

ELEKTOR Allt om **Elektronik**

5/2007

Nr. 254

Pris 95:00

Norge 95:00 NOK

€ 11

Sveriges största specialtidning
för tillämpad elektronik

**Medföljer
gratis!
LED-drivare**

ElekTrack spårning via **GPS**



Ultrauniversell

USBprog

interfacing & programmering

Mugen – hybrid audioförstärkare

Allt om USB/UART-interface

Ren nätspänning för rent ljud

11 förstärkarmoduler på testbänken

INTERPRESS 0173-05



7 388017 309501

RETURVECKA 52

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 2007
PressData AB
Tel: 08-799 63 25
Fax: 08-98 45 72
Helår 485:-
Norge helår 485:- NOK + porto

Annonser
Allt om Elektronik
Annonssavdelningen
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 2007

ISSN 0280-8765

Samtliga artiklar, fotografier, krets-kortslayouter och annat är copyrightskyddat 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) 2007
Box 75
6190 AB Beek (L), Holland

ElekTrack spåra det med GPS

Larmsystemet hos dyrbara personbilar och andra fordon omfattar ofta ett positioneringssystem som kan rapportera var fordonet befinner sig. Dessa system är dock ganska dyrbara så vi bestämde oss för gör-det-självlösningen och utvecklade vår egen version som vi döpte till ElekTrack.

66 USBprog



USB-till-serieomvandlare är ofta långsamma när det gäller mjukvarustyrning av handskakningssignalerna. Fördörningen är särskilt irriterande vid utveckling och avbuggning av mjukvara. Bra (dvs snabba) USB-till-serieomvandlare existerar, men de är betydligt dyrare än den mer universella enhet som vi beskriver här.

72 USB/UART interface

De första interfacechipen mellan USB-bussen och asynkrona seriella bussar (UART) kom under tidiga 2000-talet. Nu har vi tredje, fjärde och till och med femte generationen, snabbare, tillförlitligare och mer stabila (speciellt drivrutinerna) och med förbättrade egenskaper.



Den förstärkare som beskrivs här använder en blandning av transistorer och rör för att kombinera fördelarna av hos dessa båda och förtjänar därför beteckningen 'hybrid'. Resultatet har blivit en förstärkare med rent audiofila prestanda.



6

52 Häpnadsväckande ingenjörskonst

Solar Team Twentes fordon som byggt för World Solar Challenge 2007 i Australien baseras på det positiva fototropiska uppträdandet hos solrosor. I denna soldrivna bil lutar solpanelerna, som har ett system med Fresnellinser, mot solen för att utnyttja dess energi maximalt.



12 Mugen - en hybrid audioförstärkare



Byggprojekt

- 6 **ElekTrack**
Fordonsspårare via GPS
- 12 **Mugen**
Hybrid audioförstärkare
- 22 **LED-drivare**
Komplett kretskort medföljer i detta nummer.
- 28 **Digital Inspector**
4-kanals logikanalysator med minne
- 32 **Tilt-Gamepad**
Styr dina spel genom att luta på gamepaden i stället för att trycka på knappar.
- 36 **SDR möter Batman**
Lyssna på fladdermöss via radio
- 40 **Förstärkarmoduler**
11 moduler på testbänken
- 48 **SDR & VLF**
Ny mjukvara för vår SDR-radio. Lyssna på VLF.
- 55 **Superregenerativ mottagare**
Med bara två transistorer
- 58 **Störningsfritt ljud**
Ett 'ren' nätdel
- 62 **En blick av inspiration**
Universell LED-lampa från billig kamerablick
- 66 **USBprog**
Universell USB-programmerare

Övrigt

- 52 **Soldriven bil**
Solar Team Twente och World Solar Challenge 2007
- 72 **USB/UART-interface**
Vi tittar på de nya kretsarna
- 80 **Billig utvecklingssats för ARM-mikrokontroller**
- 77 **Läsarservice**
- 82 **Nästa nummer**

ElekTrack

Spårning med GPS

Positionsbestämning via satellit är helt inne idag. Tillverkarna av det välkända navigationssystemet TomTom har blivit börsnoterade och larmsystemet i exklusiva bilar och många andra fordon omfattar ofta ett positioneringssystem som via GPS rapporterar var fordonet befinner sig. Dessa system är dock ganska dyra och vi beslöt därför att utveckla en gör-det-själv lösning och denna döpte vi till ElekTrack.

Nuförtiden vill vi veta det absoluta läget för allting. Var är det paketet jag beställde? Har boken jag beställde kommit in på biblioteket ännu? När anländer mosters tåg till stationen? Tekniken har avancerat så mycket under de senaste åren att vi i stort sett inte kan föreställa oss en situation där det inte finns någon lösning. Och om det inte finns så kommer vi att skapa en lösning!

Big Brother

Folk i allmänhet känner en hel del obehag inför organisationer som övervakar allting, men i vissa fall är det precis detta som vi vill ha. Ta till exempel larm och säkerhetssystem för bilar. De av oss som har råd med de allra senaste lyxbilarna kommer utan att tveka att ställas inför höga säkerhetskrav när de skall försäkra sina fordon. Ofta måste dessa bilar förses med säkerhetssystem som inkluderar spårning förutom standardkraven på startspärr och larm. Detta betyder att de måste ha inbyggda GPS-baserade spårningssystem som rapporterar var

fordonet befinner sig i ett visst givet ögonblick till ett övervakningscentrum. Stulna fordon visas med en röd prick på en karta i kontrollrummet. Personbilar är inte de enda fordon som förses med spårningssystem. Lastbilar och båtar kan också dra nytta av detta. Fler och fler anläggningsfordon förses också med säkerhetssystem eftersom de är mycket stöldbegärliga. Med en inbyggd spårningsmodul kan dessa dyrbara maskiner hittas och återtas. Nu har naturligtvis inte alla av våra läsare en dyrbar BMW eller en Caterpillar D9 i garaget, men det är fortfarande möjligt att hitta andra intressanta användningsområden för en GPS-spårare. Till exempel på en motorcykel eller en moped. Och om du jobbar som privatdeckare så kommer säkerligen ett ljus att tändas i dina ögon. Vi utvecklade ElekTrack för att ge våra läsare en möjlighet att experimentera med GPS-spårning. På grund av det stora antalet ytmonterade komponenter och svårigheten att löda dessa komponenter bestämde vi oss för att endast erbjuda detta projekt som en fullt färdigbyggd modul.

Målet med designen

Vad måste en spårningshjälp kunna utföra i sin enklaste form? Naturligtvis vill du kunna se var enheten befinner sig. Vi valde den mest uppenbara lösningen för positionsbestämningen, GPS. Med GPS kan systemet identifiera sin position i stort sett varsomhelst i världen. Dessutom är GPS numera mycket exakt och så länge som det europeiska Galileosystemet [1] ännu inte är i bruk så är detta det bästa 'alternativet'.

Vi bestämde oss sedan för SMS för dataöverföringen. Även om dataöverföringen egentligen inte är 'live' med detta system så går det att använda i stort sett överallt och alltid. GPRS-nätet hade också varit ett bra alternativ för dataöverföring. GPRS arbetar med en direkt länk via Internet och data kan därför visas live på en dator med Internetuppkoppling. Lokaliseringen skulle

Figur 1. Som du kan se av kretsschemat så kretsar allting runt GSM-modemet.

därmed kunna bestämmas utan någon tidsfördröjning och data kunde lagras 'live' i en databas. Vi föredrog dock det enklare SMS-systemet.

Designen består därför av två moduler, en GPS-modul och en GSM-modul.

GSM-modulen är av typ

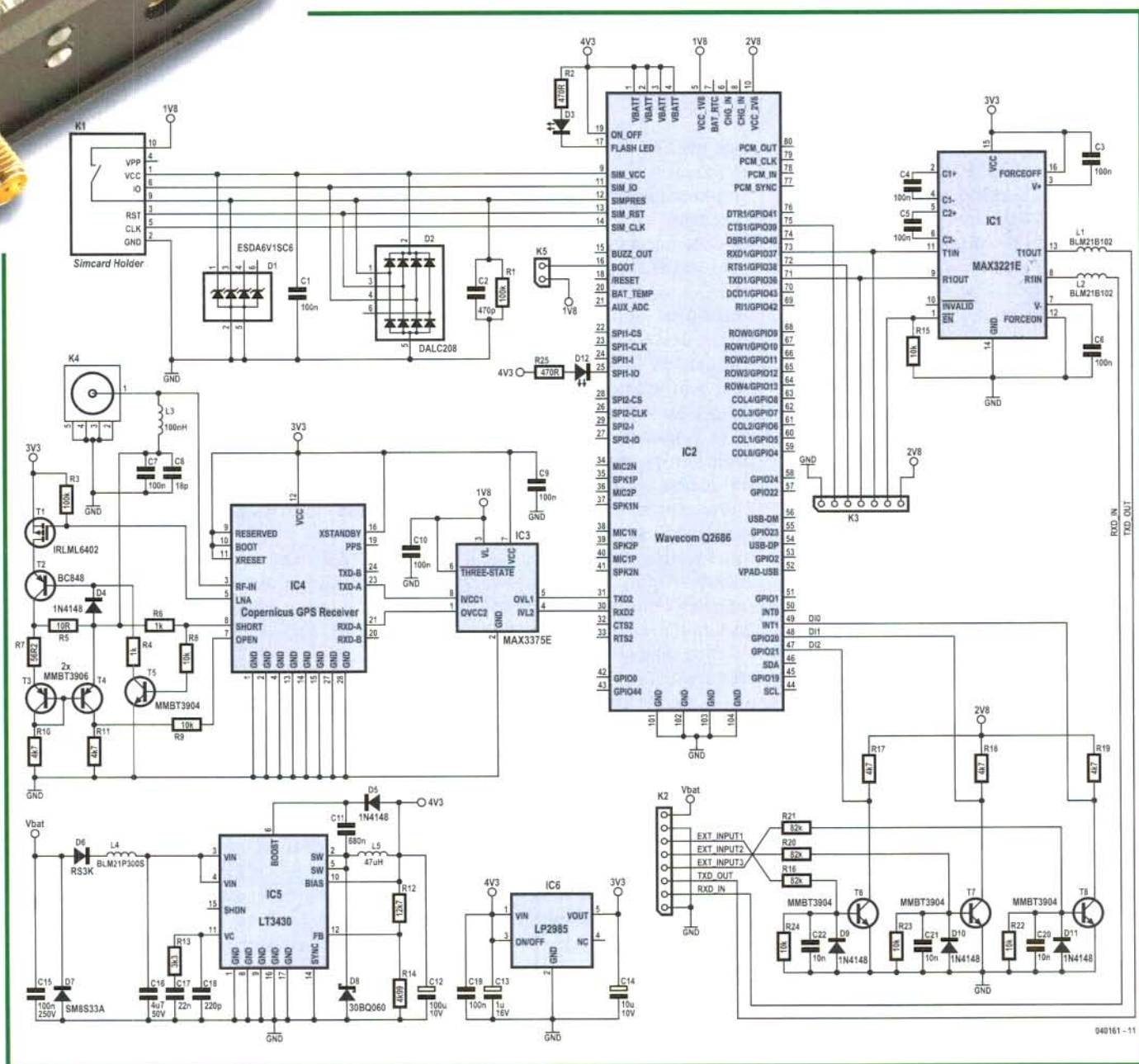
Q2686 från Wavecom. Denna modul kan kontrolleras med hjälp av Wavecoms OpenAT kommandon och har en inbyggd mikrokontroller. Den stora fördelen med detta är en kortare utvecklingstiden jämfört med att använda ett separat modem eftersom det inte är nödvändigt att implementera en mikrokontroller eller någon kringlogik. Allting finns redan i en enda modul. Detta gör också den totala enheten mycket kompakt.

Som GPS-modul valde vi en Copernicus från Trimble. Detta är en efterföljare till Lassen iQ, som vi visade vad den kund i den GPS-mottagare för USB som vi publicerade i nummer 3/2005 av *Allt om Elektronik*.

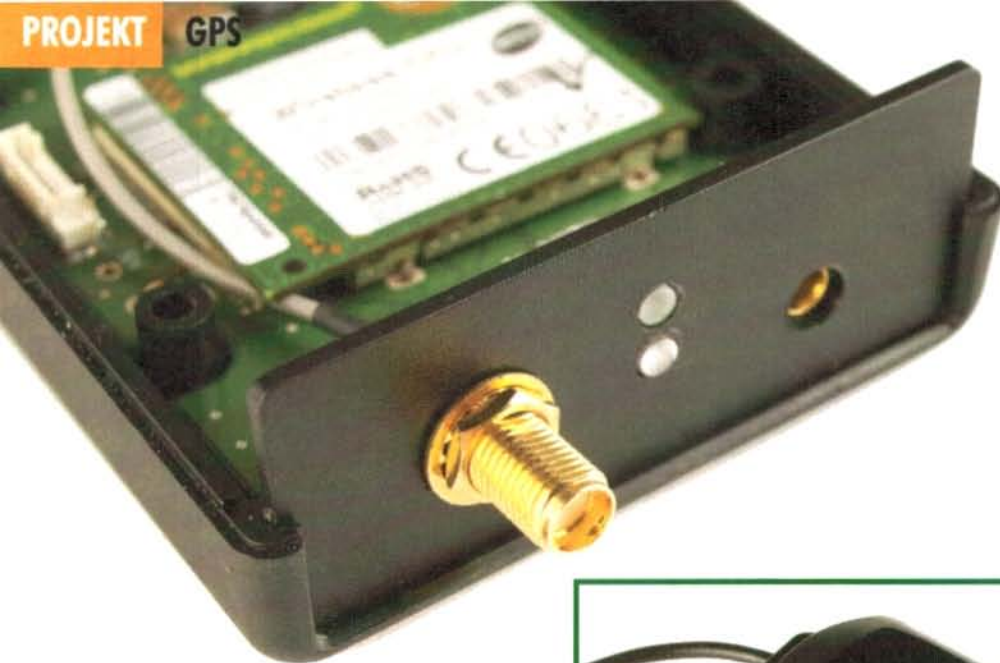
Kretsschema

En titt på kretsschemat i figur 1 visar att allting är byggt runt GSM-modemet. GPS-modulen är ansluten till UART2 på modemet via en logiknivåomvandlare (IC3). Kretsen runt T3, T4 och T5 detekterar om antennkretsen är kortsluten, öppen eller ansluten normalt. GPS-modulen lämnar spänning till den aktiva antennen via T1 och T2.

Två matningsspänningar är nödvändiga för att kretsen skall fungera korrekt, 4,5 V och 3,3 V. Dessa kommer från IC5 och IC6. IC5 (en LT3430) är en spänningsomvandlare (buck converter) som arbetar med en frekvens på 200 kHz. Motstånden R12 och R14 bestämmer utgångsspänningen, som är satt till ungefär 4,5 V.



949161-11



IC6 lämnar matningsspänningen för GPS-modulen. Den genererar en fast utgångsspänning på 3,3 V från en ingångsspänning på 4,5 V. Tre identiska nivåomvandlare bildas med hjälp av T6, T7 och T8. De omvandlar de relativt höga ingångsspänningarna till logiska nivåer som överensstämmer med specifikationerna för GSM-modemet. IC1 är en standard RS232-omvandlare, som bland annat kan användas för att ansluta enheten till en PC för att kunna programmera modemmet. Du kan också använda IC1 som en port för dina egna applikationer. D1 och D2 skyddar ingången till GSM-modulen mot statiska urladdningar som kan uppstå när SIM-kortet sätts in i sockeln. LED D3 visar statusen hos GSM-länken. Om den är till kontinuerligt är modemmet inte inloggat på nätverket. Den börjar blinka så fort som modemmet loggar in korrekt. LED D12 visar statusen hos GPS-modulen.

Externa anslutningar

Strömförsörjningen kan arbeta med externa 12-V eller 24-V system. Baserat på tester behöver ElekTrack en matningsspänning på minst 8 V för att fungera korrekt. Den externa spänningskällan måste också kunna lämna tillräckligt med ström. Relativt höga strömtoppar uppstår när GSM-modemet sänder data. Den genomsnittliga effektförbrukningen hos enheten ligger runt 500 mW och ett 9-V batteri skulle därför bara hålla under ca två timmar. Ett moped eller motorcykelbatteri klarar sig självklart betydligt längre. Det finns naturligtvis alltid möjlighet att modifiera mjukvaran för att minska strömförbrukningen. Du kan, till exempel, implementera en funktion som placerar GPS-modulen i sleep-mod med ett SMS-kommando och se-



dan väcker den igen med ett annat kommando.

Enheten har naturligtvis också antennkontakter, en för GPS-modulen och en för GSM-modulen. Modemet har också flera logiska ingångar. Dessa kan användas för sådana ändamål som att ansluta ett larm till ElekTrack. En spänning på ca 8 V triggar den digitala ingången på GSM-modemet. När detta sker kan ett textmeddelande sändas till ett av två tidigare inprogrammerade telefonnummer. Du måste implementera detta själv i mjukvaran då denna funktion ännu inte är implementerad som standard. Den kan kanske komma att implementeras i en uppdatering av firmware. GPS-modulen kan konfigureras med hjälp av olika kommandon. För detta ändamål måste modulen länkas till en PC med hjälp av en kabel. Ett program som HyperTerminal för Windows måste användas för att konfigurera ElekTrack. Detta program medföljer Windows. Serieporten på PC:n måste konfigureras såsom visas i figur 2.

Start

Det första du måste göra är att kolla om SIM-kortet skyddas av en PIN-kod. Använd följande kommando för detta:

at+cpin?

Om modemmet svarar med '+CPIN: READY', behöver SIM-kortet inte någonsin PIN-kod. Om du i stället får sva-



ret '+CPIN:SIM PIN' behöver SIM-kortet en PIN-kod och denna måste först tas bort. Den aktuella firmware stöder ännu inte automatisk användning av PIN-kod. Detta kan komma att implementeras i en framtida version. Kolla vår websida för den senaste versionen.

Om du anger kommandot

at+cpin=xxxx

(där 'xxxx' är SIM-kortets PIN-kod) kommer du att få svaret 'OK'.

Nu måste du koppla bort kontrollen av PIN-koden med följande kommando:

at+clck="SC",0,xxxx (där 'xxxx' återigen är SIM-kortets PIN-kod.). Modemet kommer återigen att svara med 'OK'. För att kolla om modemmet nu kan logga in på nätverket automatiskt så måste du återställa det med

at+cfun=1

Om allting är korrekt kommer den övre LED-en (D12) att börja blinka inom en minut. Detta betyder att modemmet framgångsrikt har loggat in på nätverket. Om du vill kan du kolla detta genom att ange kommandot

at+cops?

Modemet kommer då att svara med
+COPS: 0,2,20408
OK

(här är '20408' operatörnumret som
beror på leverantören). Nu kommer mo-

demet att logga in på nätverket auto-
matiskt så fort det får spänning.

Säkerhet

Det första du måste göra är att ändra

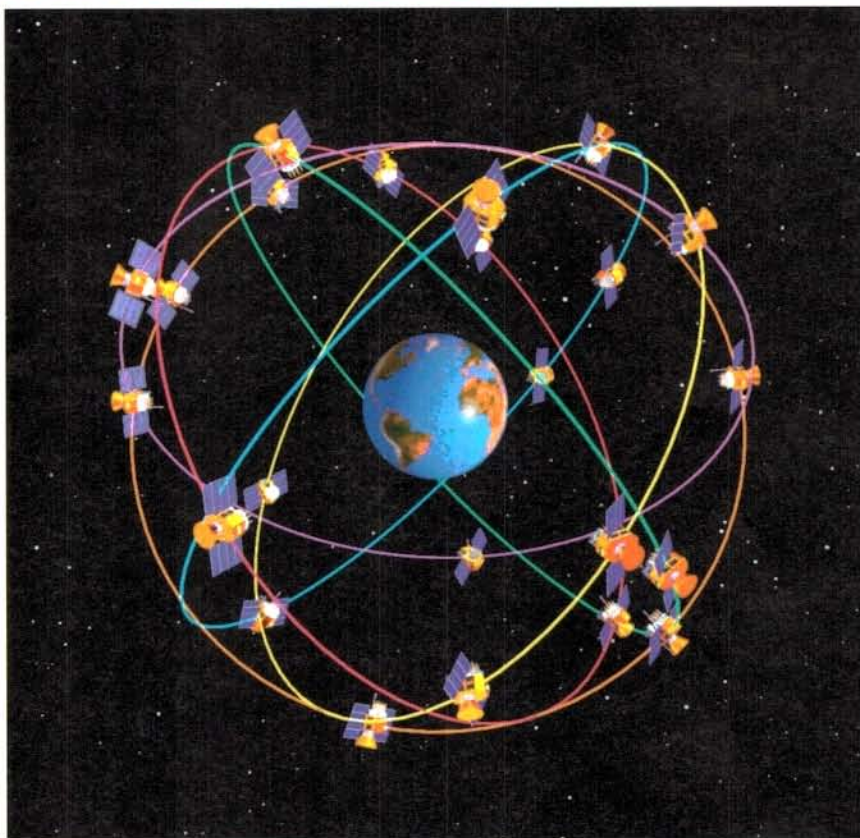
lösenordet. Det förvalda lösenordet är
'elektor'. För att ändra lösenordet an-
ger du först följande kommando för att
fråga efter lösenordet

at+password?

Bättre än GPS

GPS (Global Positioning System) utvecklades från början för militärt bruk. Som svar på stadigt ökande krav på noggrann positionsbestämning så släpptes GPS-systemet fritt för civil användning en bit i taget. Till att börja med var noggrannheten hos satellitsignalerna avsiktligt degraderade av de amerikanska myndigheter som från början etablerade systemet. Dessa begränsningar togs bort för några år sedan och konsumenterna kan nu använda systemets fulla upplösning. Detta tillåter GPS att användas med ett potentiellt fel på upp till tre meter. Positions-noggrannheten beror på antalet 'synliga' satelliter och om det är WAAS eller EGNOS-signaler som tas emot.

Termerna WAAS och EGNOS relaterar till de system som kan användas i kombination med GPS för att öka positioneringsnoggrannheten. WAAS står för 'Wide Area Augmentation System', medan EGNOS står för 'European Geostationary Navigation Overlay Service'. EGNOS och WAAS-systemen gör samma sak, men den förstnämnda är för Europa och den sistnämnda för Nordamerika. Varje system består av ett nätverk med satelliter och markstationer som genererar en GPS korrigeringsignal som kan användas för att öka positioneringsnoggrannheten med en faktor fem i genomsnitt. En mottagare som stöder WAAS eller EGNOS gener-

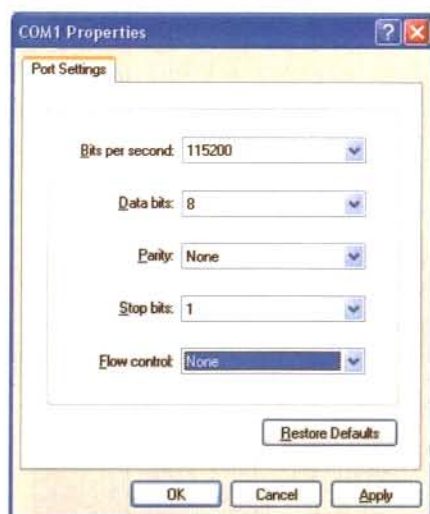


erar positioner som skiljer sig från den korrekta positionen mindre än 3 meter i 95% av alla fall.

EGNOS består för tillfället av tre geostationära satelliter och flera markstationer spridda över Europa. Markstationerna samlar information från varandra och genererar en korrigeringsignal. Markstationerna känner till sin egen position med stor exakthet och de jämför sina positioner med de signaler som tas emot från satelliterna eftersom satelliternas signalvägar kan förvrängas av atmosfäriska störningar. Korrigeringssignalerna skickas därefter till de geostationära satelliterna. Dessa data har samma format som en standard GPS-signal och kan läsas av alla GPS-mottagare som stöder WAAS.

EGNOS är ett samarbete mellan ESA, Eurocontrol och EU-kommissionen och det samarbetar med det amerikanska GPS-systemet och det ryska Glonass-systemet. EGNOS-satellitnumret för Europa är 33. Många GPS-system indikerar om de tar emot en korrigeringsignal. Man använder också termen 'differentialsignal' för detta.

MSAS-systemet, som fungerar på samma sätt, används i Asien.



Figur 2. De inställningar som visas här måste användas för seriekommunikationen.

Modemet kommer nu att svara med **+PASSWORD:: elektor**. För att ändra lösenordet använder vi kommandot: **at+password="gpsmodule"**. Notera att du måste ange citations-tecknen såsom de visas annars får du ett felmeddelande. Den maximala längden på lösenordet är 20 tecken.

GPS-status

GPS-modulen ansluts till modemets serieport. Två kommandon för att fråga efter data från GPS-modulen är implementerade i den första versionen av firmware. Det första kommandot är

at+gpshealth?

Följande är ett exempel på ett möjligt svar från modemet:

Rcvr status code = 0x01
(Don't have GPS time yet)
Receiver health byte = 0x11
Battery backup: BBRAM not available at start-up
Antenna feedline fault: Antenna line open/short
Type of fault: Open detected
OK

Av detta kan du sluta dig till att GPS-modulen för närvarande inte har några giltiga koordinater. Antennstatusen indikerar en felsituation. Felets typ indikerar att antennanslutningen är öppen. Antennen är förmodligen inte ansluten.

Om kommandot anges igen efter det att antennen har anslutits kommer du kanske att få följande svar:

Rcvr status code = 0x00
(Doing position fixes)
Receiver health byte = 0x01
Battery backup: BBRAM not available at start-up
Antenna feedline fault: OK
OK

Här kan du se att antennstatusen är 'OK'. Om antenningången är kortsluten kommer statusmeddelandet 'Short circuit' att visas. Mottagarens statuskod rapporterar att mottagaren kunde bestämma en giltig position. När modulen först aktiveras visar mottagarens statuskod hur många satelliter som tas emot. När mottagaren har kunnat bestämma en giltig position börjar den undre LED-en (D3) att blinka. Om denna LED är tänd hela tiden är det något som är fel. Det kan betyda att modulen inte tar emot tillräckligt många satelliter, men det kan också betyda att antennen inte är ansluten korrekt.

Normal användning

Nu när du har fastslagit att en länk har etablerats så vill du förmodligen veta

koordinaterna för latitud och longitud. Ange följande kommando för detta:

at+gpsposition?

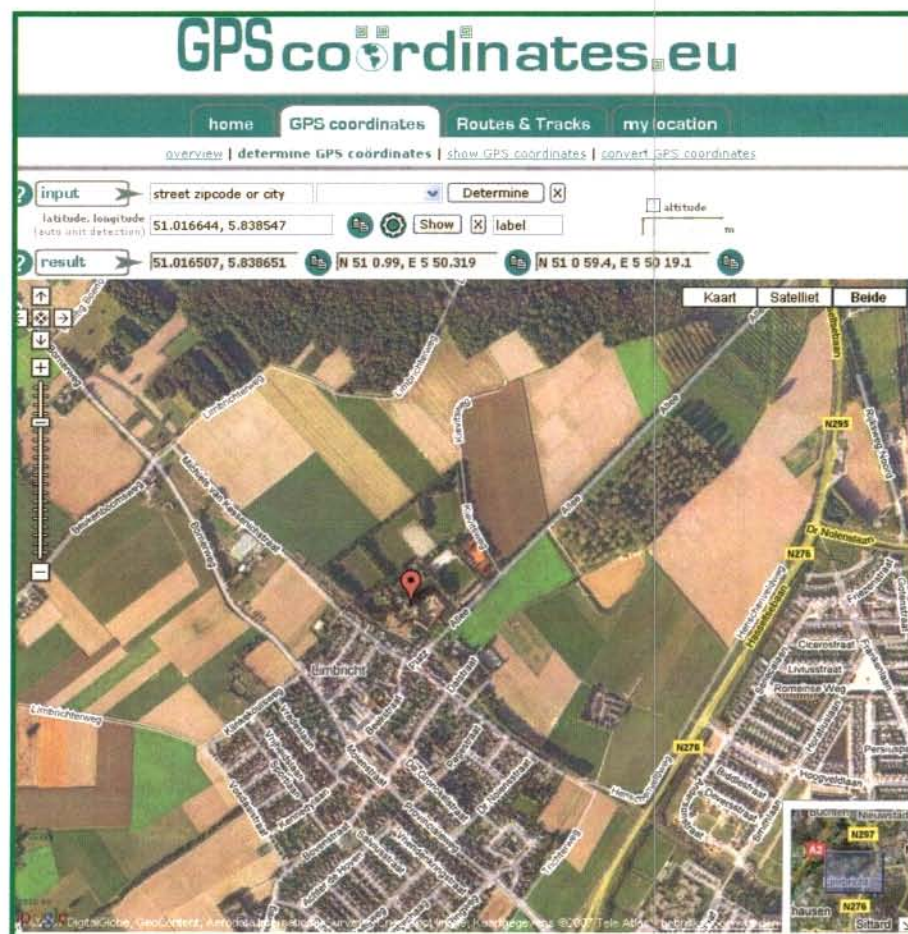
Modemet kommer att returnera en uppsättning koordinater liknande

Long: 5.803043 E;
Lat: 50.941492 N;
OK

Du vill naturligtvis kunna efterfråga koordinaterna via SMS så att du kan 'fjärrfråga' efter var modulen befinner sig. För att förhindra att obehöriga personer tar emot ett svar från modulen om de sänder ett textmeddelande till den så måste modulen ha ett lösenord. Skicka följande meddelande till modulen via SMS för att tilldela den ett lösenord:

info:<password>:<phonenum>
eller
INFO:<password>:<phonenum>

Notera: 'info' måste skrivas med antingen enbart stora bokstäver eller enbart



Figur 3. ElekTrack vet exakt var den skall hitta Elektors nya huvudredaktion!

Praktiska problem

Alla som skriver mjukvara vet att den lilla buggen (lusen) alltid hittar en väg in i koden. När vi först utvecklade mjukvaran hade vi problem med att skicka SMS-meddelanden. Det verkade som om modemets SMS-tjänst av någon anledning inte ville fungera. Efter att ha tillbragt många timmar med att leta efter felkällan och läsa genom dokumentationen kom vi upp med den enkla, men briljanta, idén att prova ett annat SIM-kort. En snabb tripp till butiken för ett nytt SIM-kort. Och föreställ er vår förvåning när det visade sig att det inte fanns några problem alls med det nya kortet!

Naturligtvis så tyckte vi att det var anmärkningsvärt att allting fungerade OK med det nya SIM-kortet och vi kontaktade därför leveratören. Och det visade sig att det faktiskt var en bug i modemets firmware. Inloggningen till SMS-tjänsten fungerade uppenbarligen inte med vissa typer av SMS-kort. Detta problem har korrigerats i den senaste versionen av firmware.

Ett annat problem som förmodligen också är känt bland mjukvaruutvecklare är skillnaden mellan minnesorganisationen omvänd byteordning och rak byteordning (litte-endian och big-endian). GPS-modulen skickar ut latitud och longitudkoordinater som radianer med flytande komma. GPS-modulen arbetar med omvänd byteordning och GSM-modulen med rak byteordning. När man importerar data (som ASCII-värden) måste byteordningen därför vändas. Om man kör omvänd byteordning i en processor med rak byteordning får man lustiga resultat. Vi missade denna detalj till att börja med. Din första tanke är att du gjort ett fel i den kod som utför omvandlingen. I efterhand är detta helt självklart, men mitt upp i alltihop är det en svår nöt att knäcka.



(040161-1)

med små bokstaver. Det lösenord som du konfigurerade med hjälp av kommandot `at+password` måste anges här i stället för `<password>`.

Parametern `<phonenum>` (telefonnummer) är valfritt. Ursprungsinställningen är att svaret returneras till den som har skickat frågan. Om du vill att svaret skall skickas till något annat nummer så kan du använda denna parameter för att ange det önskade numret.

Efter några sekunder kommer ElekTrack att skicka ett textmeddelande via SMS med uppgifter om longitud, latitud och altitud (höjd) som kan användas för att kolla var ElekTrackenheten befinner sig. Du kan till exempel göra detta online vid [2] (figur 3) eller [3]. ElekTrack levereras som en fullt färdigbyggd enhet och du kan beställa den via oss på vår websida. Den senaste versionen av mjukvaran finns också

på vår websida. Och som alltid så är vi naturligtvis glada över att höra från våra läsare om intressanta idéer och applikationer.

Weblänkar

- [1] en.wikipedia.org/wiki/Galileo_positioning_system
- [2] www.gpscoordinates.eu
- [3] <http://boulter.com/gps>

MUGEN - en hybrid

Det bästa från två världar?

Wim de Haan

Det finns många olika konfigurationer för audioförstärkare, inklusive typer med bipolära transistorer, FET-ar, IC-kretsar och rör. Den förstärkare vi beskriver här använder en blandning av transistorer och rör för att kombinera fördelarna hos båda och förtjänar därför beteckningen 'hybrid'. Resultatet har blivit en förstärkare med audiofila prestanda.

Rör (eller vakuumrör) håller på att uppleva en renässans inom audiovärlden, vilket man kan se av det stora antal kommersiella förstärkare och designers för hembyggen som kommit fram under senare år.

Tyvärr är rörförstärkare ganska dyra jämfört med transistorförstärkare, delvis beroende på behovet av en hög matningsspänning och utgångstransformatorerna. Speciellt utgångstransformatorerna är en stor investering. Denna design är ett försök att avhjälpa denna situation genom att ersätta utgångsrören och transformatorerna med en halvledarkrets som använder moderna transistorer som kan driva en högtalare direkt. Rören används i ingångssteget.

Drivkrets

Förstärkaren (figur 1) består av ett spänningssteg och ett strömsteg. Spänningssteget, som är drivdelen, är byggt runt rören V1 och V2 och måste ge en tillräckligt förstärkning av ingångssignalen. Här en 20 dB till 30 dB ett praktiskt värde. Strömsteget, som är byggt runt transistorerna Q4 och Q5, låter förstärkaren driva 4-ohms eller 8-ohms högtalare. Strömsteget agerar som en buffert och har ingen förstärkning. Spänningssteget måste leverera solida 25 Veff till strömsteget för att kun-

na driva förstärkaren till sin maximala utgångsnivå. En nyckelfaktor här är att signalen måste ha tillräckligt låg distorsion eftersom någon total negativ feedback inte används i denna design. Kretsen måste också kunna driva en lastimpedans på 10 k Ω , eftersom drivkretsen ser R11 (20 k Ω) parallellt med kombinationen av P3 och R16 (20 k Ω). Impedansen kan ökas med bootstrapping eller genom att använda MOSFET-drivare, men bootstrapping och MOSFET-drivare passar inte in i konceptet för denna förstärkare.

I andra projekt som implementerats helt med rör har konstruktören fått erfarenhet av drivsteg som måste lämna utgångssignaler med stora amplituder och låg distorsion. Kopplingen 'long-tailed pair' är exceptionellt lämplig för denna uppgift. Denna konfiguration valdes också eftersom den kan agera som en fasdelare, vilket tillåter att ett visst trick används, som vi kommer att förklara nedan.

Ett 'long-tailed pair' (LTP) kan man se som en differentialförstärkare som förstärker skillnaden mellan signalerna på de två styrgallren. Ingångssignalen är ansluten till den 'vänstra' ingången. Den 'högra' ingången är dragen till jord här så utgångssignalen är en förstärkt version av ingångssignalen. En fördel med detta arrangemang är att feedbacken kan anslutas till den högra ingången där den kommer att subraheras från originalsignalen. Denna

negativa feedback minskar mängden distorsion.

De gemensamma katoderna hos de två halvorna av ECC83 kan man se som en tredje ingång, som här ger 6 dB lokal negativ feedback (återkoppling).

En egenskap hos en differentialkrets är den har två utgångar med motsatta faser (180 graders färförskjutning). Den vänstra anoden är 'i fas' medan den högra anoden är 'ur fas'.

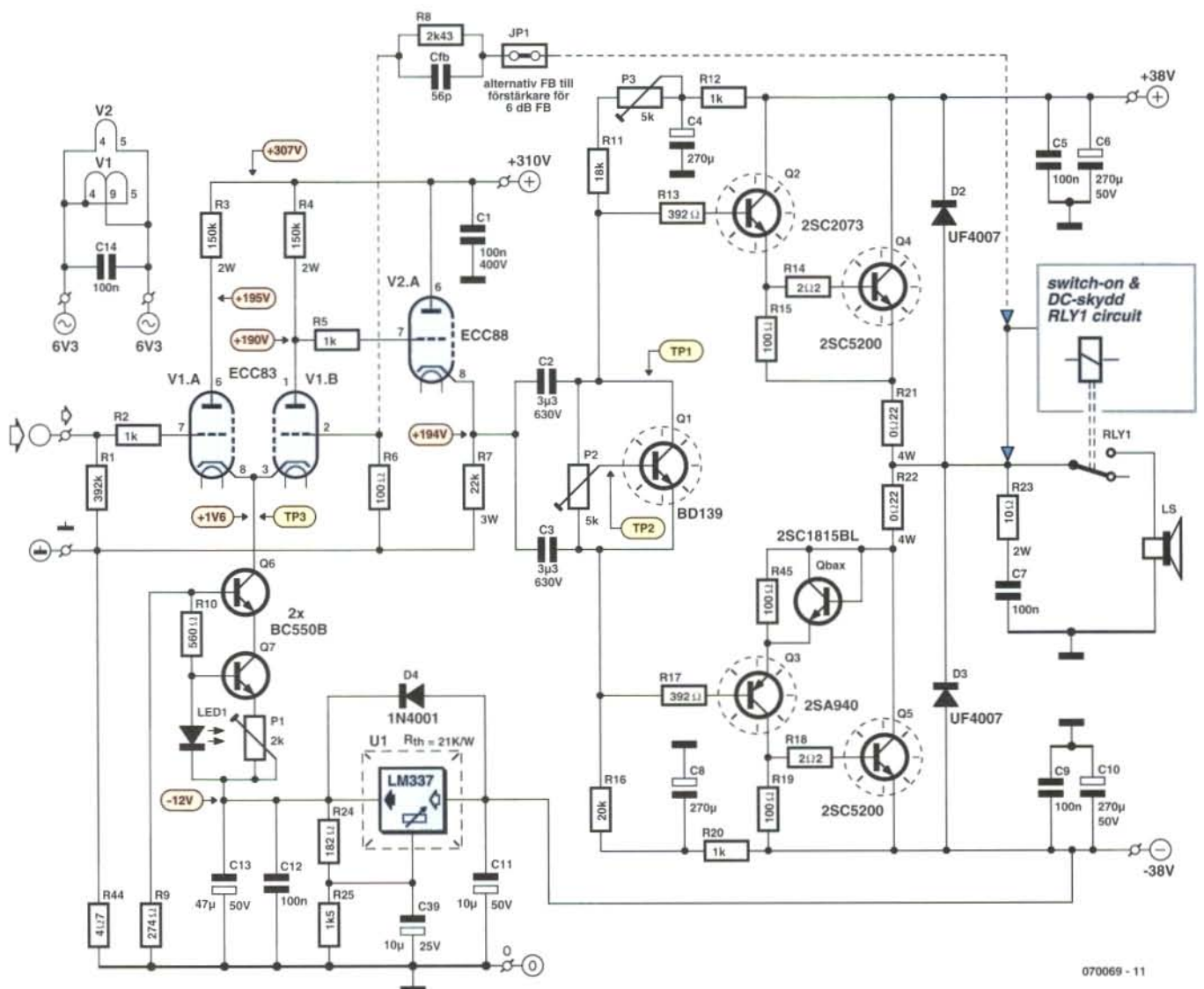
En differentialförstärkare av typ long-tailed pair har normalt ett gemensamt katodmotstånd och det är detta som ger det dess namn (kopplingen ser ut som om den har en lång svans). I denna design används i stället en aktiv strömkälla. Den höga inre resistensen hos strömkällan förbättrar kretsens egenskaper, inklusive distorsionen, och arbetsströmmen för ECC83 kan enkelt justeras med en trimpotentiometer.

