

^{ELEKTOR} Allt om **Elektronik**

3/2005

Nr. 240

Pris 95:00

Norge 95:00 NOK

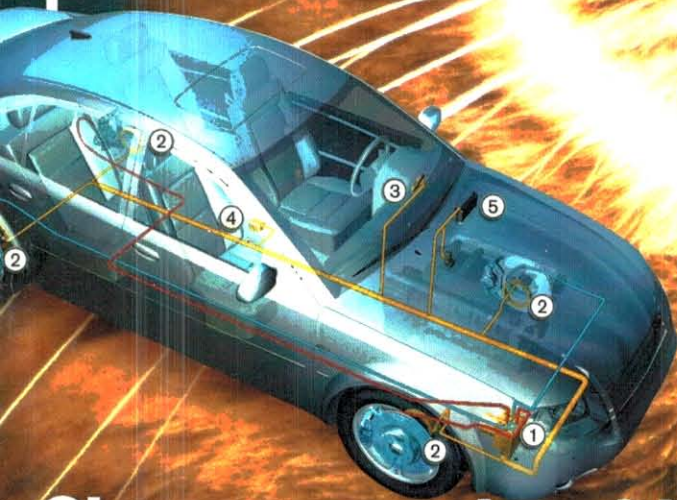
Sveriges största specialtidning
för tillämpad elektronik

PetInspect Blogg för husdjur

**Universell DCC-
programmerare**
för modelljärnväg

**Navigera
med laptop**
GPS via USB

**5.1 Surround
Sound Switch Box**
Enkel och behändig



Catwalk-modellen
Elmo presenterar en
16-bitars bärbar dator

Sinnesorgan hos bilar:

SENSORER

GPS även i tunnlar!

INTERPRESS 0173-03



7 388017 309501

RETURVECKA 34

**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.se
http://www.alltomelektronik.se

Prenumerationer 2005

PressData AB
Tel: 08-799 63 25
Fax: 08-98 45 72
Helår 485:-
Norge helår 485:- 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.se

Tryck

db grafiska ab
Örebro 2005

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, Holland) 2005
Box 75
6190 AB Beek (L), Holland

BYGGPROJEKT

PetInspect

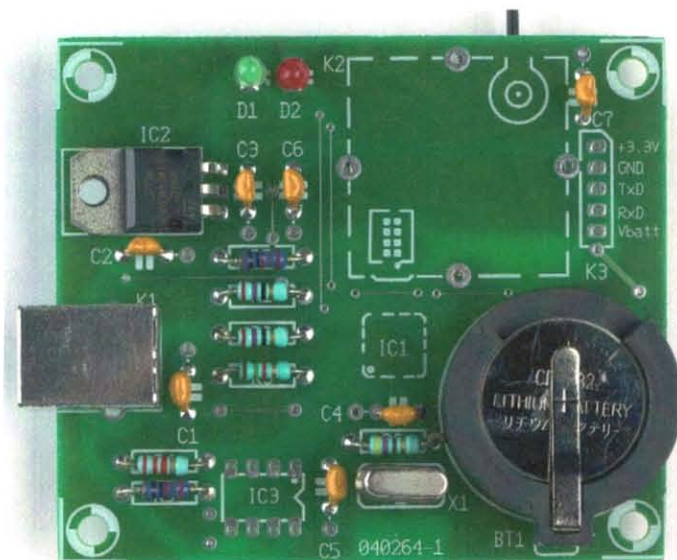
Har din älsklingskatt det varmt och skönt när du lämnat den på ett djurpensionatöver helgen? Får din hund verkligen de långa promenader som du betalar hundvakten för? Kolla vad ditt husdjur håller på med när du inte är i närheten, eller hur de behandlas när du lämnat bort dem. Allt detta kan du göra med den dataloggnings-transceiver för djur som vi beskriver här.



6

GPS-mottagare

Bristen på integrerade moduler i små kvantiteter har fram till nu varit ett hinder när det gäller att bygga en GPS-mottagare själv. Men detta håller nu på att ändras och det har varit värt att vänta på. Den senaste generationen GPS-mottagare är inte bara mycket små, de har också betydligt bättre mottagning och lägre strömförbrukning än föregångarna.



46

Elektrosmogtestare

Över hela Sverige är nu telefonoperatörerna fullt upptagna med att bygga ut det riksstäckande 3G-nätet för UMTS (Universal Mobile Telecommunications) och det kommer att resas tusentals nya sändarmaster. Det är inte så konstigt då att fler och fler människor oroar sig för den extra

62



dos av elektromagnetisk strålning som de kommer att utsättas för av basstationerna för 3G. Vår känsliga Elektrosmogtestare visar inte bara på stigande fältstyrkor i ditt närområde, utan du kan också hitta de områden i vårt land som är minst utsatta för strålning.

INFORMATIVA ARTIKLAR

Mobil navigering

1490 när Columbus seglade på världshaven kunde han inte plotta kursen med hjälp av navigeringssystemet GPS. I stället bestämde han sin position på jordklotet genom att noga registrera skeppets hastighet och kompassriktning med en metod som kallades 'död räkning'. På den tiden var det ganska vanligt att vara ur kurs några hundra kilometer.



40

Byggprojekt

- 6 **PetInspect**
Bärbar 16-bitars dator för husdjur med egen blogg
- 14 **Mätare för magnetisk flödestäthet**
Håller du på med gamla motorer? Då skall du bygga denna
- 20 **5.1 surround switch box**
Koppla in flera surroundenheter till din dator
- 24 **Glödstiftsvärmare**
Underlättar start av modellflygmotorer ute på fältet
- 28 **DCC-programmerare för modelljärnväg**
Utnyttja det nya digitalsystemet fullt ut
- 46 **GPS-mottagare**
Bygg detta projekt, koppla in det på USB-porten på din bärbara dator och du har en komplett navigator med stor skärm
- 62 **Elektrosmogtestare**
Orolig för strålning i din närhet. Bygg denna och kolla själv
- 71 **Hörbar smog**
Lyssna på strålningen
- 74 **Solstyrd laddare**
Ladda CD-batterierna med sol

Övrigt

- 36 **Delhiprogrammering - 3**
Nu bygger vi knappatsen
- 40 **Mobil navigering Plus**
GPS även i tunnlar
- 54 **Känselorgan i bilar**
Upp till 55 nätkopplade datorer i en och samma bil
- 77 **Läsarservice**
- 78 **Tjuvlyssna på WiFi**
Trodde du att ditt trådlösa nätverk var säkert? Vi visar hur det enkelt kan avlyssnas.
- 82 **Nästa nummer**

PetInspect

16-bitars bärbar dator för husdjur

Pete Cross

www.petinspect.com



*Här visar Elmo det senaste modet inom bärbar datori-
sering. Du kan också över-
vaka ditt husdjur om du byg-
ger en PetInspect logg-
ningstransceiver.*

Har din älsklingskatt
det varmt och skönt
när du lämnat den
på ett djurpensionat
över helgen? Får din

hund verkligen de långa promenader som du betalar hundvakten för?

Kolla vad ditt husdjur håller på med när du inte är i närheten, eller hur de behandlas när du lämnat bort dem. Allt detta kan du göra med den dataloggningstransceiver för djur som vi beskriver här.

PetInspect är en sofistikerad data-logger och trådlös kommunikations-enhet som låter dig upptäcka vilken miljö ditt husdjur upplever och hur de uppför sig när du inte är i närheten. PetInspect består av en 16-bitars mikrokontroller med 256 kbyte Flashminne och sensorer för tryck,

temperatur, aktivitet, ljus och omgivning. Den digitala transceivern kan kommunicera över ett avstånd på upp till 30 meter. Allt detta finns i ett paket som är 28 mm i diameter inklusive batterier. Därmed är den tillräckligt liten och lätt för att även en katt skall kunna bära den komforta-

belt, som visas av Elmo på bilden här ovan.

PetInspect omfattar två runda kretskort. Om du enbart vill ha sensorde-len och dataloggningen bygger du det digitala kortet som har mikrokontrollern på ena sidan och sensorerna på den andra. Om du även vill ha

transceivern skall du bygga transceiverkortet också. Du kan också bygga bara detta kort och använda det i andra av dina egna projekt. **Figur 1** ger en översikt av systemfunktionerna.

Visa resultat

En veckas data kan lagras samtidigt om de samplas med ett intervall på 15 minuter. Så länge som du laddar ner en gång i veckan från ditt djur kan du få kontinuerliga kurvor så länge som batterierna räcker, normalt ca två och en halv månad. **Figur 2** visar de resultat som laddades ner från Elmo när hon bar PetInspect. Resultaten spänner över ett halvt dygn och sampling skedde en gång i minuten.

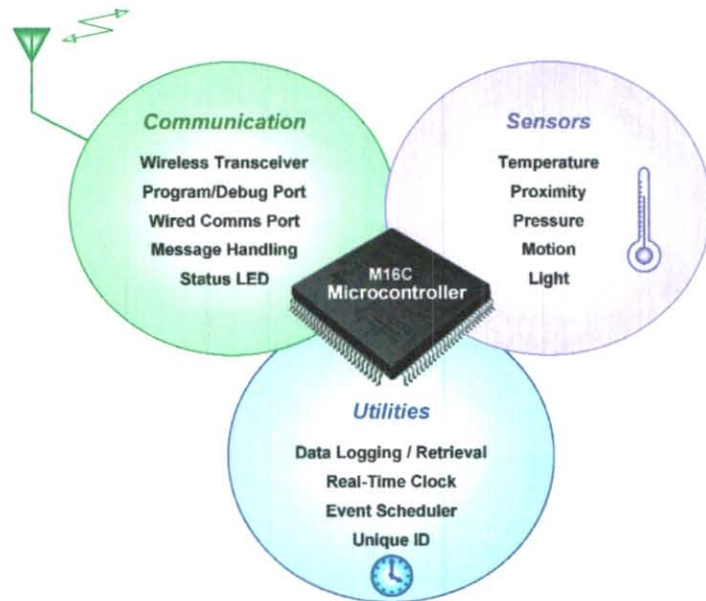
Aktivitetsovervakning

Aktivitetsdata fås från en CW1600-1 tiltswitch från ASSEMtech [1]. **Figur 3** visar de fysiska dimensionerna hos switchen. En kula rör sig inuti höljet och öppnar och stänger switchens kontakter. Den förblir sluten om den hålls still i en vertikal position plus minus 15 grader. På detta sätt känns djurets normala position igen om enheten sätts fast på rätt sätt. Även när mikrokontrollerns kärna är stoppad så matar switchen två timer/räknare. Den första timern klockas helt enkelt av tiltswitchen dragen mellan jord och ett pull-upmotstånd till Vdd, vilket ger antalet omkopplingscykler per minut. Den andra timern överför realtidsklockans 32-kHz kristall till ännu en räknare som ger en 'procentsluten' siffra, dvs den procent av tiden som switchen stannar i det slutna läget.

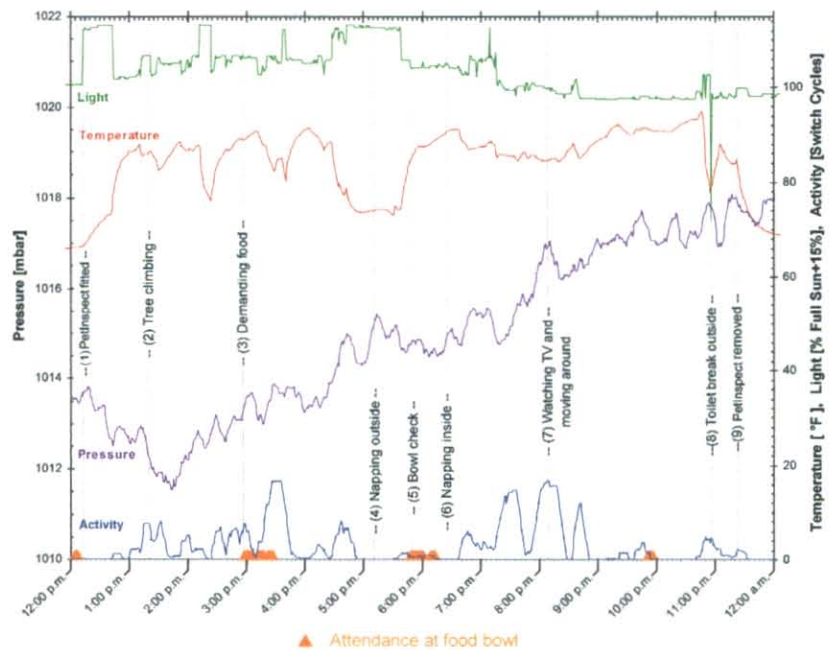
Figur 2 visar ökande aktivitet när Elmo utförde de mesta av de observerade händelserna under dagen, utom under sovstunderna!

Tryckavkänning

Den piezoresistiva trycksensorn MS 5534AM från Intersema som ses i **figur 4** är mikroelektromekaniskt strukturerad (MEMS) enhet som innehåller en integrerad 15-bitars analog till digital omvandlare för noggrann mätning av både tryck och temperatur. Trycket avläses via ett 3-tråders seriellt interface tillsammans med tem-



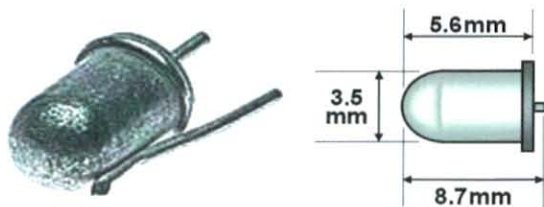
Figur 1. En M16C mikrokontroller är hjärtat i sensorplattformen PetInspect som övervakar ditt husdjur och dess omgivning.



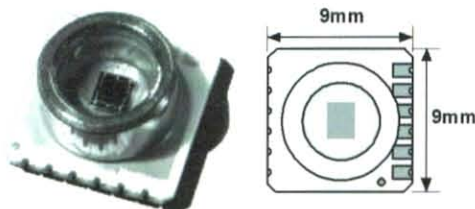
Figur 2. Genom att ladda ner data och visa dessa grafiskt kan du se vad ditt husdjur håller på med. Om djuret finns inom räckhåll kan du uppdatera kurvorna live med ett Excel makro.

peratur och kalibreringskoefficienter. Modulen kalibreras vid två temperaturer och två tryck i fabriken för bestämning av de sex kalibreringskoefficienterna. Dessa används av mjuk-

varan för korrigering av både förstärkning och offsetfel hos trycksensorn, temperatursensorn och analogtill-digitalomvandlaren. Andra ordningens kompenseringsberäkningar



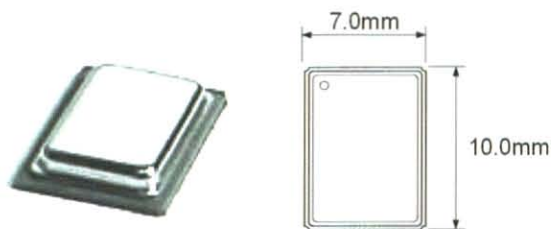
Figur 3. Aktivitetssensorn är en tiltswitch av typ 'kula-i-bur'. Den innehåller inget kvicksilver och är helt säker även om ditt husdjur skulle råka svälja den. (Anpassad från [1]).



Figur 4. Med storleken 9x9 mm var trycksensorn MS5534AM från början designa för höjdmätare inbyggd i armbandsur. I PetInspect, har MS5534AM tillräcklig upplösning för att du kan se om katten ligger på köksbordet när du inte är hemma. (Anpassad från [2])



Figur 5. LDR-en är inte kalibrerad efter några enheter för ljusstyrka. Den läser i stället i termer av 'procent av fullt solljus' där 0% motsvarar frånvaron av ljus och 100% motsvarar den maximalt förväntade ljusstyrkan vid fullt solsken.



Figur 6. Detta är TR3000 ASH-transeivern från RF Monolithics. Vi förmodar att de inte tänkte sig att den skulle användas tillsammans med ett husdjur? (Anpassat från [3])

involverande kalibreringskonstanter och råa tryck och temperaturavläsningar ger ökad noggrannhet av de kalibrerade tryckavläsningarna. För att kunna 'genomsnitta' bruset så kombineras åtta avläsningar. Detta

genomsnittresultat ger ett mätresultat som ändras mindre än $\pm 0,05$ mbar när djuret är stilla och på konstant höjd. Att avgöra djurets absoluta höjdsposition från trycket kräver en del mate-

matik. När tryckavläsningarna är kalibrerade med kalibreringskonstanterna och den formel som kommer från tillverkaren, omvandlar följande formel detta faktiska tryck till höjd över havet:

$$h = \frac{T}{0.0065} \cdot \left[1 - \left[\frac{p}{p_0} \right]^{0.190262} \right]$$

Denna tryck-till-höjdekvation baseras på USA-norm från 1976. T är temperaturen i Kelvin, p_0 är det aktuella trycket vid havsnivå och p är den kalibrerade tryckavläsningen från MS 5534AM trycksensor. Höjden, h , är i meter.

I figur 2 visar händelse (2) att Elmo klättrar i ett träd. Det finns en markerad, kortvarig minskning av trycket när hon är uppe i trädet, följt av en snabb ökning av trycket när hon tar sig ner till marken igen. De långsammare variationerna i kurvan beror på förändringar i det omgivande lufttrycket.

Temperaturavläsning

När du lämnar in din djur på ett djurpensionat så vill du naturligtvis att man tar väl hand om den. Temperaturmätningarna tas från trycksensorn eftersom den behöver detta för att göra sin egen temperaturkompensering. Avläsningen är noggrann till $\pm 0,5$ °C och med en med upplösning på $\pm 0,0015$ °C.

Den registrerade temperaturen påverkas av tre faktorer: Omgivningstemperatur, infallande solstrålning och kroppsvärme genererad av ämnesomsättningen, som ökar med fysisk ansträngning. Och detta är bra då allt detta bidrar till den variabel som är av intresse, kroppstemperaturen hos ditt djur.

I figur 2, när Elmo sov ute (4) registrerades en större mängd infallande ljus och lägre temperatur under denna tid. Större plötsliga förändringar av den registrerade temperaturen visar ett exponentiellt närmande till den nya nivån, men detta gäller även mindre variationer. Till exempel, när vi tog av Elmo PetInspect (9) sjönk temperaturen snabbt, men vi kan också se detta mindre uttalat när hon lämnar huset precis innan hon lägger sig för att sova ute (4) och sedan när hon kommer in i huset igen (5) för sin middag klockan sex.

Registrering av ljusstyrkan

Det ljusberoende motståndet (LDR) är en bra inne/ute indikator. I figur 2 har vi adderat 15% till ljusavläsningarna enbart för att förhindra att ljusavläsningsdata överlappar temperaturdata. På grund av förändringar i orientering och skugga kommer ljusavläsningarna att variera betydligt, men den genomsnittliga avläsningen är dock en bra inne/ute indikator under dagen. Det halvgenomsnittliga höljet för PetInspect hjälper till att sprida ljuset, vilket minskar dessa fluktuationer, se figur 5.

I figur 2 ser man att sovande ute visar en större mängd infallande ljus än sova inne (6). När Elmo går ifrån det artificiella ljuset inne precis före kl. 11.00 och går ut (för toabesök) så ser man en plötslig minskning av ljus och temperatur (8). Noggrann placering av enheten ser till att avläsningarna inte påverkas av förändringar i positioneringen. När Elmo klättrade upp i trädet (2) blev det en falsk indikering av mindre ljus, förmodligen beroende på att PetInspect vred sig så att LDR-en trycktes mot hennes hals i stället för bort från den.

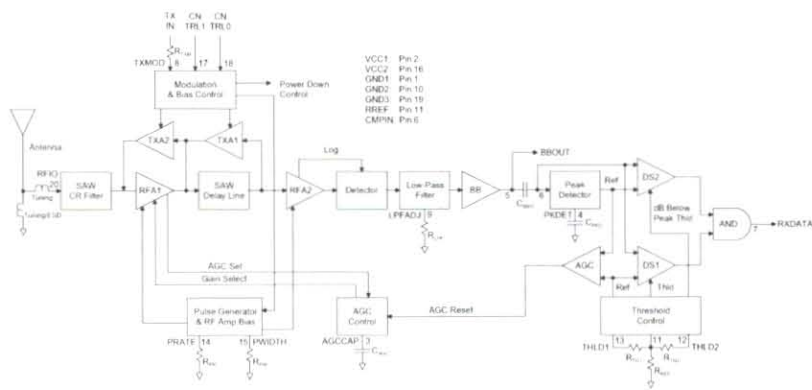
Omgivningsregistrering

Vem äter all kattmaten? Då varje djur har möjlighet att både sända och ta emot information så har de också möjlighet att kommunicera med varandra över ett kortare avstånd (30 meter med fri sikt). Varje PetInspect lyssnar konstant efter ID-sändningar från andra PetInspect och skickar sitt eget ID-nummer varje kvart (eller vilken period du vill).

Detta gör att du kan få en uppfattning av den sociala grupperingen hos djuren. Om du placerar en PetInspect vid matskålen kan du kolla uppmärksamheten på maten. Under testet i figur 2 fanns det en PetInspect bredvid matskålen. Den hade en kort antenn för att minska sändaravståndet till ca 1 meter. Som du kan se av de orange trianglarna, som representerar uppmärksamhet på maten, så gillar Elmo sin mat.

Transceiver

TR3000 Amplifier Sequenced Hybrid (ASH) transceiver-IC från RF Monolithics (figur 6) valdes för den trådlösa transceivern [3]. TR3000 var den enda enheten som passade in i det begränsade utrymmet och som var



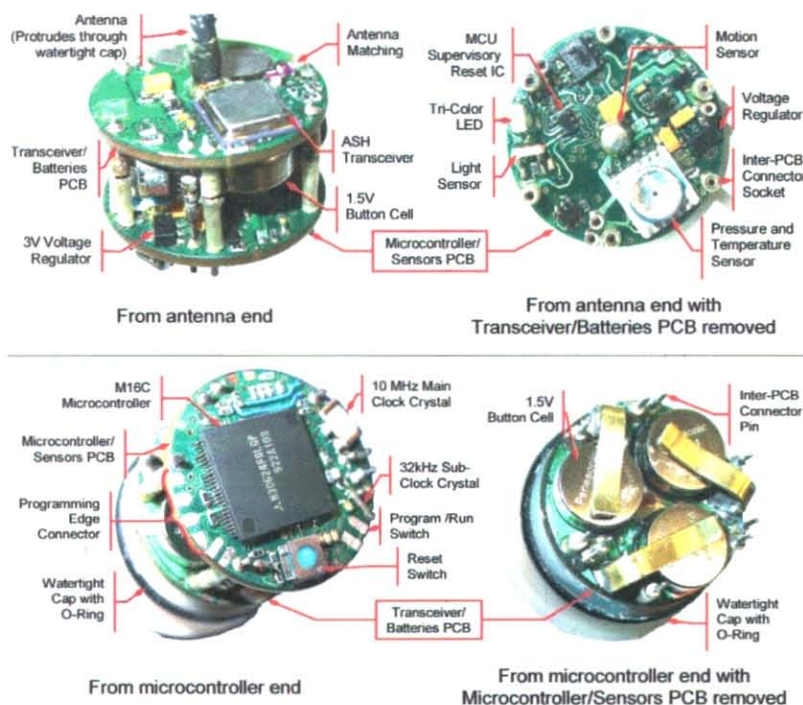
Figur 7. Blockschemat för Amplifier Sequenced Hybrid (ASH) transceivern. En förstärkningsbegränsande faktor i de flesta mottagarförstärkare är att feedbacken i efterföljande steg påverkar de högkänsliga tidigare stegen. Detta problem är eliminerat i ASH-designen genom att bara switcha till ett förstärkarsteg åt gången. (Anpassat från [3]).

tillräckligt integrerad för att enkelt bilda en del av kretsen med en minimal mängd yttre komponenter. Den klarar också minikraven för datahastighet, strömförbrukning och enkel utveckling.

Då det är en fast bärvågsfrekvens så bestämmer typnumret arbetsfrekvensen. Denna enhet använder Amplitude Shift Keying (ASK) eller On/Off Keying (OOK) vid en bärvåg på 433.92 MHz. OOK valdes då ASK bara finns tillgänglig vid högre datahastigheter som har motsvarande lä-

gre räckvidd. Dessa transceivrar har används i produkter för att spåra klättrare på Mount Everest och löpare i Boston maraton.

Den ASH-design som används i TR3000 omfattar en förstärkare som förstärker enligt 'time sequenced' principen, vilket ger en HF-förstärkning på 90 dB utan att behöva använda frekvensomvandling. I motsats till en superheterodyn mottagare, som uppnår stabilitet genom att distribuera HF-förstärkning över flera frekvenser, så distribuerar ASH-



Figur 8. 6-lagerskortet har dedicerade effekt och jordplan på varje kort vilket, tillsammans med andra tekniker, gör att skärmning inte behövs. Elektronikpaketet får därför plats i en cylinder som är 23 mm lång och har en diameter på 28 mm.

PetInspect huvudegenskaper

Översikt

Temperaturområde	-10 till +70 °C
Arbetspänning	3.0 V nominellt
Batteriliv 10 veckor med en sensorsamlingsperiod på 15 minuter.	
Vilostrom	90 mA med realtidsklocka, kontinuerlig övervakning av djurets rörelser och avlyssning en gång per sekund för trådlösa data

Toppström	17 mA
Dimensioner	elektronikpaket: 28.6 x 28.6 x 25.0 mm
Flash ROM	256 k
RAM	20 k

Transceiversektion

Huvudklocka	10 MHz
Sändarens uteffekt	-6dBm (0.25mW)
Räckvidd	15 m fri sikt (typiskt)
Rådatahastighet	23 kbps
Modulering	on-off keying
Bärvågsfrekvens	433.92 MHz (licensfri ISM)
Tolerans hos bärvågsfrekvens	± 200 kHz
Mottagarens dynamiska område	-10 to -84 dBm

transceivern den totala HF-förstärkningen över tiden. Figur 7 förklarar detta i form av ett blockschema.

I denna applikation är transceivern konfigurerad för OOK-modulering med 23k Bits Per Second (BPS).

Transceivern drar för mycket ström för att hållas i mottagarmod medan den lyssnar efter början av en sändning. I stället placeras transceivern i mottagarmod under 8 ms varje 600 ms. Den sover under den återstående delen av mottagarens pollingcykel.

När PetInspect eller en basstation vill sända ett meddelande så skickar den ett 800 ms långt 'förmeddelande' för det första paketet. Denna 'kittling' väcker upp alla PetInspectenhet inom räckhåll och håller dem i fullt mottagarmod tills de detekterar 2,5 sekunder av kontinuerligt tystnad. De går då in i viloläge igen och fortsätter med mottagarpolling.

Själva bygget

Layouten är nyckeln till framgång när det gäller transceiverns funktion. Normalt används inte mikrokontroller i närheten av radiofrekvenskomponenter. De störningar som kan tränga in i radiokretsarna från mikrokontrollernas klockningselement kan påverka både sändningen och mottagningen. För att hindra detta är transceivern och mikrokontrollern placerade på olika sidor av enheten. Genom att vara uppmärksam när det gäller strömförsörjningen, skärmning och andra designregler kan komponenterna arrangeras på ett fördelaktigt sätt. Resultatet av denna noggranna layout visas i figur 8. Omfattande byggbeskrivning, inklusive tips om hur du gör PetInspect vattentät, finns i den oavkortade versionen av denna artikel (24 sidor på engelska, på vår websida).

Basstation

Ändamålet med basstationen är att överföra kommandon som knappas in på en laptop för sändning över en trådlös länk. Som visas i figur 9 analyseras kommandona och skickas till basstationens transceiver över en RS232 seriekabel med 57600 baud. PetInspects svarspaket infångas av basstationens transceiver och omvandlas för seriell sändning över kabel i motsatt riktning till laptopen. Även om denna trådlänk är duplex så är HF-transceiverlänken halv duplex med 23 kbit/s. Basstationen kan byggas från en PetInspect som kör en annan mjukvara. Den egentliga funktion som skall utföras bestäms av modulen 'Message Centre'. En basstation kan också konfigureras för att styra ditt husdjurs närmiljö. Så kan, till exempel, dörren till kattgodiset (brekkies) bara öppnas om följande villkor är uppfyllda:

```
Integrated activity over last two hours > 12,  
AND cat has not accessed brekkies within the last hour,  
AND time is after 4:30pm.  
OR Cat has not eaten for four hours.
```

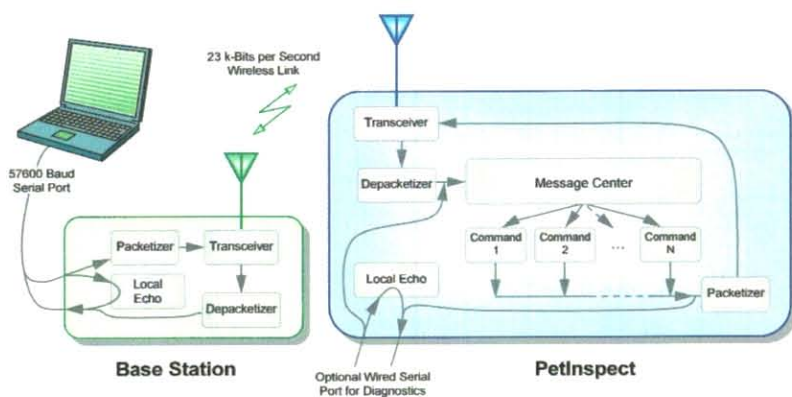
Och om du verkligen vill vara seriös kan du placera kattsålen på en våg som kan avläsas så att du vet hur mycket katten, eller hunden, äter varje gång och på så sätt mycket nog övervaka mängden mat.

Mjukvara

Källkoden för basstationen och PetInspect är gemensam och skriven nästan helt och hållet i C. Assembler har använts sparsamt där det inte var lämpligt med C. Den kompletta källkoden finns att hämta gratis från vår websida i filen **040327-11.zip**.

Scheman!

Nu när vi har talat om alla kringkretsarna börjar schemat verka mer förståeligt. Det är egentligen en standardkrets där mikrokontrollern är omgiven av alla de kringkretsar vi hittills gått igenom i figur 10. Det är bara några få detaljer kvar, som LED-en och strömförsörjningen. D101 är en trefärgad LED som kvickt visar systemets status. LED-en är grön vid mottagning, röd vid sändning och orange om det är något fel, som lågt batteri till exempel. U107 är en mik-



Figur 9. Kommunikationsflödet mellan basstation och PetInspect. Användaren knappas in ett kommando på laptopen. Detta ekas tillbaka av basstationen över serielänken. PetInspect svarar på alla mottagna meddelanden via den trådlösa länken för att bekräfta att kommandona tagits emot och utförts.

roeffekts spänningsregulator med ultralåg tomgångsström på bara 1,1 μ A. Detta är den ström som spänningsregulatorn 'slösar' medan den samtidigt lämnar 3,0 V på utgången. Den har också en ultralåg dropout-spänning (100 mV vid 10 mA). Dessa egenskaper betyder att denna del lämpar sig speciellt för applikationer som är 'alltid till' och som begränsas av batterikapaciteten.

Schemat för ASH-transceiverkretsen som vi diskuterat tidigare visas i figur 11. Komponentvärdena har änd-

rats för att vi skall få en baud-rate på 23 kbps [3].

Lågeffektsdiet

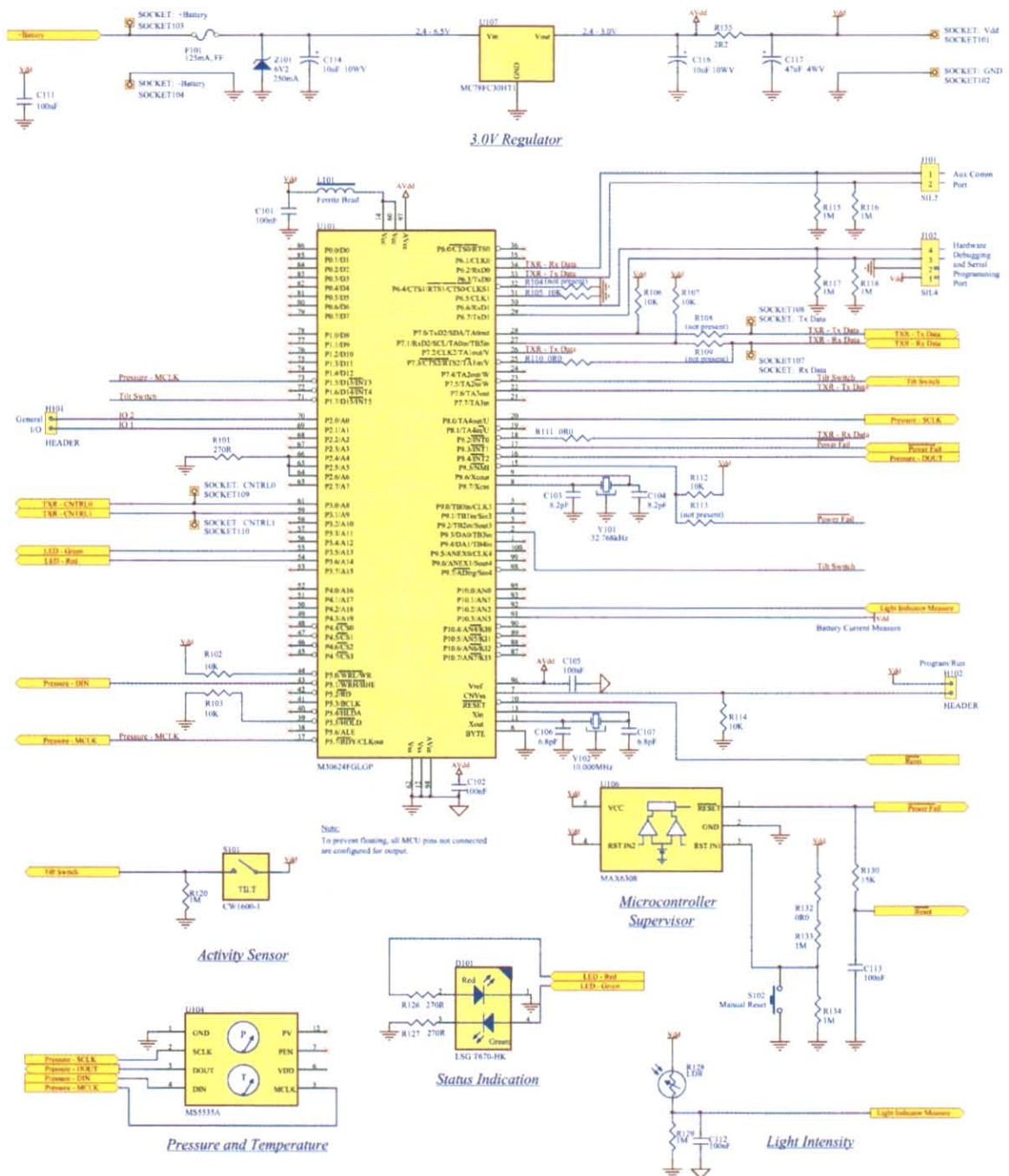
Med ett mycket litet batteri så har det gått åt mycket tid för att optimera batteriströmmen. Att använda arbetsspänning på 3,0 V har hjälpt till att minska effektförbrukningen, men den viktigaste faktorn är den tid som har använts i olika operationsmod. De olika effektmöden är:

Sleep Mode: Mikrokontrollerns kärna är stoppad, timers klockas av en 32 kHz subklocka för realtid och räknare för rörelseaktivitet, transceivern i sovläge. 10 MHz oscillatorn från.

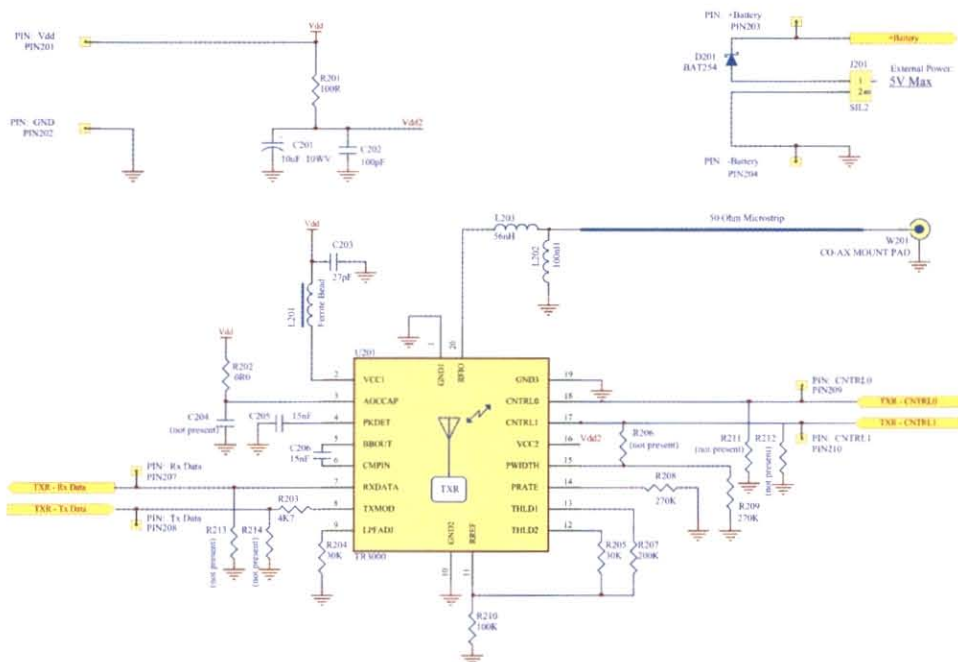
Doze Mode: Som för sleep mod, men transceivern är i mottagarmod.

Low Speed Mode: Som för doze mod, men med mikrokontrollerns kärna arbetande från en 32 kHz sub-klocka.

Fully Awake Mode: Mikrokontrollerns kärna klockas från 10 MHz oscillatorn. Transceivern är i sändar eller mottagarläge.



Figur 10. Kretsschemat för mikrokontroller och sensor korten. Notera de två kristalloscillatorerna. För att spara effekt kopplas 10 MHz oscillatorn in bara tillfälligt när full kraft från mikrokontrollern behövs. 32.768 kHz oscillatorn för systemklockan är alltid till.



Figur 11. Schemat för ASH-transceivern. Lyckligtvis kan du köpa en DR3100 fabriksbyggd transceivermodul och byta några få passiva komponenter för att byta baud-rate.

Ytterligare funktioner

Om du beslutar dig för att bygga PetInspect kanske du vill utöka dess möjligheter genom att lägga till fler kringkretsar. Du kan addera andra sensorer: Till exempel en accelerometer för att kolla kroppsställning. En GPS är ju ett uppenbart val för att kunna spåra husdjuret och en mikrofon kan användas för att mäta ljudnivåer och upptäcka farliga omgivningar, som till exempel starkt trafikerade vägar.

Denna artikel beskriver bara en plattform för ett system som du kan bygga ut i det oändliga så att det passar dina egna önskemål och idéer.

(040327-1)

Referenser

- [1] ASSEMtech Europe Ltd., CW1600-1 Moving Sensing Switch Product Data Sheet, Rev B, 1998.
- [2] Intersema Sensoric SA., MS5534A Barometer Module Data Sheet, DA5534_024, 2003.
- [3] RF Monolithics Inc., TR3000 433.92 MHz Hybrid Transceiver Datasheet, TR3000p, rev 2000.12.08, 2000.

Hårdvaran och mjukvaran för detta projekt skapades som en del av ett forskningsprojekt i samarbete mellan University of Waikato och InterAg Ltd. Det stöddes av Dick och Mary Earles 'Scholarship in Technology' och av en 'Masters Scholarship' från University of Waikato.

Tillgängliga komponenter och mjukvara

Komplett kretsschema, kretskortslayout, källkod, kompillerade körfiler och komponentlista med leveratördetaljer finns att hämta gratis från vår websida om du vill kunna bygga PetInspect själv. Detta inkluderar allting som behövs för PetInspect, basstation och programmeringskabel. Använd körfilen om du inte har lust att installera kompilleraren.

Komponenter finns också tillgängliga från författaren vid www.petinspect.com. På grund av svårigheten att löda IC:n för ASH-transceivern är det enklare att använda den transceivermodul som baseras på denna IC och från samma tillverkare, DR3100. För denna modul behövs passiva komponenter bytas ut för 23 kbps operation. Instruktioner för denna konvertering finns med i filen som hämtas från vår websida. Enda nackdelen med DR3100 är att den är något större.

På grund av den extrema miniatyriseringen och mycket små ytmonterade komponenter rekommenderas detta projekt enbart för erfarna elektronikbyggare. Läs byggbeskrivningen innan du köper några komponenter så att du får en uppfattning om vad som krävs för att bygga projektet.

Du kan bygga bara en PetInspect och ladda ner data med en trådlänk när du tagit av den från ditt husdjur. För att få ut det mesta av den skall du dock bygga två PetInspect och konfigurera de ena som basstation. Basstationen ansluts till PC:ns serieport och kommunicerar med alla PetInspect inom räckhåll över den trådlösa länken. Du kan då ladda ner från ditt husdjur medan det fortfarande bär på PetInspect.

MÄTARE FÖR MAGNETISKA

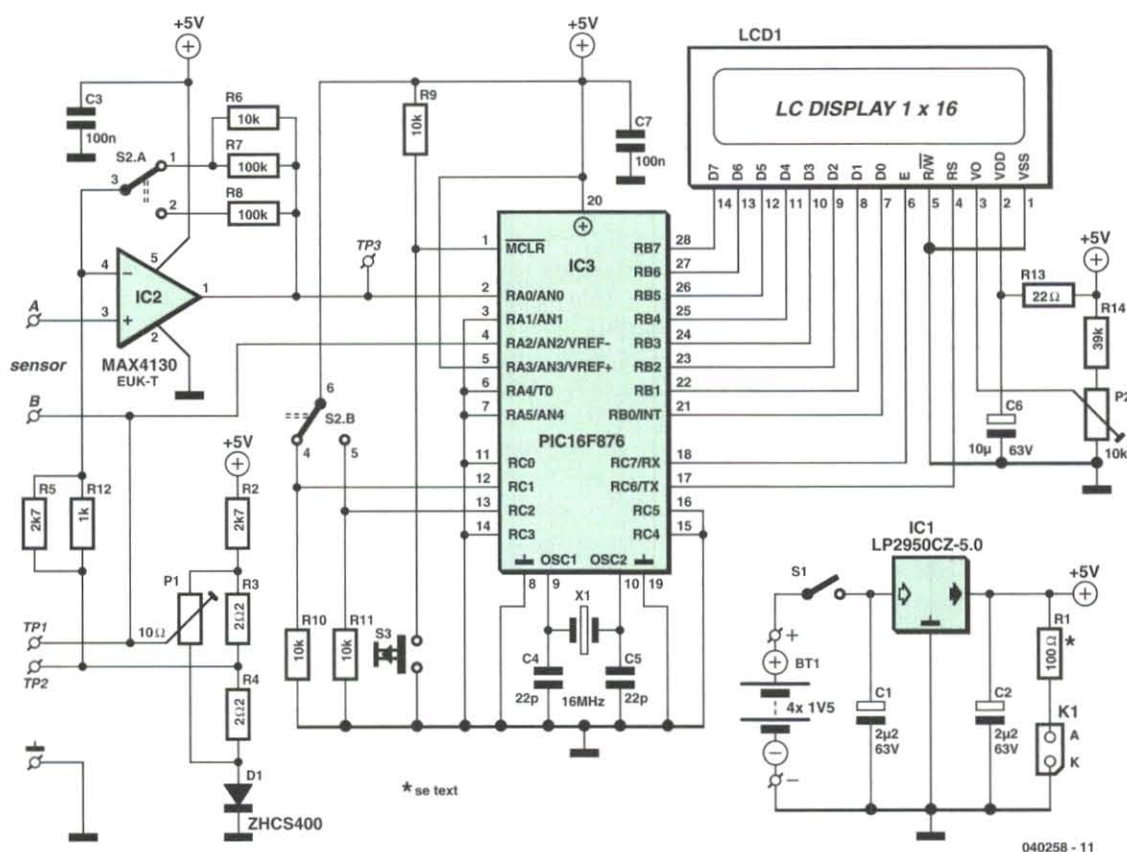
Ben J. Climer



Hur kan du veta på ett säkert sätt om en magnet är starkare eller svagare än den magnet som du använder som referensenhet? Svaret finns hos detta lättbyggda instrument.

FLÖDESTÄTHET

med en enkel pickupspole



Figur 1. Kretsschemat över mätaren för magnetflödestäthet. Den är designad att vara bärbar och för fältarbete och instrumentet ger ett enkelt sätt att jämföra 'styrkan' hos permanentmagneter.

Författaren till denna artikel har tillverkat flera generatorer för små vindturbiner som använder sig av permanentmagneter. Vissa av dessa magneter kom från skrotade gamla högtalare. Egenskaperna hos dessa var inte kända, så när de byggdes in i en magnetkrets var resultatet som bäst 'oförutsägbart'. Detta ledde fram till en önskan att kunna, åtminstone grovt, mäta den magnetiska fältstyrkan.

