckare' som består av några starka blinkande lysdioder, allt för att göra livet för gnagarna så miserabelt som möjligt i och runt vårt hem, under motorhuvu på vår bil etc.

### Praktisk implementering

Kretsschemat, med alla olika detaljer, visas i figur 1. VCO-n kommer i form av IC2, en LM331. Denna IC behöver bara några få externa komponenter och kan användas för att generera fyrkantssignaler med frekvenser som sträcker sig från 1 Hz till 100 kHz. De komponenter som bestämmer frekvensen hos IC2 är R8, R9, R10, C6 (+C7) och C8.

Styrsignalen som modulerar frekvensen hos VCO-n läggs till ben 7 och den genereras av en fyrkant/trianguloskillator bestående av IC1a och IC1b. Denna lämnar en triangulär utgångsspänning vars amplitud varierar mellan ca 3 V och 5 V. Hastighe-

ten med vilken moduleringen sker (svepfrekvensen) kan justeras med P1 mellan 2 Hz och 19 Hz. Det är möjligt att kretsens påverkan på gnagarna kan influeras något med denna justering.

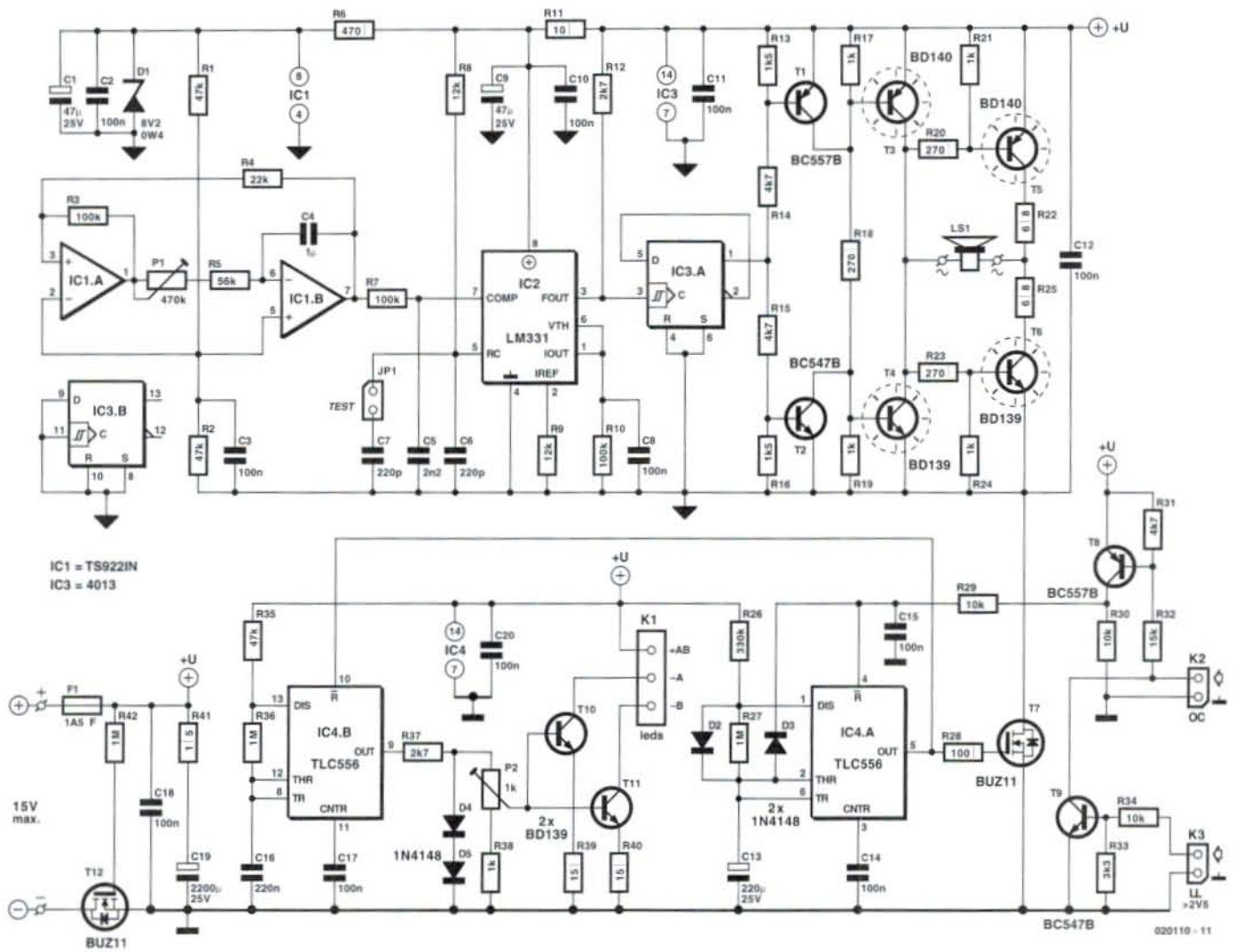
Alla komponenter runt VCO-n och fyrkant/trianguloskillatorn är dimensionerade på så sätt att den slutligt genererade frekvensen varierar från 19 kHz till 38 kHz. För att kunna testa kretsen med hjälp av hörseln och kolla att den verkligen lämnar en signal kan oscilatorfrekvensen sänkas en oktav genom att tillfälligt sluta bygeln JP1. **Var uppmärksam på detta**, nu kan även människor höra utgångssignalen!

På grund av att utgångssignalens pulsfaktor hos LM331 inte är konstant så följer en dela-med-två (IC3a) efter LM311. Följden blir att pulsfaktorn alltid är 50%, oberoende av frekvensen. Genom att lägga till dela-med-två krävs naturligtvis att VCO-frekvensen höjs med en faktor två och IC2 varierar därför i verkligheten mellan 38 och 76 kHz.

Vid designen av den utgångsförstärkare som driver piezohögtalaren så var det primära kravet att erhålla högsta möjliga spänning över högtalaren LS1. För att uppnå detta valdes en enkel bryggförstärkare där transistorparen i slutsteget, T3/T6 och T4/T5 leder växelvis. Även om slutsteget verkar vara en smula okonventionellt så är dess funktion egentligen ganska enkel: T3 och T4 använder ett gemensamt basmotstånd (R18) för att börja leda. T1 och T2 kopplar växelvis från T3 och T4. Värdena för spänningsdelaren R14/R13 och R15/R16 valdes efter principen brytning-före-slutning. I det ögonblick som utgången från IC3a når halva matningsspänningen är både T1 och T2 till. På detta sätt förhindrar vi att både T3 och T4 leder samtidigt. Resultatet blir att det är möjligt att ta bort IC3 (om nu detta någon gång skulle behövas) utan att det uppstår några kortslutningsströmmar. De gemensamma utgångarna från T3 och T4 driver T5 och T6 så att aningen T3 och T6 leder samtidigt eller T4 och T5.

För att förhindra en kortslutning mellan T5 och T6 på enklast möjliga sätt så har ett effektmotstånd (R22/R25) lagts in i kollektorkretsen för att begränsa strömmen. En extra fördel med detta är att utgångssteget nu är kortslutningssäkert (under en kort stund bara, annars går R22 och R25 upp i rök). En tredje fördel med utgångsmotstånden är att strömtoppar på grund av den kapacitiva belastningen från piezohögtalaren begränsas, vilket också har en välgörande inverkas på dess livslängd.

Även om det är möjligt (i princip) att använda andra märken och typer så använde vi i prototypen en piezohögtalare (tweeter) av



Figur 1. Det kompletta schemat över rättavskräckaren. Den övre delen tar hand om själva ljudproduktionen.

modell PH8 från Visaton för LS1. Denna högtalare har ett litet horn och producerar ett ljudtryck på 96 dB vid en ineffekt på 1 W. Då utgångsförstärkaren levererar ca 20 W så kan du själv räkna ut vilket imponerande antal decibel som vår rättavskräckare producerar. Tack och lov ligger den genererade signalen utanför vårt eget hörselområde...

### Extra egenskaper

Den energisparande egenskapen som implementerats genom att switcha till och från den genererade ultraljudsignalen har skapats med hjälp av en 556-krets (IC4a) konfigurerad som en astabil multivippa. Under den 'hög' tiden hos utgången från IC4a (ben 5) kommer T7 att leda och IC1, IC2, IC3 samt utgångsförstärkaren får ström. Under den 'låga' tiden hos IC4a kommer T7 att spärra och jordanslutningen till oscillatorn och förstärkarsek-

tionerna bryts. För att minimera spänningsfallet när den akustiska signalen genereras så valdes en effekt-MOSFET av typ BUZ11 för T7. Denna MOSFET har en mycket låg tillresistens (typiskt så är  $R_{DS(on)} = 0.04 \Omega$ ).

För att göra kretsen så allsidig som möjligt så går det också att driva timern IC4a med en extern signal (till exempel från en passiv infraröd rörelsesensor). Kretsen kan aktiveras via T8 med en öppen-kollektorutgång (OC, K2). T9 har lagts till för den eventualiteten att det bara finns en logisk nivå (LL, K3) tillgänglig. När T8 inte är aktiv håller R29 och R30 reset-ingången hos IC4a låg. Dioden D3 har lagts till för att förhindra att en aktiv utgång tystas. Beroende på mängden laddning i

C13 kan det ibland ta lite längre tid innan IC4a går in i reset-tillstånd. En annan trevlig sak sker när utgången inte är aktiv. Då laddas C13 ur av R27. Men när T8 stängs av kommer C13 att laddas ur snabbare och spänningen kommer att hamna under ingångströskeln hos IC4a, vilket gör att utgången blir aktiv under några sekunder före reset.

Slutligen den tidigare nämnda 'extra egenskapen'. Denna har skapats med hjälp av en extra timer (IC4b) som är konfigurerad som en oscillator. Oscillatorn får, via två strömkällor (T10, T11), två LED anslutna till K1 att blinka med en frekvens på ungefär 3 Hz. Då referensen (D4, D5) hos strömkällorna är justerbar med P2 kan LED-strömmen varieras från ca 6 mA till ca 40 mA. Se till att bå-

da strömkällorna är belastade annars kommer den obelastade transistoren att strypa referensspänningen till den andra. Om du vill så kan du parallellkoppla utgångarna så att utströmmen fördubblas (1 x 80 mA). För denna indikator har vi tänkt oss super-LED, såsom de komponenter från Sharp som anges i komponentlistan. Dessa finns att köpa från, till exempel, Conrad Electronics. Dessa superlysande typer har normalt ett framspänningsfall på ungefär 2,5 V, vilket innebär att fyra av dem kan seriekopplas vid 12 V och fem av dem vid 15 V. Anoderna hos båda kedjorna ansluts till den gemensamma anslutningen +AB och katoden hos varje kedja har sin egen separata anslutning, -A och -B.

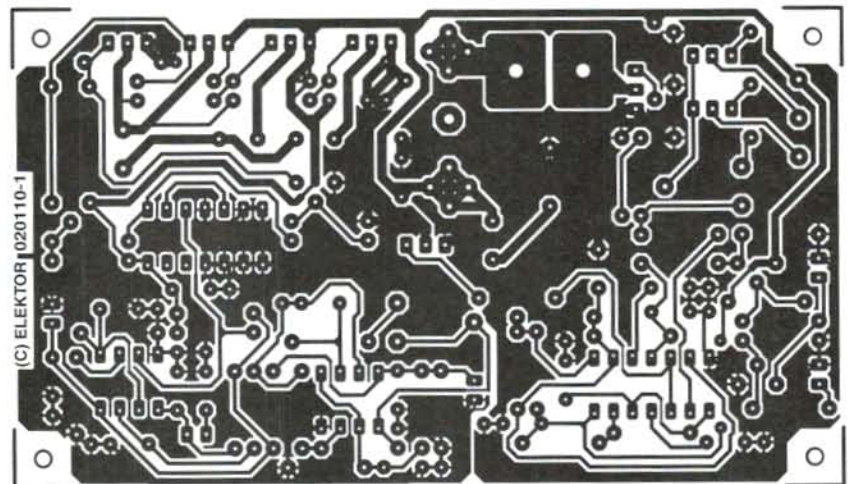
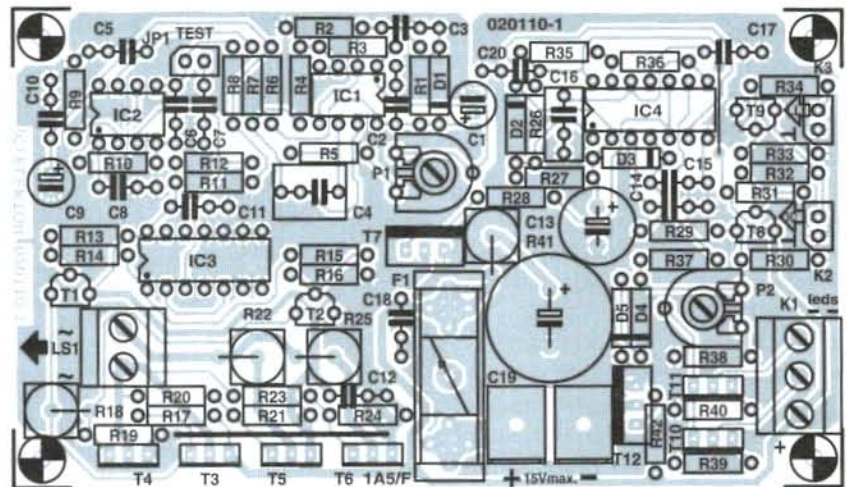
### Strömförsörjning

Strömförsörjningen för råttavskräckaren kan antingen vara ett 12 V batteri eller en separat nätadapter med en utspänning mellan 9 och 15 V. Utspänningen måste stabiliseras och adaptorn skall också kunna lämna en ansevärd mängd ström. Kretsens strömförbrukning ligger typiskt runt 400 mA under den period som utsignalen är aktiv. Med fyra piezohögtryckare kopplade parallellt kan strömmen gå upp till 900 mA!

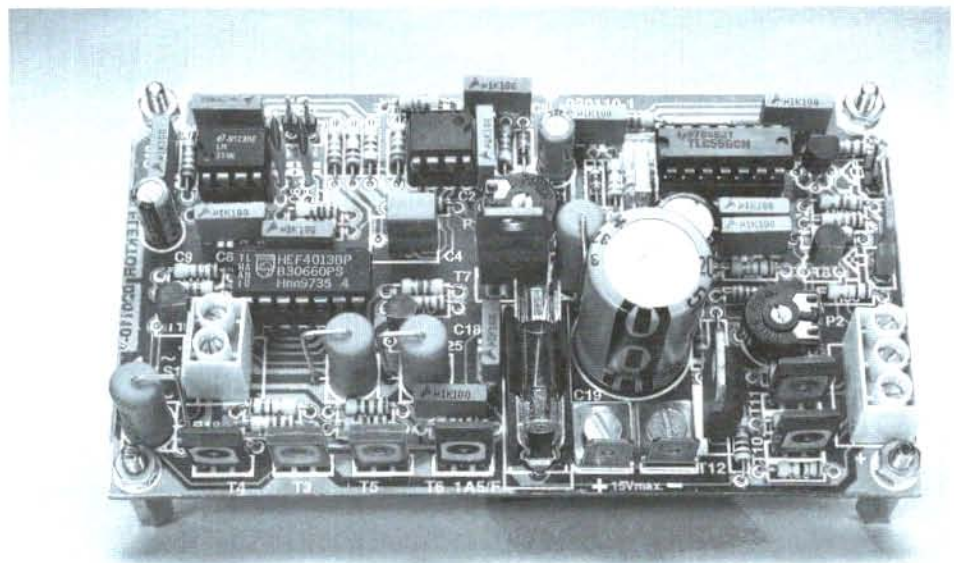
Säkringen F1 skyddar mot kortslutning och MOSFET T12 skyddar mot omvänd polaritet hos matningsspänningen. Jämfört med T7 ser det ut som om source och drain har skiftat plats. Det är dock inte så. Kanalen leder definitivt, oberoende av det faktum att strömmen nu flyter från source till drain eftersom styrets (gate) spänning är positiv i förhållande till source. Den inbyggda dioden i MOSFET-en är nu ansluten i framriktningen. Om matningsspänningen ansluts åt fel håll kommer gate-spänningen att bli negativ i förhållande till source och dioden spårar. Med en MOSFET får vi inte det spänningsfall som vi får med den diod som normalt ansluts i serie med strömförsörjningen.

### Själva bygget

Ett snyggt kretskort har tagits fram för denna krets, Layouten och komponentplaceringen visas i figur 2.



Figur 2. Genom intelligent kretskortsdesign behövs det bara två trådbyglar.



Figur 3. Så här skall ett korrekt byggt kort se ut. T3, T4, T5 och T6 skall monteras på ett kylelement.

Trots den kompakta storleken (kortet är bara 11 x 6,5 cm stort) så kommer det att ta några timmar att bygga eftersom det är relativt många komponenter. Börja med de lägsta komponenterna (motstånd, IC-hållare) och fortsätt med de högre delarna (stående motstånd, transistorer, elektrolytkondensatorer). Glöm inte de två trådbyglarna (börja gärna med dessa). En är placerad intill T3, T4, T5 och T6 medan den andra ligger till höger om IC4.

De externa anslutningarna är tydligt markerade så risken för att någonting skall gå fel är ganska liten. Kretskortsmonterade skruvkontakter kan användas för högtalarna och lysdioderna (K1), medan vi använde spadkontakter för strömförsörjningen (den typ som används i bilar).

Även om utgångstransistorerna T3-T6 inte blir speciellt varma så rekommenderar vi i alla fall att du förser dem med ett litet kylelement (en liten bit aluminiumplåt räcker). Transistorerna T3-T6 har placerats utefter kanten på kretskortet speciellt för detta ändamål. Det måste finnas isoleringsbrickor mellan transistorerna och kylelementet.

Om du inte vill ha någon optisk signalering så kan du utelämna komponenterna runt IC4b, inkluderande T10, T11 och K1.

Valet av låda lämnar vi över helt och hållet till våra läsare. Det finns många lådor på marknaden som passar.

En sista anmärkning. Om du inte tänker använda någon närhets- eller rörelsedetektor kan du montera in en bygel i stället för K2. Kretsen kommer då att oscillera till och från av sig själv.

## KOMPONENTLISTA

### Resistors:

R1, R2, R35 = 47kΩ  
 R3, R7, R10 = 100kΩ  
 R4 = 22kΩ  
 R5 = 56kΩ  
 R6 = 470Ω  
 R8, R9 = 12kΩ  
 R11 = 10Ω  
 R12, R37 = 2kΩ  
 R13, R16 = 1kΩ  
 R14, R15, R31 = 4kΩ  
 R17, R19, R21, R24, R38 = 1kΩ  
 R18 = 270Ω 5W  
 R20, R23 = 270Ω  
 R22, R25 = 6Ω 8 5W  
 R26 = 330kΩ  
 R27, R36, R42 = 1MΩ  
 R28 = 100Ω  
 R29, R30, R34 = 10kΩ  
 R32 = 15kΩ  
 R33 = 3kΩ  
 R39, R40 = 15Ω  
 R41 = 1Ω 5W  
 P1 = 470kΩ trimpot  
 P2 = 1Ω trimpot

### Kondensatorer:

C1, C9 = 47μF 25V radial  
 C2, C3, C8, C10, C11, C12, C14, C15, C17, C18, C20 = 100nF  
 C4 = 1μF MKT (Siemens), raster 5 eller 7.5mm  
 C5 = 2nF2  
 C6, C7 = 220pF

C13 = 220μF 25V radial  
 C16 = 220nF  
 C19 = 2200μF 25V radial

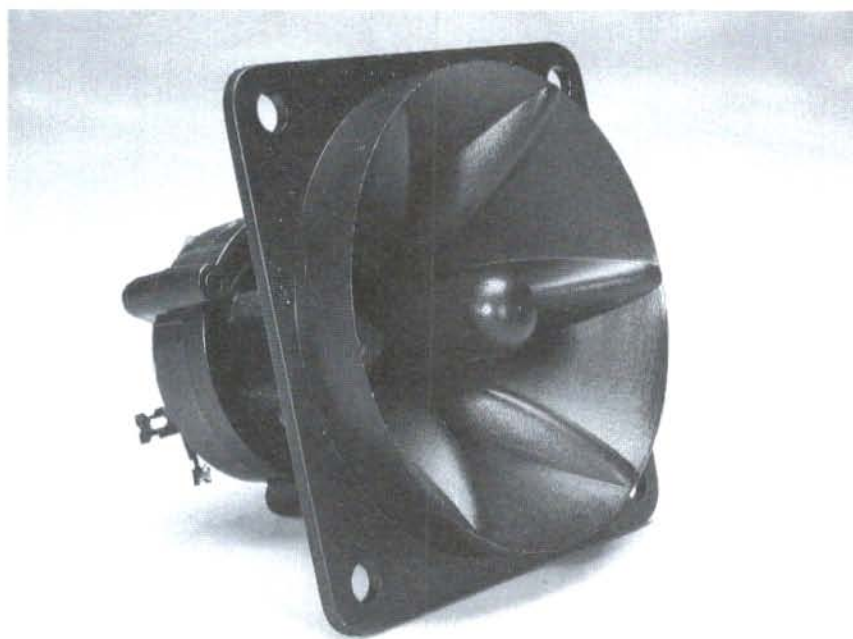
### Halvledare:

D1 = 8V2 0.4W  
 D2-D5 = 1N4148  
 T1, T8 = BC557B  
 T2, T9 = BC547B  
 T3, T5 = BD140  
 T4, T6, T10, T11 = BD139  
 T7, T12 = BUZ11  
 IC1 = TS922IN ST (Farnell)  
 IC2 = LM331N  
 IC3 = 4013  
 IC4 = TLC555

### Övrigt:

JPI = 2-pol stiftlist med bygel  
 K1 = 3-pol kopplingsplint för kretskort, raster 5mm  
 K2, K3 = 2-pol stiftlist  
 LS1 = 2-pol kopplingsplint för kretskort, raster 5mm  
 Piezo-tweeter typ PH8 (Visaton)  
 FI = säkring, 1.5A, snabb, med hållare för kretskort  
 Superlysende LED (ej på kretskortet), t.ex. Sharp Super-luminosity LED Lamptyp GL0ZS042B0S (Conrad Electronics # 18 30 08)  
 2 spadkontakter för kretskort med 3-mm skruvar och muttrar  
 Kretskort 020110-1 (se Läsaerservice)

(020110-1)



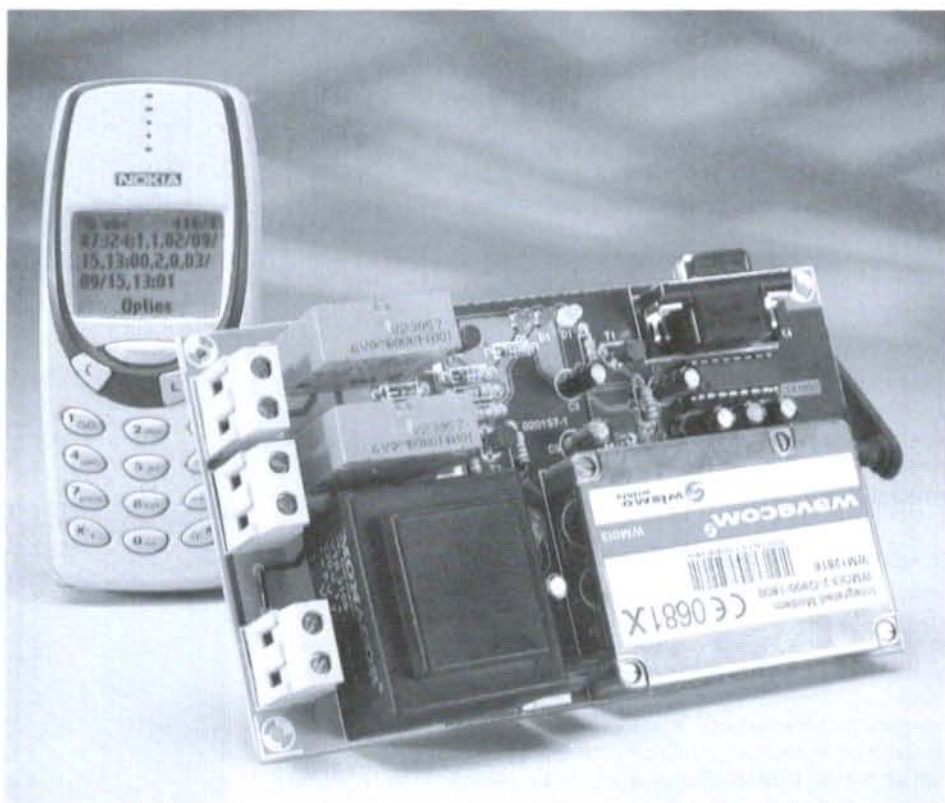
Figur 4. Piezotweetern i prototypen är en PH8 från Visaton. Den har ett frekvensområde från 3 kHz till 40 kHz och kan producera mycket höga ljudnivåer.

# SMS-styrda väggkontakter

*fjärrstyr nätapparater med en mobiltelefon*

Design av A. Elallali (Unitronic)

Med hjälp av ett enkelt SMS-meddelande från din mobiltelefon kan två nätanslutna apparater kopplas till eller från oberoende av varandra, eller programmeras att göra så vid bestämda tider.



Fjärrstyrning via telefon och andra telekommunikationssystem, som sändare/mottagare, är ingenting nytt för läsare av *Allt om Elektronik*. Redan för mer än tio år sedan publicerade vi en switchningsenhet med sju utgångar som styrdes av DTFM-signaler som sändes via telenätet. Andra, liknande, projekt är Mini Webservern (8, 9/2001) och 535 'Lite'

datorn som använde SMS för, bland annat, övervakning.