Tack vare sin höga förstärkningsfaktor (100) och lättåtkomlighet så är ECC83 det rätta valet för denna applikation. Behovet av en hög förstärkning kan förklaras på följande sätt. LTP-kretsen har 6 dB lokal negativ feedback. En normal katod-motstånd eller jordad-katod förstärkare byggd runt en ECC83 kan lämna en förstärkning på mer än 35 dB och den LTP-krets som används här kan lämna mer än 29 dB. Den ursprungliga avsikten med denna förstärkare var att undvika att använda total negativ feedback. Men vi har dock inkluderat en möjlighet att

Mugen hybridförstärkare - Mugen (mu-gen) är ett japanskt ord som betyder 'oändligt' eller 'ändlös'. 'Endless' är också namnet på ett spår på live-CD:n Changeless med Keith Jarrett Trio. Detta stycke var konstruktörens inspiration till denna design.

Figur 1. Hybridförstärkaren har ett drivsteg med rör och ett slutsteg med transistorer.

audioförstärkare



Specifikationer

(uppmätta utan total negativ feedback)

Ingångskänslighet:	825 mV (8 Ω) 770 mV (4 Ω)
Ingångsimpedans:	300 kΩ
Förstärkning :	29 dB (23 dB med negativ feedback)
Utgångseffekt (1% THD):	70 W i 8 Ω 110 W i 4 Ω
THD + brus	vid 1 W/8 Ω : < 0.1 % vid 10 W/8 Ω : < 0.15%
Dämpfaktor:	20 (med 8-Ω last)

lägga till 6 dB total negativ feedback. Det finns en bygel (jumper) på kortet för detta. Därmed kan alla som bygger denna förstärkare bestämma vad han eller hon finner bäst. Även med en total negativ feedback är förstärkningen tillräckligt hög (23 dB) för att ge tillräcklig ingångskänslighet.

Detta för oss över till det tidigare nämnda tricket. Med en normal katod-motståndskrets är det inte möjligt att få en total negativ återkoppling genom att mata utgångssignalen tillbaka till katoden på normalt sätt eftersom utgångssignalen ligger i fas med ingångssignalen och detta då skulle orsaka positiv feedback. Utgångssignalen V1b från LTP-n är fasförsjuten och detta gör det möjligt med en övergripande negativ feedback. Övergripande (eller total) negativ feedback har gett upphov till en hel del debatt. Konstruktören har lärt sig från experiment att en förstärkare med en hög negativ feedback har ett mindre öppet och 'behagligt' ljud än en design utan nega-

tiv feedback. Ett värde på 6 dB representerar en bra kompromiss.

En nackdel med ECC83 är att den har en relativt hög utgångsimpedans. Följaktligen är en katodföljare inkluderad efter ECC83-an för att ge tillräcklig drivning för transistorsteget. Katodföljaren har en låg utgångsimpedans (mindre än 500 Ω) jämfört med omkring 50 k Ω för LTP-n. Efter mycket experimenterande uppnåddes de bästa resultaten med ECC83 i denna position. Biasen är inställd för att tillfredsställa den maximala anodmärkspänningen hos ECC83 (130 V_{DC}). JJ-versionen av ECC83 har dock en maximal anodmärkspänning på 230 V, samma som Philips ECC88. Det höga värdet på katodmotståndet hos ECC88 gör att ECC83 kan kopplas direkt till ECC88-an. ECC88 är självförspannande tack vare den stora mängd DC-feedback som ges av katodmotståndet R7.

En extra fördel med den katodföljardesign som används här är att katodspänningen är 0 V när kretsen är

kall och gradvis stiger till sin arbetsbiasnivå på ca +193 V när ECC88-an värms upp. Kopplingskondensatorerna laddas gradvis under denna process med resultatet att transistorsteget inte behöver hantera några spänningsspikar.

Exceptionellt goda resultat kan uppnås genom att använda en strömkälla i stället för katodmotståndet R7. När en Ixys IXCP10M45 användes som strömkälla uppmättes en distorsion på mindre än 0,1% (utan negativ feedback!) vid en utgångseffekt på 45 W. Denna IC är dock svår att få tag på så detta alternativ drevs inte vidare.

Av praktiska skäl använder den förstärkare som beskrivs här JJ Electronics rör. Dessa är lätta att få tag på, har ett bra pris, mycket hög kvalitet och kommer från aktuell produktion.

Många anser att 6N1P är en ersättare för ECC83, men i denna design var distorsionen inte accepterbar när en 6N1P användes. Ett enkelt och intressant alternativ är att använda en 5751 i stället för en ECC83. Dessa är direkt utbytbara typer. Förstärkningsfaktorn är något lägre, men detta är inget problem. Från ett akustiskt perspektiv föredrar konstruktören en 5751 (från ECG/Philips eller NOS) i kombination med en JJ ECC88. Om du har justerat förstärkaren för att arbeta med en ECC83 kommer spänningen vid TP3 att automatiskt öka med ca 2,2 V om du ersätter den med en 5751.

Kopplingskondensatorer

Rör och transistorstegen är länkade med två kopplingskondensatorer av hög kvalitet. De kan inte utelämnas i denna design eftersom DC-spänningen på katoden hos ECC88-an är ungefär 194 V. Tyvärr påverkar dessa kondensatorer det ultimata ljudet hos förstärkaren. Ljudegenskaperna hos kondensatorer är ämnet för en mycket upphetsad debatt bland audiofiler. Lyssningstester visar tydligt att dessa kondensatorer har en viktig effekt. Vi bestämde oss till slut för en typ från Clarity-Cap SA-serien som har ett extremt bra pris/kvalitetsförhållande. Tack vare dess höga arbetsspänning (600 V) är SA-serien mycket väl lämpad att användas i konstruktioner med höga spänningar, såsom rörkretsar. Kretskortslayouten kan också användas med andra tillverkare, inklusive Wima och Solen. Värdet på 3,3 μ F valdes för att placera den nedre gränsfrekvensen klart under 10 Hz. Notera att kopplingskapacitansen kombineras



med ingångsimpedansen hos transistorsteget för att bilda ett RC-filter med en hörnfrekvens på

$$1 / (2\pi \times 3.3 \mu\text{F} \times 10 \text{ k}\Omega).$$

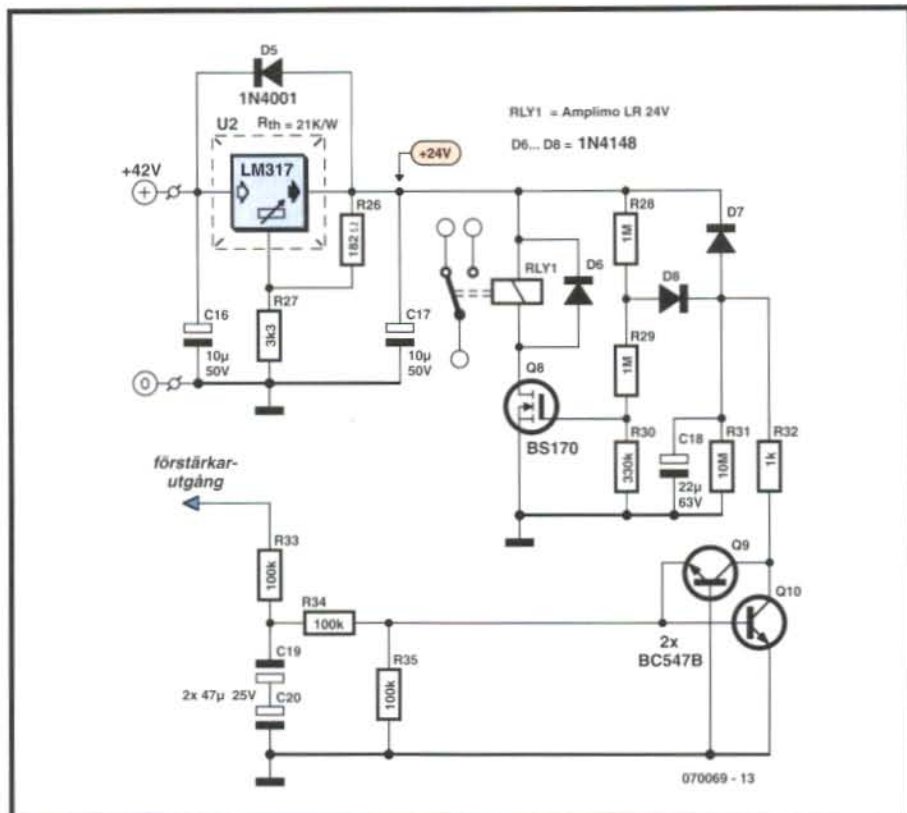
Kopplingskondensatorerna måste ha en arbetsspänning på minst 400 V_{DC}.

Strömsteg

Strömsteget (effektsteget) baseras på bipolära transistorer. Även om MOSFET-ar som BUZ900P eller 2SK1058 familjerna skulle kunna vara ett alternativ så valde vi med avsikt att inte använda dessa i denna design.

De valda drivtransistorerna används ofta i audioförstärkare. De har enastående egenskaper för audioanvändning och de är dessutom billiga. Utgångstransistorerna (2SC5200) har excellenta egenskaper och de är dessutom speciellt designade för audioapplikationer, lätta att få tag på (men se upp för imitationer!) och mycket robusta tack vare deras stora SOA-område (Safe Operating Area). 2SC5200 finns i två versioner med ett 'O' eller 'Y' tillägg. Denna kod anger h_{fe} -området. Både typerna fungerar lika bra, men alla transistorer skall vara av samma typ. O-typen användes både i prototypen och den slutliga versionen av förstärkaren.

Strömsteget är en standard kvasikomplementär utgångskonfiguration, vilket betyder en konfiguration med två identiska NPN utgångstransistorer. Detta i motsats till den numera vanliga praxisen att använda en komplementär design med en NPN-typ och en PNP-typ. Kvasikomplementära utgångssteg användes ofta under 1970-talet och tidiga 1980-talet eftersom komplementära PNP-transistorer inte fanns att tillgå eller var mycket dyra. Denna konfiguration har ett mycket dåligt rykte bland många, men detta är inte befogat. Man kan uppnå mycket goda resultat med en kvasikomplementär design. Den huvudsakliga fördelen är att utgångstransistorerna är identiska. NPN och PNP-transistorer kan aldrig bli mer än ungefärligt ekvivalenta. Det är därför som tillverkare som Naim fortfarande enbart använder NPN/NPN-konfiguration. Den ultramoderna Denon PMA 1500AE förstärkaren använder också ett kvasikomplementärt utgångssteg, i detta fall två UHC n-typ FET-ar. Matningsspänningen på $\pm 38 \text{ V}_{\text{DC}}$ är optimal för detta utgångssteg och låter en last på 4-ohm eller 8-ohm att drivas utan några som helst problem.



Figur 2. Denna krets ger uppstartsfordröjning (mjukstart) och DC-skydd för utgången.

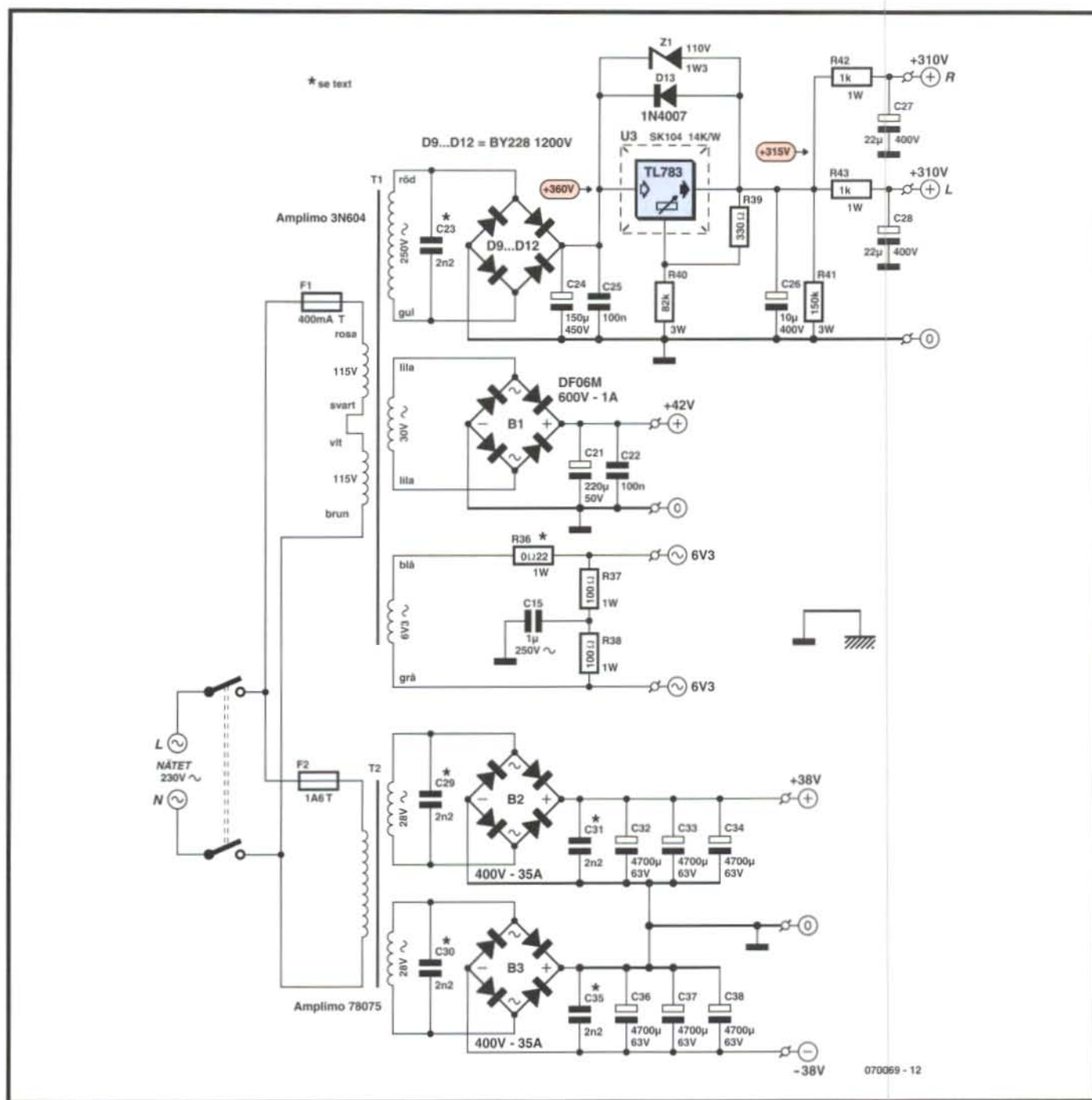
Kretsdetaljer

Motståndet R1 är ett gallerläckmotstånd för V1a. Dess värde är inte kritiskt men motståndet är viktigt eftersom röret i annat fall inte skulle kunna generera den negativa bias som ställer in dess DC-arbetspunkt. R2 bildar ett lågpasfilter i kombination med ingångskapacitansen hos ECC83. Detta förhindrar alla tendenser till oscillation. Detsamma gäller R5 i kombination med ECC88. Anodmotstånden R3 och R4 är dimensionerade att ge en spänning på lite mer än 190 V på anoderna hos V1. V1 har således den rätta biasen med en anodström på 0,8 mA. Effektförlusterna ligger väl inom det tillåtna värdet.

Differentialförstärkaren (LTP, long-tailed pair) med V1 använder en strömkälla byggd runt Q6 och Q7. LED-en ger en referensspänning och strömmen kan enkelt ställas in med P1. Den totala strömmen är ungefär lika med $1/P1$. En separat strömförsörjning som använder en LM377 ger en spänning på -12 V för strömkällan. Den totala negativa återkopplingen läggs till styrgallret på V1b. Som vi redan sagt valdes ett värde på 6 dB här. Detta bestäms av förhållandet

mellan R8 och R6. En liten kondensator (56 pF) kan anslutas över feedbackmotståndet för att öka stabiliteten. Förspänningen (bias) hos ECC88-an är vald för att generera en anodström på ca 9 mA med en effektiv anodspänning på runt 115 V_{DC}. Effektförlusterna är ca 1 W, vilket är välgörande för rörets livslängd. Den totala distorsionen skulle ha varit något lägre med en högre ström, men rörets livslängd skulle då ha minskat betydligt på grund av de högre förlusterna.

Q1 ställer in tomgångsströmmen hos utgångstransistorerna och måste monteras nära intill utgångstransistorerna för att uppnå en bra temperaturstabilitet. Minsta tomgångsström uppnås när löparen på P2 är vriden fullt mot kollektorn på Q1. P2 måste vara en 10-varvs potentiometer av mycket hög kvalitet. Paret R11/P3 och R16 ger DC-stabilitet på förstärkarens utgång och värdena på dessa komponenter bestämmer också kretsens ingångsimpedans, som är ungefär 10 kΩ (20 kΩ || 20 kΩ). Dessa värden kan ökas om MOSFET används men här är det inte möjligt på grund av den mängd basström som behövs för Q2 och Q3. R12/C4 och R20/C8 är ytterligare avkopplingsfilter och de är

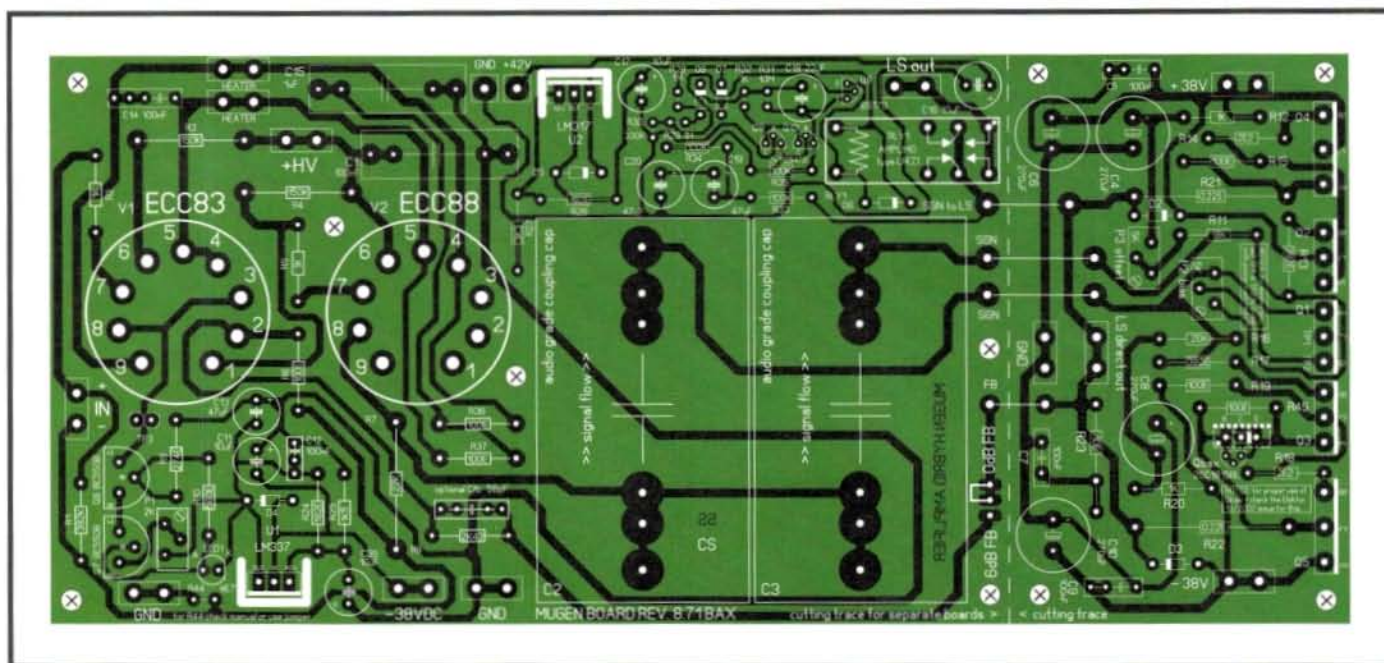


Figur 3. Strömförsörjningen lämnar fyra olika spänningar.

oumbärliga. C4 och C8 kan också vara 220 μ F eller 330 μ F om så önskas. Med P3 kan DC-offseten på utgångssteget sättas till noll. Aktiv DC-offsetstyrning i form av en opampintegrator används med avsikt inte här eftersom konstruktören är säker på att detta påverkar förstärkarens ljudkvalitet. Q2 och Q4 bildar ett Darlingtonpar som ger tillräckligt med strömförstärkning och så gör även Q3 och Q5. Q3 och C5 bildar vad som kallas ett 'Sziklai' par

som används för att härma en PNP-transistor. Kvasikomplementära kretsar använder normalt en 'Baxandalliod' för att förbättra symmetrin och linjärisera responsen. Denna lösning användes i den Ekwaförstärkare som publicerades i *Elektor* 1972. I vår design nu används en transistor konfigurerad som en diod (Q_{bax}) i stället för en vanlig diod. Den uppmätta distorsionen vid 1 W var 0,22% med en diod i kretsen, medan värdet med en 2SC1815 konfigurerad

som en diod var 0,08%. Notera att det är BL-versionen av 2SC1815 som skall användas här. Även om -O-, -Y och -GR versionerna också kan användas så ger dessa resultat som är praktiskt taget samma som en vanlig diod. Skillnaden minskar gradvis vid nivåer över 5 W. Kretskortet är designat för att kunna använda en 2SC2073 eller en 1N4007 i stället. Detta är också preferensordningen. Självklart kan bara en av dessa tre typer av komponenter monteras på



Figur 4. Förstärkarkortet kan delas i två beroende på hur du vill ha bygget i lådan. Komponentplaceringen visas här i 80% av den egentliga storleken.

kortet samtidigt.

Tack vare den inneboende lokala negativa återkopplingen så är utgångssteget mycket stabilt när det gäller temperaturdrivning och tomgångsström. Emittormotståndet skall helst vara Intertechnics MOX-typer. Dessa är icke-induktiva och har relativt små dimensioner. Förstärkarens utgång har ett Zobelfilter byggt runt R23 och C7, som ger stabilitet av 100 kHz.

Basmotståndet (R13, R17, R14, och R18) används för alla transistorer i utgångssteget för att förhindra oscillering. Motståndet för drivtransistorerna (R13 och R17) är absolut nödvändiga. Kylelementet för varje utgångssteg måste vara på 0,7 K/W eller lägre för att få en tillförlitlig funktion.

Uppstartsfordröjningen (mjukstarten) och DC-skyddskretsen (figur 2) är byggd runt reläet RLY1 och MOSFET Q8. Denna krets användes tidigare i det rörslutsteg som vi publicerade i nummer 5/2003 i *Allt om Elektronik*. Fordröjningen är ca 30 sekunder. Om det skulle finnas en farlig DC-spänning vid utgången kommer reläet att koppla bort förstärkarens utgång från högtalaren. Det relä som används här är en Amplimot typ med speciella kontakter som gör det särskilt lämpligt att användas som utgångsrelä i audioförstärkare.

En spole kan eventuellt monteras i serie med utgången för att göra förstärkaren mer universell i förhållande

till möjligt kapacitivt uppträdande hos högtalaren. Denna spole är utelämnad i den version av förstärkaren som beskrivs här. En gör-det-självspole med en induktans på 4 μ H, bestående av 16 varv 0,75 mm lackerad koppartråd runt ett borrhål på 6,3 mm kan användas här om så önskas. Ett 15 Ω /2 W motstånd måste monteras inuti spolen och lödas över denna.

Strömförsörjning

Högspänningsmatningen (figur 4) använder en spänningsregulator-IC av typ TL783. Inspänningen till TL783-an måste vara ca 360 V_{DC} för korrekt operation. Den ringkärnetransformator från Amplimo som tillhandahåller denna spänning gör detta på ett sätt som kanske är lite annorlunda. 250-V lindningen är så generöst dimensionerad att den knappast belastas av ECC83- och ECC88-orna så sekundärspänningen är en bra bit högre än angivna 250-V. Du skall komma ihåg detta om du använder en annan transformator. TL783 är försedd med ett litet kylelement och måste monteras isolerad.

Spänningsdelaren R39/R40 sätter utgångsspänningen till ca 315 V. Motståndet R41 har inkluderats för att ladda ur elektrolytkondensatorerna när förstärkaren stängs av. R40 och R41 måste vara 3-watt typer. R42/C27 och R43/C28 är extra RC-filtrer för vänster respektive höger kanal. Högspänning

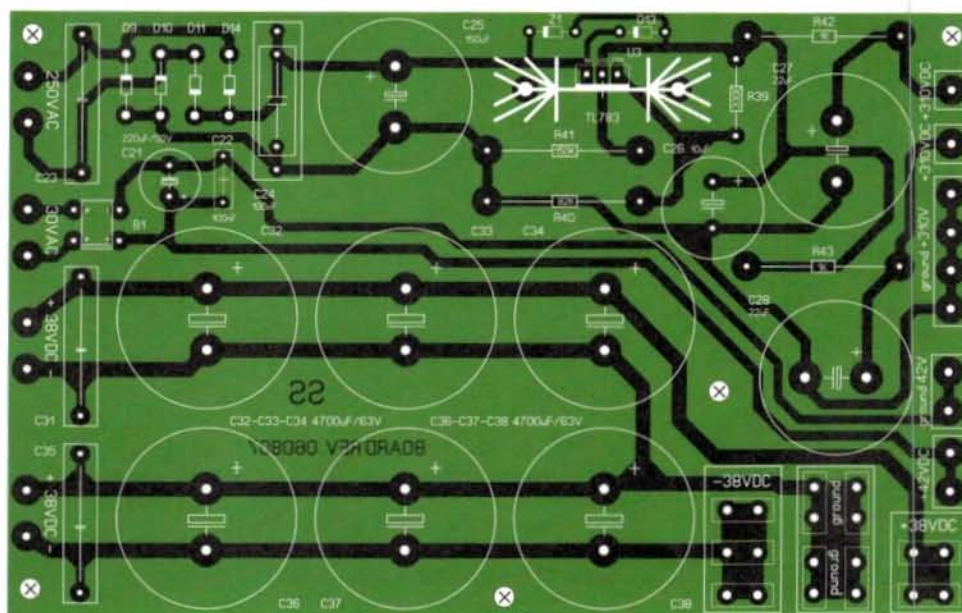
gen för V1 och V2 är ungefär 310 V_{DC}. Om du inte kan hitta den Wima FKP1-typ för C23 som specificeras i komponentlistan så skall du utelämna den. 30-V lindningen hos transformator T1 används för mjukstarten och skyddskretsen.

AC-glödspänningen dras till jord via en kondensator. I detta fall kan den inte anslutas direkt till jord. Detta beror på att katoden hos ECC88 inte ligger nära jordpotentialen här utan i stället vid +195 V. Kondensatorarrangemanget gör att den maximala katod-glödmärkspänningen kan respekteras. Denna flytande glödspänningsmatning fungerar utmärkt i praktiken. Ett värde på 0,47 μ F kan användas i stället för 1 μ F med lika bra resultat.

Värdet på R36 måste avgöras experimentellt. Detta motstånd bestämmer värdet på glödspänningen som skall ligga nära 6,3 V.

Den strömförsörjning som vi visar här är lämplig för stereobruk, men kan också användas för en monoförstärkare. Om den används för en stereoversion med en enda transformator och ett enda strömförsörjningskort så behöver R37, R38 och C15 bara monteras på ett av de två förstärkarkorten även om det inte skadar att montera dem på båda korten.

Matningen på ± 38 -V är enkel men effektiv. En ringkärnetransformator med en sekundärspänning på 2 x 28 V_{AC} ger bäst resultat när det gäller utgångseffekt.



Figur 5. Strömförsörjningskortet är dimensionerat för en komplett stereoförstärkare. Komponentplaceringen visas här i 80% av den egentliga storleken.

KOMPONENTLISTA

förstärkare & nätdel

(för en stereoversion måste alla förstärkarkomponenter köpas dubbelt)

Motstånd

(1% metallfilm, 600mW om inte annat anges)

- R1 = 392kΩ
- R2, R5, R12, R20, R32 = 1kΩ
- R3, R4 = 150kΩ 2W (BC PR02-serien)
- R6, R15, R19, R45 = 100Ω
- R7 = 22kΩ 3W (BCPR03-serien)
- R8 = 2kΩ 43
- R9 = 274Ω
- R10 = 560Ω
- R11 = 18Ω
- R13, R17 = 392Ω
- R14, R18 = 2Ω
- R16 = 20kΩ
- R21, R22 = 0Ω 22 4W (Intertechnik MOX)
- R23 = 10Ω 2W
- R24, R26 = 182Ω
- R25 = 1kΩ 5
- R27 = 3kΩ 3
- R28, R29 = 1MΩ
- R30 = 330kΩ
- R31 = 10MΩ
- R33, R34, R35 = 100kΩ
- R36 = måste avgöras (0.22Ω med en 3N604)
- R37, R38 = 100Ω 1W (se text)
- R39 = 330Ω
- R40 = 82kΩ 3W
- R41 = 150kΩ 3W
- R42, R43 = 1kΩ 1W
- R44 = 4Ω 7
- P1 = 2kΩ, 15-varv trimpot, T93YB (Vishay) eller 3296Y (Bourns)
- P2, P3 = 5kΩ, 15-varv trimpot, T93YB (Vishay) eller 3296Y (Bourns)

Kondensatorer

- C1 = 100nF 400V_{DC}

- C2, C3 = 3μF 3 400V_{DC} (ClarityCap SA 630 V audiograde kondensator)
- C4, C6, C8, C10 = 270μF 50V (Panasonic FC, Farnell # 9692436)
- C5, C9, C12, C14, C22 = 100nF 50V
- C7 = 100nF (Vishay MKP-1834, Farnell # 1166887)
- C11, C16, C17 = 10μF 50V
- C13 = 47μF 50V
- C15 = 1μF 250V (t.ex. Wima foliekondensator, se text)
- C18 = 22μF 63V
- C19, C20 = 47μF 25V
- C21 = 220μF 50V
- C23 = 2nF2 (Wima FKP-1/700 V_{AC}, se text)
- C29, C30, C31, C35 = 2nF2 (Wima FKP-1/700 V_{AC})
- C24 = 150μF 450V
- C25 = 100nF 450 V_{DC}
- C26 = 10μF 400V
- C27, C28 = 22μF 400V
- C32, C33, C34, C36, C37, C38 = 4700 μF 63V (BC056, 30x40 mm, Conrad Electronics # 446286-89)
- C39 = 10μF 25V
- Cfb = 56pF (valfritt)

Halvledare

- D1 = används inte
- D2, D3 = UF4007 (eventuellt 1N4007)
- D4, D5 = 1N4001
- D6, D7, D8 = 1N4148
- D9, D10, D11, D12 = BY228
- D13 = 1N4007
- LED1 = LED, 5mm, röd
- Z1 = zenerdiod 110V 1.3W
- Q1 = BD139
- Q2 = 2SC2073
- Q3 = 2SA940
- Q4, Q5 = 2SC5200
- Q6, Q7 = BC550B
- Q8 = BS170
- Q9, Q10 = BC547B

Qbox = 2SC1815BL

U1 = LM337

U2 = LM317

U3 = TL783 (Conrad Electronics # 175012-62)

Valves

V1 = ECC83 (helst JJ Electronics)

V2 = ECC88 (helst JJ Electronics)

Miscellaneous

B1 = likriktarbrygga 600 V piv @1A (DF06M)

B2, B3 = likriktarbrygga 400V piv @ 35A

T1 = nätttransformator, sek. 30V + 250V + 6.3V (Amplimo typ 3N604)

T2 = nätttransformator, sek. 2x28 V_{AC}, 300VA (Amplimo typ 78057)

RLY1 = utgångsrelä 24V (t.ex. Amplimo typ LR)

Kylelement för U3 (Fischer SK104 25,4 STC-220 14K/W (t.ex. Conrad Electronics # 186140-62)

Kylelement för U1 och U2, Fischer FK137 SA 220, 21K/W (t.ex. Conrad Electronics # 188565-62)

Kylelement förr Q4 och Q5, 0.7K/W eller bättre

9-pol rörsockel (Naval), kretskortsmontering för V1 och V2

Förstärkarkort 070069-1 (mono),

www.thepcbshop.com

Strömförsörjningskort 070069-2, www.thepcbshop.com

Förslag på leverantörer

Ringkärnetransformatorer och utgångsrelä:

www.amplimo.nl

ClarityCap SA kondensatorer:

www.claritycap.co.uk

www.capsandcoils.com

<http://wduk.worldomain.net>

(OEM som Soniqs SAX)



fekt. Om du använder en annan typ av transformator här, en typ med det mer vanliga värdet på $2 \times 25 \text{ V}_{\text{AC}}$, kommer den maximala uteffekten att bli något lägre. Wima FLP-1 kondensatorerna på $2,2 \text{ nF}$ ger ytterligare avkoppling.

Bygget

Kretskortslayouterna för förstärkaren och nätdelen visas i figurerna 4 och 5. Layouterna i rätt skala kan hämtas från vår websida eller så kan du beställa färdiga kort från PCBShop. Det kort som visas i figur 4 är för en monoversion så du behöver två förstärkarkort och ett nätdelskort för en stereoversion.

Komponentlistan innehåller flera komponenter med ganska specifika beskrivningar eller typnummer. Baserat på konstruktörens erfarenhet får du bästa resultat från förstärkaren om du använder dessa komponenter. Men du är naturligtvis fri att experimentera med kompatibla komponenter.

Att bestycka nätdelskortet är enkelt. Använd spadkontakter av bra kvalitet för de olika ström- och jordterminalerna. Detta gör att ledningsdragningen senare blir betydligt enklare. När du är klar med strömförsörjningskortet är det dags för förstärkarkorten.

Förstärkarkortet är designat på så sätt att det kan delas i två delar så att effektsteget kan monteras på kylelementet och drivsteget någon annanstans, till exempel i botten av lådan. Ledningarna mellan dem måste dock vara så korta som möjligt.

Figur 6 visar tydligt hur transistorerna

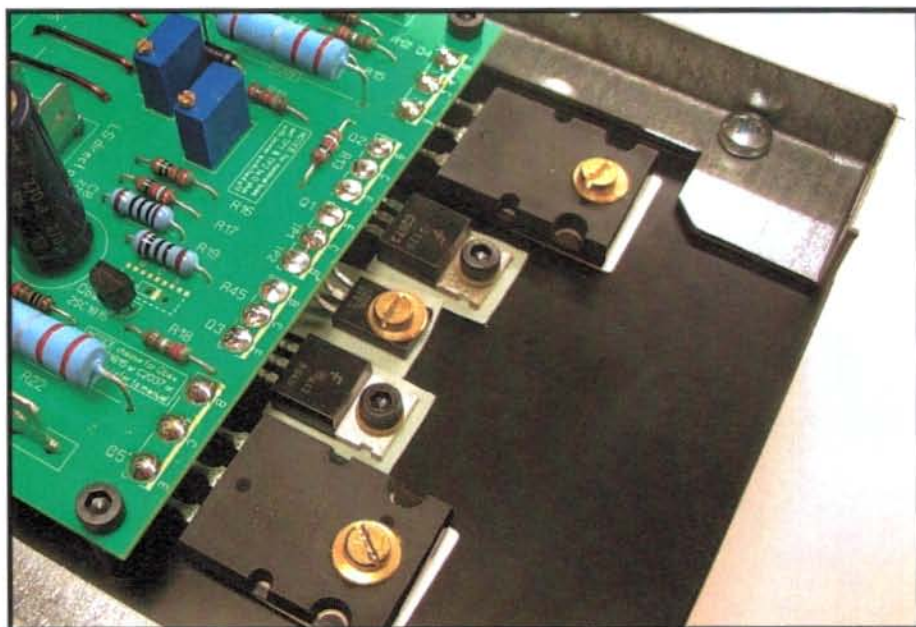
i effektsteget är monterade (alla isolerade!). För bästa resultat skall du först montera transistorerna på kylelementet, därefter böja deras ben vinkelrätt och sedan fästa kortet på kylelementet med skruvar. Löd inte fast transistorerna förrän allting sitter på plats.

En låda med två stora kylelement på sidorna användes för prototypen (se bilden på den färdigbyggda prototypen i figur 7). Den är stor nog för att det kompletta förstärkarkortet skall få plats.

De två matningstransformatorerna och

likriktarbryggorna för $\pm 38\text{-V}$ matningen är monterade i mitten av lådans botten. Strömförsörjningskortet är monterat ovanpå transformator T1.

Förstärkarkorten och strömförsörjningskortet har flera jordanslutningar. De måste alla anslutas separat till en enda stjärnpunkt såsom visas i figur 8. För att undvika jordslingor är jorden för $\pm 38\text{-V}$ matningen, $+42\text{-V}$ matningen och $+310\text{-V}$ matningen inte hopkopplade på strömförsörjningskortet. Motståndet på $4,7 \Omega$ (R44) mellan ingångsnollans terminal och kretsjord är valfritt och kan ersättas med



Figur 6. Montering av effekttransistorerna.

en trådbygel, men i prototypen visade sig detta motstånd vara nödvändigt för att hålla det totala arrangemanget fritt från brum.

Använd distanser av plast när du monterar kretskorten. Metalltyper kan orsaka kortslutning mellan banorna på korten och kylelementen eller chassit. Ingångsenheten för nätspänningen, en dubbelpolig nätströmbrytare, en pilot-lampa och ett par säkringshållare för transformatorerna kan monteras på primärsidan. Tänk på att du arbetar med nätspänning här och vidtag alla nödvändiga säkerhetsåtgärder. Om du är osäker när det gäller att arbeta med starkström så fråga någon som kan.

Kalibrering

Inspektera alla komponenter och anslutningar innan du kopplar på förstärkaren. Kontrollera att alla transistorer är isolerade från kylelementet och från varandra, kolla polariteten hos elektrolytkondensatorerna och kolla att det är de rätta rören som sitter i socklarna. ECC83 och ECC88 är absolut inte elektriskt utbytbara.