Kommersiella 'gaussmätare' är dyra. De använder vanligtvis Halltransduktorer och det är inte lätt att få tag på lämpliga sådana. Som ett alternativ kan man använda 'mätspolar'. Detta är

små spolar som kan dras bort från ett magnetfält och då ger en spänningsspulssom är relaterad till magnetflödet genom pickupspolen. Pulsen mättes tidigare med ballistiska galvanometrar, som var mycket ömtåliga och som man idag bara hittar i ett tekniskt museum.

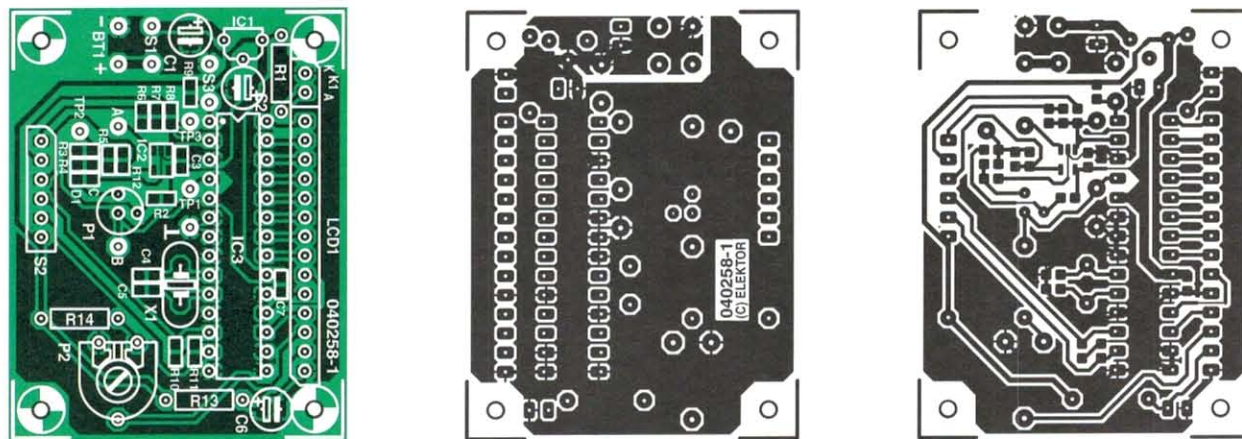
Några magnetiska basdata

Magnetiska storheter uttrycks numera i MKS-enheter. Tidigare var enheten 'Gauss' populär. De kommersiella instrument som används för att mäta magnetfält kallas ofta för just Gauss-

mätare.

Magnetisk fältstyrka, eller *magnetiseringskraft*, uttrycker man i ampère/meter. Detta innebär att fältet i en lång, likformigt lindad, solenoidspole är lika med antalet varv per meter gånger antalet ampère genom spolen.

I ett icke-magnetiskt material, som luft, är *magnetflödestätheten* lika med det magnetiska fältet multiplicerat med $1,26 \times 10^{-6}$. Detta uttrycks i tesla (SI-symbol T). Skillnaden mellan fält och flödestäthet är mer framträdande i ferromagnetiska material där flödestätheten kan ökas med en faktor 1000 eller mer. En tesla är lika med 10000



Figur 2. Kretskortslayout och komponentplaceringsritning.

Gauss.

Elektriska motorer och transformatorer använder flödestäthet upp till ungefär en tesla (1 T). Moderna permanentmagneter kan generera liknande värden. Superledande spolar kan nå ungefär 10 T. Som jämförelse kan nämnas att magnetflödestätheten hos jordklotet uppgår till mindre än en tiotusendels tesla.

Magnetflöde mäts i weber (Wb) och en tesla är en täthet på 1 Wb per m².

En mätspole arbetar med hjälp av flödeslinjer som 'länkas' genom spolen. Flödeseffekten förstärks med antalet varv i spolen. Det sammanlänkade flödet är flödet genom spolen gånger antalet varv.

När det sammanlänkade flödet genom en spole ändras med tiden uppstår det en spänning över spolens ändrar. Denna spänning är lika med förändringshastigheten hos det sammanlänkade flödet mätt i weber per sekund. Om spolen har 10 varv, en area på 1 cm² och dras bort från en flödestäthet på 1 tesla på 0,1 sekunder så är den genomsnittliga spänningen bara ... 10mV!

Detta är obekvämt lågt men mätspolen måste vara liten för att passa in i de små smala gapen i magnetkretsar. Det är alltså nödvändigt att förstärka denna spänning till ett värde som är enkelt att digitalisera. Och nu är det dags för lite icke-teoretisk elektronik!

Översiktsbeskrivning av mätaren

Mätaren använder en hemlindad mätspole som har en yta på ca 1,5 cm². Denna placeras i det område där fältet skall mätas och dras sedan bort snabbt. Spolen är ansluten, via en förstärkare, till en A/D-port på en mikro-

processor. Så fort som en spänning detekteras så mäter processorn spänningen 256 gånger inom 0,25 sekunder. Vid slutet på denna period anses spolen vara borta från fältet. Mikroprocessorn lägger ihop alla spänningar den har mätt och totalsumman är proportionerlig till flödesförändringen. För matematiker så har den integrerat hastigheten hos flödesförändringen. Mikroprocessorn beräknar därefter resultatet och visar detta på en LCD. Resultatet ligger kvar på skärmen tills denna nollställs.

Endast en sida på mätspolen kan användas då A/D-omvandlaren endast arbetar med positiva spänningar. Mätaren är bärbar och matas från fyra AA-batterier. Strömförbrukningen är bara 10 mA.

Själva kretsen

Kretsschemat visas i figur 1. För att göra instrumentet enkelt och bärbart så matas det från fyra AA-batterier. Deras utgång stabiliseras till 5 V med en lågfällsregulator typ LP2950CZ-5.0. Denna matning används sedan av den singelmatade operationsförstärkaren IC2 och av mikroprocessorn.

Singelmatade förstärkare fungerar inte bra om utgången ligger inom några få millivolt från den negativa 'rälsen' så det är nödvändigt att skapa en annan 'jord' ungefär 100 mV högre. Detta gör vi med hjälp av en Schottkydiod, D1. Framspänningen hos denna diod är låg när strömmen bara är 1 mA. Den höjda 'jord'nivån används vid den negativa ingången till opampen och vid referensingången hos A/D-omvandlaren. Förstärkaren som används är en Max 4130EUKT-T. Den har en utspänningsoffset på upp till ±3,5 mV. Vid för-

stärkarens utgång kan detta bli ett fel på upp till 400 mV. A/D-omvandlaren i mikroprocessorn omvandlar med 10 bitars noggrannhet, vilket är lika med en upplösning på ca 5 mV. Offsetfelet från förstärkaren skall således vara lägre än detta värde. I kretsen kan man med hjälp av P1 justera spänningen vid den negativa ingången till förstärkaren med ca ±4 mV för att ta bort offsetfelet.

Vi skall inte glömma att ingångens offsetspänning också är föremål för en temperaturkoefficient som är typiskt ±2 µV/°C. Detta är acceptabelt då felet vid utgången från förstärkaren kommer att vara mindre än ±5 mV över ett temperaturområde på ±20 °C.

Mätaren har två områden som växlas mellan med hjälp av en 2-gangad omkopplare, S2.A/B. Förutom att variera förstärkningen i förstärkaren så växlar den en spänning till benen 12 och 13 på mikroprocessorn för att indikera områdesinställningen.

Mikron är en PIC16F876 med en 16-MHz kristall. Denna mikro har Flashminne och en A/D-ingång. Utgången visas på en 16-teckens LCD med en rad. Motståndet R1 används bara om din LCD har bakgrundsbelysning. Om instrumentet batterimatas såsom visas i schemat så måste displayen vara av typ P-LED om strömförbrukningen skall hålla sig inom gränsvärdet (max 20 mA). Värdet på R1 styrs av specifikationerna för displayen (kolla dina för att vara säker!). Bakgrundsspänningen (om den behövs) lämnas av LP 2950-5.0 och är markerat 100 mA max. Vår prototyp utan bakgrundsbelysning klarade sig fint med 10 mA. Matningsspänningen för LCD:n avkopplas separat med C6 och R13. LCD-kontrasten justeras med trimpoten P2.

Redaktionens val

Vissa instrument som du kan bygga själv är en gudagåva i det att de hjälper dig att förstå den verkliga orsaken till 'vaga' problem som man stöter på i apparater som man normalt inte associerar med modern elektronik. Och det gläder oss att säga att Ben Climers mätare för magnetflödestäthet som beskrivs i denna artikel är ett av dem.

Många tvåtaktsmotorer på veteranmotorcyklar och moped-er använder ett svänghjul med inbyggda magneter för att generera den höga spänningen för tändstiftet (10 kV och uppåt) och för belysningen (vanligen 6 eller 12 V). Och även om specialiserade mekaniker kan renovera dessa motorer nästan med förbundna ögon (till oss elektronikutusiasters stora vördnad) så anses tändningen ofta vara 'mystisk' eller 'speciell'. Jag har både sett och hört 100% mekaniskt sunda tvåtakts veteranmotorer vägra att starta eller också gå mycket ojämt och också sett frustrerade ägare oförmögna att komma fram till den uppenbara orsaken, otillräcklig tändningsspänning.

Vid närmare inspektion, denna gång av en 'elektrisk' specialist, är problemen nästan alltid; brända brytarkontakter, utbrända högspänningsspoler, kabelbrott, läckande eller felaktiga kondensatorer. Allt detta är ett gott skrätt och busenkelt för oss som klarar av att identifiera en lödkolv och en kondensator, men något som fortfarande förblir ett totalt mysterium för de flesta är varför ett visst svänghjul fungerar utan problem och ett annat inte alls.

Ju starkare magnet som sveper förbi kärnan i högspänningsspolen (egentligen en step-uptransformator) desto bättre förbränning då en kraftigare gnista produceras. Även om en tändspänning på bara 1 kV är tillräckligt för att få en lågkompressions tvåtaktsmotor att starta så krävs mer än 10 kV för en pålitlig kallstart och en motor som 'sjunger' korrekt. Svänghjul som man har räddat från 49 cc mopedmotorer ser ofta inte ljuset förrän efter 10 år i en fuktig källare. Den resulterande rosten är ofta inget problem men att renovera svänghjulet och testa detta leder nästan alltid till besvikelse. Att de fyra magneterna har varit överksamma under så många år verkar ha fått dem att förlora en stor del av den ursprungliga magnetstyrkan. Problemet kunde ha undvikits om man hade placerat den tillhörande tändningsplattan i svänghjulet och sedan placerat alltihop i ett torrt och rent utrymme.

Med hjälp av mätaren för magnetflödestäthet kan jag nu med nära 100% säkerhet avgöra om ett svänghjul jag köpt på en skrot, eller som en vän bett mig att kolla, kommer att fungera perfekt, någotsånär eller inte alls på en annars fullt fungerande motor. Jag kommer aldrig mer att köpa ett icke fungerande svänghjul på veteranmarknader. Eftersom jag har ett referensvärde som jag tagit från ett känt fungerande svänghjul kan jag nu undersöka hur försvagade svänghjuls magneter kan återställas korrekt till ursprungsstyrkan. Jag gissar att det går åt några få amp här och där...



KOMPONENT-LISTA

Motstånd:

R1 = * Ω (100 Ω enbart förslag till startvärde)
R2,R5 = 2k Ω 7 SMD storlek 0805
R3,R4 = 2 Ω 2 SMD storlek 0805
R6,R9,R10,R11 = 10 k Ω , SMD, storlek 0805
R7,R8 = 100k Ω SMD, storlek 0805
R12 = 1k Ω , SMD storlek 0805
R13 = 22 Ω
R14 = 39k Ω
P1 = 10 Ω trimpot, Bourns typ 3329H
P2 = 10k Ω trimpot

Kondensatorer:

C1,C2 = 2 μ F2 25V radial

C3,C7 = 100nF, SMD, storlek 0805
C4,C5 = 22pF, SMD, storlek 0805
C6 = 10 μ F, 63V, radial

Semiconductors:

D1 = högströms Schottkydiod, storlek SOD-323, t.ex. Zetex typ ZHCS400
IC1 = LP2950CZ-5.0
IC2 = MAX4130EUK-T (Maxim) storlek 5-bens SOT-23, eller MAX4122EUK-T
IC3 = PIC16F876-20/SP, programmerad, ordernr 040258-41 (28-bens smalt DIP-hölje)

Övrigt:

K1 = 2-polstiftlist
S1 = till/frånkopplare med en slutande kontakt för panelmontering
S2 = 2-polig 2-vägs växlande omkopplare för panelmontering (plus 6-polig SIL-kontakt om så är nödvändigt)

S3 = tryckknapp med en slutande kontakt
X1 = 16MHz kristall, HC-49/4H hölje
LCD1 = LCD, 1-radig, 16-teckens med 14-polig stiftlist
BT1 = batteripaket med 4 x 1.5V AA-batterier
Låda med batteriutrymme för 4 AA-batterier, t.ex. OKW-s låda typ V155 (SG155), version III (OKW # A9408338), storlek ungefär 158x95x33 mm
Kretskort 040258-1, från The PCBShop
Diskett med källkodfiler för PIC-en, ordernr 040258-11 eller nedladdnings från vår websida**

* se text

** www.alltomelektronik.se

Att använda instrumentet

För att avläsa flödestätheten infogar du mätspolen i magnetfältet **med magnetfältet vinkelrätt mot spolen**. Om mätaren visar en avläsning betyder detta förmodligen att du skall vända på spolen. Vänd på den och sätt in den på nytt. Tryck på 'reset' och dra snabbt tillbaka spolen. Mätaren skall nu visa en avläsning.

Tänk på att alla rörelser hos spolen som producerar en förändring i det sammanlänkade flödet kommer att resultera i en spänning och det är därför lätt att trigga en avläsning av misstag. Tryck då bara på 'reset' och börja om på nytt.

Det är också möjligt att göra en avläsning genom att trycka in spolen i magnetfältet, men detta är inte något som vi rekommenderar då det är väldigt lätt att krascha spolen på detta sätt.

Om displayen visar 'over range' så betyder detta självklart att du måste växla till det mindre känsliga området. En annan möjlighet är att dra tillbaka spolen något långsammare.

Detta är inte något högprecisionsinstrument men ligger inom $\pm 10\%$.

Mätspoleexperiment och kalibrering

Den mätspole som användes vid de ursprungliga experimenten var etsad på ett kretskort. Även om denna befanns vara stabil så kan man också tillverka alternativa spolar från isolerad eller, som i vårt fall, lackerad koppartråd. Men, såvida du inte är lycklig innehavare av magnetiska standarder, så har du problem med kalibreringen.

Det är möjligt att skapa standardfält med hjälp av solenoider eller andra lämpliga spolar, men för att komma upp i även 0,1 T är det nödvändigt att skicka jättelika 10 A genom några hundra varv. Spolen kommer att hettas upp på bara några få sekunder och strömmen ändras snabbt om en konstant spänningskälla används.

En möjlig lösning är att skapa den egen 'transferstandard'. Denna kan vara vilken tillgänglig permanentmagnet som helst. Den måste vara tillräckligt stor för att ge ett likformigt fält över hela mätspolens yta. Mät den med 'standardmätspolen' och mät den sedan med den spole som du själv designat (eventuellt en kretskortsspole). Lagg nu till varv eller ändra storleken

på ytan tills avläsningarna stämmer överens eller skiljer sig åt med en given faktor. Den pickupspole som vi beskriver ovan i relation till vår prototyp är enbart **ett förslag till konstruktion och inte avsett som en referensspole**. I många fall är dock jämförande mätningar av magnetfältet i stället för absoluta mätningar mer än tillräckligt.

(040258-1)

Referens:

Small wind turbines, se www.scoreaigwind.co.uk

Komponenter - Byggsatser - Elektronrör - Kontakter - Kabel - Verktyg Instrument - Nätaggregat Högtalarelement - Litteratur - Datortillbehör

Komponentsatser

Motstånd, metallfilm, 1%, 61 värden i E-12 serien, 10 ohm - 1M, 10 st/värde, Totalt 610 motstånd. Pris: 89:--/sats.

Som ovan men 50 st/värde. Totalt 3050 motstånd. Pris 295:--/sats.

Motstånd, kolfilm, 1W 5%, 61 värden i E-12 serien, 1 ohm - 100 Kohm, 5 st/värde, Totalt 305 motstånd. Pris: 139:--/sats.

Trimpotar, kolbana, kapslade, 10x10 mm. 220ohm-1K-2K2-4K7-10K-22K-47K-100K-220K-470K-1M. 3 av varje värde, totalt 33 st. Pris: 79:--/sats. Ange liggande eller stående.

Elektrolyter, stående, 25 V. (uF) 10-22-33-47-100-220-470. 5 av varje, totalt 35 st. Pris: 49:--/sats.

Elektrolyter, stående, 50 V. (uF) 0,47-1-2,2-3,3-4,7-10-22-47-100-220. 5 av varje, totalt 50 st. Pris: 59:--/sats.

Plastfilmkondensatorer, stående, 100V, 5 mm raster. (nF) 1-1,5-2,2-4,7-6,8-10-15-22-33-47-68-100. 5 av varje värde. Totalt 60 st. 59:--/sats.

Keramiska kondensatorer, stående, 50V. (pF) 10-15-22-33-47-68-100-150-220-330-470-680-1000-1500-2200-3300-4700-6800-10000. 5/värde, totalt 95 st. Pris 84:--/sats.

Zenerdioder 1/2 W, 5%.

2V7-3V3-3V6-3V9-4V7-5V1-5V6-6V8-7V5-8V2-9V1-10V-11V-12V-13V-15V-16V-18V. 5/värde, totalt 90 st. Pris 59:--/sats.

Ytmonterade motstånd, 1%, storlek 0805, 61 värden i E-12 serien, 10 ohm - 1M, 100 st/värde, Totalt 6100 motstånd. Pris: 199:--/sats.

Halvledare

1N4148	3:--/10 st	19:--/100 st
1N4004	4:50/10 st	17:50/50 st
BC547B	7:--/10 st	29:--/50 st
BC557B	7:--/10 st	29:--/50 st
BD139	4:50/st	29:--/10 st
BD140	4:50/st	29:--/10 st
IRF720	9:--/st	39:--/5 st

UA7805, 7806, 7808, 7809, 7812, 7815, 7818
4:--/st 29:--/10 st

UA7905, 7908, 7912, 7915, 7818
4:--/st 29:--/10 st

MAX232, 16-pin DIP 17:50/st 129:--/10 st
NE555, Timer 4:--/st 25:--/10st

PIC16F84A-20/P, 20 MHz, 18-DIP	59:--/st
PIC16F628-20/P, 20 MHz, 18-DIP	45:--/st
PIC16F870-I/SP, 20 MHz, 28-DIP	55:--/st
PIC16F872-I/SP, 20 MHz, 28-DIP	65:--/st
PIC16F874A-I/P, 20 MHz, 40-DIP	89:--/st

Experimentkort

Kopplingsdäck	
830 punkter "naken"	69:--
830 punkter, 3 polskruvar.	109:--
1560 punkter, 3 polskruvar.	159:--
3220 punkter, 4 polskruvar.	239:--

Prototypkort i glasfiber

100 x 80 mm med kopparbanor	33:--
100 x 80 mm med lödöar	33:--
100 x 160 mm med kopparbanor	49:50
100 x 160 mm med lödöar	49:50
100 x 160 mm med länkar om 3	49:50

Laminat med fotoresist 100 x 160 mm

Enkel, pertinax	26:--/st	118:--/5st
Enkel, glasfiber	38:--/st	169:--/5st
Dubbel, glasfiber	48:--/st	215:--/5st

USB-minnen

128MB 199:-- 256MB 299:-- 512MB 499:--

IC-utdragare utan extra kostnad på alla order över 150:--

Alla priser är inklusive moms.

Butik mitt i
Lund

www.automashop.com 046 - 37 20 90

Autema Elektronik AB - Lilla Gråbrödersgatan 2 - 222 22 Lund

5.1 SURROUND SWITCH BOX

enkel men extremt användbar

Ton Giesbert

Av ren nödvändighet måste dagens (surround) förstärkare ha en massa ingångar och utgångar. Men du får dock ett problem om du vill använda flera signalkällor som har en analog 5.1 utgång: Det finns bara en kompatibel ingång tillgänglig! Den switchbox vi beskriver här löser detta problem på ett enkelt och elegant sätt.



Utrustning för surround sound har fått en stor spridning och snabbt invaderat våra vardagsrum. 5.1 standarden används inte bara i DVD-spelare utan en SACD-spelare har den också. (SA står för Super Audio), medan moderna ljudkort för PC-datorer har en mängd olika signalutgångar. Tyvärr är det svårt att hitta en förstärkare som har mer än en 5.1 surround sound ingång. Och även om det finns kommersiella switchboxar att köpa så är priset på dessa sådant att det känns nödvändigt att bygga en själv. Här är beviset.

Tre reläer

Designen är lika enkel som effektiv och låter dig växla mellan två 5.1 signalkällor. Vi använder tre reläer med dubbelpoliga växlande kontakter. Detta för att se till att en ingångsgrupp alltid är kopplad genom även om det inte finns någon matningsspänning till reläerna. Med switchen S1 kan signalkällorna matas på korrekt sätt. Filtret R1/C1 används här för att avstudsas switchkontakten. Strömförbrukningen för reläerna på ca 35 mA (vid 12 V) är lite för hög för att kretsen skall kunna batterimatas. Det är därför vi rekommenderar en liten nätadapter. De reläer som vi använder här arbetar tillförlitligt ner till 5,9 V. Med en så låg matningsspänning sjunker kravet på strömmen något.

Motivet för att använda reläer som omkopplare är deras hyggliga förhållande mellan pris och prestanda och att de är lätta att få tag på. Switchar är naturligtvis passiva och behöver ingen matningsspänning alls, men inom en likvärdig prisklass är reläkontakter inte bara bättre utan också mer tillförlitliga än den traditionella switchen.

Komponentlistan anger ett allmänt industristandardrelä, men du kan självklart använda vilket annat kompatibelt relä som helst.

Dubbelsidigt kretskort

För att hålla projektet så kompakt som möjligt är det byggt på ett dubbelsidigt kretskort. Layouten baseras på phonokontakter med 6,3 mm gänga. Det finns också socklar med en gänga på 7,2 mm, eller ännu större. Om du använder dessa större socklar måste du göra de relevanta hålen i kortet något större. Därmed försvinner genom-

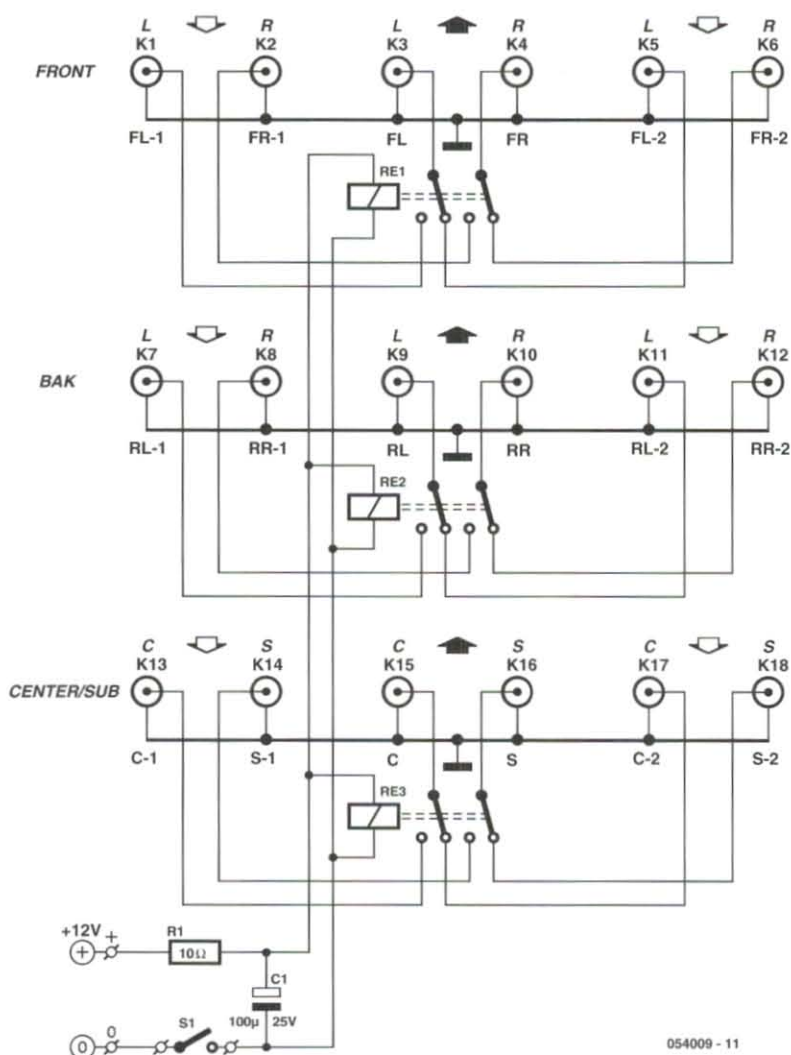
Mätresultat

(utgångarna belastade med 10 kΩ)

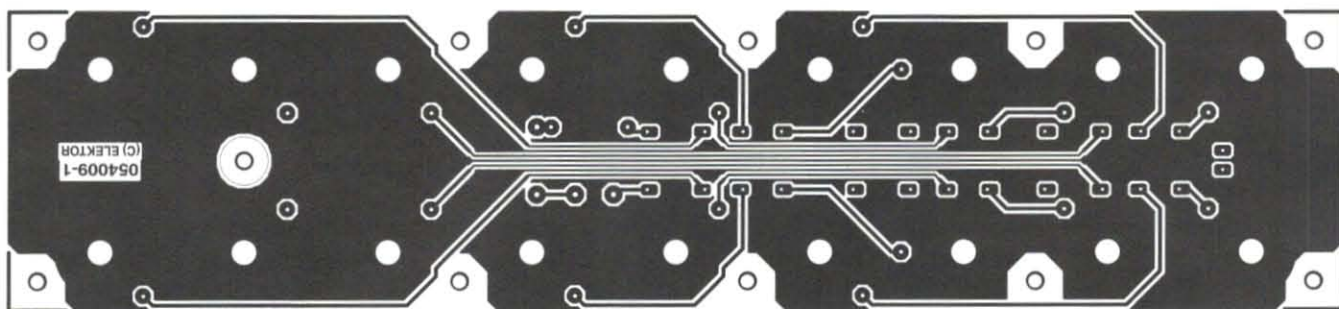
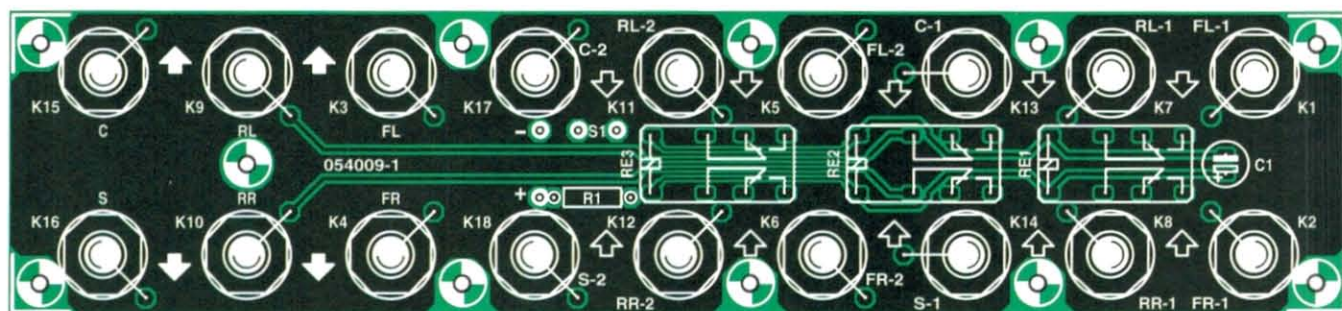
Strömförbrukning:	ca. 35 mA (switchad till) 0 (switchad från)
Kanalseparation:	>87 dB (1 kHz)
60 dB (20 kHz)	
Överhörning	<88 dB (1 kHz) <63 dB (20 kHz)

pläteringen, men detta har egentligen ingen betydelse då socklarna i sig själva ger kontakt mellan kortets över och undersida. Om du använder en större typ av sockel måste du se till att mut-

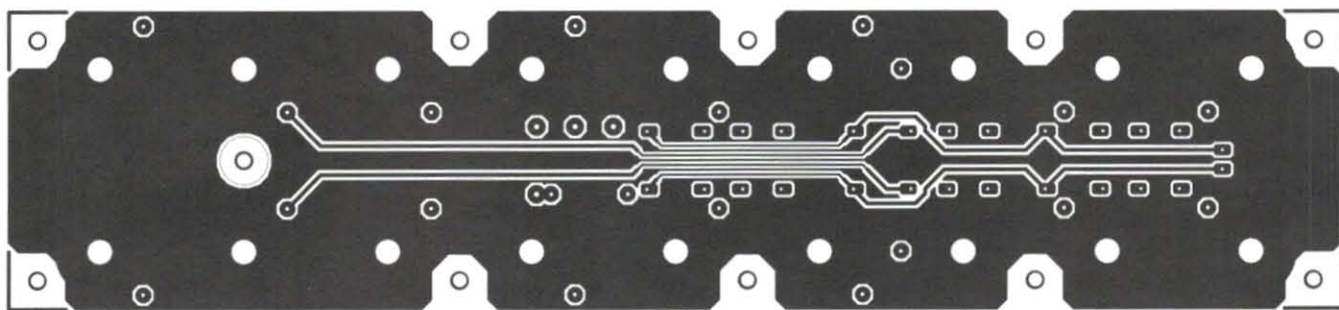
tern inte orsakar kortslutning med en signalanslutning eller den positiva matningen för reläerna. De anslutningar som markerats på vårt kretskort kan du naturligtvis anpassa efter dina



Figur 1. Kretsschemat är ett under av enkelhet.



lödsida



komponentsida

Figur 2. Kretskortet har designats för maximal kanalseparation (notera jordplanet som ligger mellan signallinjerna).

egna önskemål.

För bästa resultat skall en av matningslinjerna till reläet anslutas till signaljord. Detta görs för att eliminera ef-

fekten av reläspolen på signalerna. Eftersom matningen flyter i förhållande till signalspänningen så spelar det ingen roll om du ansluter den positiva

eller den negativa matningslinjen.

Inbyggnadslådan skall helst vara av metall. Se till att det finns en korrekt anslutning mellan lådan och jord på en av ingångs eller utgångssocklarna.

Nätadaptern kan anslutas till kretsen via ett lågvolts telejack för likspänning som panelmonteras.

Vid mätningarna på kretsen visade det sig att den mesta överhöringen mellan två kanaler orsakades av kontakterna i ett av reläerna. Separationen mellan de övriga signalerna var mer än 100 dB.

Detta är en krets med ett otal möjligheter och vi önskar dig mycket glädje när du bygger och använder denna switchbox (kopplingsdosa).

KOMPONENTLISTA

Motstånd:

R1 = 10Ω

Kondensator:

C1 = 100 µF 25V radial

Övrigt:

K1-K18 = phonokontakter (cinch), panelmonterade, guldpläterade, 6.3 mm gänga

S1 = switch, 1 slutande kontakt

RE1, RE2, RE3 = 12V relä, 2 växlande kontakter, t.ex. Meisei M4-12H 960 Ω/12 V (Conrad Electronics ordernr 505170) eller liknande.

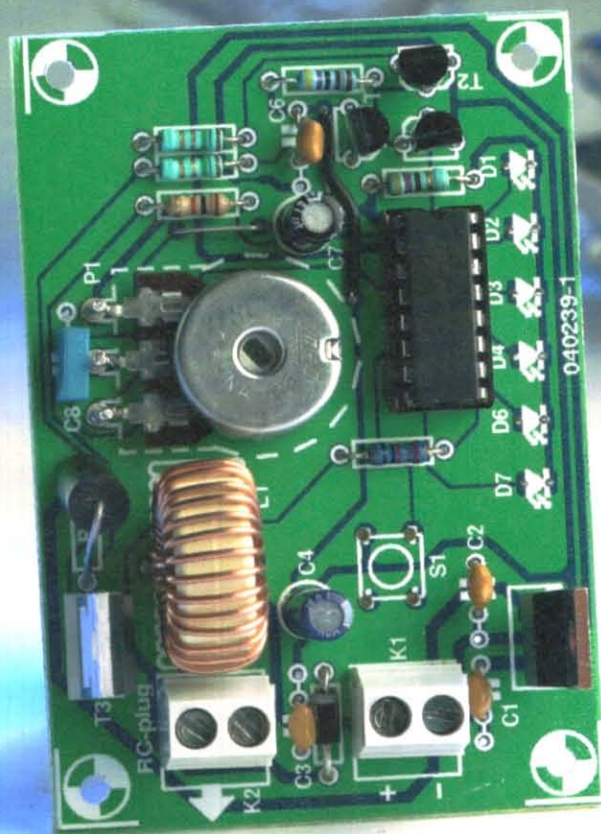
Kretskort 054009-1 från ThePCBShop

(054009-1)

GLÖDSTIFTSVÄRMARE

för RC-modeller

Florent Coste



Denna artikel är avsedd för de av våra läsare som håller på med modeller som har

förbränningsmotorer, flygplan, bilar, båtar och andra fordon och som vill kunna justera strömmen till glödstiftet och få en indikering av dess fysiska tillstånd.

Denna krets är speciellt designad för hobbyister som håller på med modeller som inkluderar förbrännings (eller mer generellt, termiska) motorer som vanligen arbetar med en blandning av olja, metanol och nitrometan. Förbränningen av denna blandning används för att bibehålla temperaturen i glöd-stiftet på en tillräckligt hög nivå för att motorn skall kunna fungera på korrekt sätt utan hjälp av någon extern ström-försörjning. Men under själva uppstar-ten krävs det naturligtvis en extra en-ergikick för att få igång den inre för-bränning som sedan automatiskt håller glöd-stiftet varmt.

I allmänhet används ett litet externt batteri för att värma upp glöd-stiftet och man kan inte justera strömmen för uppvärmningen. Och de flesta av oss har väl någon gång glömt att ladda batteriet kvällen innan eller också har det laddats ur efter lång användning med en tjurig motor. När det gäller de färtlådor som är försedda med start-paneler som utför denna funktion så är de metoder som används av tillverka-erna något ålderdomliga (men mycket billiga kan vi tänka oss) då de vanligt-vis förlitar sig på ett enkelt motstånd mellan strömkällan (ett bilbatteri) och glöd-stiftet.

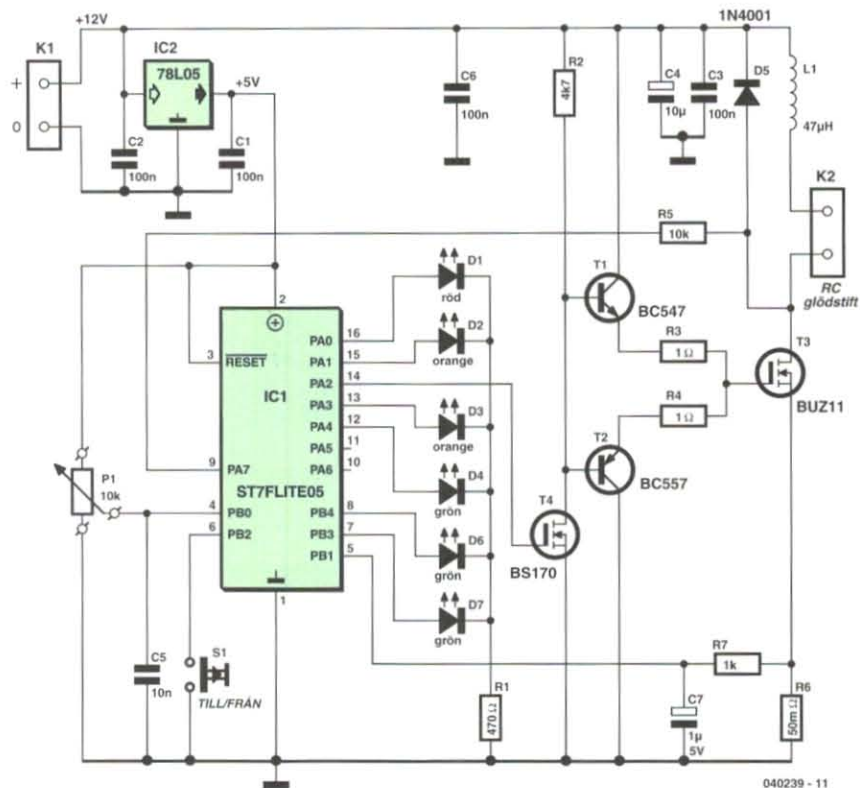
Den värme som utvecklas av en sådan enhet visar klart och tydligt att det be-hövs en mer aktiv och intelligent krets.

Glöd-stiftsvärmare

Kärnan i denna glöd-stiftsvärmare (eller glöd-drivare som den också kallas) är en ST-mikrokontroller av typ ST7F-lit05. Du kan hitta databladet för denna på följande webadress:

www.st.com/stonline/books/ascii/docs/8348.htm

Den här lilla 'svarta lådan' är bara 'Light' när det gäller namnet. Den har inte mindre än 1,5 kB Flashminne, 128 byte RAM såväl som ett antal kring-kretsar, vilket ger den topprestanda med ett minimum av externa kompo-nenter. För vår uppsättning så nöjer vi oss mer än gärna med dess inbyggda RC-oscillator (kalibrerad till 1%), en inte-grerad PLL ser till att kärnan arbetar vid 8 MHz, multipla interruptkällor (ex-tern, tryckknapp, intern, RTC-räknare),



Figur 1. Kretsschemat för vår glödtrådsvärmare är anmärkningsvärt enkelt. En modern mikronktrroller assisterad av några få externa komponenter.

analog/digitalomvandlare (ADC) och PWM-mod (pulsbreddmodulering) av 12-bitars räknaren.

Funktionen bygger på en switchnings-design som genererar strömpulser till glöd-stiftet för att värma upp detta till rätt temperatur och på så sätt hjälpa till att starta förbränningsmotorn.

Kretsschemat

En snabbtitt på schemat i figur 1 visar att det verkligen inte finns så många komponenter och att denna mikrokontroller har perfekt storlek för denna applikation. Allting är redan integrerat, det finns inget behov av någon extern kristall, något belastningsmotstånd eller någon förstärkare för strömdetektering.

En liten 5-V regulator ger effekten till ST7Flite05. Denna mikrokontroller han-terar flera funktioner:

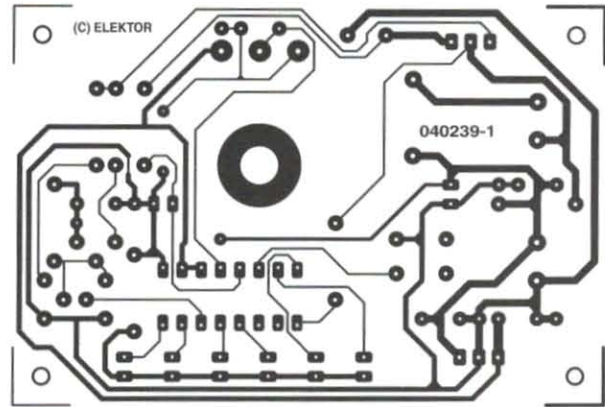
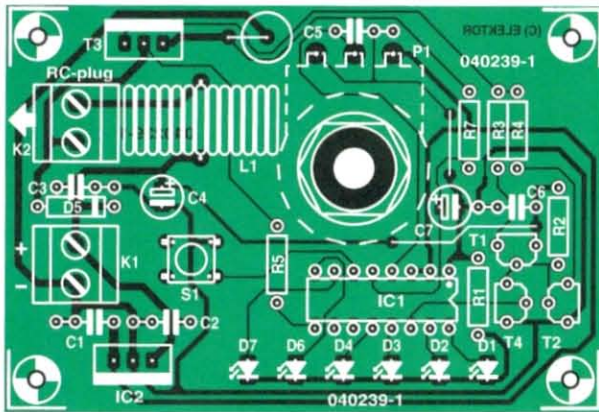
1. Genererar PWM-signal vid 10 kHz frekvens på pinne PA2.
2. Läser den önskade strömmen med

hjälp av potentiometer P1 och en inbyggd analog-till-digital omvand-lare (ADC).

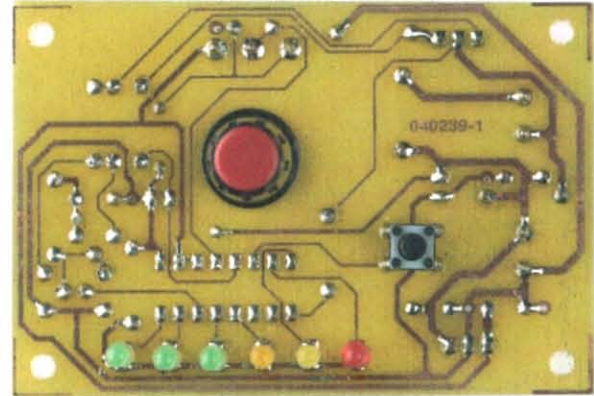
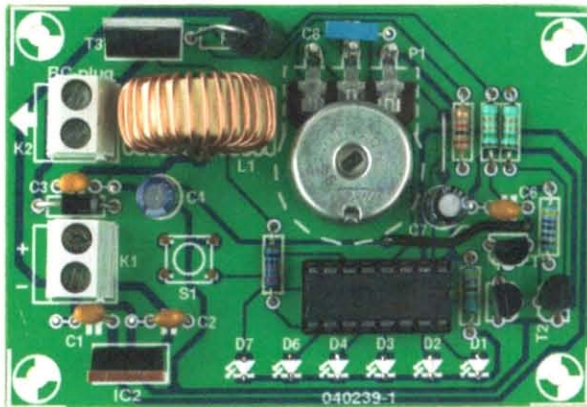
3. Läser kontinuerligt den verkliga glödströmmen med hjälp av ADC och en inbyggd operationsförstärkare (opamp).
4. Visar strömmen och tillståndet hos glöd-stiftet på en flerfärgad LED-stapel.
5. Validerar/avaktiverar glödström-men med tryckknappen S1.

Utgångssteg

Ett glöd-stift använder en väldigt stor mängd ström, ända upp till 10 amp vid bara 1 volt. Kraften kommer från en tradi-tionell MOSFET BUZ11 (som finns i en låda hos de flesta elektronikspe-cialister). Vi kunde ha valt en Logic Level MOSFET så att vi inte hade be-hövt något försteg (R2, T4) för att dri-va gatesignalen (5 V till 12 V), men



Figur 2. Kretskortslayouten och komponentplaceringsritningen för detta projekt.



Figur 3. Vår färdigbyggda prototyp.

denna typ av komponent är inte så vanlig och normalt betydligt dyrare än liknande 12-V komponenter. R2 är 12-V lastmotståndet som används för drivning av push-pull ingångssteget, bestående av T1 och T2. Dessa två tran-

sistorer används senare för att se till att styret (gate) hos BUZ11 laddas och urladdas mycket snabbt trots det relativt höga värdet på motståndet R2. De av er som vill använda någon annan MOSFET (N-kanals) kan minska värdet

på R2 för att korta switchningstiden om så är nödvändigt. Se dock till att inte göra den för kort då detta motstånd avger värme hela tiden. Strömnivådetektering ges av ett motstånd på 50-m Ω , R6, och en R/C-kom-

KOMPONENT-LISTA

Motstånd:

R1 = 470 Ω
 R2 = 4k Ω
 R3, R4 = 1 Ω
 R5 = 10k Ω
 R6 = 0 Ω 05 (50 m Ω)
 R7 = 1k Ω
 P1 = 10k Ω logaritmisk potentiometer

Kondensatorer:

C1, C2, C3, C6 = 100 nF
 C4 = 10 μ F/25 V
 C5 = används inte
 C7 = 1 μ F 25V
 C8 = 10nF

Halvledare:

T1 = BC547
 T2 = BC557
 T3 = BUZ11
 T4 = BS170
 IC1 = ST7FLITE05 (programmerad, ordernummer **040239-41**)
 IC2 = 78L05

D1 = LED, röd, 3mm, extrastark
 D2, D3 = LED, orange, 3mm, extrastark
 D4-D7 = LED, grön, 3 mm, extrastark
 D5 = 1N5820

Spole:

L1 = 47 μ H

Övrigt:

S1 = tryckknapp, 1 slutande kontakt
 K1, K2 = 2-pol kopplingsplint för kretskort, raster 5mm
 Kretskort **040329-1**, från The PCBShop

bination (R7/C6) spm lämnar några tiotals millivolt till pinne PB1. Dioden D5 skyddar mot oönskade spänningsspicar under switchning. Motståndet R5 används för att verifiera att det finns ett glödstift inkopplat och kolla att detta fungerar (lågt tillstånd detekteras på pinne PA7 hos IC1 i detta fall).