När det gäller funktionaliteten så motsvarar det projekt som vi beskriver här det förstnämnda projektet, medan det teknologiskt sett ligger mer i linje med det sistnämnda. Kortfattat handlar detta projekt om

en SMS-mottagare som har programmerats och konfigurerats att ta kontroll över två väggkontakter, eller med andra ord, två nätapparater som är anslutna till dessa väggkontakter kan switchas till och från oberoende av varandra genom att man skickar ett lämpligt SMS-meddelande till dem. Till och frånkoppling kan ske omedelbart eller också vid en förinställd tid tack vare en programmerbar realtids-klocka.

## GSM-modem

På samma sätt som med Mini Webservern använder vi en speciell modul för telekommunikationsfunktionen, figur 1. Allting som är relaterat till SMS-mottagningen sköts faktiskt av denna modul. Denna tillverkas av det franska företaget Wavecom ([www.wavecom.com](http://www.wavecom.com)) och kan köpas från deras distributörer (vi har inte hittat någon i Sverige utan vi rekommenderar Unitronic i Düsseldorf, Tyskland ([www.unitronic.de](http://www.unitronic.de)). Modultypen WMO13 är ett tvåbands GSM-modem för 900 MHz och 1800 MHz banden. Det kan hantera telefoni, Voicemail (röstbrev), SMS-sändningar, fax (grupp 3), dataöverföring och mycket mer, allt utan att det behövs någon extra hårdvara. Det lilla stålhöljet, som är lite mindre än ett paket cigaretter, omfattar en

SIM-kortshållare, en antenkontakt och en 50-polig kontakt som täcker en mängd funktioner och bussystem: Strömförsörjning, två mikrofonförstärkare, två effektförstärkare för LF, ett fullt konfigurerat RS232-interface, en A/D-omvandlare, en keypad-terminal, en SPI och en I<sup>2</sup>C-buss, anslutningsmöjlighet för en extern SIM-kortshållare, två digitala ingångar/utgångar samt ett antal kontrollinjer.

Av denna mängd funktioner som erbjuds av den 50-poliga kontakten utnyttjar vi de två digitala I/O-linjerna, två kontrollinjer (till/från och busy) samt RS232-porten, som bara behövs om du tappat bort ditt lösenord och vill återställa systemet till dess förvalda värden (default).

## OpenAT

Hjärtat i den SMS-styrda väggkontakten är inte billigt, men definitivt värt investeringen då det kan programmeras i ett speciellt programmeringsspråk som heter OpenAT. Programmeringsmöjligheten gör att att vi inte behöver någon mikrokontroller, som annars är en typiskt komponent i denna typ av system. Som du förmodligen räknat ut av namnet så har OpenAT sina rötter i det AT-kommandoset som ursprungligen designades av Hayes för telefonmodem. En OpenAT-applikation består av den användarspecifika, inbäddade applikation som länkades till, och utvecklades med, OpenAT-biblioteket. Detta bibliotek är i sin tur baserat på flera olika API (Application Programming Interfaces) utvecklade av Wavecom.

### Application Mandatory API

som måste användas av den inbäddade applikationen.

### AT Command API

som ger tillgång till en uppsättning AT-funktioner (sänd AT-kommandon etc)

### OS API

som ger tillgång till funktioner hos operativsystemet (start/stoptimer, läs/skriv data i Flashminnet, radera objekt lagrade i Flashminnet).

### PCM API

som ger tillgång till Flow Control



Figur 1. Projektets hjärta: Ett färdigprogrammerat GSM-modem från Unitronic.

Manager funktionerna, vilket ger säker tillgång till V24 och data I/O (öppna/stäng flöde, skicka/ta emot data).

### I/O API

för kontroll över serielänken och GPIO (här de två väggkontakterna).

### Bus API

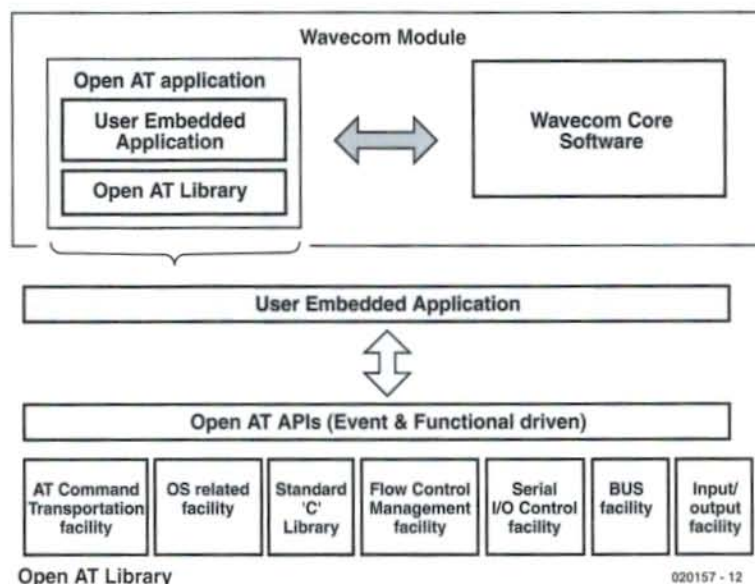
som tar hand om SPI och I<sup>2</sup>C bussystemen.

### Standard API

med ett antal standard C-funktioner.

Figur 2 illustrerar interagerandet mellan API-erna och den användarapplikation som finns i Wavecom-modulen.

Det finns dock ingen anledning till panik. För att kunna bygga och använda detta projekt behövs det ingen djupare kunskap i ännu ett exotiskt programmeringsspråk. All nödvändig mjukvara finns redan i GSM-modemet om du beställer det från Unitronic. Systemmjukvaran kan, för ovanlighetens skull, inte hämtas gratis från vår websida, och detta kräver kanske sin förklaring. OpenAT (kallas också för MUSE-plattform) kostar lite drygt 50.000:- och kräver dessutom en ARM-kompilerare som



Figur 2. Här visas interagerandet mellan API och användarapplikationen.

kostar ytterligare runt 40.000:-. Den här typen av utgifter hör bättre hemma inom industrin än bland hobbyister. Så för små volymer, och även enstaka kretsar, så är det bättre att överlåta mjukvaruutvecklingen till Unitronic.

## Runt modemmet

Som du kan se av kretsschemat i figur 3 så består resten av elektroniken av inte mycket mer än en nivåomvandlare, två buffrade reläutgångar och en strömförsörjning. Wavecoms GSM-modul ansluts till den 50-poliiga kontakten K5 och PC-n (om så behövs) till den 9-poliiga D-subkontakten som endast har Rx/D och

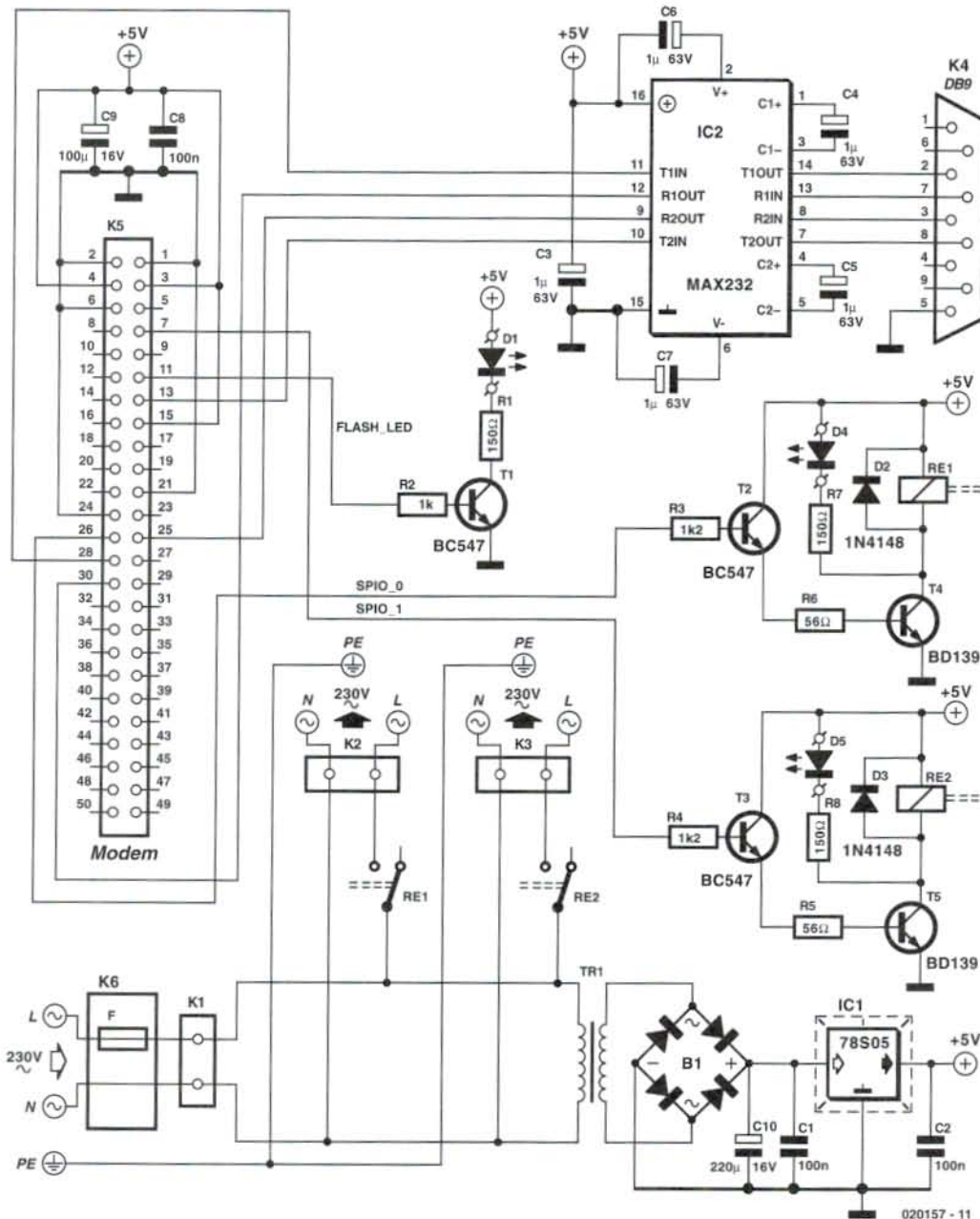
TxD-linjerna kopplade. På modemsidan finns RS232-signaler med TTL-nivå (5-V sving), medan symmetriska nivåer ( $\pm 15$  V) hittas på PC-sidan.

De två switchande utgångarna är identiska och består av en bufferttransistor av typ BC547 som driver en effektt transistor av typ BD139. När modemutgången PIO\_x är aktivt hög leder BD139, vilket gör att strömmen kan flyta genom reläspolen. Följaktligen kommer relät att dra och det läggs nätspänning till den last som är ansluten till K2 eller K3. Detta

visas också genom att LED D4 eller D5 tänds.

Strömförsörjningen är standard rakt igenom, och består av en nättransformator, en likriktare, glättning-kondensatorer och en 5-V spänningsstabilisator. **Transformator måste vara kortslutningssäker och spänningsstabilisatorn måste ha tillräckligt med kylning.**

LED D1 är en blinkande typ. Den blinkar när GSM-modemet har kontakt med sändaren i mobilnätet och lyser fast när kommunikation sker, till exempel under uppstart och när



Figur 3. Det är sparsamt med komponenter runt GSM-modemet.

modemet försöker etablera kontakt med mobilnätet.

### Själva bygget

Det kretskort som tagits fram för detta projekt visas i figur 4. Det uppfyller kraven på elektrisk säkerhet. Lödplättarna för kontakten K5 ligger bara 1,27 mm från varandra och du måste därför ha en lödpenna med mycket fin spets när du monterar denna. Överflödigt tenn tar du bäst bort med en avlödningsfläta. Vi rekommenderar att du använder ett

förstörningsglas när du kollar lödningen av K5.

Resten av bygget borde inte vålla några större problem eftersom det finns mer utrymme vid lödningen av de övriga komponenterna. Se till att du monterar de polariserade komponenterna åt rätt håll och glöm inte de fem isolerade trådbyglarna på kortet, två av dessa finns under hållaren för IC2.

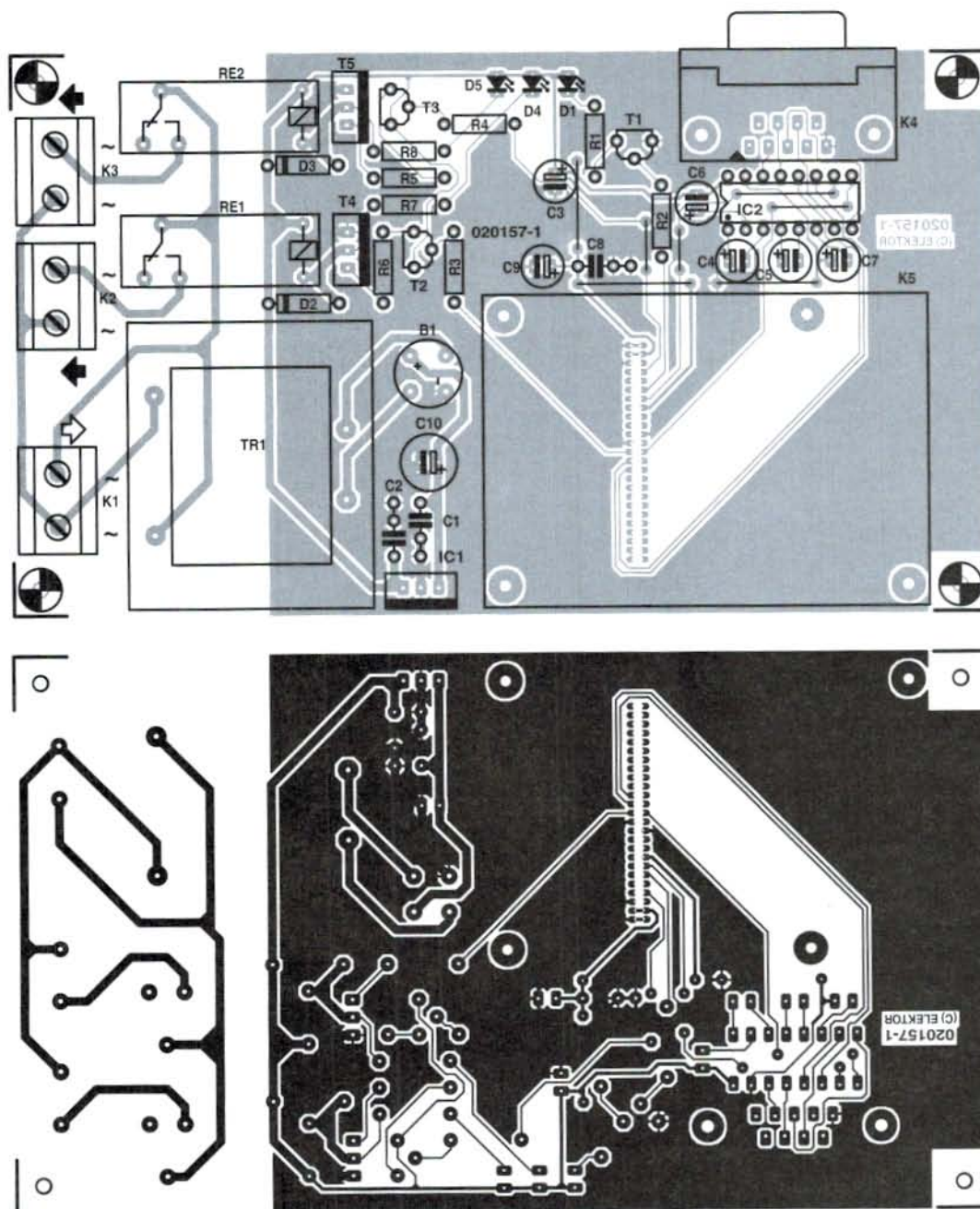
När kortet är färdigbyggt och testat skall det monteras in i en lämplig låda. Kretsen måste byggas som en klass-A enhet. Det spelar ingen roll

om du använder en låda av ABS-plast eller en låda av metall, **skyddsjord måste vara kopplad** till de switchade nätkontakterna och till alla metalldelar hos lådan (i schemat märkt PE, protectiv earth)

### Testning...

**Under all testning måste du vara oerhört försiktig så att du inte oavsiktligt kommer i kontakt med de strömförande delarna inuti enheten.**

Trots all visuell kontroll så skall du inte sätta in det dyrbara GSM-modemet i sin hållare när du ansluter kretsen till nätspänningen för första gången. Det första testet är begränsat



Figur 4. Kretskortet som tagits fram för detta projekt.

till att kolla om det finns någon 5-V matning på kortet. Om det finns en sådan så plugga ur enheten från nätet och preparera sedan GSM-modemet.

Modemet behöver naturligtvis ett SIM-kort utan något PIN-nummer (det bästa är att använda ett kontantkort). Om du använder ett kort med PIN-kod kan du koppla bort denna med en GSM-telefon (om teleoperatören tillåter det). Skriv ner det telefonnummer som hör ihop med kortet någonstans inuti lådan så att du har det till hands.

SIM-kortet sätt in i GSM-modulen via hållaren som sitter bredvid antenningången. Därefter pluggar du in modemmet i sin hållare. Skruva fast modemmet. Använd inte brickor eller liknande på grund av risk för kortslutning. Sätt slutligen dit antennen.

När du startar så anges vissa förvalda värden:

```
PIN      0000
PIN Check  off
Reply on
```

Dessa värden kan ändras via SMS, och faktum är att detta skall göras omedelbart för att eliminera risken för att någon annan switchar kontakterna till och från. Kommandot för att göra detta ser ut så här:

```
change password;<gammal PIN>; <ny PIN>
```

## KOMPONENTLISTA

### Motstånd:

R1,R7,R8 = 150Ω  
R2 = 1kΩ  
R3,R4 = 1kΩ  
R5,R6 = 56Ω

### Kondensatorer:

C1,C2,C8 = 100nF  
C3-C7 = 1μF 16V radial  
C9 = 100μF 16V radial  
C10 = 220μF 25V radial

### Halvledare:

B1 = B80C1500 likriktarbrygga i runt hölje (80V piv, 1.5A topp)  
D1 = LED, 3mm, gul, lågströms  
D2,D3 = 1N4148  
D4,D5 = LED, 3mm, röd, lågströms  
IC1 = 78S05 (använd inte 7805)  
IC2 = MAX232  
T1..T3 = BC 547B  
T4,T5 = BD139

### Övrigt:

Tr1 = nättransformator, 9 V / 3.6VA, kortslutningssäker, t.ex. Gerth # 387.09  
Re1,Re2 = relä, 1 växlande kontakt, för kretskort, spölsänning 6V, kontaktmärkning 250V / 4A (Siemens V23057 B0001-A101)  
K1,K2,K3 = 2-pol kopplingsplint för kretskort, raster 7.5mm

K4 = 9-pol sub-D kontakt för kretskort, vinklade stift

K5 = 50-pol kretskortkontakt, rak, hona, raster 1,27 mm

Ingångskontakt för nätsänning med inbyggd säkring (15mA trög) och till/från kontakt

GSM Modem = WMOi3 (tillverkare:

Wavecom; distributör: Unitronic)

GSM antenn med MMCX-kontakt

2 Jordade väggkontakter för panelmontering

Kretskort **020157-1**

### Förslag till leverantör:

#### GSM-modem

Unitronic AG, Mündelheimer Weg 9, D-40472 Düsseldorf, Germany.

Tel. (+49) 211 9511-0,

fax. (+49) 211 9511-111.

mail : [info@unitronic.de](mailto:info@unitronic.de).

Website : [www.unitronic.de](http://www.unitronic.de)

#### GSM-antenn

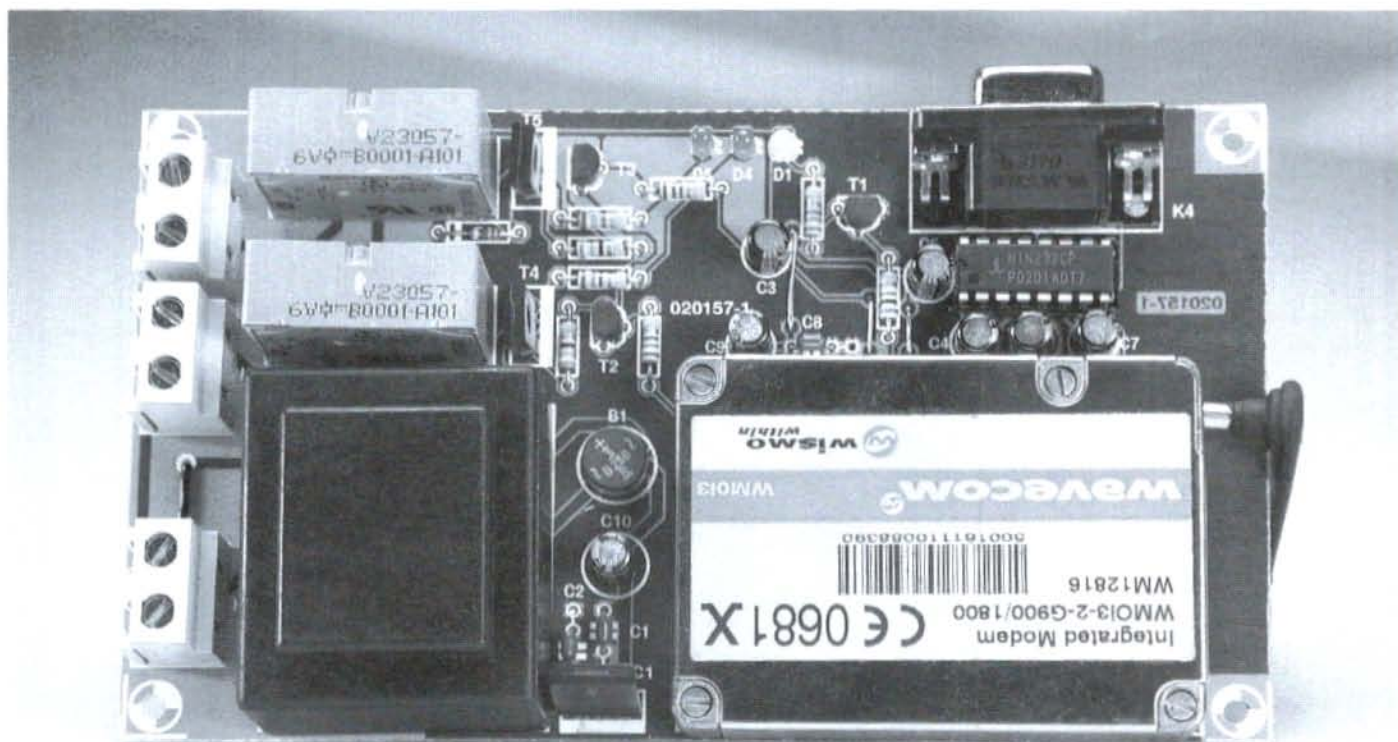
IMS Connectors Systems GmbH, Obere Hauptstrasse 30, D-79840 Löf-flingen, Germany.

Tel. (+49) 76 5490 10,

fax (+49) 76 5490 1199.

Email: [sales@imscs.com](mailto:sales@imscs.com).

Website: [www.imscs.com](http://www.imscs.com)



Om, till exempel, din nya PIN-kod är 0815 så skickar du detta meddelande:

```
change password;0000;0815
```

GSM-modemet kommer att byta PIN-kod och skickar tillbaka en bekräftelse på detta med meddelandet 'password changed'.

Från och med nu kan väggkontakten bara switchas till och från om det relevanta kommandot innehåller den korrekta PIN-koden.

Låt oss kolla detta direkt genom att switcha till en kontakt. Här är det allmänna formatet:

```
#<password>;nummer på kontakt,<till/från>,<datum>,<tid>
```

Detta kanske verkar en smula komplicerat men det är inte alla fält som behöver fyllas i. Om du skickar detta meddelande:

```
#0815;1,1,,
```

så switchas lasten ansluten till kontakt #1 till omedelbart. Du får inte utelämnat kommatecknen! Tabell 1 ger en översikt av alla de tillgängliga kommandona.

RS232-interfacet skall också testas. Det format som används är 8,N,1,9600. OpenAT-programmet aktiveras automatiskt vid uppstart. Modemet reagerar då bara för följande kommandon mottagna via RS232:

**AT+RESET**

Returnerar modemet till de förvalda värdena (default). Ett mycket användbart kommando om du har glömt systemets PIN-kod.

**AT+WOPEN+2**

Stoppar programmet och returnerar modemet till normal operation. Från och med nu måste modemet styras med AT-kommandon. Detta gör att modemet kan installeras under

Windows och sedan användas för anslutning till Internet. En sådan anslutning är dock endast möjlig om modemet har omprogrammerats med ny GPRS-firmware (och om det SIM-kort du använder är GPRS-kompatibelt). Relevant firmware kan erhållas från Unitronic.

**AT+WDWL**

Detta tillåter att ett nytt program laddas in i modemets. Programladdningen använder protokollet X-modem som stöds av de flesta kommunikations och terminalemuleringsprogrammen (inklusive HyperTerminal som medföljer Windows).

(020157-1)

## SMS-kommandon

### SWITCHNING AV UTGÅNGAR

Format: #<password>;<socket number>,<on/off>,<date>,<time>

Detta kommando styr en eller flera utgångar via SMS. Alla fält behöver inte data och vissa är valfria.