Förstärkaren har tre justeringar:

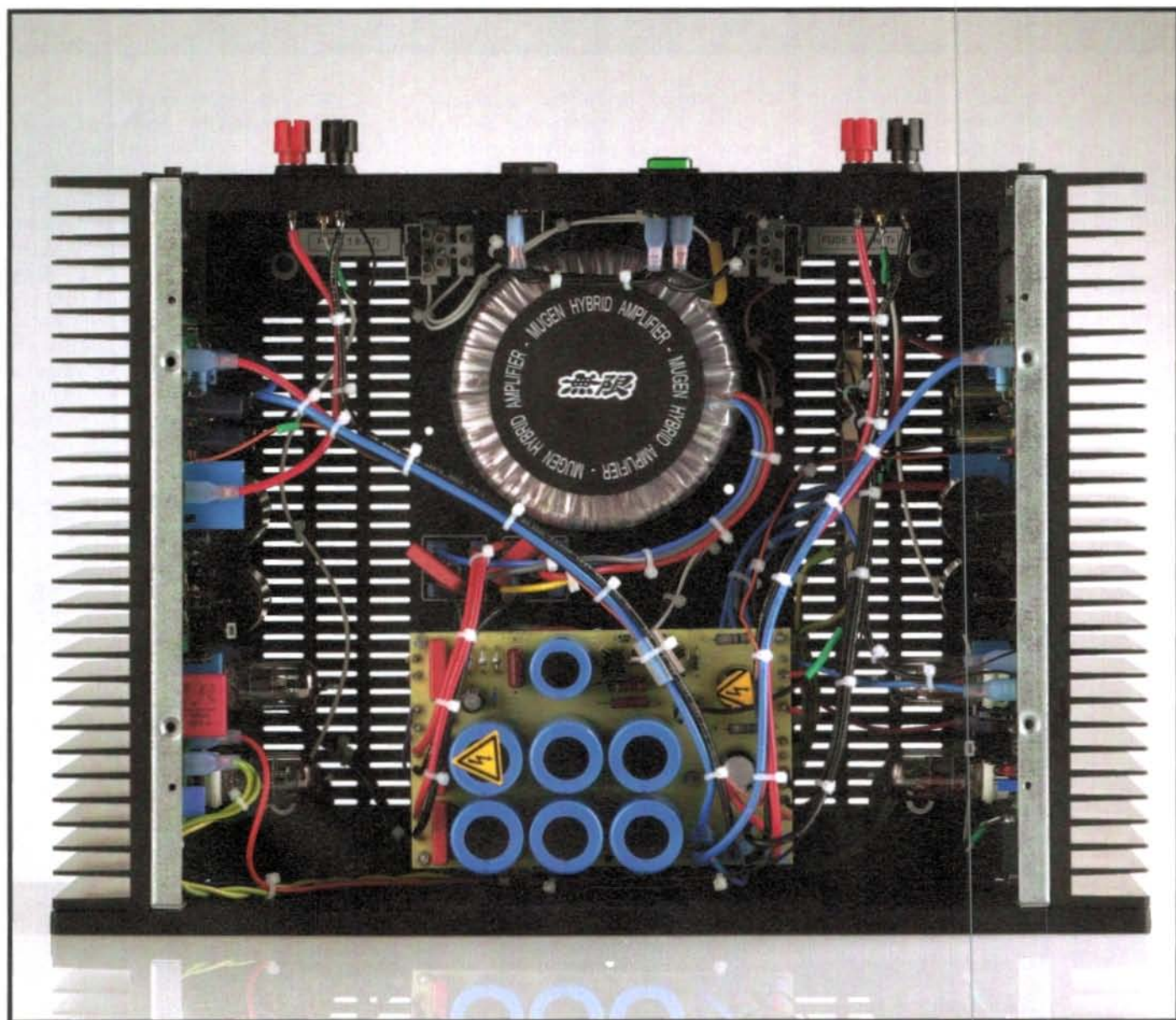
- P1 ställer in arbetsströmmen för ECC83.
- P2 styr tomgångsströmmen för utgångstransformatorerna.
- P3 justerar likspänningsnivån (DC) på utgången.

Innan du kopplar på förstärkaren skall

du se till att löparen hos P2 ligger mot den ända som är kopplad till kollektorn på Q1. Detta resulterar i minsta tomgångsström. Testpunkterna TP1 och TP2 har lagts till för detta ändamål på kretskortet. Justera potentiometer P1 till ett värde på ungefär $800\ \Omega$ innan du löder fast den på kortet.

När du har kopplat på förstärkaren skall du justera P1 så att DC-spänningen vid TP3 är +1,6 V. Det exakta värdet är inte kritiskt, men DC-spänningen som mäts över R7 måste ligga nära +195 V ($\pm 5\%$). Om nödvändigt så omjustera P1 för att få detta värde. Anodspänningen hos V1b skall vara ca +190 V. Dessa tre spänningar är relaterade till varandra.

Efter detta skall du justera P2 och P3



Figur 7. Den färdigbyggda förstärkaren.

utan någon ingångssignal och utan någon last. P3 styr utgångens offset. Den DC-spänning som mäts på utgången måste ligga mellan +50 mV och -50 mV. Den varierar något vilket är normalt. Justera sedan P2 för att ställa in tomgångsströmmen. DC-spänningen över emittermotståndet R21 eller R22 måste ligga mellan 22 mV eller 33 mV (för en tomgångsström på 100 till 150 mA). När förstärkaren har värmts upp under ca 15 minuter skall du kolla alla värden igen och justera inställningarna om så är nödvändigt.

Du kan upprepa denna procedur flera gånger under den första timman. Mellan dessa justeringsperioder kan du testa att köra förstärkaren med en billig högtalare (en PC-högtalare) och lite musik.

Nyckelpunkter

- Var försiktig och noggrann! Det finns högspänning på flera platser på kretskortet. Kom ihåg att det kan finnas restspänningar kvar ett tag efter det att förstärkaren har stängts av.
- Var snäll mot dina högtalare. Koppla aldrig in eller ur ingångar eller hoplänkningsringar om inte förstärkaren är avstängd.

Resultat

Trots det faktum att total (overall) negativ feedback inte används i denna förstärkare så har den ändå relativt låg distorsion. Distorsionen är lägre än 0,1% vid låga effektnivåer. Detta respektabla värde är ett resultat av noggrant komponentval och dimen-

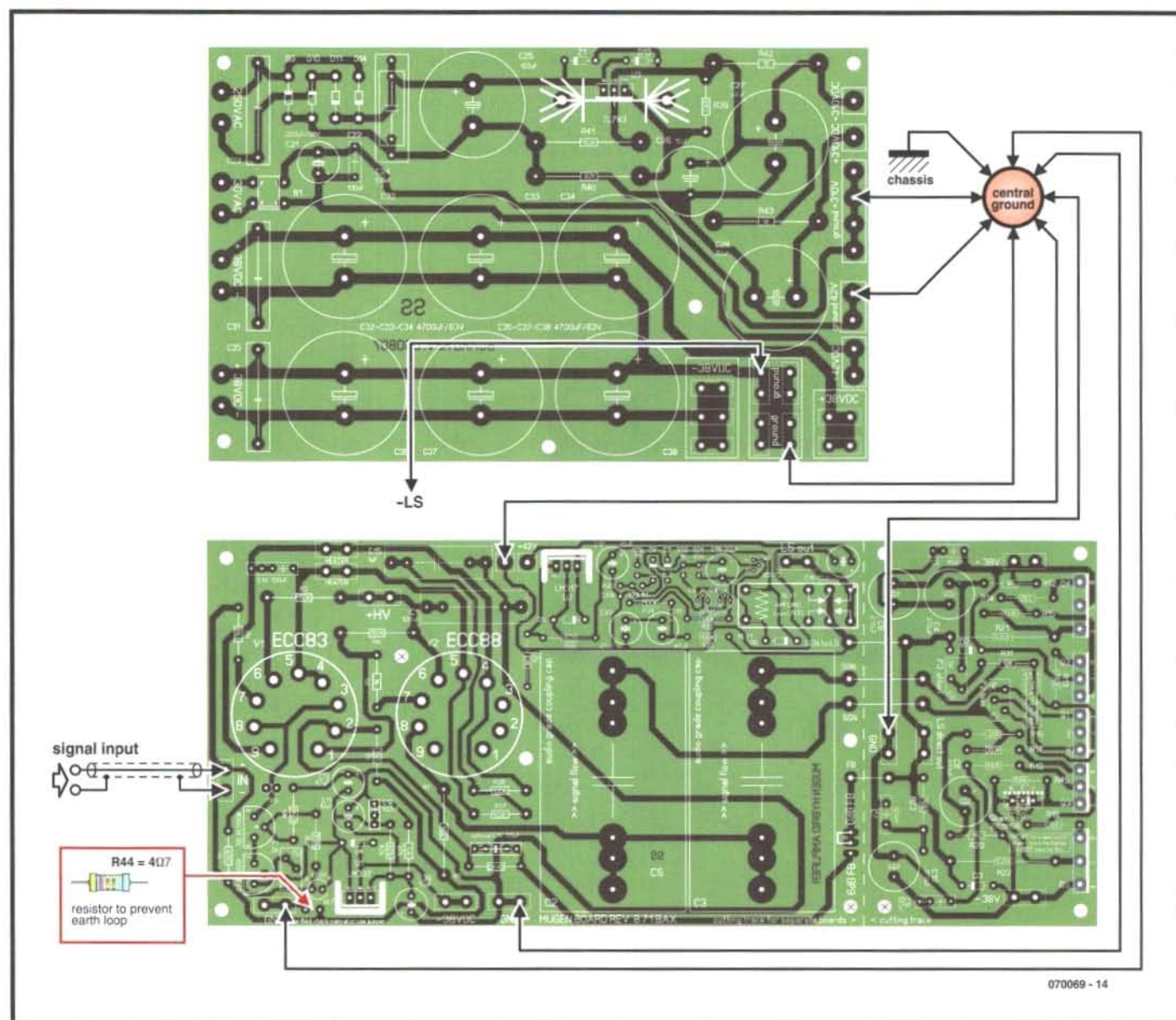
sionering. Dämpningsfaktorn är också lämplig för praktiskt bruk. Detta är ofta ett problem med slutsteg som inte använder negativ feedback.

Ljudegenskaperna hos en förstärkare är ofta svåra att uttrycka med ord men vi skall försöka ge ett intryck med några få meningar. Förstärkaren kan skapa ett i det närmaste perfekt studioljud, basen är mycket klart kontrollerad och det dynamiska uppträdandet är helt övertygande. Lyssningsupplevelsen är således mycket hög.

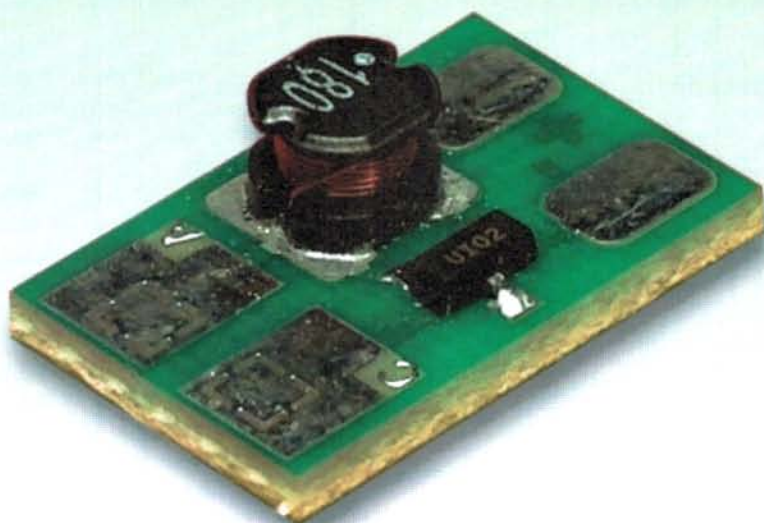
Mugenförstärkaren har en ärlig karaktär utan några drag av överdrivet 'rör-ljud' (dvs färgning).

Genom att kombinera ett rödrivsteg med ett transistorslutsteg erbjuder Mugenförstärkaren det bästa av två världar till ett attraktivt pris.

(075069-1)



Figur 8. Jordanslutningarna måste arrangeras på detta sätt i lådan. De är alla dragna till en enda punkt som är ansluten till lådan.

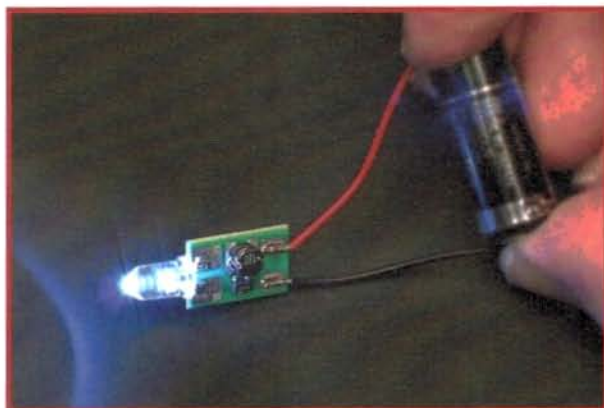


PR4401

Vita LED från Nytt liv i gam

Burkhard Kainka

LED-lampor är inne! Det betyder naturligtvis att det finns oräkneliga konstruktioner tillgängliga för LED-drivare och en särskilt enkel och billig lösning erbjuds av PR4401. I samarbete med PREMA Semiconductor och Würth Electronics (som tillhandahåller komponenterna), Eurocircuits och ECS Electronics (som tillverkade och bestyckade kretskortet) så är vi glada och stolta över att kunna erbjuda våra läsare en gratis gåva med detta nummer, ett kort som innehåller en LED-boosterkrets som du kan prova själv. Även om det är litet så omfattar kortet en komplett högeffektiv 500 kHz spänningsomvandlare som kommer att tända en LED även från ett nästan tomt batteri.



Figur 1.
LED-drivarkortet
i funktion.

Allt du behöver göra är att ansluta ett vanligt 1,5 V batteri till kortets ena sida och en vit LED till den andra sidan (figur 1). Till och med ett nästan tomt batteri duger bra och LED-en kan också vara en röd eller grön typ. Det är till och med möjligt att ansluta två röda, gröna eller gula lysdioder i serie. Vilken komponent du än använder så är det viktigt att anslutningsstrådarna på båda sidorna är så korta som möjligt.

... observera den korrekta polariteten

Batterianslutningarna på kretskortet är markerade med ett '+' och ett '-'. LED-anslutningarna är markerade med C (katod) och A (anod). Benen på en LED har normalt olika längd och det kortare benet är katoden (kom ihåg att K (C på engelska) står både för katod och kort).

Kanten på LED-en är också platt på den sida som katoden finns, vilket är bra att veta om du redan kapat benen till samma längd! Vad sker med IC-kretsen om du vänder polariteten? Detta kan du kolla med hjälp av en ohmmeter, det finns dioder vid ingången till IC-n: Med en ingångsspänning på -1,5 V leder dessa och en ström på 500 mA börjar att flyta och IC-n blir ganska varm. Vi provade detta under några sekunder och IC-n överlevde, men skall vi vara ärliga hade vi nog inte haft sån tur om vi förlängt experimentet. Så utmana inte ödet och försök inte dig på detta hemma.

Lysdioden måste också vara inkopplad åt rätt håll. Även om kretsen inte tar skada om LED-en är felvänd så kan den i sig själv skadas då den utsätts för höga spänningspulser som överskrider dess angivna backspänning. Under våra tester har vi observerat att vissa vita LED är mycket känsliga för denna typ av behandling. Resultatet av en så kallad backspänning i LED-en är att dess verkningsgrad minskar kraftigt och en relativt låg resistens kan mätas i backriktningen. Det finns också vita LED som står upp betydligt bättre för höga backspänningar. Tillverkarna tenderar att vara ganska tysta när det gäller detta och det är därför bäst att du monterar LED-en rätt redan från början. För avkoppling är det möjligt att montera en extra 100 nF keramisk kondensator över batterianslutningarna på kretskortet (figur 2). Kondensatorn förbättrar verkningsgraden hos LED-drivaren om batteriet har en relativt hög inre resistens eller om du använder långa anslutningskablar. Även med en 100-nF keramisk kondensator och 50 cm kabel mellan batteriet och IC-n uppmätte vi ett rippel på 0,5 Vpp vid 500 kHz på IC-ingången. Vid denna frekvens har en 100-nF kondensator

LED-drivare

0,9 V till 1,5 V a batterier!

en reaktans på 3 Ω . Om du använder långa kablar är det bäst att använda en ännu större kondensator, till exempel en tantal med en kapacitans på minst 1 μF . Polariteten är också mycket viktig här då tantalkondensatorer inte tål att kopplas in åt fel håll.

Lite teori

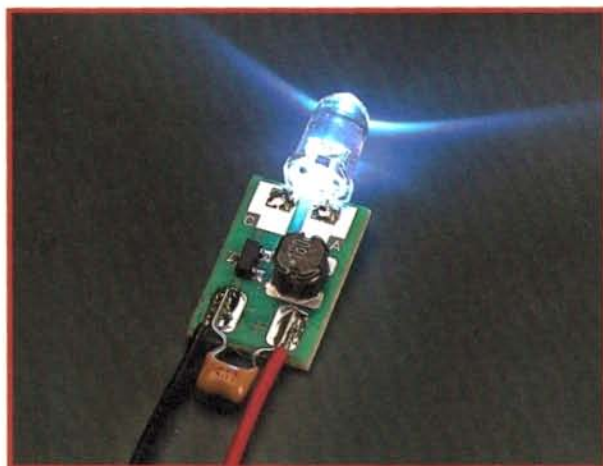
Varför behöver vi en LED-drivkrets? Om den tillgängliga matningsspänningen är tillräckligt hög så räcker det naturligtvis med ett enkelt seriemotstånd, se exemplet med LED-kurvorna i figur 3. En modern röd LED börjar att lysa vid en spänning på runt 1,5 V. För andra färger är framspänningen betydligt högre och en vit LED behöver ungefär 3,6 V och denna spänning måste minst finnas i drivkretsen. En LED kan till exempel matas från en seriekombination av tre 1,5 V AA-batterier som ger en total spänning på 4,5 V.

Om vi använder laddningsbara batterier så uppstår ytterligare ett problem. När batteriet djupurladdas så vänds polariteten hos det tommaste batteriet i paketet och det resulterande strömlödet minskar kraftigt dess livslängd. En mer praktisk, mer kompakt och mer ekonomisk drivare kan göras om vi kör LED-en från ett enda batteri. En lösning ges av vårt lilla kretskort där seriemotståndet ersätts med en PR4401 och en spole och som kan arbeta med en matningsspänning från 1,5 V hela vägen ner till 0,9 V.

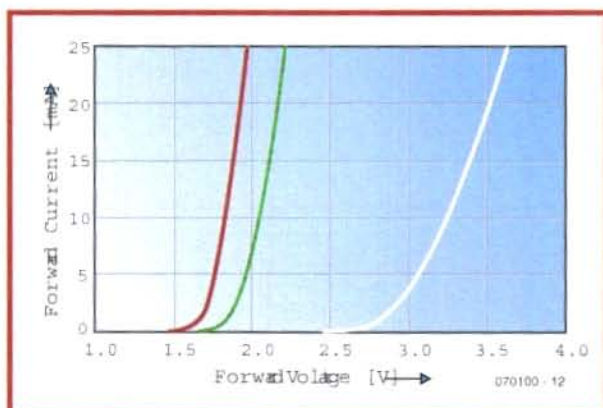
Spänningsomvandlare

För att driva en vit LED behöver vi en spänning på minst 3,6 V vid en specificerad maxström. För att operera den från ett vanligt 1,5 V eller ett laddningsbart 1,2 V batteri (NiCd eller NiMH) behöver vi därför en spänningsomvandlare med en inbyggd strömbegränsningskrets. PRE-MA Semiconductor tillverkar just en sådan IC, PR4401, som bara har tre pinnar (ben) och som bara behöver en enda extern komponent, en miniatyrspole med en induktans mellan 10 μH och 22 μH , se figur 4. Komponenten kommer i en liten SOT23 kapsel vilket betyder att den totala ytan på kretskortet som upptas av drivaren är minimal, vilket gör enheten idealisk att användas i ficklampor och liknande applikationer.

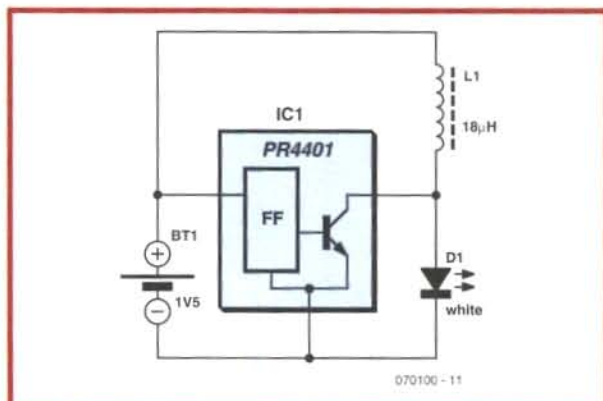
LED-strömmen bestäms genom valet av spole. Komponentens datablad listar ett antal lämpliga spolvärden och motsvarande strömmar. För högre utgångsströmmar finns det en systerkomponent, PR4402, tillgänglig. Om en spole på 22- μH används så levererar PR4401 en diodström på ungefär 12 mA och med en 10- μH spole är



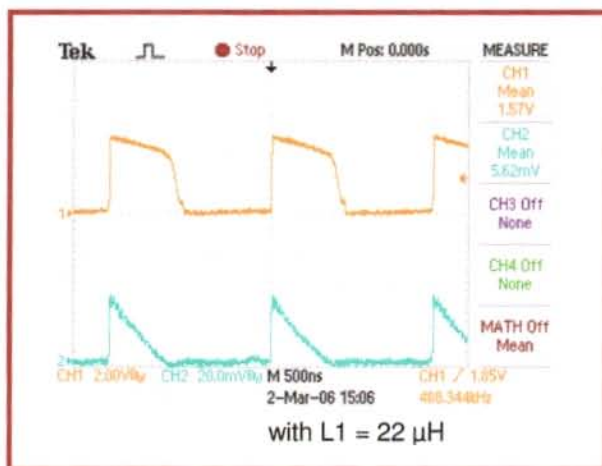
Figur 2.
Lägga till en avkopplingskondensator.



Figur 3.
Typiska egenskaper hos röda, gröna och vita LED.



Figur 4.
Grundkretsen för en switchande omvandlare.



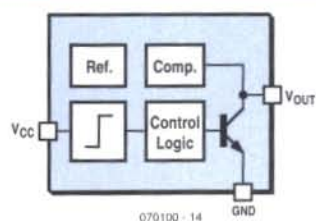
Figur 5.

LED-ström och spänning.

strömmen ungefär 23 mA. Vårt kretskort är försett med en spole på 18- μ H, vilket är en bra kompromiss mellan LED-ens ljusstyrka och batteriets livslängd. LED-ens ljusstyrka är i stort sett konstant för ingångsspänningar mellan 1,5 V och 0,9 V, men ingångsströmmen ökar naturligtvis när spänningen faller. Oscillatorkurvan (figur 5) visar LED-spänningen och strömmen. Som du kan se lagras högsfrekvens energipulser i spolen och levereras sedan med högre spänning till LED-en.

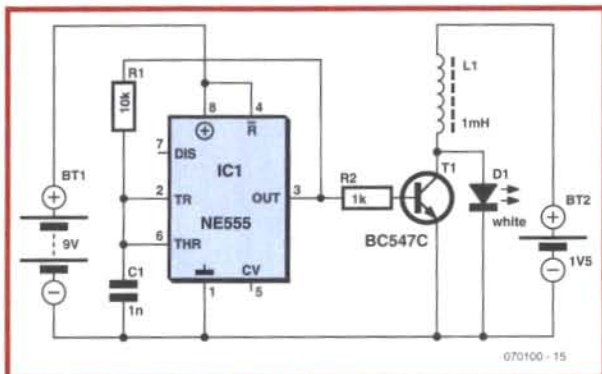
Vad får då PR4401 att ticka? Grundprincipen för operation diskuteras i databladet även om några detaljer för den inre kretsen inte lämnas. Kretsen består i huvudsak av en switchningstransistor och tillhörande kontrolllogik (figur 6).

För att förstå kretsen bättre ersatte vi LED-en med ett motstånd på 47 Ω och övervakade utgångssignalen vid olika ingångsspänningar med hjälp av ett oscilloskop. NPN-transistorn på utgången aktiveras för att påbörja lagringen av energi i spolen. 'uppladdningsfasen'. Längden på denna period bestämmer den totala energi som lagras. Sedan, när transistorn stängs av, levererar spolen denna lagrade energi till lasten, 'urladdningsfasen'. Komparatorn detekterar slutet på urladdningsfasen när utgångsspänningen V_{out} faller under en tröskelspänning på 2 V. En ny uppladdningsfas påbörjas



Figur 6.

Förenklat blockschema över PR4401.



Figur 7.

Experimentell LED-drivare med en NE555.

då. Allteftersom batterispänningen faller så ökas längden på uppladdningsfasen så att den genomsnittligt levererar samma effekt till LED-en. Men hur kan enheten hålla LED-ens ljusstyrka konstant när den uppenbarligen inte har något sätt att mäta LED-strömmen?

För att kunna förstå IC-ns funktion byggde vi en enkel fyrkantgenerator runt en NE555 som jämförelse. Kretsen driver en NPN-transistor (se figur 7). Vad beträffar T1, L1 och LED D1 så är kretsen i huvudsak densamma som den i PR4401, men där NE555 kräver en relativt hög matningsspänning så har PREMA lyckats att replikera dess kontrollfunktion i en integrerad krets som kan köras på bara 0,9 V. Vår referenskrets tar inte heller matningsspänningen med i beräkningen vilket betyder att när batterispänningen faller så lyser LED-en svagare. Av skäl som vi skall titta på senare så är switchningsfrekvensen hos vår krets satt till 50 kHz i stället för till 500 kHz. Vid 50 kHz och ett (nominellt) puls-pausförhållande på 50% så varar uppladdningsfasen 10 μ s. Under denna period stiger strömmen genom spolen I_c linjärt till ett slutvärde på 15 mA:

$$I_c = U \times t / L$$

$$I_c = 1.5 \text{ V} \times 10 \mu\text{s} / 1 \text{ mH}$$

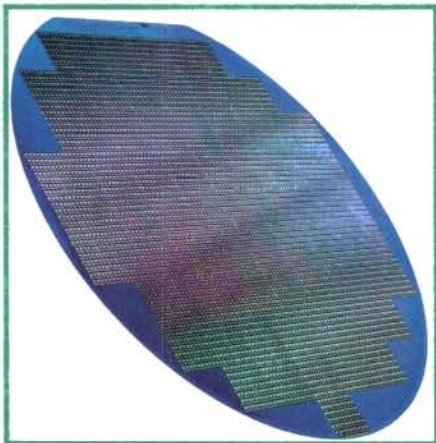
$$I_c = 15 \text{ mA}$$

Antag nu att när transistorn stängs av så är spänningen över LED-en 3 V och spänningen över spolen är således -1,5 V. Denna ström faller nu linjärt från 15 mA till noll på 10 μ s. Den genomsnittsström som dras från batteriet är 7,5 mA och genomsnittliga LED-strömmen är 3,75 mA. Detta var teorin, i praktiken är det lite annorlunda. Till exempel, om ingångsströmmen är högre än förväntat så kan det hända att spolen mätas under en del av varje period. Detta minskar dess effektiva induktans, strömmen stiger snabbare och detta påverkar kretsens verkningsgrad negativt. Switchningsförluster måste också tas med i beräkningen. Under uppladdningsfasen finns det en spänning mellan transistorens emitter och kollektor med motsvarande effektförlust i transistorn. Övergången till urladdningsfasen kommer inte att vara ögonblicklig utan det kommer att finnas en period under vilken en kollektorström kommer att flyta när spänningen börjar att stiga, vilket ger ytterligare effektförluster. Detta är skälet till att NE555-baserade kretsar fungerar bättre vid lägre frekvenser. Eftersom PR4401 klarar av att arbeta vid 500 kHz är det möjligt att använda en mindre spole och få en högre verkningsgrad.

Spolförfrågor

Spolen (induktorn) har rykte om sig att vara den mest fruktade komponenten inom elektroniken även om man har svårt att tänka sig att en bit tråd som lindas i spiral kan ge upphov till några problem. Men luftspolar är emellertid stora och har en hög DC-resistens och vi måste därför gå över till en magnetkärna för att minska det antal lindningar som behövs. Nu måste vi överväga frågan om korrekt dimensionering och materialval, annars kommer förlusterna att bli för stora och spolen kommer att hettas upp. Kärnmaterialet måste väljas med tanke på den frekvens som skall användas och om spolen är för liten finns det risk för att den mätts.

Den fasta spole som vi använder här kommer från Würth Electronics som vänligt nog ställt den till vårt förfogande. Trots den lilla storleken är den faktiskt lite större än vad som egentligen behövs för vår applikation. Detta betyder att DC-resistensen är låg, mättnadsströmmen är hög och de totala förlusterna är låga. Efter en omfattande



PREMA Semiconductor

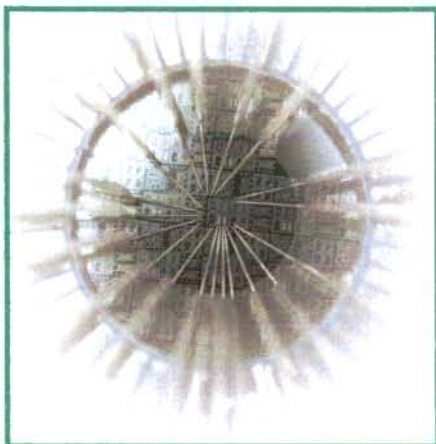
PREMA Semiconductor startade 1970 med att utveckla och tillverka digital precisionsmätutrustning. Sedan 1977 har PREMA tillverkat integrerade kretsar i en specialfabrik i Mainz, Tyskland. En ny 150 mm waferlinje installerades 1996 med en produktionskapacitet på upp till 100 wafers (kiselkivor) per dag. Linjen används för att producera kundanpassade IC-kretsar eller ASIC (Application-Specific Integrated Circuits) för industriella och hushållsapplikationer inkluderande streckkodsläsare, rörelsedetektorer och audioförstärkare.

Sedan våren 2006 har PREMA gjort sina komponenter tillgängliga på den öppna marknaden. Dessa inkluderar LED-drivar IC:n som tillverkas med ModuS U6 processen som omfattar åtta produktionslager inkluderande ett singel metalliseringslager. De första fem lagren omfattar produktionen av N- och P-dopade regioner i en kiselwafer för att skapa dioder, transistorer och motstånd. Nästa lager är ett isoleringslager mellan dessa och det följande metalliseringslagret. Wafern sprutas sedan med aluminium som etsas bort och bildar banorna. För komplexa projekt är det möjligt med två eller tre metallager, separerade av isoleringslager och sedan hopkopplad med hållkontakter.

Den följande passiveringen (med ett kiseloxidlager) skyddar kretsen från oxidering och orenheter. De opassiverade anslutningsplattarna förbinds sedan med kapselns ben (en SOT-23 kapsel för PR4401) eller också kan de anbringas direkt på kretskortet. Beroende på kretsens storlek får man ut mellan 2000 och 15000 IC på varje kiselkiva. Skivan sågas till individuella IC-kretsar för kapsling. Varje IC testas mot sin specifikation både på kiselkivan och efter kapslingen.

För tillfället håller PREMA på med att kvalitetssäkra sin nya produktionslinje för 200 mm BiCMOS kiselkivor.

Weblänk: <http://www.prema.com>



Würth Electronics

Namnet Würth har länge associerats med skruvar, och förbindningar bildar fortfarande en central del i det företag som startades som en järnaffär av Adolf Würth och som nu har 60 000 anställda världen över. Würth Electronic har ca 6700 anställda som sysslar med kretskortsframställning, kraftdistribution, backplan, solteknik och sist, men inte minst, kontakter och spolar. En särskild milstolpe är den första massproduktionen av så kallade 'kisel fria' flerlagers koppar-indium-diselenide (CIS) solceller i världen.

Den spole som används på LED-drivarkortet är tillverkad av Würth Electronics eiSos, en specialist i passiva och elektromekaniska komponenter, speciellt induktiva komponenter, kontakter samt EMC och ESD-skydd. Würth är mycket 'konstruktörsvänliga' med gratisprover, beställning av små kvantiteter, designsupport och utvecklingssatser, fria seminarier och applikationshandböcker med titlarna 'ABC of Transformers' och 'Trilogy of Inductors' som finns tillgängliga på flera språk. Som den enda europeiska tillverkaren av drosslar används Würthkomponenter i referensdesigner av de stora tillverkarna av switchningsregulatorer, som Linear Technology, National Semiconductor, Texas Instruments, ON Semiconductor, STMicroelectronics, Diodes, MPS, Maxim, Semtech och Sipex.

Weblänk: <http://www.we-online.de>



Kretskort, antal 150 000

LED-drivarkortet planerades som en fri gåva medföljande samtliga utgåvor av **Elektor Electronics** över hela världen, däribland Sverige under namnet **Allt om Elektronik** (fast vi byter namn nästa år till Elektor), med en total upplaga på ungefär 150 000 exemplar. Hur bär sig då en tidning åt för att få så många kort tillverkare och bestyckade.

Vi behövde naturligtvis inte bara komponenterna från **PREMA Semiconductor** och **Würth Electronics** utan också en kretskortstillverkare och någon som bestyckade korten. Tillverkningen av korten utfördes av **Eurocircuits**, vars beprövade kvalitet är välkänd bland våra läsare genom tjänsten The PCBShop. **ECS Electronics and Component Service** i Geel, Belgien, bestyckade korten.

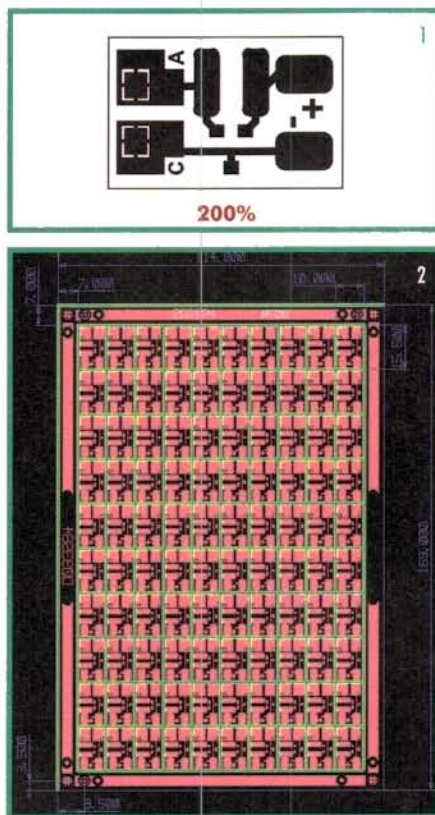
Vi började med att designa det enkelsidiga kretskortet (eller mönsterkort som många föredrar att kalla det) för de två ytmonterade (SMD) komponenterna (figur 1) i **Elektor Electronics** laboratorium. Med dimensionerna 10 mm x 15,5 mm var det inte praktiskt att tillverka 150 000 enheter individuellt, men mer om det senare.

Därefter vände vi oss till Eurocircuits. De utförde ett antal tester av kortdesignen (lämnad av oss som en Gerberfil), som att filen kunde läsas korrekt, att dimensionerna var exakta och att kortet var tillverkningsbart. En extra lödmask anbringades på kortets obestyckade sida för att öka kontrasten och således läsbarheten hos den logga som skulle tryckas på det. För att praktiskt kunna bestycka korten skapades en panel bestående av etthundra kort i en 10x10 matris med en ram runt omkring som förstärkning (figur 2). Ramen hade också fiduciala (referens) markeringar. Panelen frästes i ett horisontellt och vertikalt galler med hjälp av en V-fräsmaskin (V-cut) för att enklare kunna separera den efter bestyckningen. Kortet tillverkades sedan i Eurocircuits fabrik (figur 3) och resultatet, 1 500 kort som det i figur 2, skickades till ECS för bestyckning. Kortens kopparyta genomgick sedan en blyfri så kallad Hot-Air Levelling Process Sn100. ECS screentryckte sedan en blyfri lödpasta på kortet med hjälp av en EKRA X1-SL maskin och en 125-µm rostfri stålscreen.

Nästa steg var automatisk bestyckning av kortet med hjälp av en Samsung SV20 Pick&Placemaskin (figur 4) som kan montera 10 000 SMD-komponenter av 0603-typ i timman. Innan varje panel påbörjades använde maskinen ett visionssystem som registrerade positionen av fiducialmarkeringarna så att läget hos varje kort var exakt känt. Maskinen hos ECS är lätt att anpassa till en ny design och således även lämplig för korta produktionsserier och prototyper.

Lödning var nästa steg med hjälp av en ångzonslödningsprocess som är idealisk för SMD-kort. Genom att omge kortet med en upphettat skyddsgas avlägsnas syre från lödställena och lödtemperaturen kan styras mycket precist, vilket förlänger livet på både komponenter och kort.

Efter lödningen kontrollerades varje panel med hjälp av en Mantis optisk inspektionsmaskin. Och slutligen hamnade panelen under kniven. 1 500 paneler skars upp till 150 000 individuella LED-drivarkort. Och, under förutsättning att inga olyckor har inträffat på vägen till butikerna eller din brevlåda så skall du ha fått ett kort tillsammans med denna utgåva som en hälsning från Allt om Elektronik (och Elektor, världens ledande elektroniktidning).



serie mätningar valde vi den ytmonterade drosseln WE-PD2 med en induktans på 18 μ H. Databladet visar en typisk DC-resistens på 0,225 Ω . Spolströmmen kan stiga så mycket som till 1,1 A, jämfört med mättningsgränsen på 1,29 A. Kärnan är gjord av nickel-zink-järn som kan operera med minimala förluster även vid höga frekvenser. En speciell lackerad koppartråd tillåter höga arbetstemperaturer.

Med en ingångsspänning på 1,5 V varar uppladdningsfasen hos PR4401 ungefär 1 μ s. Av detta kan vi räkna ut toppspolströmmen:

$$I_c = U \times t / L$$

$$I_c = 1,5 \text{ V} \times 1 \mu\text{s} / 18 \mu\text{H}$$

$$I_c = 83 \text{ mA}$$

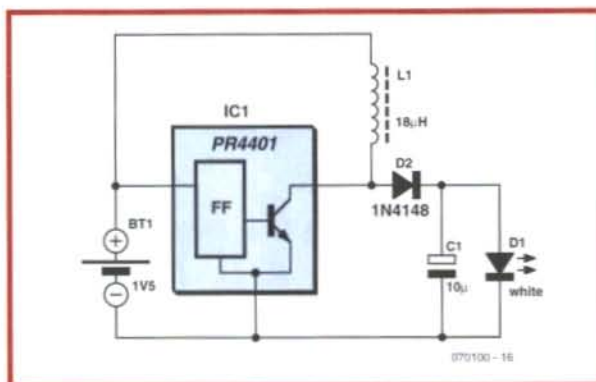
Om vi antar att LED-strömmen är 3 V så kommer vi fram till en genomsnittlig LED-ström på ca 20 mA och en batteriström på ca 40 mA. I slutet av uppladdningsfasen är spänningsfallet över spolen bara ungefär 10 mV. Av detta kan vi se att den valda spolen klarar av att leverera betydligt mer ström än vad den gör i denna krets. Enligt databladet är verkningsgraden hos omvandlarkretsen 80% även om vi använder en mindre spole och med den spole på 18 μ H som vi valt kan vi därför förvänta oss en ännu högre verkningsgrad.

Applikationer

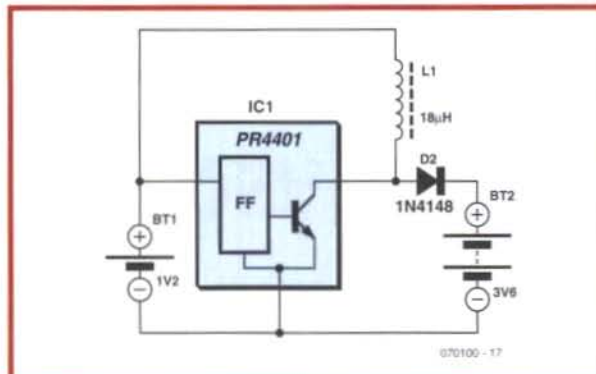
LED-drivaren är varken en konstantspänningskälla eller en konstantströmkälla utan snarare någonting mellan. Man kan tänka sig den som en konstanteffekt-källa. Med de givna komponentvärdena kommer den alltid att leverera ca 70 mW till den anslutna lasten, till en stor del oberoende av ingångsspänningen och lastresistensen. Om den anslutna LED-en behöver en högre spänning kommer strömmen att minska i förhållande till detta och det är därför möjligt att, till exempel, seriekoppla mer än en LED till kretsens utgång. Till exempel kan en vit och en grön LED användas i serie med en total spänning på ca 5,5 V. Enligt databladet är gränsen 15 V. Obelastad funktion är också möjligt och mätningar visar att utgångsspänningen begränsas till ca 18 V av en zenerdiod inuti IC-kretsen.

LED-en tar emot en pulsad ström för drivkretsen. LED-databladet anger att den förväntade verkningsgraden hos LED-en är högre om en konstant ström används. Med hjälp av en likriktardiod och en elektrolytisk glättningsskondensator kan vi minska ripplet i LED-strömmen (figur 8). Det är inte nödvändigt att använda en Schottkydiod här då PR4401 kommer att kompensera spänningsfallet över dioden genom att på lämpligt sätt höja sin utgångsspänning. Effektförlusterna i en Schottkydiod är emellertid mindre än i en 1N4048 (ca 14 mW) men en skillnad på några få milliwatt gör ingen större skillnad i LED-ens ljusstyrka.