Vi har kvar att diskutera funktionen hos spolen L1. Beroende på typ av last (liknande ett motstånd med mycket lågt värde) återställer tungstenstrådarna mycket effektivt den energi som har lagrats under strömpulsningen så att vi kan se en genomsnittlig strömstyrka utan, teoretiskt sett, något behov av en spole i utgångssteget. Vi har dock valt det säkra före det osäkra när det gäller både vårt glödstift och alla andra glödstift som finns i närheten (den tråd som förbinder glödstiftsuppkopplingen kan fungera som en antenn och kan vara en källa till ohälsosamma spikar) och adderade därför spolen L1. Vi ville inte bråka alltför mycket om de få kvadratcentimeter extra kretskortsyta som behövs för en spole som skall hantera tiotals ampere.

Själva bygget och funktionen

Det enkelsidiga kretskort vars layout och komponentplaceringsritning visas i figur 2 behöver inga extra kommentarer.

Först skall du montera trådbyglarna och sedan motstånden, kondensatorerna, spolen och de integrerade kretsarna (var noga när det gäller polariteten så att du vänder dem åt rätt håll, IC1 skall monteras i en högkvalitets sockel) och till sist kontakterna, K1 för matningsspänningen på +12 V från en nätadapter eller ett gammalt bilbatteri (som är ett måste inom modellbyggjarbranschen) och K2 som ansluts till glödstiftet och sedan till slut, potentiometern. Ett litet kylelement är nödvändigt för att kyla ner MOSFET-en och dioden med tanke på de strömmar de skall hantera.

Innan du monterar mikrokontrollern i dess sockel så skall du verifiera att det finns +5-V matning på pinne 2 efter det att du anslutit (den obelastade) kretsen till en 12-V källa. Bryt därefter strömmen och montera in ST7Flite05 och vrid potentiometern fullt moturs för

att se till att glödströmmen justeras till lägsta inställning. Koppla in strömförsörjningen. Eftersom det inte är något glödstift inkopplat så skall de olika lysdioderna (en röd, två orange och tre gröna) tändas i tur och ordning (ljuskedja) för att visa att ingenting har detekterats (eller att glödstiftet är bränt sönder om ett sådant är inkopplat i kretsen).

Justera därefter strömmen med hjälp av potentiometern. Var försiktig så att du inte överbelastar glödstiftet eller riskerar att bränna av glödtrådarna (du skall vara speciellt uppmärksam om du använder 'varma' glödstift som har finare glödtrådar än 'kalla' glödstift). Att göra glödtrådarna lite röda brukar vara fullt tillräckligt.

Allt du sedan behöver göra är att trycka på knappen S1 för att värma upp glödstiftet. Kretsen drar ca 11 mA utan belastning.

Sammanfattning

Det program som körs i ST7Flite05 är skrivet i C och kompilerat i en METROWERKS kompilator (www.metrowerks.com). Det finns dessutom en annan C-kompilator att hämta från COSMIC (www.cosmic-software.com). Gratis betaversioner och Liteversioner begränsade till några få kilobyte kan användas utan några andra begränsningar tillsammans med denna mikrokontroller. Programmet kan laddas ner gratis från vår websida eller köpas på diskett **040236-11** för de av våra läsare som inte har tillgång till Internet ännu. Du kan modifiera programmet hur du vill, men vi måste påpeka att en viss kännedom om programmeringsspråket C och en ST7-programmerare är nödvändigt. Billiga programmeringsverktyg för hela familjen Flash ST7 mikrokontroller finns också tillgängliga hos ST Microelectronics (*stick programmer*) och Softec microsystems (Indart STX/D), som också kan användas för att avbugga applikationen om det behövs.

(040239-1)

Internetlänkar:

Metrowerks: www.metrowerks.com
Cosmic: www.cosmic-software.com
ST: www.st.com

Om författaren

Florent Coste tog en ingenjörsexamen år 2000 i mikroelektronik vid Charles Fabry Institute i Marseilles. Han är anställd av STMicroelectronics som mjukvaruingenjör inom applikationsutveckling och support och för närvarande baserad i Hong Kong.

Han är specialist på mjukvara för mikrokontroller och har arbetat nära tillsammans med asiatiska kunder under ett par år för att utveckla multimediaplattformar.

Där har han koncentrerat sig på motorstyrningsapplikationer och utvecklat projekt avsedda att styra synkronmotorer (borstlösa, luftkonditionerade) och asynkrona (induktions) motorer.

Han är dessutom en passionerad modellflygare och elektronikhobbyist och använder sin lediga tid till att kombinera dessa två stora intressen.

Öppnar dörren för nya möjligheter

DCC-PROGRAMMERARE FÖR MODELLJÄRNVÄG

Benoît Bouchez

DCC-systemet skiljer sig från sina konkurrenter (Märklin/EEDTS-systemet) genom att vara mer flexibelt, men också för att det är nödvändigt att programmera dekodrarna. Majoriteten av styrboxarna på marknaden är dåliga på detta och normalt finns bara ett begränsat antal parametrar tillgängliga. Den fristående programmerare vi erbjuder här har en betydligt bättre funktionalitet!



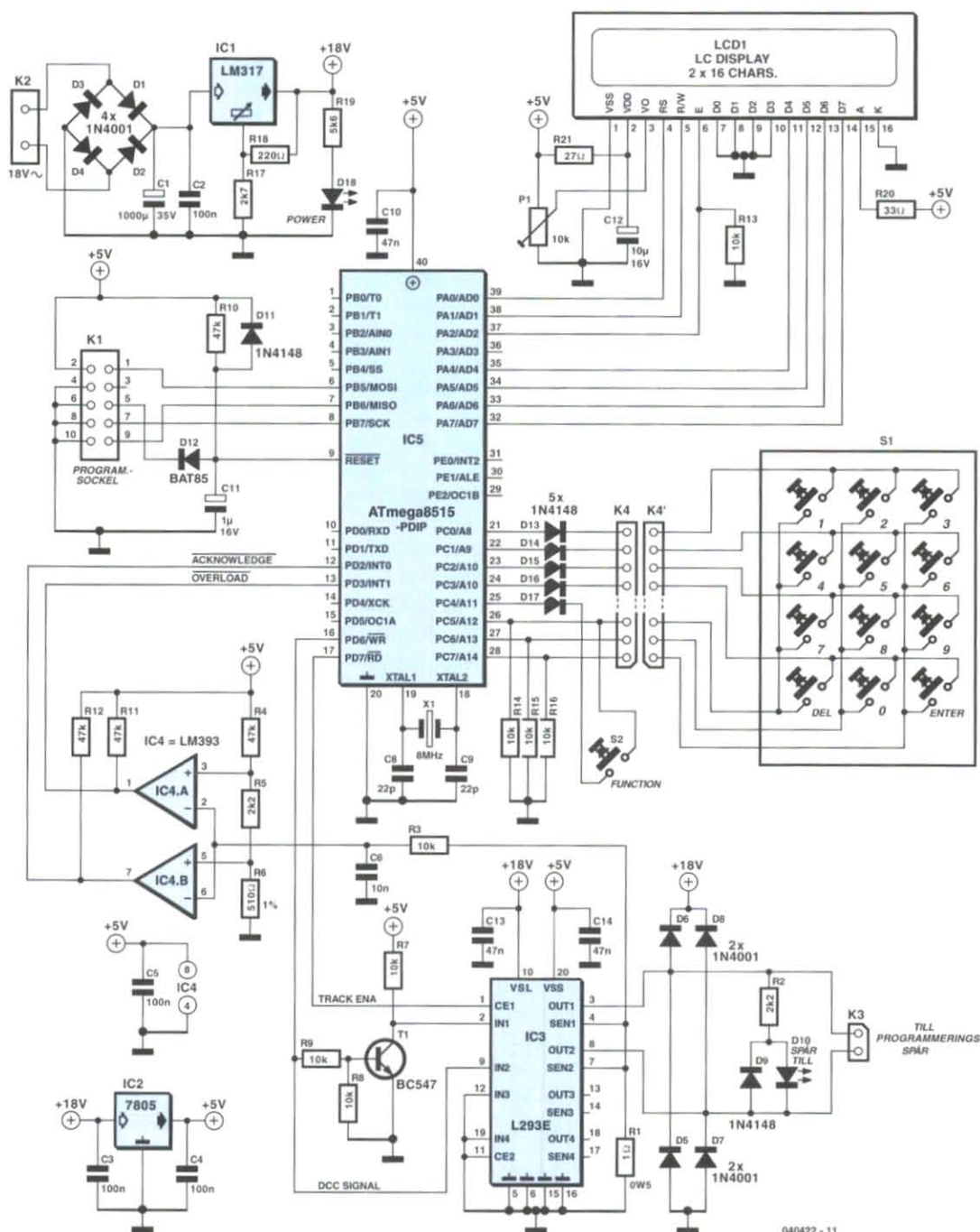
Den programmerare som beskrivs i denna artikel klarar av att läsa och skriva alla de 1024 parametrar som en DCC-dekoder kan känna igen. Introduktionen av Märklins 'digitala' system orsakade en verklig revolution inom modelljärnvägsvärlden då det äntligen blev möjligt att kunna styra var och en av skalmodellerna individuellt och helt oberoende av alla de övriga. Systemet var emellertid i början avsett för denna tillverkares 3-rälssystem och alternativen var begränsade (14 hastighetsnivåer, en extra funktion, ingen förutbestämd färdriktning). Dessa bristfälligheter åtgärdades snabbt med dekoder för 2-rälssystem, med 28 has-

tighetsnivåer, fyra extra funktioner och en förutbestämd färdriktning. För att åstadkomma detta arbetade Märklin tillsammans med ett annat tyskt företag, Lenz Elektronik, och utvecklade ett speciellt system, LME (Lenz Märklin Elektronik). Samtidigt hade ingenjörer vid Lenz just börjat utveckla ett nytt, kraftfullare protokoll (se tabell 1). Detta krävde dock att man monterade en mikrokontroller i dekodern. De stötte då på stora problem när det gällde själva 'paketet' eftersom komponenterna på den tiden var betydligt större än dagens ytmonterade. Det nya protokollet väckte uppmärk-

samhet hos ledningen för NMRA (National Model Railroad Association), den amerikanska modelljärnvägsorganisationen. Protokollet ändrades lite grann för att uppfylla vissa krav som NMRA hade och publicerades slutligen under beteckningen DCC (Digital Command Control).

Konfigureringsalternativ

Frånsett det betydligt större antalet alternativ så särskiljer sig också DCC-protokollet genom möjligheten att kunna konfigurera dekoderna som man



Figur 1. Den centrala komponenten i DCC-schemat är mikrokontrollern ATmega8515.

själv vill, utan att behöva använda DIP-switchar, vilket var fallet med Märklin-dekoderna från första generationen. Dessutom var man då tvungen att plocka isär modellen varje gång som adressen till dekodern skulle ändras. När det gäller DCC sker programmeringen av dekodern genom information som skickas via rälsen och det finns därför ingen anledning att mixtra med loken. Kontrollalternativen är i det närmaste obegränsade och bestäms enbart av chipet i dekodern.

NMRA-standarden omfattar 1024 konfigurationsvariabler (CV). Än så länge är det endast ca 50 CV som har definierats och resten är reserverade för dekoderkonstruktörer så att de kan implementera speciella funktioner (CV49-CV64, CV112-CV128, CV545-CV593 och CV624-CV640), eller reserverade av NMRA för framtida applikationer (CV15, CV16, CV20, CV26, CV47, CV48, CV96-CV104, CV107-CV111, CV129-CV891, CV594-CV623 och CV641-CV1024). Av alla dessa definierade CV är det bara en handfull (CV1, CV7, CV8 och CV29) som måste implementeras i varje dekodern. Alla de övriga är valfria eller bara rekommendationer.

På grund av brist på utrymme är det omöjligt för oss att beskriva funktionen hos varje CV i denna artikel. Vi rekommenderar därför att du läser manualen för de dekodrar som du har.

Värdena på CV är förresten lagrade i ett icke-flyktigt minne (i de flesta fall i ett EEPROM i mikroprocessorn) så att inställningarna i dekodern inte försvinner när strömmen stängs av.

Kretsbeskrivning

Som ses av figur 1 är kretsen byggd runt en mikrokontroller, ATmega8515, från Atmel. ATmega8515 är en efterföljare till AT90S8515, som nu är föråldrad, och är kompatibel när det gäller benkonfigurationen och programmeringen. Huvudegenskaperna är: 8 kByte Flash programminne, 512 byte EEPROM, 512 byte RAM, två räknare/komparatorer, en serieport och ett SPI-interface. Denna ATmega-version har också en interruptingång och tre extra I/O-portar (port E).

Chipen från AT90-serien från Atmel, ATmega och ATTiny, har alla samma RISC-kärna med samma instruktionsset, oavsett den egentliga typen.

Strömförsörjning

Strömförsörjningen lämnar två spänningar, 5 V för logiken och en stabiliserad spänning på +15 V till +18 V för ut-

gångssteg. Det är därför vi har två separata regulatorer. IC1 lämnar spänningen till rälsen. En LM317 valdes för denna uppgift. Utgångsspänningen från denna regulator ställs in med R18. Detta för att ta rekommendationerna från NMRA med i beräkningen (i princip varierar den spänning som läggs till rälsen lite beroende på skala). De värden som visas i schemat ger en spänning på +18 V. Detta motsvarar exakt kraven för dekodrar för skalorna 0, H0 och N.

Före IC1 ligger en traditionell kombination av likriktare och filter. Matningen på 5 V ges av IC2.

Varken IC1 eller IC2 behöver något kyl-element. För att avleda den lilla värme de genererar räcker det med att skruva fast dem i kretskortet.

Utgångssteg

Ett effektsteg har byggts runt IC3, en L293E från STMicroelectronics. Med utgångspunkt från en TTL-signal genererar denna IC en AC-spänning med tillräcklig amplitud för att tillåta programmering via rälsen.

Dioderna D5 till D8 skyddar utgångstransistorerna från spänningsrusningar. Funktionen hos R1 är att mäta den ström som flyter genom dessa transistorer så att vårt system kan detektera bekräftelsepulsen (ACK) från den dekodern som skall programmeras.

LED D10, skyddad av D9 (kom ihåg att DCC-spänningen är en växelspänning!) indikerar att det finns en DCC-signal på rälsen.

Den ström som mäts med R1 filtreras av R3/C6 innan den skickas till dubbelkomparatorn IC4. IC4b känner av strömmar högre än 51 mA (strömmen hos bekräftelse signalen). IC4a känner av strömmar högre än 250 mA (förvalt värde). Utgångarna från komparatorerna går till mikrokontrollern för att indikera en eventuell överbelastning och att det finns en bekräftelse signal (acknowledge).

Vi går nu tillbaka till IC3 för att förklara de två signaler den tar emot från mikroprocessorn. TRACK-ENA signalen aktiverar utgångstransistorerna hos IC3. Så länge som denna signal är logiskt noll finns det ingen spänning på K3. DCC-signalen inverteras av kretsen runt T1 för att kunna generera de nödvändiga signalerna för de två halvbyggorna i IC3.

Kontroller

Vi avslutar beskrivningen av schemat med den centrala komponenten, IC5. Mikrokontrollern tar hand om alla driv och styruppgifter i programmeraren,

drivning av LCD-n, läsning av tangentbordet, generering av DCC-signalen, behandling av strömmätningen etc. Ett program som skrivits speciellt för denna applikation tar hand om allt detta.

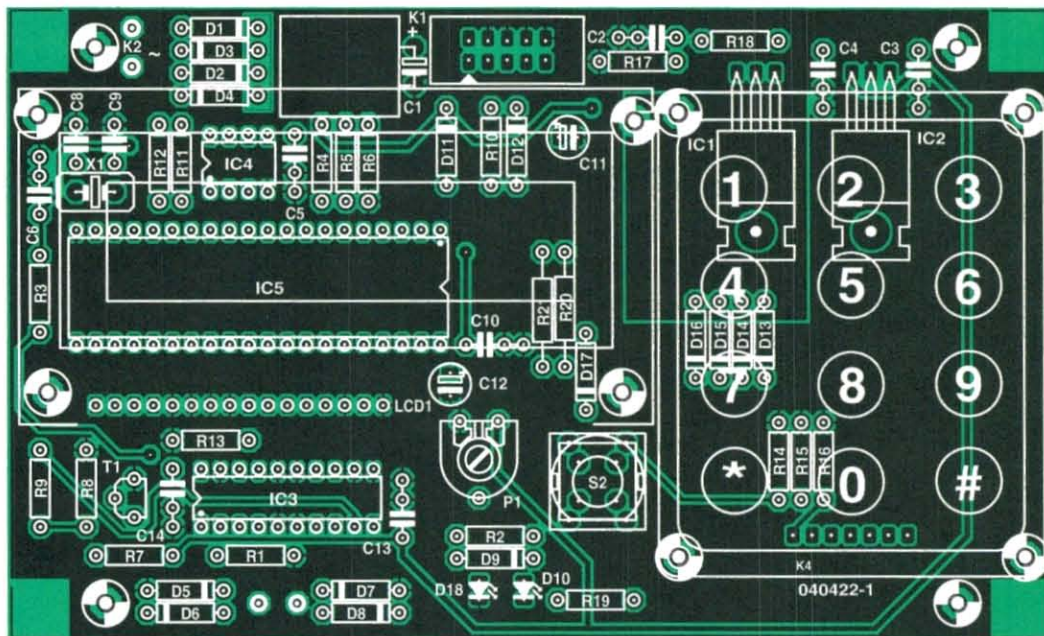
LCD-n drivs i 4-bitarsmod för att minska antalet banor på kretskortet. P1 används för att justera kontrasten. Vilken standard LCD-modul som helst som baseras på HD44780-kontrollern går att använda i denna programmerare (de flesta LCD-moduler, utom de grafiska versionerna, använder detta chip så det finns mycket att välja på när det gäller färg, teckenstorlek, med eller utan bakgrundsbelysning osv.). IC5 tar också hand om tangentbordet. Även om schemat utgår från ett antal individuella tangenter så är kretsen också lämplig för små knappsatser i 4x3-formatet (telefonknappsats). Den enda knapp som ligger utanför detta är S2.

Dioderna D13-D15 skyddar mikrokontrollern från kortslutningar som annars skulle uppstå om användaren trycker på mer än en knapp åt gången. Motstånderna R14-R16 drar ingångarna hos IC5 låga när inga knappar trycks in. IC5 körs med 8 MHz tack vare X1 och initialiseras vid uppstart av kombinationen R10/C11/D11.

K1 är en alternativ kontakt som gör det möjligt att programmera IC5 på kortet med hjälp av Atmels programmeringskabel. Om du köper IC5 färdigprogrammerad från oss kan du utelämma K1 och D12 från kortet.

Själva bygget

Även om kretsen för själva programmeraren är ganska enkel så behöver vi dock förklara några detaljer i alla fall. För att underlätta det första steget, och i god *Allt om Elektronik* anda så har vi tagit fram ett snyggt kretskort, vars komponentsida visas i figur 2. Detta kort finns att köpa från oss och har ordernummer **040422-1**. Komponenterna monteras i den vanliga ordningen, först lågprofilsdelarna, motstånd och dioder, och därefter de låga kondensatorerna. En anmärkning när det gäller kondensatorerna C11 och C12. Vi har använt ultraminytyper här. Om du inte kan få tag på denna storlek kan du använda de du har och montera dem platt på kortet, det finns tillräckligt med utrymme. Därefter är det dags för kontaktorna och stifttaget för K4, tangentbordet. K4' i kretsschemat representerar hankontakten på knappsatsen.



Figur 2. Komponentplacering på det kort som designats för detta projekt.

KOMPONENT-LISTA

Motstånd:

R1 = 1Ω 0.5W
 R2, R5 = 2kΩ
 R3, R7, R8, R9, R13-R16 = 10kΩ
 R4, R10, R11, R12 = 47kΩ
 R6 = 510Ω 1%
 R17 = 2kΩ
 R18 = 220Ω
 R19 = 5kΩ
 R20 = 33Ω
 R21 = 27Ω
 P1 = 10kΩ trimpot

Kondensatorer:

C1 = 1000μF 35V radial
 C2-C5 = 100nF

C6 = 10nF
 C8, C9 = 22pF
 C10, C13, C14 = 47nF
 C11 = 1μF 16V radial
 C12 = 10μF 16V radial

Halvledare:

D1-D8 = 1N4001
 D9, D11, D13-D17 = 1N4148
 D10, D18 = LED, lågströms, 3mm
 D12 = BAT85
 T1 = BC547
 IC1 = LM317
 IC2 = 7805
 IC3 = L293E
 IC4 = LM393
 IC5 = ATmega8515-8PI
 (programmerad, ordernr 040422-41)

Övrigt:

K1 = 10-pol stiftlist (2x5 stift)
 K4 = 7-pol stiftlist
 LCD1 = LCD-modul, 2x16 tecken, bakgrundsbelysning valfritt. Alternativt en PLED-display (ASI-G-162FS-GF-EWS/W)
 X1 = 8MHz kristall, lågprofil, hölje typ HC49/4H
 S1 = knappsats, 3x4 knappar (t.ex. Conrad Electronics # 709840)
 S2 = tryckknapp med slutande kontakt, t.ex. DT6-O
 16-pol stiftlist och sockel för anslutning av LCD
 Kretskort 040422-1 (se Läsaerservice)
 Diskett, ATmega käll & hexkod, ordernr 040422-11 eller gratis nedladdning

Som vanligt rekommenderar vi att du monterar IC-kretsarna i socklar av god kvalitet (svarvade ben). Detta gäller speciellt IC3 som är direkt ansluten till världen utanför och eventuellt kan komma i kontakt med elektrostatiska laddningar. Även om risken för skada är liten så är det bäst att ha möjlighet att kunna ersätta denna IC.

De två spänningsregulatorerna IC1 och IC2 (en LM317 och en L7805) monteras platt på kretskortet så att detta kan fungera som kylelement. Se till att metalltungan på IC1 är väl isolerad och inte får någon elektrisk kontakt med jordplanet (i motsats till 7805-an är inte metalltungan på LM317 ansluten till jord).

En annan notering när det gäller IC1 som monteras platt på kretskortet. Då denna ligger under LCD-n är det viktigt att du använder en version med den rätta höjden.

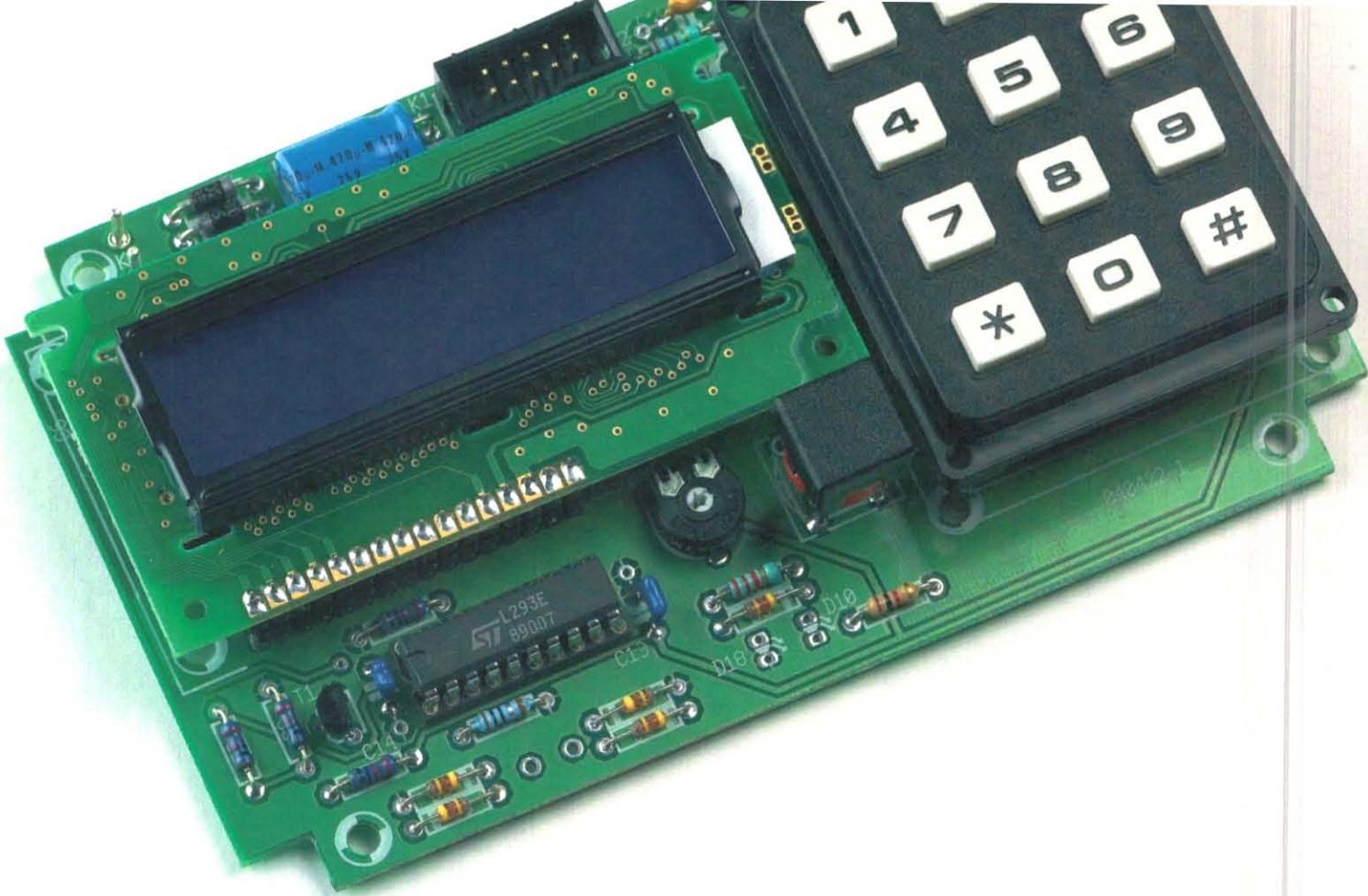
Kontroller

När det gäller IC5 så skall du veta att programmet har skrivits för en AT-Mega8515, men det fungerar också tillsammans med den äldre AT90S8515. Då denna är föråldrad nu är det kanske möjligt att få tag på den billigt någonstans. Kontrollern kan du köpa färdigprogrammerad från oss och ordernumret är **040422-41**, men du kan också programmera den själv.

Om du väljer denna lösning måste du

montera K1 och D12 på kortet och köpa (eller tillverka) en programmeringskabel som är kompatibel med Atmels standard. Du behöver också programmeringsmjukvara som passar för Atmel ATmega. Här kan vi rekommendera det gratisprogram som heter PonyProg och som kan hämtas från <http://www.lancos.com>. På samma sida kan du också hitta schemat för Atmelkabeln (typ STK200+/STK300).

Notera: För ATmega räcker det inte med att bara skicka hexfilen till kontrollern för att få den att fungera. Chipen från ATMegaserien måste konfigureras innan de kan programmeras. Vid tillverkningen sätter Atmel chipen i en grundkonfiguration, men denna är



Figur 3. Den färdigbyggda prototypen för DCC-programmeraren.

inte lämplig för vår applikation. Du måste ändra denna annars kommer chipet inte att fungera.

Konfigurationen av chipet görs med vad som kallas 'fuse bits'. I **PonyProg** klickar vi på symbolen för hänslåset i huvudfönstret efter det att vi valt **AT-Mega8515** i menyn 'Device'. (Välj 'AVR Micro' och sedan 'ATMega8515'). I det fönster som nu kommer upp finns alla de kryssrutor som nu måste rensas (klicka på 'Clear All'). Klicka därefter på **Write**. När konfigurationsbitarna har programmerats kan du skicka hex-filen (meny 'Command' / 'Write program (FLASH)'). Om du vill kan du titta i användarmanualen för PonyProg. Denna procedur är naturligtvis inte nödvändig om du köper den färdigprogrammerade kretsen från oss. Kom ihåg att använda en lågprofilssockel för IC5 så att du inte får problem senare när du monterar LCD-n.

Tangentbord (knappsats)

När det gäller tangentbordet och om du använder en färdig knappsats för detta, så måste du kolla att ledningsdragningen på kontakten överensstämmer med schemat. Du kan också

lätt göra ett eget tangentbord med tryckknappar av typ TTT D6 eller liknande, monterade på en liten bit experimentkort. De flesta knappsatser för telefoner följer de anslutningar som visas i schemat, men det är bäst att ta det säkra före det osäkra.

LCD

En sista anmärkning: Monteringen av LCD-n. Du har säkert redan sett att kretskortet har en kontakt för detta, LCD1. Denna kontakt har 16 stift medan en standard LCD-modul bara har 14 stift. Skälet är att på vissa modeller av LCD-moduler är bakgrundsbelysningen ansluten till två extra stift intill databussen. Här har vi valt en PLED-display tack vare den fantastiska kvalitén och läsbarheten hos denna typ av display.

Om din display bara har 14 stift (en typ utan bakgrundsbelysning eller med separat matning för denna) så skall stift 1 på displayen anslutas till det vänstra stiftet på kontakten LCD1 (intill R9/R3).

Andra överväganden

En kommentar när det gäller motstån-

det R20. Detta motstånd används för att begränsa strömmen genom bakgrundsbelysningen. Titta efter det rätta värdet i databladet för din display (värdet är typiskt 33 Ω eller 47 Ω , vår PLED-display behövde en resistens på 33 Ω).

Det är också en bra idé att kolla matningsspänningarna på IC-socklarna innan du monterar IC-kretsarna. Verifiera att det finns korrekt spänning på de rätta benen (+5 V på ben 40 hos IC5, ben 8 på IC4, ben 10 på IC3 och +18 V på ben 20 hos samma sockel). Nu kan vi i alla fall vara säkra på att strömförsörjningen fungerar. När denna har kollats kan IC-kretsarna sättas in i sina hållare (efter det du stängt av strömmen förstås). Montera nu LCD-n på så sätt att den övre delen av lådan passar in över den. Detta gäller också S2.

Programmeraren

När allting har monterats ihop är det dags att starta programmeraren för första gången. Kretsen matas direkt från en växelspanningskälla på 18 V till 24 V och som kan lämna en ström på ca 250 mA (en transformator på 6 VA

Bakgrund till DCC

Allt om Elektronik skulle inte vara Allt om Elektronik om vi inte skulle ge en kort bakgrund till det DCC-system som vi presenterar en programmerare för här. DCC betyder Digital Command Control och för tydlighets skull har det inget gemensamt med misslyckade digitala kassettbandsystem som Philips introducerade 1992 och som hade samma förkortning.

I ett DCC-system läggs en växelspanning till rälsen. Den speciella aspekten på detta är att denna AC-spänning (en fyrkant) inte bara ger energin för att driva loket, växlar och signaler, utan innehåller också den digital information som är nödvändigt för att skicka kommandon, som önskad hastighet och färdriktning, till det önskade loket.

Beroende på frekvensen så kan AC-spänningen på rälsen tolkas som antingen en logiskt etta eller en nolla. En vågform med en period på 116 μs (8.6 kHz) bestående av en positiv och en negativ halva om vardera 58 μs representerar en logisk etta. En logisk nolla har en period på minst $2 \times 100 \mu\text{s}$ (5 kHz) och som mest en total längd på 12000 μs . En logisk nolla kan därför 'töjas ut'. Sändningen är inte mer komplicerad än detta och genom att lägga korta och långa vågformer efter varandra så kan det önskade digitala meddelandet sändas. Oscilloskopbilderna ger en uppfattning om hur dessa signaler ser ut.

Nu när det står klart hur ett och nollor sänds så kanske du undrar hur ett meddelande komponeras. Detta består av följande:

- Först skickas ett förmeddelande (preamble) bestående av 14, eller fler, logiska ettor. Denna signal ger den nödvändiga synkroniseringen mellan meddelandena och indikerar att mottagaren måste vara redo då ett nytt meddelande väntas när som helst.
- Därefter följer en startbit ('0'), denna nolla efter en preamble indikerar den egentliga starten på meddelandet..
- Därefter kommer ett byte (8 bitar) som innehåller adressen. Alla dekodrar läser denna adress och kollar för vem av dem som meddelandet är avsett (alla dekodrar har en unik adress). Av dessa 8 bitar används 7 för adressen och det finns därför 128 möjliga adresser. Den åttonde biten ger möjlighet att tolka fler bitar från nästa byte också som adress. I detta 'utökade' adresseringsmod är det möjligt med adresser med 9, 11 eller 14 bitar.
- Efter adressen kommer en eller flera databyte. Vanligtvis skickas ett kommandobyte (t.ex. sätt hastighet) först och därefter ett databyte som innehåller motsvarande värde (den önskade hastigheten t.ex.).
- Det sista bytet är en checksumma (error detection byte). Detta används för att kolla att hela meddelandet har tagits emot korrekt.
- Nu har du förmodligen redan frågat dig själv hur dekodern separerar de olika byten. Precis som vid en vanlig RS232 seriekommunikation så föregås varje byte av startbit (logisk nolla). Efter det sista bytet sänts utelämnas startbiten och en stoppbit ('1') skickas i stället. På detta sätt 'vet' dekodern när sändningen är klar.

Alla meddelande upprepas hela tiden. Det är ju trots allt lätt att kunna tappa bort en bit på grund av brus eller gnistor på rälsen. Dessutom måste någonting sändas hela tiden, annars skulle rälsströmmen försvinna och allting stanna...

Meddelanden med utökade adresser är längre och tar längre tid. De upprepas därför mindre ofta och används för växlar och signaler. På detta sätt kan det rullande materialet (dvs loket) styras på ett mer responsivt sätt.

Tre adresser är reserverade. Det är 0, 254 och 255. För att programmera en dekodare så är det inte nödvändigt att känna till dekoderns adress.

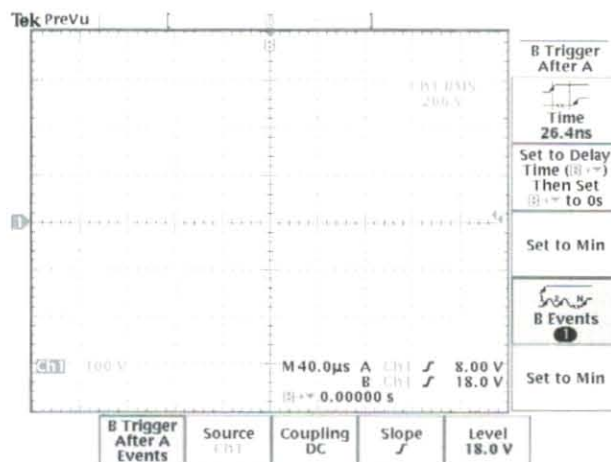
Programmeringsinstruktionerna innehåller en av de reserverade adresserna (normal adress 0, den så kallade broadcast-adressen) och varje dekodare reagerar på denna. Detta är skälet till varför programmering bara skall ske till en dekodare åt gången, vanligen på en separat spårsträcka. Om andra dekodrar också var anslutna så skulle även dessa programmeras. Med denna metod är det också möjligt att arbeta med en dekodare som du har tappat kontakten med (du kommer inte ihåg adressen längre eller tappat vad du programmerat in i den) och återställa den till dess ursprungliga fabriksinställning.

Vid programmering genererar mottagaren (dekodern) en bekräftelse (acknowledgement) när den önskade funktionen, t.ex. programmera en CV, har utförts. Denna ack-signal består av en kortvarig ökning av strömmen på minst 60 mA under 6 ms. Sändaren kan normalt notera denna strömhöjning och vet då att det finns en förbindelse. För att kunna signalerna med högre ström är det normalt nödvändigt att dekodern är ansluten till en belastning (lokmotorn t.ex.)

I de flesta nyare standarder har alternativen för returmeddelande byggts ut kraftigt. De nyaste dekodarna kan, med specialkommandon, använda sig av sändningspauser och aktivt sända hela byte genom att injektera ström på rälsen. Men detta är så nytt att det finns mycket lite av det tillgängligt ännu.

Om du känner för det kan du läsa standarden här:

http://www.dcc.info/standards_rps/



Denna oscilloskopbild ger en uppfattning om formen på DCC-signalerna. Det andra spåret visar ack-signalen från dekodern.

passar mycket bra).

Kretsen skall starta så fort den får spänning. Displayen skall visa meddelandet 'DCC Prog. Vx.x' där x.x är programversionen. Om du inte ser detta meddelande så börja med att justera kontrasten på LCD-n med P1. Om detta inte hjälper är det dags att stänga av strömmen och börja felsöka. Kolla också att displayen har kopplats in rätt.

Tryck på någon av knapparna när välkomstmeddelandet visas. Programmeraren vill nu veta vilket mod du vill arbeta med. Du kan välja följande mod (arbetsätt):

- *Direct CV Write* (skriv till CV i direkt mod)
- *Paged CV Write* (skriv till CV i paged mod)
- *Address Only Write* (skriv till CV1 i enkelt mod)
- *Direct CV Read* (läs CV i direkt mod)
- *Paged CV Read* (läs CV i paged mod)
- *Address Only Read* (läs CV1 i enkelt mod)
- *Factory Reset* (återställ fabriksinställningarna)

Vid varje tryckning på Funktionsknappen kan du välja nästa arbetsätt från listan.

Som du ser kan du läsa CV på två olika sätt, direkt mod och paged mod. Skillnaden mellan dessa är relaterad till det protokoll som används för att skicka kommandon till dekodern. Från användarens synpunkt är dessa arbetsätt likadana (samma nummer på CV och samma ändamål).

De allra flesta dekodrar kan arbeta med direkt mod och därför är detta det förvalda värdet här. Paged mod finns tillgängligt om du har gamla dekodrar som inte klarar direkt mod. Om du inte får någon bekräftelse från en dekodern i direkt mod kan du prova med paged mod.

Innan vi går in närmare på programmeringen av våra dekodrar måste vi peka på två viktiga punkter. Först, när du programmerar dina tåg så använd en separat sektion av rälsen som inte är ansluten till resten av järnvägen. Om du inte gör detta riskerar du att programmera ett annat lok, som av misstag befinner sig på spåret, med samma värden som det första.

Till exempel om du ändrar adressen till dekodern kommer du att få två lok med samma adress. Och även om du vill programmera två dekodrar med samma data så skall du inte göra det på detta sätt. Varje dekodern skall pro-

grammeras separat. När två dekodrar är parallellkopplade kan bekräftelse-signalen korrumpas (strömpulserna får ett felaktigt värde) eller också fungerar dekodrarna inte som de skall.

För det andra: Programmera din dekodern efter det att du monterat den i loket. De flesta dekodrar genererar bekräftelse-signalen genom att strömställa motorn i det lok de är monterade i under några millisekunder (läs också rutan 'Bakgrund till DCC'). Om dekodern inte är ansluten till motorn kan denna puls inte genereras och programmeraren kommer att indikera ett programmeringsfel (se längre fram).

I praktiken

Nu växlar vi från teori till praktik och programmerar en CV. Välj ett skrivmod, antingen direkt eller paged, med knappen 'Function'. Bekräfta ditt val genom att trycka på 'Enter'. Programmeraren visar nu följande rad:

CV#: _ Val :

Vi startar, med hjälp av knappsatsen, att ange CV-numret, mellan 1 och 1024. Med knappen 'Delete' kan vi radera det sista tecknet genom att flytta markören bakåt. Tryck *Enter* igen när CV-numret har angetts och markören på displayen kommer nu att hoppa till fältet *Val*.

I detta fält kan du ange ett värde från 0 till 255 som skall skrivas till CV. Även här kan du använda *Delete* för att radera.

Programmeringsproceduren kan avbrytas närsomhelst genom att trycka på *Function*. Du kommer då tillbaka till menyn för att välja arbetsätt.

Så fort som CV-värdet har angetts aktiveras programmerarens utgångssteg. LED D10 tänds för att visa att spänning läggs till dekodern. Samtidigt visar programmeraren *Programming...*

Hela denna operation tar mindre än en sekund!

När dekodern har genomfört programmeringsscykeln visas *Done!* Om du nu trycker på någon knapp går du tillbaka till CV-menyn. På detta sätt kan du programmera flera stycken CV utan att behöva välja programmeringsmod varje gång.

Om dekodern inte genererar någon bekräftelse-signal under programmeringsfasen kommer programmeraren att visa texten *No Ack detected!* Detta behöver inte nödvändigtvis betyda att proceduren har misslyckats, programmeringen kan faktiskt ha lyckats i alla fall. Denna situation kan ibland uppstå

med modeller som har små motorer och som inte kan generera acksignalen på 60 mA (detta händer ofta med äldre Jouefmodeller med en 5-polig motor). Enda sättet du har att verifiera programmeringen är att placera loket på spåret och kolla hur det uppför sig.

Programmeraren kan också användas för att läsa av värden som lagrats i dekodern. För att göra detta måste vi först välja läsmod, direkt eller paged, och sedan trycka på *Enter*. I läsmod frågar programmet efter ett CV-nummer. Läsningen börjar när du tryckt på *Enter*. Displayen visar *Reading...* medan samtidigt LED D10 är tänd.

Som du säkert inser så tar det betydligt längre tid att läsa en CV än att programmera den. Detta beror på att dekodrarna inte kan skicka några data. Programmeraren skickar ett meddelande till dekodern för vart och ett av de tillåtna värdena på 0 till 255. När dekodern känner igen det värde som den lagrat i sitt minne kommer den att skicka en bekräftelse-signal. Programmeraren vet nu att det senaste värde som skickades överensstämmer med värdet hos CV-n i dekodern.

Så fort som dekodern har behandlat läsförfrågan visar programmeraren följande meddelande:

CV#xxxx=yyy

Där xxxx är numret på läst CV och yyy är värdet. Genom att trycka på någon knapp går du tillbaka till skärmen där du anger ett CV-nummer.

Om dekodern inte reagerar på någon-ting kommer displayen att visa *No Ack detected!* igen.

Om strömförbrukningen skulle vara mycket hög (mer än 250 mA) under programmering eller läsning kommer programmeraren att visa *Decoder fault!* Detta pekar normalt på en felaktig dekodern (kortslutning i utgångssteg). När du väljer mod *Address Only* använder programmeraren en speciell rutin som definierats av NMRA. Denna gör det möjligt att få tillgång till CV1 (dekoderadress) direkt. I detta fall är det inte nödvändigt att ange CV-nummer, men övriga funktioner förblir samma. Dekodrar av märket ZTC har en liten hake: Deras adresseringssystem skiljer sig från NMRA-systemet. CV1 till CV1024 är lagrade som dekodradresser 0 till 1023 enligt NMRA-systemet (programmet i dekodern tar hand om omvandlingen från CV-nummer till egentlig adress). I ZTC-dekodrar är CV1 lokaliserat vid adress 1, vilket orsakar en förskjutning. För att kunna pro-

Tabell 1. Jämförelse mellan protokoll från Märklin, EEDTS och DCC

Protokoll	Märklin generation 1 (Motorola formatet)	Märklin generation 2	EEDTS Pro	DCC / NMRA
Tillverkare	Märklin	Märklin	Elektor Electronics (Allt om Elektronik)	Lenz / NMRA
Drivström	Asymmetrisk fyrkantvåg från 18 till 22 V/38 kHz (76 kHz för extra funktioner)	Asymmetrisk fyrkantvåg från 18 till 22 V/38 kHz (76 kHz för extra funktioner)	Asymmetrisk fyrkantvåg från 18 till 22 V/38 kHz (76 kHz för extra funktioner)	Symmetrisk fyrkantvåg 18 till 22 V frekvensmodulerad
Antal dekodrar som stöds	80	80	79/80 (249 med mjukvara V1.2)	99 med grund och >1 000 med utökat protokoll
Antalet hastighetsinställningar	14	14/15/28 (beror på dekoder)	14/15/28 (beror på dekoder)	14/28/126 (beror på dekoder)
Absolut färdriktning	Nej	Ja	Ja	Ja
Detektering av överföringsfel	Nej	Nej	Nej	Via styrkod
Kompatibel med	EEDTS	EEDTS Pro Märklin 1:a generation	EEDTS Märklin 1:a och 2:a generationen	Alla NMRA-system
Specifika funktioner per dekoder	1 kommando per riktning	1 kommando per riktning + 4 extra funktioner	1 kommando per riktning + 4 extra funktioner	1 extra funktion i 'BASIC' 12 extra funktioner i 'EXTENDED'
Nödstopp	Nej	Nej	Nej	Ja

grammera dessa dekodrar måste du lägga 1 till numret på den CV som skall programmeras så att du hamnar på rätt minnesadress. Till exempel, för att programmera CV1 måste du ange adress 2 på tangentbordet.