Password	När PIN-kontroll är aktiv skall PIN-koden anges här.
Socket number	1 = Utgång #1, 2 = Utgång #2, 0 = båda utgångarna
On/off	1 = till, 0 = från
Date	åå/mm/dd (t.ex. 03/09/15 betyder 15 september 2003). När detta fält är tomt används aktuellt datum.
Time	hh:mm (t.ex., 13.30h). När detta fält är tomt används aktuell tid.

Det är möjligt att inkludera flera switchningskommandon i ett SMS-meddelande. Det andra kommandot skrivs helt enkelt efter det första. Efterföljande kommandon behöver inte innehålla strängen #<password>; Upp till 16 switchingsfunktioner kan programmeras.

Respons: <command> : accepted

**Exempel**

```
#7324;1,1,,
#7324;2,1,03/09/15,12:00
#7324;1,0,03/09/15,13:00,2,0,03/09/15,13:01
```

Switchar till last #1 omedelbart  
 Switchar till last #2 15 september 2003 kl. 12:00h  
 Switchar från last #1 15 september 2003 kl. 13:00h,  
 Switchar från last # 2 15 september 2003 kl. 13:01h

### HÄMTA SWITCHAR

Format: switch?

Detta kommando hämtar det kommando som givits till båda utgångarna. GSM-modemet svarar med att sända ett SMS som innehåller alla

mottagna och accepterade aktioner.

Exempel  
Kommando           switch?  
  
Respons            1,1,,;0  
                      2,1,03/09/15,21:00;1  
                      1,0,03/09/15,13:00;2  
                      2,0,03/09/15,13:01;3

Den sista siffran i varje rad är en indexsiffra. Denna behövs om du vill rensa en viss aktion.

## RADERA SWITCH

Format:            delete switch;<password>;<index>

Detta kommando utför följande aktion:

Password           När PIN-kontroll är aktiv skall PIN-koden anges här.  
Index               Indexsiffran för den aktion som skall rensas ges i HÄMTA SWITCHAR.

Exempel  
Kommando           delete switch;7324;1  
Respons             Switch 1 : deleted

Det är också möjligt att rensa alla aktioner på en gång genom att använda indexsiffra 16:

Kommando           delete switch;7324;16  
Respons             Switch 16 : deleted

## STÄLL IN REALTIDSKLOCKAN

Med detta kommando kan du ställa in datum och tid.

Format:            rtc;<password>;<date>;<time>

Date                åå/mm/dd (t.ex, 03/09/15 betyder 15 september 2003)  
Time                hh:mm (t.ex, 13:30h)

Exempel

Kommando           rtc;7324;03/09/07,10:49  
Respons             The rtc is set successfully

## HÄMTA REALTIDSKLOCKAN

Frågar efter det datum och den tid som ställts in i realtidsklockan.

Format:            rtc?

Exempel

Kommando           rtc?  
Respons             03/09/07,11:01

## BYT LÖSENORD (PASSWORD)

Låter dig ändra lösenord.

Format: change password;<old password>,<new password>

old password gammal PIN-kod  
new password ny PIN-kod

Exempel

Kommando change password;7324,0123  
Respons Password changed

**KOPPLA BORT/KOPPLA TILL PASSWORD**

Koppla PIN-kontrollen till och från.

Format: password;<password>;<enable/disable>

password PIN  
enable/disable 0 = koppla bort kontroll; 1 = koppla till kontroll

Exempel

Kommando password;0123;0  
Respons Password disabled

**KOPPLA BORT/KOPPLA TILL RESPONS**

Om du vill så kan GSM-modemet bekräfta varje kommando det får.

Format: response;<password>;<enable/disable>

password PIN  
enable/disable 0 = koppla bort bekräftelse; 1 = koppla till bekräftelse

Exempel

Kommando response;0123;0  
Respons ingen (bekräftelse bortkopplad)

Kommando response;0123;1  
Respons Response enabled

**HÄMTA RAPPORT**

Detta kommando uppmanar modemmet att lämna en statusrapport.

Format: report?

Detta kommando utförs alltid även om Bekräfta kopplats bort.

Exempel

Kommando report?  
Respons Socket 1 : on  
Socket 2 : off  
Password : enabled  
Response : enabled  
Time : 11:05  
Date : 03/07/29

# Praktiska neurala nät (I)

Del I:  
en introduktion till neurala nät

Av Chris McLeod och Grant Maxwell

Artificiella Neurala Nät (Neurala Nät eller bara ANN) är en populär form av Artificiell Intelligens (AI). De baseras på hjärncellernas funktion och många forskare tror att de är vårt bästa hopp när det gäller att uppnå sann intelligens i en maskin. Om du gillar TV-serien Star Trek så vet du att Mr Data har en Neural Nätthjärna på samma sätt som roboten har det i 'Terminator' filmerna.

Även om dessa teknologiska under fortfarande befinner sig på grundforskningsnivå inom datorvetenskapen så ligger de ändå inom oss vanliga amatörers fattningsförmåga. Målet med dessa artiklar är att introducera detta fantastiska ämne på ett praktiskt sätt, vilket gör att du kan experimentera med dina egna Neurala Nät.

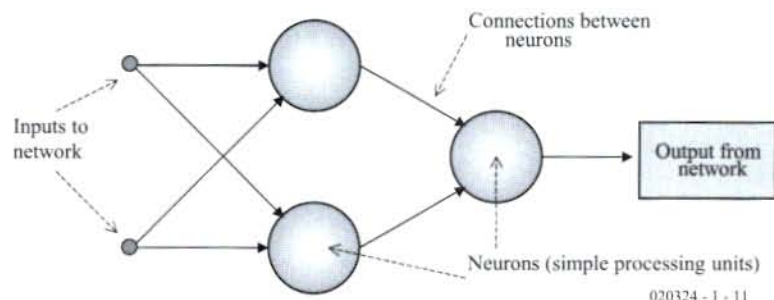
## Så, vad är då exakt ett Neurtalt Nät?

Ett Neurtalt Nät är ett nätverk av hopkopplade processorer. Varje individuell processor klarar bara av en mycket enkel matematiskt uppgift, men när många kopplas ihop får vi ett mycket komplext beteende. Ritningen i figur 1 visar ett typiskt neuralt nät.

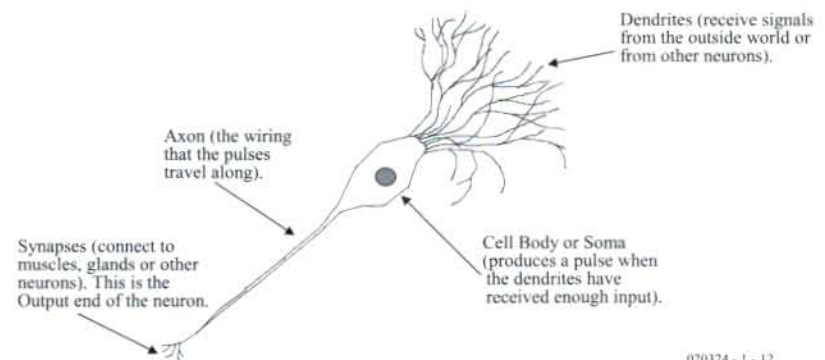
För att kunna förstå det Neurala Nätverket så vänder vi oss till inspirationskällan, vår egen hjärna

## Du har allt i huvudet

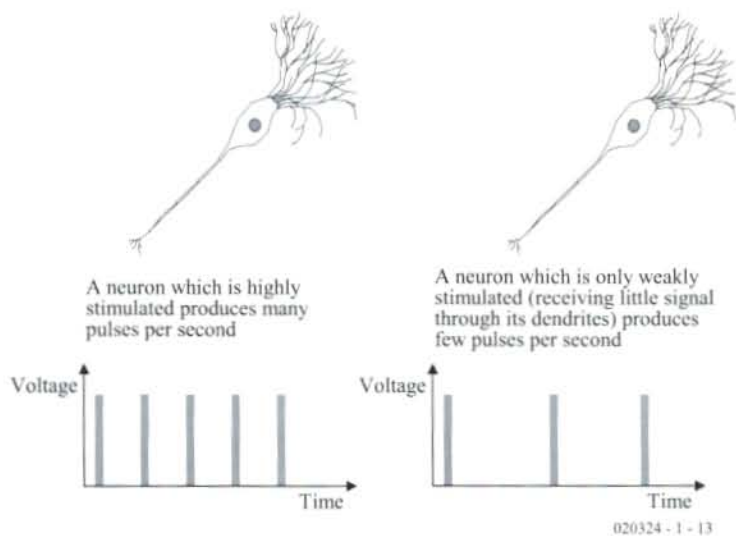
Vad en lekman kallar för hjärnceller är vad en biolog skulle kalla för Neuroner. Dessa är små levande celler som vår hjärna och vårt nervsystem är uppbyggda av. Det finns ungefär 100 miljarder av dem i en typisk människa.



Figur 1. Ett typiskt neuralt nät.



Figur 2. en biologisk neuron.



Figur 3. Hur en neuron behandlar information. Ju mer den stimuleras desto fler pulser skickar den ut.

Var och en av dem har utvecklats till en elektronisk processor. Om du tittar på en neuron under ett mikroskop så ser det ut som i figur 2. Dendriterna tar emot signaler från andra neuroner eller från världen utanför, de är den 'mottagade delen', av neuronerna. När dendriterna har stimulerats tillräckligt genererar cellkroppen (cell body) en elektrisk puls som färdas nerför axonen till dendriterna hos andra neuroner eller till muskler, och stimulerar dem.

När en neuron får mer stimulering via sina dendriter så producerar den fler pulser per sekund, vilket visar i figur 3. Därför är informationen i nervsystemet frekvensmodulerad. Vissa neuroner, kallas Sensory Neurons, sensorneuroner, samlar in information från världen utanför. Stavarna och tapparna i dina ögon är sådan sensorneuroner. Denna stimulans skickas upp till hjärnan utefter axonerna hos sensorneuroner. Där behandlas de av andra, som kallas

för interneuroner, vilka bara är anslutna till andra neuroner. Resultatet som uppstår av detta skickas sedan till en sista uppsättning neuroner, motoriska neuroner, vars axoner är kopplade till muskler och körtlar. På detta sätt kan vi ta emot information från utsidan, behandla den och agera med utgångspunkt från den. Dessa processer är ansvariga för allting, från enkla reflexer till själva medvetenheten.

### Födelsen av ANN

1943 publicerade två forskare, Warren McCulloch och Walter Pitts, en artikel som innebar starten för vetenskapen om Artificiella Neurala Nät. Här visades en enkel modell av neuronerna och artificiella nät baseras än idag av denna modell (fast i förbättrad form). Grundidén visas i figur 4. Schemat visar fyra ingångar märkta  $i_1$  till  $i_4$ . Dessa är lika dendriterna i den biologiska versionen och kopp-

las till världen utanför eller till andra neuroner. Ingångarna 'viktas' av de fyra vikterna  $w_1$  till  $w_4$ . Dessa vikter representerar styrkan hos anslutningarna till cellkroppen i en riktig neuron. I verkligheten kan det naturligtvis vara vilket antal ingångar som helst. Systemet fungerar så här. Först viktas varje ingång genom att multiplicera den med dess tillhörande vikt och resultatet av alla de viktade ingångarna adderas ihop:

$$\text{Sum} = (i_1 \times w_1) + (i_2 \times w_2) + (i_3 \times w_3) + (i_4 \times w_4)$$

Sedan, om denna summa (som biologiskt sett är den totala stimulans som går in i neuronerna) ligger över en förinställd tröskel så ger neuronerna en '1' som utgång, och om den inte gör det så producerar den en '0'. Låt oss nu säga att tröskeln är 0,5:

$$\begin{aligned} \text{If Sum} > 0.5 \text{ then Utgång} &= 1 \\ \text{If Sum} < 0.5 \text{ then Utgång} &= 0 \end{aligned}$$

Detta liknar på sätt och vis den riktiga neuronerna som skickar ut en puls när den stimuleras tillräckligt mycket.

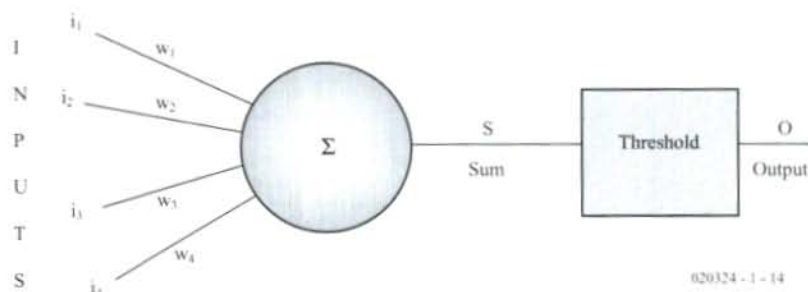
Låt oss ge ett litet exempel för att göra det mer tydligt. Antag att vi har neuroner med ingångar och vikter såsom visas i figur 5. Vad skulle då utgången vara? Beräkna utgången från neuronerna i ritningen och antag att tröskeln är 0,5:

$$\text{Sum} = (0.1 \times 0.5) + (0.5 \times 0.2) + (0.3 \times 0.1) = 0.18$$

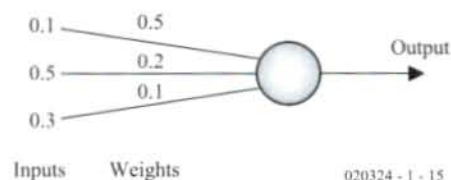
Då 0.18 är lägre än tröskelvärdet, Utgång = 0

### Vad är det bra för?

OK, nu har vi en modell av en neuron, men vad är det bra för? Låt oss ta ett visuellt mönster som det som visas i figur 6a. Och låt oss säga att vi vill ha en apparat som kan känna igen det. Vi kan koda de mörka pixlarna som ettor och de ljusa pixlarna som nollor. Om vi kopplar upp vår neuron såsom visas i figur 6b så kommer den att producera en '1' utgång varje gång den 'ser' detta mönster. Du kan



Figur 4. Den fundamentala artificiella neuronerna.



Figur 5. Ett arbetsexempel.

förmodligen se, att även om inte mönstret är perfekt, de mörka pixlarna är inte riktigt ettor och de ljusa är inte riktigt nollor, så kommer neuronerna i alla fall att känna igen mönstret (vi säger att neuronerna är brustolerant).

Men om vi lägger in ett helt annorlunda mönster, som det som visas i figur 6c, så kommer neuronerna inte att känna igen det.

Att känna igen mönster, även om det inte är perfekt, är ett av de mest fundamentala attributen av intelligens. Du måste kunna känna igen en frände, mat eller en fiende för att överleva, om du är ett djur.

Förhoppningsvis kommer du, efter att ha få tänka efter lite, att inse hur viktig det är att känna igen ett mönster. Neurala nät är förmodligen det bästa som finns för denna uppgift. De kan alltså känna igen mönster i realtid, om de samplas och matas in i nätet.

## Inläring!

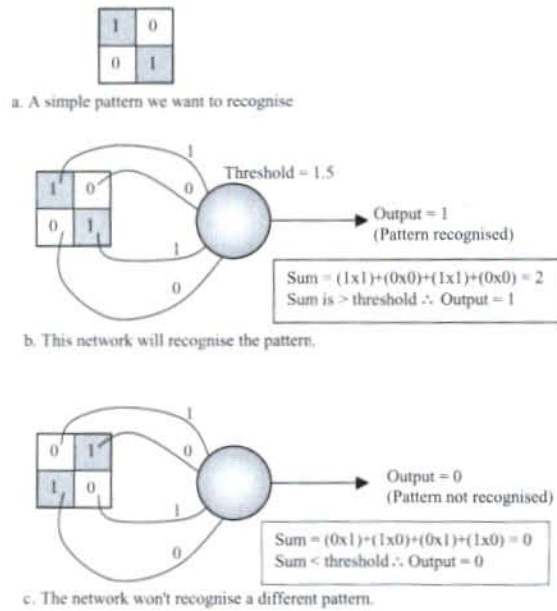
Du kan också se av ovanstående exempel att inställningen av vikterna är kritisk för funktionen av nätet. Det är vikterna som bestämmer vilket mönster som nätet känner igen och inställningen av vikterna (viktningen) är huvuduppgiften för det neurala nätprogrammet. I exemplet ovan har dessa vikter ställts in med sunda förnuftet, och för en så enkel uppgift som denna är detta fullt möjligt. Men för mer komplicerade uppgifter, som att känna igen hundratals mönster med ett nät av neuroner, är det omöjligt. Vi vill också att viktningen sker automatiskt, utan att någon mänsklig operatör behöver ingripa, för trots allt så sker ju större delen av vår egen inläring utan yttre hjälp.

Därmed kommer vi in på den 'lärande' eller 'tränande' algoritmen. Detta är den del av det neurala nätet som ställer in viktningen så att mönster känns igen automatiskt. För ett mycket enkelt exempel på hur detta fungerar så överväg en algoritm för att lära ovanstående neuron att känna igen sitt mönster:

1. Om Utgången är korrekt så gör ingenting.
2. Om Utgången är hög men borde vara låg, minska då de vikter som är kopplade till höga ingångar.
3. Om Utgången är låg men borde vara hög, öka då de vikter som är kopplade till höga ingångar.

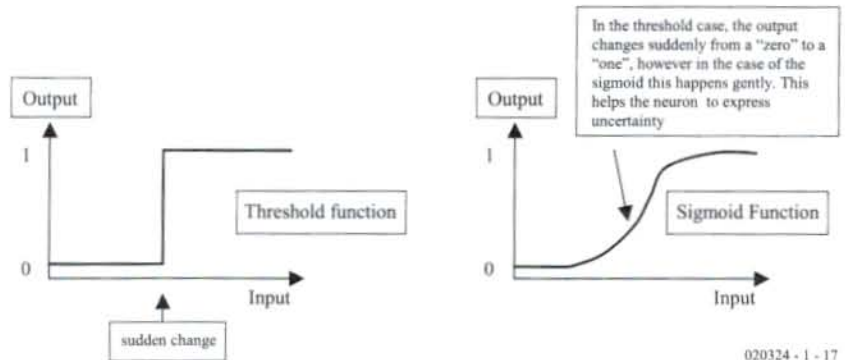
Vikterna börjar vanligen som slumpstal. De övriga artiklarna i denna serie handlar om olika metoder att träna nätet.

Två andra punkter är också värda att nämnas. Först, genom att sätta upp vikterna på det sätt du vill kan du få nätet att uppträda som (nästan) vilken typ av logisk grind som helst. Se därför inte ett neuralt nät som enbart en



020324 - 1 - 16

Figur 6. Att använda fler neuroner för mönsterigenkänning.

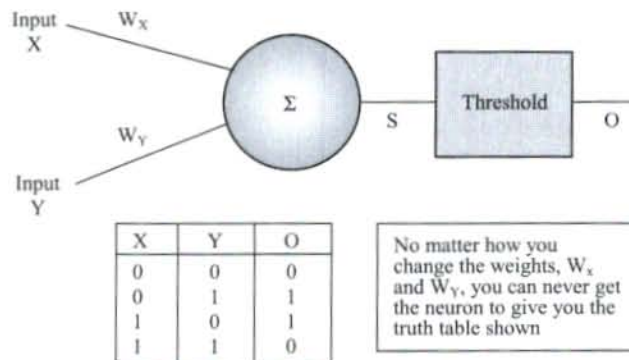


020324 - 1 - 17

Figur 7. Binär och Sigmoidneuron.

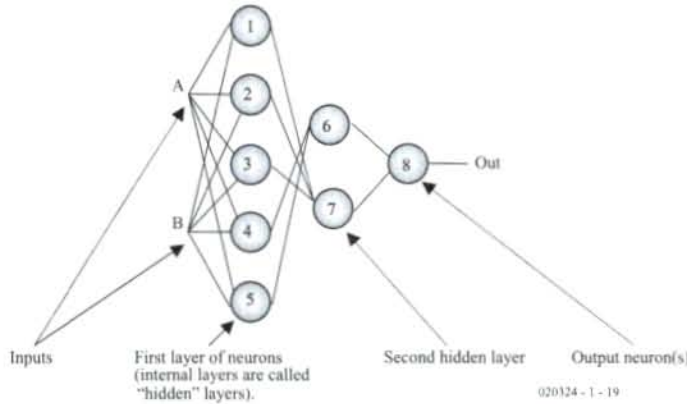
mönsterigenkännare, det är mycket mer flexibelt än så. Egentligen är det mer likt en inlärningsbar logisk kom-

binationskrets. För det andra, i stället för att använda en ren binär utgång som visas i exemplet ovan så



020324 - 1 - 18

Figur 8. En neuron kan inte simulera en XOR-grind.



Figur 9. Ett flerlayers neuralt nät.

använder vi nu vanligtvis en matematisk modell som kallas 'Sigmoid' funktionen i utgången från våra neuroner. Denna är:

$$Output = \frac{1}{1 + e^{-Sum}}$$

Så, i det exempel som visas i figur 5 skulle utgången från neuronerna, om vi använder sigmoidfunktionen, vara:

$$Output = \frac{1}{1 + e^{-0.18}} = 0.5449$$

Egentligen producerar denna funktion alltid en utgång mellan noll och ett och därför är utgången som den binära tröskeln. Och varför då använda den? Fördelen med den ligger i när man skall jämföra två mönster som är mycket lika varandra. Därmed kan neuronerna uttrycka tvekan genom att ha en utgång som ligger mellan noll och ett. Nätet säger helt enkelt 'Jag är inte säker'. Figur 7 visar idén.

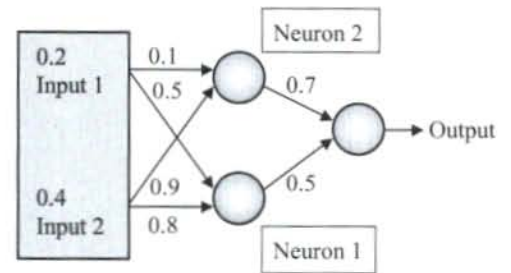
### Nät av neuroner

Neurala nät har gått från klarhet till klarhet under de år som gått sedan McCulloch och Pitts först lade fram modellen. Men 1969 publicerades en bok som angrep många av idéerna bakom dem.

Boken hette 'Perceptrons' av Marvin Minsky och Seymour Papert. Den pekade på en felaktighet i grundneuronerna. Problemet var detta: Det spelar ingen roll hur du sätter vikterna hos två ingångsneuroner, de kommer ändå aldrig att kunna simulera en exklusiv OR (XOR) grind som den som visas i figur 8.

Detta, tillsammans med andra argument i boken, stoppade upp utvecklingen av neurala nät under många år. De flesta forskare lämnade fältet med en känsla av 'kan inte neuronerna klara ens denna enkla uppgift så är det inte lönt att forska vidare'.

Vad som behövdes för att lösa detta problem, och andra liknande, var inte en enda neuron, utan ett nät av dem. Faktum var att en rysk matematiker, Kolmogorov, redan hade



020324 - 1 - 20

Figur 10. Exempel på neuralt nät.

visat att ett neuralt nät med tre lager, såsom visas i figur 9, kunde lösa alla problem av detta slag.

Emellertid, även om denna lösning var känd, så dröjde det ända till 1982/83 innan forskningen kring neurala nät sköt fart igen. Vid denna tid publicerades Backpropagationsalgoritmen (beskrivs i del 2), billig datorkraft blev allmänt tillgänglig och John Hopfield publicerade sin berömda avhandling (behandlas i del 3 av denna artikelserie).

Neuronerna i nätet arbetar på exakt samma sätt som de vi redan pratat om. Låt oss visa ett exempel med sigmoida neuroner, figur 10. Beräkna utgången från detta nät med en sigmoidfunktion.

Input till neuron 1 =  $(0.2 \times 0.5) + (0.4 \times 0.8) = 0.42$ .

$$Output = \frac{1}{1 + e^{-0.42}} = 0.603$$

Input till neuron 2 =  $(0.2 \times 0.1) + (0.4 \times 0.9) = 0.38$ .

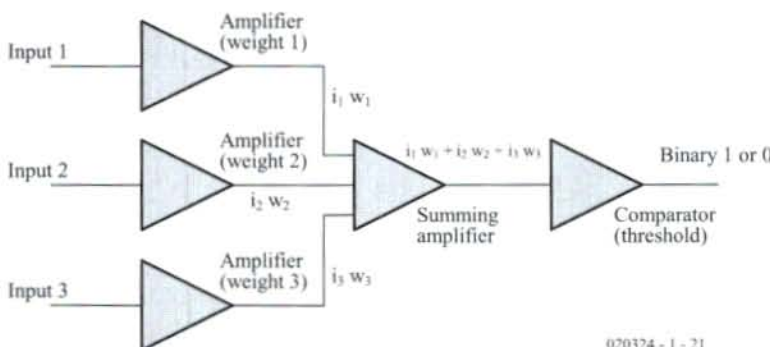
$$Output = \frac{1}{1 + e^{-0.38}} = 0.594$$

Input till sista neuron =  $(0.594 \times 0.7) + (0.603 \times 0.5) = 0.717$ .

$$Final\ output = \frac{1}{1 + e^{-0.717}} = 0.672$$

### Gör ditt eget!

Du kan implementera neurala nät med hårdvara, antingen analogt eller digitalt. Ett blockschema över en analog implementering visas i figur 11.



Figur 11. Hårdvaruimplementering av en neuron.

Tre enkla förstärkare viktat ingångarna och dessa måste ha elektroniskt justerbar förstärkning om nätet skall kunna lära i realtid. Utgångarna summeras sedan och tröskelvärde läggs till en komparator.

Denna typ av krets har byggts med diskreta komponenter som opampar och som delar av en IC-krets. Nackdelen med denna lösning är att det går åt en hel del komponenter om det skulle finnas många neuroner.