En annan möjlig applikation är att använda kretsen som en batteriladdare (figur 9). Till exempel kan ett NiCd eller NiMH batteri (med en laddspänning på upp till 1,45 V) laddas från två, eller helst tre, solceller med en total nominell spänning på 0,9 V eller 1,35 V respektive. Då PR4401 automatiskt justerar utgångsspänningen upp till ett maximum på 15 V så är det möjligt att ansluta ett 9-V eller 12-V batteri som består av ett antal seriekopplade NiCd eller NiMH-celler till utgången. Strömmen kommer att begränsas till ca 20 mA och kretsen kommer att vara bra för ett litet 3,6 V batteri med en kapacitet på 200 mAh eller ett 9-V batteri med en kapacitet på 150



Figur 8.
Krets med likriktardiod och glättning.



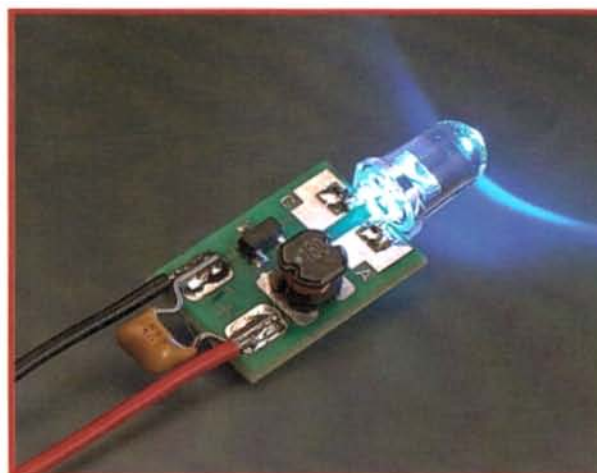
Figur 9.
Laddning av ett batteri från 1,2 V.

mAh. För batterier med högre kapacitet kan PR4401 vara lämplig för underhållsladdning och för strömmar upp till 40 mA är PR4402, också från PREMA, värd att överväga. Det finns naturligtvis många andra möjliga applikationer för dessa två IC-kretsar. Låt fantasin flöda och med lite tekniskt know-how och en bra lödkolv kan du komma upp med massor av kreativa idéer. Vi kommer att publicera de bästa av dessa idéer i tidningen och även på vår websida.

(070100-1)

Weblänkar

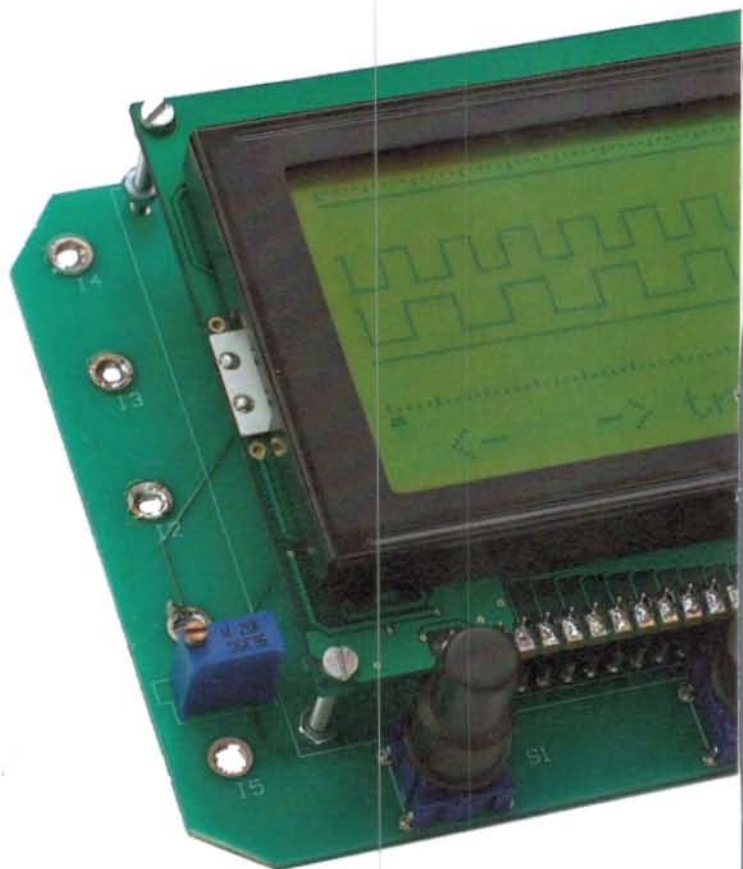
- [1] PREMA PR4401 och PR4402 LED driv-ICs:
<http://www.prema.com/Application/whiteledriver.html>
- [2] PR4401 datablad:
<http://www.prema.com/pdf/pr4401.ppt>
- [3] Würth WE-PD2 SMD effektpolar, inklusive datablad (order-nummer 744773118):
http://www.we-online.com/website/emc/eisos/alg/kat_layout.php?id=28



Digital Inspector

4-kanals logikanalysator

Ronald de Bruijn



När man kollar digitala signaler är en logikanalysator ovärderlig eftersom så många applikationer använder sig av en mikrokontroller nuförtiden. I denna artikel beskriver vi en lättbyggd krets som kan hantera de flesta digitala signaler och som också har en minnesfunktion.

Specifikation

Samplingsfrekvens: 200 Hz-2 MHz
Kanaler: 4
Område: 0 till 5 V
Minne: 1024 samplingsar per kanal
Triggningsnivåer: +Ve och -Ve
Triggningsmönster: Kan ställas in för varje ingång
Punktmatris-LCD: 64 x 128 pixlar
Matning: 9 V PP3 batteri

Bästa sättet att inspektera digitala signaler är med en logikanalysator. Ibland är det bra att kunna göra detta på plats eller så vill du kanske göra en 'flytande' mätning. Den 4-kanals logikanalysator som vi beskriver här är lämplig i båda dessa situationer tack vare att den är så kompakt och för att den kan strömförsörjas från ett batteri. Den maximala samplingshastigheten är 2 MHz och kretsen har tillräckligt med minne för att lagra 1024 samplingsar av signalen. Punktmatrisdisplayen med en upplösning på 64 x 128 pixlar visar de digitala signalerna klart och tydligt.

Kretsschemat

I hjärtat av kretsen sitter IC2 (en PIC 18F4850, se figur 1). Denna PIC-kon-

troller samplar signaler och driver displayen. Den styrs via fem tryckknappar (S1 till S5). Kristallen (X1, 10 MHz) bestämmer den maximala samplingshastigheten. Den interna PLL-en

hos mikrokontrollern används för att ge kontrollern en intern klockfrekvens på 40 MHz, vilket är den maximala frekvens som rekommenderas av Microchip för denna typ av chip. Dioderna D1-D8 skyddar ingångarna mot för höga, eller negativa, spänningar. Ingångssignalerna matas till IC1, en 74HC04N som används som buffert. Det faktum att signalerna inverteras spelar ingen roll i detta fall eftersom vi enkelt kan konvertera tillbaka signalerna med hjälp av mjukvaran. Signalerna går direkt från buffrarna till kontrollern via RA1-RA4 där mjukvaran tar över (se Kontroll).

Trimpotentiometer P1 används för att ställa in displayens kontrast och T1 tändar displayens bakgrundsbelysning. Bz1 ger en hörbar varning när en

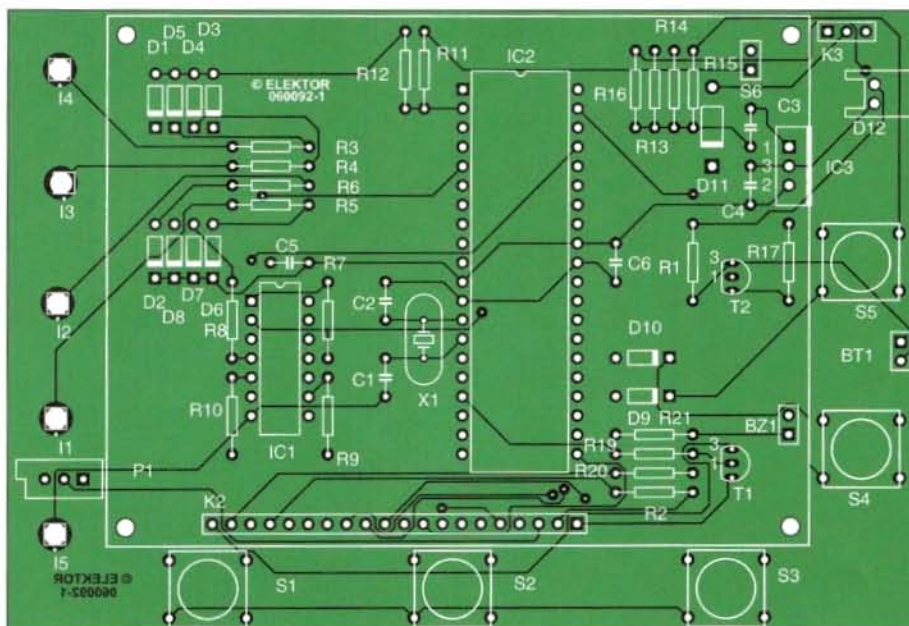
ny samplingsperiod startar och när du skiftar mellan körmod och hållmod. De fem switcharna som används för att styra kretsen behöver inga avstudsningsskretsar i hårdvara eftersom detta tas om hand med mjukvaran.

Strömförsörjningen till kretsen består av två delar, en stabiliserad 5-V matning och en 9-V matning för displaybelysningen. Källan för dessa spänningar kan antingen av en 9-12 V nätadapter eller ett uppladdningsbart 9-V batteri.

En enkel laddningskrets för batteriet har också inkluderats (T2, R1, R17, D12) som träder i funktion så fort som en nätadapter ansluts. Om vi antar att en standard LED med ett framspänningfall, V_f , på 1,5 V används kommer laddningsströmmen för batteriet att vara:

$$(1.5 - 0.6) / 56 = 16 \text{ mA.}$$

Ett 9 V NiMH-batteri med en kapacitet C på 170 mAh laddas då med ungefär 0,1 C och kan därför laddas kontinuerligt utan att ta skada. Batteriet



Komponent-lista

Motstånd

R1 = 680Ω
R2, R11-R16 = 10 kΩ
R3-R6 = 330Ω
R7-R10 = 100kΩ
R17 = 56Ω
R19 = 1kΩ
R20 = 47Ω
R21 = 220Ω
P1 = 20kΩ trimpot, flervarvs, vertikal

Kondensatorer

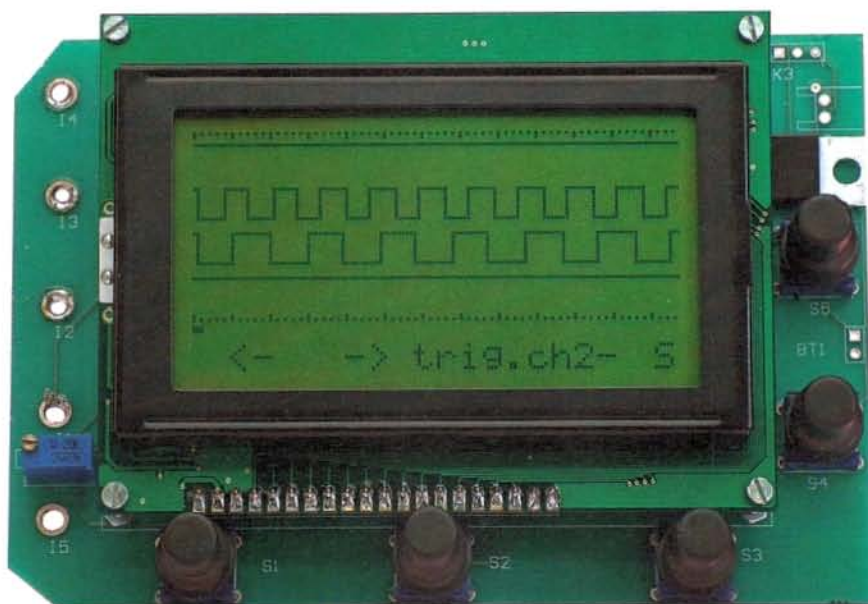
C1, C2 = 22pF
C3-C6 = 100nF

Halvledare

D1-D10 = 1N4148
D11 = 1N4001
D12 = LED, 5mm diam.
T1, T2 = BC337
IC1 = 74HC04
IC2 = PIC18F4580-I/P, programmerad, # 060092-41
IC3 = 7805

Övrigt

Bz1 = AC-summer
X1 = 10MHz kristall
Grafisk LC-display, 128 x 64 pixels, t.ex. DEM128064A eller NL-C128x64 (Conrad Electronics # 187429)
Låda 186 x 123 x 41mm med utrymme för 9V batteri, t.ex. Strapubox (Conrad Electronics # 522775)
S1-S5 = tryckknapp Multimec RA3FTL6 med ratt AQC09-24.2
S6 = till/frånkopplare
9-V battericlip
5 banakontakter för skruvmontering (för anslutningarna I1-I5)
Byggsats inkl. låda: # 060092-71
Kretskortslayout: gratis nedladdning www.alltomelektronik.se, fil # 060092-1



Figur 2. Som man kan se av komponentplaceringen är det inte svårt att bygga kretsen. Kontakten K2 är placerad så att displayen kan monteras direkt ovanpå det dubbelsidiga kretskortet.

Dessa inställningarna används sedan som initialinställningarna nästa gång kretsen används.

S5 tändar och släcker bakgrundbelysningen. Efter ungefär en och en halv minut, eller i ett 'Lo_Batt' läge, släcker mikrokontrollern automatiskt bakgrundsbelysningen.

Operation

För att kunna uppnå högsta möjliga samplingshastighet lät vi initialt mikrokontrollern lagra samplingarna i sitt RAM-minne när en triggningshändelse sker. För detta använde vi

följande mjukvaruinstruktion: *movff port a, postinc0*. Denna instruktion kopierar innehållet hos en port till RAM-et och räknar upp RAM-adressen med ett. Detta upprepas sedan 1024 gånger. I slutet av detta läses 128 samplingsar från RAM-et och visas på displayen. Denna process upprepas en gång i sekunden.

Om ingen ny triggningshändelse sker inom ca tre sekunder (beroende på samplingshastigheten) läser kretsen in 128 samplingsar och visar dem på LCD-n. På detta sätt kan vi se i vilket läge (högt eller lågt) som ingångarna

befinner sig i.

Ett snabbt tryck på S4 aktiverar minnesfunktionen. Detta visas med ett 'R' till höger på skärmen. Kretsen väntar då på en triggningshändelse. När denna har skett och de 1024 samplingsarna lagrats ändras 'R' till ett 'S' och displayen visar de första 128 samplingsarna hos varje kanal. Switcharna S1 och S2 kan nu användas för att bläddra genom minnet. Ett kort tryck på S1 eller S2 ger korta hopp genom minnet och ett längre tryck ger längre hopp. Markören i botten av displayen visar vilket del av minnet som visas för tillfället. Ytterligare ett snabbt tryck på S4 får

kretsen att läsa in en ny uppsättning samplingar och lagra dem i minnet. Displayen fortsätter att visa samma minnesområde som för de tidigare samplingsarna. Detta är naturligtvis mycket användbart när du studerar signaler som följer en kort tid efter en triggningshändelse.

Om du håller ner S4 ännu lite längre (tills du hör två beep) går logikanalysatorn ur minnesmod och går tillbaka till standardmod där 128 'levande' samplingar alltid visas på displayen.

Själva bygget

I denna design har vi inte använt några ytmonterade komponenter. Layouten är ganska gles och komponenterna lätt åtkomliga. Lödningen borde därför inte vara något problem.

Vi skulle vilja återkomma till anslutningen mellan kortet och displayen. Det finns tillräckligt med utrymme ovanför kortet för displayen. Det enklaste sättet att ansluta displayen till kortet är att först löda fast en 1-radig stiftlist på displaykortet. Plugga därefter in en virsockel på denna stiftlist och den andra ändan i huvudkortet. Kontrollera att displayen sitter på rätt höjd och löd fast virsockeln på huvudkortet.

Om du använder den rekommenderade lådan för denna krets skall du först fila av hörnen på kortet på den sida där ingångssignalerna finns. Kortet kommer då att passa perfekt.

Kommentarer

När du inte använder alla kanalerna är det tillrådligt att ansluta de oanvända kanalerna till jord. Du kommer annars att finna att öppna ingångar kan plocka upp störningar och detta resulterar i en oläsbar display.

Vi vill göra klart att denna analysator inte lämpar sig för att använda med mycket höga frekvenser. Applikationer för denna enhet hittas bland 'långsamma' mikrokontroller, seriekommunikation etc. Trots detta kan denna krets göra ditt liv betydligt enklare under utveckling av en digital (mikrokontroller) krets.

För detta projekt kan vi erbjuda en komplett komponentsats (med ordernummer **060092-71**) som består av displayen, huvudkortet, en programmerad mikrokontroller, komponenterna och lådan. Allt du behöver göra är att löda fast komponenterna på kortet och montera detta i lådan. När du har anslutit batteriet eller nätadaptorn kan du börja analysera direkt.

För de av er som vill etsa kortet själv finns layouten på vår websida på www.alltomelektronik.se under filnummer **060092-1.zip**. Och om du har möjlighet att programmera PIC-mikron så kan du också hämta källkoden här (fil nummer **060092-11.zip**).

(060092-1)

Tilt-Gamepad

Uppgradera din Gamepad med accelerationssensorer

Xin Wang och Marko Westphal



Användare av Nintendo Wii och Playstation 3 'tilt' kontroller har hänförs av den intuitiva styrning som dessa enheter erbjuder. Fram till nu har det inte funnits någon liknande gamepad (fjärrkontroll) tillgänglig för en PC-spelare, men varför skall inte dessa också få ha lite roligt? Det kan de genom att bara lägga till denna tvåaxliga tiltsensor till en standard gamepad som är speciellt bra för bil och flygsimulatorer såväl som för äventyrsspel. Så låt tummarna vila och börja veva med armarna i stället!

En tilt-gamepad känner av den vinkel som den handhållna kontrollern rörs i och översätter denna mätning till likadana digitala utgångar som de som produceras genom att trycka på upp/ned och vänster/högerknapparna på kontrollern. Det är inte nödvändigt att trycka på någon av knapparna för att styra riktningen, objektet på skärmen styrs genom att helt enkelt luta på gamepaden. I denna design detekteras rörelsen av en accelerationssensor som tillverkas av Analog Devices och av en Atmel ATmega8 mikrokontroller. Hela kretsen får plats på ett litet kretskort som omvandlar en standard gamepad till en tilt-gamepad.

Sensorn

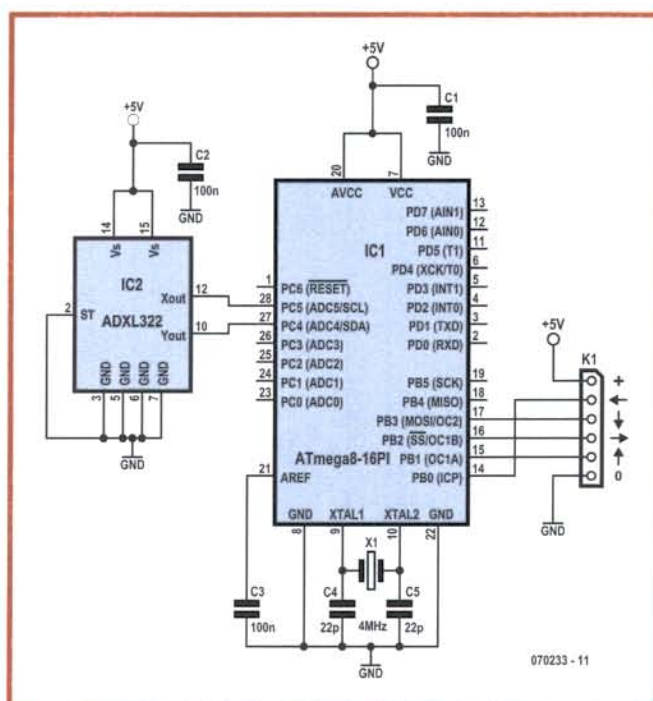
Den nya komponenten i denna design är den analoga accelerationssensorn ADXL322 från Analog Devices. Denna 2-axliga enhet producerar två oberoende utgångsspänningar som är proportionella till lutningen av sensorens i x och y-planen. Matningsspänningen kan vara från 2,4 V till 6 V. De

två analoga utgångssignalerna har en känslighet på 420 mV/90°. Sensorområdet är $\pm 2g$ och kommer i en SMD CP-16 kapsel som inte kan lötas på plats med en vanlig lödkolv och därför säljer

vi kretskortet med sensorn monterad.

Signalbehandling

Utgångssignalerna från accelerationssensorn är analoga så det är nödvändigt att processa dem med hjälp av en mikrokontroller som har en inbyggd A/D-omvandlare. Upp till 23 av dess pinnar kan konfigureras som universella digitala I/O-pinnar. De två analoga signaler som representerar X/Y-lutningen hos accelerationssensorn är anslutna direkt till A/D-omvandlingångarna på mikrokontrollern. Signalerna digitaliseras, filtreras och omvandlas sedan till digitala utgångssignaler som emulerar upp/ned och vänster/högerfunktionerna hos riktningstangenterna hos standardkontrollern. X och Y-värdena samplas växelvis, referensspänningen på 2,56 V för A/D-omvandlaren produceras on-chip och avkopplas av kondensator C3 på pinne 21 (AREF). I/O-pinnarna har mycket bra strömkapacitet både när det gäller att lämna och att sänka ström vilket till-



Figur 1. Förutom accelerationssensorn och mikrokontrollern så behövs det väldigt få ytterligare komponenter.



sammans med de valbara interna pull-upmotstånden betyder att det inte finns något behov av ytterliga drivare för utgångssignalerna.

Enkel krets

Som man kan se av kretsschemat i figur 1 så behövs det mycket få komponenter vid sidan av mikrokontrollern och sensorn. Layouten för det dubbelsidiga kretskortet i figur 2 är därför mycket enkel.

Figur 3 visar ett flödesschema som beskriver de huvudsakliga mjukvarufunktionerna. Mikrokontrollerns ADC-port samplas var 10 ms och de råa accelerationsvärdena omvandlas till lutningsvärden (tilt) vilka sedan filtreras. Signalernas utgång från gamepaden beror på lutningens riktning och lutningens vinkel.

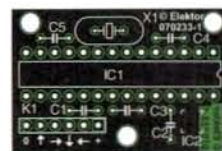
Den 6-poliga stiftlisten (K1) monteras på kretskortet och används för anslutningarna till gamepaden. Kretsen matas direkt från USB-interfacet (alltså +5 V och jord).

Hopmontering

När du byggt kretskortet kan det monteras in i höljet hos en standard gamepad om det finns tillräckligt med

utrymme. I princip kan vilken gamepad som helst användas så länge som riktningstangenterna är 'aktivt låga' dvs när du trycker på en tangent skall utgångssignalen gå från en hög nivå till en låg. Konstruktören använde en 'Firestorm Digital 3' från Thrustmaster medan vi i vårt labb hade en 'MAX-FIRE G-08X4' från Genius tillgänglig. Förutom ett gamepad och det färdiga kretskortet så behövs det också en kort bit kabel med 6 ledare och eventuellt en liten plastlåda om kretskortet inte skulle få plats i gamepadhöljet. Sätt inte in den programmerade mikrokontrollern i sin sockel ännu. Mikrokontrollern kan du beställa färdigprogrammerad från oss via vår websida. Alternativt kan du hämta hexfilen (objekt-koden) från samma ställe gratis om du vill utföra programmeringen själv. Originalkällfilerna är skyddade av licenser och copyright och inte tillgängliga gratis.

Börja med att plocka isär gamepaden. Ta bort skruvarna på baksidan som håller ihop de två halvorna. På insidan är det nödvändigt att hitta de delar av kretsen som är anslutna till +5 V och de som är anslutna till jord. Enklaste metoden är att följa trådarna från USB-anslutningen, stift 1 (normalt svart) är jord och stift 4 (normalt rött) är +5V.



Figur 2. Det dubbelsidiga kretskortet har tilsensorn redan monterad (i kortets underdel).

Komponentlista

Kondensatorer

C1, C2, C3 = 100nF
C4, C5 = 22pF

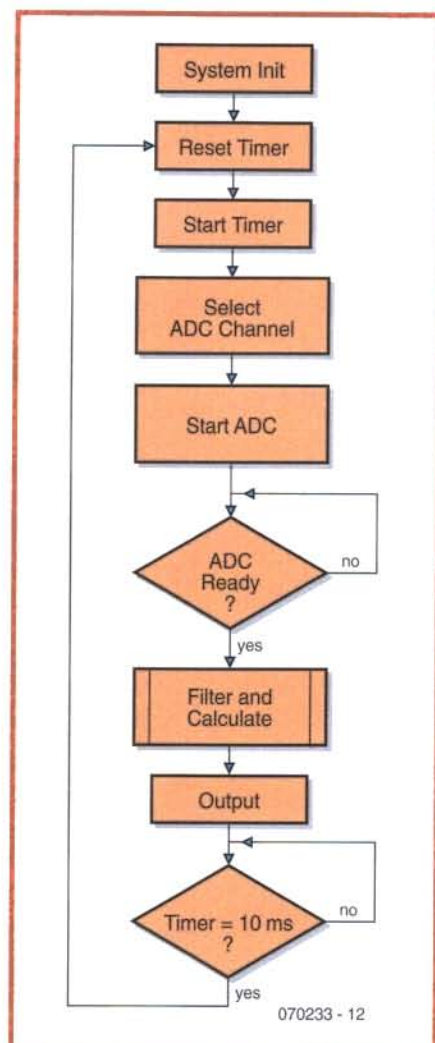
Halvledare

IC1 = Atmega8-16PI, programmerad,
order # 070233-41*
IC2 = ADXL322

Övrigt

K1 = 6-pol SIL stiftlist
X1 = 4MHz kristall
Kretskort med ADXL322-sensor monterad, order # 070233-91

* hexkodfil: gratis nedladdning
070233-11.zip från
www.alltomelektronik.se



Figur 3. Mjukvarans flödesschema.
Sensorn samplas varje 10 ms.

Kolla på samma sätt ledningsdragningen till gamepadtangenterna. En närmare titt visar att var och en av riktningstangenterna har två kontakter varav en normalt är ansluten till jord (som i Thrustmastern, men vissa använder +5 V för denna anslutning) och den andra går till mikrokontrollern. Om du måste montera kretskortet externt i en liten plastlåda (som i fallet med 'Firestorm Digital 3') måste du borrar ett hål bak i gamepadhöljet (5 mm räcker) för kabeln.

Nu kan du börja ledningsdragningen mellan tiltkontakten K1 på kretskortet och gamepaden genom att löda ledarna +5 V, jord och de fyra riktningstangenterna.

Stifttilldelningen för K1 visas i detalj i kretsschemat i figur 1. Stiften 1 och 6 bär matningsspänningen medan 2 och 5 är de digitala utgångssignaler som är dragna till riktningstangenterna (aktivt låga, tomgångsläget är högt).

Gamepad/sensorkortsanslutningar

Ledningsdragning mellan gamepad och K1 på sensorkortet med hjälp av 6-polig färgkodad kabel.

K1	GND	Upp	Vänster	Ned	Höger	+5 V
Kabel	Svart	Orange	Gul	Grön	Blå	Röd
Gamepad	Jord	Upp	Vänster	Ned	Höger	+5 V

Tabellen ovan visar kabelanslutningarna i detalj och kabelfärgerna. Pilar på kretskortet intill kontakten K1 visar i vilken riktning kretskortet skall röras för att producera en utgång på det stiftet.

När ledningsdragningen är klar kan den förprogrammerade mikrokontrollern monteras i sin sockel på kretskortet. Kortet kan fästas i gamepaden med lim (rugga upp ytan först så att det blir bra fäste). Om du använder en extern låda så kan denna limmas fast utanpå gamepadens hölje. Skruva nu ihop de två halvorna.

Nu är du klar med din tilt-gamepad. PC:n vet inte om att du har gjort några ändringar inuti gamepaden och det är därför inte nödvändigt att ladda in några nya drivrutiner.

Ta nu fram alla dina gamla favoritspel igen, men denna gång med en helt annan spelkänsla och en helt ny nivå av intuitiv kontroll.

(070233-1)



Anatomin hos hexfiler

Hur var det nu igen?

Luc Lemmens

Här skall vi berätta en historia som egentligen inte borde vara nödvändig. När vi utvecklar mjukvara för en mikrokontroller kommer kompilatorn eller assemblern, som en slutprodukt, att skapa en fil som vi skall programmera in i kontrollerns programminne. I de allra flesta fall kommer denna fil att ha det så kallade Intel-HEX (Intellect) filformatet, en fil som förutom själva maskinkoden också inkluderar destinationsadressen som visar var denna kod skall placeras.

En fil innehåller också kontrollsummor (checksums) så att kodens integritet kan verifieras. I verkligheten är det inte intressant för programmeraren att känna till detaljerna hos filformatet, bara programmera in filen i minnet och du är hemma. Men det är något helt annat om assemblern eller kompilatorn verkar generera någonting som skiljer sig från vad vi väntade oss. Ibland blir du tvingad att bläddra igenom HEX-filen för att ta reda på vad det är som händer inuti programminnet.

Ibland innehåller denna fil också konfigurationsbitar för kontrollerna som konfigurerar oscillatorn, watchdog, kopieringsskydd och saker relaterade till detta. Eftersom behovet av att avslöja det innersta i en HEX-fil uppstår så sällan så måste du antingen slå upp detaljerna varje gång eller också jobba mycket hårt för att komma ihåg dem. En hexfil består av en serie med rader, så kallade records, där varje record består av sex fält. Varje record innehåller typ av record, längd på record, adressen där data skall placeras och en checksumma. Det finns sex olika typer av records, men det är inte nödvändigt att alla används alla gånger:

- Data record (alla format)
- End of File record (alla format)
- Extended Segment Address record (inte i 8-bitars format)
- Start Segment Address record (inte i 8-bitars format)
- Extended Linear Address record (endast i 32-bitars format)
- Start Linear Address record (endast i 32-bitars format)

Varje record ser såsom visas nedan.

RECORD MARK	RECLen	LOAD OFFSET	RECTYP	INFO or DATA	CHKSUM
1-byte	1-byte	2-bytes	1-byte	n-bytes	1-byte

Början indikeras med ':'. RECLen indikerar antalet databyte. LOAD OFFSET visar med sexton bitar offset av destinationen av databyte och har bara mening i data-records. I alla andra records är detta fält '0000'.

RECTYP indikerar typ av record:

- '00' = Data record
- '01' = Data record
- '02' = End of File record
- '03' = Extended Segment Address record
- '04' = Start Segment Address record
- '05' = Extended Linear Address record
- '06' = Start Linear Address record

Fältet INFO/DATA består av ett antal byte (se RECLen), och tolkningen av detta beror på recordtyp.

Checksumman beräknas från bytens tvåkomplement från de fält som startar med RECLen och till och med det sista INFO/DATA-bytet. När du adderar summan av dessa bytes till checksumman så får du resultatet '0'.

Extended Linear Address Record (bara i 32-bit format)

RECORD MARK	RECLen	LOAD OFFSET	RECTYP	ULBA	CHKSUM
1-byte	1-byte	2-bytes	1-byte	2-bytes	1-byte

I 8-bitars HEX-filer finns två byte (LOAD OFFSET) tillgängliga för att visa adressen. I denna recordtyp definierar ULBA (Upper Linear Base Address) bitarna 16 till 31 hos adressen och LOAD OFFSET hos följande data records kompletterar sedan med bitarna 0 till 15 för att ge den slutliga absoluta adressen.

Extended Segment Address record (16- och 32-bit format)

RECORD MARK	RECLen	LOAD OFFSET	RECTYP	USBA	CHKSUM
1-byte	1-byte	2-bytes	1-byte	2-bytes	1-byte

16-bitars Extended Segment Address record specificerar bitarna 4 till 19 hos Segment Base Address (SBA), bitarna 0 till 3 hos SBA är '0'. LOAD OFFSET hos följande data records bestämmer sedan den slutliga adressen.

Data record (alla format)

RECORD MARK	RECLen	LOAD OFFSET	RECTYP	DATA	CHKSUM
1-byte	1-byte	2-bytes	1-byte	n-bytes	1-byte

Denna innehåller max 256 (RECLen) byte av data, LOAD OFFSET bestämmer (med eller utan ULBA eller SBA) var det första bytet hos record skall placeras i minnet. Följande databyte följer sekventiellt efter denna adress vid ökande adressplatser.

Start Linear Address record och Start Segment Address record används inte med mikrokontroller och ligger därför utanför syftet med denna artikel.

End of File record (alla format)

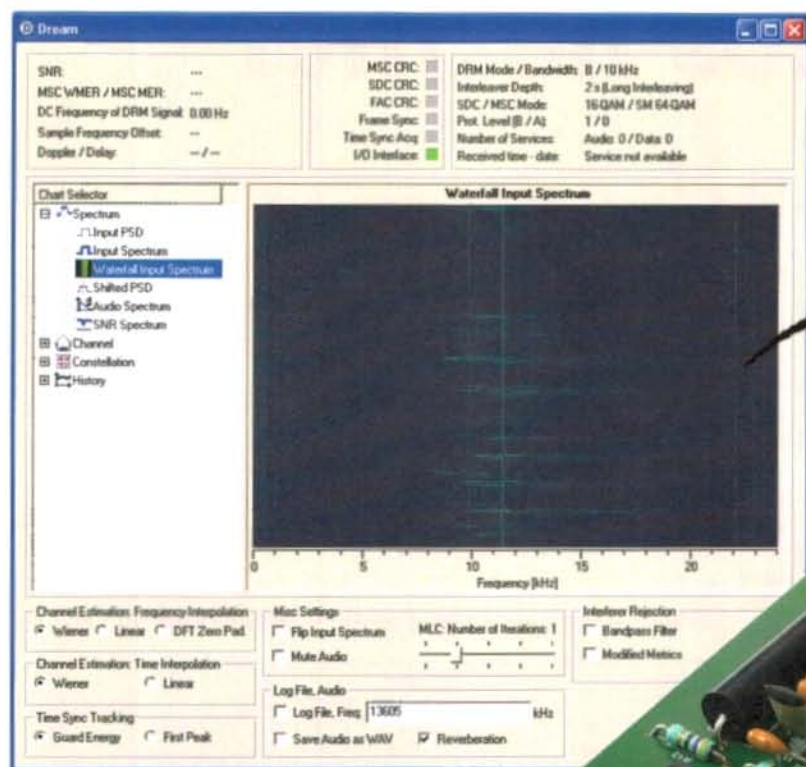
RECORD MARK	RECLen	LOAD OFFSET	RECTYP	CHKSUM
1-byte	1-byte	2-bytes	1-byte	1-byte

Som beteckningen redan visar så markerar denna record slutet av programfilen.

Med detta så avslutar vi denna 'uppfräschningskurs'. Håll nu tummarna för att du aldrig, eller ytterst sällan, skall få användning för dessa kunskaper. Vi skall kanske nämna också att det finns många fler HEX-filformat, men Intelformatet är det mest vanliga.

Ingenjörer är mycket förtjusta i standarder och det är därför de aldrig kan få nog av att uppfinna nya...

[075034]



Burkhard Kainka

Även om fladdermöss är ganska vanliga så är det sällan man får en glimt av dem. I mörkret är de praktiskt taget osynliga och deras ultraljud är inte hörbart. Med hjälp av en balanserad mixer kan vi emellertid skapa en ultraljudsmottagare som låter oss höra dessa ljud. Den SDR (Software Defined Radio) som vi beskrev i Allt om Elektronik nummer 3/2007 är en idealisk utgångspunkt.

Bland de levande ting som rör sig på jorden, uppe i luften och till och med i havet så finns det djur som kan producera ljud med frekvenser som ligger väl över 100 kHz. Den mest välkända av dessa är naturligtvis fladdermusen med sin fenomenala möjlighet att navigera med hjälp av ultraljud. Delfiner, valar, möss och insekter använder sig också av högfrekventa ljudsignaler. Många varelser har också en hörselkänsla med en frekvensrespons som är bredare än människans. Det är välkänt att husdjur som hundar och katter kan höra uppfatta frekvenser som ligger långt över 20 kHz och de är också mer känsliga för ljud. Figur 1 ger en sammanfattning av hörselmöjligheterna hos människor och djur. Det tonala röstomfånget är generellt 20% till 30% smalare än det hörbara området. När det gäller flad-

dermöss och marina mammaler så använder dessa de producerade ljuden inte bara för kommunikation utan också för navigering och för att lokalisera föremål och byten, se texttrutan 'Ultraljudsradar'.

Bat spotting

Förr i tiden var fladdermöss (bat) omgivna av vidskepelse och rädsla. Idag ser man dem som en indikator på en oförstörd miljö. Tyvärr är oförstörda miljöer, och därmed också fladdermöss, inte lika vanliga som de en gång var. Författaren till denna artikel, som lever i hjärtat av en storstadsregion, har under flera år letat efter fladdermöss i detta område utan framgång. Ända tills några grannar rapporterade att de ha sett en fladdermus. Och lite letande med hjälp av en akustisk sensor visade

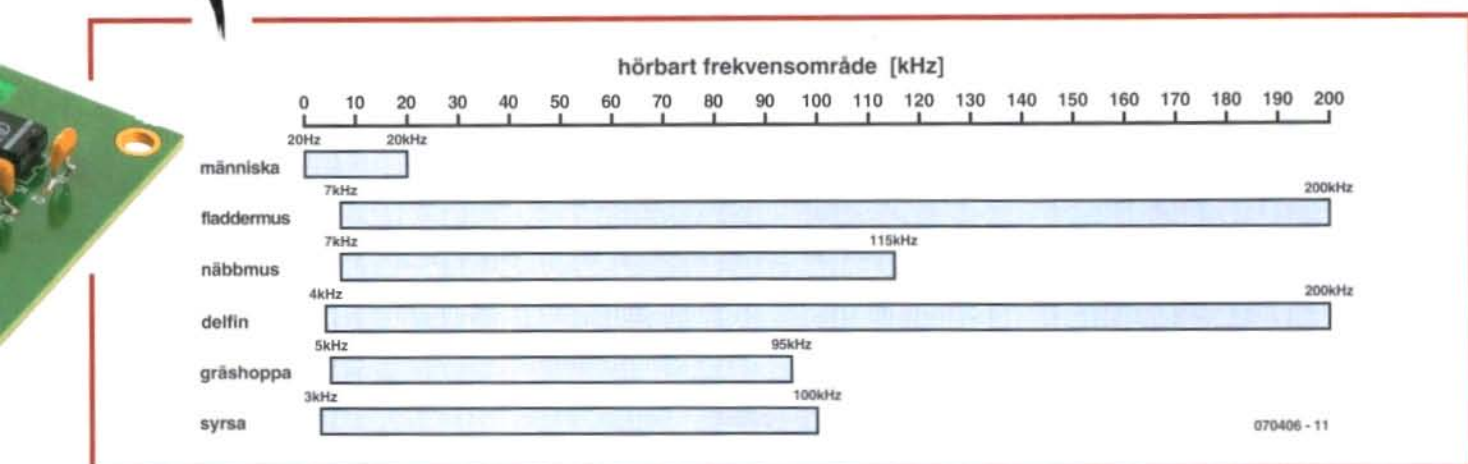
att det verkligen hade flyttat in en Batman och en Batwoman. Deras ultraljudsrop kunde höras klart och tydligt med hjälp av en lämplig mottagare. Efter detta har övervakningen av dessa djur blivit som en hobby för författaren. Tyvärr begränsas signalspanningen av byggnader och brist på tid. För att råda bot på detta utvecklades en trådlös ultraljudsmikrofon (med hjälp av en radiolänk) och behandlingen av de resulterande data automatiserades med hjälp av en PC som körde en mjukvara som från början var avsedd för radiomottagning. Ett lämpligt PC-program är till exempel DRM-mjukvaran DREAM som är välkänd för många av Allt om Elektrons läsare.