Den sista funktionen hos programmeraren är fabriksåterställning. DCC-standarden inkluderar ett meddelande som låter dekodern återvända till det grundvärde den hade när den skapades från fabriken. För att använda denna funktion trycker du på *Function* knappen tills du får fram texten *Factory Reset*. Bekräfta detta genom att trycka på *Enter*. Programmet frågar nu *Confirm (bekräfta)?* När du trycker på *Enter* igen kommer programmeraren att sända den korrekta koden. Om allting fungerar som det skall (bekräftelse från dekodern när det är klart) kommer programmet att visa *Done!* I annat fall kommer ett av två felmeddelande att visas.

Slutligen

Vi önskar dig nu långa och trevliga hobbykvällar där du kan bekanta dig med din dekoder genom att experimentera med olika CV i dina dekodrar.

(040422-1)

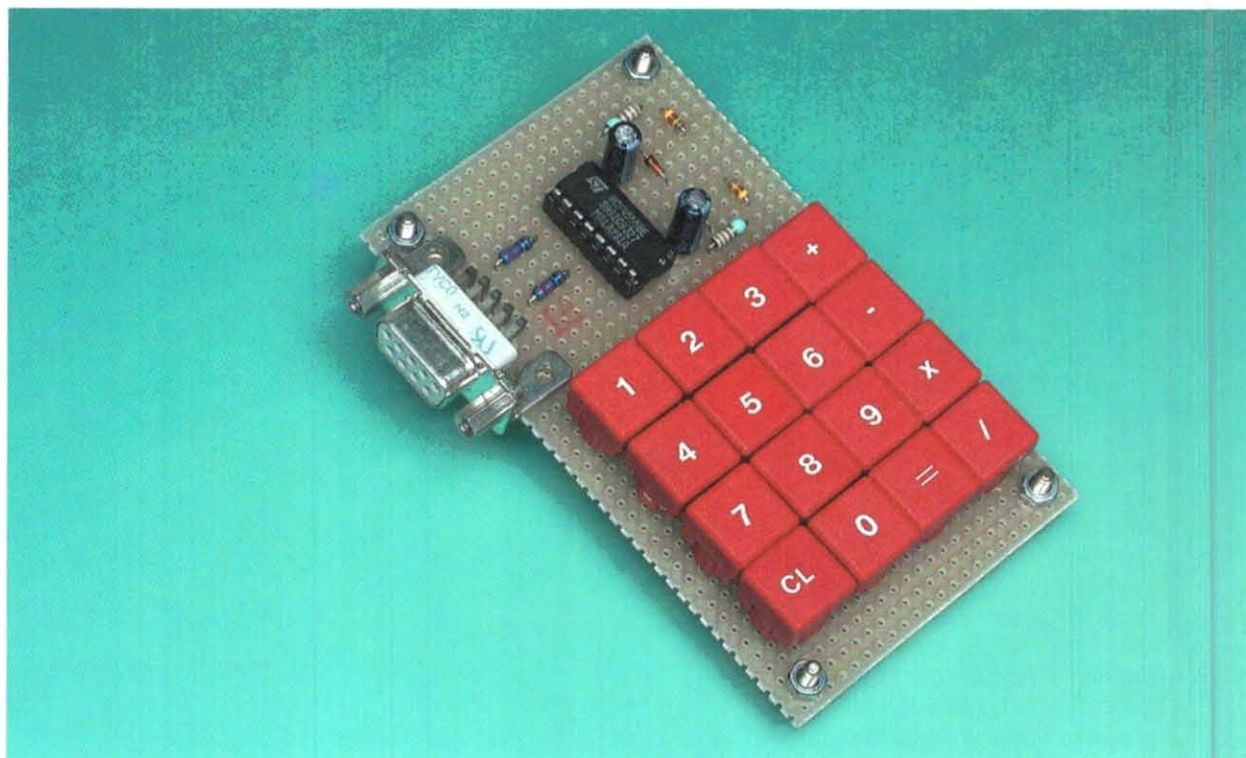
Tabell 2.

NMRA definierar 1024 CV, men de allra flesta dekodrar känner bara igen en handfull. De första 20 variablerna är de mest vanliga och känns igen av de flesta dekodrar.

CV	Funktion	Kommentar
1	Basadress	Identifierar dekoder
2	Startspänning	Minsta motorspänning
3	Accelerationegenskaper	Simulerar acceleration
4	Bromsegenskaper	Simulerar bromsning
5	Max spänning	Max motorspänning
6	Genomsnittsspänning	Korrigerar av motoregenskaper
7	Programmets versionsnummer	Läses bara
8	Tillverkarnummer	Läses bara
9	PWM	Justering av switchfrekvens
10	EMF Feedback Cutout	Hastighetskontroll
11	Val av strömförsörjning	Icke-DCC strömförsörjning
17/18	Utökad adress	Dekoderidentifiering med 14 bitar
19	Länkadress	Multi-traction kontroll
29	Dekoderkonfiguration	Bit-för-bit kontroll

DELPHI FÖR ELEKTRONIKER

Del 3 – En extern kalkylator



Herman Bulle med tack till Anton Vogelaar

I förra artikeln såg vi hur vi kunde implementera en enkel kalkylator med hjälp av Delphi. Denna gång ansluter vi en extern knappsats till serieporten så att vi kan styra kalkylatorn externt. Vi använder programmet från förra artikeln (lätt modifierat) för att få upp siffrorn på displayen och utföra beräkningarna.

Den externa knappsatsen, som vi bygger själva, består av 16 knappar i konfigurationen 4 rader gånger fyra kolumner. När en knapp tryck in ansluts en enkelrad till en enkelkolumn. Kombinationen av exakt rad och kolumn är unik för varje knapp.

Geom att aktivera varje kolumn i tur och ordning och sedan kolla vilken rad som har en signal kan vi avgöra vilken knapp som tryckts in. Innan vi fortsätter med den praktiska sidan vill vi peka på att den kompletta listningen för detta projekt skulle

ta för stor plats i tidningen. Hela listningen (projektfilerna) kan ni hämta från vår websida (Delphikursen). Vi rekommenderar att du hämtar denna först och laddar in den i Delphi, då blir det lättare att följa följande beskrivning.

Anslutning av hårdvara

En CMOS typ 4555 dataselektor används för att aktivera kolumnerna (se figur 1). Detta är en dubbel 1-till-4 avkodare/multiplexer. Varje avkodare i IC-n har en 2-bitars digital ingång och fyra utgångar. Beroende på det binära värdet vid ingången (00, 01, 10, 11) kommer en av utgångarna från IC-n att drivas hög. RS232-porten på datorn har två utgångssignaler, **DTR** (Data Terminal Ready, stift 4) och **RTS** (Request To Send, stift 7). I figur 1 kan du också se de kompletta anslutningslinjerna för en 9-polig RS232-port. Dessa två signaler används för att driva linjeväljaringångarna på 4555-an. Men innan vi kan göra detta måste IC-n få en matningsspänning. Då en CMOS IC förbrukar mycket lite ström är det ganska enkelt att ta matningen från dessa båda signaler. När vi inte tittar efter en knapptryckning finns det inget behov av att driva dataväljaringångarna. Vi kan då hålla DTR vid '1' och RTS vid '0'. Det är mycket lätt att få en symmetrisk spänning på $\pm 7,5$ V ($V_{DD} = 15$ V) med en handfull motstånd, zenerdioder och elektrolytkondensatorer (R1, R2, D1-D4, C1, C2 i figur 1). Kondensatorerna är tillräckligt stora för att lämna en stabil spänning till IC-n under en komplett scanningsperiod. Allt som är kvar är att skapa ett skydd för ingångarna eftersom ingångsspänningen kan bli högre än matningsspänningen. Genom att lägga ett motstånd på 10 k Ω till signalvägen kan ingångsströmmen hållas inom en säker nivå.

Om du använder en laptop skall du först mäta utgångsspänningarna från RS232-porten eftersom dessa ibland avviker från den officiella RS232-specifikationen (vissa laptop från Dell har utgångar på bara ± 5 V). I så fall behövs inte zenerdioderna. Vi har också stött på asymmetriska utgångar (+5 V/0 V), så det kan vara värt att kolla detta.

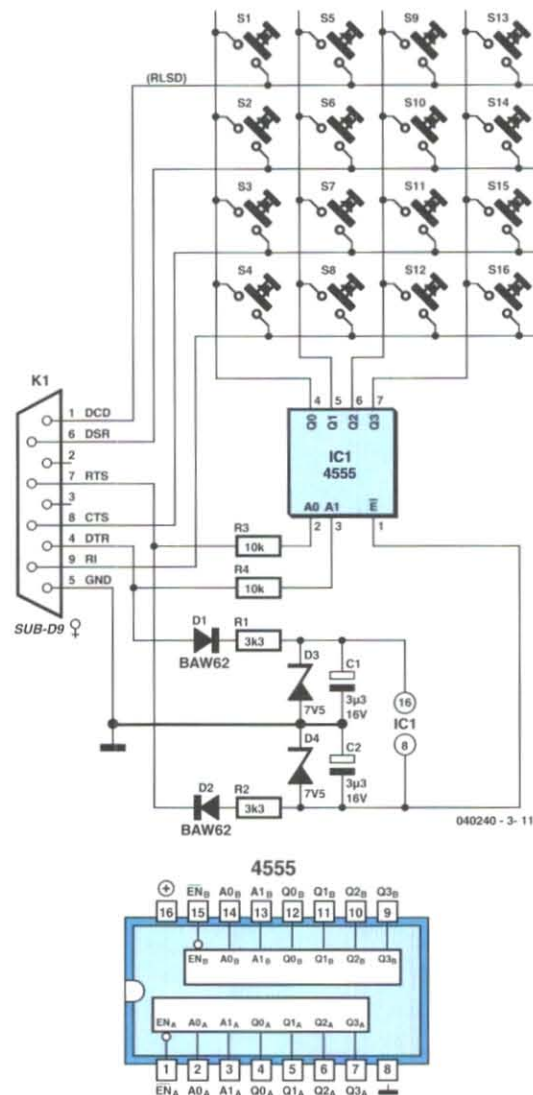
Att bygga kretsen i figur 1 är enkelt. IC-kretsen, de passiva komponenterna och de 16 knapparna är lätta att montera på ett experimentkort och det tar inte lång tid att dra trådarna heller. Du kan använda en gammal RS232-kabel för anslutningen till PC-n och klippa bort kontakten i ena änden (se till att du behåller honkontakten för det är denna som skall sitta i PC-n). Trådarna kan sedan lödas direkt på kortet. Som ett alternativ till individuella knappar kan du också använda en matrisknappsats (finns att köpa hos Elektrokit). Ibland är dessa 4x3 och då kan två knappsatsar 'parallellkopplas' och använda en enda kolumn från den andra knappsatsen.

Mjukvaruswitchning

För att driva DTR och RTS-linjerna måste vi skriva lite Delphikod. Till att börja med måste vi öppna serieporten. Detta gjorde vi i del 1 för inbrottslarmet:

```

FHandle:=CreateFile(PChar(Port),Generic_Read+Generic_Write,0,Nil,Open_Existing,0,0);
If FHandle = Invalid_Handle_Value Then
  Begin
    ShowMessage('Unable to open communication port.');
```



Figur 1. Kretsen för den externa knappsatsen som ansluts till PC-ns serieport.

(Som en påminnelse: Delhiprogram är inte 'case sensitiv', skiljer alltså inte mellan små och stora bokstäver som C och flera andra programmeringsspråk. Det kan därför hända att vi inte alltid använder stora och små bokstäver på samma sätt i olika delar av programmet).

I det program som nämns ovan finns en felkontroll inlagd, om porten redan är öppen öppnas den inte igen.

Windows har en lista på olika objekt som program, portar, drivrutiner etc. Dessa objekt får en unik kod (eller handle). Funktionen **CreateFile**, som anropas ovan, returnerar värdet för denna kod. Om detta värde är lika med **Invalid_Handle_Value**, som definieras i Delphi, har någonting gått fel vid initialiseringen av porten och programmet stoppar med ett meddelande och **exit** kommandot.

Om denna fas går bra så skall vi aktivera några utgångar. DTR skall sättas till +12 V och RTS till -12 V. För att hjälpa till med att programmera UART-en definieras en datastruktur (**DCB**, se ruta) i Windows

som innehåller en stor uppsättning parametrar. När alla parametrar har satts skickas denna datastruktur till UART. För vårt program är fältet **DCB.Flags** det viktigaste. I detta fält har i stort sett alla bitar separata funktioner. Vi har definierat två konstanter i `uDriver`, vilka behövs för att växla DTR och RTS 'till' och 'från'. Först läses det aktuella tillståndet hos UART med kommandot **GetCommState(FHandle, DCB)**. Därefter sätter vi en bit i fältet **FLAGS** till koppla på RTS:

```
DCB.Flags := DCB.Flags OR RtsEnable
```

RTS-utgången blir då -12 V. Vi gör någonting liknande för DTR, men i detta fall måste vi sätta biten till '0' medan vi behåller alla andra bitar som tidigare.

```
DCB.Flags := DCB.Flags AND (NOT DtrEnable)
```

Vi kan nu skicka den modifierade DCB-n tillbaka till UART med kommandot **SetCommState(FHandle, DCB)**. Då vi behöver använda alla tillgängliga kombinationer av DCD och RTS när vi väljer kolumner så har vi skrivit följande procedur:

```
Procedure Key_Out(RTS, DTR: Boolean);
Var DCB: TDCB;
Begin
  IF FHandle > 0 Then
  Begin
    GetCommState(FHandle, DCB);
    If DTR Then DCB.Flags := DCB.Flags Or DtrEnable
    Else DCB.Flags := DCB.Flags And (NOT DtrEnable);

    If RTS Then DCB.Flags := DCB.Flags Or RtsEnable
    Else DCB.Flags := DCB.Flags And (NOT RtsEnable);

    SetCommState(FHandle, DCB)
  End
End;
```

För att koppla på matningsspänning till IC-n anropar vi denna procedur med följande parametrar: **Key_Out(False, True)**. Detta görs varje gång tangenterna har scannats och håller på så sätt kondensatorerna fullt laddade.

Scanning av matrisen

Nästa byggblock i detta projekt skall ta hand om läsningen av tillståndet hos de fyra ingångslinjerna. Med hjälp av proceduren **GetCommModemStatus(FHandle, MdmSts)** lagras dessa detaljer i variabeln `MdmSts`. Genom att lägga på en mask kan vi bestämma vilken bit, om någon, som är satt till '1'. En mask är ett tal som bara har en enda bit satt till '1', till exempel binärt 1000 (= hex 10), binärt 10000 (= hex 0020) etc.

Delphi har redan definierat några viktiga värden:

```
MS_CTS_ON = hex 0010
MS_DSR_ON = hex 0020
MS_RING_ON = hex 0040
MS_RLSD_ON = hex 0080;
```

Om vi nu lägger på masken med hjälp av den Boolska AND-funktionen kan vi avgöra om denna bit är satt. Den talar alltså om ifall en knapp i raden har tryckts in.

```
If MdmSts And MS_RLSD_ON = MS_RLSD_ON Then
  Result := 1
```

Samma metod används för att kolla om någon knapp tryckts in i någon annan rad. Resultatet kommer att bli 1, 2, 3 eller 4 beroende på vald rad. Dessa kodrader har kombinerats i funktionen **Key_Inp**, som returnerar värdet för den valda raden.

Kombinera rutinerna

I princip är detta allt som behövs göras. Vi vet hur vi väljer en kolumn och hur vi skall läsa i vilken rad en knapp har tryckts in. Dessa resultat måste emellertid 'limmas ihop' och resultatet visas på displayen. Detta sker på följande sätt: En timer används för att anropa funktioner **GetKey** med regelbundna intervall. Detta får proceduren **Key_Out** att välja en kolumn, till exempel `Key_out(False, False)`. Sedan använder vi **Key_Inp** för att kolla om någon knapp i denna kolumn tryckts in. En liten sektion av denna procedur visas nedan. Om ingen knapp trycks in i den första kolumnen blir variabeln `Row` 0. Om en knapp är intryckt returnerar `Key_Inp` radnumret.

```
If row=0 then
  Begin
    col:=2;
    Key_Out(False, True);
    row:=Key_Inp;
  End;
If row=0 then
  col:=3
```

På detta sätt scannas hela knappsatsen. Så fort som raden och kolumnen är kända slås det korrekta tangentnumret upp med hjälp av omvandlingsmatrisen **Map [row,col]** på följande sätt. Vi måste se till att vi inte läser två knapptryckningar om en knapp hålls nere för länge. Det är här variabeln **KeyLast** kommer till användning. Om vi insisterar på minst en scanning utan någon knapptryckning mellan två på varandra följande scannningar kan vi använda detta för att skilja två riktiga knapptryckningar från en enda där knappen hålls intryckt för länge. Föregående knapptryckning skall därför alltid vara en tom scanning (med tangentnummer 0) för att den aktuella scanningen skall vara giltig. Varje gammal knapptryckning lagras i variabeln **KeyLast**. När vi scannar för en ny knapptryckning blir resultatet bara giltigt om föregående scanning (lagrad i **KeyLast**) var 0.

Genom att lägga följande rad till slutet av **GetKey** proceduren stoppas genereringen av falska knapptryckningar:

```
If (KeyLast = 0) Then Result := Key
else result:=0;
KeyLast := Key;
```

Vi lagrar sedan värdet för den scannade tangenten i **KeyLast**. Därmed är denna sektion i stort sett klar. Vi måste bara se till att matningsspänningarna återställs i slutet av scanningen. Detta gör vi genom att anropa `Key_Out(False, True)` en gång till, vilket sätter DTR till +12 V och RTS till -12 V.

Förutom de procedurer som nämnts ovan för drivning och läsning av RS232-porten så finns det en annan procedur (**KeyGet**), som används under simuleringen av programmet. Avsikten är att bara en av de två funktionerna är aktiv. Den andra tas bort med hjälp av krullparenteser, {}, (i Delphi tolkas all text mellan krullparenteser som kommentarer).

I simuleringen läses tangentens tag, vilket vi beskrev i

Device Control Block

Device Control Block omfattar en lista med de parametrar som behövs för att konfigurera en serieport. Elementen BaudRate, StopBis etc. är lätta att känna igen. Det definieras som ett register av typ TDCB och har följande struktur:

	typ	storlek
dcblength	dword	4
baudrate	dword	4
flags	longint	4
wreserved	word	2
xonlim	word	2
xofflim	word	2
bytesize	byte	1
parity	byte	1
stopbits	byte	1
xpmcjar	char	1
xoffchar	char	1
errorchar	char	1
eofchar	char	1
evtchar	char	1
wreserved11	word	2

Flaggorna är speciellt intressanta här. Varje bit i 16-bitarsordet har en unik funktion, vilket vi visar i tabellen här nedan:

förra artikeln. Detta värde läggs in i variabeln **KeyPressed**. I simuleringsmod skickas detta värde som resultatet av **GetKey** och processas därefter. Från denna punkt och framåt är programmet likadant antingen det är i simuleringsmod eller använder en extern knappsats.

Nu vet vi hur vi skall läsa tangenterna. Från huvudprogrammet (i enheten uConsole) startar vi en timer som anropar en procedur var 50 ms för att läsa knappmatrisen. Proceduren ControlExe (i uControl) delar upp mottagna ID (1 till 16) i två grupper. När ID ≤ 10 trycktes en siffra ner och när ID ≥ 10 önskades en aktion. I detta fall subtraherar vi 10 från ID och kör den efterfrågade aktionen från den lista som definieras i Tmath. Som ett exempel: 'Subtraktion' har ID eller tag 12. Process 2 är mtSub (räkna från noll) och detta genererar en subtraktion. När processen är avslutad körs en Screenrefresh, vilken visar resultatet på displayen på kalkylatorn.

Funktionell design

Observanta läsare har säkert sett att detta program består av tre funktionsblock, vilka är de tre enheterna. Grunden för denna indelning är att komplicerade problem bäst beskrivs med hjälp av ett block-schema, vilket också är ett normalt förfarande inom elektroniken. Om du har en klar uppdelning mellan dessa block kan du beskriva och testa funktionen hos de individuella blocken på ett bättre sätt och risken för designfel är mindre. I detta projekt har vi delat mjukvaran i tre lager (i mjukvaruvärlden talar vi om lager i detta sammanhang).

Vi har ett presentationslager (uConsole) som tar emot resultatet från de simulerade tangenterna, ett kontrollager (uControl) som kör processerna i proce-

Binary	\$00000001
ParityCheck	\$00000002
OutxCtsFlow	\$00000004
OutxDsrFlow	\$00000008
DtrControlMask	\$00000030
DtrControlDisable	\$00000000
DtrControlEnable	\$00000010
DtrControlHandshake	\$00000020
DsrSensitivity	\$00000040
TXContinueOnXoff	\$00000080
OutX	\$00000100
InX	\$00000200
ErrorChar	\$00000400
NullStrip	\$00000800
RtsControlMask	\$00003000
RtsControlDisable	\$00000000
RtsControlEnable	\$00001000
RtsControlHandshake	\$00002000
RtsControlToggle	\$00003000
AbortOnError	\$00004000
Reserveds	\$FFFF8000

När symbolen '\$' finns framför ett tal betyder det att detta tal är hexadecimalt.

I detta fall kan vi bara använda talen \$00000010 (DtrControlEnable) och \$00001000 (RtsControlEnable). De övriga talen berör oss inte här.

Mer information kan du hitta i Windows SDK-sektionen som du kommer åt från Delphis Hjälpmeny.

duren ControlExe samt ett drivlager (uDriver) som tar hand om kommunikationen med världen utanför via Rs232-porten.

I denna artikel har vi visat hur du kan implementera 4 kommandolinjer och 4 statuslinjer under Windows för att använda externt från datorn, med endast minimal hårdvara och en seriport. Då de flesta desktopdatorer har två serieportar som standard finns totalt 8 kommandolinjer och 8 statuslinjer tillgängliga för externt bruk.

(040240:3)

Beställa Delphi 7

Borland ställt Personal versionen av Delphi 7 tillgänglig billigt speciellt för denna kurs..CD:n kostar \square 10.00 och innehåller Delphi 7 såväl som flera extra filer för denna kurs. Du kan betala med kreditkort (se websidan nedan) eller banköverföring (inom EU) genom överföring till (kopiera exakt):

Bank: ABNAMRO
IBAN: NL31 ABNA 0577002562
BIC: ABNANL2A
Name: DETLEF D. OVERBEEK
Address EDELSTENENBAAN 21 IJSSELSTEIN
Post code: 3402 XA
Country: THE NETHERLANDS
Reference: DELPHI ELEKTOR

IBAN/BIC innebär inte några extra bankavgifter — fråga din bank om detta. Checkar tas inte emot. HCC PGG har satt upp en speciell websida med stöd för denna kurs: www.learningdelphi.info/

Här hittar du nyheter och extra filer för kursen samt alternativ för att betala med kreditkort.

Rörelsesensorer förbättrar GPS

MOBIL NAVIG

Ekkehard Scholz



1490 när Columbus seglade på världshaven kunde han inte plotta kursen med hjälp av navigeringsystemet GPS. I stället bestämde han sin position på jordklotet genom att noga registrera skeppets hastighet och kompassriktning med en metod som kallades 'död räkning'. På den tiden var det ganska vanligt att vara ur kurs några hundra kilometer.

ERING PLUS

Med moderna hjälpmedel för GPS-navigering kan man uppnå jämförelsevis häpnadväckande noggrannhet, men när man hamnar i signalskugga och börjar tappa satelliten kan man behöva några lektioner av Columbus för att fylla i gapen...

Marknaden för navigationssystemet GPS (Global Positioning System) har vuxit med svindlande hastighet och nu finns det system tillgängliga för i stort sett vilken typ av resor eller fordon som helst. Och som en följd av den höga nivån av systemintegrering så har massproduktionen av specialchip och lägre produktionskostnader för både fordonsinbyggd (figur 1) och bärbar (figur 2) navigeringsutrustning medfört en kraftig prissänkning under de senaste åren. Fordonsinstallationer använder ytterligare information från svänghastighetsensorer (turn rate) och trippmätare för att hålla systemet på kurs och visa den korrekta positionen mellan GPS 'fixpunkter' på en skärm. Processen med positionsplottning med hjälp av den färdade distansen och kompassriktningen är känd som 'död räkning' (DR). DR-informationen är viktig eftersom den kan användas tillsammans med digital kartinformation som lagrats på en CD eller i ett Flashminne för att uppdatera den visade fordonspositionen när GPS-signalen skymms i tunnlar eller av höga träd i skogrika områden eller av höga hus i en stad.

GPS och död räkning

Idén att stödja GPS-informationen med data från rörelsesensorer är inte ny, men det var inte förrän vi fick billiga rörelsesensorer som accelerometrar, gyroskop och kompasser som systemet nu kan massproduceras.

Navigationssystem som använder både GPS och DR-information faller inom ett av två områden när det gäller att hantera data: De mest grundläggande systemen använder GPS-data för positionsinformation och använder bara DR när GPS-signalen inte finns. Den andra typen är mer sofistikerad och kombinerar både GPS och DR-information för att få bättre positionsnoggrannhet.

SiRFDRive är en kommersiell navigationsmjukvara från SiRF Technology som kombinerar (eller 'kopplar ihop') både GPS och DR-information. Mjukvaran har en bra modulär design som förenklar utvecklingen av ett GPS/DR-system. Den nära kopplingen mellan GPS och DR-data uppnås med hjälp av Kalmans mjukvara för navigationsfiltrering. Denna teknik är i huvudsak en optimerad interpolationsalgoritm som använder den senaste positionen tillsammans med den verkliga GPS-informationen och data från rörelsesensorer för att förutsäga nästa position med minimalt fel. En egenskap hos Kalmanfiltrering är att den inte använder alla tidigare data för den körda vägen utan beräknar den nya positionen bara med information från



Figur 1. TravelPilot RNS 149 från Blaupunkt klämmer in en bilradio, CD-spelare och navigations-system i ett vanligt bilradio-uttag. (foto: Blaupunkt)

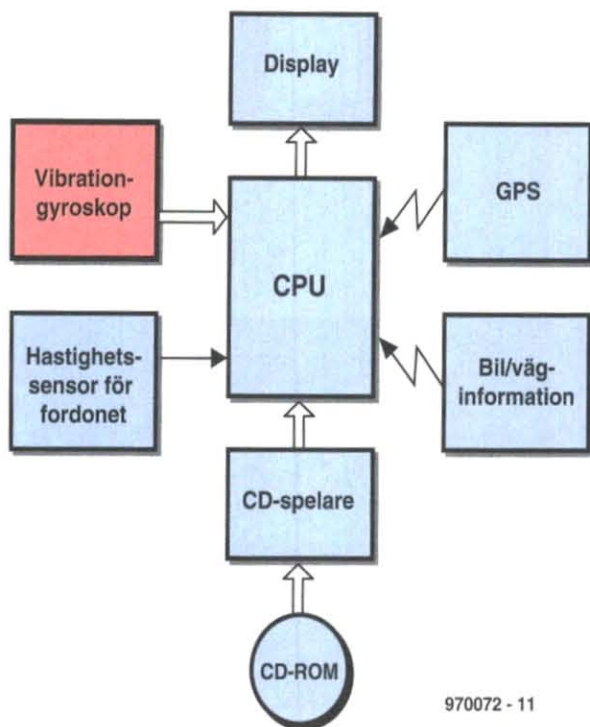
den senaste positionen och behöver därför färre resurser, men det leder också till viss onoggrannhet. För att optimera positionsnoggrannheten hanterar Kalmanfiltreringen GPS och DR-data adaptivt, när styrkan på GPS-signalen är hög har GPS en större inverkan på den interpolerade positionen men när GPS-mottagningen är sämre, eller vid låga hastigheter, har DR-informationen större inflytande.

Rörelsesensorer

Acceleration kan mätas med en så kallad closed-loop accelerometer. Denna enhet använder en servoförstärkare som driver en ström in i avböjningsspolar



Figur 2: En personlig navigeringshjälp för den seriöse vandraren. (foto: Garmin)



970072 - 11

Figur 3. Komponenterna för ett typiskt navigations-system i ett fordon

placerade på var sida om en rörlig massa för att hålla denna massa stadig. Den ström som behövs för att hålla massan stilla är direkt proportionerlig till den tillförda accelerationen. Denna typ av sensor har en god linjäritet över hela mätområdet och klarar typiskt av att detektera krafter på ca 20 g med en upplösning på 10 μ g. Enheten är stötsäker (100 g max) och har använts i många militära och civila applikationer under många år med beprövad tillförlitlighet. Två olika typer av svänghastighetssensorer kan användas och de använder olika fysiska effekter för att känna av rotation. Vi går kortfattat igenom dem nedan.

- Det **vibrerande gyroskopet** (gyro betyder här att enheten känner av svänghastigheten, det betyder inte att enheten innehåller en roterande massa som i ett traditionell gyro) använder den mekaniska Corioliskraften (a) som innebär en vibrerande massa som roteras (ω) i ett plan som är rätvinkligt mot dess vibrationsplan (v), se figur 4. En piezoharmonisk vibrator eller en kapacitiv drivare producerar den rörliga massan. Denna typ av gyro används ofta i billiga, icke-kritiska applikationer. Den har sämre prestanda jämfört med ett lasergyro, speciellt när det gäller brus, känslighet för mekaniska vibrationer och temperaturberoende utgångsdrift (3%/s).

- Det **optiska gyroskopet** ('lasergyro'). Även här är en spinningsmekanism inblandad men denna typ av gyro förlitar sig i stället på 'Sagnaceffekten' för att känna rotation. Figur 5 visar grunden för ett fiberoptiskt gyroskop (FOG). Det består av en ljusemitterande SLD (super luminescent diode), en modulator, en störningsdetektor och en spole av fiberoptisk kabel bestående av n varv omslutande ytan A . När ljus från SLD:n passerar genom den andra stråldelaren injekteras ena halvan av strålen i den ena an-

Historien om TomTom GO (1)

Ett GPS-system som använder MIMISIC-sensor, ARM-kontroller och Linux mjukvara

TomTom (baserat i Holland) är leverantör av sofistikerad navigationsutrustning över hela världen.

Denna enhet använder en CMOS termisk accelerometer från MIMISIC för att lämna DR-data. TomTom GO anses vara den minsta och mest intelligenta 'All-in-one' bilnavigeringsenheten i världen. Denna kompakta enhet har en fullfärgs TFT-display och innehåller kartmjukvara och en GPS-mottagare. Enheten kan monteras i ett fordon med medföljande hållare. Den har sitt eget Li-Ion uppladdningsbara batteri och är klar att användas så fort du tar upp den ur förpackningen.

Vägvisningen kan växlas mellan 3D eller 2D visning med antingen dag eller nattvisning. Du kan välja språk och touchskärmen är enkel att använda. batteri-

Historien om TomTom GO (2)

Ett öppet system

Tekniskt sett är TomTom GO intressant inte bara för dess integrerade dödräknings (eller 'Assisted Satellite Navigation' som tillverkaren kallar den) utan också för dess systemarkitektur. Den använder en 200 MHz AR:920T processor som man nyligen upptäckte kördes under operativsystemet Linux (!).

Användningen av Linux betydde, efter påtryckningar av Linuxanvändare, att TomTom var tvungna att göra mjukvaran tillgänglig som så kallad open-source program. Denna information, tillsammans med en hel del intelligent information på Internet, har gjort denna enhet till den mest transparenta navigeringsutrustning som går att hitta idag. Med all den information som finns tillgänglig är det fullt möjligt att ytterligare utveckla plattformen, till exempel till en meadispelare. n titt på den Wikisida som nämns nedan detaljerar användningen av ett TomTom-system inom detta applikationsfält.

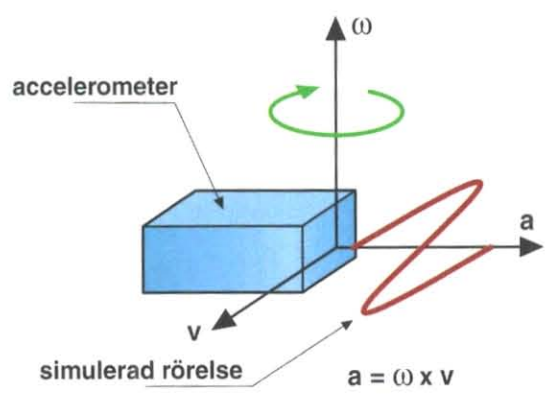
TomTom fortsätter med produktutveckling och visade ytterligare tre modeller vid CeBitmässan i mars. Grundmodellen GO300 har en 200 MHz processor men ingen accelerometer eller dödräkningskapacitet. GO500 liknar den tidigare modellen men har en klocka på 400 MHz liksom GO700. Denna modell har också ett 64 MB minne och en inbyggd 2,5 GB hårddisk med förinstallerade kartdata för hela Europa. Alla tre modellerna har inbyggd blue-toothsändare.

En utvecklingsats för mjukvara, kallad SDK5, finns också för professionellt bruk med speciella egenskaper



Foto TomTom GO

et kan laddas från cigarettändaruttaget. Den inbyggda dödräkningen gör att enheten kan användas som en bärbar enhet. Resinformation och landsspecifika kartdata för alla europeiska länder förinladdas i enheten från SD minneskort. När du kommer till en gräns mellan två länder pluggar du bara in nästa SD-kort och får då tillgång till, inte bara detaljerade kartor, utan också intressanta platser som hotell och restauranter i närheten.



Figur 4. Principen för ett vibrationsgyro. (Bild: IMAR Navigation)

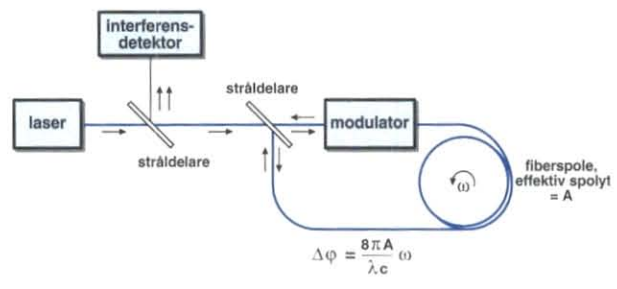
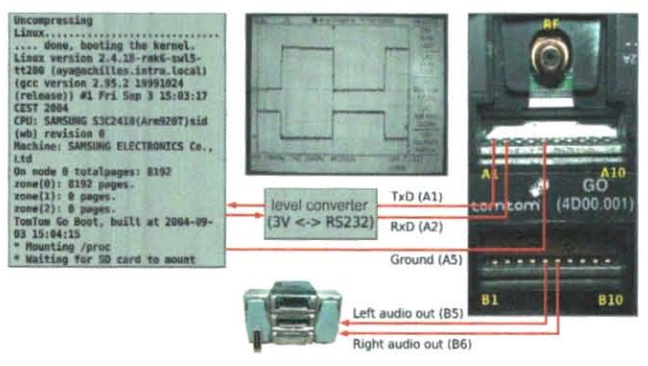


Figure 5. Blockschema för lasergyro. (Bild: IMAR Navigation)

The serial Port

OpenTom



„Reverse Engineering“

inklusive en metod för att överföra data med hjälp av ett GPRS radiointerface. Det finns också ett officiellt utvecklingsverktyg för GO tillgängligt med vilket man kan utveckla C++ program under Windows med hjälp av en Cygwin-kompilerare. Och detta visar att i stort sett allt är möjligt med Linux...

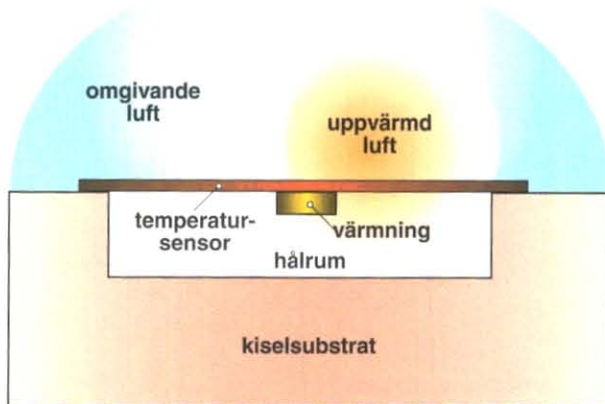
Weblänkar:
www.tomtom.com/?Language=5 (tillverkarens sida)
<http://wiki.opentom.org/> (Wiki med massor om information om TomTom Go)

den av den fiberoptiska spolen och färdas i medurs riktning genom spolen, medan den andra halvan injekteras i den andra änden och färdas i moturs riktning. Färdhållandet mellan de två utgående strålarna jämförs i en interferometer. Båda strålarna färdas samma avstånd (men i olika riktning) så fasskillnaden vid utgången är noll. En intressant sak händer när hela apparaten roteras runt spolaxeln (där ω är vinkelrotationshastigheten). Om rotationen är i medurs riktning kommer ljuset som färdas i samma riktning runt spolen att färdas en något längre väg eftersom detektorn har flyttat sig längre från sändaren när ljuset färdats i spolen. På samma sätt kommer motursstrålen att träffa detektorn tidigare då den har rört sig närmare sändaren. En noggrann övervakning av de två utgångsstrålarna med en interferometer visar på en fasskifning som är proportionell till rotationshastigheten. I en annan variant (Closed-loop FOG) kan strålen matas till ett fasskiftande element som korrigerar fasskillnaden och där mängden korrigering indikerar svänghastigheten.

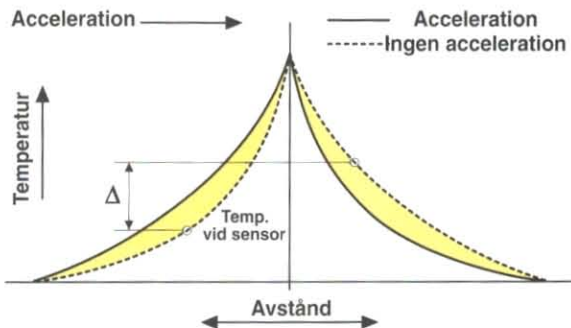
Jämfört med mekaniska eller piezoelektriska gyron är det fiberoptiska gyrot mindre känsligt för vibrationer och acceleration och detta är det huvudsakliga skälet till att dessa föredras när det gäller mer precisa mätningar.

Den termiska accelerometern

En genial ny typ av accelerometer använder inte den mekaniska pendeln för att detektera rörelse eller lutning. I stället känner enheten av små variationer i de konvektionsströmmar som genereras av ett värmeelement som är upphängt inuti en hermetiskt tillsluten kammare. Den kompletta enheten omfattar den precisionstillverkare kammaren, värmare, termokopplade



Figur 6. Den uppvärmda luften flyttar sig under påverkan från accelerationen. (Bild: Memsic Inc.)



Figur 7. När accelerationen eller lutningen ökar blir temperaturskillnaden större. (Bild: Memsic Inc.)

sensorer och förstärkare i ett 5 mm² LCC-8 chip. Värmelementet är stöttat i kammaren och har två termokopplade sensorer (för att känna axelrörelser) fixerade på var sida (figur 6). Elementet producerar en cirkulerande 'bubbla' med varm luft som är centrerad mellan de två termokopplade sensorerna. När enheten flyttas eller lutats utmed avkänningsaxlarna flyttas bubblan med varmluft (den har en annan massa än den omgivande luften) så att en termokopplare nu blir varmare och den andra kallare (proportionellt till accelerationshastigheten eller lutningsvinkeln). De två termokopplarna är anslutna som element i en Wheatstonebrygga så att spänningsförändringen skickar ut en differentialspänning (figur 7). Utgångssignalen indikerar accelerationens riktning och styrka. Känslaxlarna är horisontella för att mäta hastighetsökningen/ minskningen. Denna enhet är inbyggd i TomTom navigationssystem (se ruta) och är speciellt lämplig för fristående applikationer då enheten är helt sluten och inte behöver något interface till någon fordonssensor.

(050006-1)

PCB-POOL®

SERVICING YOUR COMPLETE PROTOTYPE NEEDS

- Prototypes at a fraction of the cost
- Industry standard quality
- Tooling and setup included
- Follow up series runs
- Any contour
- CAM / CAD consulting
- Fr4 1.6mm, 35µm Cu

PRICE EXAMPLE
1 EUROCARD DS/PTH
 + Tooling
 + Photoplots
 + VAT
 =

€49

FREE with first order (while stocks last)

Beta LAYOUT

Tel.: + 353 (0)61 701170
 Fax: + 353 (0)61 701164
 E-Mail: sales@beta-layout.com

ROHS / WEEE konform

Industry Quality
LEAD FREE (Pb, Sn, Ag, Cu, Ni, Au)

Simply send your files and order ONLINE:
WWW.PCB-POOL.COM

Logos for p-cad, Protel, EDWIN, orcad, GraphiCada, PHOTEL, Electronics, Easy-PC

Nya CD-ROM

The Audio Collection 2

Fler än 75 olika audiokretsar från de senaste 5 åren ur Allt om Elektronik. Bland annat:
Crescendo Millenium Collection
 Audio-DAC 2000 och Audio-ADC 2001
 IR-S/PDIF sändare och IR-S/PDIF mottagare och mycket mer. Inkl. Acrobat Reader.
 Audio Collection 2. Engelska. Pris 210:- inkl. moms
 Porto tillkommer.

Robotics

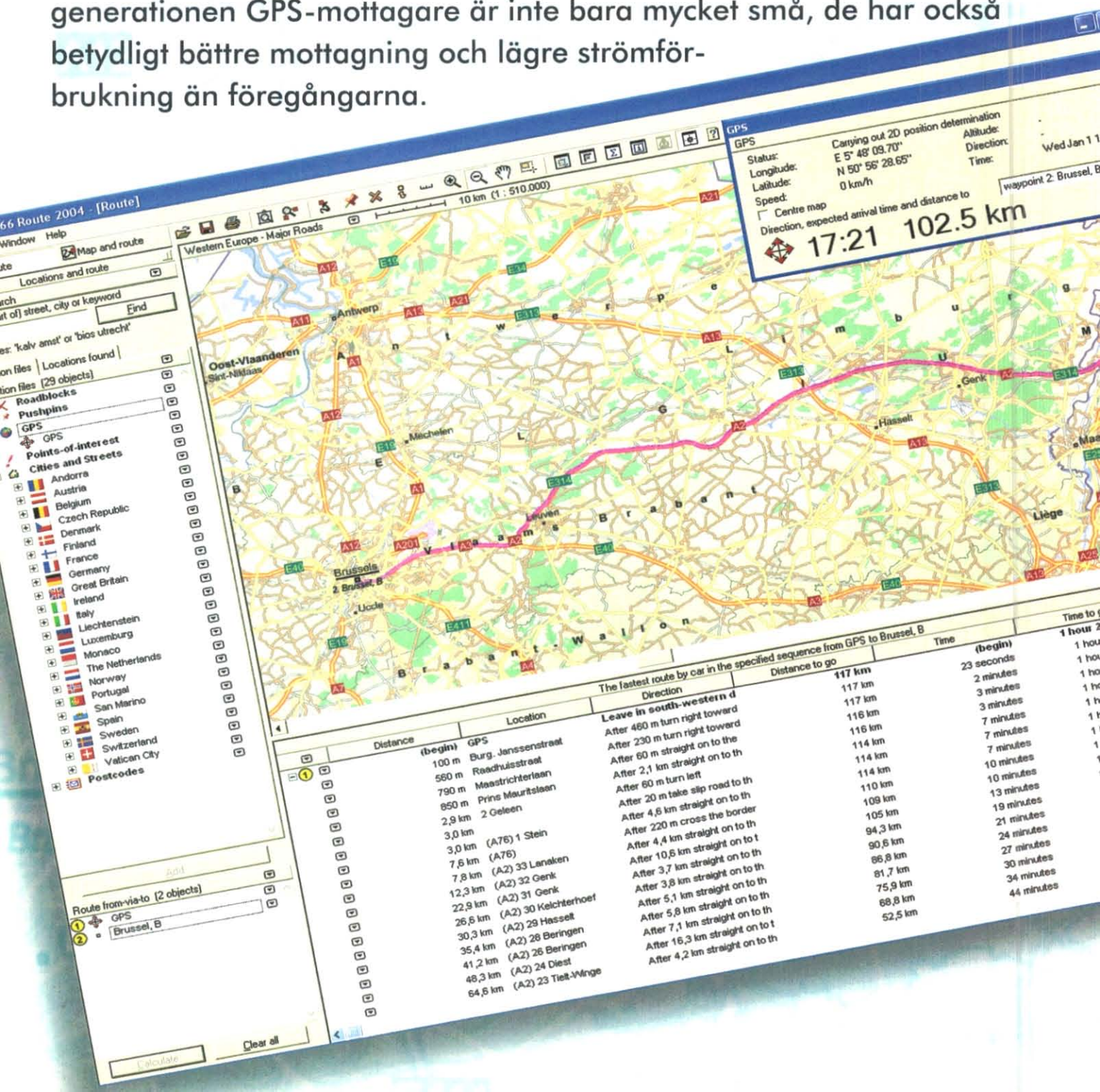
Robotik handlar om mekanik, elektronik och informatik. Innehållet i denna CD-ROM vänder sig till ung som gammal, amatörer och proffs och innehåller information om sensorer som informerar roboten om den miljö den befinner sig i, mikrokontroller som hela tiden är upptagna med att behandla sensorsignalerna, aktuatorer, inklusive motorer, som omvandlar mikrokontrollerns svar till rörelser. Kroppen som håller övriga delar på plats.
 Robotics. Engelska Pris 210:- inkl. moms.
 Porto tillkommer.