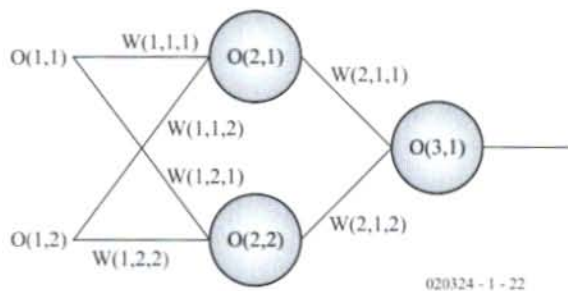
Man kan tillverka digitala kretsar på exakt samma sätt. De viktade förstärkarna kan ersättas med digitala multiplicerare, summerförstärkaren med en adderare och komparatören med en avkodare som ger en puls (skjuter en spik som det populärt kallas) om den binära utgången från adderaren är större än tröskelvärdet. Digitala neurala nät är dock ett resursslöseri eftersom de kräver binära multiplicerare som vanligtvis är stora och komplexa kretsar.

Det absolut vanligaste sättet att implementera neurala nät är att simulera dem i mjukvara. Då kan programmeraren snabbt ändra parametrar, som antalet neuroner och och hur de är kopplade, utan att dra om en massa kablar och detta betyder att stora mängder neuroner lätt kan kopplas ihop.

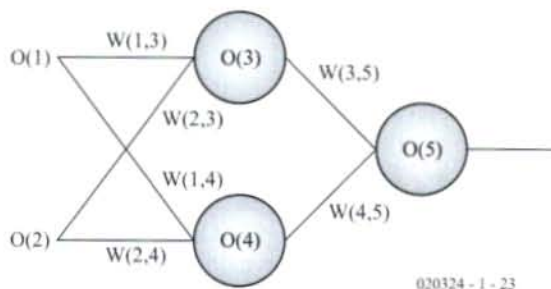
Mjukvarulösningen har många fördelar för amatörer och det är ganska lätt att programmera ett neuralt nät i vilket högnivåspråk som helst och i många assemblerspråk (speciellt de som har multipla kommandon).

## Mjukvara

Hur kodar vi då neurala nät i mjukvara? Det enklaste sättet är att lagra alla nödvändiga



Figur 12. Lagring av vikterna i ett typiskt nät.



Figur 13. Ett mer flexibelt sätt att koda ett nät.

parametrar i matriser. Ingångarna till, och utgångarna från, nätet kan lagras i en matris och vikterna i en annan.

Vi kan till exempel lagra alla vikterna i en tredimensionell matris

Vikter [lager\_nummer, neuron\_nummer, kopplings\_num-

mer]

Och utgångarna (och ingångarna) från varje neuron i två dimensionell matris

Utgång[lager\_nummer, neuron\_nummer].

Det genererade nätet får då den form

## Listning 1. Beräkning av nätets utgång

```
FOR L = 1 TO number_of_layers
  FOR n = 1 TO number_of_neurons_in_biggest_layer
    FOR c = 1 TO number_weights_in_biggest_layer
      O(L+1, n) = O(L+1, n) + O(L, c) * W(L, n, c)
    NEXT c
    O(L+1, n) = 1/(1+exp(-1*O(L+1,n)))
  NEXT n
NEXT L
```

## Listning 2. Alternativ utgångsprogrammering

```
FOR t = 1 + number_of_inputs TO number of neurons
  FOR f = 1 TO number_of_neurons
    O(t) = O(t) + O(f) * W(f,t)
  NEXT f
  O(t) = 1/(1 + exp(-1 * O(t)))
NEXT t
```

som visas i figur 12.

Notera att  $O(1,1)$  och  $O(1,2)$  är ingångarna till nätet och  $O(3,1)$  är utgången. Vi kan få datorn att beräkna utgången från ett sådant nät med den enkla algoritmen:

1. Initialisera alla viktningar och utgångar till noll.
2. Ställ in ingångarna, i detta fall  $O(1,1)$  och  $O(1,2)$ , till de önskade värdena. Lager ett är ingången till nätet.
3. Ställ in de vikter som används i nätet till de önskade värdena.
4. Beräkna utgången från nätet: se Listning 1.

I verkligheten finns det många olika sätt att koda nätet så här. Ett annat, kanske mer flexibelt, sätt att koda viktningen är detta:

```
viktning [neuron_vikt_kom-
mer_från,
neuron_vikt_går_till]
```

och sedan bara numrera varje neurons utgång (och ingång) sekventiellt:

```
utgång [neuron_nummer]
```

Detta ger ett nät av den typ som visas i figur 13.

I detta fall är  $O(1)$  och  $O(2)$  ingångar och  $O(5)$  utgången. Algoritmen för att beräkna utgången är denna gång:

1. Initialisera alla viktningar och utgångar till noll.
2. Ställ in ingångarna, i detta fall  $O(1)$  och  $O(2)$ , till de önskade värdena.
3. Ställ in de vikter som används i nätet till de önskade värdena.
4. Beräkna utgången från nätet: se Listning 2.

Vissa språk (som C och C++) låter dig dynamiskt allokera de matrisstorlekar du vill ha, och detta kan vara användbart i komplexa nät som

ändrar storlek. Andra språk, som FORTRAN och MATLAB, tillåter matrismultiplicering som gör livet lite enklare eftersom alla nätekvationerna kan skrivas som matrisoperationer.

Objektorienterade språk låter dig definiera neuroner och nät som objekt och ärver parametrarna hos dina neuroner in i ditt nät.

I lågnivåspråk kan viktningarna och utgångarna lagras direkt i minnet och rutiner kan skrivas för att komma åt dem och manipulera dem. Att beräkna utgången från nätet kallas för *Forward Pass*. Nästa steg är att ändra viktningen så att nätet lär sig att göra bättre ifrån sig under nästa forward pass, detta är hur nätet tränas och kallas för *Reverse Pass*.

I nästa artikel tittar vi på nätets inlärning och börjar med den populäraste algoritmen för detta, backpropageringsalgoritmen.

(020324-1)

## Gör som fler och fler -

Upptäck fördelarna att handla hos Trimlog

[www.trimlog.se](http://www.trimlog.se)

- Komponenter
- Tillbehör

**TRIMLOG**  
På nätet sedan 1999

### BHIAB Electronics AB

Katalog på internet

Din Leverantör  
när det gäller  
Elektronikkomponenter

[www.bhiab.se](http://www.bhiab.se)  
[info@bhiab.se](mailto:info@bhiab.se)

Butik  
Brunnsgatan 20  
611 32 NYKÖPING  
Tel: 0155- 21 32 10

### Hembyggare

Jag etsar och borrar dina kretskort  
efter eget original eller papperskopia

Prisexempel:  
Euroformat 100X160 enkels. 110 kr.  
dubbels. 150 kr.

Begär gärna offert på serier

Tel: 011-164985  
0730-202032  
0703-064985

### Kingheart - UniCo

radioparts

Klart du fixar den själv!



TV - VIDEO - CD - FÖRSTÄRKARE

Hos oss kan du som privatperson  
handla reservdelar, transistorer,  
kretsar, servicemanualer,  
felsökningstips, och mycket annat  
inom hemelektronik service

[www.unico.se](http://www.unico.se)  
08 - 664 44 52  
[kingheart@unico.se](mailto:kingheart@unico.se)

# Sanningen om batterier

är Li-Ion batterier verkligen så dåliga som det sägs?

Av Harry Baggen

I dagens samhälle använder vi allt mer och mer 'trådlös' utrustning. Antingen det handlar om kommunikation eller nätdelar för bärbara apparater. Väl kända exempel är laptopdatorn och GSM-telefonen. Tack vare kraftfulla batterier kan sådana apparater fungera under lång tid utan att vara anslutna till nätet. Men hur är kvalitén hos olika batterier och hur länge räcker de?

**BATTERIES**  
IN A PORTABLE WORLD  
a handbook on rechargeable batteries for non-engineers

Search:  [Search Top](#) | [Advanced Search](#) [Site Map](#)

Table of Contents  
Battery FAQ  
New Articles  
About the Author  
Order Book  
Links

hidor Buchmann's latest edition of "Batteries in a Portable World" fills the definite need for practical information about rechargeable batteries.

The battery has become our steady travel companion - it helps call a friend, it expands our workplace beyond four walls, and it supports critical missions for people in need. Performance specifications for batteries and chargers are often based on ideal conditions.

Manufacturers carry out battery tests on brand new equipment within protected environments. In Batteries in a Portable World, Mr. Buchmann observes the battery as used by consumers in everyday life.

The battery handbook addresses the strengths and limitations of the modern battery. It illustrates which battery chemistry is most appropriate for each application. You will learn about charger technology, battery maintenance to prolong battery life and methods to restore weak batteries with a battery analyzer.

This site is sponsored by Cadex Electronics Inc. the maker of battery analyzers and chargers. Visit the [CADDEX](#) site.

[Table of Contents](#) | [Battery FAQ](#) | [New Articles](#) | [About the Author](#) | [Links](#) | [Site Map](#) | [Contact Us](#)

Access foreign language articles here: [FR](#) [DE](#) [IT](#)

Fler och fler apparater förlitar sig idag på batterier (laddningsbara eller inte) för sin strömförsörjning. Inom och utanför hemmet används icke-laddningsbara batterier i termostater för värmen, ficklampor, radioapparater och bärbara CD-spelare. Laddningsbara batterier används typiskt i apparater med högre strömförbrukning, som digitala

kameror och bärbara datorer. GSM-telefonen (mobiltelefonen) kan inte heller klara sig utan ett kraftfullt batteri eftersom den ju skall kunna vara påslagen hela dagen och bara laddas då och då.

Som väl de flesta av våra läsare vet så finns det många olika batterier

på marknaden idag. NiCd, NiMH, Li-Ion och Li-polymer (det finns också slutna blybatterier, men dessa används sällan i moderna bärbara apparater).

Nickel-kadmium (NiCd) är den äldsta typen av de nämnda batterierna. Tack vare sin låga inre resistens är de mycket lämpliga för applikationer som behöver relativt höga strömmar. Tyvärr innehåller detta batteri det mycket giftiga ämnet kadmium och kommer att försvinna från den europeiska marknaden om några år. Som ersättning för dessa utvecklades metall-hybridbatteriet, vars prestanda numera inte ligger långt efter ett NiCd-batteri. Även om deras inre resistens är något högre så kan NiMH-batteriet anses vara en fullgod ersättare för NiCd i många applikationer. För applikationer där energitätheten är mycket viktig (dvs en stor mängd energi från ett litet batteri) så har Li-Ion-batteriet utvecklats. Tyvärr lider detta av den stora nackdelen att man måste ha en speciellt laddare för dessa. Ett derivat, litium-polymerbatteriet, som har en flexibel

PowerPulse.Net  
19 November 2002

Technical Paper  
Choosing a Battery that Will Last  
Page 3

Is Lithium-Ion Truly Superior?

Today's battery research is heavily focused on lithium systems, and one could assume that all future applications will be lithium-based. This lithium hype is especially apparent when attending battery seminars where battery manufacturers worldwide meet. The emphasis is on lithium-polymer; older chemistries such as NiCd and NiMH are hardly mentioned.

In many aspects, the lithium-ion battery is superior to nickel or lead-based batteries. There is one weak point with the lithium-ion that, for unknown reasons, is seldom mentioned by the battery manufacturer: it is aging. Capacity deterioration is noticeable after one year, whether the battery is in storage or use. Past two years, the battery frequently fails.

Although less of a concern in the fast-moving cellular phone and notebook market, storage at operational readiness is an important factor in defense applications. In Figure 6, we examine the capacity loss as a function of charge level and storage temperature.

	40% charge level (shipping and storage charge level)	100% charge level (user charge level)
0°C	98% after 1 year	94% after 1 year
+25°C	96% after 1 year	80% after 1 year
+40°C	95% after 1 year	65% after 1 year
+60°C	75% after 1 year	60% after 3 months

form, används bland annat i handdatorer (PDA).

Alla dessa batterityper har sina fördelar och nackdelar. En bra översikt av egenskaperna kan du hitta på websidan **Digit-life.com** [1].

Om vi skall tro på de tester som utförts av konsumentorganisationer i olika länder så skiljer sig moderna NiCd och NiMH batterier åt endast marginellt när det gäller prestanda. Den ökända minneseffekten som förknippas med NiCd-batterier har i stort sett försvunnit. Trots detta finns det tester på Internet som hävdar motsatsen och det är alltid svårt att veta vem som har rätt i sådana fall. Egenskaperna kan vara specifika för vissa märken eller typer, men i allmänhet kan man nog säga att de har liknande egenskaper.

Li-Ion anses ofta vara det bästa batteriet för bärbara apparater, stor kapacitet vid liten storlek, låg självurladdning och låg inre resistans. Nackdelen är att Li-Ion är kritisk när det gäller laddningen. Tack vare alla möjliga smarta kemikaliska länkar i dessa batterier så hålls det annars mycket explosiva litiumet i strama tyglar. Tyvärr har deras mycket goda rykte till en del solkats av ett antal kritiska artiklar i tyska datortidningar. Deras forskning visar att Li-Ion-batterier påverkas av ett naturligt åldrande som orsakas av den invecklade kemiska sammansättningen. Och det verkar inte heller spela någon roll om batteriet används eller

inte. Enligt dessa rapporter har ett Li-Ionbatteri endast halva kapaciteten kvar efter ett eller två år. Enligt testerna utgår industrin från att laptopdatorer och mobiltelefoner i alla fall bara har en ekonomisk livslängd på två år. Men man säger också att detta även gäller nya batterier för GSM och laptop. Det betyder att ett batteri som har legat på hyllan ett par år kan ha tappat upp till hälften av sin kapacitet, men du får ändå betala fullt pris för det. De flesta tillverkare håller tyst om detta och normalt anges heller inget tillverkningsdatum på batteriet.

På Internet kan du hitta flera websidor som handlar om detta, till exempel artikeln *Choosing a Battery that Will Last* på **PowerPulse.net** [2]. Det mesta av den övriga information vi hittade på nätet baseras på forskning och artiklar av Isidor Buchmann på det kanadensiska företaget **Cadex** [3]. Cadex tillverkar, bland annat, batterianalysatorer. Buchmann har också en egen websida på **Batteries in a portable world** [4], som innehåller en del intressanta artiklar om batterier. Till exempel ges en beskrivning av egenskaperna hos Li-Ionbatterier i [5]. Utifrån sin forskning har Buchmann funnit att Li-Ionbatterier åldras även om de inte används. Efter ungefär två år har denna process gått så långt att batterierna har nått ett tillstånd där de slutar att fungera.

Detta är information som du inte hit-

## Internetadresser:

- [1] Digit-life.com:  
[www.digit-life.com/articles/mobileaccumulators/](http://www.digit-life.com/articles/mobileaccumulators/)
- [2] PowerPulse.Net:  
[www.powerpulse.net/powerpulse/archive/aa\\_040201b3.stm](http://www.powerpulse.net/powerpulse/archive/aa_040201b3.stm)
- [3] Cadex: [www.cadex.com](http://www.cadex.com)
- [4] Batteries in a portable world:  
[www.buchmann.ca/default.asp](http://www.buchmann.ca/default.asp)
- [5] Li-ion characteristics:  
[www.buchmann.ca/Article9-page3.asp](http://www.buchmann.ca/Article9-page3.asp)
- [6] LG:  
[http://battery.rnd.lgchem.co.kr/english/file/LG\\_Li-ion.pdf](http://battery.rnd.lgchem.co.kr/english/file/LG_Li-ion.pdf)
- [7] NASDA:  
[www.nasda.go.jp/lib/nasda-news/2002/09/front\\_line\\_e.html](http://www.nasda.go.jp/lib/nasda-news/2002/09/front_line_e.html)

tar hos många tillverkarna. Efter visst letande hittade vi ett datablad från **LG** [6] angående deras Li-Ionbatterier. Där ses en kurva som visar att efter sex månaders lagring har kapaciteten hos ett Li-Ionbatteri försämrats till ca 90% av sin ursprungliga nominella kapacitet, och detta beror inte på självurladdning! Dessa siffror gäller vid en omgivningstemperatur på 20 °C — vid högre temperatur sker försämringen snabbare.

Under vår sökning hittade vi tyvärr bara en enda seriös test som nämnde detta fenomen. Alla andra sidor hänvisade bara till detta test och har inte själva utfört någon testning. Vårt intryck är att denna åldringseffekt beror på den kemiska sammansättningen i batteriet och därför skiljer sig från märke till märke. Dessutom har tekniken bakom Li-Ionbatterier förbättrats under åren och de senaste typerna kan man förvänta sig är betydligt bättre än de som tillverkades för ett par år sedan. Det kan vara värt att nämna att rymdföretag och tillverkare av elektriska fordon forskar för fullt när det gäller applikationer för stora Li-Ionbatterier. Speciellt när det gäller satelliter så har ju livslängden avgörande betydelse. Man förväntar sig att däruppe skall ett batteri hålla minst 10 år, eller längre, utan att försämrats i kvalitet. Ett trevligt exempel på detta kan hittas på websidan **NASDA** [7]. Så Li-Ionbatteriet är kanske inte så dåligt i alla fall, som vissa vill få oss att tro?

(035005-1)

# Övervakare för batterispänning

*justerbar till vilken spänning som helst (mellan 3 och 25 V)*

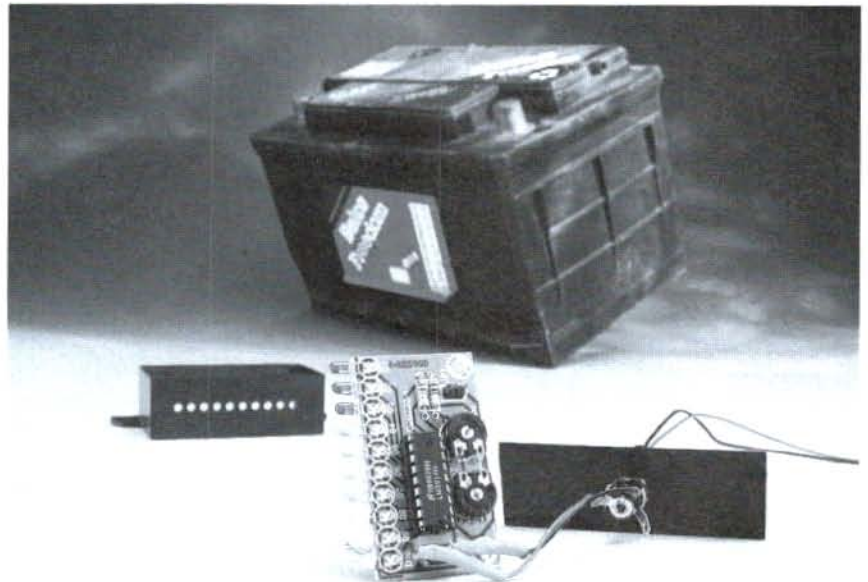
Design av A. Schilp

Denna månads Miniprojekt kan användas för att övervaka en spänning mellan 3 V och 25 V. Den kan därför användas för att hålla ett konstant öga på batteriet i din bil. Men den kan också användas tillsammans med mottagarbatterierna i en radiostyrd modell, till exempel.

Trots att detta är en extremt enkel elektronisk krets så erbjuder denna spänningsvakt, försedd med en 10-segments LED-display, ett antal distinkta fördelar. Först av allt så är kretsen mycket kompakt och det är därför lätt att bygga in den i en passande låda. Kretskortet är mindre än en tändsticksask och det borde inte vara svårt att hitta en plats för det. För det andra är kretsen mycket sparsam när det gäller ström, speciellt om den används i så kallat 'dot' mod (en lysdiod tänds åt gången). Och sist, men inte minst, kretsen kan användas i ett stort antal olika applikationer eftersom det spänningsområde som skall övervakas är ganska stort. En spänning på 3 V är minimum (kretsen fungerar inte under denna) och 25 V är max (den går sönder över den nivån), men inom detta område kan du fritt välja övervakningsspänning med hjälp av två potentiometrar. Och följaktligen behöver kretsen inte begränsas till spänningsvakt för ett bilbatteri, du kan också använda den som en indikator för batterierna i radiostyrda modeller, batterimatade borrmaskiner och gräsklippare etc. Du kan också använda den som batteritestare, dock endast med batterier som har en polspänning på 3 V eller högre. Att testa individuella 1,5 V celler är inte möjligt.

## LM3914

Kretsen har designats runt den integrerade displaydrivaren LM3914, som vi utgår från är välkänd bland våra läsare. Denna IC är i sig



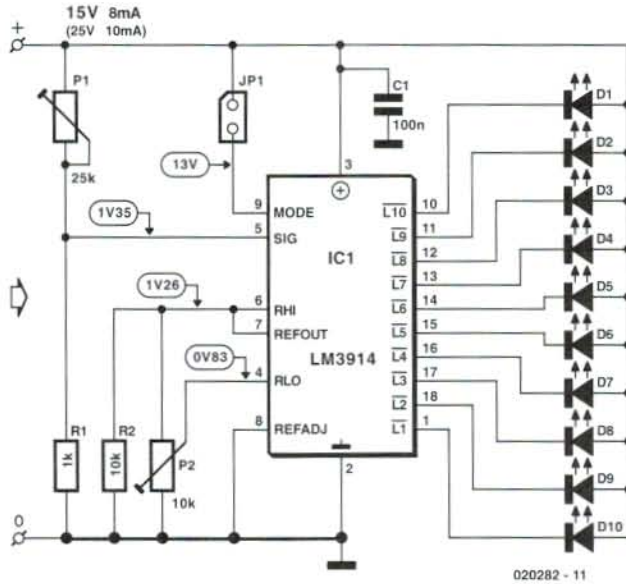
själv en komplett voltmeterkrets eftersom den är konstruerad att visa en varierande inspänning direkt på en LED-skala. Internt innehåller LM3914 tio komparatorer med en strömkälla-utgång, plus en referenskälla och en stegformad spänningsdelare som ger de nödvändiga referensspänningarna.

Figur 1 visar att kretsen i stort sett inte omfattar mer än LM3914 och tio lysdioder (högintensiva). Den undre gränsen för mätområdet, alltså den

första LED-en i skalan, är justerbar med P2. Den övre gränsen ställs in med P1. Varje LED i skalan representerar en tiondel av mätområdet. Om spänningen skulle ligga under den nedre delen av skalan så lyser ingen av dioderna. När spänningen ligger över den övre gränsen kommer D1 att fortsätta lysa.

## Punkt eller stapel

LM3914 kan arbeta antingen i punkt



Figur 1. Allt som behövs för batterivakten finns redan i LM3914.

## KOMPONENTLISTA

### Motstånd:

- R1 = 1kΩ
- R2 = 10kΩ
- P1 = 25kΩ trimpot
- P2 = 10kΩ trimpot

### Kondensatorer:

- C1 = 100nF

### Halvledare:

- D1-D10 = högintensiv LED
- IC1 = LM3914N

### Övrigt:

- JP1 = kortslutningsbygel

Kretskortslayouten finns också på [www.alltomelektronik.com](http://www.alltomelektronik.com) (under Download)

(dot) eller stapel (bar) mod. I det första fallet kommer bara en lysdiod att vara tänd. I det andra fallet kommer alla lysdioder som finns under den relevanta lysdioden också att vara tända. Valet mellan de två olika arbetssätten gör du via ben 9. Om detta lämnas öppet arbetar IC-n i punktmod. När bygeln JP1 monteras väljs stapelmod. Kom ihåg att strömförbrukningen och värmeförlusterna är betydligt högre i stapelmod. Detta spelar inte så stor roll med spänningar upp till 15 V. När emellertid inspänningen är 25 V så stiger förlusterna till 625 mW och vid denna nivå blir LM3914 ganska het.

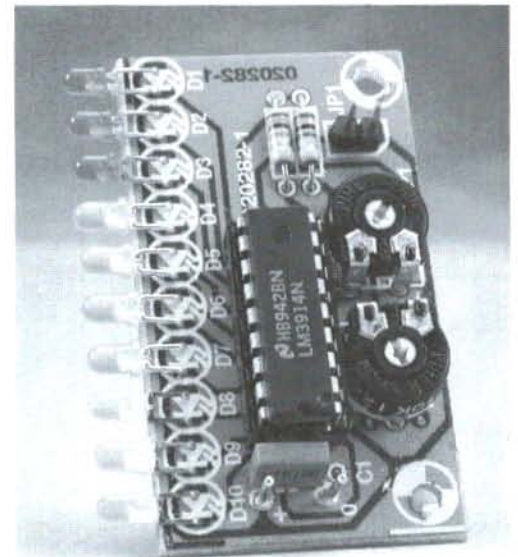
Kretsens strömförbrukning är ungefär 6-7 mA och till detta skall läggas LED-strömmen. All ström tas från den spänningskälla som skall övervakas och som därför också fungerar som strömförsörjning för kretsen. En trevlig egenskap är att då vi använder referensspänningen på 1,25 V på

ben 7 så motsvarar mätvärdet alltid den matningsspänning som skall övervakas, utan att noggrannheten påverkas.

Ljusstyrka hos lysdioderna påverkas inte heller av matningsspänningen, vilket är en följd av de tidigare nämnda strömkälla-utgångarna. Den last som representeras av parallellkombinationen R2 och P2 till ben 7 definierar arbetspunkten för dessa strömkällor. När du beräknar strömmen genom lysdioderna så ser du att denna ström är ca tio gånger högre än strömmen genom R2 och P2. Då spänningen vid ben 7 är 1,25 V uppgår strömmen för varje LED till  $1,25/5000 = 2,5$  mA. Detta är exakt den ström som passar en högintensiv LED bäst. Om du vill så kan strömmen ökas genom att minska värdet på R2.