Fladdermusradio

Är det möjligt att använda en radio för

Ultraljudsmottagare

SDR möter Batman



Figur 1. Den mänskliga hörseln täcker frekvenser upp till 20 kHz, ett relativt smalt område jämfört med många andra varelser.

att lyssna på en fladdermus? I princip är svaret ja, så länge som vi ser till att täcka det rätta frekvensområdet. Den mjukvarudefinierade radio (SDR, Software Defined Radio) som vi beskrev i nummer 3/2007 kan i teorin arbeta ned till mycket låga frekvenser, bara några få kilohertz. Så, om vi kan använda radion i SSB-mod avstämd till en frekvens på 40 kHz till 50 kHz och ersätta antennen med en ultraljudsmikrofon och matchande förstärkare så kommer närvaron av fladdermöss omedelbart att avslöjas.

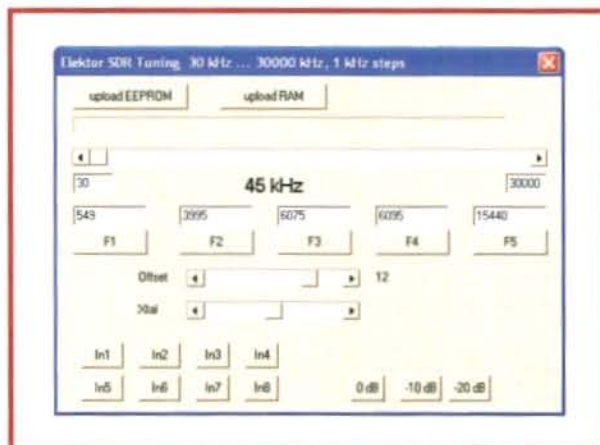
Den ursprungliga tuningmöjligheten hos SDR-en kan inte arbeta med de mycket låga frekvenser vi behöver här, men med en ny utökad version av programmet kan vi justera oscillatorfrekven-

sen ner till 20 kHz. Den nya mjukvaran (figur 2) täcker hela området från 20 kHz till 30 MHz i steg om 1 kHz. Se

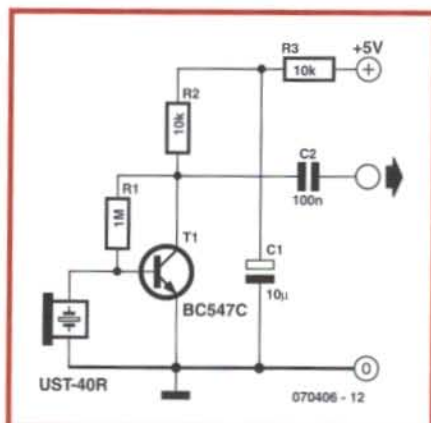
också artikeln 'SDR och VLF' på annat ställe i tidningen.

Mikrofon plus förstärkare

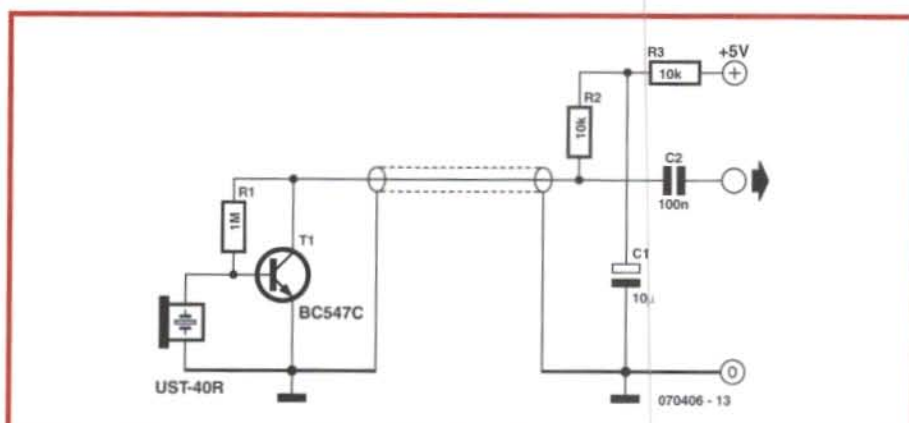
Den ultraljudsmikrofon som normalt används i kommersiella fladdermusdetektorer är en keramisk ultraljudstransducer som täcker frekvenser runt 40 kHz, den typ som i huvudsak används i distansmätare med ultraljud. UST-40R, som vi använder här, är en typisk enhet av denna typ. Vi behöver också en lågbrusig förstärkare. Ett förstärkarsteg med jordad-emitter med en helt vanlig BC547C eller BC549C (figur 3) är tillräckligt i detta fall och ger en förstärkning på runt 40 dB. Ut-



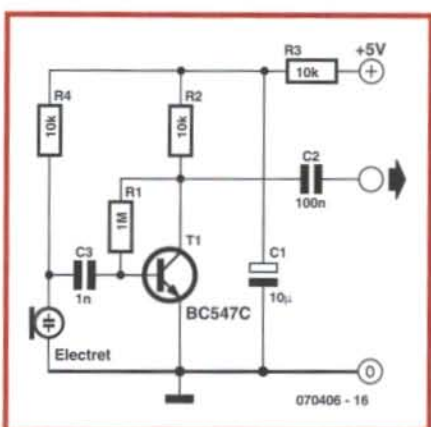
Figur 2. Ny tuningmjukvara för SDR-kortet medger mottagning vid 45 kHz.



Figur 3. Mikrofonförstärkare för en keramisk ultraljudstransducer.



Figur 4. Mikrofonförstärkaren kan användas tillsammans med en lång kabel.



Figur 5. Förstärkare för en elektretmikrofonkapsel som är lämplig för operation i ultraljudsområdet.

gången från förstärkaren ansluts till den extra antenningången nummer 4 på SDR-kortet. På detta sätt kan vi använda mjukvaran för att växla mellan normal radiomottagning och

fladdermusmottagning.

Den ultraljudsmikrofon som vi använder har en ganska smal respons-topp runt 40 kHz med en andra topp runt 80 kHz. Den är relativt okänslig för andra frekvenser mellan 20 kHz och 100 kHz.

Om du vill kunna använda en längre mikrofonkabel kan kretsen separeras såsom visas i figur 4 så att en skärmad kabel med två ledare kan användas både för strömförsörjningen till förstärkaren och retursignalen.

Andra mikrofoner

Det finns många alternativ till de relativt smalbandiga keramiska 40 kHz ultraljudssensorerna. Några experiment har visat att en vanlig piezosummer kan användas som en ultraljudstransducer. De platta skivorna har i allmänhet flera resonansfrekvenser. En enhet med en diameter på 27 mm hade

en naturligt resonans runt 30 kHz och en annan vid 50 kHz. Vid dessa punkter har transducern en känslighet som är jämförbar med en keramisk 40 kHz transducer.

Det är också värt att experimentera med en elektretmikrofonkapsel. Även om responsen hos mikrofonen bara anges som upp till 20 kHz så är det användbara frekvensområdet vanligen betydligt större. Det finns också professionella mikrofoner designade att användas i mätinstrument och som har ett stort frekvensomfång, men dessa är inte speciellt ekonomiska.

När man använder en elektretmikrofon är det värt att notera att responsen faller av vid högre frekvenser. Och för att förstärkaren inte skall drivas till klippning av lågfrekvenssignaler så skall en liten 1 nF kopplingskondensator användas. Med den krets som visas

Ultraljudsradar

För att hjälpa dem att orientera sig så sänder fladdermöss ut korta skurar av ultraljud, ibland med en konstant frekvens (CF) och i ibland med snabb frekvensmodulering (FM). Hästskonäsorna, till exempel, producerar en ton på 83 kHz som varar under 30-40 ms, som i början har en konstant frekvens men i slutet har en pålagd frekvensmodulering. En annan art, Daubentons fladdermus, använder en rent frekvensmodulerad ton som sveper från 60 kHz ner till 30 kHz över en period på 10 ms. Genom att kombinera CF och FM-toner kan fladdermusen avgöra avståndet till insektsbytet (med FM) och den relativa hastigheten (med CF). Den reflekterade CF-signalen ger också information om insektens vingslagsfrekvens, vilket hjälper fladdermusen att bestämma dess art och storlek.

Två fysiska effekter spelar en mycket stor roll när det gäller att processa den reflekterade ljudsignalen: Doppler frekvensskifteffekt (Dopplereffekten) och interferens.

Dopplereffekten hör man när en ljudkälla rör sig förbi (till exempel en bil, ett tåg eller ett flygplan). När objektet rör sig mot en hörs ljudet

med en högre ton och när objektet avlägsnar sig från en är tonen lägre. Frekvenskillnaden beror på objektets relativa hastighet och observatören. Interferens kan göra detta detekterbart som en svärfrekvens. När två toner blandas ihop skapar interferens förnimmelsen av en ny signal med en annan frekvens. Fladdermusen processar denna frekvenskillnad som skapas i dess hörselsystem av interferens mellan den utsända signalen och den reflekterade ekosignalen.

I huvudsak tack vare sitt specialiserade sonarsystem är vissa arter av fladdermöss bland de mest effektiva insektsjägare som finns. En enda Daubentonfladdermus kan lätt fånga 60 000 myggor under en säsong, vilket är tillräckligt för att överleva när den går in i dvala.

Notera att man aldrig får störa en fladdermus när den har gått i dvala. Om den störs under denna tid kommer den att vakna, vilket resulterar i en livshotande nivå av energiförbrukning. Vill du kolla på fladdermöss skall du därför enbart göra detta på öppna platser.

För att kommunicera bland sig själva använder fladdermöss, som de flesta andra djur, rop inom den hörbara delen av spektrat, från metalliska klickanden till humleliknande surrande.

i figur 5 kan en liten (5 mm) elektret-mikrofon användas tillsammans med frekvenser väl bortom 50 kHz.

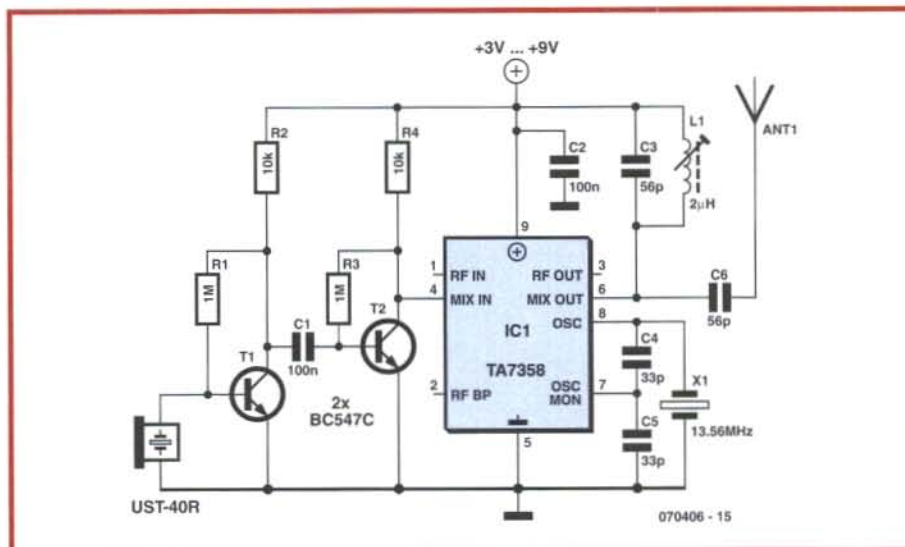
Radiomikrofon

Även den längsta praktiskt användbara kabeln kan ibland visa sig vara för kort för vissa applikationer och vi måste därför hitta andra sätt att öka avståndet mellan mikrofonen och PC-datorn. Om SDR-en redan är ansluten till en takmonterad antenn eller till en lång trådanterenn i trädgården så är det ett frestande alternativ att ansluta ultraljudsmikrofonens förstärkargång till en radiosändare och låta signalen tas emot av SDR-en på normalt sätt.

Figur 6 visar det mycket enkla kretsschemat för en liten sändare som använder DSB (dubbel sidbandsmodulering) vid 13.56 MHz. Sändaren kan fästas direkt i ändan av SDR-antennen och därmed undviks problem med att en betydande effekt utstrålas. Om man vill ha en stor räckvidd så är detta inte något problem, frekvensen på 13,56 MHz är reserverad för industriella och vetenskapliga applikationer (inklusive tjuvlyssning på fladdermöss!). Den integrerade blandare av typ TA 7358 som används här är primärt avsedd för applikationer i FM-ingångssteg och liknar internt den överallt förekommande balanserade blandaren NE612. TA7358 inkluderar också en HF-förstärkare, som vi dock inte använder i vår design. Miniatur-sändaren (figur 7) använder således bara ett mycket litet antal komponenter. Den balanserade blandaren (mixern) producerar en AM-utgångssignal med en undertryckt bärvåg, också känd som en DSB-signal. På mottagaren kan vi välja mellan att lyssna på antingen det övre sidbandet (USB) eller det undre sidbandet (LSB). Beroende på den ultraljudsfrekvens som skall övervakas så skall mottagaren avstämmas till ungefär 30-50 kHz över eller under mittfrekvensen. Även om bärvågen till stor del är undertryckt så finns det fortfarande tillräckligt med amplitud för att den skall lokaliseras och därmed förenkla testning av sändarens funktion och hjälpa till att justera sändarens antennkrets för resonans.

Resultat

Den lilla sändaren kan användas för att lyssna på fladdermöss tillsammans med i stort sett vilken kortvågsmotta-



Figur 6. Kretsschema för en trådlös ultraljudsmikrofon med DSB-sändare.

gare som helst som är kapabel av SSB-mottagning inklusive, naturligtvis, den mycket populära DRM-mottagare som vi presenterade i nummer 3-4/2004. Med hjälp av SDR har vi gjort inspelningar av en fladdermus och dessa finns att hämta i form av mp3-filer från vår websida. Ropen från dessa djur ligger runt 40-50 kHz. Mp3-filerna inkluderar den mottagna signalen med sin ursprungliga hastighet så väl som hälften och fjärdedelen av den ursprungliga hastigheten så att strukturen hos ropet kan höras tydligare.

Mer detaljerad undersökning av signalens natur kan utföras med hjälp av mikrofonen och kortvågssändaren. Den

breda mottagningsbandbredden hos SDR-en är en stor fördel här. De flesta frekvenskomponenterna i ropet från fladdermusen ligger mellan 41 kHz och 48 kHz (figur 8). Det rör sig därför förmodligen om en dvärgfladdermus, vilka man ofta hittar inomhus i byggnader under deras parningssäsong från april till juli.

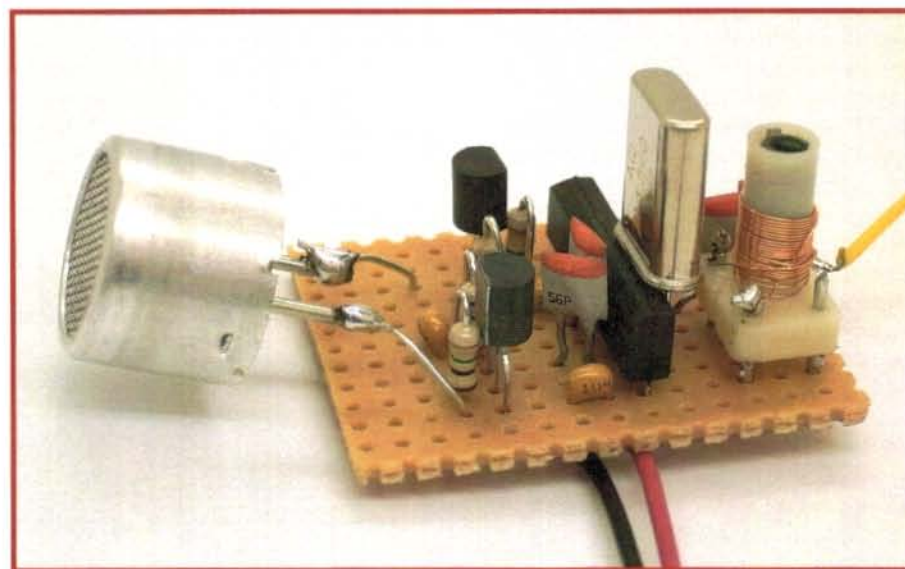
(070406-1)

Weblänkar

<http://www.bats.org.uk>

(information om fladdermöss)

<http://en.wikipedia.org/wiki/Bat>



Figur 7. Prototypen för den miniaturtjuvlyssnarkrets som visas i figur 5.



Rolf Hähle

Bra - och Jämförelse

Att själv bygga en förstärkare som låter bra är inte så enkelt som det kanske verkar till en början. Att använda färdigbyggda, kalibrerade och garanterade moduler kan öka dina chanser till succé betydligt medan det fortfarande finns ett stort utrymme kvar för kreativ frihet. Vårt test visar att de tillgängliga produkterna skiljer sig åt på många sätt.

Du kanske har den uppfattningen att förstärkarmoduler är lika vanliga som sand på en strand. Men om du begränsar ditt sökande efter färdigbyggda moduler till hifi-förstärkare och utelämnar moduler för motorstyrningar, HF-sändare och alla andra industriella applikationer så krymper området med tillgängliga moduler mycket snabbt.

För detta test valde vi elva olika moduler från olika tillverkare med ett uteffekt-område som sträckte sig upp till nästan en halv kilowatt. De kan klassificeras som linjära eller switchade förstärkare, beroende på deras operationsprincip. Representerarna för den 'linjära' kategorin i vår testgrupp inkluderar ganska enkla typer såväl som extremt sofistikerade

modeller. Tre av modulerna är enkla IC-baserade designer medan en av dem är helt inkapslad och således behåller sina hemligheter för sig själv.

De mer genomarbetade modulerna kommer från tillverkare av switchade förstärkare som alla tillhör klassen PWM-förstärkare. Förstärkare i den-

na klass, som också kallas klass D, används allt oftare som hi-fi förstärkare och säljs som 'digitala förstärkare'. De flesta av dem arbetar naturligtvis inte i digitalt modus (på grund av att det inte finns någon A/D-omvandlare) men har trots detta skapat ett närmast religiöst krig mellan olika teknik-

frälsta. Ett av stridsämnen här — och som lett till en het debatt i olika forum — är om den totala negativa återkopplingen i en klass-D förstärkare ska tappas av före eller efter utgångsfiltret. Alla variationer är representerade i testgruppen och New-ClassD överläter åt användaren att välja före/efter och ColdAmp använder total återkoppling (feedback) i kombination med en fast switchnings-



h ibland utmärkta etest av hifi förstärkarmoduler

Om författaren

Rolf Hähle har varit aktivt involverad i byggandet av förstärkare och högtalare sedan han var 12 år gammal. Medan han läste till examen inom mekanik samlade han på sig massor av erfarenhet inom elektronik och elektroakustik genom att reparerar hi-fi utrustning, bygga och sälja olika gör-det-självhögtalare och installera 'karnevalsäkra' PA-anläggningar i olika pubar i Köln. Efter flera år som redaktör på tyska **Elektor** och en sväng i PR-avdelningen hos ett företag som säljer PC-baserad mätutrustning har han varit ansvarig för mätlaboratoriet hos hi-fi tidningen **Stereo** under de senaste 10 åren.

frekvens och ett notchfilter.

Testprocedur

För att kunna utvärdera förstärkarna på ett korrekt sätt så belastade vi dem naturligtvis adekvat. Då vi ville testa kapaciteten hos förstärkarna i stället för kapaciteten hos strömförsörjningen så använde vi ett par stabiliserade laboratorienätaggregat från Delta Electronics för att undvika alla problem inom detta område. För varje matningsspänning hade vi tillgång till en maxspänning på 70 VDC upp till

jättelika 45 A om så var nödvändigt. Detta är vad man kan kalla en uthållig DC-källa. Vi använde enbart en specifik nättransformator om tillverkaren rekommenderade det eller erbjöd en. Detta är också noterat i resultaten. Vi mätte utgångseffekten med hjälp av icke-induktiva 8-ohms och 4-ohms motstånd med adekvat märkeffekt. Alla andra resultat som listas i tabellen mättes med hjälp av en last på 4 ohm. Avläsningarna och alla signaler som var nödvändiga för att utföra mätningarna togs från en Rohde & Schwartz modell UPL Audio Analyzer. Samma

mätprocedur och sekvens användes för alla förstärkarna. Undantag gjordes endast där det var oundvikligt (det är, till exempel, inte stor mening med att mäta intermodulationsdistorsion med hjälp av 8-kHz och 60-Hz signaler på ett utgångssteg som har ett inbyggt lågpasfilter med en brytfrekvens på 2,6 kHz.

För varje modul vi testade visas det kompletta resultatet och en frekvensåtergivningsskurva med ett svepområde på 20 Hz till 100 kHz i den stora tabellen.

Tillverkare	Websida	Modul	Pris* (inkl. moms) *	Tillval
Amplimo	www.amplimo.nl	A120	€ 90	Nätdelelsats (transformator, likriktare och elektrolytkondensator) € 70; högtalarrelät € 6
Coldamp	www.coldamp.com	BP4078	€ 125	Switchad nätdele € 190
Ground Sound	www.groundsound.com	PA 3CC	€ 195	PSU4SA nätdelemodul € 235
Hypex	www.hypex.nl	UCD400ST	€ 120	Nätdelemodul: standard € 80 eller high-grade € 200; transformatorer
Marchand	www.marchandelec.com	PM224	US 200	Nätdele inkl. transformatorer (US 100 och uppåt); kylelement (US 20)
Monacor	www.monacor.de	IPA-50	€ 60	
NewClass D	www.newclassd.com	NCD1	€ 285	Nätdelemodul € 160 och uppåt; mjukstartskrets € 40
Newtronics	www.newtronics.net available from www.lautsprecherhshop.de	Verstärkermodul AMP 7293	€ 95	Nätdelemodul € 133; transformatorer
Sitronik	www.sitronik-industrie.de	VP 703B	€ 70	Transformatorer € 30
Thel	www.thel-audioworld.de	Accusound 100	€ 250	Glättningsfilter € 95 och uppåt; Nätfilter € 38 och uppåt; * Kylelement € 38 och uppåt; VU-meter; transformatorer
Velleman	www.velleman.be	VM100	€ 50	

* Prisexempel/Ungläppliga priser

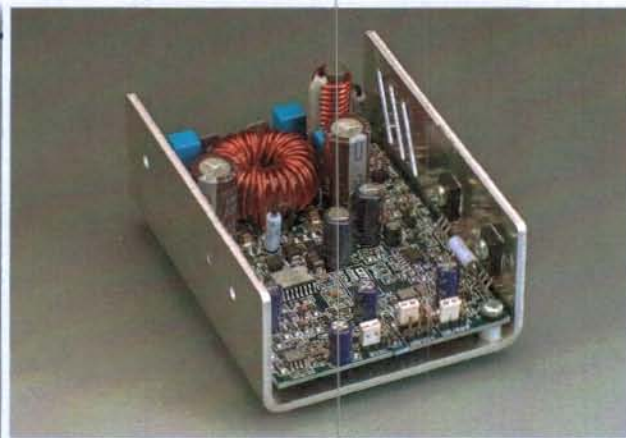
Amplimo A120

Amplimo i Holland producerar en hel serie med förstärkarmoduler som täcker effektområdet 30 W (A30) till 180 W (A180). Vårt testexemplar, en A120, är bara 8 cm bred och 5 cm hög inklusive kylelementet. Djupet på 12 cm beror i huvudsak på de långa fenorna hos kylelementet i modulens bakkant. Man ser ingenting av elektroniken eftersom denna är helt inkapslad. Den plast som omger de elektroniska komponenterna är länkad till ufräsningsar i kylelementet och skapar på så sätt en modul som ger ett mycket robust intryck. Åtta förtenta metallterminaler sticker ut från modulen mitt emot kylelementet. Förutom de två terminalerna för den balanserade strömförsörjningen (± 47 V) inkluderar de en jordterminal i mitten och signalgång. Utgångsspinnen RELAY switchas till jord några sekunder efter det att spänning lagts på. Därmed kan ett relä användas för att eliminera högtalarklick under switch-on och switch-off. Modulen är klar att användas utan några extra kretsar. En integrerad begränsare aktiveras automatiskt om modulen skulle överstyras. LED-utgången ger en konstantström för att driva LED-indikator när begränsaren har gått in och strypt signalen. Begränsningskretsen kan kopplas bort genom att ansluta LIM-pinnen till jord.



Coldamp BP4078

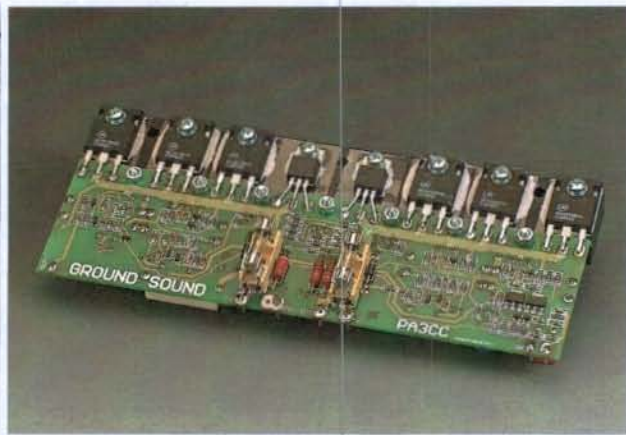
Denna modul är en typisk "industriell" konstruktion med en öppen ram där kretskortet har monterats i en bit U-formad aluminiumprofil som ger tillräcklig med kylning under normala förhållanden. Detta tyder på mekaniska stabilitet, även om ringkärnedrosseln vid utgången, som bara har stöd av sina egna ledare, förmörkar denna bild en aning. BP4078, som har en balanserad ingång och arbetar i PWM-mod, ger ett exceptionellt stabilt intryck när det gäller elektroniken. Den levererar 400 W i 4 Ω eller 240 W i 8 Ω och kan också användas med en last på 2 Ω . Denna modul mäter just under 8x10 cm och med en höjd på 39 mm tar den bara upp en höjdenhet i ett 19-tums rack. I motsats till de flesta PWM-förstärkare så har den ett overall negativ feedback arrangemang som gör att frekvensåtergivningen är i stort sett oberoende av belastningsimpedansen. Matningsspänningen och högtalarna ansluts via 6,3 mm spadkontakter och alla övriga signaler via en enrads stiftlist. Modulen har skydd mot över/underspänning och överström. En felkondition, även om den bara är transient, visas på en separat utgång under minst två sekunder. Det finns också en utgång för en LED som kan användas som klippningsindikator såväl som en klockpinne (CLK) som kan användas för att synkronisera en grupp av moduler. Tack vare en fjärrstyrningsport, en (normalt byglad) anslutning för volymkontroll och ett alternativ för att mata drivsteget separat så kan modulen användas för i stort sett vilken applikation som helst. Den mycket omfattande dokumentationen (på engelska) är lätt att förstå och applikationsnoter för alternativa konfigurationen är inkluderade.



Ground Sound PA3CC

Denna konventionella effektförstärkare med bipolära transistorer som arbetar i Klass AB kommer från Danmark. Tillverkaren anger uteffekten till 300 W, men vid våra mätningar nåddes gränsen vid 380 W. Hela kretsen är byggd med hjälp av diskreta komponenter. Aluminiumprofilen på den långa kanten har tre utgångstransistorer för varje matningsspänningen monterad överst och drivtransistorerna monterade underst. Kretskortet är dubbelsidigt och genompläterat med ytmonterade komponenter på ovansidan och vanliga på undersidan. Alla anslutningar görs via adekvat dimensionerade lödögon.

Det finns en Muteingång som kan dras till jord för att eliminera klickljud när utgångssteget switchas till och från. Modulen stängs av om temperaturen går upp till 90° C och återgår automatiskt i arbete när den kallnat. Två vanliga säkringar (5x20 mm, 6,3 A trög) i matningsspänningsledningen är bekvämt placerade ovanpå kortet. Tillverkaren specificerar den minsta tillåtna lasten till 2 Ω . Vi gjorde våra mätningar vid 4 Ω och vi hade inga tvivel alls när det gällde den elektriska eller termiska stabiliteten. Detta gjordes med modulen fastsatt vid ett kylelement (medföljer inte modulen) på 0,6 K/W. Arbetsinstruktionerna är omfattande och innefattar en del förslag och förklaringar för optimal kabeldragning.



Hypex UCD 400

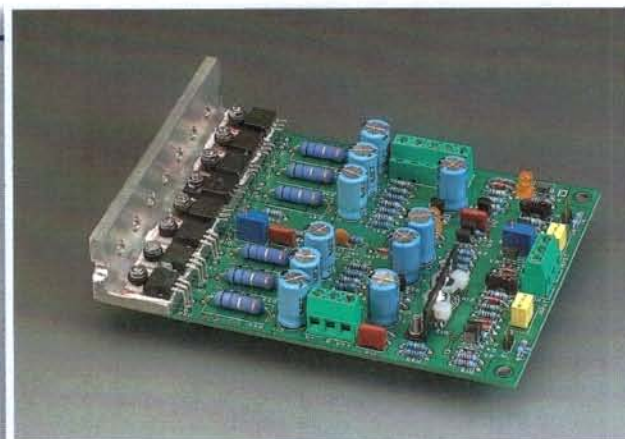
Dessa förstärkare med sina karakteristiska blå anodiserade T-formade aluminiumprofiler kommer från Holland. Profilerna används för att montera modulen på ett kylelement, för att säkra effektransistorerna mekaniskt och för att binda dem termiskt. Hypex kan leverera moduler med en utgångseffekt på 180, 400 och 700 W i två olika versioner. Vi testade en 400-W modul i standardversionen. Det finns också en 'Advanced Version' som har en högre specad opamp på ingången. Modulerna arbetar problemfritt från ostabiliserade spänningar i området ± 45 V till ± 65 V. Overall negativ feedback är integrerad i kretsdesignen. Den tappar av feedbacksignalen efter utgångsfiltret vilket minimerar effekten av belastningsimpedans på förstärkningen. Detta verifierades i praktiken, frekvensresponsen med 4-ohm och 8-ohms laster var densamma inom 0,5 dB. Detta är knappast en självklarhet med en Klass-D förstärkare. En balanserad ingång och en fjärrstyrningsingång finns tillgängliga på en 4-polig stiftlist medan matningsspänningen och högtalaranslutningarna görs via breda lättåtkomliga spadkontakter i fronten. I vårt test med 430 W in i 4 Ω och 226 W in i 8 Ω gav förstärkaren något högre siffror än de värden som specificeras av tillverkaren. Med dimensionerna 8 x 3 x 9 cm så är denna modul en av de minsta av de testade enheterna, men den gled igenom hela mätproceduren utan någon extra kylning och utan att stänga av sig.



Marchand PM224

Denna Rochester, New York (USA) baserade tillverkare gör en effektförstärkare med diskreta komponenter som upptar en yta på 10 x 14 cm och som passar på ett Euroboard kretskort med plats över. Med lämplig matningsspänning kan PM224 leverera 200 W in i 8 Ω eller 4 Ω . Marchand rekommenderar matningsspänningar i området ± 45 V till ± 65 V, eller lägre för Klass-A operation. Ingången är en balanserad design med den kan drivas single-ended utan problem genom att dra den oanvända ingångslinjen till jord. Det finns två stycken 2-poliga stiftlistor på kortet som kan användas för att bygga bort kopplingskondensatorerna på ingången. Detta gör att modulen kan köras antingen med AC eller med DC-koppling. Matningsspänningarna och högtalarna ansluts via kretskortsmonterade skruvkontakter. Det finns separata matningsspänningsterminaler för drivstegen och utgångssteget. En fördel med detta är att mata drivsteget med en högre spänning som ger ett större spänningssving i utgångssteget och därmed bättre total verkningsgrad.

Då modulen också kan köpas som byggsats så levereras den med komplett kretsdokumentation bestående av ett kretsschema, komponentplacering och komponentlista. Monteringsinstruktionerna (på engelska) inkluderar detaljerade beskrivningar av de olika konfigurationsalternativen (individuellt eller brygga) och möjliga anpassningar. Komponentvärden för förstärkning mellan 20 dB och 40 dB ges i två tabeller och olika inställningar av tomgångsströmmen visas för Klass-AB eller Klass-B mod. Vi mätte modulen i Klass-AB med rekommenderat kylelement (0,8 K/W).

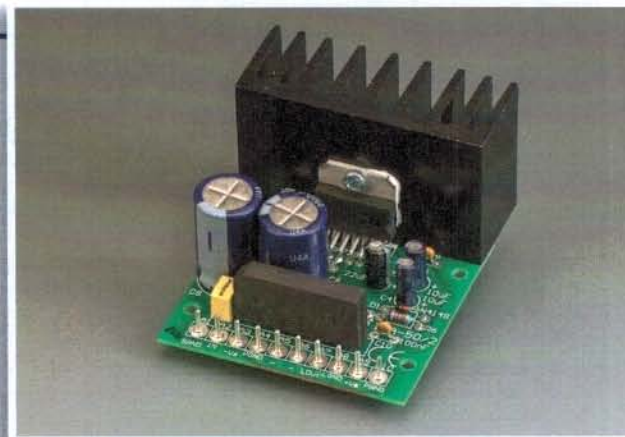


Monacor (Monarch) IPA-50

Den minsta modulen i vårt test implementerar standardapplikationskretsen från SGS Thomson TDA7296. Monacor rekommenderar ± 22 V för operation med en 4- Ω last eller ± 29 V för en 8- Ω last. Detta motsvarar en sinusutgångseffekt på 45 W, men det lilla kylelement som är inkluderat med modulen är definitivt inte tillräckligt för detta. Databladet rekommenderar att man använder en liten fläkt vid kontinuerlig operation.

Den kompakta modulen (med dimensioner på bara 7 x 5 x 8 cm) har kortslutnings- och övertemperaturskydd. Trots den lilla storleken på kortet inkluderar detta en likriktarbrygga och elektrolytiska glättningskondensatorer. 2200 μ F per matning verkar dock i minsta laget enligt vår åsikt så vi mätte modulen med hjälp av såväl ett laboratorienättaggregat som med den rekommenderade transformatorn. Att använda en separat nätdel var inga problem då alla anslutningar finns tillgängliga på fronten. Detta gör det möjligt att mata modulen från en AC-källa eller ansluta en DC-källa efter de inbyggda glättningskondensatorerna.

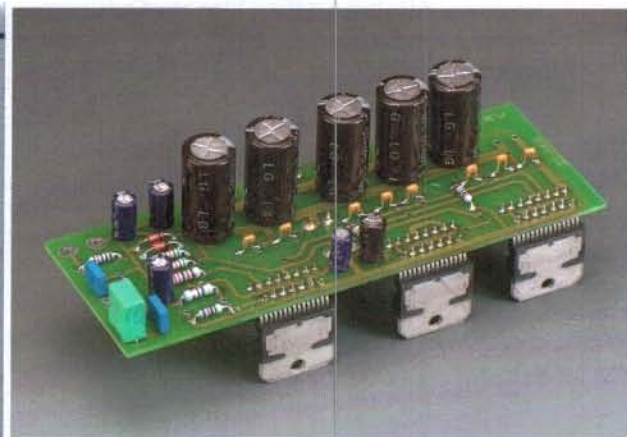
Som man kan förvänta sig är distorsionen och intermodulationen betydligt värre när modulen arbetar från transformatorn, men transientegenskaperna är klart bättre tack vare den högre obelastade spänningen. Trots den enkla designen är mätresultaten inte bara helt OK, utan faktiskt mycket bra. Det enda som står ut är den snabba roll-offen i basregionen. Kanske är ingångskondensatorn (470 nF) för liten. Modulen kommer med en kortfattad, men fullt tillräcklig dokumentation, inklusive ett kretsschema.



Newtronics AMP 7293

AMP 7293-modulen kommer från Tyskland. Det är den enda modulen i testet som finns tillgänglig i två spegelvända versioner. Om du använder en låda med kylelement på sidorna så gör detta att anslutningarna mellan en strömförsörjningsdel i mitten och de två förstärkarkortet kan hållas mycket korta. Tre SGS Thomson 7393 förstärkar-IC är parallellkopplade på det kompakta kretskortet (5 x 14 cm). Tillverkaren hävdar att detta arrangemang tillåter att laster med en så låg impedans som 1,4 Ω kan förses med tillräcklig ström. Lödbara 6,3 mm spad-kontakter finns för anslutningarna till strömförsörjningen och högtalarna och två lödögon för den obalanserade audioingången.

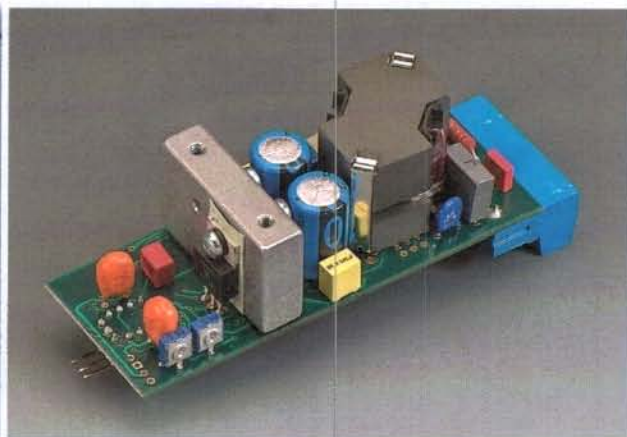
Modulen är mycket enkel att använda. Inga inställningar är nödvändiga, du behöver inte montera några byglar och det finns inga detaljer att ta med i beräkningen. Klass-AB förstärkaren kan arbeta från en nättransformator med dubbla sekundärlindningar på 22 V eller 30 V vardera (rms AC), vilket ger en uteffekt på just under 100 W eller just under 190 W respektive i en 8- Ω eller 4- Ω last. Tillverkaren rekommenderar ett kylelement på 0,8 K/W för 8- Ω operation eller 0,5 K/W för 4- Ω operation.



NewClassD NCD1

Kretskortet, som endast mäter 11 x 5 cm och har komponenter på båda sidor, har en switchad förstärkare som enligt tillverkaren opererar i ett specialmod som kallas 'Nano Alignment' men som inte förklaras närmare. Verkningsgraden är något lägre än hos en typisk Klass-D förstärkare. Följaktligen rekommenderas en aluminiumplåt 4-6 mm tjock och med dimensionerna minst 10 x 15 cm för kylning av ett par förstärkarmoduler. Layouten är mycket rak och alla kontroll och effektingångar och utgångar finns tillgängliga på en 7-polig stiftlist på en av kortets kortsidor.

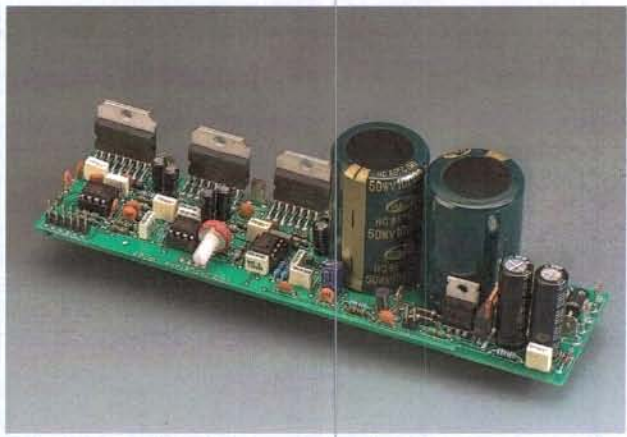
Den mycket omfattande dokumentationen diskuterar många aspekter av hi-fi. Till exempel, ljudet beror på om den negativa feedbacksignalen avtappas före eller efter utgångsfiltret (pre-filter eller post-filter). Detta kan konfigureras på kretskortet med hjälp av en lödbrygga. Operationsförstärkaren (opampen) på ingången är sockelmonterad så du kan experimentera med en annan opamp. En speciell egenskap hos startproceduren för NCD1 kan leda till problem om en extra mjukstartskrets används i strömförsörjningen. En mikrokontroller i förstärkaren mäter det verkliga värdet hos matningsspänningen ungefär 2 sekunder efter switch-on och lagrar det uppmätta värdet som referens. Om matningsspänningen inte når sin nominella nivå inom denna tid kommer modulen att stängas av med antagandet att matningsspänningen är för låg. Vi använde ± 45 V för testet men den maximalt angivna spänningen är ± 63 V (med en utgångsmärkeffekt på 400 W in i 4 Ω).