Allt om Elektronik
 Box 178, 444 22 Stenungsund
 Tel/Fax: 0303-770 490
 www.alltomelektronik.se

GPS-MOTTA

Med bidrag från Thomas Biel

Bristen på integrerade moduler i små kvantiteter har fram till nu varit ett hinder när det gäller att bygga en GPS-mottagare själv. Men detta håller nu på att ändras och det har varit värt att vänta på. Den senaste generationen GPS-mottagare är inte bara mycket små, de har också betydligt bättre mottagning och lägre strömförbrukning än föregångarna.



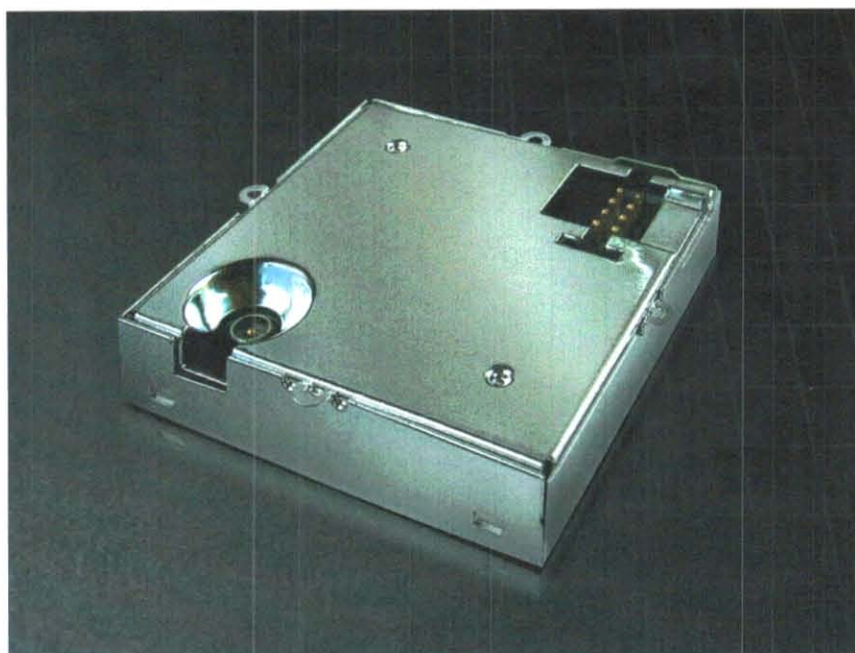
Global Positioning System för hembryggda applikationer

GÅRE PÅ USB

Antingen du seglar, flyger eller håller på med amatörradio, antingen du kör bil eller vandrar, antingen du håller på med affärer eller gör det för ditt nöjes skull, om du är intresserad av teknik har du utan tvekan sett en GPS-mottagare eller förundrats över system baserade på GPS-tekniken. GPS utvecklades av USA:s försvarsdepartement för att förse de militära styrkorna med ett globalt navigeringssystem. Det svävar tjugonio satelliter över jorden, vilka i stort sett täcker jordytan med de signaler dessa skickar ut. På grund av jordens krökning kan en GPS-mottagare aldrig ta emot alla 29 satelliterna samtidigt, lyckligtvis är detta inte heller nödvändigt, och för en grundfunktion är det bara nödvändigt att kunna se tre satelliter för att få en noggrann positionsinformation för navigering i två dimensioner. Om fler än tre satelliter kan tas emot blir resultatet ännu noggrannare och man kan då också bestämma höjden (för navigering i tre dimensioner).

För bara några år sedan var GPS mycket dyrt och inte speciellt noggrant. Av strategiska skäl lade man medvetet in felvisning i den positionsinformation som var tillgänglig för civilpersoner och den mottagna informationen gav felvisning på upp mot 10-15 meter. Den ganska komplicerade DGPS-tekniken (differential-GPS) introducerades för att kompensera för detta. DGPS ger nödvändiga korrigeringsdata för att tillåta systemet att mäta en position med en noggrannhet på en meter.

Under år 2000, av politiska skäl, stängde USA-administrationen av felvisningen hos signalen. Felet ligger nu inom en meter och det finns inte längre något behov att betala priset för DGPS. Under icke-idealiska förhållanden kan dock noggrannheten hos systemet snabbt förändras och felet kan uppgå till tiotals, eller hundratals meter. DGPS an-



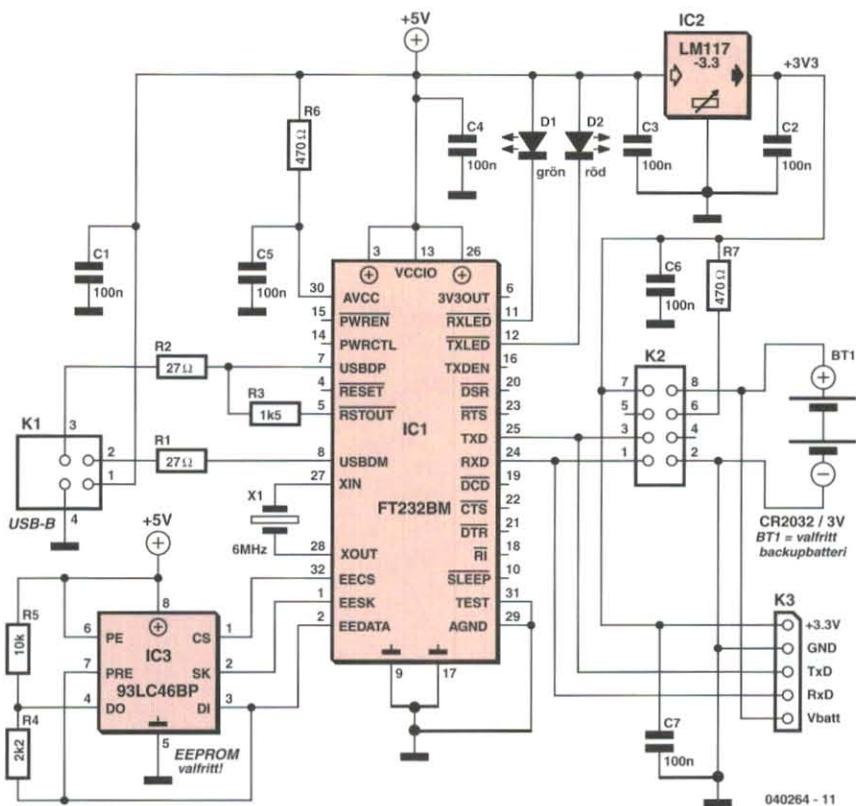
Figur 1. GPS-modulen är stor som ett normalt frimärke, bara lite tjockare.

vänds fortfarande i applikationer där man önskar högsta möjliga noggrannhet, som i landningssystem för flyplan och inom sjöräddningen. Satellitbaserade system, som WAAS i USA, EGNOS i Europa och MSAS i Japan används också för DGPS, korrigeringssignalen beräknas vid referensstationer för GPS (så kallade 'RIMS') på jorden och skickas sedan via 'normala' geostationära kommunikationssatelliter, som INMARSAT-familjen. En av kanalerna på GPS-mottagaren kan användas för att ta emot denna signal. WAAS är redan i funktion och de övriga två systemen befinner sig i testfasen. Efter många förseningar hoppas man att EGNOS skall tas i bruk under 2005, men inte för 'safety of life' från början, dvs inte i applikationer där människoliv är beroende av systemet, som i sjö och flygtransporter. Rent generellt skall man inom navigation aldrig förlita sig på bara ett individuellt system

och att GPS-mottagningen kan sluta fungera är inte någon sällsynthet.

Trimblemodulen

Det GPS-projekt som vi beskriver här består av en GPS-mottagarmodul och ett interface för anslutning till en USB-port på en dator. Kretskortet har en layout som gör att den kan använda en av två moduler som tillverkas av Trimble, Lassen SQ och den nyare Lassen iQ (se figur 1). Den senare är en 12-kanals GPS-modul, vilket betyder att den kan ta emot och behandla signalerna från upp till 12 satelliter samtidigt. Enheten är inbyggd i ett mycket kompakt hölje och mäter bara 26 x 26 mm som är 6 mm högt. Den har en noggrannhet på 5 meter i horisontalplanet och 10 meter i vertikal riktningen (50% punkter). Denna mottagare är därför lika noggrann som en av marknadsledarna, TomTom, som använder



Figur 2. FTDI-chipet ansluter GPS-modulen till USB-interfacet.

Motorolas SiRF chipset, men erbjuder mer när det gäller mjukvara. Jämfört med 8-kanals Lassen SQ erbjuder Lassen iQ mer än bara en förbättring av positionsnoggrannheten. Tiden för 'kallstart' har minskats från 90 sekunder till 50 sekunder och för 'varmstart' från 14 sekunder till 10 sekunder. Moduler erbjuder också an-

vändaren ett extra känslighetsmod. Effektförbrukningen på 86 mW är ungefär en tredjedel lägre än hos Lassen SQ. Förutom TSIP, TAIP och NMEA 0183 protokollen, som stöds av båda modulerna, stöder Lassen iQ också RTCM SC-104, som används för att överföra DGPS-data, och har en andra serieport. Firmware för detta protokoll

KOMPONENT-LISTA

Motstånd:

R1, R2 = 27Ω
R3 = 1kΩ
R4 = 2kΩ
R5, R7 = 10kΩ
R6 = 470Ω

Kondensatorer:

C1-C7 = 100nF

Halvledare:

D1 = LED, rd, lågströms
D2 = LED, grön, 3 mm, lågströms
IC1 = FT232BM (FTDI)
IC2 = LM1117-3.3 (National Semiconductor)
IC3 = 93LC46A/P (Microchip)

Övrigt:

BT1 = 3V Lithiumcell, 20 mm (t.ex. CR2032) med hållare (t.ex. Digkey # 1026K-ND)
K1 = USB-B kontakt för kretskort
K2 = 8-pol SMD-kontakt (Samtec CLP-104-02-G-D-BE-PA)
K3 = 5-pol stiftlist
X1 = 6MHz kristall
GPS-mottagarmodul, Trimble Lassen iQ eller SQ (se text, tillgänglig från Framos, Geist eller Molecular)
3.3V aktiv antenn (se text)
Kretskort 040264-1, se Läsaerservice.
9 trådbyglar

Det finns en komponentsats tillgänglig för detta projekt. Se Läsaerservice eller www.alltomelektronik.se

finns tillgänglig från Trimble. Ett datablad och detaljerad jämförelse mellan de två modulerna kan du hitta på Framos websida, som är distributörer för Trimblemodulerna och adressen finns i slutet av artikeln. Modulen kostar runt 500 kronor.

Interfacechip

FT232BM från FTDI, som många av er känner igen från tidigare artiklar i *Allt om Elektronik*, har valts som USB-interface. Därmed får vi en kostnadseffektiv USB UART som låter oss sända seriella data över USB. Med datahastigheter på upp till 920 kbaud (RS232) eller 2000 kbaud (RS422 eller RS485) har FT232BT bättre prestanda än de mer konventionella UART-systemen som baseras på ISA eller PCI-bussar och har också full plug-and-play funktionalitet med enkel anslutning till USB-porten.

Vad PC:n anbelangar så skickas data med hjälp av standard COM-portfunktioner så i de allra flesta fall behövs det inga ändringar av applikationsmjukvaran. Denna flexibla arkitektur gör denna IC idealisk för ett mycket stort antal olika applikationer.

Virtuella COM-portdrivare (VCP) finns tillgängliga för Windows 98, Windows 98SE, Windows ME, Windows 2000, Windows XP, Linux, Mac OS 8, Mac OS 9 och Mac OS X. Drivrutiner för Windows CE kan erhållas från tredjepartsleverantörer. De senaste VCP-drivarna för Windows XP är Microsoft WHQL-certifierade.

Kretsen körs i stort sett utmed de linjer som rekommenderas av databladet för FT232BM. Förutom FT232BM (figur 2) består kretsen bara av en 6 MHz kristall, ett 93C46BP EEPROM, en 3,3 V spänningsregulator och några få passiva komponenter. GPS-modulen ansluts till kretsen via K2. Vad som inte visas är den aktiva antennen, som ansluts direkt till antenkontakten på GPS-modulen. Det finns en extra 5-polig stiftlist, K3, så att en alternativ GPS-modul kan användas. EEPROM-et IC3 är också valfritt. Kretsen fungerar utan detta icke-flyktiska minne, men i detta fall kommer interfacet att presentera sig självt som en vanlig standard seriell enhet. EEPROM-et tillåter lagring och återhämtning av specifika data, som vendor och produktidentifieringsnummer (VID och PID), serienummer och så vidare. Du kan inte utelämna EEPROM-et om flera USB/serieomvandlare som

använder FTDI-chipet är anslutna till samma PC då drivrutinen endast kommer att skapa virtuella serieportar för omvandlare med distinkta serienummer. Utan något lagrat serienummer kommer endast en virtuell COM-port att installeras. Ett verktyg med tillhörande guide för att programmera EEPROM-et kan hittas på FTDI-s websida. Någon extern strömförsörjning behövs inte utan kretsen matas från USB-porten på PC-n. Ett litiumbatteri gör att mottagaren kan lagra senaste beräknade mottagardata och på så sätt kan modulen utföra en 'varmstart' och lämna sin första positionsinformation med en mycket kortare fördröjning än efter en 'kallstart'.

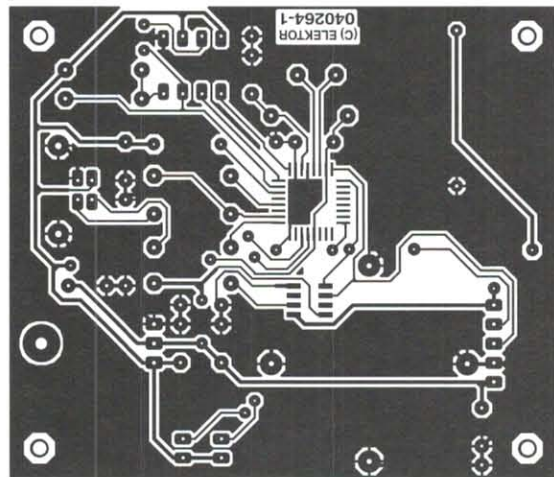
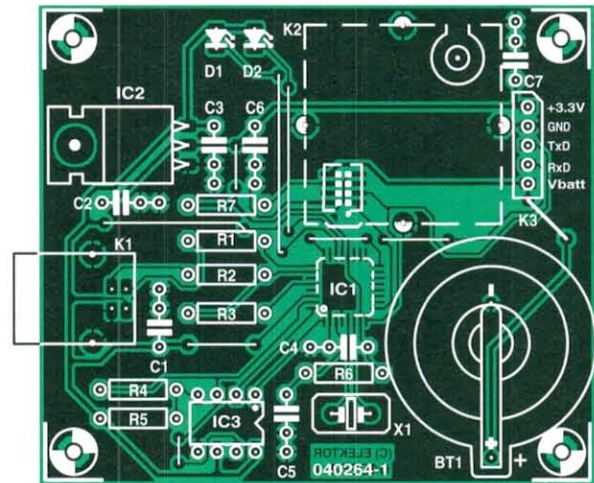
SMD-konstruktion

En komplett komponentsats för detta projekt finns att köpa från oss, se Lärsarservice i denna tidning eller besök vår websida www.alltomelektronik.se

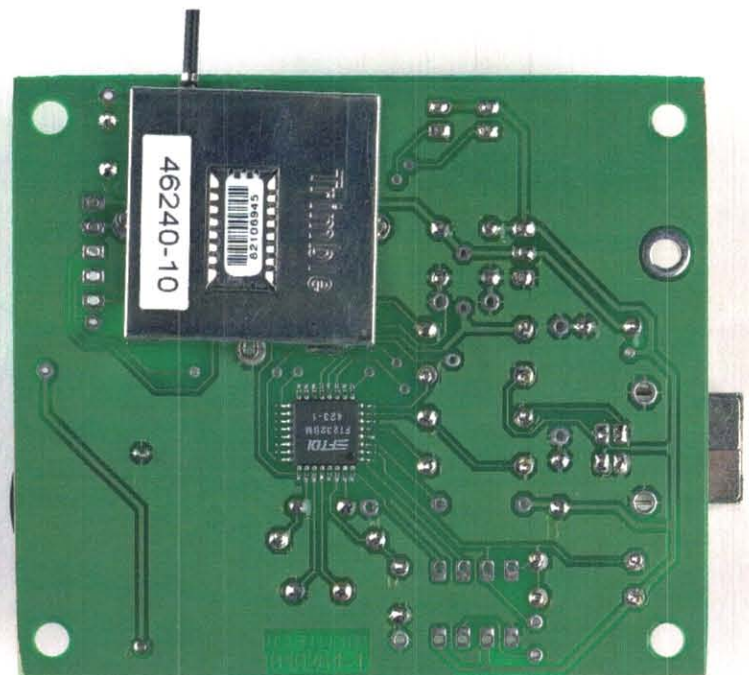
De nio trådbyglarna skall monteras först på kretskortet (figur 3). Därefter kan FT232BM lödas fast på kortets undersida. Komponenten finns bara tillgänglig i ett LQFP-32 hölje så du behöver en stadig hand och en lödpenna med fin spets. SMD-kontakten K2 monteras också på kortets under sida (figur 4). Bortsett från dessa två komponenter så bör det inte vara något problem med att bestycka kortet.

Ett litet råd till er som etsar era kort själva. Höljet på GPS-modulen är anslutet till jord. Du måste vara försiktig när du monterar modulen på kortets kopparsida så att den inte kortsluter mot kopparbanorna. Använd en bit isoleringstejp för att efterlikna den lödmask som finns på de kort som levereras från oss.

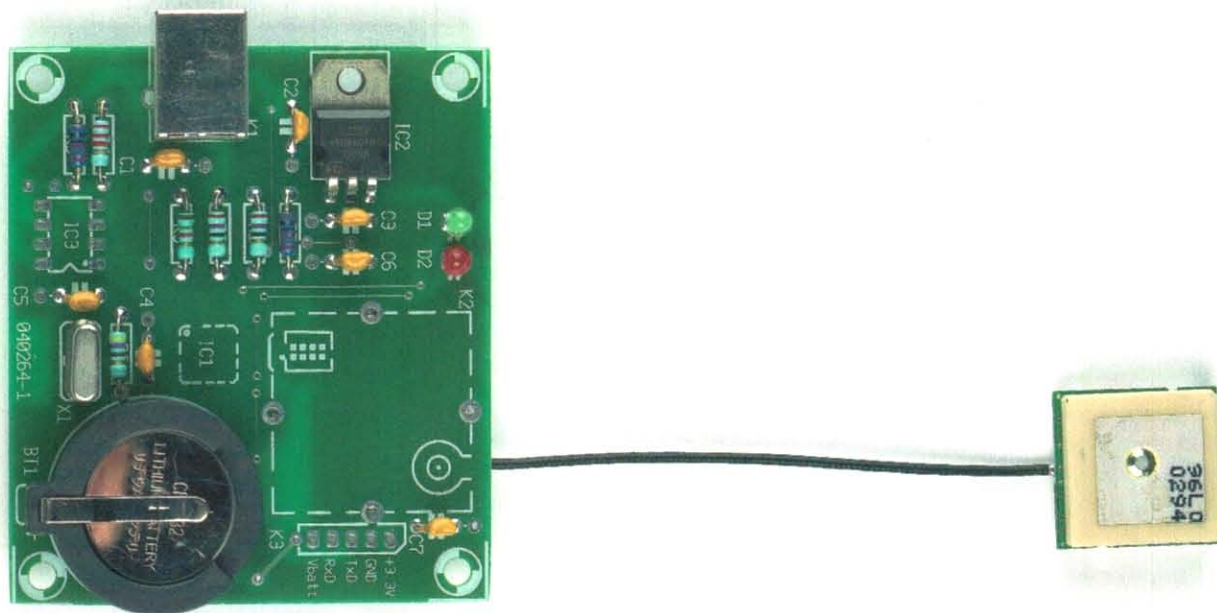
GPS-modulen är kompatibel med aktiva 3,3 V antenner som får sin 3,3 V matning från antenssockeln på modulen. Trimble kan leverera en 'ultrakompakt inbäddad antenn' med en 8 cm kabel och en HFL-plugg som passar direkt i kontakten på modulen. Denna antenn visas i figur 5. Med en adapterkabeln kan aktiva 3,3 V antenner med MCX eller SMA-pluggar också användas. Trimble erbjuder också en aktiv antenn med en magnetfot och 5 m kabel, lämplig för inom eller utomhusbruk, till exempel på taket på en bil.



Figur 3. Kretskortslayout och komponentplaceringsritning.



Figur 4. IC-kretsen och GPS-modulen skall monteras på undersidan av kretskortet.



Figur 5. Vår färdiga prototyp med den aktiva miniatyran antennen ansluten.

Den aktiva antennkabeln måste anslutas till antensockeln på GPS-modulen innan modulen monteras in i sin sockel på kretskortet. För permanent fastsättning skall modulhöljet lödas till jord vid de punkter som visas på komponentplaceringsritningen. Detta hjälper till att hålla kontakten på plats och ger också mekaniskt stöd.

Konfiguration

När kretsen är färdigbyggd och du har kollat alla lödningar kan GPS-mottagaren anslutas till USB-porten på din PC. Windows XP kommer nu att känna igen en ny USB-enhet. Det enklaste sättet att fortsätta nu är att låta Win-

dows hitta en lämplig **drivrutin** på Internet. Om du föredrar detta (eller om du använder ett annat operativsystem) kan du hämta den relevanta drivrutinen från FTDI-s websida och ladda ner denna. När installationen är klar finns det en ny COM-port på din PC.

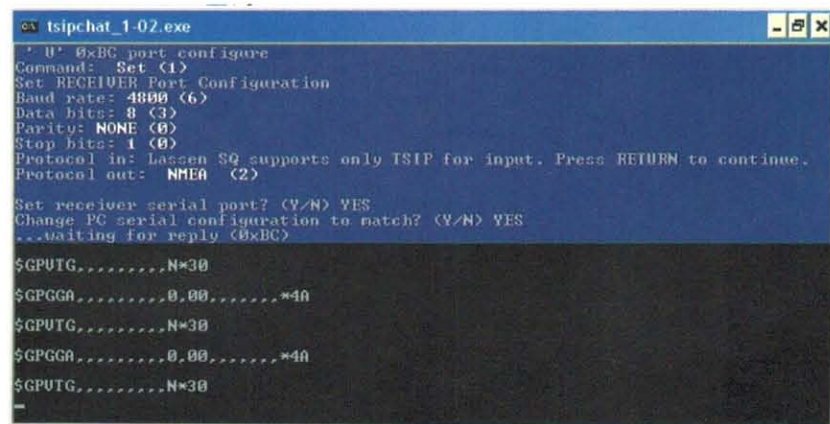
När den levereras använder Trimbles GPS-modul ett tillverkarspecifikt protokoll som kallas TSIP. Modulen måste omkonfigureras (en gång) för att få den att sända data enligt NMEA (National Marine Electronics Association) protokollet. Detta är lätt att göra med programmet **SQ Monitor**, som kan hämtas gratis från Trimble. Det fönster som visar serieinterfaceinställningarna för GPS-modulen, och där du kan ställa in

datautgångsprotokollet kan ställas in på NMEA, finns tillgängligt under menyalternativet 'Configure/Serial Port'. RS232-interfacet skall konfigureras med parametrarna 4800,8,N,1, som är standarden för NMEA-data och som också är det förvalda värdet på den flesta PC-baserade mjukvarorna för navigation och reseplanering.

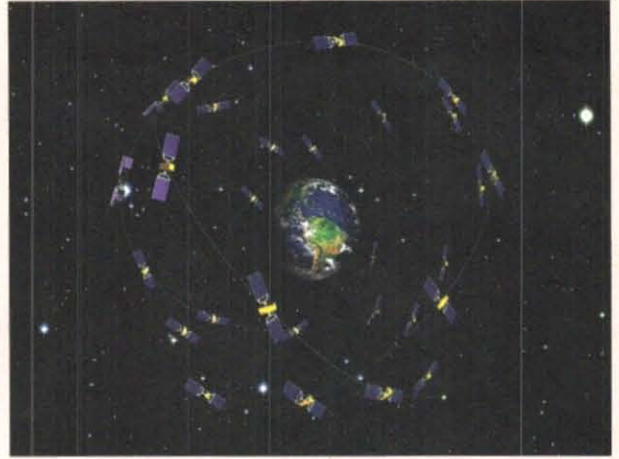
TSIPChat

Om det skulle uppstå problem vid konfigurationen av kommunikationsprotokollet så har Trimble också ett lågnivå konfigurationsverktyg som kallas 'TSIPChat.exe', som körs under DOS och som kommunicerar med GPS-modulen via COM1 eller COM2.

För att använda detta program måste en virtuell USB COM-port installeras på COM1 eller COM2. Detta gör du i Enhetshanteraren under 'Portar (COM & LPT)' där 'USB serieport (COM n)' kan väljas med ett dubbelklick. Då får du upp egenskaperna hos USB-serieporten. Byt från fliken 'Allmänt' till 'Portinställningar' och använd 'Avancerat' för att nå fönstret 'Avancerade inställningar'. I fältet COM-portnummer kan du välja från tillgängliga COM-portar. Här väljer vi 'COM2'. Listan kan visa porten som 'Används' men detta bryr vi oss inte om eftersom COM1 och COM2 adresseras via datorns BIOS. Om COM1 eller COM2 var



Figur 6. Interfacekonfigurationen med 'TSIPChat' programmet.



GALILEO

Europas svar på GPS

Hans Weber

För att minska sitt beroende av USA har EU, tillsammans med European Space Agency, initierat sitt eget satellit-navigeringssystem. GALILEO kommer att leverera bättre positionsdata än GPS och skulle, om allt gått enligt ritningarna, tas i bruk under 2008.

GALILEO baseras på 30 satelliter som är positionerade i tre olika omloppsbanor. Av de tio satelliterna i varje bana är nio aktiva och den tionde fungerar som backup och kan kopplas in när som helst. Höjden på omloppsbanorna är ungefär 236000 km och satelliterna befinner sig därför på medelhöjd (medium earth orbit, MEO).

GALILEO är exklusivt designad för civila ändamål, men det finns också en säkerhetsaspekt:

- en gratis grundservice är öppen för allmänheten, jämförbar med den civila GPS-signalen, men med bättre kvalitet och tillförlitlighet;
- en kommersiell service som, mot en avgift, erbjuder extra information för att förbättra noggrannheten och pålitligheten (eller 'integriteten') och som riktar sig mot professionella tjänster som logistik och så kallad Fleet Management;
- en 'safety of life' service med speciellt hög kvalitet och tillförlitlighet för säkerhetskritiska applikationer, som till

exempel för sjö och lufttransport;

- en sök och räddningsservice; och

- en 'public regulated service' som är krypterad och erbjuder en mycket hög motståndskraft mot störningar. Användare måste vara 'myndigheter med ansvar för skydd och säkerhet'.

Ursprungligen föddes GALILEO som en utmanare till GPS. Under tryck från USA undertecknades en överenskommelse i juni 2004 som gav systemen lika status, kompatibilitet och, inom den civila sektorn, interoperation mellan GALILEO och GPS. Applikationer som använder båda systemen är därför möjliga. I vilket fall som helst hade EU redan deklarerat att moduleringsschemat BOC (Binary Offset Carrier) 1.5 inte skulle användas utan ersättas med 1.1 schemat, vilket också kommer att användas i nästa generation av GPS ('GPS III'). Man har också kommit överens om att samarbeta när det gäller att förhindra 'fientlig användning' av signalerna. Detta betyder att i krisområden eller i områden 'av intresse för den nationella säkerheten' hos någon av parterna så kan tjänsten begränsas eller stängas helt och hållet.

Kritiker som klagat på den höga utvecklingskostnaden (uppskattad till runt fyra miljarder euro) hävdar att GALILEO efter detta är överflödigt. Dessutom har man frångått det ursprungliga tidsschemat. Här är hastigheten en faktor, för om inte den första satelliten skjuts upp senast i februari 2006 så kan man mista de frekvenser som tilldelats av ITU. Den planerade starten under 2008 har redan flyttats och nu sägs att GALILEO kommer att gå i tjänst 'strax före slutet av detta årtionde'.

lediga skulle FTDI VCP installera sig själv som COM3, eller när det gäller en laptop med ett inbyggt modem, som COM4. Notera att på en laptop kan COM2 eventuellt användas för IrDA. Bekräfta nu genom att klicka på 'OK' och starta om datorn. Du kan nu kolla de nya inställningarna i Enhetshanteraren.

Såväl som Trimbles TSIPChat.exe så finns det också äldre navigationsprogram som bara kan arbeta med COM1 eller COM2-portarna.

En högerklickning på TSIPChat, följt av valet 'Properties' öppnar fönstret 'Properties'. Då detta är ett DOS-program finns det en 'Program' flik intill fliken

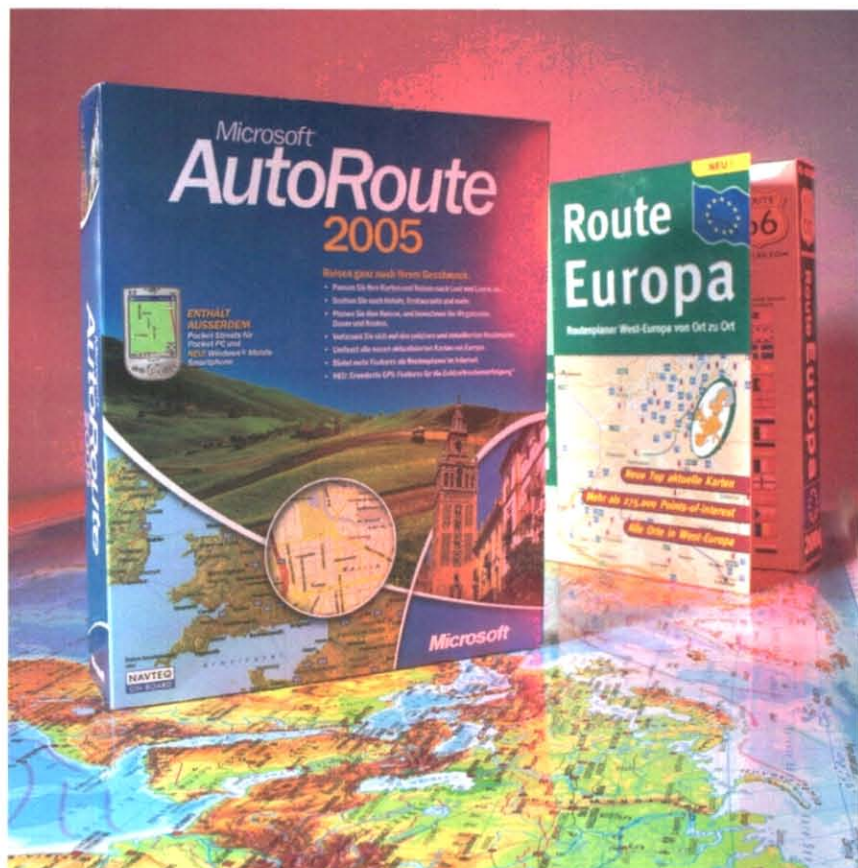
'General'. Under denna flik måste du lägga till den alternativa strängen '-c2' i slutet av kommandoraden. Kryssrutan 'Close on Exit' får inte vara markerad. När du klickar på 'OK' är konfigurationen klar såvitt gäller Windows. När TCPICChat körs kommer det upp ett DOS-fönster. Skriv först 'U'. Du blir tillfrågad om du vill ändra COM-portinställningarna. Bekräfta med 'Y' och konfigurera interfacet till 4800 baud, 8 databitar, N (ingen paritet), 1 stoppbit, 'TSIP' ingångsprotokoll och 'NMEA' utgångsprotokoll (figur 6).

När initialiseringen är klar kommer GPS-data att visa sig i DOS-fönstret i NMEA-format. För att avsluta klickar

du på 'Esc' två gånger och stänger DOS-fönstret.

Navigationssystem

Många av de reseplaneringsprogram som finns tillgängliga för PC förstår NMEA-protokollet. Reseplaneraren kan då anslutas till en GPS-mottagare och visa den aktuella positionen på en karta. Vissa reseplanerare förvandlas till kompletta navigationssystem med röstutgång så fort en GPS-modul kopplas in. Det är således mycket enkelt att använda en laptop tillsammans med den USB GPS-mottagare som vi beskrivit här för att skapa ett navigationssystem



Figur 7. Tillsammans med ett kommersiellt navigationsprogram som körs på en bärbar dator bildar GPS-mottagaren ett komplett navigationssystem.

(040264-1)

tillsammans med en reseplanerare. Lämpliga program, som 'Route 66', som visas på bilden i början, finns att köpa i Sverigeversionen för runt 400:-. I mån-

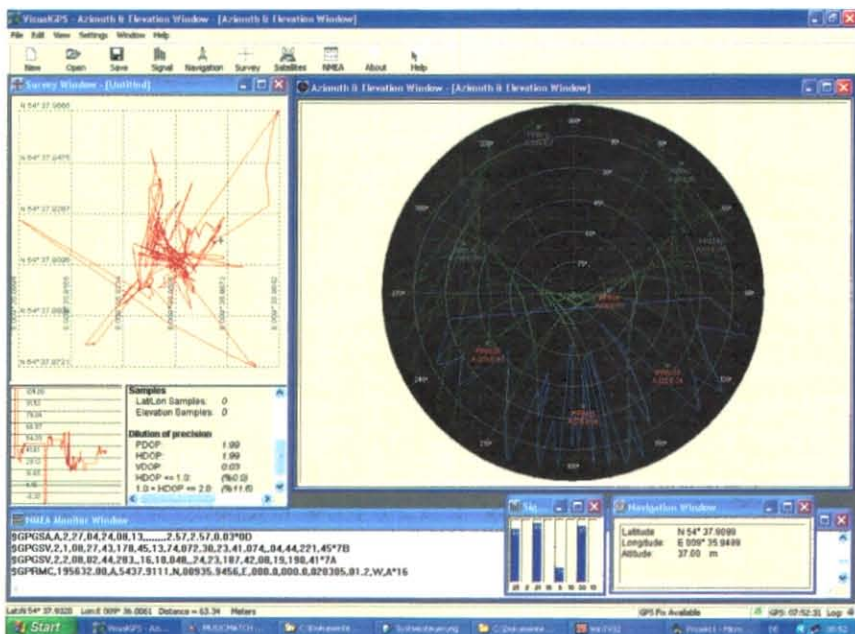
ga fall kostar det ingenting alls. Microsofts 'Autoroute' till exempel är förinstallerad på många datorer som en del av programpaketet MS Works, figur

7. För att etablera kontakt med GPS-mottagaren räcker det med att helt enkelt aktivera GPS-funktionen i navigationsprogrammets meny. I Route 66 måste man också ange COM-portnummer och baudtal. I 'AutoRoute' kan du klicka på 'Scan' i inställningsmenyn för GPS och programmet hittar då automatiskt den GPS-mottagare som är ansluten till en USB-port eller den relevanta virtuella COM-porten.

VisualGPS

Om du inte redan har ett navigationsprogram, eller om du bara vill titta mer i detalj på NMEA-data, kan du använda gratisprogrammet 'VisualGPS'. Detta kan hämtas från Internet (se adress i slutet). Som figur 8 visar kan detta intressanta program till och med visa satelliternas rörelse.

Ett alternativ för speciella applikationer är gör-det-själv-lösningen. I rutan 'Avkodade NMEA-data' ger vi ett praktiskt exempel med Visual BASIC. Programexemplet kan hämtas från vår websida, nummer **040264-11.zip**.



Figur 8. Programmet 'VisualGPS' kan till och med visa satelliternas rörelse.

Artiklar i Allt om Elektronik:
 Automobila navigationsystem baserade på GPS, 11/1997.
 USB-RS232 interface, 5/2003.

Länkar:
USB interfacechip
www.ftdichip.com/FTDrivers.htm

Information och firmware för GPS-modulen
<http://trl.trimble.com/docushare/dsw eb/Get/Document-184028/Lassen+iQ+v9.pdf>
http://www.framos.de/pdf_sheets/Lassen_iQ_SQ_Comparison_Rev1.pdf
http://trl.trimble.com/dscgi/ds.py/Get/File-31560/SQ_Monitor.exe

VisualGPS
www.visualgps.net

Översikt av NMEA och GPS-information
<http://vancouver-webpages.com/pub/peter/index.html>
www.gpsm.com/eng/download_eng.htm (GPS TrackMaker, free download)

NMEA 0183 data avkodade med Visual BASIC

En av de standarder som definieras av NMEA (National Marine Electronics Association) är NMEA 0183, som beskriver utväxlingen av data mellan olika elektroniska enheter som används för navigering.

Detta NMEA-protokoll är spritt över hela världen och tillåter i stort sett vilken GPS-enhet som helst som genererar NMEA-data att användas tillsammans med navigations- och kartprogram som körs på en PC, en laptop eller en PDA.

De data som skickas använder ASCII-tecken. Varje 'sats', eller 'mening' börjar med symbolen '\$' och fortsätter med en tvåteckens sändaridentifikator, en så kallad 'talker' (i vårt fall 'GP'), en trecteckens statstypidentifikator och en serie dataposter som separeras med ett kommatecken. I slutet av satsen kan det finnas en checksumma, följt av ett CR/LF par (carriage return/line feed, vagnretur/radmatning, gammalt uttryck från skrivmaskinernas dagar). Varje sats kan vara upp till 82 tecken lång. Om de data som förväntas i ett särskilt fält inte finns tillgängliga så utelämnas helt enkelt värdet, kommatecknet finns fortfarande på plats utan något mellanrum. En mottagare kan därför plocka ut de data som den behöver från en sats helt enkelt genom att räkna kommatecknen.

Några vanliga talkeridentifikatorer är:

GP	GPS
LC	Loran-C (äldre positioneringssystem)
II	Integrated Instrumentation (t.ex. Autohelm Seatalksystem och autopiloter)

Trimble GPS-modulen genererar följande NMEA-satser:

GPMRC:	det rekommenderade minimummeddelande som alla GPS-mottagare skall stödja.
GPZDA:	innehåller data om den lokala tidszonen.
GPGGGA:	innehåller den viktigaste informationen om GPS-position och noggrannhet.
GPGLL:	en kvarleva från tiden med Loran-C mottagare. Den innehåller information om geografiskt läge.
GPVTG:	inkluderar information om hastighet och kurs.
GPGSA:	inkluderar information om de satelliter som används för att bestämma positionen.

GPGSV: inkluderar information om andra satelliter som också kan vara inom synhåll. Då en sats bara kan innehålla data från fyra satelliter så kan det finnas upp till tre satser av denna typ.

För närvarande så finns det 79 satstyper definierade.

Med hjälp av ett 'open source' projekt har vi skapat ett litet program i Visual BASIC som visar hur du använder mjukvara för att plocka ut information ur NMEA-satser. Programmet kan hämtas gratis, antingen som källkod eller körbart från vår websida www.alltomelektronik.se.

Här kommer vi bara att titta kort på procedurerna och funktionerna då källkoden är mycket väl kommenterad. Låt oss veta vilka expansioner till programmet du skulle vilja ha.

Starta Visual BASIC och sedan...

Med hjälp av MSComm.OCX kontrollen, tre knappar, ett textfält, en timer, en checkbox (kryssruta), några labelkontroller och lite kod som körs i bakgrunden är det mycket lätt att sätta upp en respektabel analysator för GPS-data.

När vi startat Visual BASIC påbörjar vi ett nytt 'standard EXE' projekt. Den huvudkontroll som används är MSComm.OCX, som är en av de standardkontroller som följer med Visual BASIC. Under 'Project/Components' adderar du 'Microsoft Comm Control x.x' till projektet.

Telefonikonen skall nu finnas i verktygslådan under och vi kan nu placera denna i formen.

Därefter ger vi projektet ett namn och börjar spara det regelbundet eftersom fel kan få programmet att gå i en obrytbar loop, till exempel om vi glömmer att inkludera ett anrop till 'DoEvents'. Då vår USB GPS mottagare är konfigurerad med parametrarna 'COM2;4800,8,N,1' så är detta de inställningar som skall anges under 'Properties' i MSComm.

Vi kan nu skapa en kontrollrad med de tre knapparna och anropa knappklickfunktioner med ett Select-Case block för att förbättra kodens läsbarhet.

Nu placerar vi textfältet och ser till att egenskapen 'Multiline' är aktiverad eftersom vi annars bara kommer att se en fladdrande textrad.

Timerkontrollen tar hand om uppdateringen av data. Med checkboxkontrollen kan formen ökas eller minskas i storlek och bestämmer om textkontrollen (datafönstret) skall vara synligt eller inte.

Den beskrivande labelkontrollen placeras också i kontrollraden. Visningen av de individuella dataposterna utförs också av labelkontrollerna, vilka här är implementerade som separata kontroller. NMEA-satsen är uppdelad med hjälp av speciella parsingfunktioner som grupperats ihop i modulen NMEA0183.BAS. Det finns nio subrutiner associerade med formen 'frm_master', vilka tillsammans kan läsa ett komplett datablock från Allt om Elektroniks USB GPS mottagare.

Länk: www.NMEA.org

Komponentkällor:

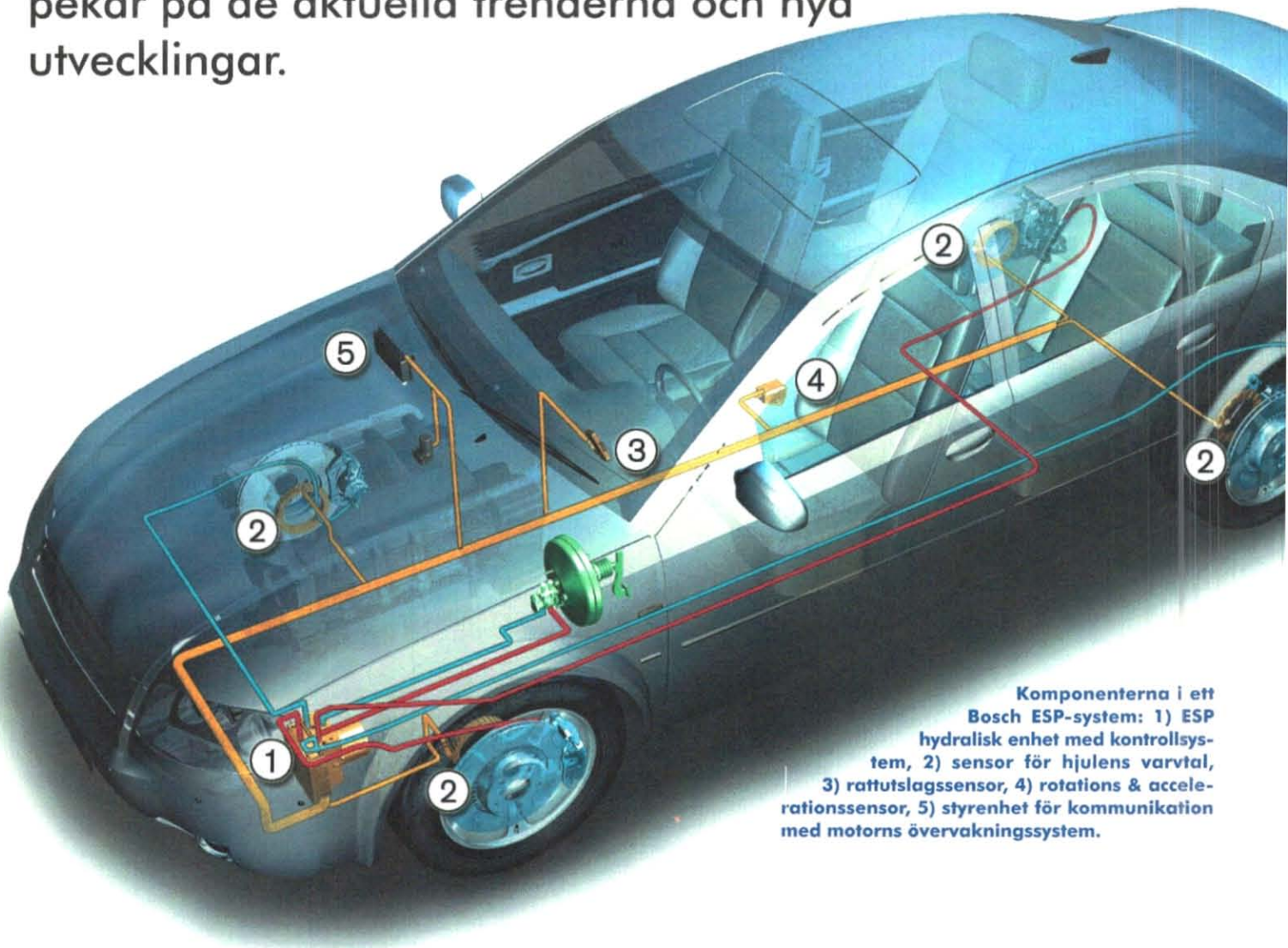
Framos Electronic
Dauthendeystrasse 2
D-81377 Munich - Germany
Tel.: +49 89 71 06 67 69
Fax: +49 89 71 06 67 66
sales@framos.de
http://www.framos.de/www.dir/en/start_en.html

Molecular Computer
Bahnhofstrasse 33
D-63110 Rodgau
Germany
Tel.: +49 61 06 40 35 37
Fax: +49 61 06 6 15 12
<http://www.molecular.de>

KÄNSELORGAN

Helmuth Lemme

Moderna bilar är datornätverk på hjul där sensorer är länkarna ut mot den egentliga världen. Dessa känselorgan för den inbyggda elektroniken skall uppfylla extremt stränga krav. Här ger vi en översikt av de i stort sett obegränsade variationerna av sensorer och pekar på de aktuella trenderna och nya utvecklingar.