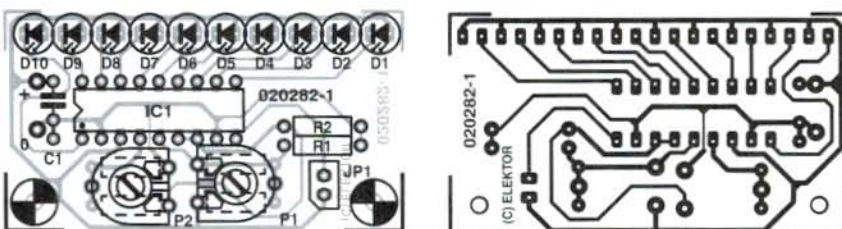
## Själva bygget

Figur 2 visar layouten för det lilla kretskort som designats för spänningsvakten. Kortet



finns tyvärr inte att köpa från oss. Som du kan se har varje komponent fått ordentligt med utrymme på kortet och eftersom det är så få av dem finns det inte mycket att säga om själva bygget. I praktiken är det lämpligt att använda lysdioder med olika färg, till exempel röda för spänningar som är för låga, gröna för korrekta spänningar och gula för värden som är för höga. På detta sätt kan du direkt se om det finns något att oroa sig för.

En annan detalj som är värd att notera: På kretskortet intill P1 och P2 finns det ett antal extra hål. Meningen med dessa är att alternativt ersätta dessa trimpotentiometrar med fasta motstånd när du väl har bestämt det korrekta värdet och inte behöver justera detta någon mer gång. Fördelen är att fasta



Figur 2. Kretskortet är så litet att det inte borde vara något problem att bygga in det i en passande låda.

motstånd är betydligt mer stabila än trimpotentiometrar och i mindre grad påverkas av damm och åldrande.

## Justering

Med P1 och P2 kan du ställa in i stort sett vilket mätområde som helst. Vi använder ett bilbatteri som exempel. Eftersom laddningsspänningen typiskt är 14,4 V är det lämpligt att ställa in den övre gränsen med P1 till ungefär 15 V. Detta är enkelt att göra genom att tillfälligt ansluta kretsen till en reglerad spänningskälla och vrida på P1 tills D1 tänds. Se till under denna justering att P2 är vriden fullt medurs annars kan det uppstå oönskade sidoeffekter.

Därefter måste vi bestämma vilken spänning som den nedersta LED-en skall indikera. Om vi, till exempel, vill ha steg på 0,5 V per LED så blir serien 15-14,5-14-13,5-13-12,5-12-11,5-11-10,5. Vi ställer nu in vårt reglerade spänningsaggregat på 10,5 V och vrider P2 tills den nedersta LED-en tänds. Klart!

På exakt samma sätt är det naturligtvis möjligt att skapa steg på 0,33 V eller 0,25 V. Eller större steg på 1 V. Börja först med att vrida P2 fullt medurs, justera den övre spänningen med P1 och därefter den undre med P2. Vid mycket små steg, 1/10-dels V till exempel, kommer du att se att lysdioderna tänds och släcks långsamt och det kan därför hända att vid en viss spänning två lysdioderna kommer att lysa samtidigt.

## Mätning

Kom ihåg att ett obelastat batteri, även när det är i det närmaste tomt, fortfarande kan visa en polspänning som ligger nära ett fulladdat batteri. För att få vettiga mätningar så skall du därför alltid mäta batteriet medan det är anslutet till dess normala belastning.

Att ansluta indikatorn till ett bilbatteri kan du göra på ett mycket enkelt sätt utan att röra bilens ledningar. Kontakten till cigarettändaren lämpar sig utmärkt för detta. En plugg för denna hittar du i närmaste bil eller båttillbehörsaffär (eller bensinstation, även om de idag mer ägnar sig åt att sälja livsmedel och hyra ut videofilmer). De yttre fjädrarna på kontakten ansluts till batteriets minuspol och mittstiftet till pluspolen. En sista anmärkning. Då matningsspänningen till batterivakten är lika med det värde som skall övervakas så är det, i detta fall, inte möjligt att lägga till någon seriediod som skyddar mot omvänd polaritet. Så varje gång du ansluter det batteri som skall testas, så se då till att du inte blandar ihop plus och minuspolerna!

(020282-1)

# Allt om Elektroniks USB-interface under Linux

H. Jung

När nu operativsystemet Linux håller på att bli allt vanligare, även bland våra läsare, så finns det också ett växande intresse för drivrutiner för Linux för *Allt om Elektroniks* interfaceprojekt. Ett av de mest framgångsrika projekten under senare år var det USB-interface som vi presenterade i nummer 8/2000. För detta projekt fanns det en drivrutin för Windows, men inte för Linux. Nu är det dags att rätta till detta! Linux stöder USB i kernelversioner 2.4.0 och över. För kernelversionerna 2.2.16 och över finns det också begränsat USB-stöd. I princip finns det två alternativ för att få tillgång till en USB-enhet:

Åtkomst via en modul som tillhandahålls av användaren och inkorporerad i den kernel som kommunicerar med interfacet; Åtkomst via USB-filsystemet (usbdfbs) som också kan exekvera den Control request som ges av USB-interfacet. Här använder vi oss av lösningen att använda vår egen ker-

## Listning 1. Typisk ioctl anropssekvens

```
// build the transfer structure
cmd.val1 = CY3640_READ_ROM;
cmd.val2 = addr;
cmd.val3 = 0;
cmd.val4 = 0;

// call the ioctl
ioctl(fd, CY3640_READ_ROM, &cmd);

// output the results
printf("rom at addr 0x%02x is
0x%20x\n", addr, cmd.val2);
```

nelmodul, som är en bit kod som kan laddas dynamiskt in i operativsystemets kernel såväl som raderas dynamiskt och som implementerar en speciell funktion, såsom att komma

åt vårt USB-interface. Detta gör det inte bara väldigt enkelt att testa koden utan det betyder också att operativsystemets kernel inte belastas med onödig kod.

Kernelmodulen `cy3640.o` är en modifierad version av en drivare som vi hittade på Internet för Cypress Starter Kit, som använder samma hårdvara som vårt USB-interface.

Denna modul ger tillgång till alla de funktioner som implementeras i interfacet med hjälp av `ioctl` routines, vilka är speciella anrop för enheter som inte passar in i det normala läs/skrivschemat. Varje `ioctl` använder en 4-byte struktur som används för att överföra värden och returnera resultat. En typisk anropssekvens visas i Listning 1. De anrop som är implementerade visas i tabell 1.

Filbeskrivaren är hårdkodad i modulen och använder USB Major Number 180 och Minor Number 128.

För att kunna aktivera modulen måste den laddas in i kernel med hjälp av kommandot `insmod cy3640.0`. Kommandot `lsmod` kan användas för att verifiera om detta lyckades. Dessutom måste filbeskrivaren skapas en gång med hjälp av kommandot

```
mknod /dev/usb-elektor
c 180 128
```

och dess åtkomstprivilegier måste sättas till läs/skriv för alla med kommandot

```
chmod 0666 /dev/usb-elektor
```

Rotprivilegier krävs för detta kommando.

Modulen måste återinstalleras varje gång som systemet startas. Automatisk installation med hjälp av `usbmgr` eller `hotplug scripts` är inte möjligt.

För att undvika att använda de ganska bökiga programmeringen `ioctl` varje gång har ett åtkomstbibliotek som innehåller de funktioner som visas i Listning 2 skapats. Detta

gömmar `ioctl` anropen från användaren.

Linux motsvarighet till Visual Basic i Windows heter `Tcl/Tk`. `Tk` är en tolk som ger ett grafiskt användarinterface och i vilket dynamiska bibliotek kan laddas. Dessa egenskaper gör det till ett idealiskt testverktyg för att snabbt generera användarinterface.

Nedladdningsfilen för detta projekt, 010065-11, innehåller de tidigare nämnda åtkomstbiblioteken och kernelmodulerna för versionerna 2.2.x och 2.4.x. DET innehåller också ett delat bibliotek för användning med `tcl/Tk` och flera demoprogram samt den illustrerade `Tcl/Tk`-applikationen.

Tabell 1. `ioctl` funktioner

<code>Ioctl</code>	In	Out
<code>CY3640_PING</code>	-,-,-	<code>status,-,-</code>
<code>CY3640_SET_BRIGHTNESS</code>	<code>-,brightness,-</code>	<code>status,-,-</code>
<code>CY3640_READ_TEMP</code>	-,-,-	<code>status,temp_low,temp_high,button</code>
<code>CY3640_READ_PORT</code>	<code>-,port,-</code>	<code>status,value,-</code>
<code>CY3640_WRITE_PORT</code>	<code>-,port,value,-</code>	<code>status,-,-</code>
<code>CY3640_READ_RAM</code>	<code>-,address,-</code>	<code>status,value,-</code>
<code>CY3640_WRITE_RAM</code>	<code>-,address,value,-</code>	<code>status,-,-</code>
<code>CY3640_READ_ROM</code>	<code>-,address,-</code>	<code>status,value,-</code>

Tabell 2. Biblioteksfunktioner

Funktion
<code>void set_device (char *device)</code>
<code>void brightness (int val)</code>
<code>unsigned char read_port (int port)</code>
<code>void write_port (int port, int val)</code>
<code>unsigned char read_ram (int addr)</code>
<code>void write_ram (int addr, int val)</code>
<code>unsigned char read_rom (int addr)</code>
<code>float read_temp (void)</code>
<code>int read_button (void)</code>
<code>int ping_device (void)</code>

## Rekommenderad läsning:

*Universell seriebuss (USB).*

Allt om Elektronik 8/2000  
(beskrivning av USB-interfacet).

[www.linux-usb.org](http://www.linux-usb.org)

Introduktionssida för USB under Linux, including åtkomst till USB mailinglistor

*The Linux USB subsystem*, Brad Hards, Sigma Bravo Pty Ltd.

*Programming Guide for Linux USB Device Drivers*. Detlef Fliegel.

<http://usb.cs.tum.edu>

*A USB Driver for the Cypress USB Starter Kit*. Craig Peacock.

[www.beyondlogic.org/usb/cypress.htm](http://www.beyondlogic.org/usb/cypress.htm)

*Practical Programming in Tcl and Tk*. Brent B. Welch.

Prentice Hall, 1999.

### Anmärkning

Anger namnet på enhetsfilen.  
Måste alltid vara första funktion som anropas.  
Sätter ljusstyrkan på den gröna LED-en.  
Läser den specificerade porten.  
Skriver till den specificerade porten.  
Läser den specificerade RAM-adressen.  
Skriver till den specificerade RAM-adressen.  
Läser den specificerade ROM-adressen.  
Läser temperaturen.  
Läser status hos tryckknappen.  
Testar om interfacet fungerar.

# Små DC-DC omvandlare

## DC-DC omvandlare under förstoringsglaset

av Prof. Dr.-Ing. M. Ossmann

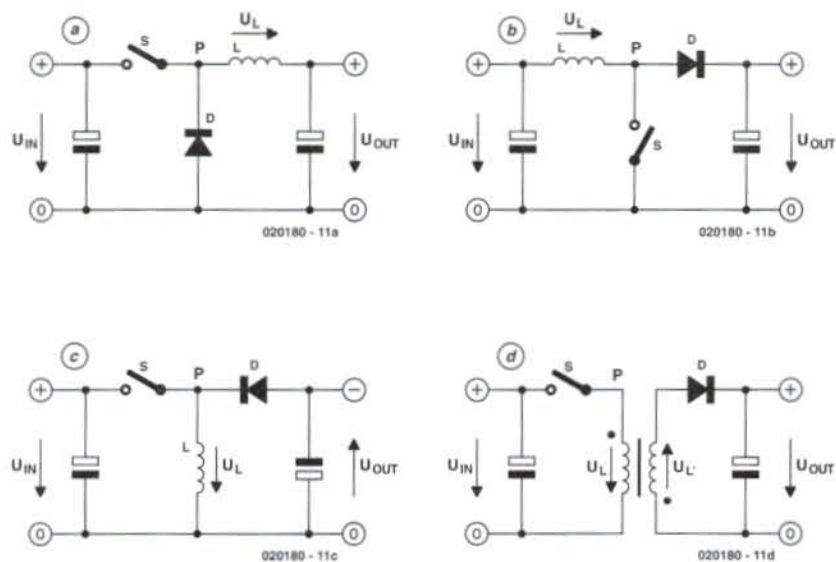
Switchade nätaggregat tillhör inte favoriterna bland hobbyister. Specialkomponenterna är ofta svåra att få tag på och misstag belönas med brusiga och dyrbara resultat. Om man håller sig till låg effekt finns det dock några universella och lätt modifierbara kretsar som illustrerar det viktigaste principerna.

Funktionen hos en DC-DC omvandlare är att ändra en DC-spänning (likspänning) till en annan. Den resulterande spänningen kan vara högre, lägre, inverterad eller möjligen isolerad i förhållande till ingångsspänningen. Det finns många olika typer av omvandlare och vi skall här titta på några av dem.

Grundkretsarna visas tillsammans i figur 1. Ingångsspänningarna är märkta  $U_{in}$  och utgångsspänningarna  $U_{out}$ . Alla kretsar som visas här har det gemensamt att de använder en switch, S, en diod, D, och en spole, L, för att utföra huvudfunktionerna i kretsen.

Låt oss först titta på den enklaste kretsen, den så kallade step-down, eller 'buck' omvandlaren (nedomvandlare). Denna omvandlar en ingångsspänning till en lägre utgångsspänning. Arbetsprincipen är följande. När switch S sluts uppstår en positiv spänning över spolen (eftersom  $U_{in}$  är större än  $U_{out}$ ). Strömmen i spolen stiger därför linjärt och det lagras energi i spolen. Switchen S sluts nu igen och processen upprepar sig själv från början.

Den spänning som nu uppstår på utgången beror på hur switchen styrs. I princip finns det tre mönster av strömflöde, vilket visas i figur 2. Om den ström som flyter i spolen inte har nått noll när switchen sluts kommer det alltid att flyta en ström i spolen, detta är känt som 'kontinuerligt mod' (CM). Om, som visas i figur 2(b), strömmen är noll under en del av perio-



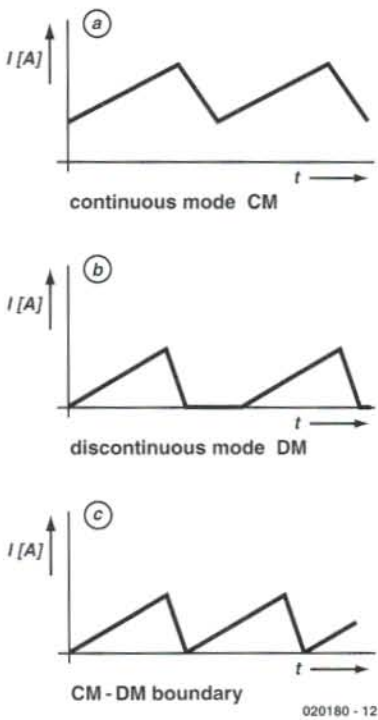
**Figur 1. Olika DC-DC omvandlare: (a) buck (nedomvandlare); (b) boost (uppomvandlare); (c) buck/boost; (d) flyback (återgångsomvandlare).**

den arbetar kretsen i 'diskontinuerligt mod' (DM). Om switchen slås till exakt när spolströmmen når noll pratar vi om CM/DM-begränsad funktion. Genom att styra switchens 'till' period (eller dess puls/pausförhållande) kan utgångsspänningen och den överför-

da effekten kontrolleras. Detta är teorin, låt oss nu titta på en enkel krets i praktiken.

### LED-drivare

Kretsen [1] i figur 3 driver en LED från en ingångsspänning på 9 V med



Figur 2. Teoretiska vågformer hos strömmen.

hög verkningsgrad (effektivitet). Hur fungerar då denna krets? Transistorn T1 spelar rollen som omkopplaren S. Dioden D och spolen L bildar de övriga delarna i step-down omvandlaren. När kretsen slås på ger R3 basström för T2 (eftersom framspänningen hos D2 är högre än 0,7 V) och T2 börjar att leda. T2 förser nu T1 med en basström så den också börjar att leda. Spänningen vid punkt P stiger och T2 förses med en mycket högre basström. När spänningen vid punkt P är 9 V börjar strömmen i L1 att stiga. Stig-hastigheten hos strömmen i spolen bestäms av dess induktans och av spänningen över den. Den stigande strömmen resulterar i ett spänningsfall över R1. När detta når 0,7 V (vid ca 70 mA) börjar T3 också att leda och tar bort basströmmen från T1. Strömmen i L1 kan inte stiga ytterligare utan spänningen vid punkt P börjar att falla. T2 stängs då av och till slut också T1. Strömmen genom L1 flyter nu genom D1 tills den faller till noll. Då stiger spänningen vid T2 igen och processen upprepas från början. Transistorerna fungerar som en tyristortetrod med positiv återkoppling, vilket skapar en oscillering (svängning). T3 ser till att T1 stängs

av vid den förinställda strömmen och kretsen fungerar därför i CM/DM-begränsad operation. En bild av prototypen visas i figur 4.

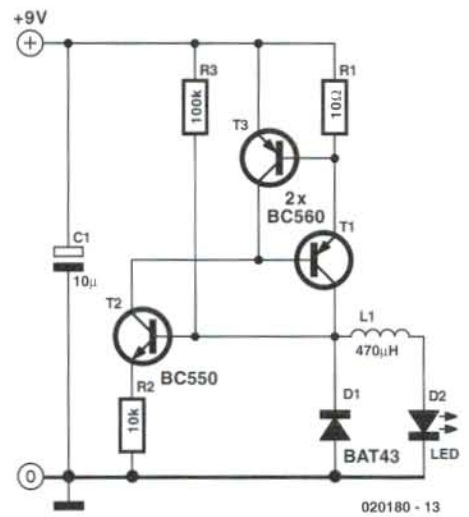
### Modifieringar

Om du försöker att använda denna krets för att strömförsörja något annat än en lysdiod så kommer du att finna att den inte oscillerar under höga belastningar. Detta beror på att lasten förhindrar R3 från att dra igång T2 vid uppstart. En kondensator (0,1  $\mu$ F) mellan punkt P och basen på T2 hjälper till att undvika detta problem. Det är också en god idé att ansluta en elektrolytkondensator (10  $\mu$ F) över utgången för att glätta spänningen. Omvandlaren är reglerad och uppträder snarare som en strömkälla än en spänningskälla. För många enklare applikationer är detta dock fullt tillräckligt.

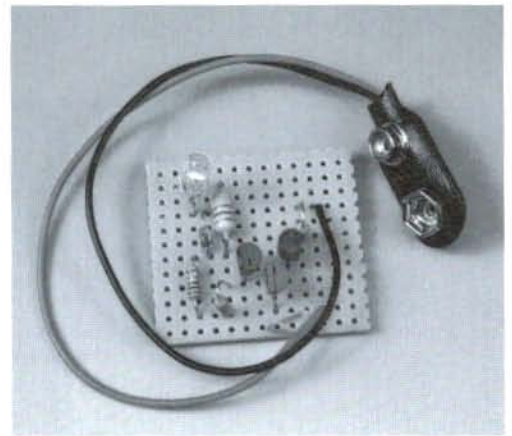
### 5 V till 12 V step-up omvandlare

Kan en step-up omvandlare designas på samma sätt? Låt oss först titta på grundfunktionen hos step-up, eller 'boost' omvandlaren. Denna visas i figur 1(b). När switchen S är sluten är spolspänningen  $U_L$  lika med ingångsspänningen och spolströmmen stiger linjärt. När switchen S öppnas kommer spolen att se till att strömmen fortfarande flyter, oberoende av hur hög ingångsspänningen är. I det stadiga tillståndet är utgångsspänningen högre än ingångsspänningen och spolspänningen  $U_L$  är negativ, vilket leder till ett linjärt fall hos den ström som flyter i spolen. Under denna fas överförs återigen energi från spolen till utgången. Switchen S sluts nu igen och processen upprepas.

För att nu ändra kretsen i figur 3 till en step-up omvandlare måste vi först vända alla transistorer upp och ned så att switchen S nu är ansluten till jord såsom kretsen i figur 1 visar. Positionerna för dioden D1 och spolen L1 behöver också växlas. Återkopplingen mellan T1 och T2 har modifierats och vi kommer slutligen fram till den krets som visas i figur 5. Zenerdioden D2 tillåter oss att reglera utgångsspänningen till 12 V. Om utgångsspänningen är för hög kommer arbetspunkten hos T2 att skiftas



Figur 3. Nedomvandlare som driver en LED.



Figur 4. Prototypen för LED-drivarkretsen.

så att T1 vrids på under en kortare tid (eller inte alls). Vid en utgångsström på 20 mA kommer utspänningen att vara 12,6 V och med en ingångsspänning på 5 V är ingångsströmmen 64 mA. Detta motsvarar en verkningsgrad på 77%, vilket inte alls är illa för en så här pass enkel krets. Prototypkretsen visas i figur 6.

### Reglerad step-down omvandlare

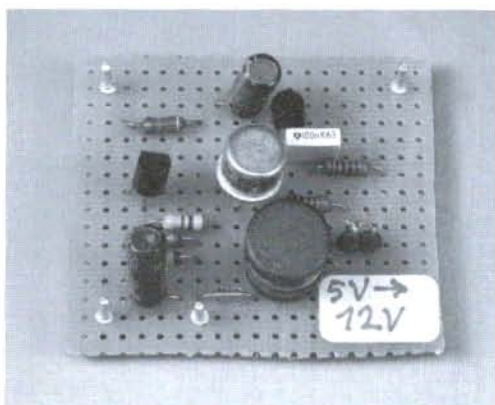
Kan vi göra saker och ting ännu enklare genom att bara använda två transistorer? Ja det kan vi. Figur 7 visar en reglerad step-down omvandlare som producerar 12 V från 20 V. Den beskrivs i referens [2]. Nyckelkomponenterna i step-down omvandlaren är transistorn T1, dioden D1 och spolen L1. Här ser vi återkopplingskombinationen PNP/NPN. I denna omvandlare styrs inte T1 av den maximala spolströmmen utan via R/C-kombinationen R4/C2. Zenerdioden D2 och

anslutningen av emittern hos T2 till utgången ger tillsammans spänningsreglering. En verkningsgrad på upp till 90% anges för denna omvandlare.

## 1,2 V till 5 V step-up omvandlare

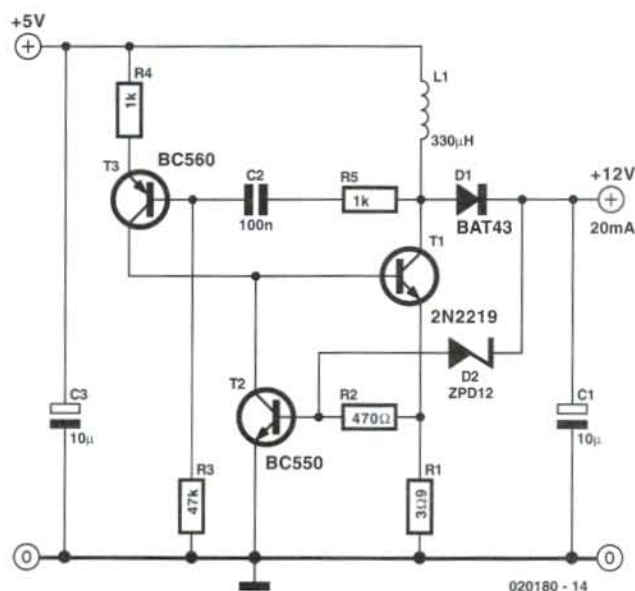
Denna step-down omvandlare kan också modifieras för att göra en step-up omvandlare. Resultatet kan ses i figur 8. Jämfört med kretsen i figur 5 har detta arrangemang den fördelen att det fungerar perfekt med en ingångsspänning på 1,5 V. Transistorn T1, spolen L1 och dioden D1 bildar step-up omvandlaren. Regleringen uppnås med zenerdioden D4, som här arbetar via basen på T2. Med denna krets kan man få matning av ett 5 V system från en NiCd-cell (1,2 V). Kretsen kan som mest leverera 10 mA vid 5 V, vilket är fullt tillräckligt för dagens lågeffekts mikrodatorkretsar.

Ibland behöver man också en lågströms ne-



Figur 6. Bygget av den omvandlare som visas i figur 5.

gativ matningsspänning, till exempel för en operationsförstärkare (opamp) eller såsom förspänning (bias) för en LCD. Denna funktion kan adderas till denna krets. Kondensator C4 och dioderna D2 och D3 bildar en enkel laddningspumpsomvandlare, som ger en oreglerad spänning på -5 V med upp till 0,5 mA. Verkningsgraden hos denna krets ligger runt 60%. Detta är inte särskilt imponerande, men med en låg ingångsspänning så medför varje spänningsfall ett pris som måste betalas. Om kollektor-emitterfallet är 0,2 V när kretsen kopplas på så har redan 20% av energin slösats bort. Transistorn måste drivas fullt till, vilket kräver en hög basström, men detta minskar i sin tur kretsens effektivitet.

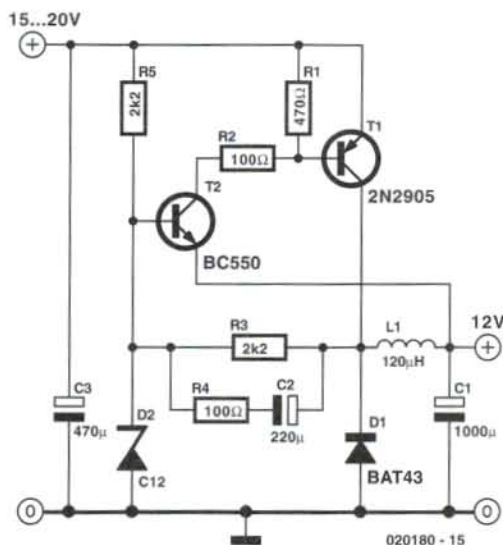


Figur 5. Reglerad 5 V till 12 V omvandlare.