Sitronik Industrie VP 703

Denna fullt hopbyggda och kablade modul är en komplett så kallad backplane förstärkare med två kanaler och en filterkrets, som är designad att driva diskanten och basen i ett tvåvägs högtalarsystem. Den har en balanserad ingång med en XLR-kontakt och en obalanserad ingång med en Cinch-kontakt. Ingång kan väljas med en vippomkopplare. Nivåerna hos de två kanalerna kan ställas in med två potentiometrar. Hörfrekvenserna för tredje-ordningens högpasfilter och lågpasfilter (också tredje-ordningens) är fixerade vid det praktiska värdet på 2,6 kHz (-5 dB). Tillverkaren kan också konfigurera andra frekvenser på begäran. Filterresponserna kan också ändras (upp till sjunde-ordningens) med hjälp av ett dotterkort. VP 703 är en konventionell design. Filterkretsen är implementerad helt och hållet med NE5532 IC och utgångsstegen använder två TDA7294 för diskantkanalen och två TDA7294 (som arbetar i bryggkoppling) för baskanalerna. En 4- Ω diskant (tweeter) och en 8- Ω bas (woofer) måste användas för att uppnå maximal musikeffekt (70 W diskant och 130 W bas). Nättdelen är tillräckligt dimensionerad med en 220-VA ringkärnetransformator (toroid) och två 10-mF kondensatorer.

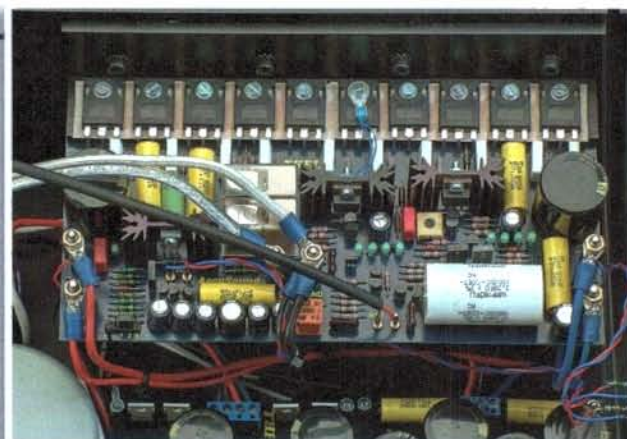
Förstärkar-IC:n har inbyggt skydd mot kortslutning, överhettning och DC-offset. Modulen ger en mycket robust intryck och med dimensionerna 31,5 x 19,6 cm kan den knappast kallas för liten. Man kan dra ifrån 12 mm per sida om modulen skall byggas in i en låda och en öppning i en högtalarlåda med dimensionerna 29,1 x 17,2 cm är tillräckligt.



Thel Electronic Accusound 100

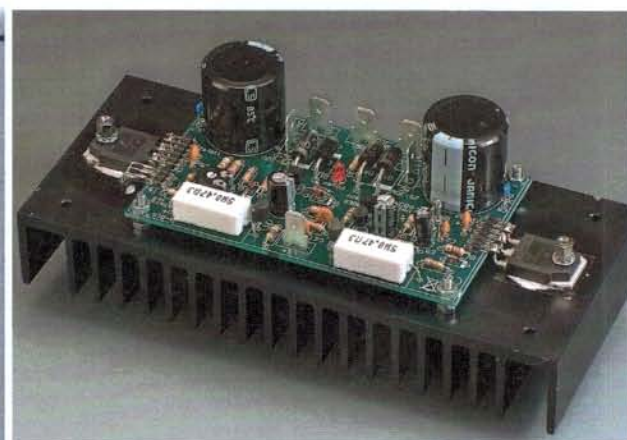
Thomas Hartwig, chefen för Thel Elektronik, var vänlig nog att skicka över en komplett stereoförstärkare med den senaste generationens Accusound 100-modulen för vårt test. Denna mycket snyggt färdigbyggda modul har en aluminiumprofil monterad utefter en av de långa sidorna med tio MOSFET effektransistorer skruvade på den. Glättningskondensatorer, en DC-skyddskrets och ett par reläer som är parallellkopplade för in och urkoppling av högtalarna finns också monterade på det dubbelsidiga kretskortet. Modulen arbetar från balanserade DC-spänningar i området 20 V till 80 V, med ett max angivet värde på ± 95 V. Om du vill uppnå maximalt möjliga spänningssving från utgången kan drivsteget alternativt matas med en spänning som är 5-7 V högre och eventuellt stabiliserad separat.

Undersidan på kretskortet är försedd med kraftiga kopparremсор som förstärker kretskortsbanorna intill utgångstransistorerna. Anslutningarna för matningsspänningarna och högtalarna är implementerade som gängade pinnbultar. Instruktioner för att köra modulen i Klass-A eller Klass-AB finns på Thels websida. Thel kan också leverera modulen med beteckningen Accusound 40 med bara fyra effektransistorer och motsvarande minskning av totaleffekten. Det finns också fyra olika versioner av modell 100. De skiljer sig åt när det gäller kretsdesign och kvaliteten på de komponenter som används i konstruktionen.



Velleman VM 100

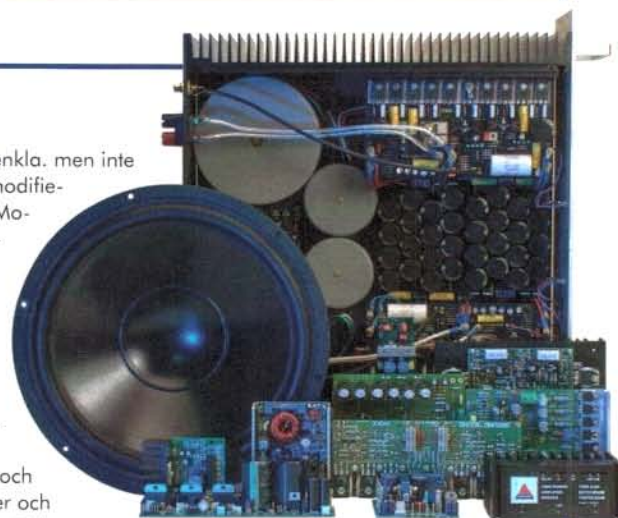
Den traditionella designen hos denna effektförstärkare, som arbetar i Klass-AB, klarar av att utföra sitt jobb med hjälp av sex småsignaltransistorer (varav en ger temperaturstabilisering för tomgångsströmmen) och två bipolära effektransistorer. Kretskortet, som mäter lite över 7 x 11 cm, har rum för likriktaren och glättningskondensatorerna, trots att alla komponenter sitter på kortets ena sida. Glättningskondensatorerna är dock bara på 3300 μ F, vilket är i underkant. En röd LED används som indikator för matningsspänningen. En potentiometer på 47-k Ω kan alternativt monteras före den obalanserade ingången och användas om volymkontroll. Tillverkaren rekommenderar en nättransformator med dubbla sekundärslindningar på 25-30 VAC, vilket räcker för 70 W in i 8 Ω eller 100 W in i 4 Ω . Det kortfattade, men grafiska, databladet (på tyska) specificerar en minsta lastimpedans på 4 Ω . Velleman råder explicit mot att ändra den förinställda nivån på tomgångsströmmen, som kan justeras med en lätt åtkomlig och omfattande beskriven trimpot. För vårt test matade vi modulen med ± 40 VDC anslutet direkt till kortet efter likriktardioderna. Det finns spadekontakter för matningsspänningarna och högtalarna medan audiosignalen når förstärkaren via två lödstift. Detta är en mekaniskt robust, kompakt och ekonomisk förstärkare.

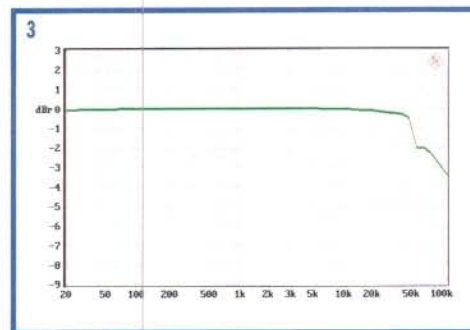
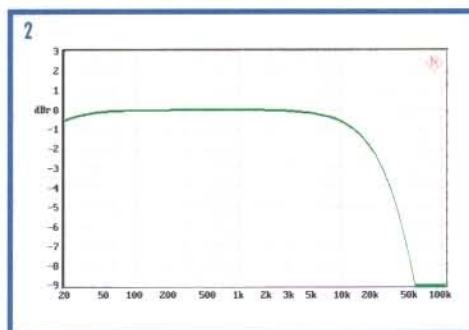
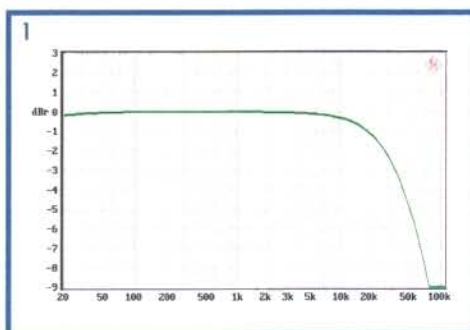


Sammanfattning

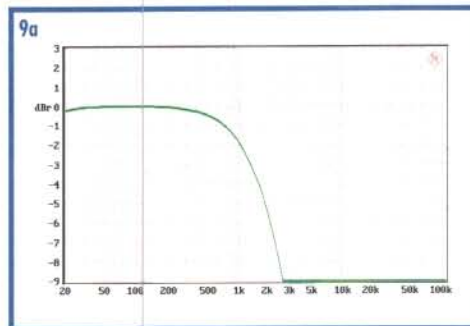
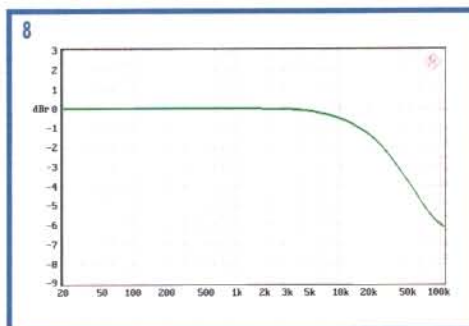
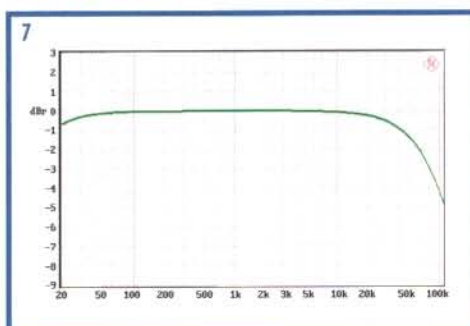
Allt som allt så testade vi ett ganska brett sortiment med moduler. De sträckte sig från enkla, men inte desto mindre goda konstruktioner, vilka är öppna för användarmätning, lödning och modifiering, till komplexa slutna konstruktioner. Om du bara vill kunna förstärka en signal är Marchandmodulen ett bra val. Vellemanmodulen har utan tvekan det bästa pris/prestanda-förhållandet och den finns också tillgänglig som byggsats till ännu lägre pris. Relativt krävande hi-fi fans kommer att uppskatta de genomarbetade konstruktionerna hos modulerna från Ground Sound, Marchand och Thel. Om du letar efter rejäl effekt (400 W i 4 Ω) hittar du vad du letar efter i Klass-D förstärkarna, som nu också erbjuder äkta hi-fi ljud. Specifikationerna för Coldamp, Hypex och NewClassD modulerna är ganska lika. Naturligtvis är det svårt att bedöma ljudet hos dessa tre förstärkare från de uppmätta resultaten och vi skulle därför vilja höra från läsare som har erfarenhet av en eller flera av dessa moduler.

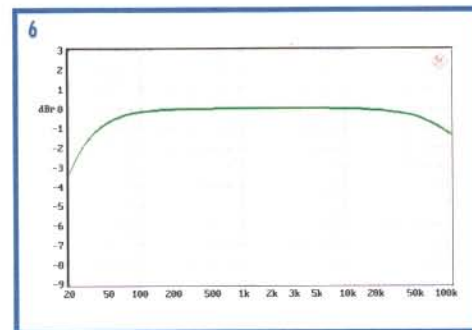
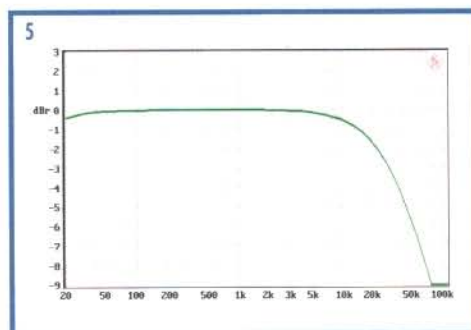
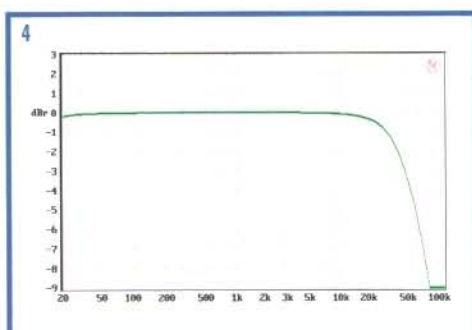
Allting har ett pris. Från någon tusenlapp och uppåt är inget man rycker på axlarna åt och detta är då förutan de övriga komponenter som tillkommer (kylelement, transformatorer och låda), som inte är billiga precis. Men med denna lösning kan du bygga dig en egen förstärkare som mer än väl står upp mot kommersiella med ett betydligt högre pris. Och när du använder färdigmonterade moduler i en gör-det-självkonstruktion så kan du i alla fall vara säker på att slutresultatet kommer att fungera korrekt och låta som du har tänkt dig att det skall låta.





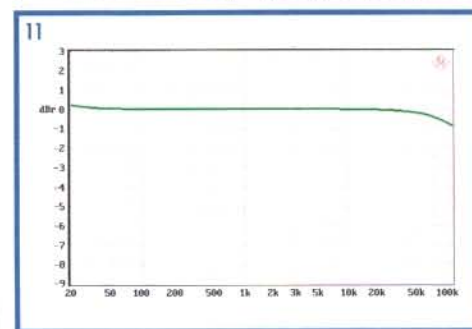
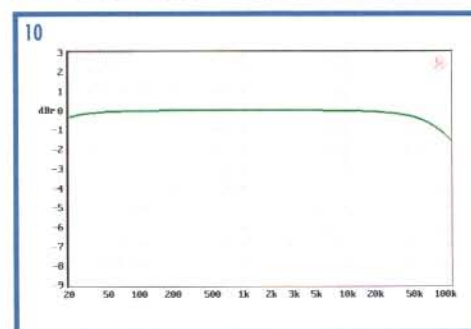
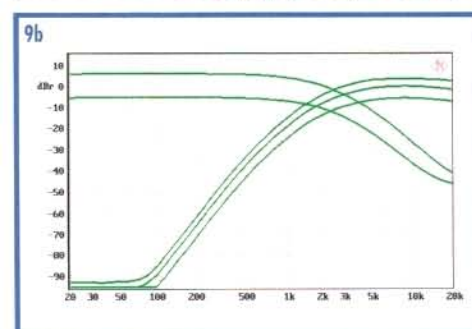
Mätningar	Konditioner	Enhet	Amplimo A120	Coldamp BP4078
Effekt, Distorsion, Signal/Brusförhållande				
Sinuseffekt	i 8 Ohm	W	117	222
1% THD, 1 kHz	i 4 Ohm	W	57	414
Effektbandbredd 20 Hz - 20 kHz	vid 1 W i 4 Ohm	dB	-0.2 / -1	-0.5 / -1.9
Utgångsresistens (40 Hz)		mOhm	12	74
Distorsion (1 kHz / i 4 Ohm)	vid Pmax -1 dB	% THD	0.012	0.58
	vid 1 W	% THD	0.02	0.08
Intermodulation (8 kHz och 60 Hz, spänningsförhållande 4:1)	vid Pmax -1 dB	%	6.8	4,5
	vid 1 W	%	0.21	0.54
Signal/Brusförhållande (1 k terminering)	referens till 1 W	dB(A)	82	79
	referens till 50 mW	dB(A)	58	51
Anslutningsvärden				
Ingångskänslighet för full effekt vid 4 Ω		mV	684	940
Ingångsresistens		kOhm	116	13,8
Övrigt				
Övre frekvensgräns		kHz	35	26
Matningsspänning under test	-Vcc/-Vss	V	47	60
Moduldimensioner (ungefärliga.; avrundade)	Bredd / Höjd / Djup	cm	12 / 5 / 8	10 / 4 / 8
Svep till 110 kHz vid 1 W			Fig. 1	Fig. 2





Tillverkare / Typ

Ground Sound PA3CC	Hypex UCD 400 ST	Marchand PM 224	Monacor IPA50 m. nätbel.	Newtronics AMP7293	NewClassD NCD1	Sitronic VP 703	Thel accusound 100 2 CH Amp, kompl.	Velleman VM 100
202	226	127	44	96	99	85	2x 170	86
380	429	145	61	186	198	50	2x 273	133
-0.1 / -0.1	-0.2 / -0.4	-0.4 / -1.7	-3.2 / -0.1	-0.7 / -0.3	0 / -1.3	-	-0.35 / -0.1	0.2 / 0
39	12	22	123	31	43	12	24	424
0.041	0.55	0.009	0.1	0.67	0.4	0.006	0.66	0.14
0.052	0.0056	0.006	0.008	0.228	0.03	0.005	0.056 / 0.094	0.0074
0.11	1.07	0.09	0.14	1.25	1.5	-	3.77	0.32
0.147	0.023	0.083	0.046	1.06	0.047	-	0.63	0.039
82	98	80	87	89	81	83	85	100
58	72	54	60	64	55	57	60	75
3185	2097	607	488	353	602	280	1066	700
4,3	95.9	88	22.9	21.9	10	24	15.3	46.1
93	46	29	>110	78	38	-	>110	>110
60	60	50	32 (PSU)	40	40	egen PSU	egen PSU	40 (Labb-PSU)
18 / 3 / 8	8 / 3 / 9	10 / 3 / 14	7 / 5 / 8	14 / 5 / 5	11 / 5 / 4	20 / 7 / 32	43 / 14 / 45	17 / 7 / 6
Fig. 3	Fig. 4	Fig. 5	Fig. 6	Fig. 7	Fig. 8	Fig. 9a/b	Fig. 10	Fig. 11



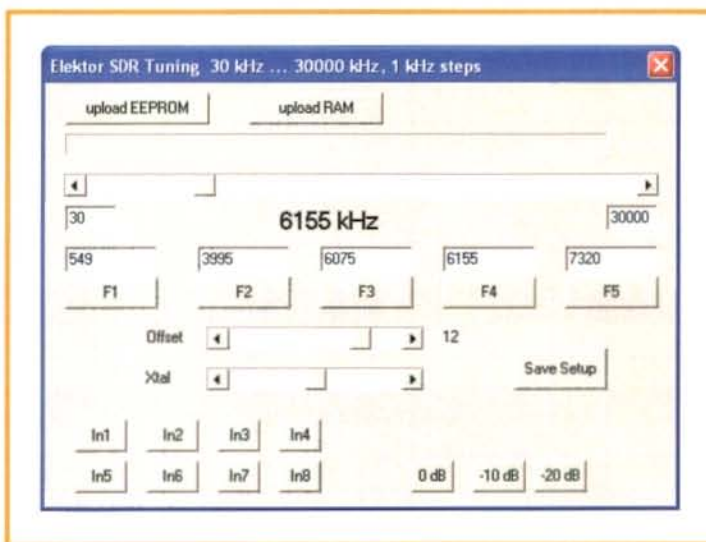


Burkhard Kainka

Nästan direkt efter det att artikeln om mjukvarudefinierad radio (SDR) publicerades i nummer 3/2007 av Allt om Elektronik började vi få förfrågningar om uppgraderingar för specialändamål. Det som efterfrågades mest var möjligheten att utöka mottagningsområdet till att omfatta även låga frekvenser.

Då VFO:n kan ställas in så lågt som 20 kHz och mottagarens ingångssteg är lämpligt för mycket låga frekvenser så det finns inga teoretiska hinder för att använda SDR-kortet för VLF-bandet. Och även om den programmerbara oscillatorn CY27EE16 representerar en kompromiss mellan pris, strömförbrukning och flexibilitet som inte kan tillfredsställa varje önskan, så är det dock möjligt att uppnå lite mer genom att använda en speciellt modifierad mjukvara.

Den ursprungliga mjukvaran var organiserad i flera band med olika kanalmellanrum. Detta ledde naturligtvis då fram till en önskan om en likformigt stegstorlek vid inställningen på 1 kHz. Dessutom ville många läsare att inställningsområdet utökades nedåt så långt som möjligt. Både dessa önskemål uppfylls med den nya mjukvaran. Nu är det möjligt att avstämman kontinuerligt från 30 kHz till 30 MHz till exempel. De övre och undre gränserna för avstämningområdet kan justeras för att möta specifika krav. Bandtuning, såsom över ett område på 3500 kHz till 3800 kHz är också möjligt på ett enkelt sätt. Allt är dock inte rosor, även om tuningsteget på 1 kHz behålls ovanför 2 MHz så är detta inte exakt utan endast approximativt. Det finns ock-



Figur 1. Det nya SDR tuningprogrammet.

så mer sidobrus under snabbinställning än med den gamla mjukvaran som matchar den 'naturliga' stegstorleken hos CY27EE16.

Tuning

En titt i databladet för den programmerbara kristallosillatorn CY27EE16 avslöjar några eventuella trick. Figur 2 visar en del av blockschemat med PLL och delare. VCO:n är designad för ett område på 100 MHz till 400 MHz. Detta betyder dock inte att detta är fasta gränser, utan bara att komponenten har sitt bästa brustal inom detta om-

råde. Experiment har visat att det är ganska enkelt att använda ett område som sträcker sig från 30 MHz till 360 MHz. Tyvärr har utgångsdelaren Div1N en upplösning på 7 bitar vilket ger ett maximalt delningsförhållande på 127. Om vi delar 30 MHz med 125 får vi 240 kHz vid utgången. Den digitala delaren 74HC74 på kortet lägger en extra faktor 4 till detta. Det betyder att den undre gränsen för justeringsområdet för PLL-en är 60 kHz.

I den ursprungliga mjukvaran avstämde PLL-en alltid med en referensfrekvens på 200 kHz, vilket betyder att Q-räknaren var ställd på 50. Justering av frekvensregeln

i små steg påverkade bara P-räknaren. Detta resulterade i en konstant inställning av stegstorleken och mjukinställningen av PLL-en utan några stora steg. Som ett resultat var det möjligt att scanna genom hela bandet genom att klicka i kanten av regeln (slidern) och hålla in musknappen. Utgångsfrekvensen sattes till det önskade området av utgångsdelaren Div1N vilket gav ett viss kanalmellanrum. Den nya mjukvaran sätter in Q i enlighet med det band som för tillfället används. Som ett resultat är det möjligt att behålla en jämn stegstorlek på 1-kHz mellan 60 kHz och 2 MHz utan inställningsbrus.

Lägre...

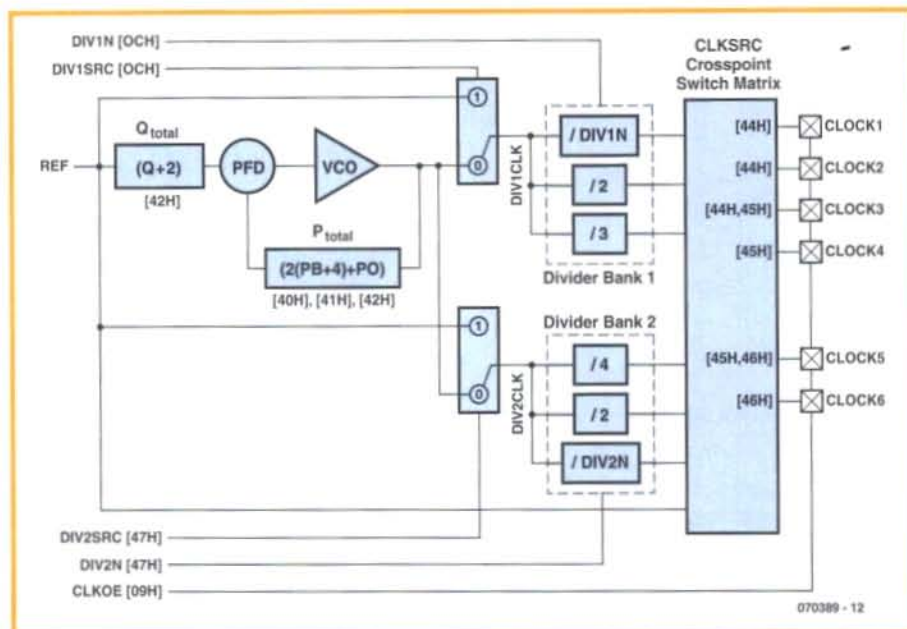
Men vi kan gå ännu lägre. Detta eftersom delaringsgången kan anslutas direkt till 10-MHz kristallsignalen och gå förbi PLL-en. För att uppnå detta är det nödvändigt att endast sätta den bit med högsta ordningen i Div1N. Tuningsfunktionen fungerar dock helt annorlunda i detta fall, den är omvänt proportionell till delningsfaktorn hos Div1N. De resulterande frekvenserna är inte integrala kilohertzvärden utan i stället decimalbråk, som i de flesta fall bara är en approximation av den önskade frekvensen. Ju lägre utgångsfrekvensen är desto större är delningsförhållandet och desto mindre är avrundningsfelet. Listning 1 visar tuningmetoden för lågfrekvensbanden upp till 2 MHz.

...med mindre steg

Det är inte möjligt att uppnå en kanalseparation på 1 kHz ovanför 2 MHz med hjälp av konventionella PLL-metoder. Formeln

$$f = 10 \text{ MHz} \div (Q \times P) \div \text{Div1N}$$

ger helt enkelt inte någon godtycklig liten kanalseparation med ett konstant Q. Detta betyder att Q också måste justeras. Om ett 'jämnt' förhållande på 33/10 inte uppnår det önskade målet kan du också försöka dig på förhållanden som 35/11 eller 41/13 för att se om de ger bättre resultat. Det betyder att vi måste använda en loop för att testa alla möjliga kombinationer



Figur 2. PLL-en och delare i CY27EE16.

av delningsfaktorer för P och Q för varje frekvens. Den kombination som ger det närmaste resultatet vinner (Listning 2). PC:n kan beräkna alla kombinationerna (runt 150 000) snabbare än du kan klicka. Tuningsprocessen sker således i det närmaste i realtid.

Även om resultatet inte ger ett exakt kanalmellanrum så ger det mindre steg totalt. Detta gör det möjligt att genomkorsa hela området upp till 30-MHz i steg om 1 kHz. En betydande mängd brus genereras dock under inställningen eftersom PLL-en måste arbeta hårdare för att justera till varje nytt delningsförhållande.

Antenner och filter

Att kliva in i den värld där DCF77 och dess grupp av likställda befinner sig kräver en lämplig antenn och ett lämpligt ingångsfilter. I det enklaste fallet räcker det med en kombination av trådanterenn och en ganska stor kondensator (t.ex. 2,2 nF) över antenningången. Bättre resultat kan uppnås genom att använda ett lågpasfilter med en HF-drossel (figur 3).

En ramantenn (figur 4) kan också ge bra resultat. Som ett experiment lindades 100 varv av 0,2 mm koppartråd runt en kartong på 18,5 cm x 25,4

Listning 1

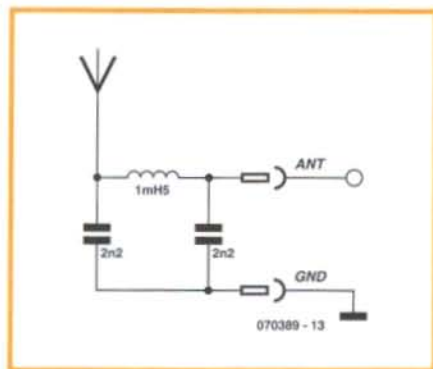
Tuning mellan 20 kHz och 2000 kHz

```
procedure FreqRechnen(Freq: Integer);
var Qout, Pout: Integer;
    Min, VCO: Real;
begin
    if (Freq > 19) and (Freq < 60) then begin
        Div1N := round(2500 / Freq) + 128;
        p := 1000;
        q := 40;
    end;
    if (Freq > 59) and (Freq < 801) then begin
        Div1N := 125;
        p := Freq * 2;
        q := 40;
    end;
    if (Freq > 800) and (Freq < 2001) then begin
        Div1N := 50;
        p := Freq;
        Q := 50;
    end;
end;
```

Listning 2

Den empiriska proceduren för högre frekvenser

```
if (Freq > 20000) and (Freq < 30001) then begin
    Div1N := 4;
    Min := 10000;
    for Q := 100 downto 10 do begin
        for p := 500 to 2000 do begin
            VCO := 10000 / (Q * P);
            if abs(4 * Freq - VCO / Div1N) < Min then begin
                Min := abs(4 * Freq - VCO / Div1N);
                Qout := Q;
                Pout := P;
            end;
        end;
    end;
    Q := Qout;
    P := Pout;
end;
```

Figur 3. Ett lågpasfilter för signaler under 150 kHz.

cm (vi använde den låda som vi fick mottagarkretskortet i). Den stora induktansen hos antenspoken ger en naturlig lågpasseffekt vilket kompletteras av dess betydande lindningskapacitans. Den relativt platta resonansfrekvensen är ungefär 150 kHz.

Testning

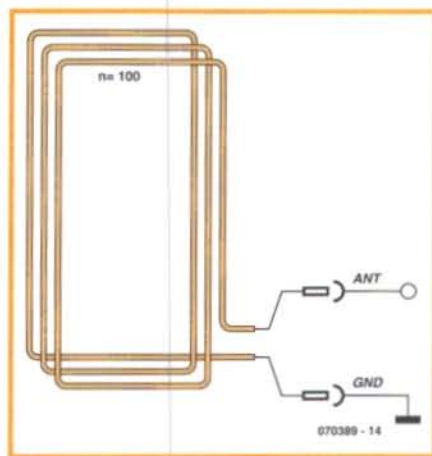
Ett förslag till testsignal för de första experimenten är DCF39 vid 139 kHz, som är en telekontroll-sändare nära Magdeburg i Tyskland. Du kommer att

se en bärvåg som då och då moduleras med hjälp av ett tvåtons modulerings-schema. DCF49 vid 129,1 kHz och som finns vid Mainflingen, är en liknande sändare. Den välkända tidssignalsändaren DCF77 som arbetar vid 77,5 kHz finns på samma plats. Du kan tydligt höra de korta och långa sekundpulserna, vilka nu används för att överföra väderinformation förutom tiden. Naturligtvis finns det många andra signaler, inklusive signaler som egentligen är tredje eller femte övertonen av andra signaler som är otillräckligt dämpade. Om du använder 1-kHz steg och du hittar en signal som vandrar genom spektrumet i stora steg så har du funnit en sådan signal. Med tiden kommer du att kunna räkna ut vad som verkligen händer på den frekvensen. Du måste vara försiktig så att du inte luras av den signal som motsvarar den horisontella scanningshastigheten hos din PC-monitor eller andra störkällor i omgivningen. I många fall kan du känna igen avlägsna signaler på deras långsamma fading.

(070389-1)

Webblänkar

<http://en.wikipedia.org/wiki/Longwave>
www.giangrandi.ch/electronics/DCF77/station.html



Figur 4. En enkel 100-varvs ramantenn (ca. 18 x 25 cm).

Tävla u

Lämn

Maike Roefs, Solar Team,
Technical University Twente



Har du väl har sett den kommer den för alltid att ha fastnat på näthinnan. När du ser den dra förbi kan du inte hjälpa att du stirrar efter den tills den försvunnit. När du står intill den skickar den kalla kårar efter ryggraden och du vill ta ut den för en sväng. Och när du väl har kört den så vill du göra det igen, och igen. Du är helt övertygad om att detta är Framtiden. Du blir aldrig så upphetsad av en vanlig bil. Denna är bara så speciell. Den är verkligen slående och du kan känna de ambitioner och innovationer som genomsyrar denna bil.

Designen av en soldriven bil som skall delta i det prestigefyllda World Solar Challenge är inte bara 'ytterligare ett projekt', tvärtom. Det är ett enormt projekt inom vilket 16 studenter från Tekniska högskolan i Saxion och Universitetet i Twente, Holland, har arbetat på under mer än ett och ett halvt år. I en serie om tre artiklar kommer vi att ge er en inblick i projektet och aktiviteterna hos Solar Team Twente. I denna första artikel kommer vi att berätta om tävlingen, laget och projektets ursprung.

Bästa nykomlingar kommer tillbaka för mer

World Solar Challenge är en tävling för soldrivna bilar tvärsöver Australien. Det är en mycket prestigefylld tävling som nu sker vartannat år och där utvecklingen inom förnyelsebar energi är det centrala. Över 40 lag från ungefär 20 länder deltar i tävlingen. Den går från Darwin i norr till Adelaide i syd, en sträcka på nästan 3000 kilometer som tar de soldrivna bilarna ungefär fem dagar att tillryggelägga.

Under solen En väg för Solar Team Twente



Den solstyrda bilen från Solar Team Twente 2005 i Australien.
Den slutade nia och var den bästa nykomlingen.

Överenskommerelser gjordes när det gällde vilket arbete som skulle utföras och av vilka, uppdelning av uppgifter utfördes och, kanske det viktigaste, man enades om målet. Detta var enkelt:

- "Vi kör för en pallplats med målet att bli först!"

Stora kvantiteter lera gick åt för att tillverka några konceptbilar. Den slutliga designen har en hel del gemensamt med en av de designers som var på förslag under denna veckohelg.

Blandat lag

Sedan den veckohelgen i september 2006 har lagets medlemmar haft händerna fulla med projektet. Samtliga av dem har lagt studierna åt sidan under ett och ett halvt år för detta. Som en liten finansiell kompensation så får de fortfarande ut en del av sitt studiebidrag. Och det är inte bara vanliga vardagar utan också många kvällar och helger som gått åt för att arbeta med Solar Team. Men det har varit värt det. För att vara med i ett lag med sexton personer och se hur ditt hårda arbete utvecklas och kulminerar är en fantastisk upplevelse. För vissa av medlemmarna är detta projekt en del av deras studier, men för andra är det helt frivilligt.

Projektet består av mycket mer än bara de tekniska aspekterna. De ämnen som studeras av medlemmarna varierar från teknik till psykologi, från elektronik till medicin. Fem av de sexton medlemmarna är involverade med den icke-tekniska sidan av projektet, som sponsorer, logistik och media. Även om detta är ett rent studentprojekt så är det viktigt med hjälp och råd från företag, lokala myndigheter, utbildningsinstitutioner och specialister.

Adoptera solceller

En av utmaningarna för 2005 års lag var finansieringen av projektet och de var tvungna att förlita sig på en hel del sponsorer. Detsamma gäller för det nya laget och finansieringen spelar en stor roll när det gäller att slutföra det hela. För att ha en seriös chans att sluta bland de tre bästa så måste du använda de allra bästa solcellerna. Enbart kostnaden för dessa solceller tar upp nästan halva budgeten. Andra stora utgifter är naturligtvis konstruktionen av bilen, PR, och resan till Australien. Solar Team Twente är därför beroende av sponsorpengar. Men det rör sig inte bara om pengar. Många sponsorer är tekniska företag som har designat och producerat vissa delar för bilen. Just nu har Solar Team stöd av ett stort antal

Den 21 oktober 2007 startar nästa tävling. Detta år är andra året som Solar Team Twente deltar. År 2005 slutade laget på en hedrande niondeplats och utsågs till tävlingens bästa nykomlingar. Joost Kuckartz, som studerar elektronik vid Universitetet i Twente, satte upp det första laget 2003.

- "Även innan Holland deltog i World Solar Challenge hade jag en passion för soldrivna bilar. Jag ville lära mig allt om dem och jag följde alla tävlingarna. När jag började studera hade jag möjlighet att skapa ett lag själv och det är fantastiskt att detta projekt fortsätter ännu idag".

Det nya laget bildades i juni 2006. Lagmedlemmar från Solar Team 2005 höll ett antal föreläsningar och gjorde besök ute på skolorna för att intressera potentiella nya lagmedlemmar. Sexton studenter från Universitetet i Twente och närliggande Tekniska högskolan Saxion, valdes ut av de tidigare lagmedlemmarna för att bilda det nya laget. För att komma igång så snabbt som möjligt organiserades en kick-off weekend. Denna var i huvudsak avsedd för att de olika medlemmarna skulle lära känna varandra och var en övning i gruppsamarbete. Det var också många diskussioner under denna helg.



Medlemmarna i Solar Team Twente med deras SolUTra.

sponsorer, över 100 stycken är nu involverade i detta projekt!

Solar Team har kört flera kampanjer för att dra till sig sponsorer. En av dessa kallades 'Club of Thousand'. Lagmedlemmarna plockade upp telefonen och ringde ca 1200 företag, huvudsakligen i och runt Twente. Företagen tillfrågades om de ville ansluta sig till Club of Thousand där varje företag skänkte 1000 euro (lite drygt 9000 svenska kronor). Detta initiativ (där bl.a svenska SKF och Microsoft ställde upp) lyckades finansiera en stor del av projektet.

Förutom Club Thousandkampanjen gjordes även en som vände sig till enskilda personer. För den relativt modesta summa av 25 euro (ca 230:-) kan du 'adoptera' en av de 2000 solcellerna (påminner lite om ostindiefararen Götheborg där man kunde 'adoptera' en däcksplanka eller en spik). Hittills har närmare 700 solceller adopterats på detta sätt. Denna kampanj är fortfarande aktiv och om du vill kan du också adoptera en solcell via websidan www.solarteam.nl.

Space Shuttle på hjul

Även om sponsorship är en viktig del av projektet så skall vi inte glömma bort att det huvudsakliga målet är att kunna bygga en soldriven bil. Designen och utvecklingen av en soldriven bil är en enorm uppgift.



En CAD-ritning av den nya soldrivna bilen.

Det är en större utmaning detta år på grund av regeländringar. Fram till nu liknade de fordon som deltog mer rymdskepp på hjul och du skulle inte drömma om att använda dem vid dina veckoköp eller åka på semester i en sådan. Men detta skall nu ändras. Från och med i år finns det ett nytt tillägg i regelverket för det tjugoföråriga World Solar Challenge. Detta skiljer på två klasser, Adventure och Challenge. De flesta av de mer framstående lagen, däribland Solar Team Twente, deltar i klassen Challenge. Det finns flera regler för denna klass, vilket medför att fordonen nu mer liknar bilar. Nu måste, till exempel, föraren sitta upp i bilen, vilket totalt har ändrat utseendet på dessa. Dessutom har den yta som täcks av solceller begränsats. Tidigare kunde man använda obegränsat med solceller och segern var då mer en fråga om hur mycket pengar som annars tillgängliga. Nu har solcellsytan begränsats till 6 m². Som ett resultat av denna begränsning har man utvecklat mycket intelligenta sätt att fånga in så mycket solljus som möjligt. De soldrivna bilarna har också utrustats med strålkastare, ett signalhorn och en ratt.