Komponenterna i ett Bosch ESP-system: 1) ESP hydraulisk enhet med kontrollsystem, 2) sensor för hjulens varvtal, 3) rattutslagssensor, 4) rotations & accelerationssensor, 5) styrenhet för kommunikation med motorns övervakningssystem.

FÖR FORDON

Trycket från den ökande konkurrensen tvingar biltillverkarna till mer och mer sofistikerade uppfinningar. Detta gäller inte bara vanliga privatbilar, utan också kommersiella fordon som lastbilar, bussar och, naturligtvis, motorcyklar. Några av de större förbättringarna under senare år är:

- ökad körsäkerhet,
- minskad bränsleförbrukning,
- minskad miljöpåverkan,
- förbättrad komfort och
- förbättrade diagnostiska funktioner.

För att göra allt detta möjligt måste man kunna mäta ett antal fysiska storheter, mekaniska, termiska etc., på ett stort antal platser i fordonet och sedan överföra detta till en mikrokontroller. Mikronn övervakar de uppmätta värdena och triggar lämpliga styrfunktioner när så är nödvändigt. I moderna lyxbilar kan antalet sensorer uppgå till hundratals och motorfordon förändras gradvis till mobila elektroniska fästningar. Rent allmänt kan man se att trenden går från oberoende arbetande individuella moduler till hela nätverk i fordonet via lämpliga databussar. Bildligt talat så gäller det att varje vinkel och vrå i bilen vet vad som händer på alla andra ställen i bilen. Vissa av de funktioner som inte skulle finnas utan sensorer är:

- **ABS** (anti-lock braking system): lösning av bromsarna förhindras genom att minska trycket på bromsbeläggen under elektronisk kontroll för att behålla fordonets styrbarhet.
- **ASR** (acceleration slip regulation, eller 'traction control'): förhindrar individuella hjul från att slira.
- **ESP** (Electronic Stability Program): förhindrar att fordonet sladdar utan behåller kursen.
- **ACC** (Adaptive Cruise Control): automatisk kontroll av det optimala avståndet till framförliggande bil i förhållande till hastigheten.
- Minimera skadliga utsläpp genom att övervaka avgaserna och justera bränsle/luft-blandningen.
- Utlösa krockkuddar i händelse av en kollision, men bara om det aktuella sätet är upptaget.
- Backa ett fönster om det inte kan stängas utan att stöta på motstånd (eftersom ett finger är i vägen till exempel).
- Varningssignaler för dörrar som inte är korrekt stängda när fordonet är i rörelse, otillräckligt med bränsle i tanken, isiga vägar, inte fastspända säkerhetsbälten osv.

Då människoliv, betydande värden och ryktena för hela företaget är beroende av att dessa sensorer fungerar på ett tillförlitligt sätt så måste de uppfylla oerhört stränga funktionskrav. De omgivande konditioner som dessa sensorer möter är utmanande, med temperaturer som ligger klart under fryspunkten (-40 °C) till den fräsande värmen från en överhettad motor (160 °C och kortvarigt upp mot 200 °C) såväl som regn, is, vägsalter, olja, bromsvätska, batterisyra, damm, avgaser, vibrationer, mekaniska stötar och starka magnetfält från den omedelbara omgivningen. Förutom att vara skyddade mot totalt sönderfall så måste dessa sensorer också kunna utföra sina mätningar noga inom de specificerade toleranserna under många år. Och samtidigt är de också utsatta för oönskade kostnadsaspekter. Resultatet har blivit att bara en bråkdel av alla de tänkbara kommersiellt tillgängliga sensortyperna kan klara urvalskraven. Figur 1 ger en översikt av de viktigaste fordonssystem som innehåller sensorer.

Motorsensorer

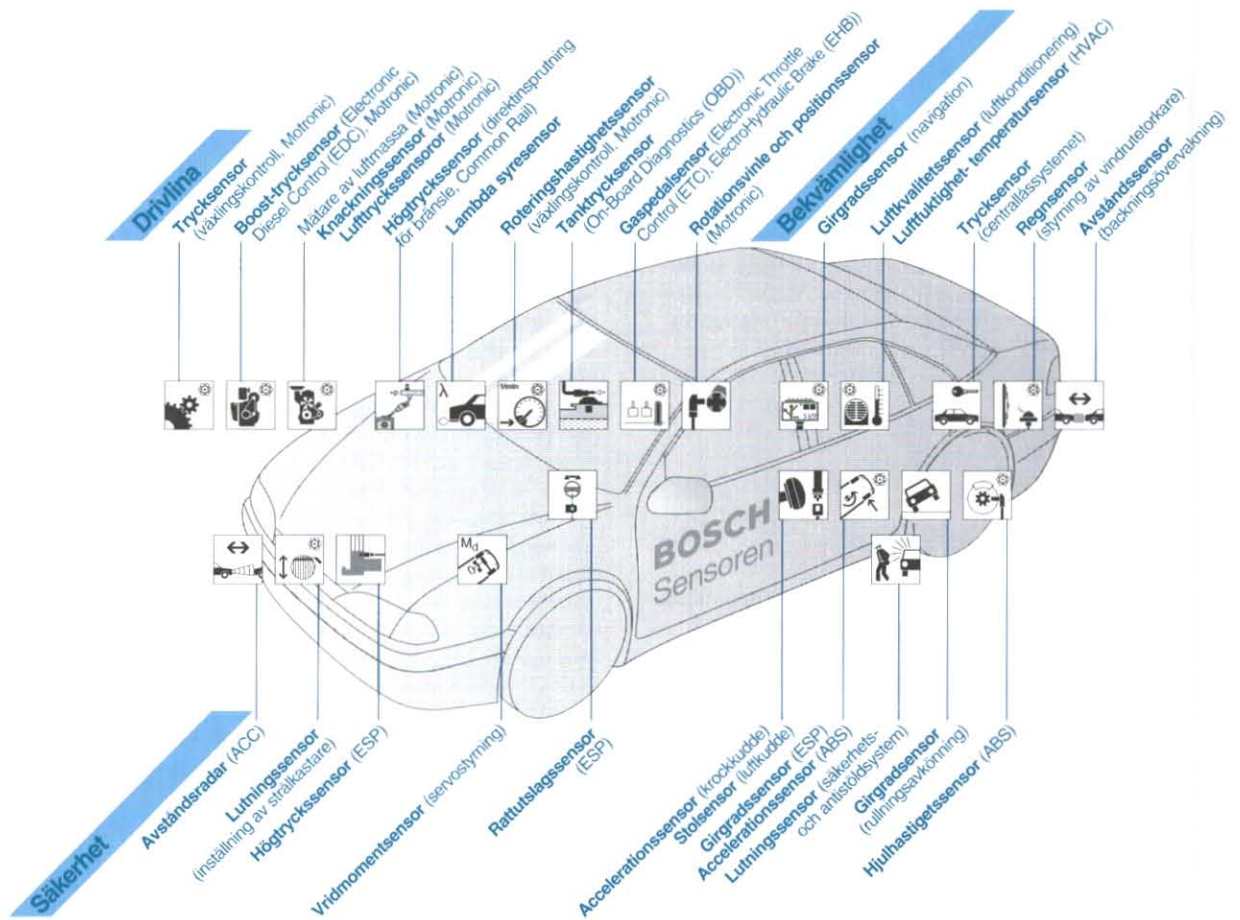
En av de viktigaste storheter som skall mätas är vevaxelns varvtal. Det 'klassiska' sättet att göra detta är att använda en induktiv sensor som består av en spole och en permanentmagnet. En givare sitter fast på vevaxeln. När denna passerar framför sensorn ändras magnetflödet genom spolen. För varje varv hos axeln induceras en puls och denna behandlas sedan av den elektroniska kretsen.

Ett annat alternativ rör en magnet som sitter fast på axeln. Om denna typ av sensor är placerad intill ett kuggdrev eller ett magnetiserat drev med flera poler (flerpolig ring) fås motsvarande antal pulser vid varje varv hos axeln. Denna princip är enkel och ekonomisk. Frekvensen hos den genererade signalen är ett mått på varvtalet. En nackdel med denna lösning är dock att den spänning som genereras också är proportionell till varvtalet och det är därför svårt att känna av mycket låga varvtal.

Detta problem kan man undvika genom att använda en sensor som reagerar för ett statiskt magnetfält, som en Halleffektsensor eller en magnetoresistiv sensor. Dessa sensorer slits inte, är tillförlitliga och mycket använda i fordon då de dessutom är billiga.

Nästa viktiga storhet är den momentana vinkelpositionen hos vevaxeln eller kamaxeln, som roterar med halva vevaxelns hastighet i en fyrtaktsmotor. Denna storhet behövs av den elektroniska tändningen. Även här passar induktiva och magnetiska sensorer. Utvecklingen håller på att gå ifrån mekanisk ventilstyrning och över till elektronisk ventilstyrning. Siemens/VDO-s *Electronic Valve Train* (EVT) system, till exempel, ger fler alternativ för ventilernas öppnings och stängningstider och motorn kan då arbeta mer effektivt. En annan parameter som måste övervakas är motortemperaturen eftersom överhettning på grund av

Figure 1.
Olika typer av sensorer kan man hitta överallt i moderna fordon.



fel i kylsystemet kan orsaka allvarliga skador. Halvledarsensorer och mekaniska sensorer (som använder platina eller andra metaller) är lämpliga att använda som temperatursensorer.

En flödessensor i bränsleledningen kan ge information om den momentana bränsleförbrukningen. Den kan emellertid utelämnas i moderna bränsleinsprutade motorer då den förbrukade bränslemängden kan beräknas exakt från den bränslevolym som levereras av insprutningspumpen. Datorn ombord kan sedan beräkna och visa den genomsnittliga förbrukningen per 100 km, den totala förbrukningen sedan senaste nollställningen och (om mängden bränsle i tanken också inkluderas i beräkningen) den förväntade sträcka du kan köra på det bränsle som finns i tanken.

Att mäta den mängd luft som tas in av motorn (eller rättare, massan hos insugsluften) är mycket viktigt för optimal motorkontroll. Som är väl känt beror luftens densitet på lufttemperaturen och höjden över havet. Med sensorer som i huvudsak mäter luftvolymen måste det uppmätta värdet korrigeras på lämpligt sätt. Mekaniska luftflödessensorer använder en potentiometer för att känna av hur en vindflöjel i luftströmmen avböjs av det dynamiska trycket. Rörliga delar kan man slippa genom att använda termiska luftflödessensorer (hot-wire och hot-film). Sådana sensorer använder en platinatråd eller en liten keramisk platta med värmelement av platina och motstånd med förångad metallfilm som sensorelement. Kylningseffekten från luftströmmen som flyter förbi sensorn kompenseras

med ett styrsystem i en closed-loop som håller sensorn vid en konstant temperatur. Den uppvärmningsström som behövs för att hålla sensorn vid en konstant temperatur är proportionell till luftflödet och ger således ett mått på detta flöde.

Vridmomentmätningar

Moderna automatlådor styrs av mikrokontroller. För att avgöra den optimala växlingspunkten behöver mikrokontrollern information om det vridmoment som genereras av motorn såväl som varvtalet. Detta representerar en särskild utmaning för sensorkonstruktörer eftersom denna storhet måste mätas på en roterande axel. Ett alternativ är att använda den magnetoelastiska effekten, som är förändringen i den magnetiska permeabiliteten hos stål under mekanisk påverkan. Ett annat alternativ är att mäta vridningen hos axeln med hjälp av två vinkelsensorer som placeras på ett visst avstånd från varandra.

'x by wire'

När en förare assisteras av elektroniska hjälpmedel som ABS, ASR, ESP, ACC osv. så aktiveras styrelementen (gaspedal och bromsar) inte längre direkt av den mekaniska länken till pedalerna. Den krets som är ansluten mellan pedalerna och styrelementen har sin egen 'intelligens' och utför korrigeringar om det är

nödvändigt. Detta brukar man kalla för *drive-by-wire* och *brake-by-wire*.

Pedalens läge känns av med hjälp av vinkelsensorer, egentligen potentiometrar, som måste uppfylla extrema krav på tillförlitlighet. Normala potentiometrar med kolbana slits med tiden och då ökar deras resistens. Förutom detta kan också löparen tillfälligt lyftas från kolbanan på grund av nedsmutsning. Ökat serviceliv kan man få genom att använda förslitningsfria konstruktioner, som den nya produkten från Novotech som kombinerar induktiva och resistiva arbetsprinciper. I denna sensor modulerar en skjutbar ferritbygel den induktiva kopplingen mellan två konduktiva slingor. Graden av koppling mäts med en ASIC (applikationsspecifik IC-krets).

Elektronisk servostyrning

I några modeller som finns i produktion fås kraften för servostyrningen från en elektrisk motor i stället för ett hydrauliskt system. Detta medför minskad bränsleförbrukning och lägre vikt. Elektrisk servostyrning behöver en vinkelsensor som är anbringad på rattstängens för att mäta det totala vinkelutslaget över ungefär fyra fulla varv. Utgångssignalen från denna sensor är också viktig för ESP-systemet. Rattsensorn kan använda en potentiometer eller utnyttja magnetiska eller optiska effekter för av avkänna rattutslaget.

Steer-by-wire (styrning via kabel) refererar till ett helt elektroniskt styrsystem som liknar det som finns i vissa nyare flygplan och där det inte finns någon mekanisk länk mellan ratten och framhjulen. Systemet befinner sig fortfarande på utvecklingsstadiet och är ännu inte färdigt för massproduktion. Säkerhetskraven är oerhört stränga. En tillfällig lösning som utvecklats av Bosch låter elektroniken gå via en planetväxellåda.

Om elektroniken skulle fela kan fordonet fortfarande styras med hjälp av det mekaniska systemet. Brake-by-wire (bromsa via kabel) finns också i form av en tillfällig lösning med en elektromekanisk bromspedal som elektroniskt kontrollerar elektrohydrauliskt aktiverade bromsar.

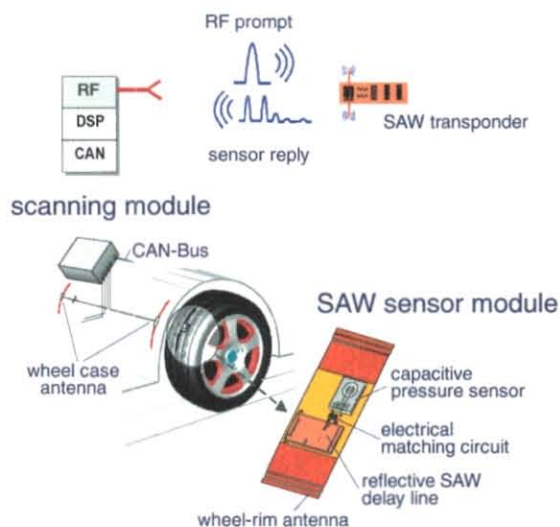
Förutom säkerhetsöverväganden så är det huvudsakliga hindret för ett rent elektroniskt system det faktum att den ström som är nödvändig för operation med ett 12-V elektriskt system skulle bli alldeles för hög för praktiska ändamål. Övergången till ett 42-V system, som har varit på gång under en längre tid nu (se *Allt om Elektronik* 5/2000) hålls hittills på is av industrin, i huvudsak av kostnadsskäl.

Minimera nedsmutsning

Att minimera de skadliga avgasutsläppen kräver att bränsle/luffförhållandet (λ) optimeras i motorns insug. Lambdasensorn i avgasröret är en syresensor som baseras på principen av ledande joner i en solid elektrolyt. Signalen från lambdasensorn används för att justera den bränsle/luftblandning som matas till motorn. Lambdasensorer har också blivit tekniskt sofistikerade enheter och de finns tillgängliga i alla möjliga olika varianter för olika typer av applikationer.

Intelligenta fönster

Förutom positionssensorer som kopplar från motorn i fullt öppet eller fullt stängt läge så har också elektriskt



Figur 2. Ett sensorsystem för att mäta tryck och temperatur i roterande hjul använder en så kallad surface acoustic wave transponder. (Källa: Siemens-VDO)

styrda fönster och takluckor trycksensorer som känner av motståndet hos stängningsrörelsen. Detta eftersom det finns risk att komma i kläm, speciellt när barn leker med fönstren eller takluckan. Fönstren och takluckan skall öppnas automatiskt igen om de stöter på någon form av motstånd. En sensor som utvecklats speciellt för detta ändamål är TLE49x6 från Infineon. Detta är en dubbel Hallsensor som innehåller två Hall-element på ett enda chip och som avgör position och rörelseriktning.

Luftryck och bromsar

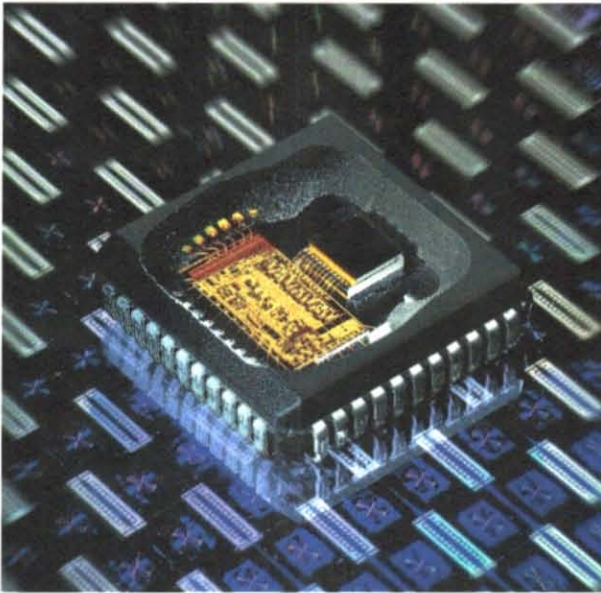
Däck är bland de viktigaste säkerhetsrelaterade komponenterna. Skador på däck har varit orsak till oräkneliga olyckor. För lågt luftryck är speciellt farligt eftersom överdrivna rörelser i däckssidorna kan få dessa att överhettas och expodera. Elektroniska övervakningssystem kan ge tidig varning om lågt luftryck. Dessa monteras till att börja med i kommersiella fordon (lastbilar, bussar etc.).

Ett speciellt problem när det gäller detta är överföra uppmätta data från det roterande hjulet till det (relativt) stillastående chassit. Trådlösa länkar är betydligt mer tillförlitliga än släpningar i detta sammanhang. Med ett trådlöst system länkas tryck och temperatur-sensorer till en sändare inuti det däck som skickar mätningarna vidare via radiovågor. Tidiga versioner av



De olika komponenterna i ett Bosch ESP-system. (Källa: Bosch)

Figur 4.
En mikro-
mekanisk rota-
tionshastighets-
sensor känner
av fordonets ro-
tation runt sin
vertikala axel.
(Källa: Bosch)



dess system försörjdes av litiumbatterier, men det är önskvärt att slippa batterierna av underhållsskäl. Moderna batterilösa system, som *Tire IQ* från Siemens VDO Automotive och Goodyear använder så kallade SAW-transpondrar (surface acoustic wave) som strömförsörjs av HF-fältet.

ABS, ASR och ESP-systemen måste veta hur snabbt hjulen snurrar. I tidigare system bestämdes detta med hjälp av induktiva sensorer som de vi redan nämnt, med den nackdelen att de ger dåliga resultat vid låga rotationshastigheter. Magnetiska sensorer som utnyttjar Halleffekten och olika typer av magnetoresistiva sensorer har visat sig överlägsna för detta ändamål.

Elektroniskt förbättrad stabilitet

Många olyckor orsakas av sladdning. Bosch Electronic Stability Program (ESP) som visas i figur 3 inkluderar ABS och ASR-funktionerna och går vidare från dessa. Systemet detekterar en sladdningsrörelse hos fordonet på ett mycket tidigt stadium och försöker att aktivt motverka sladdningen för att få fordonet under kon-

troll igen. Detta görs genom att bromsa de individuella hjulen på lämpligt sätt och samtidigt minska motorkraften. För att göra detta korrelerar kontrollen rattutslaget och den påförda bromskraften med fordonets rotation runt sin vertikala axel (så kallad yaw rate eller girgradsavkänning) och fordonets hastighet.

Det finns många olika typer av sensorer som kan mäta girgraden. De flesta av dem använder corioliskraften, som får ett svängningsmönster hos en vibrerande mekanisk struktur (som en roterande pendel eller en stämgafläkt) att förändras när det roteras. Denna förändring detekteras av variationer i kapacitansen mellan svängningselementet och substratet, se figur 4. Om fordonet skulle välta och bli liggande på taket eller på sidan så måste de tätt åtdragna säkerhetsbältena lossas så att det skall bli enklare att få ut passagerarna. En lutningssensor kan användas för att känna av fordonets läge. Många olika arbetsprinciper kan användas för dessa sensorer, men sensorer baserade på termiska principer är särskilt lämpade för att tillverka små billiga enheter. Sådana sensorer innehåller en elektriskt uppvärmd tråd som är omgiven av en bubbla med varmluft. Om sensorn är horisontell tar de två temperatursensorerna på var sida om värmeenheten emot lika mycket värme. Dessa sensorer är kopplade till en mätbrygga vars utgång är noll i detta läge. Om sensorn lutar kommer värmesensorerna att få olika temperaturer och utgången kommer inte längre att vara noll volt. Minst två tillverkare (Memsec och Vogt) erbjuder idag denna typ av sensorer (se också artikeln 'Mobil navigation' i denna tidning)

Tillförlitlig mätning av bränslet

Den vanligaste metoden för att mäta bränslet i en tank omfattar ett flöte som är anslutet via en hävarm till en potentiometer som är förseglad för att förhindra att bränslet tränger in. Detta arrangemang är utsatt för slitage, vilket kan ge en felaktig avläsning med, ibland, otrevliga konsekvenser som följd.

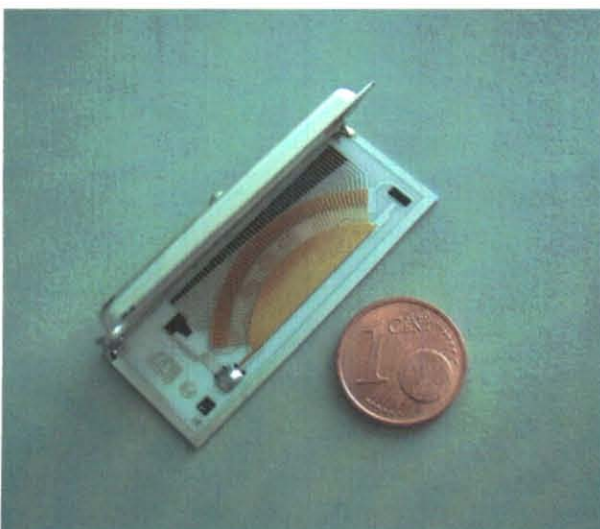
Siemens VDO tillverkar en slitagefri sensor. Den innehåller en rad med magnetiskt aktiverade kontaktelement som påminner om en harpa. Fältet från en magnet som sitter fast på en flytande hävarm passerar genom höljet och sluter individuella kontakter i tur och ordning (figur 5).

Morgan Electro Ceramics har introducerat en helt annorlunda princip som inte behöver något flöte. Det använder ultraljudsvågor som sänds ut av piezoelektriska transducrar i botten av tanken och som mäter bränselnivån. Denna nivå bestäms genom att mäta tiden det tar för vågorna att reflekteras.

Personlig säkerhet

Den allra största tillförlitligheten krävs av sensorerna för krockkuddarna. De måste reagera med absolut säkerhet när det inträffar en kollision med en viss kraft, men de får aldrig reagera för stötar under tröskelnivån och på så sätt i stället orsaka en olycka. För detta används accelerationsensorer. Även för detta ändamål finns det många olika arbetsprinciper. De flesta av dem utnyttjar trögheten hos en massa upphängd i en fjädermekanism och där massans avböjning från ett viloläge känns av. Mikromekaniska versioner som etsats från monolitiska kiselkristaller används allmänt.

Figur 5.
En mycket tillförlitlig mätare av bränselnivån med många fina kontaktarmar som aktiveras av en extern magnet som passerar utefter kontakterna.
(Källa: Siemens-VDO)



Massans avböjning får kapacitansen mellan 'tänderna' i en sammanflätad kam att ändras och denna förändring detekteras av en elektronisk krets som är integrerad i samma chip. Trots deras delikata mikroskopiska strukturer har dessa sensorer enastående hållbarhet, se figur 6.

Om passagerarsätet är tomt finns det ingen anledning att trigga luftkudden på passagerarsidan vid en eventuell olycka. Ett sätt att implementera vad som kallas 'occupant classification' (OC) är att placera en syntetisk kompositmatta som innehåller tryckberoende motstånd under stolsklädseln och på så sätt mäta tryckets distributionsprofil (denna lösning har utvecklats av Bosch och IEE). Om det inte finns något tryck utlöses inte luftkudden och inte heller om en bilbarnstol skulle vara monterad. Andra alternativ inkluderar trycksensorer som är monterade på de fyra fästpunkterna för stolen (se figur 7) och intelligenta bultar (Bosch iBolt system). I detta fall beräknar utvärderingskretsen vikten på passagerarsidan och vikt-distributionen och anpassar sedan sin strategi från denna information: Fullt utlöst krockkudde, mjukt utlöst kudde eller ingen trigging alls.

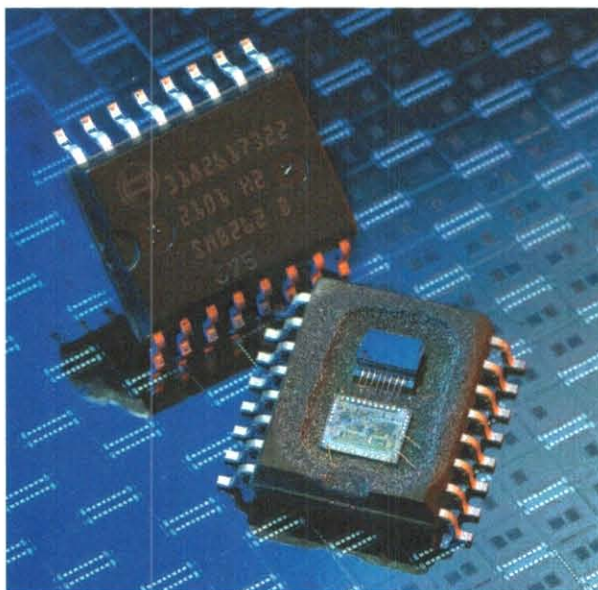
Internt och externt klimat

Oavsett hur vädret är på utsidan så skall klimatet inuti fordonet vara behagligt. Det blir allt vanligare med luftkonditioneringsaggregat som reglerar värmen (eller kylan). Deras temperatursensorer arbetar vanligen enligt principen resistensvariation. Föraren behöver ren luft för att kunna ha full uppmärksamhet på körningen. När man kör genom en tunnel kan halterna av giftiga gaser (CO₂, CO, NO_x, och oförbrända kolväten) stiga mycket snabbt. I detta fall är det bättre att spärra tillförseln av luft utifrån och låta luften i bilen cirkulera tills luften på utsidan är ren igen. Detta kan man göra med hjälp av en luftkvalitetssensor som mäter koncentrationen av oönskade gaser (speciellt CO och NO_x) och stänger en ingångsventil när ett tröskelvärde överskrids (den här typen av sensorer tillverkas bla. av Bosch).

Vindrutetorkare som automatiskt börjar gå när det börjar att regna minskar bördan på föraren. Regnsensorer arbetar optiskt med en kombination av en LED och en infraröd fotodiod. Reflektionen från en vindruta är annorlunda när den är torr än när den är våt. Hastigheten hos torkarna kan också justeras enligt hur mycket det regnar. Andra typer av sensorer, som ett system tillverkat av Preh, detekterar imma på glaset och styr luftkonditioneringen med denna information. En display som visar utetemperaturen är viktig på vintern. Många moderna fordon har temperatursensorer som varnar för isigt väglag. De är monterade tillräckligt långt från motor och avgasrör för att dessa inte skall påverka sensorerna.

Felfri navigering

Navigationssystem blir allt populärare. De bestämmer positionen hos ett fordon med hjälp av GPS, men de fungerar inte i tunnlar eller i underjordiska garage. För att kunna bestämma orienteringen hos ett fordon är det nödvändigt att använda en elektronisk kompass med mycket noggranna magnetfältssensorer. Hall-effektsensorer är alldeles för okänsliga att användas



Figur 6. En accelerationssensor för trigging av en krockkudde, byggd i form av en mikro-mekanisk enhet med inbyggda tröghet, som avböjs från sitt viloläge.

(Källa: Bosch)

med jordmagnetismen (ungefär 40 μ T) utan i stället används fluxgatesensorer. Dessa är betydligt bättre men samtidigt också dyrare.

Jordens magnetfält kan lokalt förvrängas av påverkan från, till exempel, stora betongbyggnader med stora mängder stål och dessutom stör naturligtvis också bilens kaross magnetfältet. Av detta skäl använder navigationsystemet det avstånd som en bil färdats som en form av extra information. Detta avstånd kan man få från antalet hjulvarv eller genom dubbel integrering av data från en accelerationssensor. Vridningsvinkeln hos ratten är inte tillräckligt noggrann för att mäta sträckan utefter långa kurvor. De tidigare nämnda girgradssensorerna är en betydligt tillförlitligare informationskälla för detta.

Automatiskt säkerhetsavstånd

Elektroniska avståndssensorer gör det lätt att parkera. Piezoelektriska oscillatorer i stötfångarna skickar ut ultraljudspulser och tar emot ekona. Pulsfördröjningen är



Figur 7. Trycksensorer vid fästpunkterna i golvet känner av om stolen är upptagen av en passagerare.

(Källa: Siemens-VDO)

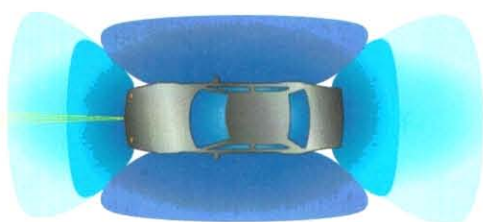
ett mått på avståndet. Mätområdet är ca tre meter. Vid högre farter är en av de vanligaste olycksorsakerna påkörning bakifrån på grund av att man ligger för nära fordonet framför. En radarsensor kan mäta avståndet genom att använda millimetervågor i frekvensområdet 76-77 GHz. Strålen är mycket starkt fokuserad för att inte störas av föremål längs vägen. I Bosch Adaptive Cruise Control (ACC) system scannar fyra överlappande radarstrålar utrymmet framför bilen med en mätområde på upp till 200 meter. Detta system kan också detektera flera olika fordon inom mätområdet. Nästa steg är att förse fordon i vanligt pro-

duktion med korthållsradar. En förutsättning för ett sådant system (SRR, short-range radar) är godkännande av frekvensbandet 24-GHz för detta ändamål (se rutan Frekvenskäbblen i EU). Radioamatörer kommer inte att vara glada!

Vad vi kortfattat beskrivit här representerar bara en bråkdel av de sensorer som idag används i moderna fordon. Utvecklingen går så snabbt att antalet kommer att mångfaldigas på bara några få år. Och förhoppningsfullt kommer detta att innebära fordon som är bränslenålare, säkrare och renare.

(050005-1)

Frekvenskäbblen inom EU



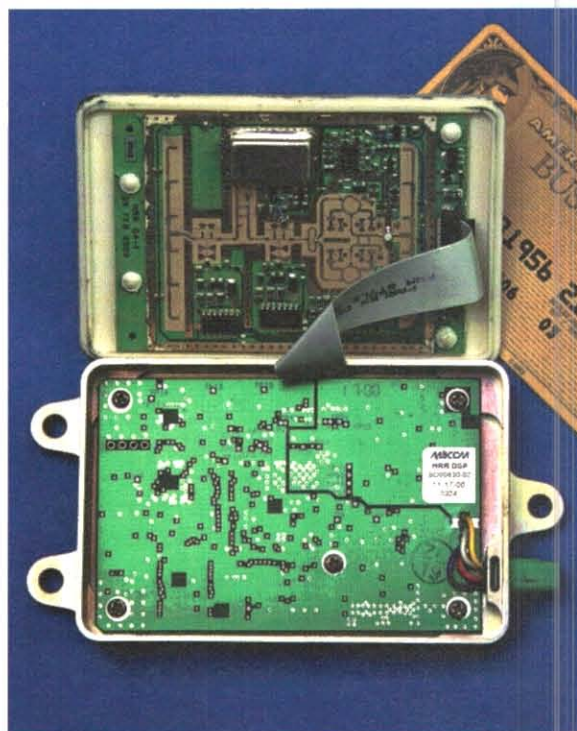
Ett avståndsvarnande radarsystem som redan finns i reguljär produktion har döpts till 'Adaptive Cruise Control' (ACC) av Bosch och arbetar i frekvensbandet 77-MHz och har en räckvidd på mer än 100 meter. Det är dock dyrt och tar också upp stor plats i bilen. Dessutom scannas en relativt smal sektor direkt framför bilen.

Industrin räknar med att kunna minska de så kallade upphinnandelyckorna (påkörning bakifrån) betydligt genom att använda korthållsradar (SSR, short-range radar) som är tänkt att ge full omkretsövervakning på upp till 20 meter. För detta ändamål har billiga radarsensorer som arbetar i frekvensbandet 24-GHz utvecklats och ett industriellt konsortium kallat SARA (för Short range Automotive Radar frequency Allocation) bildades med uppgift att få detta frekvensband godkänt internationellt för bredbandiga radarsensorer för fordon.

Trots att detta uppnåddes redan 2002 i USA så valde EU-kommissionen 79-GHz bandet i mitten av 2004. Detta berodde på att vissa medlemsstater var rädda för att det skulle bli störningar på 21-26 GHz banden, som används för applikationer som punkt-till-punkt radiolänkar, vädersatelliter, radioastronomi och polisradar.

Förutom att försätta exportorienterade tillverkare inom EU i ett konkurrensmässigt ogynnsamt läge så skapade detta beslut en konflikt med EU-s egna mål. EU-s egna aktiva program för vägtrafiksäkerhet (European Action Programme for Road Traffic Safety) uppdrar åt medlemsstaterna att minska antalet trafikoffor med 50% senast år 2010 (i förhållande till år 2000). Detta mål kan man inte uppnå utan förarassisterade system baserade på korthållsradar (SSR) och utan tillgång till 24-GHz bandet kommer det att ta flera år innan dessa system finns tillgängliga då de 79-GHz sensorer som finns tillgängliga idag baseras på dyrbara GaAs-halvledare och som inte är tillräckligt bra.

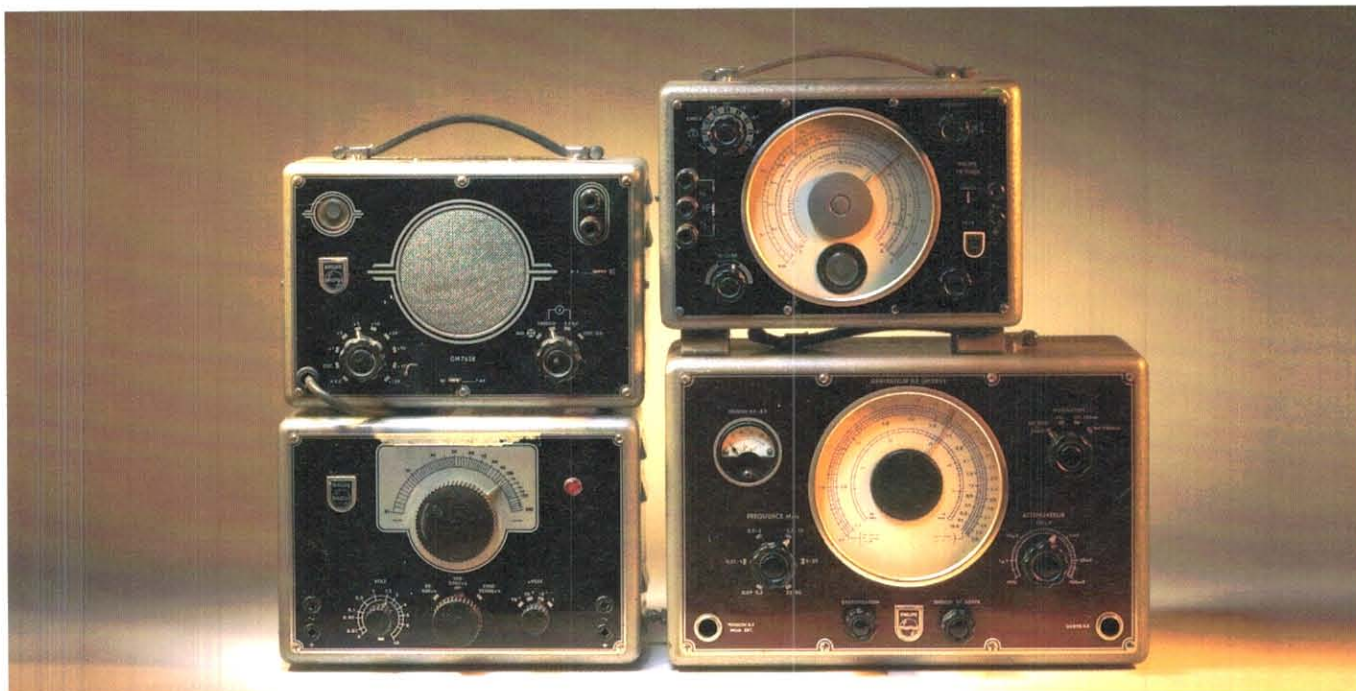
Lösningen på detta problem hittades i en typisk EU-kompromiss bestående av ett begränsat godkännande



av 24-GHz systemet med olika restriktioner, reservationer, provisorier och övervakningsåtgärder. Kommissionens beslut den 17 januari 2005 bekräftar i princip det tidigare beslutet att använda 79-GHz bandet, men det tillåter att 24-GHz bandet används 'så länge som proportionen av fordon försedda med ett sådant system inom varje nationell marknad är lägre än 7%' och säger dessutom att 'för närvarande kan det antas att denna gräns inte uppnås förrän 30 juni 2013'. Denna regel gäller endast nya fordon där radarn fabriksmonteras, men dessa 24-GHz radarsystem kan fortfarande användas efter 2013.

En speciellt originell aspekt är etablerandet av säkerhetszoner för att skydda radioastronomizoner (det är tydligen viktigare att försöka kontakta utomjordingar än att rädda människoliv). När ett fordon närmar sig en sådan zon skall 24-GHz radarsensorerna i bilen stängas av. Fram till 30 juni 2007 är det tillåtet för föraren att göra detta manuellt, men efter detta datum är det bara fordon vars 24-GHz system kan kopplas bort automatiskt (på vilket sätt anges inte) när det närmar sig en sådan zon som kommer att godkännas.

Oavsett vilket så gav bilindustrin omedelbart klartecken för att introducera 24-GHz tekniken som fabriksmonterat tillbehör, vilket betyder att alla nya modeller kan förses med den. Självklart börjar man med lyxmodellerna, som den nya Mercedes Benz S-klass under senare delen av detta år.



Apparater för TV-service ca. 1955

Jan Buiting

Fram till ca 1985 var reparationer av radio och TV-apparater en seriös affär och systerbror till tekniker. Men när vi sedan fick mikrokontroller och billiga importerade TV från Fjärran Östern så blev den nobla konsten att reparera dessa apparater på komponentnivå (en hand i fickan!) inte längre ekonomisk och har nu försvunnit överallt utom i de lägst utvecklade länderna på jorden. Den sista någotsånär autentiska TV Service Chop (han stavade så) jag såg var på en idyllisk gata i Pythagorion på den grekiska ön Samos. Det var inte mycket aktivitet i verkstaden, som annars hade en ganska hygglig uppsättning testinstrument från 1970-talet. Ågaren, en trött, utvandringsengelsman, kunde väl närmast beskrivas som en övervintrad hippie. I de flesta europeiska länderna tog det ungefär tio år för en TV-apparat att bli så billig

att den blev allmänt förekommande i hushållen. Den utrustning som visas på bilden dateras tillbaka till ca 1955 och var Philips sätt att backa upp deras stora försäljning av tidiga TV-apparater (alla med rör förstärks). Återförsäljarna inrättade också upp reparationsverkstäder och utrustade dessa med instrument från Philips.

Bilden visar tre enheter som var typiska under mitten av 1950-talet och ett kanske lite mer ovanligt instrument. Det stora instrumentet är en GM2893 HF signalgenerator för 90 kHz – 50 MHz med möjlighet till AM-modulering. Jag förmodar att detta 'bojsänke' mest användes för att testa TV-nas MF-förstärkare vid den då brett använda frekvensen på 37-38 MHz. Det exemplar som visas här har franska markeringar och utsignalen är otroligt stabil. AF-signalgenerator GM2315 (nere vänster) förmodar jag har använts tillsammans med HF/AF signalföljaren GM7628 (uppe vänster) för att lokalisera fel i alla olika typer av förstärkare. Signalföljaren har fortfarande ursprungsproben. Det udda in-

strumentet här är PR9500-enheten (uppe höger), som efter en del 'Googlande' visade sig vara en konduktanstestare för vätskor. Typisk användning borde vara i ett labb som kollade dricksvatten. Men då instrumentet också har en extern referensgång och en mycket noggrann intern mätbrygga så upptäckte TV-teknikerna snart att PR9500 också var alldeles utmärkt för R, C och L-mätningar. GM betecknar en serie tidiga instrument för elektronklubb och omfattade totalt över 50 olika enheter, inkluderande flera rörbestyckade oscilloskop. Alla designades och byggdes mellan 1948 och ca 1958 (jämför design/livslängden hos dagens apparater). Philips testinstrument från 'GM' serien med svarta skinnade frontpaneler och räfflade rattar innehöll nästan undantagslöst elektronrör ur '40' och '80' serierna genom hela designen. Dessa rör är fortfarande lätta att få tag på och själva instrumenten är också lätta att reparera och kalibrera tack vare tillgången på servicemanualer och relativt lättåtkomliga komponenter. Dessa 50 år gamla testin-

strument kan man fortfarande hitta på olika veteranmarknader, men de representerar inte något större värde, utom för någon samlare kanske.

Jag ärvde dessa instrument. Tyvärr hade den tidigare ägaren varit en livslång kedjerökare och därför krävdes drastiska åtgärder för att bli av med det starkt luktande 'nikotinhöljet'. Varje instrument rengjordes försiktigt med ett mildt rengöringsmedel, torkades och placerades i en låda full med kattsand för att ta bort lukten. Se referens [1]. Processen tog ca en vecka men instrumenten återfick sin forna glans.

Referens:

1. Electronic Classics, Collecting, Restoration and Repair, Andrew Emmerson, Newnes, ISBN 0-7506-3788-9.

Retronik är en återkommande spalt i Allt om Elektronik, som även inkluderar legendariska byggen. Vi tar gärna emot idéer.
 Adress: editor@elektor-electronics.co.uk
 Ämne: RetronicsEE.

Elektrosmogtestare

Över hela Sverige är nu telefonleverantörerna fullt upptagna med att bygga ut det landstäckande 3G-nätet för UMTS (Universal Mobile Telecommunications) och det kommer att resas tusentals nya sändarmaster. Det är inte så konstigt då att fler och fler människor oroar sig för den extra dos av elektromagnetisk strålning som de kommer att utsättas för av basstationerna för 3G. Vår känsliga Elektrosmogtestare visar inte bara på stigande fältstyrkor i ditt närområde, utan du kan också hitta de områden i vårt land som är minst utsatta för strålning.

Karel Walraven, Design: Gert Baars

Över hela Sverige håller man nu på att resa master för den nya generationen av telefontjänster, UMTS, även kallad 3G (för tredje generationen, de två första var NMT och GSM). De nya antennerna byggs inte bara bredvid redan existerande antenner utan också på helt nya platser. Enligt Kommunförbundets beräkningar kommer det att behövas 10000 nya master under förutsättning att operatörerna samarbetar. Detta är betydligt fler än de äldre 2G-masterna. Skälet är att det behövs ett mycket finmaskigare nät för att ge alla områden en god service.