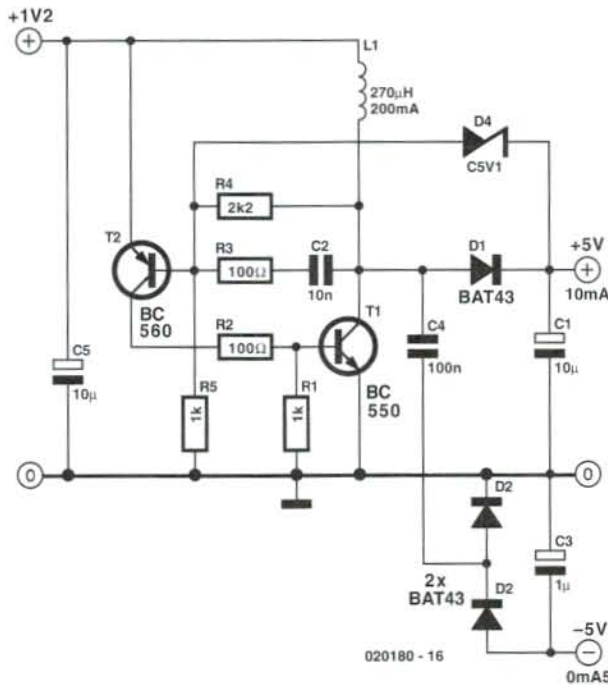
## 5 V till ±12 V och mer

Den enda återstående variationen av strömförsörjningskretsen är den inverterande omvandlaren som producerar en negativ utgångsspänning från en positiv ingång. Grundprincipen visas i figur 1(c). När omkopplaren S är sluten stiger strömmen i spolen linjärt. Om nu switchen öppnas fortsätter strömmen att flyta i spolen och denna ström måste nu flyta genom dioden D. Detta är hur den negativa utspänningen uppstår. Det finns en liten skillnad mellan denna omvandlare och de föregående. Inte vid något tillfälle under

operationen av den inverterande omvandlaren sker det någon direkt överföring av energi från ingången till utgången. I stället lagras all energi först i spolen. I motsats till detta transporteras energin i 'buck' och 'boost' omvandlare direkt från ingången till utgången i vissa ögonblick. I enlighet med detta arbetssätt kan utgångsspänningen hos den inverterande omvandlaren vara större eller mindre än ingångsspänningen. Av detta skäl är denna typ av omvandlare känd som 'buck-boost' eller 'step-up/step-down' (uppomvandlare/nedomvandlare). Den experi-



Figur 7. Reglerad nedomvandlare med två transistorer.



Figur 8. Boostomvandlare från 1.2 V till 5 V.

mentkrets som ses i figur 10 är uppkopplad för att producera en utgång på -12 V från en ingångsspänning på 5 V. Grundkretsen är densamma som visas i figurerna 3 och 7.

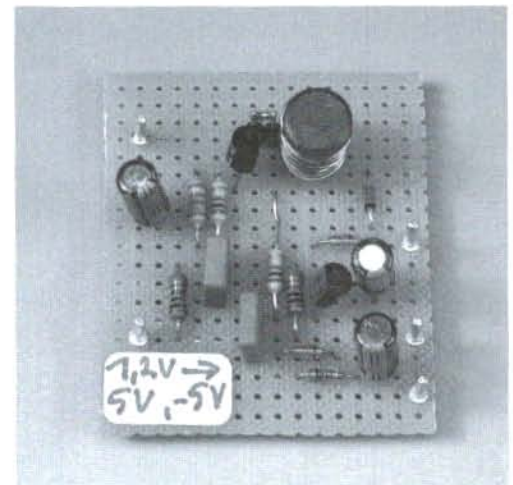
### Isolerande omvandlare

Nu återstår bara att förklara hur man

skapar en isolerad strömförsörjning. Grundprincipen visas i figur 1(d). I stället för en enkel spole har vi en spole med två lindningar. När omkopplaren S leder stiger strömmen i den första lindningen (primären) linjärt, som i den inverterande omvandlaren. Energi lagras i spolen. Om-

kopplaren S öppnas och nu kan ingen ström flyta längre i primärlindningen. I stället flyter strömmen i sekundärlindningen via dioden D. Energin överförs från spolen till utgången. Denna typ av omvandlare kallas för 'fly-back' (återgångs) omvandlare eftersom energin flyter till utgången när transistoren stängs av. Som i fallet med den inverterande omvandlaren måste alla energi lagras i spolen. Det är av detta skäl som man ofta talar om en spole med två lindningar i stället för om en transformator.

Eftersom fly-back omvandlaren och den inverterande omvandlaren är så lika varandra så behövs inget nytt kretsschema. Vi lägger bara till en lindning till spolen i den inverterande omvandlaren (observera polariteten) och får på så sätt en elektriskt isolerad utgång. Genom att använda ett annat lindningsförhållande kan vi få en fly-back omvandlare med betydligt högre eller lägre utgångsspänning utan att använda extrema

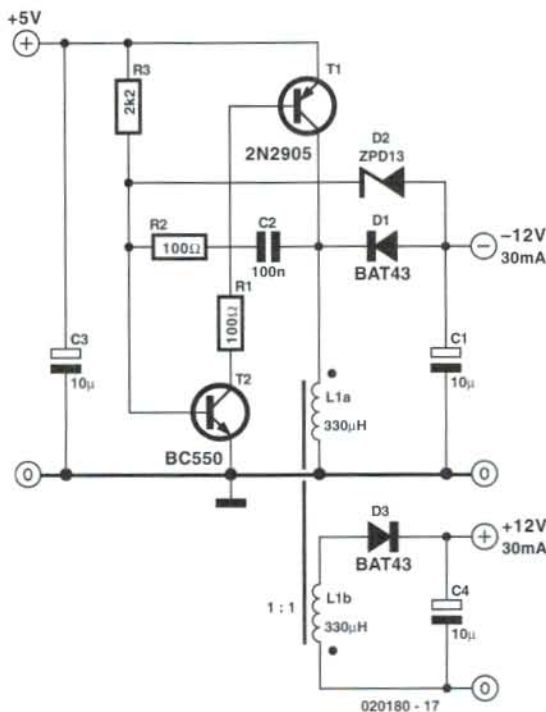


Figur 9. Bygget för den omvandlare som visas i figur 8.

värden för puls/pausförhållande vid switchningen. I kretsen i figur 10 är det bara utgången från den inverterande omvandlaren som är reglerad, fly-back utgången är det inte. Kretsen har en verkningsgrad på ca 60% och kan användas för att producera en positiv och en negativ spänning för operationsförstärkare från en ingång på 5 V.

### Spolar

De enda specialkomponenterna i våra kretsar är spolarna och några anmärkningar angående dessa är i sin ordning. Många av de små spolarna som finns på marknaden är inte alls lämpade för dessa applikationer på grund av deras höga DC-resistens. Större komponenter



Figur 10. Kombinerad inverterande/flyback omvandlare.

avsedda för högre strömmar är i allmänhet mer lämpliga. Speciellt enkla att använda är så kallade 'bobiner' som visas i figur 11. Diametern och höjden är båda ca 10 mm. Dessa hittar man ibland i nätdelar för PC-datorer och kan plockas isär och lindas om igen. I vårt exempel använde vi tråd mellan 0,2 och 0,3 mm. Det stora luftgapet såg till att kärnmaterialet inte mättades.

När du lindar de dubbla spolarna för fly-back omvandlaren behövs det en tät koppling mellan de två lindningarna. I spolen för omvandlaren i figur 10 använde vi därför så kallad bifilär lindning, dvs vi använde två parallella trådar.

## Sammanfattning

Som vi har sett i denna artikel kan man enkelt bygga flera olika switchade nätaggregat. Den här typen av ekonomiska omvandlare hittar man ofta i billiga elektroniska apparater, vilket ger servicetekniker huvudvärk eftersom hela kretsen slutar att fungera om bara en enda komponent går sönder. Detta är tyvärr nackdelen med dessa så kallade självsvängande (självoscillerande) omvandlare.

(020180-1)



Figur 11. Bobinkärnor för spolar (drosslar).

## Ytterligare läsning:

Vi hoppas att denna artikel har väckt ditt intresse för effektiva switchade nätaggregat. Mer information hittar du på följande websidor:

Motorola (ON-Semiconductor)	<a href="http://www.onsemi.com">http://www.onsemi.com</a>
Texas Instruments / Unitrode	<a href="http://www.ti.com">http://www.ti.com</a>
Linear Technology	<a href="http://www.linear-tech.com">http://www.linear-tech.com</a>
Maxim	<a href="http://www.maxim-ic.com">http://www.maxim-ic.com</a>
Infineon	<a href="http://www.infineon.com">http://www.infineon.com</a>
ST Microelectronics	<a href="http://www.st.com">http://www.st.com</a>
International Rectifier	<a href="http://www.irf.com">http://www.irf.com</a>

## Referenser:

- [1] S. Rohrer, 'LED Switching Driver Cuts Current Draw to 3 mA', *Electronic Design*, August 7 2000, page 130.
- [2] Eugene E. Mayle, 'Low-Cost Step-Down Regulator', *Electronic Design*, February 6 1995, page 118.

Internetplatsen för alla proffs och hobbyister som aktivt  
är engagerade i elektronik och datorteknik

[www.altomelektronik.com](http://www.altomelektronik.com)

# Diagnosadapter för motorfordon (2)

## Windows mjukvara för OBD-2 interfacet

Design av G. Müller

I förra artikeln beskrev vi den hårdvara som behövs för att kunna kommunicera med ett OBD-system i en bil via serieporten på en PC. Som vi nämnde kan du använda ett terminalprogram för att läsa dessa ASCII-kodade data, eller ännu bättre, detta gratisprogram för Windows, som inte bara låter dig tala med bilen på ett enklare sätt utan också tolkar 'felkoderna'.

OBD-system för bilar kan bara förstå och kommunicera med hexadecimala tecken. Om du inte har tillgång till någon referensbok med detaljer om OBD-protokollen så är det svårt att upprätta en meningsfull kommunikation med ett OBD-system med bara ett terminalprogram till hjälp. Vad du behöver är ett användarprogram som omvandlar OBD-2 data till ett läsbart format och som omvandlar användarkommandon till OBD-2 meddelanden. Det skulle också vara bra om programmet kunde ge en beskrivning av upptäckta fel och ange eventuella orsaker till felet utan att jag som användare måste kolla en lista med koder eller bilens användarhandbok.

Det ELM tolkchip som vi beskrev detaljerat i förra artikeln är en speciell förprogrammerad mikrokontroller som har designats för att utföra lågnivåskommunikation med OBD-systemet i ett fordon. Det hanterar OBD-initialisering genom att skicka hextalet 0x33 med 5 baud via L-stiftet på kontakten (stift 15). Modernare fordon använder K-stiftet (stift 7). När ELM-chipet tar emot ett svar (hexvärdet 0x55) med 10400 baud vet det att initialiseringen utfördes korrekt. Efter initialiseringen fortsätter det att skicka 'dummy' tecken var femte sekund för att hålla förbindelsen vid liv. Chipet utför också de beräkningar som behövs för att kolla checksumman CRC (Cyclic

ScanTool.net

*Inexpensive Alternatives  
for the Do-It-Yourself  
Auto Mechanic*



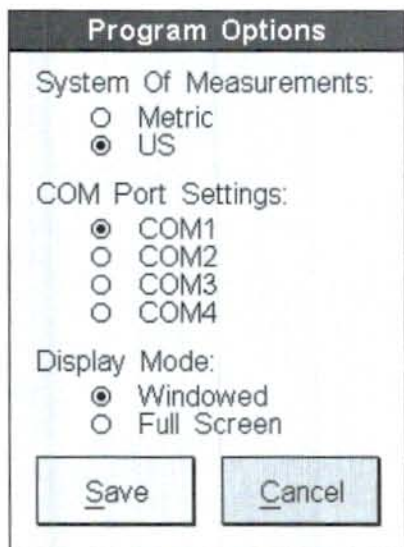
Display current sensor data (RPM, Engine Load, Coolant Temperature, Speed, etc.)



Figur 1. Huvudmenyn för Scantool.net OBD-2 diagnostikprogram.

Redundancy Check) som läggs till OBD-data och som minskar risken för att data skall vara korruperad. Som vi gick igenom i den förra artikeln så får de fel som upptäcks av

diagnosystemet ett identifierande kodnummer. I OBD-2 litteraturen är dessa refererade till som 'felkoder' (trouble codes). Med den information som beskriver OBD-protokollet, till-



Figur 2. De inställningar som kan göras under 'Options'.

sammans med kommunikationen via ELM-chipet som vi beskrev i förra numret, är det nu möjligt att få fram vissa grundläggande funktionsblock för ett PC-baserat program som kan användas som interface till OBD-systemet:

- Läs och rensa 'felkoder'.
- Läs och visa sensoravläsningar i realtid.
- Läs data i frysta rutor.
- Läs testresultat producerade av fordonets elektronisksystem.
- Läs tillverkarspecifik information. Denna finns endast tillgänglig i bilar som tillverkats under senare tid och inkluderar sådan information som VIN (Vehicle Identification Number), fordonsidentifiering.

## Gratis mjukvara för Windows

Ett Windowsprogram som uppfyller dessa krav har utvecklats av ScanTool ([www.scantool.net](http://www.scantool.net)). Programmet kallas för ScanTool och finns för närvarande tillgängligt som version 1.04 (beta). Programmet är en så kallad 'open source' mjukvara och all nödvändig källkod finns fritt tillgänglig så att portningen till andra operativsystem än Windows går relativt smärtfritt. Tidigare utgåvor av ScanTool arbetade i DOS-miljö och kan köras i DOS-fönstret i Windows, men de senare versionerna av Windows (2000, NT och XP) stöder inte detta och tillåter inte lågnivååtkomst

till portarnas och displayens hårdvara. Att köra DOS-versionen av ScanTool under dessa operativsystem innebär att det blir nödvändigt att starta PC:n med en DOS-diskett och sedan starta programmet med DOS-kommandon. Den senaste utgåvan av ScanTool (version 1.04) arbetar dock i Windowsmiljö. All mjukvara och källkod kan laddas ner från vår websida vid [www.alltomelektronik.com](http://www.alltomelektronik.com) under Download.

I den sanna andan av open-source mjukvara så innehåller källkoden en readme-fil som ger information om kompileringssprocessen tillsammans med detaljer om kompilatörprogrammet (open-source) och Allegro användarinterfacebibliotek så att du själv kan experimentera genom att lägga till egna egenskaper och utveckla mjukvaran ytterligare (och din egen programmeringsskicklighet). Mjukvaruteamet hos ScanTool har lagt ner mycket tid och stor möda på att producera detta användbara program.

Ni som inte känner er säkra nog att själva utveckla mjukvaran ytterligare kan kolla regelbundet på ScanTools websida efter kommande uppdateringar.

## Programfunktioner

Version 1.04 av ScanToolprogrammet kan läsa och återställa OBD felkoder och också visa upp till 11 sensoravläsningar i realtid. Andra egenskaper, som att visa data i frysta rutor (freeze frame data), dvs sensorvärden som lagrats vid den tid då felet detekterades, och stöd för olika testmod finns i programmets huvudmeny, men har ännu inte implementerats i mjukvaran. Det finns ännu inte heller någon metod att spara datautgången från systemet. I DOS-versionen av programmet genererar tangentsekvensen Ctrl + Alt + Print en fil i den aktuella katalogen med namnet `screenshotX.pcx` som innehåller en skärmdump där 'X' är ett heltal som räknas upp varje gång en ny skärmdump tas. I Windowsversionen kan du trycka på 'print screen' som kopierar skärmen till Urklipp och därifrån kan du sedan klistra in den i ett dokument. Läsningen av koderna eller sensordata kommer bara att fungera om anslutningarna mellan PC:n, inter-

faceadaptern och OBD-2 kontakten är korrekta och tändningen är till. Om dessa krav inte är uppfylla får du ett meddelande som säger att du skall kolla serieportens inställningar. Med 'option' knappen (figur 2) kan systemet växlas mellan metriska eller US-enheter. Dessa inställningar sparas i filen `scantool.cfg` tillsammans med till/fråninställningarna hos var och en av de 11 sensoringångarna. Felmeddelanden, inklusive mjukvarufel, loggas i filen `log.txt`.

De två datafilerna `codes.dat` och `scantool.dat` måste finnas i samma katalog som programmet `scantool.exe` så att de kan användas när programmet startas. Filen `codes.dat` innehåller en beskrivning av 3107-felkoderna inkluderande alla standardkoderna plus många extra tillverkarspecifika koder. På sidan 'Read Codes' finns det en möjlighet att simulera fel (figur 3) och producera de kommentarer som motsvarar felet. För att läsa de verkliga felkoderna skall du klicka på 'Read' knappen och en felindikator kommer att associeras med varje felkod. Knappen 'Clear' rensar alla felkoderna, men inte förrän du svarat 'yes' på frågan 'are you sure?' (är du säker?) i dialogrutan. Nyckeln till de alfanumeriska felkoderna visade vi i föregående artikel och de kan också hittas på många Internetsidor. Den beskrivning som motsvarar varje kod är i stort sett självförklarande liksom beskrivningen av sensorerna på sensordataskärmen (figur 4). Ett undantag från detta är 'injector status' som egentligen refererar till katalysatorns kontrollslinga och tillståndet kan vara OPEN LOOP eller CLOSED LOOP tillsammans med vissa felkonditioner. En uppgift för motorns ECU (elektronisk styrning) är att se till att katalysatorn arbetar med optimal effektivitet. En lambdasensor (sond) används för att mäta mängden O<sub>2</sub> (syrgas) i avgaserna och ECU:n använder detta mått för att justera bränsle/luftblandningen. När motorn först startas är lambdasensorns temperatur alldeles för låg för att ge någon meningsfull utgång och kontrollslingan sägs vara i open-loop kondition. Slingan (loopen) slutar när lambdasonden har nått arbetstemperatur. Ett stort antal lambdasonder är försedda med värmeelement för att minska uppvärmningstiden.

Filen innehåller bitmappar för programgrafiken, knappar, färgpalett och font. Det förväntas att en separat fil så småningom kommer att genereras och som innehåller textsträngarna (finns för närvarande i huvudprogrammet). Detta kommer att göra det enklare att ändra texten så att programmet kan användas även i andra länder. Båda filerna med tillägget `.dat` är i packat format och öppnas med verktyget Allegro 'Grabber'. Med detta system är det, till exempel möjligt att ändra

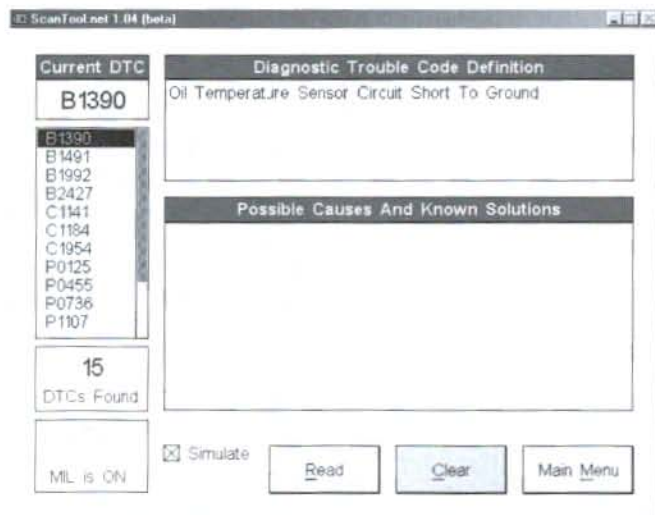
texten och lägga in nya tips i rutan 'Possible causes and known solutions' utan att re-kompilera mjukvaran.

Ytterligare förslag till hur du kan modifiera mjukvaran, eller skriva ett komplett nytt program, ligger utanför avsikten med denna artikel. ScanTool programmet är väldeklarerat med god modularitet och bra kommentarer, så även en 'söndagsprogrammerare' kan enkelt göra förändringar i mjukvaran. En snabb sökning på Internet visar många sidor med information som stöder OBD-2 standarden.

Utvecklingen av ScanTool programmet är en pågående process och vi kommer därför att få se saknade funktioner ganska snart och eventuellt även en version som kan köras under Linux. Alla ändringar som du gör i mjukvaran måste utföras i enlighet med reglerna för en GNU publiceringslicens för gratis mjukvara om du avser att publicera det modifierade programmet.

## Praktisk användning

Nu förväntar du dig förmodligen att bilreparationer blir betydligt enklare med ett OBD-system, men detta är inte alltid fallet. Ju fler komponenter ett system omfattar desto större är risken för att en av dem skall gå sönder. Man kan nog påstå att den genomsnittlige verkstadsmekanikern inte har tid att undersöka orsaken till en felrapport från en sensor utan byter för det mesta ut den 'felaktiga' sensorn. Denna kostnad kan du ofta undvika genom att utföra en systematisk felsökning hemma. Kolla helt enkelt alla ledningar och kontakter till sensorerna. Många av de orsaker och lösningar som förslås för de rapporterade felkoderna visar ofta på en dålig kabelanslutning eller en kortslutning, antingen till jord eller till batteriet, som en möjlig felkälla. Kanske ligger felet någon annanstans. En felaktig sensor för luftflödet kommer att ge en felaktig inställning av bränsle/luftblandningen, vilket resulterar i att de visade värdena från lambdasonden försämrats. Ofta betalar sig utgiften för en verkstadshandbok många gånger om i insparade verkstadsbesök. Dessa manualer felsöker på ett logiskt steg-för-steg sätt och tolkar de felkoder som rapporteras via diagnoskontakten. Även om du inte ser fram emot att smutsa ner händerna, utan föredrar att överlämna reparationen till din lokala verkstad, kan den information som hämtas från OBD vara mycket användbar när det gäller att avgöra hälsotillståndet för din bil och kan hjälpa dig att bestämma vilken reparation som skall prioriteras och om motorn på något sätt kommer att skadas om du fortsätter att använda den några dagar till innan den lämnas in på verkstad. Vissa fel, som felaktig tändningsinställning eller för mager



Figur 3. Visning av felkoder tillsammans med beskrivning.

bränsle/luftblandning måste åtgäras omedelbart annars kan motorn skadas allvarligt. Motorns ECU kommer under sådana förhållanden att växla över till nödinställningen för att undvika att motorns skadas, men denna inställning är inte speciellt bränslesnål.

Ju mer sofistikerade våra bilar blir desto högre blir också servicekostnaden. Med en PC kan vi nu plugga in oss i bilens OBD och använda oss av detta för att verkligen sänka kostnaderna för verkstadsbesöket.

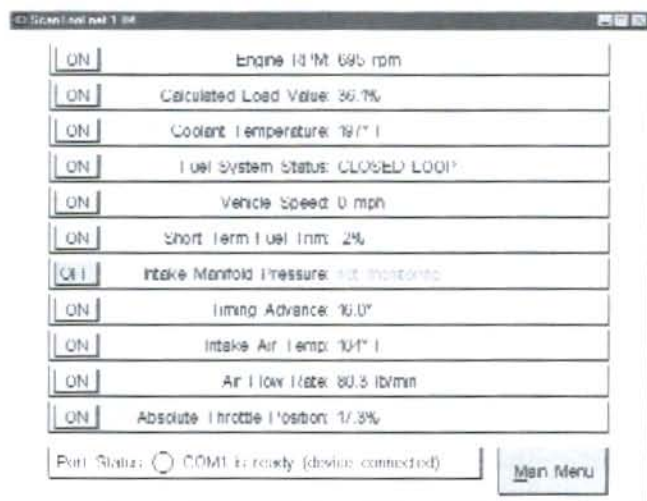
(020138-3)

## Litteratur:

1. Diagnossystem för bilar, Allt om Elektronik 9/2002
2. Adapter för bildiagnos: Interface mellan OBD-2 kontakten och serieporten på en PC, Allt om Elektronik 10-11/2002

## Weblänkar:

- [www.scantool.net](http://www.scantool.net)
- [www.obd-2.com](http://www.obd-2.com)
- [www.agriroot.aua.gr/~ktop/dlc.html](http://www.agriroot.aua.gr/~ktop/dlc.html)
- [www.obdonboarddiagnostics.com/products.htm](http://www.obdonboarddiagnostics.com/products.htm)



Figur 4. Sensordatasidan hos Scantool.net programmet.

# Rörbaserade delningsfilter

med ett gratis designerprogram

Av John R. Broskie

[crvquestion@glass-ware.com](mailto:crvquestion@glass-ware.com)

Om inte en högtalare använder bara ett enda element som täcker hela lyssningsområdet så behövs delningsfilter för att dela upp audiospektrat i frekvensband. Men skall delningsfiltret utföra denna uppgift passivt eller aktivt? Om om det är aktivt, skall de då vara halvledare eller rör?

## Varning.

En del av de spänningar som används i dessa kretsar kan vara livsfarliga. Alla relevanta säkerhetskrav måste uppfyllas så att ingen punkt i dessa kretsar kan vidröras medan kretsen är i funktion.

## Notera.

Detta projekt har inte testats eller gått genom av oss.

Genom att lägga två eller fler filter till ingångssignalen så ger delningsfilter varje högtalarelement sitt eget frekvensband som det skall arbeta i. De filter som används finns i två fundamentala typer, analoga och digitala, och som sedan delas ytterligare i passiva eller aktiva.