Dessa förändringar tvingade laget att tänka 'utanför lådan' och ställde krav på de kreativa och innovativa sidorna hos medlemmarna. Från början var det många brainstormingsessioner där många designkoncept diskuterades. Antalet konstruktionsförslag minskade sedan undan för undan efter kritisk analys från de tekniska medlemmarna. Vägen fram till den slutliga designen har varit lång och vindlande. Man har haft stor nytta av externa källor och erfarenhet. Man har enats kring en lång lista med designkriterier. Dessa inkluderar hastighet, lätt att bygga, viktfordelning, stabilitet, tillförlitlighet, kostnad och planering. Till slut fastande man för en mycket djärv konstruktion och det verkliga bygget kunde påbörjas. Två innovativa idéer har inkluderats i designen. Den första lutar sig mot principer som redan finns i naturen. På samma sätt som en solros så följer solcellerna solens position. Detta håller dem riktade direkt mot solen så länge som möjligt under dagen. Ett intelligent system med linser har också använts och detta har man sökt patent på. I nästa nummer av Allt om Elektronik så kommer vi att ta en närmare titt på bilens design.

FM superregenerativ mottagare med bara två transistorer

Burkhard Kainka

Att bygga en AM-mottagare är ett enkelt projekt för en nybörjare, men att bygga en FM-mottagare är lite mer komplicerat. Men med lite fiffighet kan vi klara oss med ett litet antal komponenter. Vår superregenerativa 'audion' mottagare behöver bara två transistorer, två spolar och några få kondensatorer och motstånd. Således ett riktigt äkta miniprojekt!

Komponentantalet är inte det enda som gör att vår superregenerativa audion-mottagare är ekonomisk. Som de flesta läsare vet så är ett bra jordplan viktigt i en radiomottagare. I vår prototyp så återanvände vi locket från en kaffeburk för detta ändamål. Den idealiska typen av burk är den som är av kartong och där locket är pressat på eftersom detta då kan skäras loss med en vass kniv. Det är lätt att böja till önskad form och ger en stabil bas för montering och det är lätt att löda på det. För anslutningarna mellan komponenterna kan du använda ett experimentkort, se bilden i början.

Vi lindar också våra spolar själv. Oscillatorspolen tillverkas av fem varv 0,8 mm (helst silverpläterad) koppartråd på en 8 mm form. Korta anslutningar är viktiga, speciellt till avstämningskondensatorn och vi löder fast en trimmer direkt på jordplanet. Den andra spolen i kretsen består av 20 varv 0,2 mm lackerad koppartråd lindade runt ett motstånd på 10 k Ω . Resten av kretsen byggs såsom visas i figur 1.

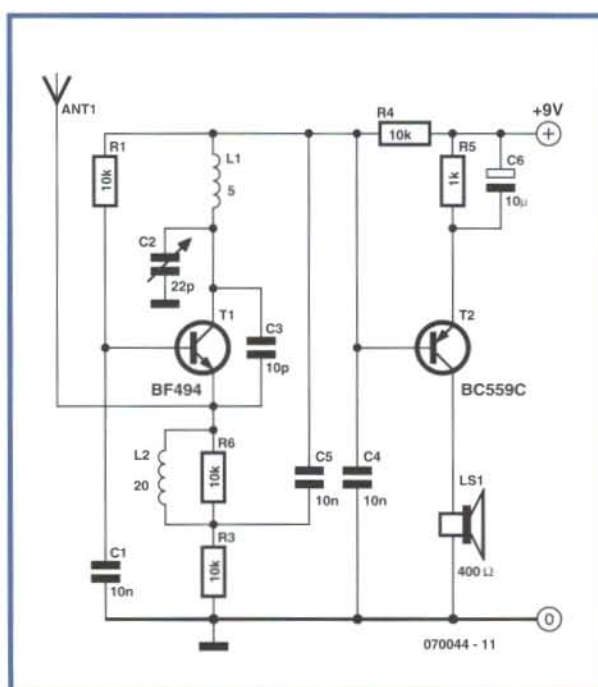
Antennen skall inte vara för lång i annat fall kan kretsen skapa störningar, en superregenerativ krets är också en sändare! Men

kretsen är mycket känslig och arbetar utmärkt med en 10 cm lång kopplings-tråd som fungerar som antenn. Hör-lurarna skall helst ha en impedans på 400 ohm. Kretsen kommer att fungera med 32 ohms stereohörlurar, men utgången kommer inte att vara lika hög.

Mottagning i praktiken

När mottagaren switchas till kommer utgången att bestå av brus. Frekvensen kan nu justeras med hjälp av en skruvmejsel. När en FM-station hittas kommer bruset att minska i volym eller försvinna helt. Avstämningen måste göras så att den ligger precis på kanten av det band som ockuperas av den utsända signalen och detta kräver tålamod, lite tur och en viss skicklighet med skruvmejseln. När du väl har hittat din favoritstation så finns det ingen anledning att justera kretsen igen.

Ljudkvaliteten från denna enkla mottagare är något medioker, det skall erkännas. Under radions tidiga dagar användes den superregenerativa audionmottagardesignen väldigt mycket (men på den tiden byggdes naturligtvis kretsen med hjälp av rör). Designen föll i onåd då det blev uppenbart att den också fungerade som sändare och kunde störa din grannes radio. Detta gäller också den här designen. Det är tveksamt om denna typ av radio skulle få ett 'CE' certifikat idag och radion är därför mer ett intressant experiment än en eventuell konkurrent till den väl tes-



Figur 1. Det räcker med några få komponenter för vår FM-mottagare.

tade superhetdesignen. Den super-regenerativa audiodesignen kan man fortfarande hitta i enkla radiofjärrstyrningsmottagare, radiostyrda nätspänningskontakter och radiostyrda temperaturövervakare.

Lite teori

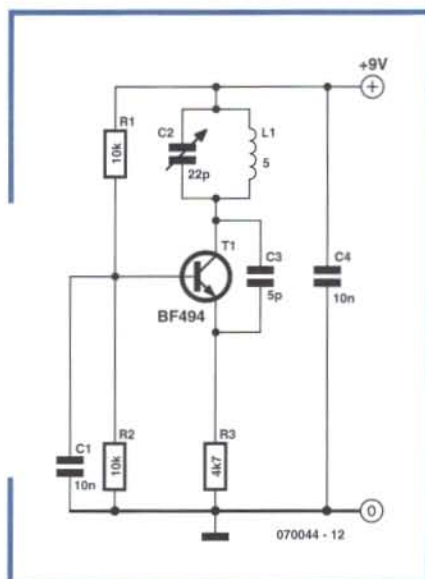
Hur fungerar mottagaren? Vid en första titt verkar det bara vara en enkel oscillator. Figur 2 visar för jämförelse skull en välkänd HF-oscillatordesign. Den enkla oscillatoren håller amplituden vid dess utgång konstant. Vi modifierar nu kretsen så att amplituden hos oscilleringen blir mycket större och så att transistorn kan switchas helt från.

Värdet på återkopplingskondensatorn måste också ökas. Det är viktigt att använda en transistor som är designad att användas med radiofrekvenser (som en BF494) då det är svårt att få kretsen att fungera med en vanlig audiofrekvenskomponent som BC548B. Den krets som visas i figur 3 inkluderar också en spole i emitteranslutningen. Slutligen spelar kondensatorn parallellt med emittermotståndet också en viktig roll i kretsen, så fort som oscilleringen startar så börjar den laddas. När spänningsskillnaden mellan basen och emittorn hos transistorn faller tillräckligt långt stänger transistorn av sig och oscilleringen kan inte längre fortgå. Emitterkondensatorn laddas ur igen, en kollektorström börjar återigen att flyta och kretsen börjar att oscillera igen. Kretsen vippar således mellan två tillstånd, oscillering och icke-oscillering. Vid utgången får vi en sågtandssignal men en frekvens på ca 50 kHz.

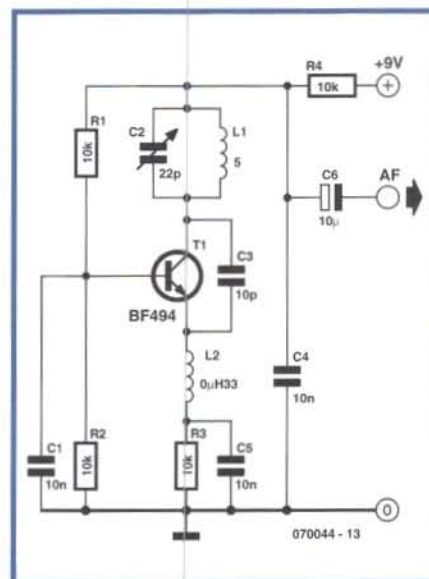
Varje gång som oscillatoren börjar jobba så byggs amplituden hos oscilleringen upp från i stort sett noll (figur 4). Det termiska bruset i kretsen hjälper oscilleringen att komma igång, vilket betyder att starttiden kan variera betydligt. Denna variation (figur 5) leder till brus i kollektorströmmen och det är detta som hörs när ingen station tas emot.

För och nackdelar

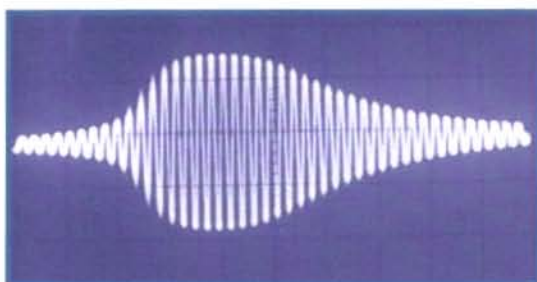
Om, emellertid, en signal tas emot på den avstämda frekvensen hjälper detta till att bygga upp oscilleringen snabbare varje gång (figur 6) och hastigheten med vilken os-



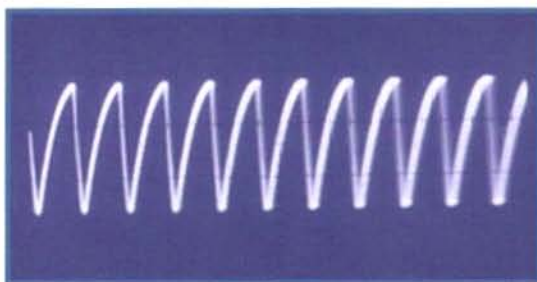
Figur 2. Kretsen för en HF-oscillator.



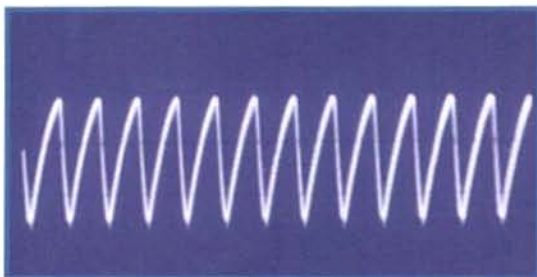
Figur 3. Kondensatorn parallellt med emittermotståndet får HF-oscillatoren att vippra mellan 'oscillering' och 'icke-oscillering'.



Figur 4. HF-oscilleringen byggs upp från i stort sett noll.



Figur 5. Pendlingen ger upphov till en mycket brusig sågtandssignal på utgången.



Figur 6. Om en signal tas emot vippar kretsen mellan sina två tillstånd snabbare och mer regelbundet.

cillatoren startar och stannar (pendelfrekvensen) ökar. En omodulerad HF-signal ger upphov till en stabil pendelfrekvens och lite brus på utgången. Om signalen är amplitudmodulerad kommer detta att påverka i vilken grad den hjälper oscilleringen att komma igång och detta kommer i sin tur att avspeglas i den genomsnittliga kollektorströmmen.

För att demodulera en FM-signal justerar vi avstämningen så att mittfrekvensen hos signalen ligger i kanten av det område som stimulerar oscillatoren. Detta gör att FM-signalen får samma effekt på kretsen som en AM-signal.

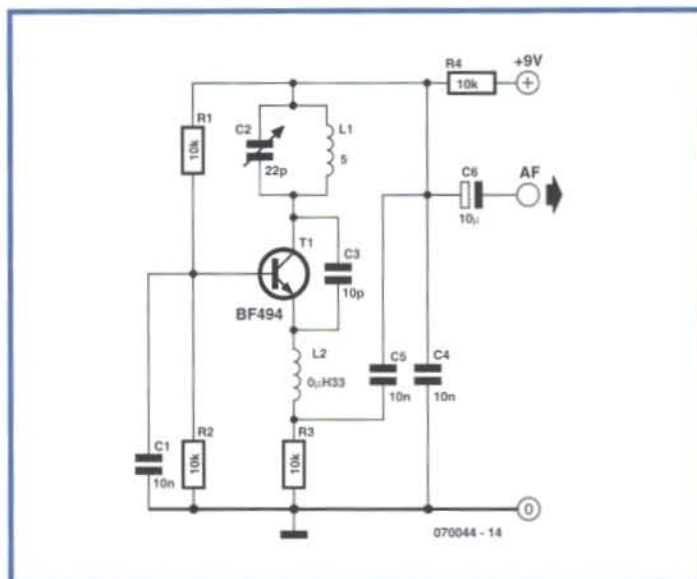
Hela processen kan man se tydligt på ett oscilloskop. Sågtandssignalen på emittermotståndet visar om en station tas emot eller inte. Mottagaren är så känslig att den egentligen inte behöver någon antenn, oscillatorspolen kan plocka upp tillräckligt med energi direkt.

Kretsen i figur 3 har ytterligare en svaghet i det att dess utgång består av en högamplituds sågtandssignal plus den önskade signalen med låg amplitud. Den listiga teknik som vi använt för att undvika detta visas i figur 7. Emitterkondensatorn är nu inte dragen till jord utan till utgången. Då kollektorströmmen stiger kommer kollektorspänningen att

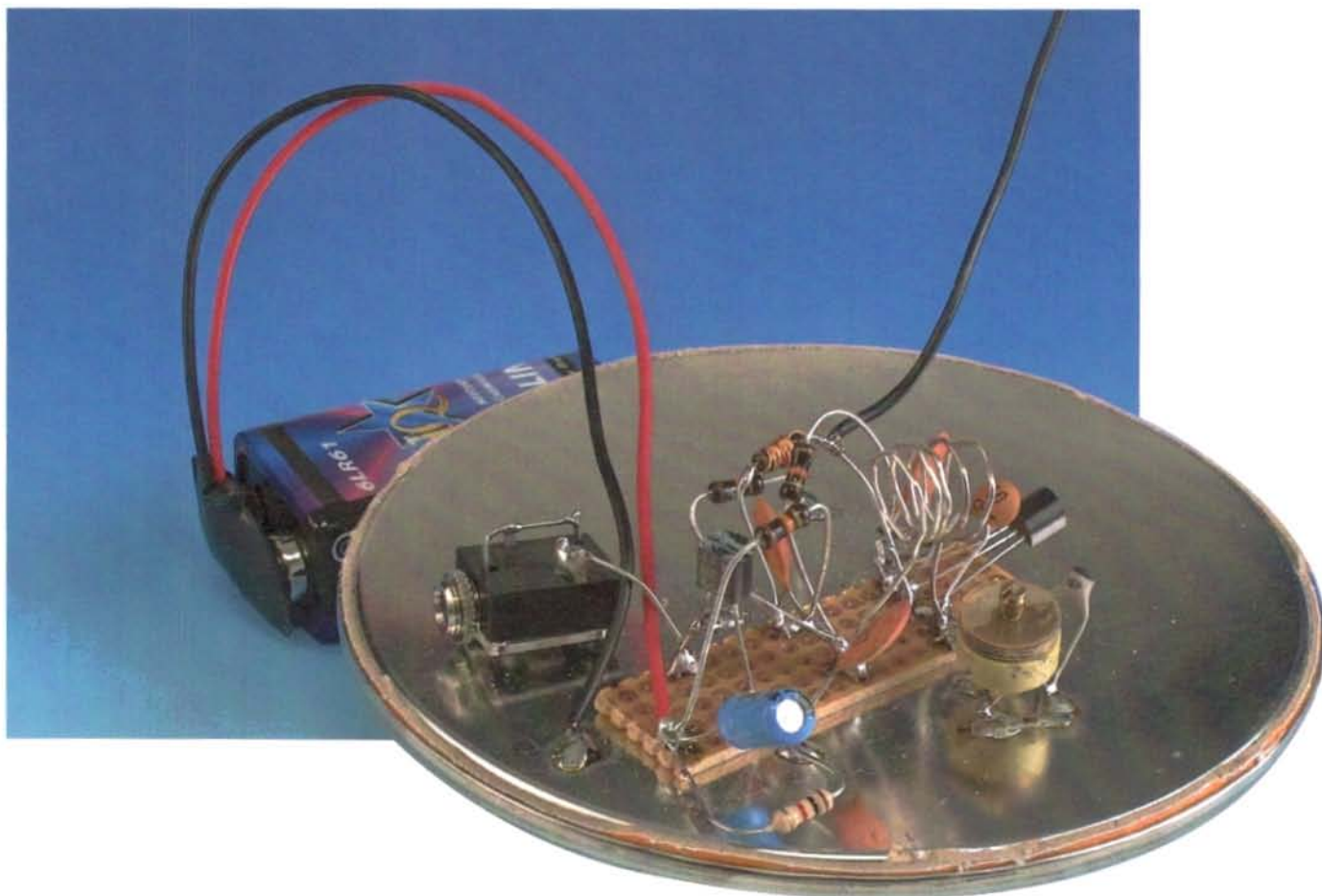
falla och emitterspänningen att stiga och emitterkondensatorn kommer nu att motarbeta denna effekt på utgången. Amplituden hos sågtandssignalen minskas till praktiskt taget noll vilket lämnar enbart den önskade demodulerade audioutgången kvar.

Grundkretsen är nu i huvudsak den som visas i figur 1. Vi har lagt till ett audioförstärkarsteg och basbiaskretsen för oscillatortransistorn har modifierats något. Att ansluta en sida av avstämningkondensatorn till jord påverkar inte kretsen när det gäller radiofrekvenser och för enkelhets skull så lindar vi HF-spolen på ett motstånd.

070044-1



Figur 7. Om vi tar emitterkondensatorn till utgången så undertrycks sågtandssignalen nästan helt och hållet. Bara den önskade signalen finns kvar.



Störningsfritt ljud

Nätfilter för ren audioeffekt

Joost Waegebaert

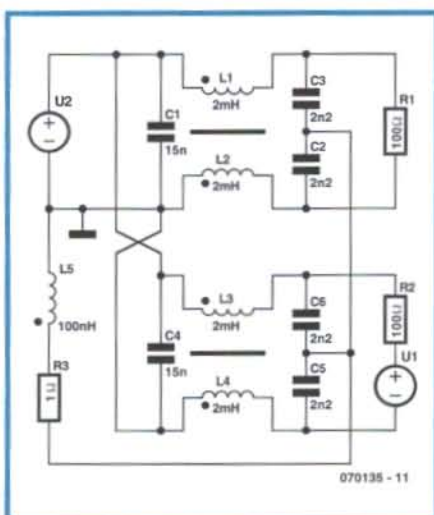
Vilken audiofil som helst upptäcker någongång när han (eller hon) lyssnar på sin favorit-CD att den lät bättre vid förra lyssningstillfället. Eller kanske tvärtom. Orsaken till denna kvalitetsskillnad kan man inte spåra direkt till den noggrannt hopplöskade kedjan av audiokomponenter och ger därför lyssnaren en känsla av oro och obehag. För att kunna utesluta alla tekniska orsaker behöver vi ett anständigt filter som åtminstone ser till att ingenting kan skyllas på den första länken i audiokedjan, strömförsörjningsdelen.

En trevlig sak med att ha audio som hobby är friheten att ta hur lång tid på sig som helst för att välja eller bygga audiokomponenter tills hela installationen låter 'perfekt'. Uppnåendet av detta mål kan man naturligtvis inte etablera vetenskapligt. Detta är ett subjektivt ämne som gett upphov till många debatter och många åsikter. Det är dock inte ämnet för denna artikel. I stället koncentrerar vi oss på det fenomen som nämndes i ingressen, varför låter identiskt ljudmaterial bättre vid ett tillfälle än ett annat?

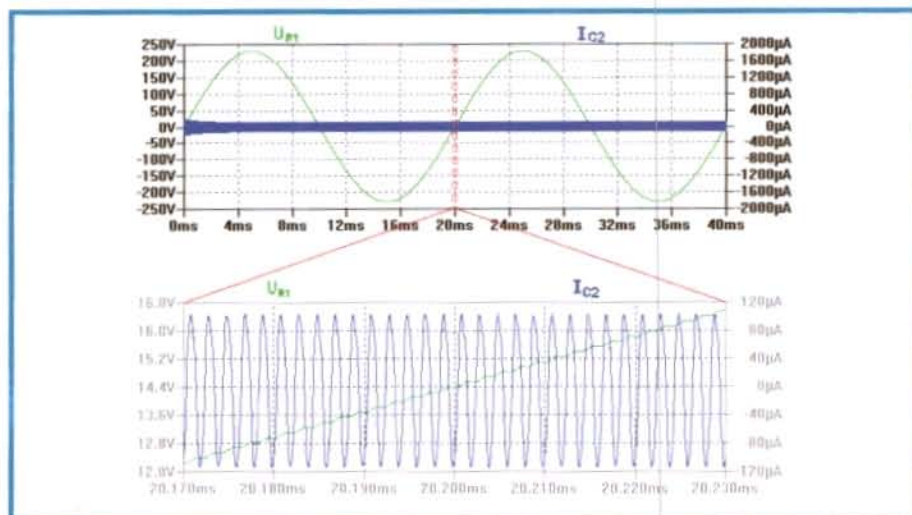
Inhöljd i brus...

Sinnetillståndet när man lyssnar på musik spelar naturligtvis en roll här, men är det också möjligt att hitta en teknisk grund för dessa skillnader i lyssningsupplevelsen? En elektrisk orsak som ofta glöms bort är kvalitén hos den energi som krävs för att ge kraft åt vårt audiosystem, energin från nätspänningen. Antalet apparater som är anslutna till nätet ökar varje dag. Många moderna apparater använder energisparande

switchade nätdelar. Dessa genererar, helt enkelt genom sin natur, en hel del brus på nätledningarna. Exempel på detta är datorer, TV-apparater, batteriladdare etc. Man kan utgå från att var och en av dessa apparater uppfyller de europeiska EMC-kraven och därför endast sänder tillbaka en begränsad mängd brus till nätet. Finns det många apparater är det naturligtvis summan av alla individuella störningsnivåer som avgör den totala störningsnivån på nätet och detta kan uppgå till en hel del.



Figur 1. Den ekvivalenta kretsen för två apparater, var och en med ett nätfiler, som är parallellkopplade.



Figur 2. Den ström som kommer att flyta genom C2 som ett resultat av störningskällan U_2 .



Författaren parallellkopplade två transformatorer i prototypen så att de skulle ta mindre plats och så att hela filtret fick plats i en lägre låda.

En annan källa till brus är användningen av kommunikationsutrustning via nätet (larmsystem, fjärrkontroller, energimätare osv.). Dessa använder nätet inte bara som strömförsörjning för sig själva, utan också som kommunikationsnätverk. De frekvenser som är tillåtna för detta täcker området från 3 kHz till 148,5 kHz.

Dessutom finns de traditionella nedsmutsarna, dimrar för glödlampor, elektriska motorer, lysrör etc. Allt som allt så kan den effektkälla som används för att mata vårt dyrbara audiosystem vara ganska så smutsig. Att mata utrustningen från en sådan källa är att inte visa respekt för de ljudtekniker som rörde upp himmel och jord för att skapa ett dynamiskt område på 100 dB för audiosignalerna (dvs en bråkdel av $1/10^5$ av en typisk 2 V_{RMS}-audiosignal, det vill säga, 20 µV). Det är därför inte otänkbart att en nedsmutsad nätspanning kan tränga in i signalvägen hos en audiokomponent och förhindra denna från att arbeta vid optimal nivå.

En lösning

En självklar lösning för att filtrera de oönskade störningarna från nätet är att använda ett traditionellt, färdigt, nätfilter, se figur 1. Detta består av en spole (L1, L2) och några klass-X och klass-Y kondensatorer (C1, C2, C3). Denna metod fungerar bra och används

varje dag, men är mindre lämplig för audioapplikationer.

I audioapparater utför X-kondensatorn sitt jobb som förväntat och tar bort alla differentialstörningar. Problemet ligger hos Y-kondensatorerna. Normalt sett så leder dessa de så kallade CM-störningarna (common-mode) snyggt till jord. Strömmen genom jordledaren har emellertid inga begränsningar när det gäller flödesriktningen. Det finns därför inget skäl att anta att signaler som redan finns på jordledaren inte skulle kunna tränga in i audioapparaten via Y-kondensatorn!

Denna situation visas i figur 1 med en PC som den andra enheten. PC:n har samma nätfilter som audioapparaten (L3, L4, C4 till C6). U1 representerar den störning som genereras av det switchade nätaggregatet i PC:n. Figur 2 visar resultatet av simuleringen. Denna visar tydligt att störningskällan U1 genererar en ström genom kondensatorn C2 och som ett resultat genereras störningar över R1 (som representerar lasten hos den anslutna audioapparaten). Så störningar från PC:n kommer alltså in i audioapparaten via det filter som antogs rena nätspanningen!

I ett traditionellt nätfilter som detta är spolen ansluten i serie med lasten. Detta verkar inte vara något problem vid en första titt eftersom impedansen hos spolen vid 50 Hz är försumbar. Detta är uppenbarligen sant för laster som

drar en konstant effekt, men inte för en effektförstärkare som reproducerar ett dynamiskt stycke musik. Effektkraven hos en förstärkare följer naturligtvis dynamiken hos den reproducerade musiken. Och detta inkluderar frekvenser upp till 20 kHz. Filtret har definitivt en negativ påverkan vid dessa frekvenser, det begränsar den hastighet med vilken strömmen för nätdelen i förstärkaren kan stiga, med hörbara skillnader som en möjlig konsekvens.

En bättre lösning

Det filter som visas i figur 3 är anslutet parallellt med nätet. Det är egentligen en 'frekvensselektiv kortslutning' för störningar som vi vill eliminera. Översatt till impedans måste detta filter därför ha ett så lågt värde som möjligt för störningsfrekvenserna.

Seriefiltret L1/C1 har en impedans på nästan noll vid resonansfrekvensen ($1/2\pi\sqrt{L1C1}$). R1 har lagts till för att undertrycka tendensen hos LC-filtret att oscillera. Detta minskar impedansen vid högre frekvenser. Med tillägget av C2 upplever högre frekvenser en ännu större kortslutning. Valet av resonansfrekvensen för L1/C1 är sådant att den faller inom det 'viktiga' frekvensområdet för audiosignalen så att störningsdämpningen blir mest effektiv. Denna resonansfrekvens måste naturligtvis ligga tillräckligt långt ifrån

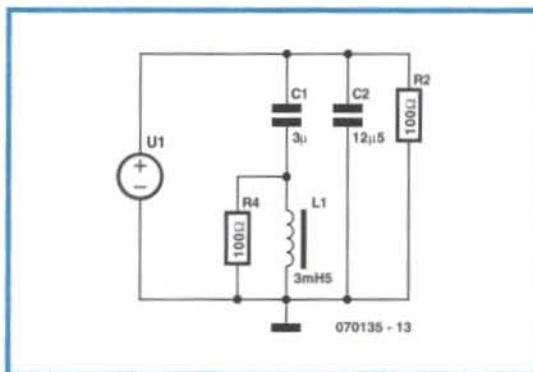
nätfrekvensen på 50 Hz.

Då impedanstoppet hos en LC-filter är ganska smal vore det idealiskt att använda flera LC-filter med olika resonansfrekvenser med, till exempel, ett avstånd på en oktav. På detta sätt kan man få ett brett frekvensområde med låg impedans. Detta kommer dock snabbt att bli dyrt, tungt och ganska stort. Denna design begränsar sig därför till en enda LC-kombination. Detta verkar kanske ha en begränsad effekt på överföringsegenskaperna, men är mycket användbart för att begränsa konsekvenserna av ett strömavbrott.

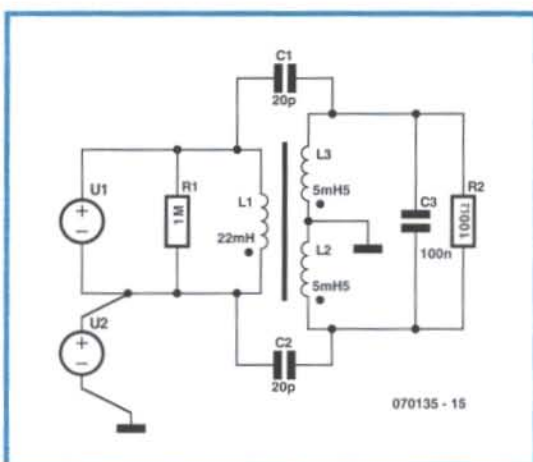
Mer förbättringar

Fram till nu så fungerar filtret bara med differentialstörningar. CM-störningar påverkas inte och som vi just har visat så är Y-kondensatorer mycket oönskade. Varför använder vi inte en isoleringstransformator? 230 V in, 230 V ut, nätet separeras snyggt och prydligt och du är hemma... Tyvärr fungerar inte detta. CM-störningar uppträder glatt på transformatorns sekundärsida på grund av den parasitiska kapacitansen mellan primär och sekundärlindningarna. Det finns bra (och dyra) transformatorer med flera skärmar mellan lindningarna som kan undertrycka störningar i hög grad. Men för att kunna realisera detta så måste skärmen anslutas till jord. Detta resulterar återigen i en oönskade kapacitiv koppling mellan jord och sekundärsidan hos filtret.

En annan lösning för att hantera CM-



Figur 3. Ett parallelfilter fungerar bättre i ett audiosystem.



Figur 4. Vi kan använda denna krets för att undertrycka CM-störningar.

nedsmutsning är att använda en transformator med en mittavtappning på transformatorns sekundärsida. Denna mittavtappning är ansluten till jordledaren. Resultatet av detta är att CM-spänningarna i ändarna av transforma-

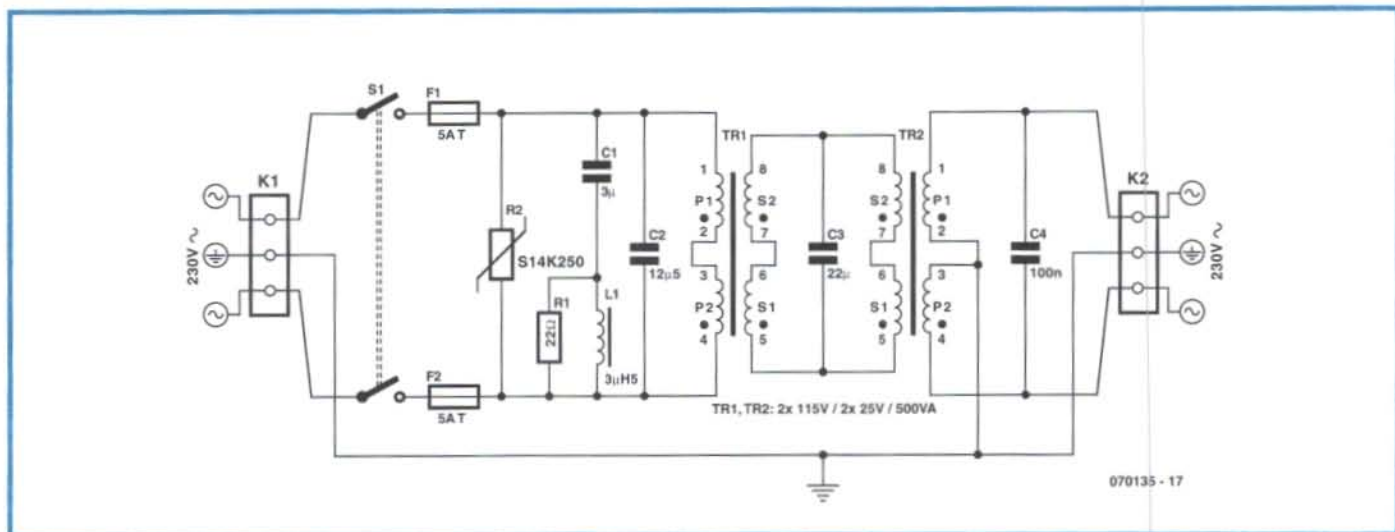
torlindningen ligger i motfas och därför raderar ut varandra (figur 4). U2 är CM-störningskällan. På grund av den parasitiska kapacitansen i transformatorn (C1 och C2) fasförskjuts dessa signaler 180°. De försvinner därför för den anslutna lasten.

De idealiska transformatorn för denna typ av filter måste ha en mycket låg kapacitans mellan lindningarna i kombination med en begränsad bandbredd (runt 50 Hz) — ett filter i sig själv och oöverkomligt. Men man kan emellertid komma långt med hjälp av två standardtransformatorer om du ansluter dem rygg-mot-rygg.

Figur 5 visar det kompletta schemat. Detta schema ger omedelbart ytterligare en möjlighet för extra filtrering med C3. Dessutom ger varistorn R2 skydd mot inkommande spikar. Det är **inte** någon bra idé att ansluta varistorer från fas och nolla till jord eftersom dessa delar har parasitiska kapacitanser på ca 350 pF och därför liknar en typ av Y-kondensator. Om du, efter all denna diskussion, frestas till att inte ansluta den 'smutsiga' jorden alls till dina audioapparater så råder vi starkt mot detta. Skyddsjorden måste alltid finnas för att ge säkerhet om det skulle uppstå ett isoleringsfel!

Komponenter

Det är kanske onödigt att nämna att det kompletta filtret i figur 5 är anslutet till nätspänning. Detta betyder att det finns livsfarliga spänningar över komponenterna och dessa får



Figur 5. Det kompletta schemat för nätfiltret.

aldrig vidröras när filtret är anslutet till nätet.

Komponenterna för filtret skiljer sig en hel del från de små SMD-bitar som du brukar köpa för 'normala' elektronprojekt. Du måste leta efter dem hos leverantörer av, bland annat, motorstyrningar. Kondensatorerna finns, till exempel, tillgängliga från Epcos i deras serie 'Power electronic capacitors for General purpose applications' (referens [1]). Spolen finns tillgänglig från Siemens (bland annat) med namnet 'Single Phase Reactor' (referens [2]).

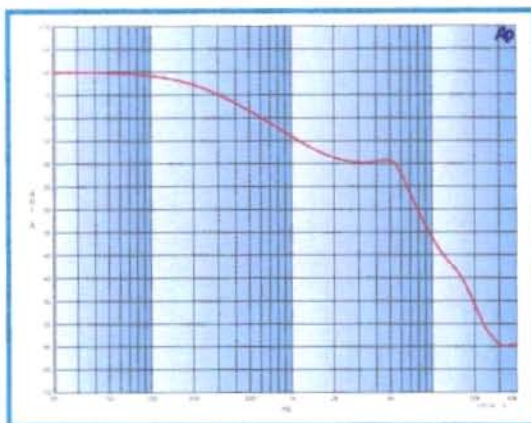
Som transformator kan vilken typ som helst på 300 VA-500 VA med en sekundärspänning på 36 V-50 V användas. På primärsidan måste det finnas två 115 V lindningar. Prototypen byggdes med ringkärnetransformatorer (toroider) för att begränsa storleken och vikten. Detta minimerar samtidigt det magnetiska läckfältet.

Resultat

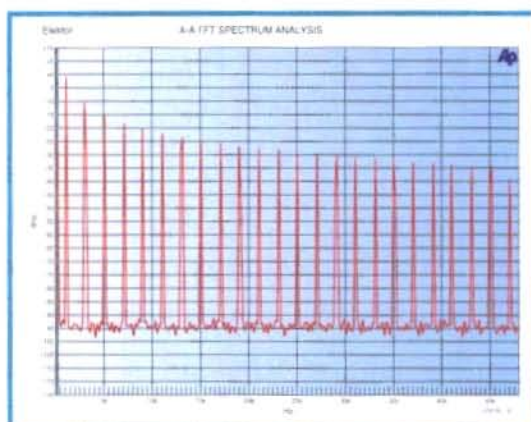
De första lyssningstesterna resulterade inte i höga glädjor och de uttryck som är så typiska i olika audioforum ("musiken är mycket mer öppen och djupare och bredare och stramare och ..."). Men att filtret gjorde sitt jobb upptäcktes när vi tog bort det från systemet igen. Ljudet var helt klart annorlunda. Speciellt de högre frekvenserna drar fördel av detta filter.

För det tekniska rättfärdigandet så har vi självklart utfört några prestandamätningar på filtret. Transferfunktionen visas i figur 6. Kurvan visar att filtret börjar att filtrera vid en ganska låg frekvens. Över 5 kHz faller kurvan snabbt. Höga brusfrekvenser på nätspanningen filtreras bort mycket effektivt.

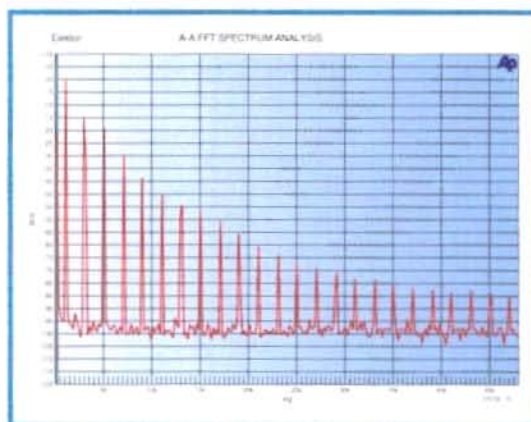
Figurerna 7 och 8 visar hur effektivt en fyrkantsignal på 1 kHz (figur 7) filtreras av filtret (figur 8) och på detta sätt ger en betydligt renare nätspanning. Filtret förhindrar alltså oönskade signaler från att kom-



Figur 6. Transferfunktionen hos det kompletta filtret. Här visas tydligt att de högre frekvenserna dämpas starkt.



Figur 7. En FFT av en fyrkantsignal med en frekvens på 1 kHz. De karakteristiska udda övertonerna minskar långsamt när frekvensen ökar.



Figur 8. Samma fyrkantvåg men mätt efter filtret. Det är uppenbart att de högre harmonierna reduceras mycket snabbare i amplitud. Här dämpas 1-kHz signalen med 15 dB i förhållande till figur 7.

ma in via nätdelen och påverka audiosignalen.

Slutsats

Användningen av färdiga filter har i allmänhet inte den önskade effekten tillsammans med en komponent i audiokedjan. Det blir vanligtvis fel på grund av Y-kondensatorerna som skickar brus ofiltrerat till jordledningen genom nätspanningen. Men med en annorlunda filterdesign kan vi hitta en bättre lösning.

Genom att själv bedöma resultaten av filtret kan du bestämma dig för om det är värt besväret (och kostnaden) för att filtrera den nätspanning som din audioinstallation behöver. Vi säger inte att det är en himmelsvid skillnad. Med det är definitivt en skillnad med denna krets.

(070135-1)

Weblänkar

- [1] www.epcos.com/inf/20/50/ds/B3236X.pdf
- [2] www.automation.siemens.com/cd-static/material/catalogs/e86060-k2803-a101-a4-7600.pdf
- [3] www.epcos.com/inf/70/db/var_01/01590173.pdf
- [4] www.epcos.com/inf/20/25/ds/b32320_22.pdf

KOMPONENTLISTA

Motstånd

R1 = 22Ω 1W

R2 = varistor 250 V, t.ex. Epcos S14K250, se [3]

Kondensatorer

C1 = 303.3 μF 250 VAC, t.ex. typ B32360A4305J080 från Epcos, se [1]

C2 = 10-15 μF 250 VAC, t.ex. B32360A2106J050 eller B32360A2156J050 från Epcos, se [1]

C3 = 20-25 μF 100 VAC, se [4]

C4 = 100nF 250 VAC X-klasskondensator

Övrigt

L1 = 3-4 mH 50Hz drossel, t.ex. 4EM4700-OCB00 från Siemens, se [2], sida 24.