Du kanske redan har undrat om, och på vilket sätt, denna utveckling påverkar din hälsa. Om inte, så kanske du börjar undra när du ser en hög mast plötsligt sticka upp i grannskapet.

Vi på *Allt om Elektronik* kan hjälpa dig på två sätt. Först genom att skriva så objektivt som möjligt om vad som är farligt och vad som inte är det, och sedan genom att låta dig själv kontrollera och utvärdera din personliga situation i förhållande till SHF-strålning (SHF = Super High Frequency) med hjälp av en testare som du kan hantera själv.

Vad är strålning?

Efter bara en snabb rundvandring med testaren i ditt eget hus så kommer du snabbt underfund med att du själv är

Håll testaren vertikalt vid den plats som du vill testa för elektrosmog. Mätningarna startar när du trycker på knappen.

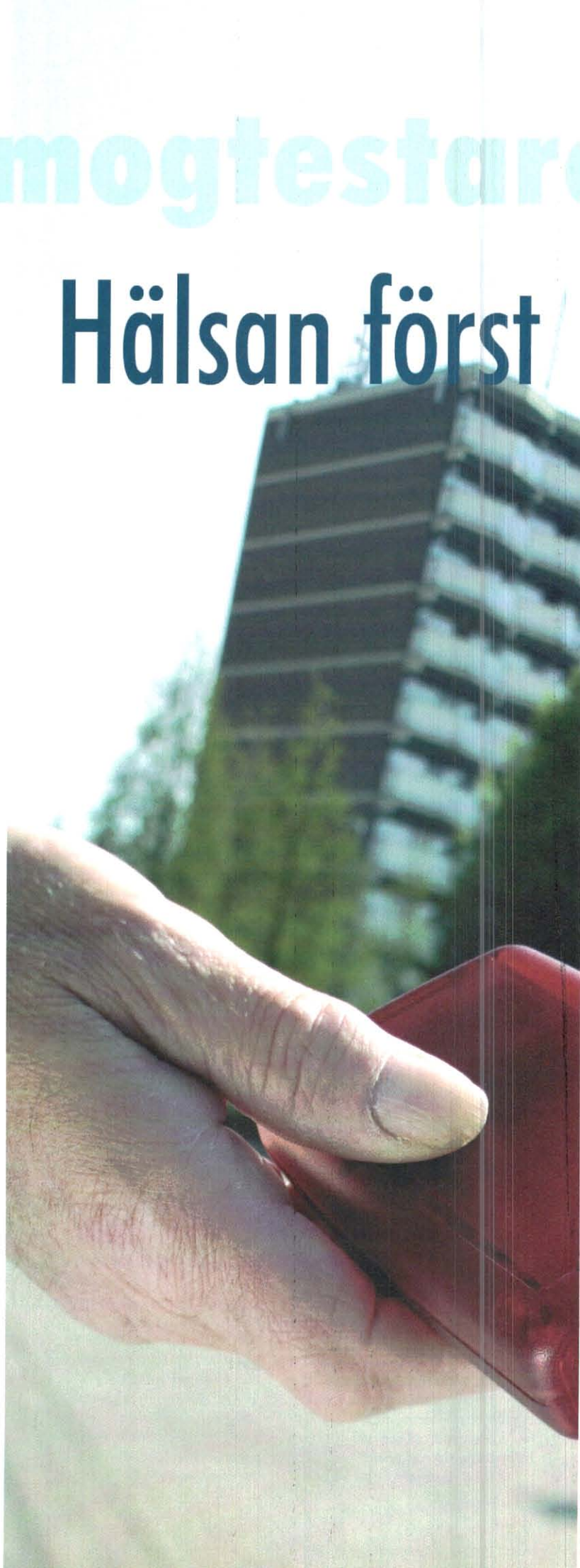
När den högra LED-en tänds är det dags att byta batteri.

När denna LED inte tänds tar du med stor säkerhet bara emot en 2G-signal (GSM-900).

Dessa tio LED indikerar strålningsnivån. Den lägsta (gröna LED-en) visar på låg strålning; när de röda lysdioderna tänds börjar nivån att bli kritisk.

I nästan alla fall pulsas HF-energi, vilket får flera LED att lysa större delen av tiden. Ju starkare LED-en lyser desto längre finns det HF-energi närvarande.

Hälsan först



Du kan detektera GSM-telefoner, UMTS-telefoner, WLAN (trådlösa nätverk), DECT (trådlösa telefoner), Bluetoothdrivare, mikrovågsugnar, trådlösa TV-kameror, amatörradio/TV-stationer (23 cm & 13 cm).

den största källan till elektronisk förorening, dvs om du har en trådlös telefon och/eller ett trådlöst PC-nätverk. Speciellt din DECT-telefon är väldigt framträdande när det gäller den strålning som produceras. De goda nyheterna är att det är du själv som styr detta, du kan ju alltid dra ur kontakten i väggen!

Går du omkring lite mer så ser du säkert också att den mottagna signalstyrkan faller snabbt med avståndet. När du sitter i din bekväma fåtölj, några meter från telefonens basstation, kommer strålningen att minska kraftigt och i sovrummet märks den knappast alls. Om detta inte är fallet så råder vi dig att flytta på basstationen för din DECT, inte för att vi tycker att den aktuella standarden för HF-strålning är för hög (se tabell 1), utan för att det alltid är bra att utsätta sig för så lite infallande strålning som möjligt. Med vår Elektromogtestare kan du alltid hitta en bra plats för din basstation hemma.

Fältstyrkor

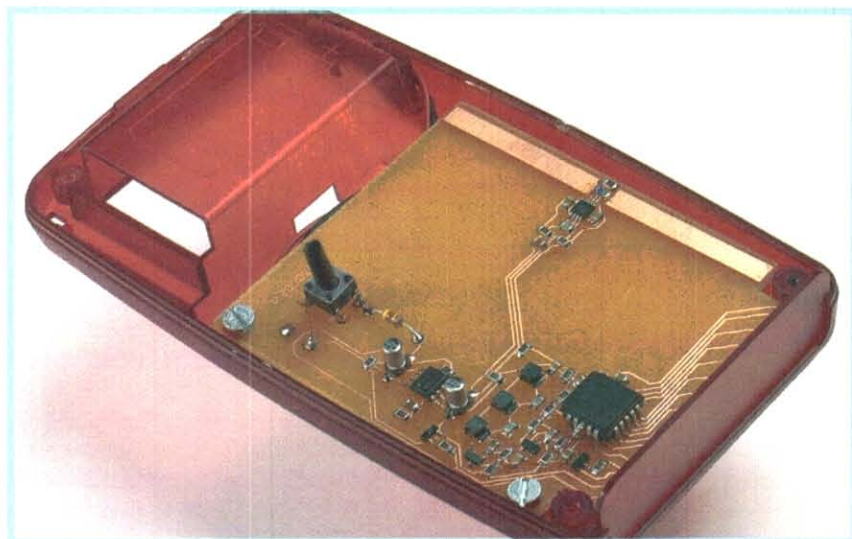
Hur skall vi då tolka de indikationer vi får från Elektromogtestaren om vi vet att instrumentet inte är exakt kalibrerat och inte utför vetenskapligt reproducerbara mätningar? Med tanke på ämnets komplexitet och de signaler som är involverade så är sådana mätningar inte så enkla att implementera. Vår Elektromogtestare mäter HF-signaler i SHF-bandet mellan ungefär 900 MHz och 2400 MHz, producerade av sändare i all GSM, DECT, UMTS och WLAN-utrustning, av mikrovågsugnar och licensfria trådlösa kameror för att nämna några få. Den kommer att ge



dig en uppfattning om hur mycket SHF-strålning som du utsätts för, vilket åtminstone låter dig kvantifiera de relativa riskerna i ditt område. Instrumentet är också perfekt när det gäller att hitta områden med både låga och höga strålningsnivåer. Du kommer att kunna se med egna ögon att den utstrålade energin från en basstation inte är konstant utan beror på antalet samtal (lika med mängd data) som utförs samtidigt via stationen.

Tabell 2 visar förhållandet mellan LED-arna och fältstyrkan. Den allmänt citerade NIRCP-standarder på mellan 40-60 V/m överskrider långt det högsta nivåområdet för vår testare där den högsta LED-en indikerar 8,3 V/m och personligen skulle jag definitivt inte vilja utsätta mig, eller någon annan, för sådana energinivåer.

Tabellen visar tydligt att värdena faller snabbt, och detta beror på testarens logaritmiska skala och stora dynamiska område på ca 70 dB, vilket är lika med förhållandet 1:3000. LED-en med den lägsta nivån kommer att tändas vid 0,005 V/m och vi är tämligen säkra på att det fortfarande finns utomhusområden i vårt land där det är svårt att få denna LED att tändas. Tabellen inkluderar också poster uttryckta i den nu föråldrade enheten W/m^2 , som kan finnas i äldre litteratur.



Sätt igång Sätt igång Sätt

Varje LED i skalan representerar en ökning av V/m-värdet med en faktor på 2,3. Om vi använder W/m² enheter stiger skalan snabbare, med hastigheten 2,3 i kvadrat (ca 5,3).

Korrektheten hos indikatorskalan har verifierats och godkänts av ett fristående testinstitut (se särskilt artikel om detta)

En logaritmisk IC

För att kunna peka på huvudkällorna för SHF elektrosmog så behövs det en krets som inte bara kan hantera signalfrekvenser över 2000 MHz (2 GHz) utan som också erbjuder ett tillräckligt stort dynamiskt område för att på ett tillförlitligt sätt upptäcka små och stora fältstyrkor. Detta är naturligtvis möjligt med hjälp av spektrumanalysator eller en speciell superheterodyn mottagare. Lyckligtvis finns det dock enklare vägar också.

Förutom den välkända AD8307 tillverkar Analog Devices också ett antal relaterade IC-kretsar med utökat frekvensområde, som AD8313. Denna detektor-IC är lämplig att använda upp till 2,5 GHz och lämnar också en utgångssignal som är proportionell till ingångssignalens styrka i decibel. Det tillgängliga mätområdet sträcker sig från ca -73 dBm till 0 dBm. Figur 1 visar ett blockschema över den inre arkitekturen i en AD8313.

Ett billigare alternativ, AD8314, är helt pinkompatibel. AD8314 är förmodligen billigare på grund av den minskade känsligheten och det är exakt denna egenskap som gör den olämplig för vårt ändamål. För trots allt så det ju de lägre områdena hos testaren som låter dig leva i trygg förvisning om de låga strålningsnivåerna i din närhet. Sammanfattningsvis är AD8313 mycket lämplig för vår krets och erbjuder en noggrann indikering över området från -70 dBm till -5 dBm. En halv vågs dipolantenn vid ingången ger följande relationer mellan den mottagna effekten (P_r) och elektriska fältstyrkan E :

$$P_r = E^2 \times 4.59e-6$$

och

$$E = \sqrt{P_r \times 218000}$$

I den undre delen av skalan,
 $-70 \text{ dBm} = 10^{-7} \text{ mW} = 10^{-10} \text{ W}$ så
 $E = 4.7 \text{ mV/m}$.

I den övre delen har vi
 $-5 \text{ dBm} = 0.316 \text{ mW} = 316 \mu\text{W}$ så
 $E = 8.3 \text{ V/m}$

TABELL 1. EU-rådets gränsvärden för allmänhetens exponering för elektromagnetiska (E/H) fält; 0-300 GHz (1999).

Frekvensområde	E-komponent fältstyrka (V/m)	H-komponent fältstyrka (A/m)	B-fält (μT)	Ekvivalent effektdensitet för plana vågor S_{eq} (W/m ²)
0-1 Hz	-	3.2×10^4	4×10^4	-
1-8 Hz	10000	$3.2 \times 10^4 f^2$	$4 \times 10^4 f^2$	-
8-25 Hz	10000	$4000/f$	$5000/f$	-
0.025-0,8 kHz	$250/f$	$4/f$	$5/f$	-
0.8-3 kHz	$250/f$	5	6.25	-
3-150 kHz	87	5	6.25	-
0.15-1 MHz	87	$0.73/f$	$0.92/f$	-
1-10 MHz	$87/f^{1/2}$	$0.73/f$	$0.92/f$	-
10-400 MHz	28	0.073	0.092	2
400-2000 MHz	$1.375 f^{1/2}$	$0.0037 f^{1/2}$	$0.0046 f^{1/2}$	$f/200$
2-300 GHz	61	0.16	0.20	10

(Brusfria genomsnittliga värden)

TABELL 2. Fältstyrke / LED-indikator.

LED#	P_{in} (dBm)	E (V/m)	Färg	H (A/m)	S (W/m ²)
1	-70	5 m	grön	12 μ	56 n
2	-62.8	11 m	grön	28 μ	293 n
3	-55.6	25 m	grön	64 μ	1.5 μ
4	-48.3	57 m	grön	148 μ	8.3 μ
5	-41.1	130 m	orange	340 μ	43 μ
6	-33.9	300 m	orange	780 μ	230 μ
7	-26.7	680 m	orange	1.8 m	1.2 m
8	-19.4	1.6	röd	4 μ	6.4 μ
9	-12.2	3.6	röd	9.4 μ	34 μ
10	-5	8.3	röd	22 μ	180 μ

P_{in} : mottagarens effekt

E: fältstyrka hos elektrisk komponent

H: fältstyrka hos magnetisk komponent

S: effektdensitet

När alla LED är släckta ligger den uppmätta signalstyrkan under -70 dBm.

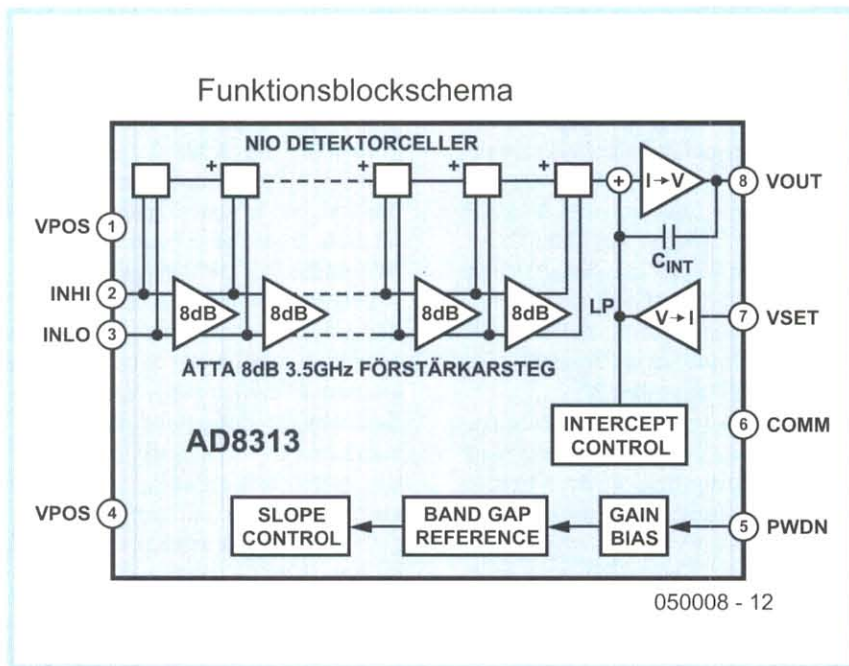
Typiskt funna SHF-fältstyrkor på omkring 1 V ligger klart inom testarens indikeringsområde och detta gör en förstärkare överflödigt och kretsen kan hållas mycket enkel. För ovanstående område lämnar detektor-IC:n en matchande likspänning på mellan 0,55 V och 1,7 V, där den lägsta spänningen motsvarar -70 dBm och den högsta motsvarar -5 dBm. Dessa spänningsnivåer är tillräckliga för att driva displayen utan att det behövs någon förstärkare. Displayen består av en 10-LEDs stapel-indikator. Eftersom UMTS och andra

2G/3G tjänster är pulsade så tittar vi på en 100% AM-modulering.

Kretsen

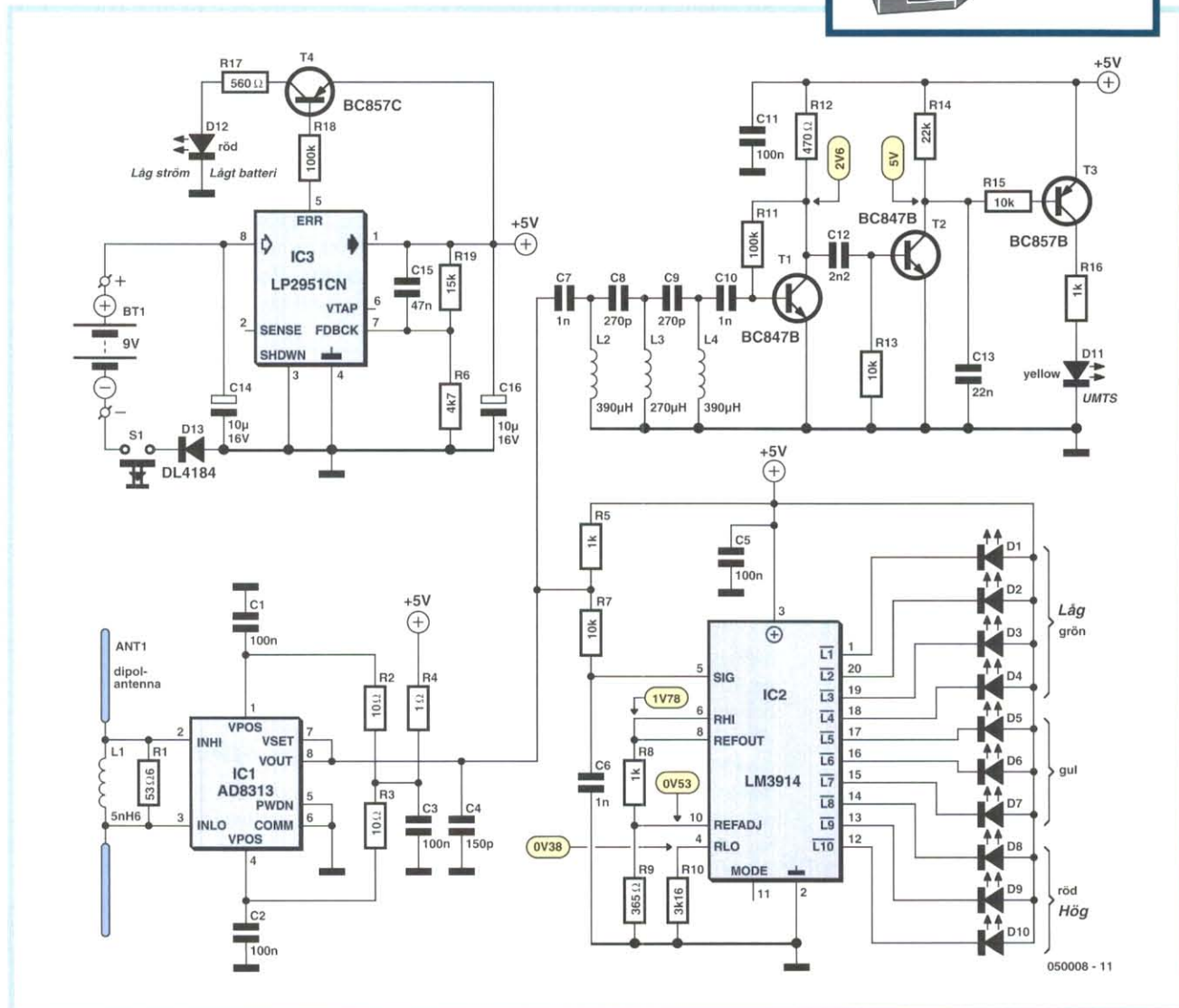
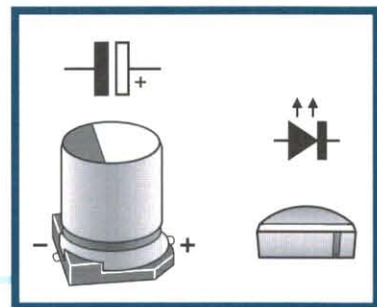
Figur 2 visar att AD8313 är huvudkomponenten i kretsen, följt av en LM3914 som agerar som LED-drivare.

Mottagna signaler plockas upp av en dipolantenn med en längd på ca 70 mm (våglängden på de signaler vi är ute efter är ca 14,7 cm). Detta är tillräckligt litet för att inte bara låta antennen monteras inuti lådan, utan också för att trycka den i koppar på krets-



FIGUR 1. Intern arkitektur hos AD8313.

FIGUR 2. Kretsschemat för vår Elektrosmogtestare består i huvudsak av en AD8313 och en LM3914.



KOMPLEMENTLISTA

Motstånd:

R1 = 56Ω
 R2,R3 = 10Ω
 R4 = 1Ω
 R5,R8,R16 = 1kΩ
 R6 = 4kΩ7
 R7,R13,R15 = 10kΩ
 R9 = 365Ω
 R10 = 3kΩ16
 R11,R18 = 100kΩ
 R12 = 470Ω
 R14 = 22kΩ
 R17 = 560Ω
 R19 = 15kΩ

Kondensatorer (SMD 0805):

C1,C2,C3,C5,C11 = 100nF
 C4 = 150pF
 C6,C7,C10 = 1nF
 C8,C9 = 270pF
 C12 = 2nF2
 C13 = 22nF
 C14,C16 = 10μF 16V, 3.3x3.3mm
 eller 4.3x4.3mm
 C15 = 47nF

Spolar (SMD):

L1 = 5nH6, typ 0603
 L2,L4 = 390μH, typ 1210
 L3 = 270μH, typ 1210

Halvledare (SMD):

D1-D4 = LED, högintensiv, grön,
 vinklade, typ 0805
 D5,D6,D7,D11 = LED, högintensiv,
 gul, vinklade, typ 0805
 D8,D9,D10,D12 = LED, högintensiv,
 röd, vinklade, typ 0805
 D13 = DL4148 (minimelf)
 T1,T2 = BC847B, SOT23
 T3,T4 = BC857B, SOT23
 IC1 = AD8313ARMZ 8-bens MSOP
 (Analog Devices, print: J1A)
 IC2 = LM3914V PLCC (National
 Semiconductor)
 IC3 = LP2951ACD SOIC8 (National
 Semiconductor, print: 51AxBUL)

Övrigt:

S1 = miniatyrtryckknapp med
 slutande kontakt, 6x6 eller 10x10
 mm, höjd 18.5mm
 Låda: SERPAC H-65,9V TRANS RED
 SRH65-9VTR-ND (Digi-Key)
 9-V batteri med clips
 Kretskort (utan komponenter, se
 text) 050008-1

Färdigbyggt och testat kretskort:
 ordernr 050008-91 (se Läsaerservice
 eller www.alltomelektronik.se)

sen som möjligt. För korrekt matchning, och för att ge ett visst skydd mot höga nivåer runt 100 MHz (från FM-radiostationer) är ett motstånd och en kondensator parallellkopplade med antennen.

LED-displayen består av en LM3914 och 10 LED. LM3914 har en linjär avläsning (och får inte blandas ihop med LM3915 som har en logaritmisk utgång). Komponenterna runt LM3914 är dimensionerade så att vi får de relationer som visas i tabell 2.

Med LM3914 kan vi välja mellan 'stapel' eller 'punkt' visning. Av hänsyn till batterikapaciteten så valde vi 'punkt' alternativet (en LED i taget). Som en extra bonus syns pulsade signaler betydligt bättre då flera LED kommer att lysa samtidigt.

Detektorn körs från en 5-V matning som här kommer från en LP2951CN lågfallsregulator i ett 8-pinnars DIL-hölje. Denna IC kan lämna upp till 100 mA och kan 'mjölka ur' batteriet. Ett indikator för lågt batteri talar om när det verkligen är tomt och behöver bytas. Förutom att mata detektorn så matar LP2951 också LED-displayen.

UMTS-detektering

Eftersom processen att installera många tiotusentals basstationer för det nya 3G-nätet är mycket kontroversiellt över hela Europa, så ville vi lägga till en UMTS-detektor för att kunna se om en basstation är en 3G-station.

Idén var att utnyttja det faktum att den maximala bandbredden hos en traditionell GSM-signal (2G) är ca 200 kHz, som med AM-demodulering är lika med den högsta audiofrekvensen på 100 kHz. I motsats till detta behöver en 3G UMTS-signal upp till 5-MHz i bandbredd. Ett högpasfilter spärrar 1800-MHz GSM-demoduleringen och låter UMTS passera. Det sjunde ordningens HPF som används här undertrycker konventionell GSM-demodulering (100 kHz) med minst 80 dB. Filtret följs av en förstärkare, en transistordetektor och en LED-drivare. I detta fall måste vi tänka på att AD8313 kan leverera max 1,2 Vpp. Beräknat på traditionella GSM-signaler resulterar filterfunktionen på 80 dB dämpning i en maximal signalnivå på 0,12 mVpp, eller på bara 20 mVpp efter förstärkning med den första transistorn. Detta är alldeles för lågt för att aktivera transistordetektorn, för att inte tala om LED-drivaren. Men signaler högre än 300 kHz kan dock passera obehindrat. Om vi antar

att det behövs en nivå på 1,3 Vpp för att aktivera transistordetektorn och med den detektorn, så krävs det en signal på inte mindre än 1,3 Vpp/140 = 10 mVpp från AD8313.

Tyvär visar praktisk erfarenhet att indikatorn inte är absolut pålitlig. Skälet till detta är att det är svårt att hitta en ren UMTS eller GSM-signal, de flesta basstationer sänder en blandning av dessa två. Dessutom har WLAN ofta en mycket bredbandig natur. Vid mycket små fältstyrkor reagerar också lysdioderna för detektorbrus. Så sammanfattningsvis så skall 'UMTS' indikeringen tolkas försiktigt. Faktum är att det egentligen är motsatsen som gäller, om LED-en inte lyser alls så kan du vara säker på att du är nära en basstation som enbart sänder GSM-1800. Då antennen i vår design är toppad vid runt 2 GHz så kommer signaler som plockas upp från 2G (900 MHz) att vara något dämpade. Skillnaden uppgår dock inte till mer än två LED. Designen optimerades med avsikt för den 'nya' frekvensen på 2 GHz och för att hålla instrumentet så kompakt som möjligt. Om vi skulle ha optimerat för 900 MHz skulle antennen, och därmed instrumentet, ha blivit dubbelt så stor.

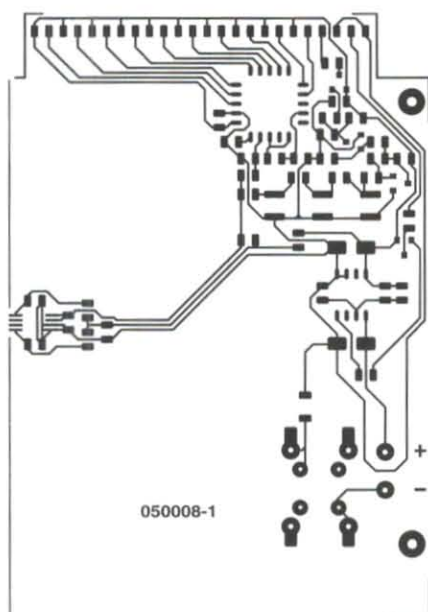
Under designen av Elektrosmogtestaren måste vi ta med i beräkningen att de relevanta sändarna är pulsade. Initialt lades en stor RC-fördrojning in efter detektorn för att stabilisera avläsningen. Detta fungerade bra, men tyvärr bara med basstationer som utnyttjades till 100%. Detta är sällan fallet. En DECT-bas, till exempel, sänder bara under några få procent av tiden. Att ta logaritmen och sedan genomsnitta värdet resulterar i... ingenting, och det skulle verka som om sändaren inte är aktiv alls. En lösning på detta var att göra RC-tiden mycket kortare. Även om detta inte ger en lika stadig display så kommer du, med lite erfarenhet, att kunna bedöma mängden trafik på en viss basstation, att kunna tala om typen av trafik och den ungefärliga toppnivån. Allting relativt förstås.

Bygga eller köpa?

För er som gillar ultraminiaturarbete så visar vi kretskortslayouten över Elektrosmogtestaren i figur 3. Känn dig gärna manad att bygga kretsen själv, men vi uppmanar till viss försiktighet. Hela kretsen är byggd med ytmonterade komponenter och kan visa sig för svårt för dem som inte har stor erfarenhet och lämplig utrustning. Dessutom hop-



FIGUR 3. Kretskortslayout och komponentplaceringsritning för det kretskort som tagits fram för testaren. Dipolantennen är en striplinekrets.



pas vi att denna testare också skall visa sig intressant för folk som inte är beivrade i elektronik. Därför finns detta kretskort att köpa färdigbyggt och testat från oss. Allt du behöver göra är att montera kortet i lådan, bora ett hål för knappen och ansluta batteriet.

(050008-1)

Elektrosmog är ett ord för elektrisk nedsmutsning och är en hopslagning av de engelska orden för rök (smoke) och dimma (fog).

Att vara ute med Elektrosmogtestaren

Så hur skall vi då tolka de avläsningar som utförs med Elektrosmogtestaren? En trådlös telefon idealisk för att träna lite. Om det är en gammal C1 analog telefon så kommer lysdiödnerna att lysa kontinuerligt. Moderna ECT-telefoner får å andra sidan lysdiödnerna att blinka. På detta sätt kan du snart skilja en källa från en annan. WLAN (WiFi) trådlös nätverksutrustning kommer att visa ett annat mönster. Om du har något själv så gå över till grannen. Ett WLAN eller en trådlös kamera är det inga problem att detektera utifrån gatan och, javisst, det betyder att alla med en lämplig mottagare kan titta på de bilder som sänds av din trådlösa övervakningskamera. Det är därför vi starkt avråder dig från att montera en sådan i ditt sovrum eftersom detta kraftigt kommer att inkräkta på ditt privatliv.

Testaren är inte direktionsell eftersom antennen är både enkel och rundstrålade av naturen. Fördelen med detta är att mätningarna går snabbt och det finns ingen risk för att missa en sändare eller bli förvirrad av reflexer. Om du vill veta från vilken riktning en signal kommer räcker det normalt med att gå omkring lite. LED-indikeringen talar om för dig om signalen blir svagare eller starkare. Prova på mikrovågsugnen hemma, om den är på kommer några LED definitivt att tändas om du håller testaren intill luckan.

Allt lysdiödnerna blinkar och inte lysar med samma styrka är en tydlig indikering på att pulserade signaler detekteras. Till exempel, din DECT-basstation kommer i standby-läge att bara sända under några procent av tiden. Om ett samtal sker stiger aktiviteten till ca 5%. Om du har följt de heta debatterna i nyhetsgrupperna och de olika forumen på Internet så vet du att pulserande strålning anses vara farligare än kontinuerlig strålning över samma period. Vad vi säkert vet är att den mesta forskningen har handlat om de termiska effekterna av strålningen, med andra ord, uppvärmningen av människokroppen vid strålning. Frågan är nu vilken effekt strål-

ningen har på en enskilda kroppscellerna och om det finns en ökande risk för cancer eller för genetiska skador. I det korta perspektivet är detta naturligtvis svårt att bevisa, men många är rädda för att effekterna skall visa sig först efter många år.

Vår uppfattning är att den forskning som hittills har bedrivits inte har gett något slutgiltigt svar. Myndigheterna i Europa är, såvitt vi vet, medvetna om riskerna för elektromagnetisk strålning och med vår Elektrosmogtestare kan du själv se om strålningen är pulserande och hur stark den är. Beroende på din egen uppfattning om strålning kan du sedan vidtaga åtgärder.

Om det finns en mobilmast på din gata (eller kanske på ditt tak) så rekommenderar vi att du använder testaren för att kolla strålningsmönstret efter eventuella sidolöber som producerar höga strålningsnivåer. Mätningar i Tyskland visade att vissa mastplaceringar hade dåligt designade antenner installerade och en del av energin strålade rakt ner. Rapporten skapade stor oro bland hyresgäster i hus med antenner på taket.

Med en hjälpreda i passagerarsätet på din bil kan du vara säker på att lysdiödnerna tänds om du passer en basstation för mobiltelefoni. Om du lever nära UHF-sändande TV-stationer finner du att dessa också producerar betydande fältstyrkor. För att göra det värre så avklingar dessa nivåer relativt långsamt. ■



Testad & godkänd



För att vara säker på att du kan utföra meningsfulla mätningar med vår Elektrosmogtestare så lät vi D.A.R.E!! Calibrations i Woerden, Holland utföra ett kalibreringstest på vår prototyp. D.A.R.E!! Calibrations är ett hypermodernt laboratorium, godkänt av det holländska ackrediteringsrådet RVA (som är en motsvarighet till svenska SWEDAC) med nummer K063. Under denna ackreditering utför företaget kalibrering av fältstyrkesensorer, antenner, övervakningsmottagare, dämpare, förstärkare, signalgeneratorer och effektmätare. Kalibreringar utförs upp till 18 GHz.

Av René Dijkstra, D.A.R.E!!
Calibrations

Vad omfattar kalibreringen? Först av allt så är det viktigt att veta instrumentets felvisning. När det gäller ett elektroniskt instrument kan mätresultaten ofta kompenseras under själva mätningen. Instrumentets diskreta fel används för att bygga en korrigerings-tabell som gör att mätresultaten kan justeras direkt (on the fly).

Som exempel kan man ta en digital termometer. Om den rätta temperaturen anges för varje grad kan felet per grad bestämmas. Om termometern visar 19

grader C när det egentligen skall vara 20 grader så är felet alltså 1 grad. Om detta fel är konstant över hela mätområdet så kan tillverkaren besluta sig för att förskjuta hela skalan med 1 grad. I praktiken resulterar detta dock ofta i att det uppstår ett fel någon annanstans. Följaktligen borde det vara bättre att ange avvikelsen för varje grad i en tabell. Om, till exempel, 19 grader uppmäts så vet användaren eller programmeraren att 1 grad skall läggas till. Denna process att komma fram till

felvisningen hos ett instrument kallas för kalibrering.

Hur viktig är kalibrering?

Först av allt, många viktiga beslut fattas på grundval av mätningar. Detta sker i fall där pengar är inblandade och där priset på en produkt bestäms med utgångspunkt från dess vikt, volym och längd. Detta är hur det fungerar i butiker och på bensinstationer där vå-

Slår den kommersiella testare?

gar och pumpar är kalibrerade och certifierade och relevanta lagar gäller som skall skydda konsumenterna. Hur kan man då garantera att kalibreringen har utförts på korrekt sätt? Först av allt så skall all kalibrering vara reproducerbar och kunna spåras via en obruten kedja av referenser till internationella standarder. Bästa och säkraste sättet att bevisa att detta är fallet är genom ackreditering, inte bara av statliga myndigheter och institutioner utan också av oberoende agenter som ofta arbetar över landsgränserna. Om kalibrering utförs under ackreditering så är detta, per definition, en kalibrering som går att spåra tillbaka till källan. Instrument som är kalibrerade på detta sätt markeras också som sådana, ofta genom att någon form av märke eller logo har klistrats fast på dem.

Hur noggrann är en kalibrering?

Självklart kan den inte vara oändligt noggrann. Avvikelsen vid en kalibrering, eller rättare vid en mätning, uttrycks med hjälp av så kallad mätonoggrannhet, som är utsatt för en mängd olika faktorer. Vissa bidragande faktorer är omgivningsförhållande som temperatur, luftfuktighet, vibrationer, det testinstrument som används, uppsättning av testapparaturen, kablar och kontakter såväl som variationer i de uppmätta värdena. Alla dessa bidragande faktorer fångas in i en enda formel som, i slutändan, ger onoggrannhetsfaktorn för varje uppmätt värde.

Hur kalibreras en fältstyrkesensor?

Detta görs i ett så kallat ekofritt rum, som i huvudsak är en Faradays bur som inte tillåter att någon strålning slipper ut. Innerväggarna, inklusive golv och tak, är täckta med material som absorberar strålning. Avsikten med detta är att det då går att generera ett magnetfält som har en likformig utbredning. Genom att lägga en känd fältstyrka till den sensor som skall kalibreras så är det möjligt att avgöra felet vid flera olika frekvenser. Dessutom kan man avgöra linjäriteten hos en eller flera av dessa frekvenser. På detta sätt ser vi om sensorn svarar med en linjär utgång till en känd linjär ökning av fältstyrkan. Samtidigt, när det gäller sensorer i tre riktningar,

För att kunna göra praktiska jämförelser så vandrade vi också omkring under en tid med den populära HF32D från Gigahertz Solutions. Denna apparat kallas för 'High Frequency Analyser' och ser mycket imponerande ut, inte minst tack vare dess logaritmiskt-periodiska (patenterade) antenn gjord av kretskortsmaterialet FR4. På samma sätt som vår Elektrosmogmätare så kan den visa fältstyrkor, den gör det dock på en digital display. Det är det uppmätta toppvärdet som visas. Den digitala visningen är förstås avundsvärd då den i princip är noggrann. Men integratortiden är så kort att displayen aldrig visade samma värde två gånger i rad (kom ihåg att de flesta SHF mobiltelefonsignaler är pulsade och därför varierar hela tiden) och du måste därför gissa dig till det egentliga värdet. Instrumentet har också en områdesomkopplare med vilken du kan välja mellan $\mu\text{W}/\text{m}^2$ and mW/m^2 . Detta pekar på ett större mätområde, men tyvärr, det enda som händer är att du flyttar på decimalpunkten. Det ändrar ingenting annat när det gäller mätområden eller känslighet.

Det är förståeligt att man implementerat korta integreringstider eftersom instrumentet är försett med en attraktivt formgiven riktantenn. En riktantenn tillsammans med en långsam visning skulle ha varit ett irritationsmoment i stället för en bonus. Antennen visade sig användbar när det gällde att avgöra riktningen till avlägsna sändare. För att göra det ännu enklare

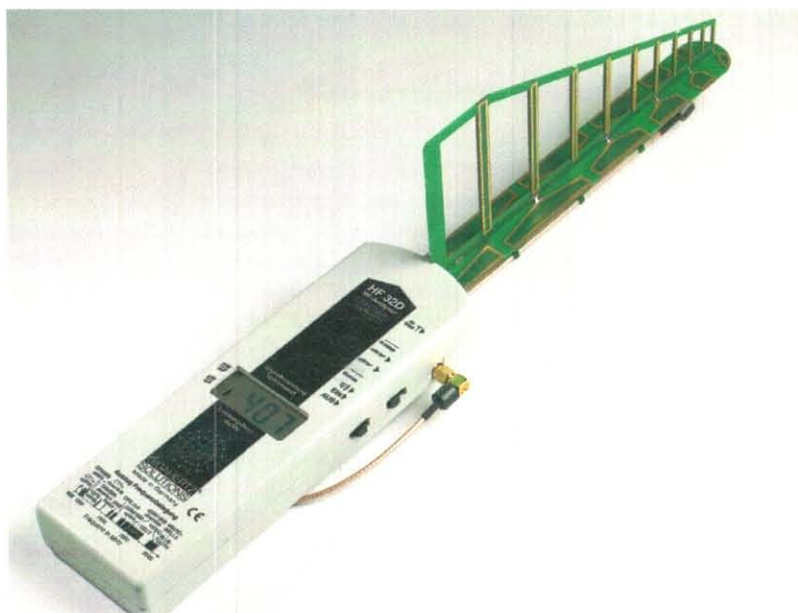
kan en audiosignal kopplas på. Denna fungerar även med signaler utöver den maximala nivån på 1999 på displayen.

För seriösa fältstyrkemätningar skall instrumentet monteras på ett stativ. Men om man vill kunna mäta med en noggrannhet på några få dB är det bäst att överlåta detta på experter.

Om vi går tillbaka till mätområdet, med 1999 $\mu\text{W}/\text{m}^2$ och 2 $\mu\text{W}/\text{m}^2$ som den högsta respektive lägsta visningen så har Gigahertz Solutions analysatorn ett dynamiskt område på bara 30 dB. Detta är så litet att vi från början trodde att det var fel på instrumentet eftersom låg fältstyrka inte visades alls medan vår Elektrosmogdetektor gjorde utslag för svaga strålningskällor. För att göra skillnaden ännu tydligare: 30 dB i detta fall motsvarar ett spänningsförhållande på 1:30, medan 70 dB området hos vår Elektrosmogtestare motsvarar ett förhållande på 1:30000! Det är dock möjligt att köpa till en plug-in antenndämpare och utöka den övre delen av mätområdet.

Vi anser att HF32D är för begränsad i sina alternativ. Tillverkaren leverar dock även mer sofistikerade versioner som HF35B och uppåt, som har en riktig områdesomkopplare och bättre mätprocess. Men då talar vi också om helt andra pengar...

<http://www.gigahertz-solutions.de>



Frekvensområde	Fältstyrka (V/m) vid vilken LED-en tänds	Fältstyrka (V/m) vid vilken LED-en slocknar
LED D1	0.0058	0.0057
LED D2	0.014	0.014
LED D3	0.030	0.029
LED D4	0.065	0.064
LED D5	0.14	0.14
LED D6	0.32	0.31
LED D7	1.05	0.72
LED D8	1.6	1.6
LED D9	3.6	3.6
LED D10	8.2	8.2

(Mättonoggrannhet: 1.5 dB)

TABELL 1. Uppmätt känslighet vid 2 GHz.

f (MHz)	Respons (dB)	f (MHz)	Respons (dB)
900	-16.2	1800	1.5
1000	-14.2	1900	0.9
1100	-11.9	2000	0.0
1200	-8.4	2100	-0.8
1300	-7.2	2200	-1.6
1400	-3.3	2300	-3.0
1500	-2.9	2400	-4.5
1600	-2.0	2500	-6.2
1700	-0.1		

TABELL 2. Uppmätt respons.

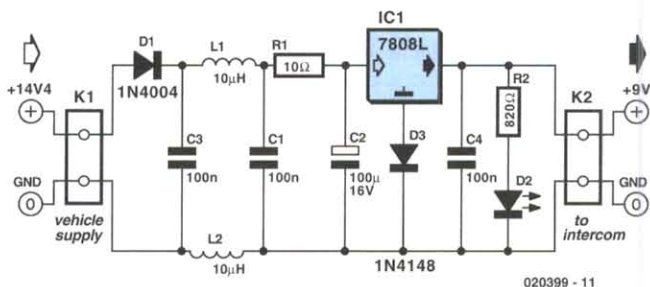
är det möjligt att kalibrera de isotopiska egenskaperna.

Hur är vår testare kalibrerad?

Sensorn har installerats i ett ekofritt rum och fältstyrkan har långsamt ökats. Varje gång en LED tändes noterades effektnivån. Därefter användes en redan kalibrerad fältstyrkesensor för att mäta det fält som associerades med denna effektnivå. Därefter utfördes processen omvänt för att kolla kretsens hysteres. En frekvenskurva plottades genom att etablera de effektnivåer som behövdes för att tända den lägsta och den högsta LED-en. Resultatet av denna kalibrering visas i tabellerna. Kalibreringen utfördes inte under ackreditering.

Ytterligare information om DARE!! CALIBRATIONS

hittar du vid <http://www.dare.nl> eller kan efterfrågas via email till info@dare.nl



9-V batteriersättning

Lex de Hoo

Denna krets designades ursprungligen för att driva en intercomanläggning för en motorcykel. Denna typ av intercom, som används för kommunikationen mellan föraren och passageraren, kräver vanligen en hel del kraft. För att förbättra hörbarheten finns det ofta en omfattande filtrering och ibland används också en komponder (kompressor/expander). Nackdelen med detta är att batteriet inte varar särskilt länge. Du kan naturligtvis använda laddningsbara batterier, men detta är ofta ganska bökigt. Det verkar vara betydligt bättre att använda motorcykelns egen strömförsörjning i stället.

En 9-V omvandlare för en sådan applikation måste kunna klara av en del speciella krav. Ett av detta är att förhindra störningar, till exempel från tändningssystem, från nå de inkopplade kretsens. Det skulle också vara bra om hela kretsens fick plats i batterilådan. Den här kretsens möter dessa krav fullt ut och ändå har designen kunnat hållas ganska enkel. I schemat känner vi igen ett filter, följt av en spänningsregulator och en spänningsindikator. D1, som skyddar kretsens mot polvändning, följs av ett LC och ett RC-filter (C3/L1/L2/C1/R1/C2). Detta filter plockar bort olika störningar från motorsyckelns strömförsörjning. Dessutom ser designen med 78L08 och D3 till att spänningsregulatorn arbetar inom den linjära regionen. Den nominella systemspänningen på 14 V kan ibland falla ner mot 12 V när stora laster, som belysningen, kopplas in.