Varje typ av filter har sina fördelar och sina nackdelar. Vid extremt höga frekvenser, där aktiva komponenter blir bandbredds begränsade, passar det bäst med passiva komponenter.

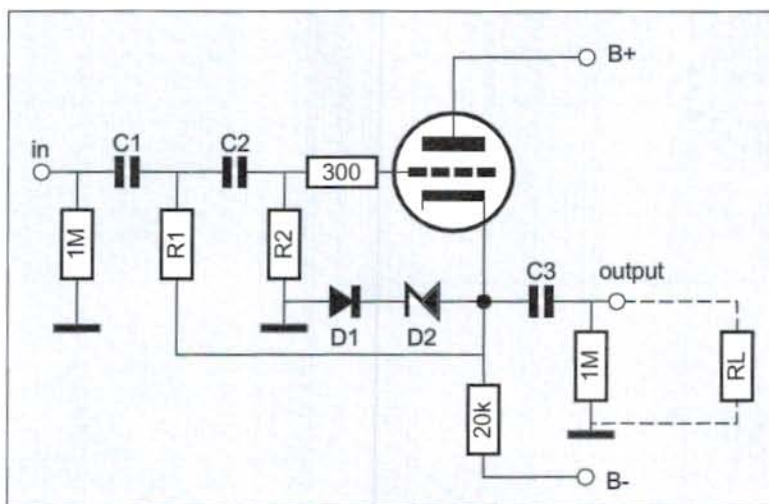
Vid radiofrekvenser, LF, vinner emellertid de aktiva filtren eftersom passiva filter för med sig alltför mycket förpliktelser. Så, till exempel, använder högtalare med passiva delningsfilter antingen en kombination av tunga, dyra spolar tillsammans med dyra, stora filmkondensatorer, eller små billiga spolar med dålig tolerans, och som bottenar lätt, och billiga lågkvalitets elektrolyter som är seriekopplade för att motverka polariserin-

gen.

Till dessa negativa egenskaper skall läggas att en högtalares passiva delningsfilter måste 'trimmas' för att arbeta korrekt med den reaktiva belastning som ett högtalarelement innebär.

Aktiva delningsfilter använder å andra sidan inga spolar utan i stället förlitar de sig på små billiga, men än-

da precisa, motstånd och små, relativt billiga, kondensatorer med hög tolerans för inställningen av brytfrekvenserna. Förutom att spara in på kostnaden så erbjuder aktiva delningsfilter större noggrannhet och betydligt bättre flexibilitet jämfört med passiva filter. Motstånd och kondensatorer med hög tolerans är billiga, lätta att få tag på och det är



0200324 - 11

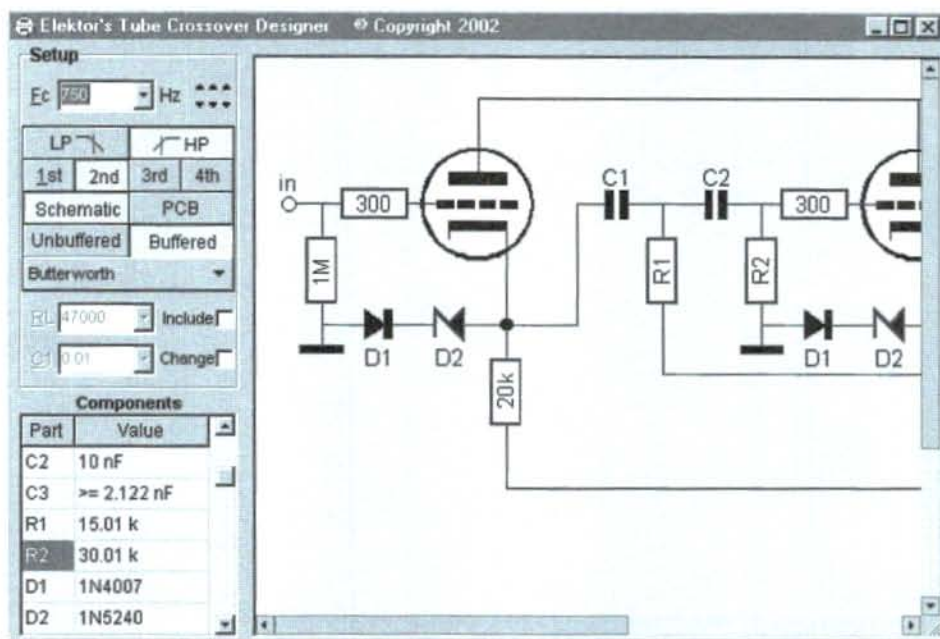
Figur 1. Exempel på krets designad med Crossover Designer. Notera den symmetriska matningsspänningen. Komponentvärden beror på dina krav och visas av programmet tillsammans med schemat.

enkelt att byta värden, vilket gör det lätt att ändra brytfrekvensen. Slutligen ger aktiva delningsfilter ett bättre utnyttjande av effektförstärkarens utgång eftersom det inte behövs några effektslösande dämpningsfilter i högtalarna när förstärkningen kan minskas genom att helt enkelt vrida på en potentiometer.

## Rörbaserade delningsfilter

Rörbaserade delningsfilter utför samma funktion som delningsfilter baserade på halvledare, men använder rör istället för IC-kretsar. Varför hålla på med rörbaserad audioutrustning? Men som man säger, om du behöver fråga så har du aldrig lyssnat till ett bra rörbaserat audiosystem. I ett aktivt brytningsfilter ger ett rör samma lättlyssnande ljud som det gör i gitarrförstärkare och förförstärkare för skivspelare.

Att konstruera ett rörbaserat delningsfilter är inte svårare eller mer komplicerat än halvledaralternativet, men det är dyrare. Rör använder jämförelsevis högre spänningar vilket ger jämförelsevis högre priser. Till exempel så kostar en 250-V/47- $\mu$ F kondensator åtta gånger mer än dess 25-V motsvarighet. Dessutom är själva rören inte speciellt billiga och du kan få en handfull med IC-kretsar för samma pris som ett enda rör av hög kvalitet, så det är definitivt inte det billi-



Figur 2. Programmet Tube Crossover Designer i funktion. Kompletta kretsar, komponentlistor och komponentplacering produceras direkt.

gaste alternativet. Men om nu rörbaserade apparater inte är vänliga mot din plånbok så är de definitivt mot dina öron. Och även när de inte används så är en rorbestyckad apparat betydligt snyggare att titta på än någon IC-baserad apparat.

## Planen

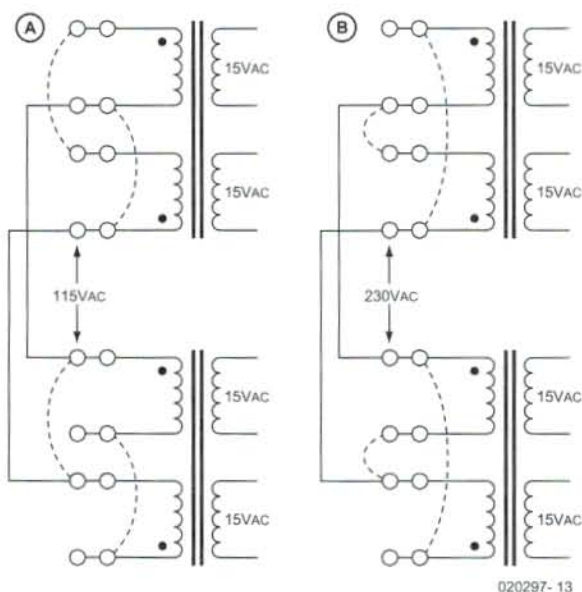
Målet för detta projekt är att bygga ett rörbaserat delningsfilter i sin

mest flexibla form. Ett kretskort hjälper oss att uppnå detta mål. Det är fullt möjligt att använda ledningsdragning från punkt till punkt, men kortet ger inte bara en konsekvent fysisk geo-metri som hjälper till att undvika misstag vid ledningsdragningen, utan det ger också betydligt större flexibilitet då detta kretskort kan ses som en korsning mellan ett prototypkort och ett normalt kort. Varje kort har två rörhållare (fyra buffrar) och många extra hål.

Flexibiliteten är imponerande. Du kan bygga dussintals med olika arrangemang på kortet, då både första, andra, tredje och fjärde ordningens delningar enkelt kan placeras på kortet. Två kanaler med matchande hög och lågpasfilter (upp till tredje ordningens) får plats på ett kort, och det gör också ett enkanals, tre-vägs delningsfilter tillverkat av första, andra och tredje ordningens filter (trevägs delningsfilter som använder fjärde ordningens filter behöver kaskadkopplade kort).

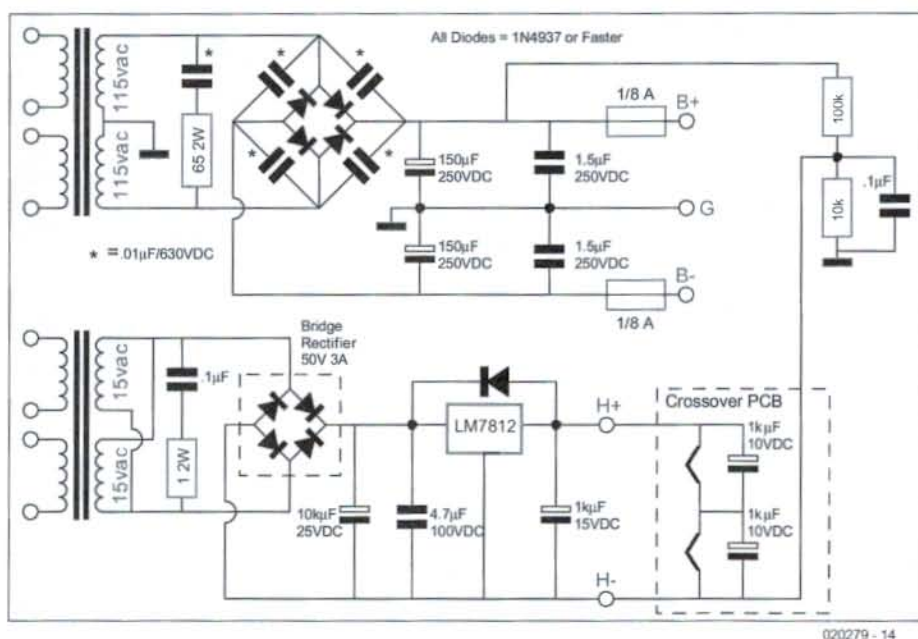
Men så mycket frihet kan också vara förvirrande. Vilken kondensator skall sitta var? Vilken halva av röret är ingången? Tyvärr så skulle de formler och scheman som behövs för att täcka alla tänkbare arrangemang ta upp hela tidningen. Följaktligen har vi skapat ett mjukvaruprogram för Windows för att både beräkna komponentvärdena och deras placering på kortet. En skärmdump av programmet visas i figur 1. Detta designerprogram kan ni hämta gratis från vår websida vid [www.alltomelektronik.com](http://www.alltomelektronik.com), under Download, filen heter 020297-11.

Programmet täcker fjorton filterkonfigura-



020297-13

Figur 3. Trafolindningen för 115 VAC (figure 3a) och för 230 VAC (figure 3b). Nätfrekvensen (60 Hz eller 50 Hz) är oväsentlig.



Figur 4. Kretsschemat över strömförsörjningsenheten.

tioner i grundutförande och genom att kaskadkoppla kretskortet fördubblas enkelt de möjliga kombinationerna. I motsats till många andra elektronikprogram så är det enkelt att använda. Knappa bara in den önskade brytfrekvensen, filtertyp (högpass eller lågpass), filterordningen (första, tredje eller fjärde), om det skall vara Bessel, Butterworth eller Linkwitz-Riley så kommer komponentvärdena att visas i en matris. Genom att klicka på knapparna 'Schematic' och 'PCB' så kan du växla mellan kretsschemat och komponentplaceringen på kortet.

## Kretsen

Detta rörbaserade delningsfilter, där en slumpvis vald variant visas i figur 2, använder katodföljare för att erbjuda både låg utgångsimpedans och buffring av delningsfiltrets tuning-element. Katodföljare ger ingen förstärkning och mycket lite distorsion eftersom triodens hela spänningsförstärkning används som degenerativ återkoppling för att minska utgångsimpedansen och platta till frekvensåtergivningen. Då katodföljarens utgång följer dess ingång fasmässigt så lider ingångskapacitansen inte heller av den så kallade Millereffekten. Dessutom tillåter en katodföljare att delningsfiltrets utgång kan recirkulera i filtret och på så sätt skapa en positiv återkoppling (feedback).

Många filter behöver viss positiv feedback för att eliminera behovet av spolar i filtret och för att kompensera för den annars slokande ut-

gången från ett rent resistivt och kapacitivt filter vid övergångsfrekvensen.

Delningsfiltret använder sig antingen av 6DJ8 eller 6N1P rör (eller någon annan dubbel triod som har samma stiftkonfiguration och glödspänning samt har en låg  $R_p$  och hög  $\mu$ , till exempel 6BQ7, 6BS7, ECC85, ECC88, 6DJ8, 6AQ8).

Genom att referera katodföljarens ingång till jord behövs inga ytterligare kopplingskondensatorer vid ingången. Faktum är att kretsen designats med målet att eliminera så många kopplingskondensatorer som möjligt, vilket också sänker priset, men detta motverkas i viss mån av att det behövs en symmetrisk matningspänning ( $\pm 165$  volt), i stället för den mer konventionella monopolära nätdelen som finns i de flesta rörapparater.

## Skyddsdioder

Ett problem som vi ställs inför är att strömförsörjningen stiger till full spänning betydligt snabbare än vad trioderna börjar leda. Detta betyder att vid start 'ser' triodens galler 0 volt och dess katod -165 volt. En så stor skillnad kan skada trioden genom så kallad 'katodstripping', där bitar av katodens yta slits loss när röret fortfarande är kallt.

Genom att lägga till en diod och en zenerdiod i serie löser vi detta problem. När trioden är varm leder inte diodparet och påverkar inte kretsen. När trioderna är kalla leder de och tvingar katoden att v hålla sig vid säkra -11 volt i förhållande till gallet.

## Strömförsörjningen

Nättransformatorerna Signal IF-30-30 och IF-30-230, som användes av konstruktören, är inbyggda i plasthöljen och designade att monteras på ett kretskort. Båda har dubbla primärledningarna och kan användas i länder med 115 VAC eller 230 VAC. Figur 3a visar layouten för 115 VAC och figur 3b layouten för 230 VAC. Kretsschemat för nätdelen visas i figur 4. Detta är mycket enkelt, två nättransformatorer används, en bipolär nätdel med högspänning för katodföljarna, och en för lågspänningen till glödtrådarna.

Varje transformator har två sekundära lindningar. Högspänningsdelen i strömförsörjningen använder de två 115 VAC lindningarna för att skapa en mittavtappad halvågs bryggkonfiguration som lämnar de positiva och negativa spänningarna på 165 volt. Eftersom katodföljarna på ett utmärkt sätt rensar bort matningsbrus från utgången så används ingen regulering på dessa högspänningsledningar. I stället används konventionella RC-filter.

Lågspänningsmatningen för glödtrådarna använder två lindningar för att skapa en halvågs mittavtappad konfiguration som lämnar en singel positiv matning. Denna råa DC-spänning matar en 3-bens 12-volt spänningsregulator. Rören innehåller 6,3 V glödtrådar, som när de placeras i serie med 12-V matningen endast ser 6 volt. Denna lägre spänning ligger inom den godtagbara spänningstoleransen och har dessutom en positiv inverkan på rörens livslängd.

## Filter

I audioapplikationer är Butterworthfiltret den populäraste typen. Detta verkar vettigt då det har en ganska rak tidsrespons, en ganska 'krispig' övergångsform och den plattaste passbandsresponsen. Dess huvudkonkurrent, Besselfiltret, har en rakare tidsrespons men inte så skarp

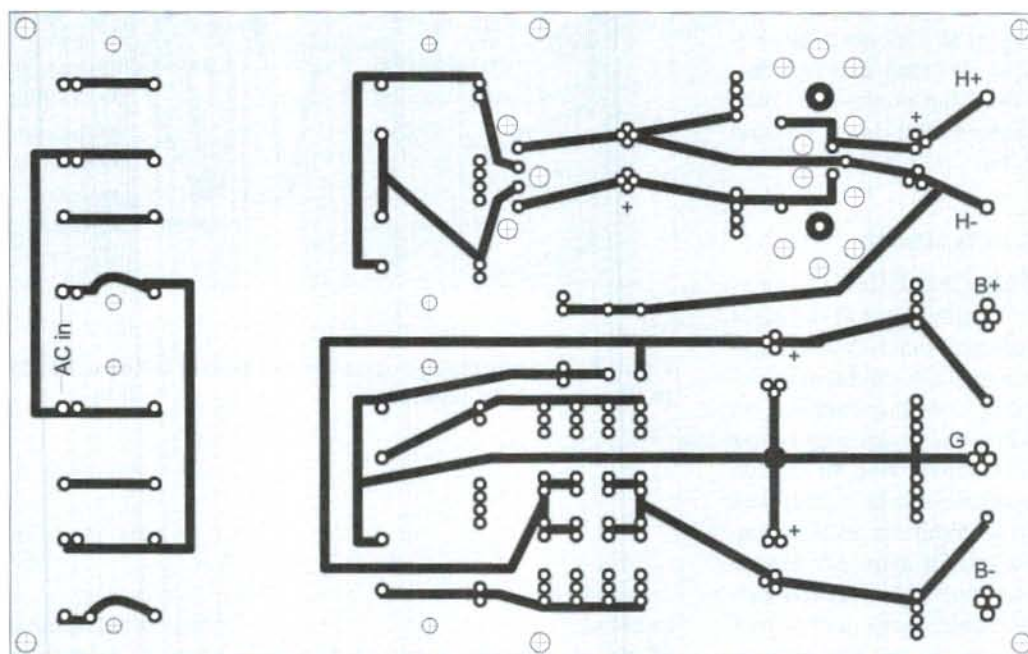
övergångsform och inte så platt passbandsrespons. Andra filter, som Chebyshev och elliptiska, används sällan i audio på grund av oönskade egenskaper, som rippel i passbandet eller skarpa fasförskjutningar.

Linkwitz-Rileyvariationen av Butterworth är speciellt lämpligt för matning av högtalare då det har en platt övergångsregion som ger en -6 dB

utgång vid brytfrekvensen. När två högtalare återger exakt samma frekvens utan några amplitud eller fasskillnader (när man använder filter med jämn ordning, dvs andra och fjärde) är summan av deras utgång en tvåfaldig (+6 dB boost) ökning av volymen. Men då Butterworthfilter är designade att ha en -3 dB utgång vid övergångsfrekvensen kommer

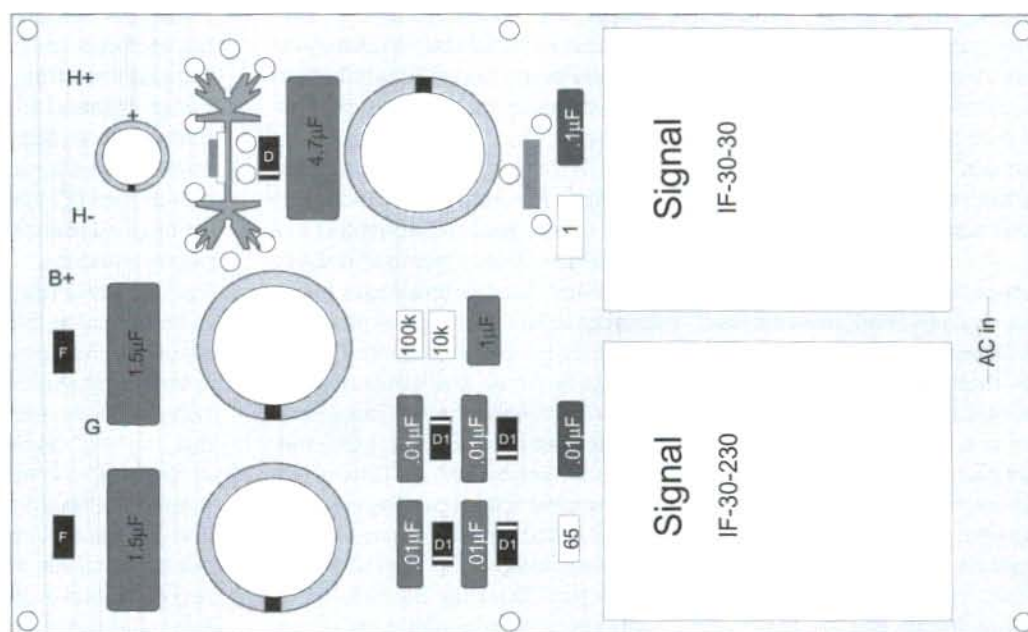
högtalarna att få en +3db puckel vid brytfrekvensen då jämna ordningens Butterworthfilter producerar en jämn multipel av 90 graders fasförskjutning (dvs 180°, 360°, och 540°) per filterordning vid övergångs (bryt) frekvensen. Beroende på fasningen av högtalarelementen resulterar detta antingen i en djup nollning eller en boostning vid övergångsfrekvensen.

Å andra sidan har udda Butterworthfilter (dvs



0200324 - 15

Figur 5. Kretskortslayouten för nätdelen (67% av naturlig storlek).



0200324 - 16

Figur 6. Komponentplaceringen på strömförsörjningskortet (67% av naturlig storlek).

första och tredje ordningens) en udda multipel av 45 graders fasförskjutning (dvs 45°, 135°, och 215°) per filterordning vid övergångsfrekvensen, vilket kompenseras perfekt för -3dB dippet i utgången vid brytfrekvensen. Således behövs udda ordningens Butterworthfilter för justering av utgångsamplituden.

Med andra ord, för att tillverka ett rakt udda ordningens delningsfilter krävs att signalen inte är -3 dB utan -6 dB nedanför brytfrekvensen, vilket Linkwitz-Riley ger för andra och fjärde ordningens delningsfilter. Att utföra egna experiment är dock den bästa vägen. Fördelarna med ett aktivt delningsfilter ligger i att det är betydligt enklare och billigare att experimentera med dessa än med passiva delningsfilter.

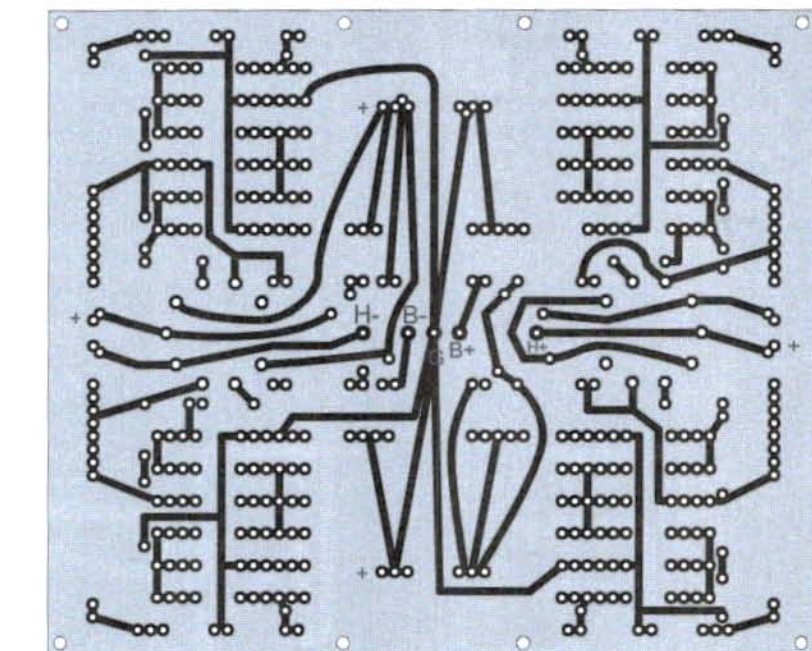
## Första, andra och tredje ordningens delningsfilter

Första ordningens delningsfilter är det mest triviala och teoretiskt sett den bästa konfigurationen för ett delningsfilter då det erbjuder den plattaste fas och frekvenssummeringen vid övergångsfrekvensen. Tyvärr misslyckas ofta dess grunda brytflanker med att skydda bräckliga diskantelement och de misslyckas dessutom ofta med att förhindra att långsamma basenheter inte når för högt. Att gå upp från tvåvägs till trevägs eller fyrvägs delningsfilter skyddar högtalarna bättre mot eventuella skador och det gör naturligtvis också robusta, högkvalitets (och därmed dyra) högtalarelement.

En punkt man skall komma ihåg är att ett första ordningens filter kan användas tillsammans med ett högre ordningens filter. Ett speciellt välfunnet par är ett första ordningens högpassfilter tillsammans med ett tredje ordningens lågpasfilter. Denna kombination fungerar bra med högtalare som arbetar över hela området och med subwoofers. För att bygga detta arrangemang behövs bara ett kretskort för stereo om delvis buffrade filter väljs.

Faktum är att högpassektionens filter kan definieras av dess utgångskondensator som arbetar mot den belastning som utgörs av den efterföljande förstärkaren. Detta eliminerar visserligen en kopplingskondensator i signalvägen men gör samtidigt delningsfiltret mindre universellt då utgångens kopplingskondensator måste bytas för att anpassas till olika ingångsimpedanser från olika förstärkare. Dessutom, genom att använda två kondensatorer får vi ett ytterligare skyddande högpassfilter vid låga frekvenser.

Två kretskort behövs emellertid för fullt buffrade filter eftersom både högpassfiltret och lågpasfiltret måste läggas in mellan två ka-



020297 - 17

**Figur 7. Kretskortslayouten för det universella kortet för delningsfilter (67% av naturlig storlek).**

tofdöjare.

På grund av fasskillnaderna i de låga och höga utgångarna vid brytfrekvensen så behövs det en viss experimentering för att uppnå bästa resultat vid integreringen mellan subwoofer och satelliterna, där subwoofers fas förmodligen måste vändas genom att växla högtalarkablarna plus/minusanslutningar till subwoofern.

Om vi flyttar oss uppåt i filterordningen får vi fler alternativ. Andra och fjärde ordningens delningsfilter kan vara Bessel, Butterworth eller Linkwitz-Riley. Tredje ordningens delningsfilter kan vara Bessel eller Butterworth, men inte Linkwitz-Riley. För alla tre filtren kan kretskortet användas i två konfigurationer, fullt buffrat eller halvt buffrat. I den fullt buffrade versionen är filtrets tuningelement säkert instoppade mellan två katodföljare och ett kretskort par kanal behövs för upp till tredje ordningens filtrering. Buffrade fjärde ordningens delningsfilter täcks inte i denna artikel eftersom det då behövs ett stort antal kretskort. Till exempel, ett fullt buffrat, tvåvägs,

fjärde ordningens delningsfilter behöver 12 katodföljare, dvs tre kretskort, vilket är gränsen för vad strömförsörjningskortet klarar, medan ett fullt buffrat trevägsfilter kräver 16 katodföljare och fyra kretskort.

I den halvbuffrade versionen, även om utgången är buffrad, så ansluts tuningelementen direkt till signalkällan. Därmed antas att dessa filter matas från en lågimpedanskälla, såsom en linjeförstärkare eller utgången från en CD-spelare, och inte från en högimpedanskälla, som från en potentiometer.

Vid användningen av den halvbuffrade versionen kan två kanaler med tvåvägs delningsfilter (upp till tredje ordningens) eller en kanal med ett tvåvägs fjärde ordningens filter, byggas på ett kretskort. Trevägs delningsfilter kräver kaskadkopplade kretskort eller att använda ett kretskort per kanal för filter upp till tredje ordningen. Även om kaskadkoppling av två kretskort placerar fler aktiva komponenter i signalvägen så erbjuder de bättre dämpning av lågfrekvenssignaler för diskanten.

Till exempel, med brytfrekvenser vid

500 Hz och 5 kHz (andra ordningens filter, 12 dB per oktav) skickar det första kretskortet frekvenserna under 500 Hz till woofern och frekvenserna över 500 Hz till det andra kretskortet som sedan sedan gör delningen vid 5 kHz. Resultatet blir att mellanregistret ser andra ordningens branter vid 5 kHz och 500 Hz, medan diskanten ser en andra ordningens brant från 5 kHz ner till 500 Hz och en fjärde ordningens brant (-24 dB per oktav) från 500 Hz och nedåt. Denna extra lågfrekvensfiltrering hjälper till att skydda diskanten (tweetern) från låga frekvenser och är speciellt värdefull med horndiskanter då den normalt höga belastning som hornet lägger på membranet försvinner vid låga frekvenser.

## Själva bygget

Layouten för kretskortet och komponentplaceringsritningen för strömförsörjningen visas i figurerna 5 respektive 6. Ett nätdelskort kan försörja upp till tre kretskort för delningsfilter. Både delningsfiltren och strömförsörjningen kan byggas in i en gemensam låda, eller i separata lådor. Om du använder dig av den senare lösningen så behöver du en 'navelsträng' som av säkerhetsskäl skall vara skärmad och jordad. Dessutom skall den avslutas med en honkontakt (motsvarande hankontakt skall sitta på lådan för delningsfiltret). Detta för att förhindra att fingrarna kommer åt högspänningen. Kretskortslayouten för delningsfiltret visas i figur 7. När programmet *Crossover Designer* visar layouten för delningskortet (och komponentvärdena) så behövs några riktlinjer. Alla filterdefinierande motstånd skall vara på 1/4 watt och med minst 2% tolerans, filtrets kondensatorer  $\geq 160$  VDC och minst 2% tolerans. De fyra katodföljarnas lastmotstånd per delningskort skall vara på 1-2 watt och monteras lite ovanför kortets yta (2-4 mm). Detsamma gäller de två 3250-ohmiga spänningsdroppande motstånden, som skall vara 2-5 watts komponenter.

På strömförsörjningskortet finns nättransformatorerna och de komponenter som stöder dessa. Transfor-

matorerna är ganska tunga och kan enkelt lossa från kretskortet om du skulle tappa detta. De skall därför både skruvas och lödas fast på kortet. Fyra 4 mm självgående skruvar per transformator (tillsammans med åtta lödpunkter) håller transformatorerna säkert på plats.

I motsats till korten för delningsfiltren har strömförsörjningskortet bara ett alternativt sätt för ledningsdragningen, antingen 115 volt eller 230 volt ingång. Isolerad kopplingsstråd skall användas för att skapa dessa och alla andra byglar på kortet.

## Testning

Strömförsörjningskortet skall testas först, utan några yttre anslutningar. Vi rekommenderar en variac då detta tillåter testning vid lägre, säkrare värden.

Lågspänningsdelen av strömförsörjningen skall lämna en utgång på 12 VDC och avvikelser från detta får inte vara mer än  $\pm 0.5$  V.

Plus och minus högspänningsdelen hos strömförsörjningen utvecklar betydligt högre spänningar när de är obelastade än vad de gör när de är belastade. Därför behovet av att överspecificera kondensatorspänningarna. Förvänta dig att se spänningar som ligger närmare 200 volt än de 165 volt du räknat med.

Du skall testa kretskorten för delningsfiltren utan några rör till att börja med. Om sedan alla spänningar på korten är de förväntade kan du testa korten med rören monterade. Eftersom glödtrådarna är seriekopplade så kommer det inte att finnas någon spänning över glödtrådarna (stiften 4 och 5) i rörhållarna när det inte finns några rör monterade. Men över de två hållarna skall du mäta 12 volt. Anodspänningen (stift 6) skall överstiga 165 volt och katodspänningarna (stiften 3 och 8) skall vara ungefär -11 volt i förhållande till jord. Med rören på plats skall anodspänningen för varje rör vara närmare 100 volt och katodspänningarna +3 volt (det stora värdet på katodmotståndet definierar på ett effektivt sätt en autobias-krets i sig självt).

## Att använda delningsfiltret

Mycket troligt så kommer högtalarelementen inte att ha samma verkningsgrad utan därför behövs en justering av delningsfiltrets utgång för att uppnå balans. En generator för vitt brus och en ljudnivåmätare behövs för precis justering. Eller också kan du välja följande metod: Justera nivån tills den känns rätt och vrid sedan tillbaka basen en aning.

Om du skulle ha några frågor eller några problem så kan du emaila till konstruktören på adressen [crvquestion@glass-ware.com](mailto:crvquestion@glass-ware.com).

(020297-1)

# SMD? Ingen panik!

## Ytmonteringsteknik på arbetsbänken

Av C. Tomanik

Ytmonteringsteknik (SMT, Surface Mount Technology) är det som ligger bakom dagens allt mindre elektroniska apparater. Många nya komponenter finns bara som SMD (ytmonterade komponenter). Detta kan ge problem för hobbyister, inte minst kostnaden för specialverktyg. Men ingen panik, denna introduktion ger dig tips när det gäller att arbeta med SMD och hjälper dig att bestämma vad du behöver och inte behöver när du ger dig in i detta Lilliputland.

Nu för tiden levereras vissa elektroniska komponenter enbart i SMD-kapsling. Detta gör att elektronikhobbyister ofta hamnar i en dilemma, skall du använda SMD-komponenter bara när det inte finns något annat alternativ och konventionella komponenter med kopplingsben överallt annars i din senaste design, eller skall du använda SMD rakt igenom?

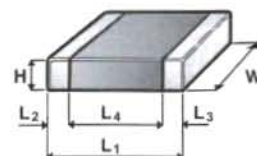
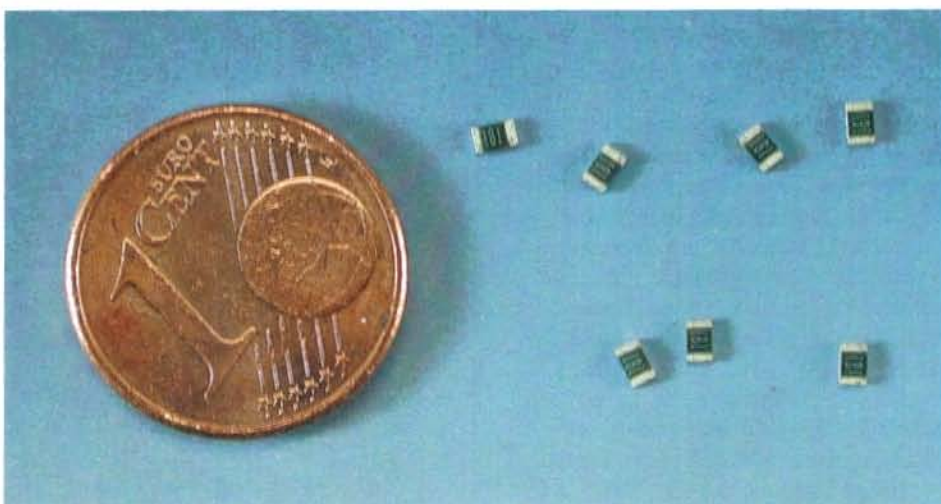
I denna artikelserie hoppas vi kunna visa att övergång till SMD helt och hållet ofta är den mest förnuftiga lösningen och att det inte behöver innebära några större utgifter för verk-

tyg eller speciella arbetsstationer. Att arbeta med SMD kan vara enklare än du tror under förutsättning att du är försedd med något eller några av de nödvändigaste verktygen. Det är inte nödvändigt att köpa en dyrbar lödstation, en standardlödkolv på 30 till 60 W går bra att använda under förutsättning att den förses med en tillräckligt fin spets. Denna artikel är ett resultat av den erfarenhet som erhöles när författaren

arbetade med ytmonterade komponenter under sin utbildning.

### Grunderna

Som beteckningen anger så monteras SMD (Surface Mounted Devices, ytmonterade komponenter) direkt på ytan på ett kretskort. Det är inte nödvändigt att borra hål i kortet för några komponentben. Kontakterna på komponenterna löds på små 'plättar'



L1 = 1.9 - 2.1 mm  
W = 1.15 - 1.35 mm  
H = 0.2 - 0.4 mm

Figur 1. Här visas storleken på 1206, 0805 och 0603 kapslarna och en bild på 0805 motstånd.



Figur 2. Elektrolytkondensatorer

i slutet av en ledningsbana. Utan ben är SMD-komponenter betydligt mindre och tar således upp mindre plats på kretskortet, vilket då ger en mer kompakt design. De kortare ledarna förbättrar också komponentens HF-egenskaper och när de monteras kommer komponenterna alltid att befinna sig på samma höjd över kretskortet. Detta är viktigt vid högre frekvenser och gör det lättare att reproducera hela designen.

Sammanfattningsvis erbjuder SMD billigare, mindre konstruktioner, men de kräver en mer noggrann layout av kretskortet (att lägga kopparbanor under komponenterna kan vara mycket besvärligt) och att montera komponenterna på ett kretskort kan vara

svårt för en nybörjare.

### SMD-höljen

Varje typ av elektronisk komponent produceras inom sitt eget område av SMD-kapslar och kan grupperas under följande rubriker:

- Chipmotstånd/kondensatorer (0805)
- Chipelektrolyter
- Tantalkondensatorer (3216)
- Dioder (Mini-MELF)
- Transistorer (SOT 23)
- IC-kretsar (ICs)

Det finns så många olika storlekar, speciellt när det gäller IC-kretsar, att det inte är praktiskt möjligt att gå in

på dem alla. Målet för denna artikel är att ge en introduktion till den teknik som är nödvändig när man arbetar med SMD-komponenter. Det är alltid ett gott råd att studera informationen i databladet för varje IC du tänker använda. Försäkra dig om att det är möjligt att löda komponenten manuellt eftersom många IC-kapslar har designats att monteras av speciella placeringsmaskiner och kan vara för svåra att hantera manuellt.

### Chipmotstånd och kondensatorer

De vanligaste komponenter som används i en design är motstånd och keramiska kondensatorer. De finns tillgängliga som rektangulära 'chip' med en ledande 'hätta' i varje ända som skall lödas på kortet. Chipstorleken ges av beteckningen 1206, 0805, 0603, 0402 eller 0201, där de två första siffrorna är längden på komponenten och de två sista är bredden. Måtten är i tum så 0805 betyder att chipet är 0,08" gånger 0,05". För att omvandla detta till millimeter så skall du multiplicera dessa värden med 25,4 och detta ger en chipstorlek på 2,032 mm gånger 1,27 mm. Figur 1 visar storlekarna för 1206, 0805 och 0603 chip. Myntet i bilderna är 1 eurocent, som är ungefär lika stort som en svensk 10-öring. Dessa storlekar är relativt enkla att hantera och löda, det räcker med en standardlödkolv för att montera dem.

### Elektrolytkondensatorer

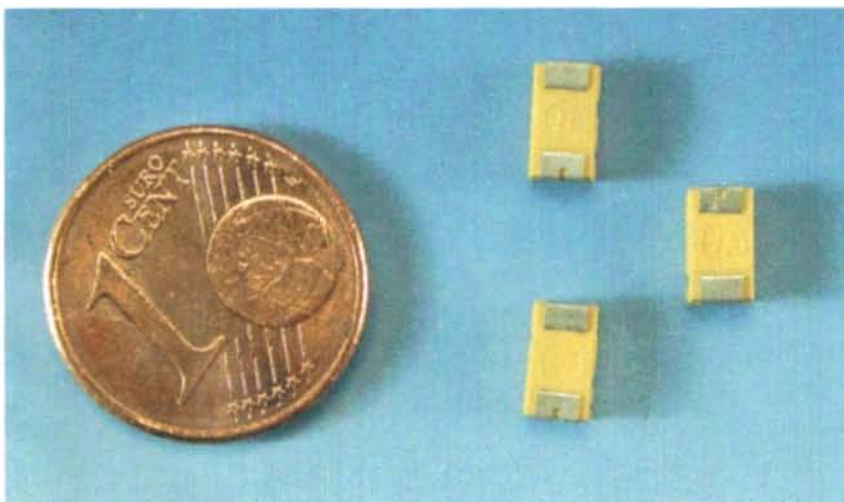
Elektrolytkondensatorer i SMD använder konventionella elektrolythöljen med radiella ben monterade på en plastskiva som styr benen så att de kan ytmonteras. Se figur 2. Kondensatorns märkning bestämmer storleken. En kondensator med en kropp på 4 mm i diameter tar upp en yta på kortet som är 4,3 mm gånger 4,3 mm och har en höjd på 5,5 mm. Dessa storlekar har inga speciella namn.

### Tantalkondensatorer

Storlekarna på tantalkondensatorer kan anges med två olika system. EIA-koden för en speciell storlek är ett fyrsiffrigt tal likande det som motstånd anges med. Skillnaden med tantaler är att dimensionerna är i millimeter! En storlek som specificeras som 3216 är 3,2 mm lång och 1,6 mm bred. Den andra metoden att beskriva storleken är att specificera dess 'kapselkod' (en bokstav). 3216-storleken har kapselkoden 'A'. Många datablad ger både EIA-koden och dess motsvarande kapselkod. EIA-koder med suffixet 'L' visar att det är en lågprofils kondensator och att höjden inte överstiger 1,2 mm. Storlekar utan 'L' kan vara så höga som 2,9 mm.

### Dioder

De flesta dioder för allmänt bruk tillverkas i



Figur 3. 3216 tantalkondensator.

Mini-MELF (Metal Electrode Leadless Face) kapslar (figur 4). Denna kapsling är en cylinder som har en diameter på 1,4 mm och som är 3,6 mm lång. Den används bara för dioder. Detta är en av de svåraste komponenterna att hantera med en pincett och tenderar att rulla sin väg när den skall lödas. En variant på denna kapsel placerar cylinder inuti en rektangelform för att förbättra hanteringen och göra den enklare att löda.

### Transistorer

Transistorer tillverkas i SOT 23 kapslar, se figur 5. Detta är ett enkelt rektangulärt chip som mäter 2,8 mm gånger 2,1 mm och som har tre anslutningar.

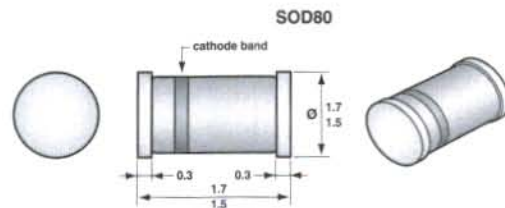
### IC-kretsar

Det finns en sådan mängd olika IC-höljen att vi bara kan titta på några av de vanligaste.  $\mu$ MAX-serien från Maxim är förmodligen en av de viktigaste för en hembyggare och inkluderar OFP, SOP och TSSOP kapslar. Ett brett spektrum med IC-funktioner finns också, från A/D-omvandlare, logiska grindar och mikrokontroller. När man skall designa ett kretskort är den viktigaste informationen för layouten hur breda benen är och hur långt (eller nära) de ligger från varandra, kallas för raster. Alla IC-kapslar använder ett fast raster. Detta raster har alltid varit 0,1" eller 2,54 mm och IC-storlekarna är multiplar av detta raster. För att tillåta att benen placeras tätare så har detta raster undan för undan delats med två till 1,27 mm, 0,635 mm och, helt nyligen, till 0,3175 mm. Vissa tillverkare, som Maxim, använder ett icke-standardraster, till exempel med deras  $\mu$ MAX-kapslingar. Den allmänna regeln är, att ju tätare benen sitter desto finare spets måste du ha när du löder. Och nu skall vi kolla om vi har de basverktyg som behövs för att arbeta med ytmonterade komponenter.

### SMD-verktyg

Det finns mycket dyrbar SMD-utrustning och specialverktyg tillgängliga idag, men innan du börjar investera för mycket av dina hårt förtjänade slantar kan det vara vinst att först börja i liten skala. SMD-arbete är inte något som alla uppskattar och om du inte är riktigt stadig på handen så kan det vara mycket frustrerande.

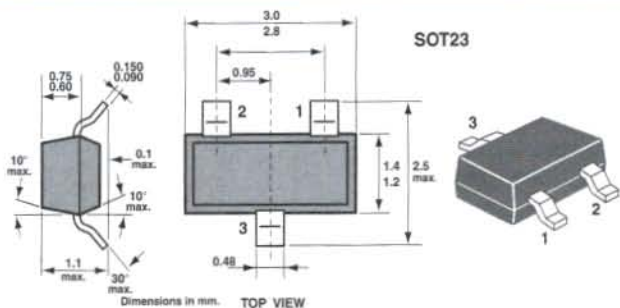
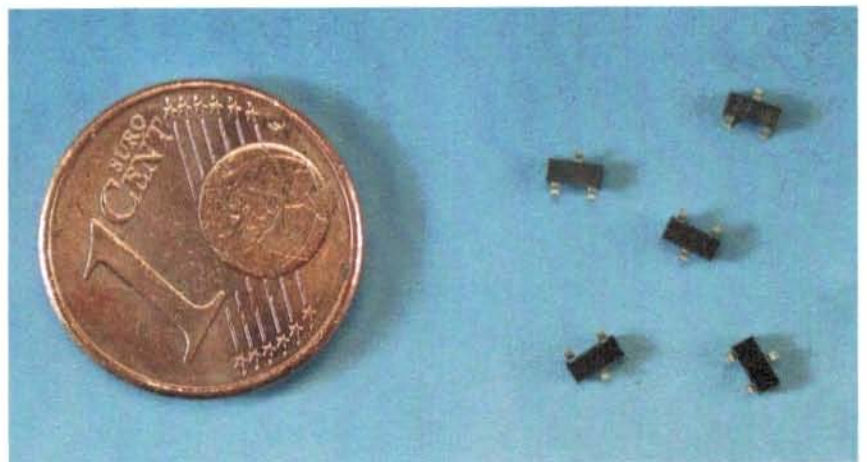
Det viktigaste verktyget i din verktygslåda skall vara en pincett av hög kvalitet. Det finns många olika typer att välja mellan och den som är mest populär för SMD är en pincett där spetsen är i 45° vinkel och som har slät gripyta. Dessa är enkla att arbeta med och du kan stödja handen på arbetsbänken när du skall plocka och placera komponenter. Det är



Figur 4. Mini-MELF dioder.

viktigt att pincetten är av hög kvalitet och därmed kostar den också en del. Du får räkna med ungefär 150:- inkl. moms. Det finns också pincetter av titanium och av keramik, men

dessa är betydligt dyrare. Speciellt formade pincetter lämpliga för att plocka upp mini-MELF finns också, men dessa rekommenderar vi bara om du kommer att hålla på mycket



Figur 5. SOT-23 transistorer.

med denna typ av komponenter. Du kan också använda en så kallade pick-up penna med vacuum, men detta är en ganska dyrt verktyg och kan bara användas med komponenter som har en jämn yta. Dessa pennor rekommenderas inte för nybörjare. Ett förstoringsglas med minst åtta gångers förstoring är också nödvändigt. Undvik den typ av runda lampor med förstoringsglas och inbyggd lysrör som står på arbetsbänken. Dessa är alldeles för bökiga att använda. Det bästa är att använda en så kallad pannlupp, men den är inte speciellt billig. Det är också viktigt med bra belysning, både allmän och riktad (lysrör är bäst). Dessutom skall du ha en antistatmatta och ett handledsband för att undvika att skada känsliga IC-kretsar.

Lödtenn med flussmedel för SMD är mycket tunt (0,32 mm) och innehåller 2% silver som dels sänker smältpunkten några grader och dels ger en bättre lödning. Lödpasta finns också i tub eller spruta. Den är enkel att använda, men behöver en stadig hand vid appliceringen och dessutom måste den överflödiga pasta torkas bort. Lödpasta är avsedd att användas med varmluftslödning. Dessa är dyra och ingenting för nybörjare eller hobbyister. Lödpasta kan också användas med en vanlig lödkolv, men det bästa är att använda lödtenn som är avsedd för SMD-komponenter och som har 'inbyggt' flussmedel i en kanal. När man löder IC-kretsar med ett stort antal ben som sitter tätt ihop är det nödvändigt att använda extra lödpasta för SMD. Du 'duttar' på lite pasta (helst med hjälp av en spruta) på lödplåtarna på kortet innan du placerar komponenten på kortet. Under lödningen bränns den snabbt bort och du behöver inte torka efteråt, under förutsättning att du inte använt för mycket flussmedel förstås.

Avlödningsflätor skall användas för att suga upp överflödigt tenn från ett lödställe, eller för att ta bort tenn mellan två kopparbanor. De bästa storlekarna på avlödningsflätan för ytmonterade komponenter är 1,0 mm och 1,5 mm, medan 2,5 mm är lagom för att rensa lödplattor. Använd aldrig en tennsug eftersom en del komponenter är så små att du riskerar att suga upp dem också.

I början, innan du har samlat på dig



**Figur 6. Grunduppsättningen med verktyg för att jobba med SMD-komponenter. Från vänster till höger antistatiskt handledsband, pincett, fluss, lödtenn och avlödningsfläta.**

allt för många komponenter, så är det inte nödvändigt att lagra dem i askar, låt dem ligga kvar i den förpackning du köpte dem i och ta bara fram dem när det är dags att löda fast dem på kretskortet. Med tiden kommer din SMD-samling att bli större och du kommer så småningom att behöva lådor för förvaringen. Dessa finns i många olika storlekar och färger. En bra idé är att använda en ask för varje komponenttyp och värde. Komponentvärdena är inte alltid angivna på SMD-kroppen och alla som någon gång har tagit sig igenom en handfull blandade kondensatorer efter jakt på ett visst värde (låter som ett jobb för vår kapacitansmätare i förra numret) vet hur viktigt det är att ha ordning på komponenterna. Dessa lådor är i allmänhet inte billiga men de är värda investeringen. Frestas inte att lagra SMD-komponenter i tomma burkar för 35-mm film. Dels är de för djupa för ändamålet och dels är de inte antistatiska utan kan skada CMOS IC.

### Snart...

I en uppföljande artikel skall vi titta på den teknik som är nödvändig för att framgångsrikt löda olika typer av ytmonterade komponenter med hjälp av en vanlig standard lödkolv (Ersa 'Analog 60A'). Vi tittar också lite när-

mare på en lödstation som är avsedd speciellt för ytmonterade komponenter (Ersa SMT Unit 60A).

(020305-3)

## Komponenter, verktyg och utrustning

Alla större postorderfirmor för elektronik säljer SMD-komponenter och har också de nödvändiga verktygen och tillbehören för detta. Några som kan vara bra att besöka är Farnell ([www.farnell.com](http://www.farnell.com)) och RS ([www.rs-components.com](http://www.rs-components.com)) som båda har mycket komponenter och verktyg. Maplin ([www.maplin.co.uk](http://www.maplin.co.uk)) är också en bra källa. BEC distribution ([www.bec.co.uk](http://www.bec.co.uk)) är distributörer av TOKO-spolar och Electrovalue ([www.electrovalue.com](http://www.electrovalue.com)) har SMD och verktyg på lager. Ett företag som är värt att besöka för ovanliga komponenter är Berend Hendriksen i Holland ([www.xs4all.nl/~barendh/indexeng.htm](http://www.xs4all.nl/~barendh/indexeng.htm)). Cooper Tools tillverkar de utmärkta lödkolvorna från Weller som kan köpas från ovanstående leverantörer.