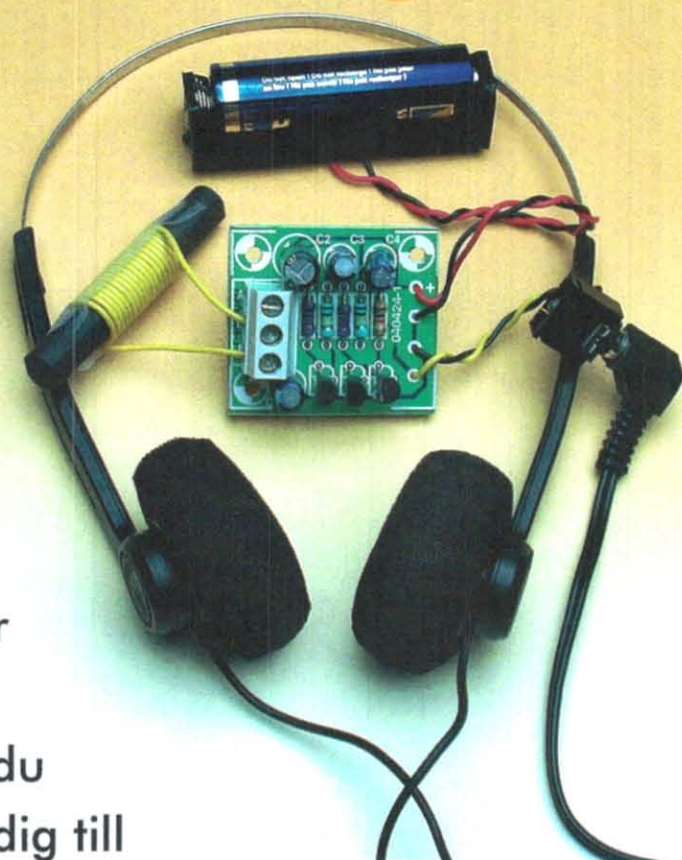
Även om denna krets uppenbart är lämplig för alla möjliga typer av applikationer så skall vi peka ut att den har genomgått omfattande tester på en Yamaha TRX850. Dessa tester visar att omvandlaren fungerar mycket bra och att den dämpar alla störningar på ett helt excellent sätt.

(020399-1)

Hörbar elektrosmog!

Burkhard Kainka

Debatten angående de eventuella skadliga effekterna av elektriska och magnetiska strålningsfält går vidare. Det enda som alla verkar vara eniga om är att du inte kan se, höra eller lukta dig till dessa fält. Detta är inte längre sant! Bygg denna enkla elektrosmogdetektor och lägg ytterligare två sinnen till dina fem övriga.



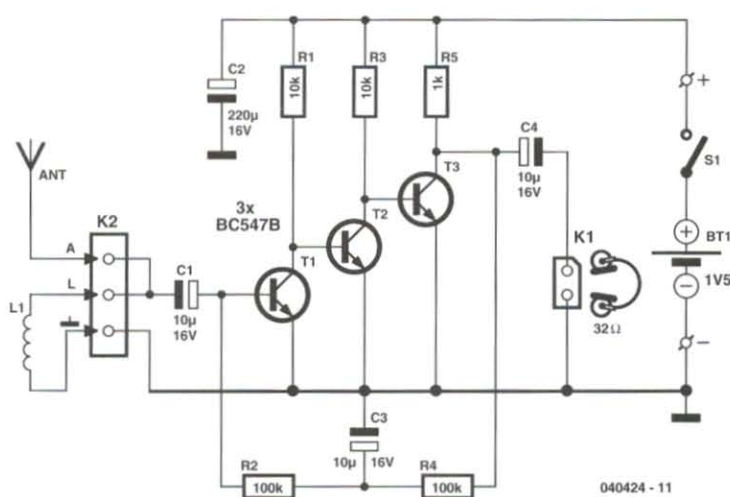
Electrosmog är en relativt ny term som refererar till de elektriska och magnetiska fält (EMF) som strålar ut från i stort sett alla elektriska apparater som vi fyller vår omgivning med. Artiklar i detta ämne indikerar att vi inte kan höra eller se dessa fält, men deras påverkan på våra kroppar kan vara skadlig i det långa loppet. Elektrosmogdetektorn är en mycket enkel bärbar design som gör att du kan lyssna på både elektrisk och magnetisk fältaktivitet. Ta

med dig detektorn på en tur runt huset, eller runt i stan, och du kommer att bli ganska förvånad över hur mycket den osynliga världen av elektriska och magnetiska fält väsnas.

Detektorkretsen

Kretsschemat som visas i figur 1 består av en känslig AF-förstärkare (lågfrekvens) med en utgångskontakt för hörlurar. Den trestegiga direktkopplade

förstärkaren justerar automatiskt sin arbetspunkt via en feedbackslinga för likspänningen från utgången via R4 och R2. Alla växelsignaler shuntas till jord via kondensatorn C3. Utspänningsnivån kommer att vara 0,7 V när det inte finns någon insignal. Hela kretsen matas med en spänning på 1,2-1,5 V som kommer från ett batteri. Den förstärkningsfaktor som uppnås med denna konfiguration är så hög att du tydligt kan höra brussignalen från



Figur 1. Kretsen består av en känslig AF-förstärkare och en utgångskontakt för hörlurar.

T1 i hörlurarna. Av detta skäl är det en god idé att använda en lågbrusig transistor av typ BC549C i det första steget i förstärkaren. Ingångssignalerna vid mikrovoltnivå är tillräckliga för att producera en utgång och det är ingen mening med att öka förstärkningsfaktorn ytterligare. Den låga matningsspänningen ser till att även om höga signalnivåer driver förstärkaren i botten så kommer ljudstyrkan i hörlurarna aldrig att bli för höga.

Denna krets kan också användas som en känslig mikrofonförstärkare, men för denna applikation är det nödvändigt att minska bandbredden så att oönskade HF-signaler inte förstärks. Detektorkretsen innehåller inte något lågpassfilter utan den är därför känslig även för HF-signaler. Icke-linjära transistorregenskaper demodulerar dessa högfrekvenssignaler så att också de kan höras.

Det kretskort som visas i figur 2 förenklar bygget betydligt. En trepolig kopplingsplint används för att ansluta pickupspolen och antenntådrarna till kortet medan lödstift används för anslutningarna till hörlurarna och batteriet. Ett 3,5 mm telejack (K1) används för inkopplingen av ett par stereohörlurar. Utgångssignalen är mono så de vänstra och högra delarna kan anslutas antingen parallellt eller i serie, prova båda alternativen för att kolla vilket som låter bäst. Det är också möjligt att använda en öronsnäcka bara den har en impedans som är högre än 32 Ω.

EMF-antennen

En pickupspole eller antenn kan anslutas till ingången hos kretsen så att magnetiska respektive elektriska fält kan detekteras. Specifikationerna för pickupspolen är inte kritiska, en platt spole från en trasig drivmekanism för en diskettstation användes i prototypen, men du kan experimentera med vad du har till hands och i detta fall gör en skruvmejsel större nytta än en kalkylator. En spole som består av ca 200 varv på en spolstomme som är 20 mm i diameter kan du använda om du inte hittar något annat. Trådtjockleken är inte kritisk heller. Du kan antingen använda en ferritstav eller en öppen transformator kärna. Primärlindningen (230 V) hos en liten skrotad nättransformator blir också en effektiv pickupspole eftersom inte alla magnetfälten i en normal transformator är begränsad till kärnan. Det är dessa strömfält, som läcker ut från alla transformatorer som används, som plockas upp av detektorn.

Bruskällor från magnetfält

Med hjälp av en 200-varvs luftspole är det möjligt att höra de magnetfält som genereras av:

- Elektriska apparater som använder nättransformatorer. Dessa avger ett magnetfält som kan detekteras upp

till 20 cm bort.

- En strömsladd eller nätspänningskablarna i en vägg producerar ett fält när det flyter en ström genom dem.
- Alla typer av lysrör producerer ett surrande ljud med övertoner. Lågenergilampor har inbyggd spänningsomvandlare som avger en karaktäristisk vissling.
- En väckarklocka med kvartskristallstyrning avger ett dubbelt klick för varje rörelse hos sekundvisaren.
- Switchade nätdelar avger ett brummande visselljud.
- TV-apparater och datorskärmar producerar olika signalfrekvenser i regionen runt skärmen och runt nätdelen.
- Högtalare och hörlurar avger magnetiska fält förutom ljudtrycksvågor.
- DECT-telefoner producerar periodiskt pipljud när telefonen ligger av och skickar ut en hel serie med pip och kvitterljud när du ringer.
- Ett oscilloskop producerar ett detekterbart magnetfält med en repetitions-hastighet som är lika med tidbasinställningen (skruva upp strålens ljusstyrka).
- Apparater som man tror är frånkopplade, eller som befinner sig i standby-mod, kan producera signaler. Dessa visar att apparaten är aktiv och att den drar ström.

För inte så länge sedan skulle folk ha kastat konstiga blickar på dig om du vandrade omkring med hörlurar, men idag är nästan varenda människa du möter inpluggad på sin egen nöjesmaskin och ingen kommer att höja på ögonbrynen när du ger dig ut på gatorna. Det är faktiskt överraskande att höra alla EMF-aktivitet som du kan plocka upp när du går genom en stad eller besöker offentliga byggnader. Nättransformatorer finns överallt och känns igen på deras karakteristiska nätbrum. Affärs-gator och shoppingcenter har också exempel på switchade nätaggregat där vart och ett har sitt eget individuella spektrum av signaler som gör att man kan identifiera dem med lite övning. Biljettautomater och dryckesautomater har också sina egna ljud. Många museer och andra publika platser är nu försedda med hörslingor genom hela byggnaden (kolla efter en blå skylt med en öronsymbol och bokstaven "T") så att folk med nedsatt hörsel skall kunna plocka upp

KOMPONENT-LISTA

Motstånd:

R1,R3 = 10k Ω
R2,R4 = 100k Ω
R5 = 1k Ω

Kondensatorer:

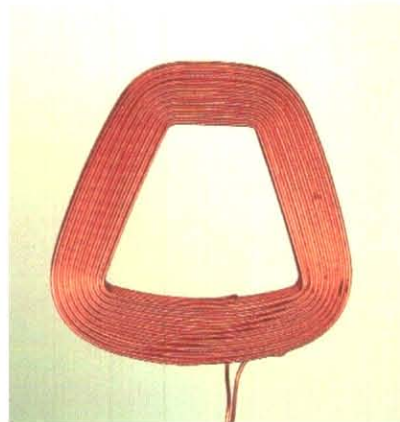
C1,C3,C4 = 10 μ F 16V radial
C2 = 220 μ F 16V radial

Halvledare:

T1,T2,T3 = BC547B (för T1 också BC549C, se text)

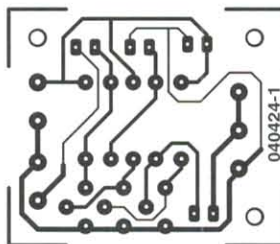
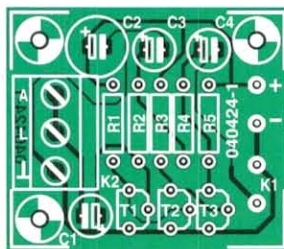
Övrigt:

S1 = till/fråns witch, 1 kontakt
Bt1 = AA-batteri (helst alkali-magnesium) med hållare
K1 = 3.5-mm telejack, stereo (se text)
K2 = 3-kopplingsplint för kretskort, raster 5mm
Kretskort **040424-1** (Läsarservice)
L1 = pickupspole, eventuellt med ferritstav (se text)
ANT = en bit tråd (se text)



Figur 3. Konstruktörens ursprungliga pickupspole.

Figur 2. Även om det bara är några få komponenter så är det enklare att bygga med hjälp av ett kretskort.



information via sina hörapparater utan något distraherande bakgrundsljud. Elektrosmogdetektorn kan också lyssna på dessa signaler.

Den elektriska världen

Detektorn kan också plocka upp elek-

trisk fältaktivitet. För att lyssna på detta ersätter du pickupspolen med en liten antenn eller en bit tråd på 10 cm. Placera antennen nära strömsladden till en apparat som är ansluten till nätspänning och du kommer att kunna höra fältet även om apparaten är från-

Elektrosmog i örat

Det är inte bara moderna musiker och band som Orbital, Nine Inch Nails och Einstürzende Neubauten som använder sig av ljud för att uttrycka sig själva artistiskt. Det finns också en rörelse inom den moderna konsten som har specialiserat sig på att leta upp, spela in och redigera okonventionella ljud i omgivningen för att skapa 'ljudskulpturer' och 'ljudformer'. I Sverige har vi, t.ex., Staffan Mossenmark som bland annat gjort 'Konsert för 100 motorcyklar' och 'Kör för 24 glassbilar'. I England finns det en konsnär som monterar ljudsensorer på järnvägsbroar och i Tyskland finns Christina Kubisch som också är aktiv inom 'ljudkonst' och som hade utställning i Köln 2004 tillsammans med ett antal andra artister. Besökare inviderades till att ta på ett par hörlurar och sedan vandra ut på stan och lyssna på de magnetiskafälten i stans livliga kärna och i ytterområdena.

De speciella hörlurarna hade utvecklats av Manfred Fox. Designen baserades på induktiva slingor av den typ som används i museer och konstgallerier för att ge besökare information. Inspirationen till projektet kom när man upptäckte att det också var möjligt att plocka upp oönskade signaler från andra magnetiska källor i utställningslokalen.

Du hittar de olika websidorna på adresserna:

www.christinakubisch.de och www.mossenmark.com

slagen och ingen ström flyter. Det är faktiskt svårt att hitta en plats där det inte finns några brummande eller surrande ljud. Lysrör och lågenergilampor har också ett karakteristiskt ljud med starka harmoniska övertoner. Oscilloskop använder en mycket hög spänning för att accelerera elektronstrålen och detta producerar en högre elektrisk nivå än en magnetisk. Att vifta med antennen framför elektriska apparater ger alltid överraskande resultat, till exempel det surrande som skickas ut av en VFD (vacuum fluorescent display) på din stereo eller den lägre nivå som produceras av moderna, lågstrålande, CTR-skärmar.

Det är också möjligt att göra detektorn känslig för både elektriska och magnetiska fält genom att montera både spolen och antennen på ingången. Försök att experimentera med olika längd på antennen och andra spolar och bli inte överraskad om du plockar upp radiosändningar eftersom radiosändare också producerar alternerande magnetfält.

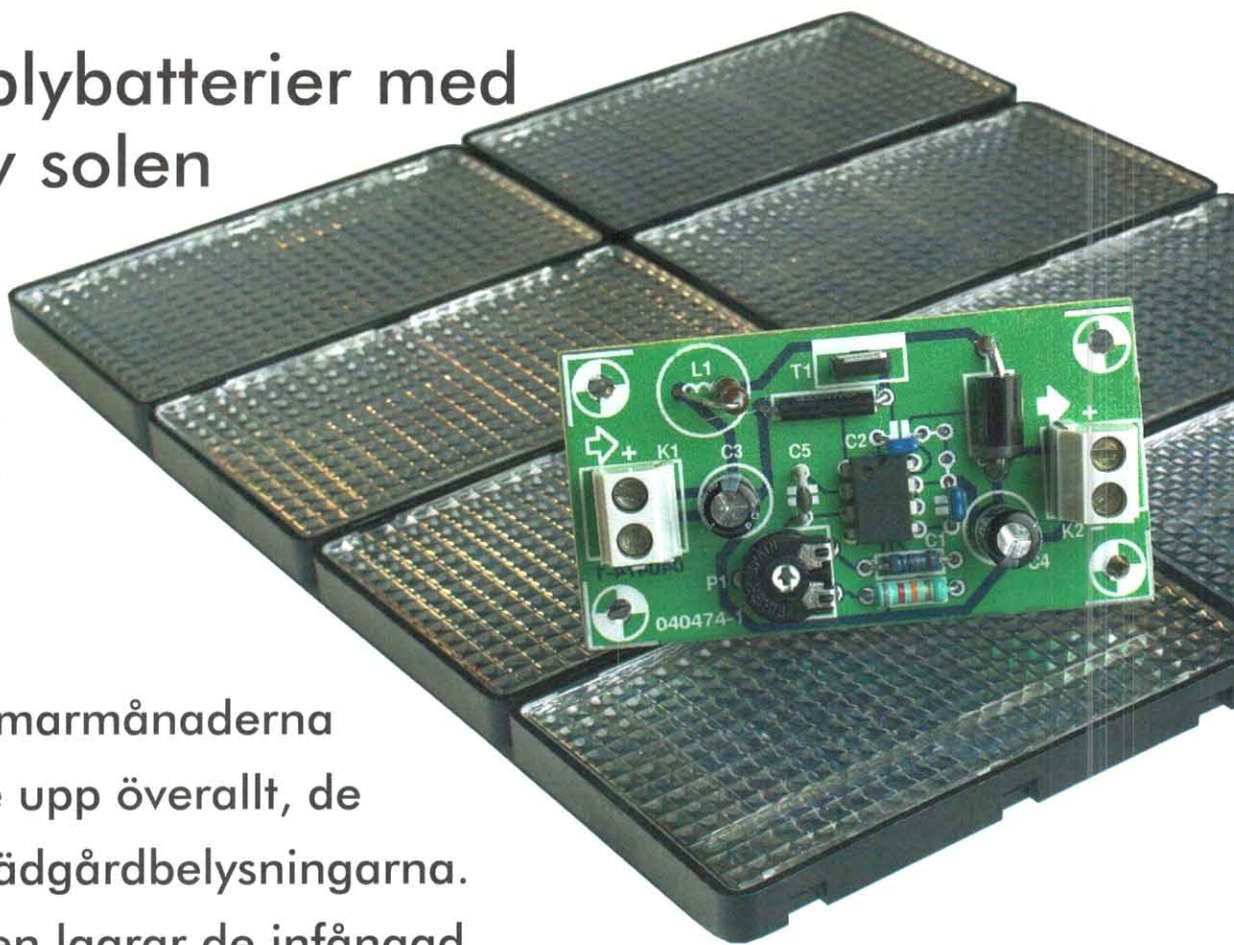
För tvåhundra år sedan var elektriska stormar och solstrålning förmodligen de enda källorna till elektriska fältaktivitet på vår planet, men idag kan det vara svårt att hitta någon plats på vår jord som inte är nedsmetad med elektrosmog!

(040424-1)

Solstyrd laddare

Ladda blybatterier med
hjälp av solen

Paul Goossens



Under sommarmånaderna så dyker de upp överallt, de solstyrda trädgårdsbelysningarna. Under dagen lagrar de infångad solenergi, som under natten används för att ge belysning. Om du vill använda denna energi till någonting annat, som att lyssna på radio eller använda en CD-spelare, så kommer denna krets att passa perfekt.

Under sommaren så njuter vi alla till fullo av solskenet. På detta sätt upptäcker vi också hur mycket energi vi

tar emot från denna stora stjärna. Alla dessa människor på stränderna som efter ett tag liknar välkorka kräf-

tor kan definitivt vittna om detta, ett ögonblicks obetänksamhet och du utsätts för ett överskott av både ter-

misk energi och strålningens energi. Vi till och med betalar för att skydda oss själva mot denna energi genom att köpa olika solkrämer.

Även vindströmmar och havsströmmar styrs av solenergi. Enorma mängder energi är inblandade i detta. I denna artikel är vi inte intresserade av att ändra färgen på vårt skinn eller stormar och farliga havsströmmar. Men all denna energi som vi kan utnyttja gratis är mycket lockande.

Solkraft

Vi har upptäckt ett antal olika 'konverterare' som omvandlar solens energi till en mer användbar form. Dessa 'omvandlare' (för de omvandlar, eller konverterar, en form av energi till en annan) är kända som solceller. Och solceller

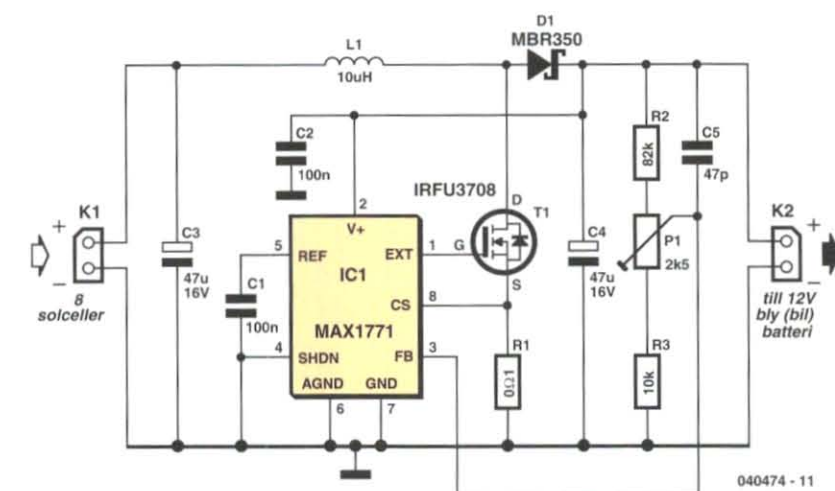
som omvandlar sole-
nergin
t i l l
ele-
ktrisk
energi

är naturligtvis de som är av störst intresse för oss. En sådan elektrolytisk fotocell ger en obelastad spänning på ca 0,55 V. Denna spänning faller så fort som en last ansluts. Dessa celler är i sitt rätta element när spänningen har fallit till runt 0,45 V, för då arbetar de med sin optimala verkningsgrad.

Lagring

Det största problemet med solkraft är att den inte alltid finns tillgänglig när den bäst behövs. Lösningen på detta är mycket enkel, lagra tillfälligt denna energi tills det är dags att använda den. Ett vanlig blybatteri används ofta för tillfällig lagring av denna energi. Fördelen är att mycket (camping) utrustning är avsedd att köras med 12-V och kan matas direkt från batteriet.

Men vi kan inte ansluta en eller flera solceller direkt till ett batteri för att ladda detta. Spänningen från en cell är för låg för att ladda batteriet, medan spänningen från ett antal seriekopplade celler är mycket beroende av den last som de skall driva och mängden solljus som



Figur 1. En enkel step-upomvandlare är tillräckligt för att ladda ett bilbatteri med hjälp av några solceller.

faller på cellerna.

Laddningsspänning

En laddare skall ha en utgång på ungefär 13,5 till 14 V för att kunna lämna en konstant laddning till ett batteri utan att överladda det. Och vi klarar detta så länge som vi reglerar denna spänning.

För detta skulle vi kunna använda en serieregulator, en step-upomvandlare eller en step-downomvandlare. Både serieregulator och step-downomvandlare behöver en ingångsspänning som är högre än utgångsspänningen. För båda dessa alternativ måste vi seriekoppla ett antal solceller för att få en utgång som är högre än 14 V. Detta tar oss snabbt upp till minst 24 celler. Och då solceller inte är billiga så är detta en dyr lösning.

En step-upomvandlare arbetar med en inspänning som är lägre, eller lika med, utspänningen. Denna typ av krets kan därför användas med ett mindre antal solceller. Den kan expanderas med fler celler genom att parallellkoppla dem och fånga in mer energi.

Kretsen

Den krets som vi har designat (figur 1) kunde inte ha varit enklare. IC1 behöver bara en handfull komponenter för

att bli en step-upomvandlare. Matningen för IC-kretsen kommer direkt från batteriet. Detta betyder att när solcellerna inte levererar någon energi så tar kretsen sin matning från batteriet. Då denna ström är mycket låg kommer batteriet inte att laddas ur i brådskat. Spänningen från solcellerna ansluts till K1. IC-n får FET T1 att leda, vilket får en ström att flyta genom L1. Detta omvandlar den elektriska energin till magnetisk energi, som lagras i spolen. När strömmen har uppnått ett visst värde stänger IC-n av FET-en. I detta ögonblick försöker spolen att behålla strömlödet. På detta sätt induceras en spänning så att strömmen kan flyta via D1 till batteriet. På detta sätt konverteras den magnetiska energin tillbaka till elektrisk energi.

Strömmen genom spolen får inte stiga för mycket. IC-n är försedd med strömbegränsning för att detta inte skall ske. Strömmen genom spolen omvandlas till en liten spänning via shuntmotståndet R1. IC-n stänger av FET-en så fort som denna spänning stiger över 0,1 V.

Motståndet R2, P1 och R3 är kopplade som en spänningsdelare. Detta betyder att spänningen vid löparen på P1 är direkt proportionellt till utgångsspänningen. IC-n försöker att hålla denna spänning fixerad vid 1,5 V. P1 kan därför användas för att ställa in den maximala utgångsspänningen.



Figur 2. Kretskortslyout och komponentplaceringsritning för batteriladdaren.

KOMPONENT-LISTA

Motstånd:

R1 = 100mΩ
R2 = 82kΩ
R3 = 10kΩ
P1 = 2Ωk5 trimpot

Kondensatorer:

C1, C2 = 100nF
C3, C4 = 47μF 16V radial
C5 = 47pF

Halvledare:

D1 = MBR350)
IC1 = MAX1771-CPA T1 = IRFU3708

Övrigt:

K1, K2 = 2-pol kopplingsplint för kretskort, raster 5 mm
L1 = 10 μH högströms
Kretskort 040474-1 från The PCBShop
8 solceller

Själva bygget

Det finns egentligen inte så mycket att säga om själva bygget. När du har byggt kretsen måste du kalibrera den innan du kan använda den. Seriekoppla ett antal solceller till K1 och placera dem i starkt solljus. Anslut inte batteriet ännu. Mät nu spänningen på kontakt K2. Denna spänning kan justeras något med hjälp av P1. Ställ in P1 så att utgångsspänningen ligger mellan 13,5 V och 14 V. Ett batteri klarar av denna spänning kontinuerligt utan att ta skada. Du kan nu ansluta batteriet till K2. Se till att du kopplar in det med rätt polaritet! Den positiva polen på batteriet skall anslutas till + på kretskortet.

Experimentera

Det är helt normalt att utgångsspänningen sjunker när du ansluter batteriet. Detta betyder inte att batteriet in-

te laddas, bara att solcellerna inte kan lämna tillräckligt med effekt för att ladda batteriet så snabbt som möjligt.

Det är mycket enkelt att kolla om batteriet laddas. Koppla bort batteriet från kretsen och mät (efter att ha väntat minst 30 sekunder) batterispänningen. Koppla nu in batteriet till kretsen igen och se till att solen skiner på solcellerna. Mät batterispänningen igen och jämför med tidigare mätning. Om nu spänningen är lite högre så laddas batteriet. Om inte, så lämnar solcellerna inte tillräckligt med effekt.

Du kan få en viss förbättring om du placera dem i direkt, starkt solljus. Det hjälper också om solcellerna pekar direkt mot solen.

Mer, jag vill ha mer!

Kretsen arbetar bra med 8 seriekopplade solceller. Detta är en lämplig kompromiss mellan kostnad och laddningstid/verkningsgrad. Du kan alltid få en

förbättring genom att seriekoppla fler solceller. Du skall begränsa dig till max 24 celler eftersom spänningen annars kan bli för hög, med oönskade konsekvenser!

När utgångsspänningen är lika med det värde som ställts in under kalibreringen så har det ingen effekt att koppla in fler solceller. Den extra energin förblir bara outnyttjad. Om du verkligen vill ha fler än 24 solceller i kretsen så skall du parallellkoppla dem. Detta får inte den obelastade spänningen att stiga, men solcellerna klarar av att lämna en högre ström.

(040474-1)

TJUVLYSSNA PÅ WiFi

Går någon säker längre?

Fedde Hettinga



Om du verkligen vill hålla dig uppdaterad kan du köpa in dig på en WiFi/WLAN 'access point' och ett expansionskort eller plug-in för din laptop. Har redan gjort detta och använder du WiFi? Du är inte ensam.

Under de senaste åren har vi sett en kraftig ökning av antalet så kallade 'accesspunkter', inte bara i författarens hemland (Holland) utan också över hela världen. Och varför inte? Det är snabbt, enkelt, billigt och bekvämt, vilket är det viktigaste för de flesta användare. Men det är inte speciellt säkert, som väl de flesta känner till. Om du behåller alla grundinställningar under installationen av en WiFi accesspunkt så lämnar du ditt

nätverk vidöppet för dina grannar, som då har fördelen av fri tillgång till Internet. Om det finns någon digital fönstertittare bland dina grannar kan det hända att din dator genomsöks efter lösenord och annan personlig information. Detta är en läxa som väl alla borde ha lärt sig nu och de som inte konfigurerar sina accesspunkter korrekt får skylla sig själva om deras nätverk invaderas.

Sedan finns det också öppna WiFi-nätverk, så kallade 'hotspots'. Dessa har blivit en allmän syn i kaféer, på flygplatser och aktiebörser. Alla som har en laptop med ett WiFi-kort kan använda dessa för att få tillgång till Internet och kolla sina email. Säkerheten verkar inte vara något problem här. Men är inte hotspots öppna och osäkra rent designmässigt? Det finns andra säkerhetsåtgärder i WiFi. All information via laptopen och accesspunkten sker via radiovågor och kan lätt plockas upp. Är det då möjligt att lyssna på dessa trådlösa anslutningar? Om detta är fallet så är de websidor som du besöker, de email som du skickar och dina MSN-meddelanden inte säkra längre. Din privata kommunikation är helt öppen för tjuvlyssnare. Det är dags att kalla in en expert! Denna expert är en förstaårsstudent i Artificiell Intelligens. Han har antagit utmaningen att kolla hur WiFi-kommunikation fungerar och om det finns någon risk för att användarens kommunikation kan snappas upp. Slutsatsen blev att detta är fullt möjligt och här kommer vi också att visa hur det gick till!

Teorin

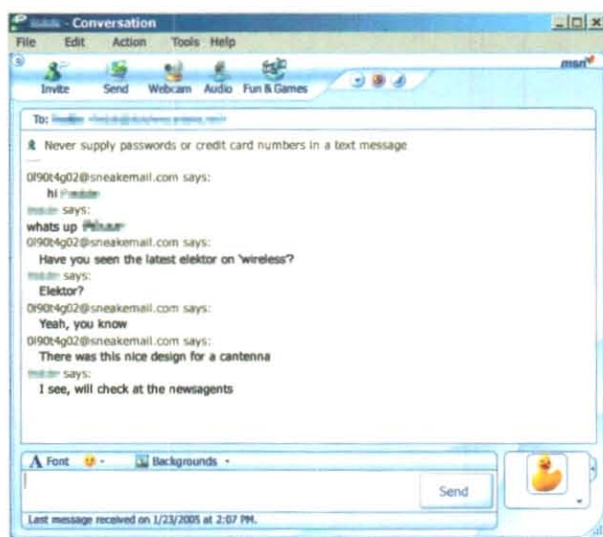
Ett trådlöst nätverk låter flera enheter kommunicera trådlöst med varandra. För trådlösa datornätverk är WiFi (Wireless Fidelity, eller 802.11) den obestridde ledaren. Maxområdet för vanliga WiFi-enheter är ungefär 100 meter inomhus och 300 meter utomhus. Den normala konfigurationen för ett trådlöst nätverk är en 'accesspunkt', som är den centrala sändaren/mottagaren, och en eller flera 'trådlösa klienter', som är datorer försedda med ett WiFi nätverkskort eller en plug-in (USB) enhet. I ett sådant nätverk sker all trafik genom accesspunkten. Så länge som de trådlösa klienterna befinner sig inom räckhåll för en accesspunkt kan de använda denna för att kommunicera med varandra. Accesspunkten har ofta en anslutning till Internet, vilket ger alla trådlösa klienter tillgång till en oberoende Internetanslutning.

Det är också möjligt att koppla upp ett nät utan att använda någon accesspunkt. Dessa har då direkt anslutning mellan WiFi-kort. Denna metod används ibland för att snabbt sätta upp en tillfällig förbindelse mellan ett litet antal trådlösa klienter.

Nätadministratören kan ge nätet ett namn som kallas för SSID (Service Set Identifier) för att skilja det från andra närliggande trådlösa nät (eller för att kombinera flera nätverk). En accesspunkt annonserar sin närvaro genom att regelbundet skicka ut sitt namn. I detta fall kan de trådlösa klienten kolla vilka nätverk som är tillgängliga och koppla upp sig mot dem.

Skydd

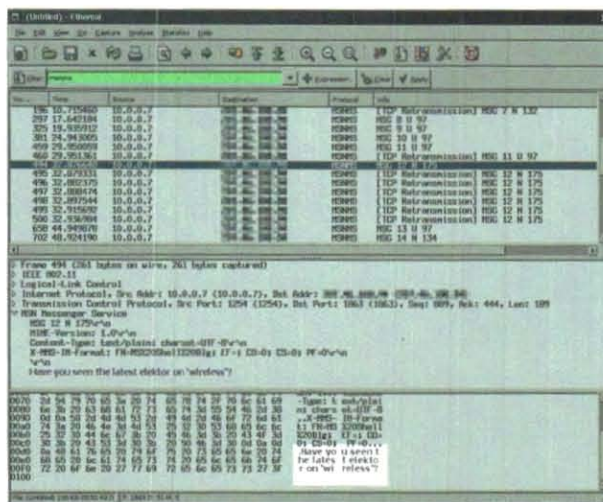
Trådlösa nätverk kan man göra mer säkra inom två områden. För det första kan du förhindra att andra får oauktorerad tillgång till det trådlösa nätet. Sändningen av SSID kan stängas av och på så sätt gömma



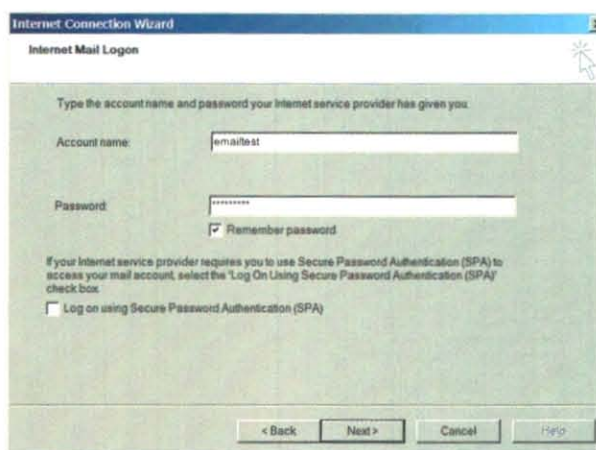
Figur 1. MSN-konversation hos en oförsiktig användare

nätverket för trådlösa klienter. Det är också möjligt att begränsa åtkomsten till bara en viss grupp av trådlösa klienter. Denna metod använder sig av en unik kod som lagras i varje nätverkskort och som kallas för MAC-adress.

Ett annat område som kan göras säkrare är den egentliga översändningen av data. Eftersom alla data skickas via radiovågor så kan dessa plockas upp av folk utanför. För att hålla informationen säker kan alla data krypteras. WEP (Wired Equivalent Privacy) är den mest använda standarden för kryptering av data. Med denna så kommunicerar nätverket med hjälp av ett hemligt språk. Utomstående som inte känner till WEP-nyckeln kommer bara att se ren gallimatias. Den explosiva tillväxten av antalet trådlösa nätverk beror på den lägre kostnaden och lättanvändningen. Medan det förr var det en ren utmaning att koppla upp ett trådlöst nätverk så är det idag en fråga om att packa upp grejorna ur kartongen, ansluta utrustningen och sedan låta mjukvaran göra resten. Men denna enkla uppkoppling sker ofta till priset av minskad säkerhet. Och vad som är ännu värre, de flesta



Figur 2. Samma konversation plockad rakt ut ur luften



Figur 3. Inloggningsdetaljerna fören e-mail-användare.

säkerhetsinställningar är avstängda från början och användaren måste själv aktivera dem.

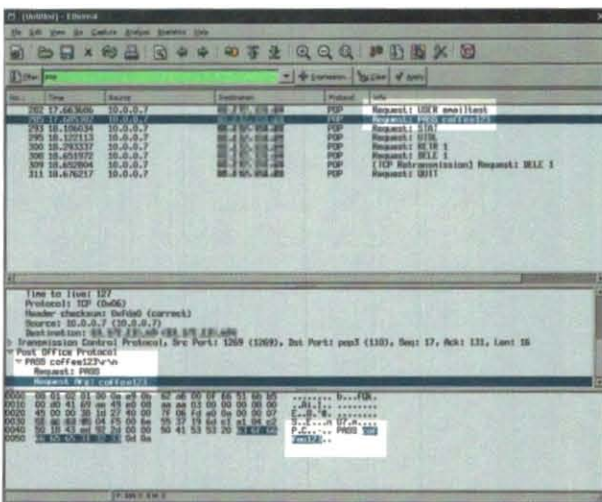
Uppsving i antalet WiFi-nätverk

'Wardriving' (en term som används för att beskriva när man åker omkring med en bil och en laptop för att leta efter trådlösa nätverk) utefter kanalerna i Amsterdam för tre år sedan resulterade i några dussin trådlösa nätverk, en imponerande siffra på den tiden. Om du gör det idag kommer du att upptäcka hundratals nätverk.

Trots denna snabba tillväxt har förhållandet mellan säkra och inte säkra nätverk förblivit detsamma, vilket betyder att ungefär hälften av alla trådlösa nätverk är öppna och inte säkra mot avlyssning.

Information genom luften

Det finns två risker med osäkra nätverk. Utomstående kan använda nätverket, vilket ofta ger dem tillgång till Internet och nätverksenheter som datorer och skrivare. Vad som inte är lika känt är att de också kan



Figur 4. Samma detaljer i loggfilen.

avlyssna alla nätverksdata, vilket inkluderar allting från lösenord för email till hela MSN-konversationer. Medan det är möjligt att upptäcka den första typen av 'attack' så är det i stort sett omöjligt att upptäcka den andra typen. Tjuvlyssning på ett trådlöst nätverk kallas därför ofta för en 'passiv attack'.

Men säkra nätverk kan också vara riskfyllda. Vissa kaféer erbjuder idag sina gäster trådlös access till Internet. När WEP används för att kryptera trådlösa data så verkar nätverket betydligt säkrare. Användarna måste efterfråga WEP-nyckeln i kassan innan de får tillgång till nätverket. Men vi får inte glömma att alla datorer i nätverket använder samma nyckel! Om du skulle vilja tjuvlyssna på trafiken hos andra kunder behöver du bara känna till WEP-nyckeln, och denna kan vem som helst hämta i kassan.

En passiv attack

Vi nämnde tidigare att varje nätverkskort innehåller en unik kod, den så kallade MAC-adressen. Samma gäller varje trådlöst nätverkskort. När data sänds över ett nätverk så delas dessa upp i ett eller flera små paket. Vart och ett av dessa paket har en identifierare som består av MAC-adressen hos sändaren och mottagaren. I ett trådlöst nätverk tas dessa paket emot av alla nätverkskort som ligger inom normalt räckhåll från sändaren. Nätverkskortet ignorerar normalt alla paket som inte är adresserade till det. Det är normalt ganska enkelt att ändra denna grundinställning hos nätverkskortet. När ett nätverkskort sätts i så kallat 'monitor mode' kommer det att acceptera alla paket som om de vore avsedda för justr det kortet. Med andra ord, ett nätverkskort i monitor mode tar emot data från alla trådlösa nätverkskort inom räckhåll och dessa data kan sparas i datorn och informationen kan behandlas senare.

Mjukvara

Den bästa gratismjukvara som finns körs under Linux och kallas Kismet [1]. Detta program har skrivits speciellt för att lyssna på WiFi-nätverk och har därför speciella funktioner som bara är relevanta för WiFi-nät. Som exempel kan Kismet köras i 'kanalhoppningsmod', där WiFi-mottagaren växlar mellan 13 tillgängliga kanaler med en hastighet av 10 gånger per sekund. Detta ökar chanserna att upptäcka trådlös nätverkstrafik.

Kismet kan också detektera gömda nätverk från innehållet i den trådlösa nätverkstrafiken. De säkerhetsinställningar vi nämnde tidigare, där SSID stängdes av, kan därför kringgås.

Det är ofta så mycket trafik att det är omöjligt att se alla email och lösenord på skärmen. Men Kismet sparar alla mottagna paket i en loggfil som man senare kan studera i lugn och ro. Ett bra (och gratis) program för detta är 'Ethereal' [2], som körs under Linux och Windows. En av egenskaperna hos detta program är att analysera loggfiler, som de som genereras av Kismet. Email, MSN-konversationer och lösenord är enkelt att plocka fram med hjälp av en omfattande filterfunktion.

En realistisk test

Och nu vill vi då se hårda fakta på att detta verkligen

fungerar. För detta test använde vi en enkel uppkoppling med två laptop. En av dessa hade en normal trådlös Internetanslutning via en accesspunkt och den andra användes med sitt WiFi-kort i monitor mod. Så fort som den första laptopen sänder data fångar den andra in dessa till en Kismet loggfil. När vi sedan öppnar denna fil med Ethereal och använder MSN-filtret så kan vi se hela konversationen. Vi kan inte tänka oss ett bättre bevis på att detta fungerar (figurerna 1 och 2). Men innan vi lämnar vår testmiljö och beger oss ut i den verkliga världen så skall vi utföra ett test till. Nu skall vi försöka att fånga inloggningsdetaljerna för ett emailkonto. En inte ont anande användare kollar sin email och alla data hamnar återigen i Kismets loggfil. När vi använder POP3-filtret i Ethereal kommer användarnamnet och lösenordet upp på skärmen inom ett par sekunder (figurerna 3 och 4). Under testet stod det klart att inte alla paket fångades in. Trafiken mellan laptopen och accesspunkten använde bara en av 13 tillgängliga kanalerna eftersom WiFi-kortet inte kan använda flera kanaler samtidigt för datakommunikation. Men Kismet försöker att hålla ett öga på så många trådlösa nätverk som möjligt. Den gör detta genom en process som kallas 'kanalhoppning' och som växlar mellan kanalerna 10 gånger per sekund. Detta är bra när du försöker att hitta många nätverk men kan ha en negativ effekt när du försöker att övervaka ett specifikt nätverk eftersom Kismet då kommer att lyssna på fel kanal 12 gånger av 13. Det finns dock en lösning på detta. I Kismet kan du välja det nätverk som du vill lyssna på och sedan trycka på SHIFT+L. Kismet lyssnar då bara på detta nätverk. För att gå tillbaka till normal kanalhoppning trycket du på SHIFT+H.

I den riktiga världen

Och nu tillbaka till den riktiga världen. De första försöken med en 'sniffbag' (en ryggsäck med en laptop) returnerade en flod med data. En promenad utmed de bebodda trakterna i Amsterdam avslöjade, förutom hundratals accesspunkter av vilka mer än hälften var öppna, en stor mängd personlig information. Vi fångade in alla möjliga typer av data: Webtillgång (HTTP), mottagna email (POP3), skickade email (SMTP) och dussintals konversationer via MSN messenger.

Infångade surfdata talade om vilka webadresser som besökts, vilket kanske inte är så upphetsande. Vad som är intressant är emailtrafiken. Det är här vi träder in på en omisstänksam WiFi-användares privata domäner. Användarnamn och lösenord kommer upp på skärmen tillsammans med skickade och mottagna email. Och de mest intima MSN-meddelanden finns också öppna för hela världen att se.

I vårt andra experiment vände vi mot affärsvärlden. Denna grupp verkar ha sina egna arbetstider och hobbyer. Vid Schiphol Airport, nära väntrummet för affärsresenärer, var allting tyst. Andra WiFi-hotspots på denna flygplats returnerade inte heller så många resultat, men vem var 'Butch102' som skickade detta meddelande: 'so when I join another corp I leave this one'? Var han verkligen på väg att byta jobb? Vid närmare efterforskning visade det sig att Burch102 spelade spelet 'EVE Online'. Kanske måste vi gå upp tidigare för att fånga in den första flocken affärsmän och kolla vilka av dem som spelar spel...

Därefter bar vi iväg vår utrustning till området runt restaurangerna och kaféerna i centrala Amsterdam under lunchtid. I ett välbesökt kafé pågick många konversationer, men det skedde knappast något surfarande alls. Om du vill få fatt på känslig affärsinformation har du större chans att lyckas om du lyssnar på konversationen från bordet intill.

Senare, på väg hem, uppnådde vi bättre resultat nära en coffee shop. Här såg vi en mängd MSN-meddelanden och ett antal olika websidor.

Testet visade alltså att de bästa ställena är i bostadsområden där familjemedlemmarna använder en laptop för att kolla sina email.

Gör det själv

Om du inte bryr dig om att du bryter mot lagen och du vill spionera på din grannes surfvanor, email och chat så behöver du en Linuxdator som kör programmen Kismet och Ethereal. För de av er som inte har så stor erfarenhet av att installera Linux så finns Auditor, en gratis Linuxdistribution som inte behöver installeras [3]. När du har laddat ner denna distribution skall du packa upp den (med WinZip) och sedan bränna den på en CD (i Nero använder du 'Brännare' > 'Bränn Image'). Därefter skall du konfigurera din laptop eller dator att starta från CDROM-en. Starta nu datorn med CD:n i CD-enheten.

(050083-1)

Internetadresser

- [1] www.kismetwireless.net
- [2] www.ethereal.com
- [3] www.remote-exploit.org