F1, F2 = säkring, 5AT (trög)

TR1, TR2 = nättransformator, primär 2 x 115 V, sekundär 36-50 V; 300-500 VA

En blixst av inspiration

'Billigare än chips'

Hur en mobiltelefonblixst blir en multifunktions LED-lampa

Michael Gaus och Bernhard Kaiser

Man kan knappast tro det, inuti ett billigt blixstaggregat hittade konstruktörerna en gömd skatt — en Freescale 8-bitars kontroller med 4 kB Flashminne lämpligt för in-circuitprogrammering. Lägg till en hembyggd programmeringsadapter och några gratisprogram från Internet och du har skaffat dig själv en multifunktions LED-lampa!

Den snabba utvecklingen av kamera-mobiler betyder att du nu kan få tag på små påtryckbara blixstaggregat för under hundralappen. Och om tittar inuti dem hittar du några extremt ljusstarka LED och lite avancerad elektronik som gör dessa billiga enheter idealiska för omvandling till ficklampor, signallampor osv. Några beskrivningar av styrlogiken som hittades på Internet [1] inspirerade författaren till detta projekt. Detta är inte allt. Då även ett enkelt blixstaggregat kräver en viss logik och

måste kunna tala om för mobiltelefonen vad den håller på med, så finns det normalt en liten mikrokontroller bland komponenterna. Om du tror att denna mikro är en maskprogrammerad no-nameprodukt så bered dig på en trevlig överraskning, åtminstone när det gäller MPF-10 från Sony Ericsson. Inuti denna lilla skönhet hittar vi en industristan-dard 8-bitars kontroller från Freescale, försedd med 4-kB Flashminne med en extra bonus i form av in-circuitprogrammering. Och

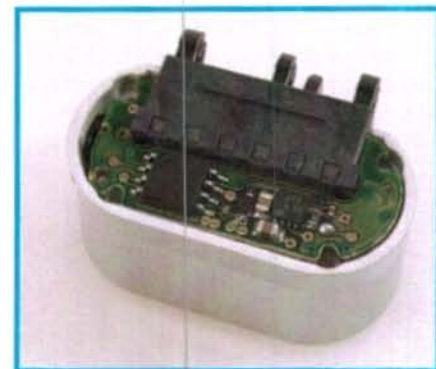
tigger inte detta dig om att skapa dina egna miniprogram? På detta sätt kan du göra dig av med befintlig styrlogik, vilket i sin tur lämnar en tom plats i höljet för dina egna ändamål. En mängd egenskaper kan då realiseras ganska enkelt: Konstant ljus, dimning, blinkande till och från eller en stroboskopeffekt. Exempelmjukvaran som våra författare har skrivit omfattar alla dessa funktioner vilket gör att denna LED-lampa kan användas som en multifunktionell ficklampa, för lågenergi-



Figur 1. Den mobiltelefonblixst som vi använt har kan du köpa för under en hundralapp.



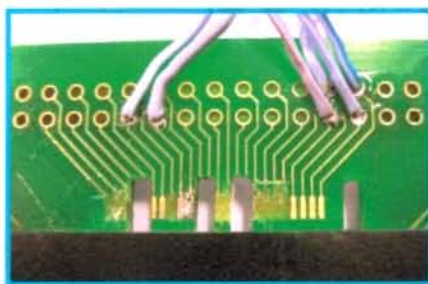
Figur 2. Stifttilldelningen från 8-bitars miniatyrkontrollern.



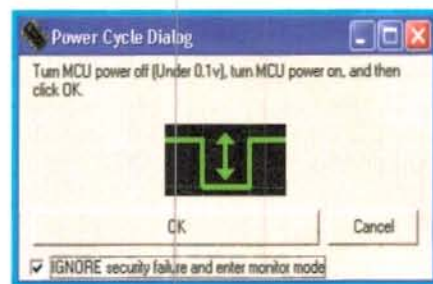
Figur 3. Step-up transformatorn kan man hitta bland de passiva SMD-komponenterna.



Figur 6. Programmeringen sker via denna kontakt på telefonblisten. En matchande kontakt till denna kan köpas på Internet.



Figur 7. Du kan också tillverka en matchande kontakt själv med ett kretskort avsett för SMD-komponenter.



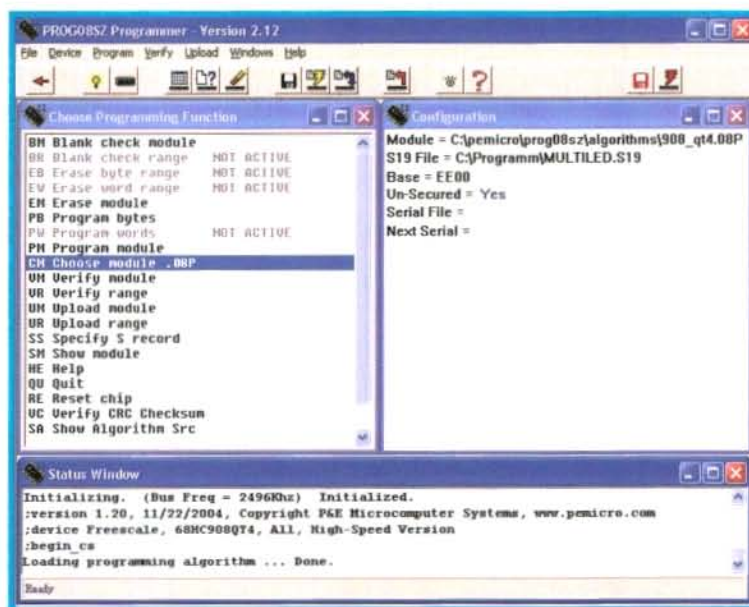
Figur 9. När fönstret 'Power Cycle Dialog' visas skall strömmen slås av och sedan på igen.

Programmeringsadapter

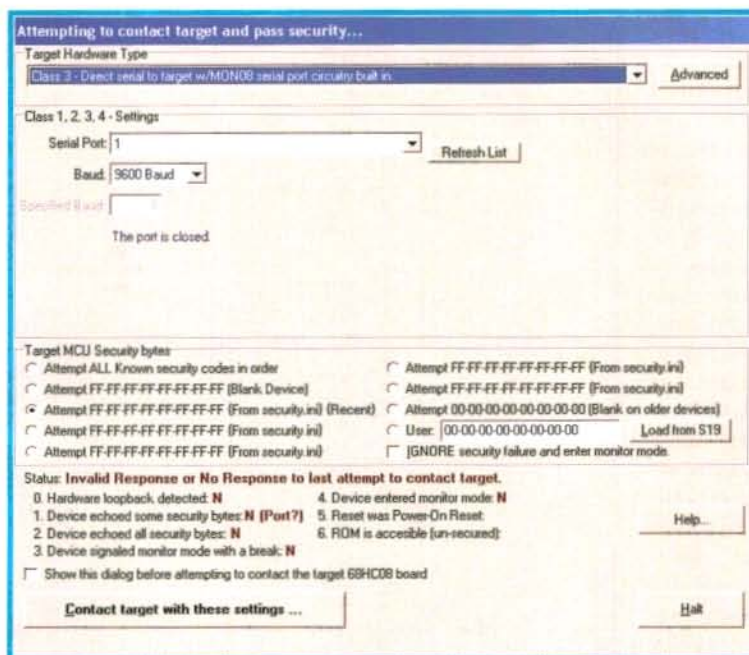
Att omprogrammera den lilla mikrokontrollern kräver en relativt enkel programmeringsadapter. I grunden är detta bara en RS-232 nivåväxlare (se figur 5). Om du avser att programmera flera blytt-enheter kan det vara lämpligt att använda den befintliga flervägskontakten då denna har länkar till alla anslutningar nödvändiga för programmering.

Du behöver en motpart att plugga in flervägskontakten i och denna kan du köpa online [3], se figur 3. Den säljs av företag som specialiserat sig på reservdelar för mobiltelefoner under beteckningen 'anslutningskontakt för Sony Ericsson T68 eller liknande. Om du inte kan hitta någon sådan så kan du tillverka en egen från ett kretskort avsett för SMD-komponenter med en avstånd på 0,9 mm mellan banorna (figur 7).

När du nu skall använda projektet praktiskt så måste du också ha en strömkontakt för DC-spänningen och för detta kan du antingen använda en annan matchande kontakt eller löda strömledarna direkt på mikrokontrollern. Denna lösning kräver då att du öppnar höljet till enheten (se rutan Att öppna höljet).



Figur 8. En serie inställningar måste göras när du använder serieinterfacet.



Figur 10. Programmeringsfilen väljs med 'SS'. Modulen raderas med 'EM' och programmeras med 'PM'.

Kompilator

Mjukvarukraven är bara en kompilator och lämplig programmeringsmjukvara. För att generera ett nytt program, eller modifiera vårt exempelprogram MULTILED.C, är gratiskompilatorn SDCC-2.6.0 [4a] idealisk, men du kan också använda Free-scales utvecklingsmiljö Code-Warrior som vi beskrev i nummer 2/2007. För Windowssystem skall du välja 'sdcc-win32' i [4a] för din nedladdning. Källkoden för C-filen kan skapas och redigeras i en enkel textredigerare såsom Anteckningar. När du skriver dina egna program så tänk på att variabler som innehåller 'near' måste deklarerats så att de verkligen kommer till det interna RAM-et, till exempel:

```
unsigned char near cTest;
```

I början av vår programmeringsaktivitet behöver vi stänga av watchdog-funktionen med

```
CONFIG1 = 0x01; //  
disable Watchdog
```

Kompilatorn anropas med en liten batchfil (för bekvämlighets skull har vi inkluderat filen i mjukvarufilen 070479-11.zip som du kan hämta från vår websida gratis [5].


```
sdcc -mhc08 --out-fmt-s19 -
-code-loc 0xEE00 --stack-loc
0xFF MULTILED.C
pause
```

0xEE00 är startadressen för den interna Flashminnesbanken. Stacken börjar vid adress 0xFF i det interna RAM-et och går nedåt.

Programmering

Kompilatorn producerar flera filer från källkoden, inklusive en .S19-fil. Denna används för att programmera mikrokontrollern.

Du måste installera verktyget 'PROG 08SZ Programmer' från PEMICRO [6]. Detta gratisprogram kräver att du registrerar dig (gratis) innan du kan ladda ner det så gå först till login sidan ('New Account'). Efter detta laddar du ner installationsfilen 'prog08sz_interactive_

Arbetsättet 'constant/dimmed light' låter dig använda LED-en med maximal ljusstyrka med spänningen aktiverad utan att du behöver trycka in den inbyggda switchen. Om du trycker på knappen träder dimmern i funktion och step-up transformatorn cyklas till och från av Enableingången. Om du håller knappen nedtryckt ytterligare dimmas ljusstyrkan genom att minska till/frånfasen. Så fort minsta inprogrammerade ljusnivå har nåtts går ljuset tillbaka till full styrka igen om knappen hålls in.

Du kan gå in i 'flash/strobe' modus genom att lägga på spänning och samtidigt hålla in flashknappen. Upprepade tryckningar på denna knapp switchar frekvensen mellan 60 olika värden.

[070479-1]

Varning

Var försiktiga när ni använder denna enhet eftersom de ultra-ljusstarka lysdioderna lätt kan skada din syn. Titta aldrig direkt in i ljuskällan från nära håll under någon längre tid.

install.exe'.

Ett antal inställningar måste göras under processen att använda serieinterfacet som du kan se av skärmdumpen i figur 8. När du har anslutit telefonblixten till strömförsörjningen och programmeringsadaptorn skall du aktivera knappen 'Contact target with these settings'.

Ett nytt fönster öppnas och i detta skall du välja rätt typ av mikrokontroller ('908_qt4.08P').

När fönstret 'Power Cycle Dialog' öppnas (se figur 9), måste strömmen slås från kort och sedan till. Den egentliga programmeringen sker sedan. Först väljer vi korrekt programmeringsfil (i detta exempel 'MULTILED.S19') med hjälp av programfunktionen 'SS' (se figur 10). Modulen raderas med kommandot 'EM' och programmeras med 'PM'. Med hjälp av 'VM' (verifiera modul) kan du kolla om hela operationen fungerar felfritt.

Exempelprogram

Författarna har skrivit ett litet men praktiskt exempelprogram (källkod och hexfil) som du kan hämta gratis från vår websida [5]. Programmet MULTILED.C opererar i två olika modus.

Weblänkar

[1] Telefonblixtnfo, bilder och inspiration för detta projekt:

http://avr.auctionant.de/mpf-10_handyblitz

[2] Datablad för mikrokontrollern:

www.freescale.com/files/microcontrollers/doc/data_sheet/MC68HC908QY4.pdf

[3] Kontakt för att flashprogrammera blixten:

<http://stores.ebay.de/MOBIL-PLANET-GMBH> (keyword: 'Anschlußleiste t68')

Or try a Google UK or eBay UK search to find a more local supplier (let us know if you do!).

[4a] C Compiler SDCC 2.6.0 (Freeware):

http://sourceforge.net/project/showfiles.php?group_id=599

[5] MULTILED.C, gratis nedladdning från vår websida

[6] Programmeringsmjukvara (registrering behövs):

https://www.pemicro.com/login.cfm?from_url=http://www.pemicro.com/downloads/download_file.cfm?download_id=83

Att öppna höljet

Under programmeringen (med en gördet-självdapter eller via 'flygande' ledare är det viktigt att säkra matningsspänningen, mekaniskt, från att kopplas bort. Detta betyder att du måste öppna höljet och löda trådarna till mikrokontrollern. Och detta är också ett lämpligt tillfälle att byta ut de vita LED-en mot färgade om du vill.

Du plockar isär enheten i två steg.

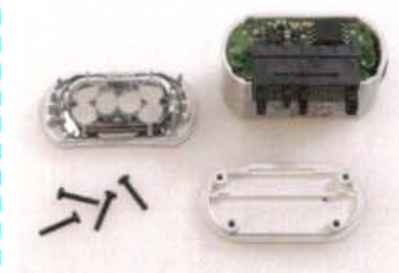
Fönstret och reflektorn är fasttryckta på resten av höljet. Om du pressar ner en kniv eller skruvmejsel i springan så lossar fönstret/reflektorn och du kan dela blixten i två delar.

För att komma åt elektroniken måste du



ta bort bakstycket genom att lossa de fyra skruva som håller ihop reflektorn.

Matningsledningarna löds fast direkt på mikrokontrollerns ben. Genom att



skruva ihop höljet igen får du en bra dragavlastning.



USBprog

Open-source universalverktyg

Benedikt Sauter och Thomas Scherer

En ny mikrokontroller och därmed ytterligare en ny programmerare? Alla som håller på med mikrokontrollerkretsar idag har en hel arsenal med kretskort och adaptrar för att programmera olika chip. Använd i stället vår USBprog som kan ersätta alla dessa med en enda enhet. Och som en extra bonus kan den även användas som en universell USB I/O-port och som RS232-adapter.

Egenskaper och funktioner

- USB-interface
- Mjukvara för både Windows och Linux
- Programmerare och avbuggare för AVR-processorer
- Programmerare och avbuggare för AVM-processorer
- USB-till-RS232-omvandlare som inte behöver drivrutin
- JTAG-interface
- USB-till-digital-I/O interface (tio signaler)

Benedikt Sauter designade detta projekt därför att han kände sig så frustrerad inför det faktum att varje ny mikrokontroller på marknaden verkade kräva sin egen programmerare. Detta

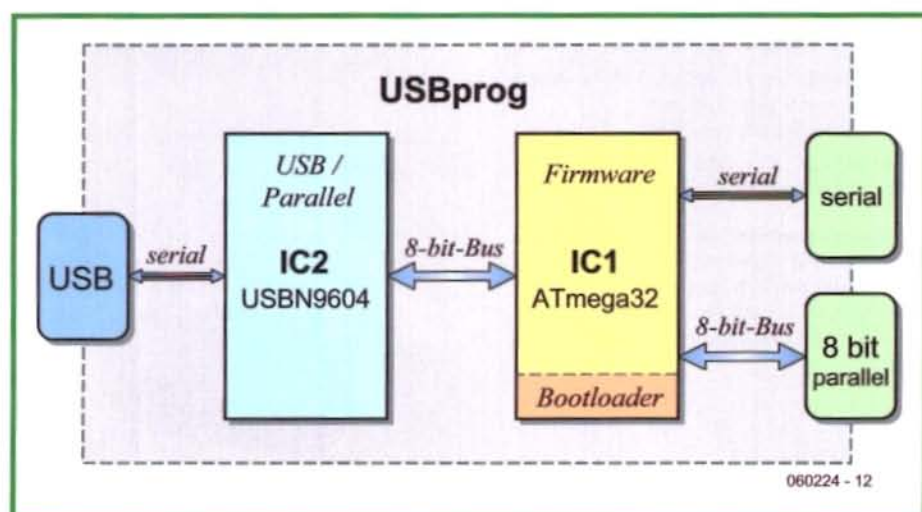
är inte bara ett slöseri av plats och pengar utan det är knappast miljövänligt att hålla på så. Dessutom, många av de enkla programmeringsdesigner som finns på Internet, såväl som äldre

kommersiella enheter, kräver en PC med ett interface som moderna datorer och laptoppar inte har idag, RS-232 eller en parallellport. Idag är det ett USB-interface som gäller för de flesta kringapparater.

Ibland kan en seriell enhet få nytt liv genom att använda en USB-till-serie-omvandlare. Dessa omvandlare är ofta ganska långsamma, speciellt när det gäller mjukvarustyrning av handskakningssignalerna. Även att överföra bara några få kilobyte av data in i mikrokontrollerns minne kan få dig att rulla tummarna under flera minuter och dessa fördröjningar är speciellt irriterande när man håller på att utveckla och avbugga mjukvara. Bra (dvs snabba) USB-till-serieomvandlare finns visserligen, men de är betydligt dyrare än den universella enhet som vi beskriver här.

Diversearbete?

När vi nu har lagt fram problemen så skall vi också försöka lösa dem, helst alla på en gång! Då vi vill ha en relativt snabb dataöverföring mellan USB-porten och målsystemet så är det förnuftigt att använda ett USB-chip tillsammans med en dedikerad mikrokontroller som ansvarar för höghastighetskommunikationen med processorn i målsystemet. Om vi väljer en någotsånär kraftfull mikrokontroller för denna uppgift är det också möjligt att ge enheten en viss intelligens. Vi kan ladda ner data till en buffert i mikrokontrollern



Figur 1. Blockschemat för USBprog visar kombinationen av en USB-brygga och en mikrokontroller.

rammer

rface

Windows & Linux



USBprogr



ARM-Programmer



USB-I/O-Interface



JTAG-Interface

Tabell 1. Firmware tillgänglig på projektsidan (status: Augusti 2007). Sortimentet utökas kontinuerligt.

N°	Namn	Beskrivning	Status
1	AVRISP mkII clone	Klon av den ursprungliga AVRISP mkII	stabil
2	OpenOCD adapter	Adapter för ARM7 och ARM9	beta
3	AT89 programmer	Utvecklad för Allt om Elektroniks (Elektor) AT89S8252-kort	beta
4	SimplePort	Tio I/O-signaler kan kontrolleras med C, Python eller Java	stabil
5	JTAG adapter	Universell USB-till-JTAG adapter med C-bibliotek	beta
6	USB-to-serial converter	USB-till-RS-232 omvandlare (extra drivrutin behövs inte)	pre-alpha
7	JTAGICE mkII clone	Klon av den ursprungliga JTAGICE mkII	under utveckling (grundfunktioner)
8	XSVF-USB player	Universell XSVF-spelare	strukturen och ramen för källkoden på plats
9	Blink demo	Enkel LED-blinkningsdemonstration	stabil
10	PIC programmer	Baserad på 'Odyssey' för Linux och Windows	strukturen och ramen för källkoden på plats
11	USB BDM interface	Interface och avbuggning för 68-seriens processorer	strukturen och ramen för källkoden på plats
12	MSP430 JTAG	Interface för denna lågeffekts mikrokontroller från Texas Instruments	strukturen och ramen för källkoden på plats

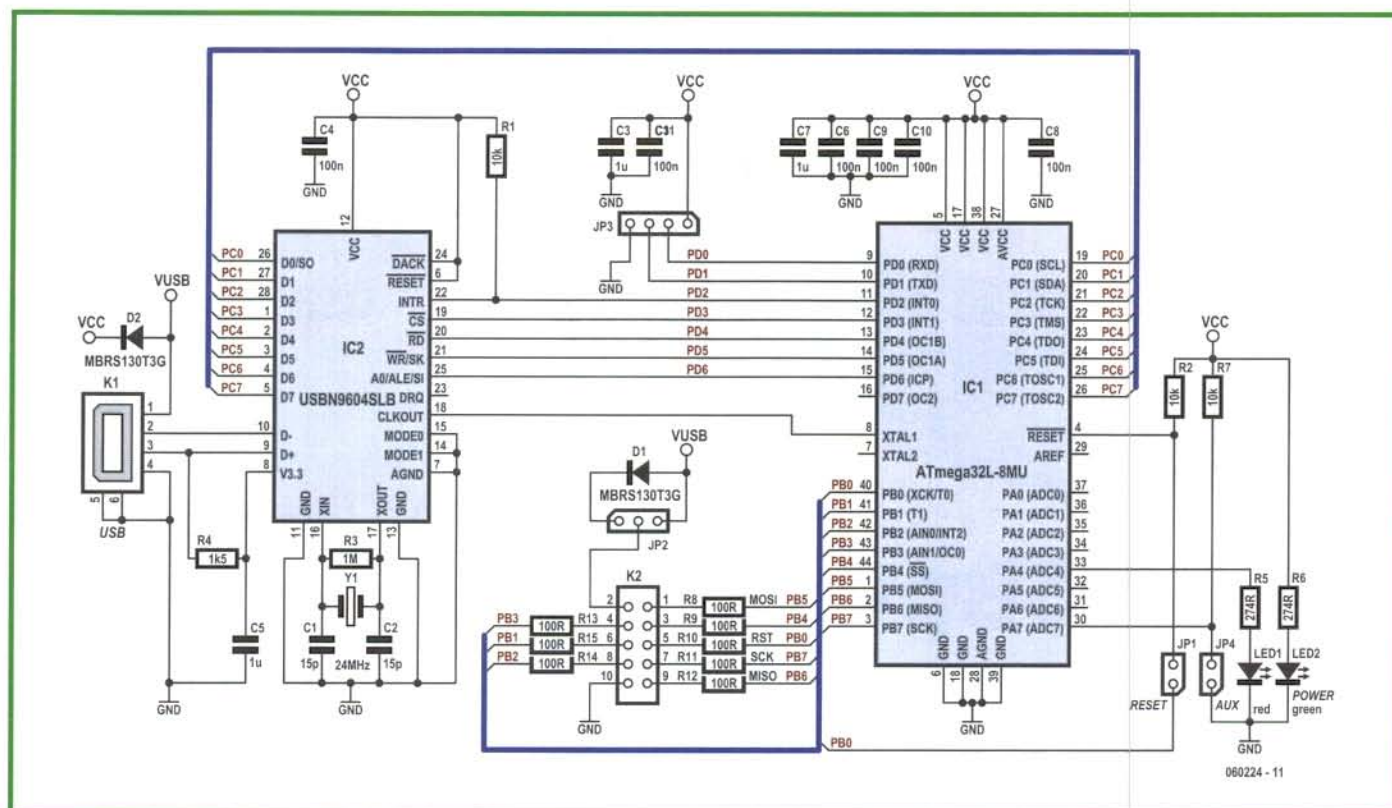
i en enda snabb operation och sedan kan denna utföra resten av programmeringsuppgiften autonomt, simulera programmeringsinterfacet och överföra data till målsystemet (se figur 1). Faktum är att vi kan göra det ännu bättre. Om vår mikrokontroller är programmerad med en generisk bootloader är det möjligt att ladda in i dess minne vilken mjukvara som helst som behövs för den speciella uppgiften som föreligger från PC:n med hjälp av USB-interfacet, i stället för att använda dess eget programmeringsinterface. Det betyder naturligtvis att det måste vara enkelt att uppdatera firmware, men det

förvandlar också enheten till ett universellt verktyg. Genom att använda firmware med olika funktioner i USB-progs mikrokontroller kan vi förvandla enheten till en AVR-programmerare, eller en ARM7/ARM9-programmerare, eller en USB digital I/O-port. Och då mikrokontrollern vi använder har en inbyggd UART får vi också gratis en USB-till-serieomvandlare!

Open source

Den mest eleganta hårdvarudesign i världen är ingenting utan dess medföljande mjukvara och detta är speciellt

sant när det gäller USBprogr. Utan en lämplig bootloader och firmware som ger oss alla de förväntade funktionerna så skulle vi stå där med en bit värdelös elektronik. Det är knappast lämpligt att be våra läsare att skriva sin egen firmware och därför har konstruktören, förutom den behövliga drivrutinen för USB-interfacet och bootloadern för IC1, även lagt upp en mängd ytterligare program på sin websida [1]. Firmware finns också att hämta från vår websida www.alltomelektronik.se. Tabell 1 visar vilken firmware som finns tillgänglig och vilken som är under utveckling. En intressant post



Figur 2. Kretsschemat för USBprog är inte mer komplicerat än blockschemat.

tillåter USBprog att omvandlas till en klon av Atmels mkII in-system programmerare. Den kan sedan användas direkt med Atmels gratis utvecklingsmiljö AVR Studio [2] och annan mjukvara som stöder AVRISP mkII. Ett annat firmwarealternativ gör att ARM7 och ARM9 mikrokontroller kan programmeras och avbuggas med hjälp av utvecklingsmiljön OpenOCD [3]. Andra alternativ låter enheten fun-

gera som en USB-till-serieomvandlare eller ett enkelt USB-interface med tio digitala I/O-linjer. Under utveckling är en JTAG-baserad programmerare och firmware för att programmera andra mikrokontrollerfamiljer. I den sanna andan av open-source mjukvara är källkoden för firmware tillgänglig gratis. Vi uppmuntrar på det allra varmaste våra läsare att bidra till projektet till glädje för alla an-

vändare och det finns redan ett litet sällskap med användare och utvecklare för USBprog. För att göra det enklare att börja med detta open-sourceprojekt innehåller projektsajten också mjukvara som inte bara kan reflasha ATmega32 utan också (med en knapptryckning) kolla projektsajten för att se om någon ny firmware har blivit tillgänglig, och om så är fallet ladda ner den. Pake-

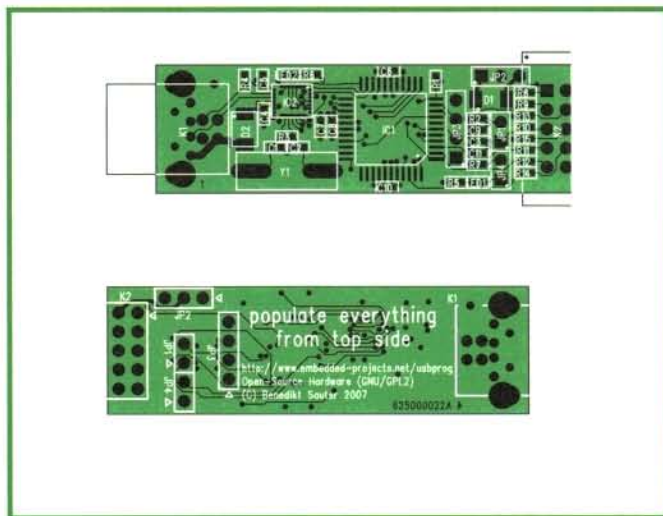
Tabell 2. Stifttilldelning på K2 under olika firmwarekonfigurationer.

Stift-nummer	AVRISP mkII klon	OpenOCD adapter	AT89 programmer	SimplePort	JTAG adapter	USB-till-serie omvandlare	JTAGICE mkII klon
SV2 stift 1	MOSI	TDO	MOSI	Port 1	TDO	-	TDI
SV2 stift 2	VCC	VREF	VCC	VCC	VREF	VCC	VREF
SV2 stift 3	-	SRST	-	Port 2	SRST	-	-
SV2 stift 4	-	TRST	-	Port 3	TRST	-	-
SV2 stift 5	Reset	TMS	Reset	Port 4	TMS	-	TCK
SV2 stift 6	-	-	-	Port 5	-	-	-
SV2 stift 7	SCK	TCK	SCK	Port 6	TCK	-	TMS
SV2 stift 8	-	-	-	Port 7	-	-	-
SV2 stift 9	MISO	TDI	MISO	Port 8	TDI	-	TDO
SV2 stifts 10	GND	GND	GND	GND	GND	GND	GND
JP3 RX	-	SRST	-	Port 9	-	RX	-

tet finns tillgängligt för såväl Linux som för Windows och det planeras även en version för OS X.

Hårdvara

Figur 2 visar kretsschemat över USBprog, som inte är mycket mer komplicerat än blockschemat. Hela kretsen drar mindre än 100 mA och matas bekvämt direkt från PC:n via USB-kontakten. D2 skyddar PC:n från överspänningar som kommer från den hårdvara som är ansluten till enheten. IC2 är en dedikerad USB-brygga som är kompatibel med 'full speed' USB 1.1.



Figur 3. De flesta komponenterna på det dubbelsidiga kretskortet är ytmonterade typer.

Själva bygget och bootloadern

USBprog byggs på ett dubbelsidigt kretskort och använder ett antal ytmonterade komponenter, så många av våra läsare föredrar förmodligen att köpa den som en byggsats från oss där de flesta komponenterna redan har monterats på kortet. Det är bara kontakterna och stiftlisterna som behöver lödas. Mer ambitiösa byggare kan tillverka sina egna kort (figur 3) med hjälp av den layout som finns tillgänglig från vår websida eller beställa kortet från www.thepcbshop.com och bestycka

KOMPONENT-LISTA

Motstånd

R1, R2, R7 = 10kΩ, SMD 0603
R3 = 1MΩ, SMD 0603
R4 = 1kΩ5, SMD 0603
R5, R6 = 274Ω, SMD 0603
R8...R15 = 100Ω, SMD 0603

Kondensatorer

C1, C2 = 15pF, SMD 0603
C3, C5, C7 = 1μF, SMD 0603
C4, C6, C8-C11 = 100nF, SMD 0603

Halvledare

IC1 = ATmega32L-AU, QFP 12x12 (Atmel)
IC2 = USBN9604SLB (National Semiconductor)
D1, D2 = MBR130T3G, SMB DO214AA
LED1 = LED, röd, SMD 0603
LED2 = LED grön, SMD 0603

Miscellaneous

Y1 = 24 MHz, kristall, HC49/4 hölje
K1 = USB-sockel, typ B, för kretskort
K2 = 10-pl DIL stifttag, viklat, för kretskort
JP1, JP4 = 2-pol SIL stiftlist
JP2 = 3-pol SIL stiftlist
JP3 = 4-pol SIL stiftlist
Kretskort, obestyckat, ref. 060224-1, se www.alltomelektronik.se
Kretskort med ytkomponenterna monterade.
Övriga komponenter medföljer 060224-71, se Shopsidorna.

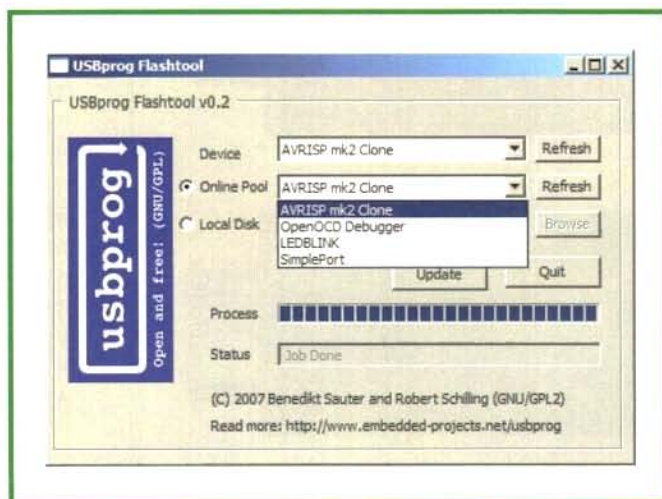
Den överför data med hjälp av DMA, vilket är mer än tillräckligt snabbt för vårt ändamål. Dess klocka tas från en 24 MHz kristall. Denna frekvens dubblas internt och sedan kan en programmerbart erhållen frekvens göras tillgänglig på CLKOUT-utgången. Vi använder denna för att klocka IC1 och därmed behöver vi inte någon andra kristall. Den största delen av firmware kommer att konfigurera klockan så att den körs med sin maximala frekvens på 16 MHz. IC1 och IC2 är anslutna av ett antal kontrollsignaler och en åttabits buss. Funktionen hos pinnarna hos parallellporten K2 och hos JP3 bestäms av den firmware som används (se tabell 2). Om JP1 är monterad kan resetsignalen för IC1 drivas externt via pinne 5 hos K2, vilket behövs när man programmerar bootloadern i IC1. JP2 bestämmer om den hårdvara som är ansluten till K2 skall matas direkt från 5-V matningen på USB-kontakten eller

om PC:ns matning skall skyddas av dioden D1. D1 och D2 är Schottkydioder som har ett lägre framspänningsfall än vanliga dioder. JP4 finns tillgänglig för vilket ändamål som helst, du kan till exempel ansluta en extern tryckknapp till den.

det för hand.

När bygget är klart (figur 5) så befinner vi oss i en hönan-ägget situation. Innan vi kan ladda ner önskad firmware över USB-interfacet måste bootloadern, som utför denna programmeringsfunktion, programmeras in i IC1. Som en sekundär funktion kan port B hos IC1 användas för programmering och alla nödvändiga anslutningar är dragna ut till K2. Om du inte redan har en AVR-programmerare (och inte kan titta, låna eller stjäla en från en kompis) så är det möjligt att använda en PC med en parallellport och en enkel programmeringskrets [4] som du kan bygga på en bit experimentkor.

Filen 'usbprog_base.hex' kan överföras till ATmega32-an med hjälp av AVR Studio, AVRDUDE eller något annat programmeringsverktyg från AVR. Fusebitarna måste programmeras i enlighet med tabell 3.



Figur 4. En skärmdump av 'usbprog-gui.exe' under Windows.

Om konstruktören

Benedikt Sauter är en passionerad open-source hårdvaru- och mjukvaruutvecklare och tar hand om USBprog-applikationerna på projektsajten.

Tabell 3. Fusebitarna inställning för ATmega32.

N°	Fuse	Värde	Beskrivning
1	BODLEVEL	1	ingen brown-out detektering
2	BODEN	0	ingen brown-out detektering
3	SUT0	0	start-up tid = 6 CLK + 64 ms
4	SUT1	1	start-up tid = 6 CLK + 64 ms
5	CKSEL3..0	0000	extern klocka
6	CKOPT	1	extern klocka
7	OCDEN	1	on-chip-debug avstängd (krävs eftersom Port C används)
8	JTAGEN	1	JTAG off
9	SPIEN	0	serial program download aktiverad
10	EESAVE	1	chip erase raderar också EEPROM
11	BOOTSZ1..0	00	bootstart adress = \$3800
12	BOOTRST	1	endast för 'usbprog_base.hex'; annars BOOTRST = 0

När bootloadern och fusebitarna är programmerade är enheten klar att använda.

Mjukvara

Som vi noterat tidigare finns både kommandorads och 'riktiga' applikationsversioner av programmet tillgängliga för att ladda firmware in i USB-

prog tillgängliga både för Linux och Windows.

För Windows finns det ett installationsprogram (kallas 'Installer.exe') på projektsajten [1]. När denna fil körs under Windows installeras kommandoradsprogrammet ('usbprog.exe'), versionen med det grafiska användarinterfacet ('usbprog-gui.exe') och lämplig drivrutin. När USNprog nu ansluts till

en USB-port kommer Windows att känna igen den och ladda in drivrutinen automatiskt.

På grund av alla de olika arkitekturer under vilka Linux körs så kommer denna version av programmet inte färdigkompilerat. Mjukvarans arkivfil skall laddas ner från [1] och följande procedur skall följas:

1. Packa upp arkivfilen: 'tar xvzf usbprog.tar.gz'.

2. Byt till 'usbprog' biblioteket.

3. Preparera för kompilering med hjälp av kommandot './configure'.

4. Starta kompileringen med kommandot 'make'.

5. Installera med hjälp av kommandot 'make install' (som rot).

Mjukvaran för USBprog finns för närvarande inte tillgänglig för Mac. Det är dock möjligt att använda USBprog som en AVRISP mkII klon med hjälp av gratismjukvaran AVRDUDE [5] som är ett kommandorads programmeringsverktyg för AVR mikrokontroller. Nyheter och uppdateringar relaterade till USBprog kommer att postas på projektets websida [1].

[060224-1]

Webblänkar

[1] Projektsida:

www.embedded-projects.net/usbprog och <http://www.elektor.com>

[2] AVR Studio:

www.atmel.com/avrstudio

[3] OpenOCD:

<http://openocd.berlios.de/web>

[4] Parallellportsprogrammerare:

www.ixbat.de/index.php?page_id=188

[5] AVRDUDE:

www.nongnu.org/avrdude

[6] WinAVR:

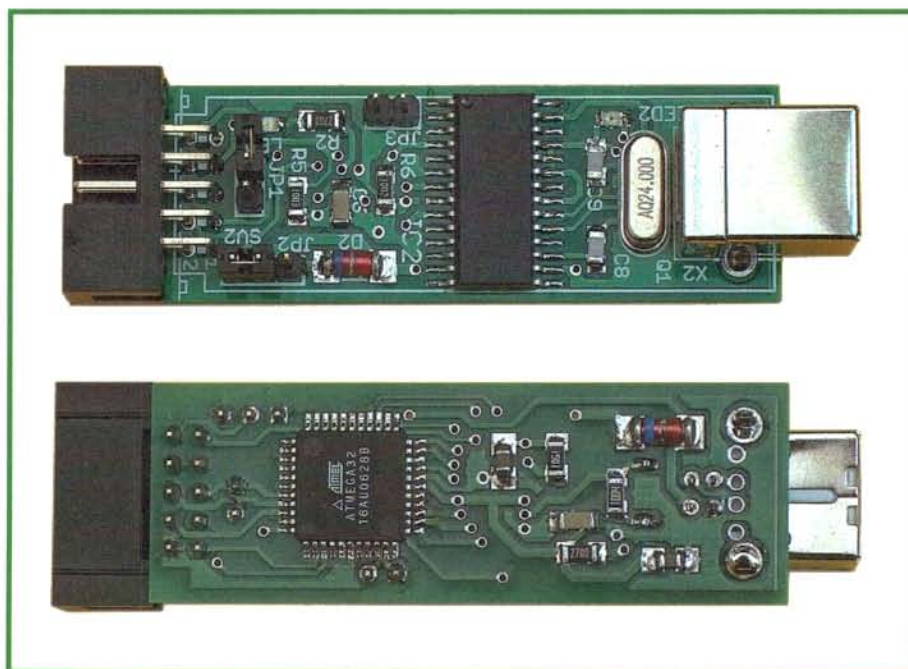
<http://winavr.sourceforge.net>

[7] Yagarto (ARM utvecklingsmiljö):

<http://www.yagarto.de>

[8] ATmega32 datablad:

www.atmel.com/dyn/resources/prod_documents/doc2503.ppdf



Figur 5. Denna prototyp tillverkad i Elektors laboratorium är nästan identisk med den slutliga versionen.

USB/UART-interface

En överlevnadsguide

Antoine Authier

De första chipen som skapade ett interface mellan USB-bussen och asynkrona seriebussar (UART) kom under tidiga 2000-talet. Nu har vi tredje, fjärde och till och med femte generationens kretsar; snabbare, tillförlitligare och stabilare (speciellt deras drivrutiner) och med förbättrade egenskaper.

Med hjälp av dessa IC-kretsar är det möjligt att ansluta vilken enhet som helst som kräver en full duplex asynkron serielänk (antingen RS232-kompatibel eller inte) till en USB värd buss.

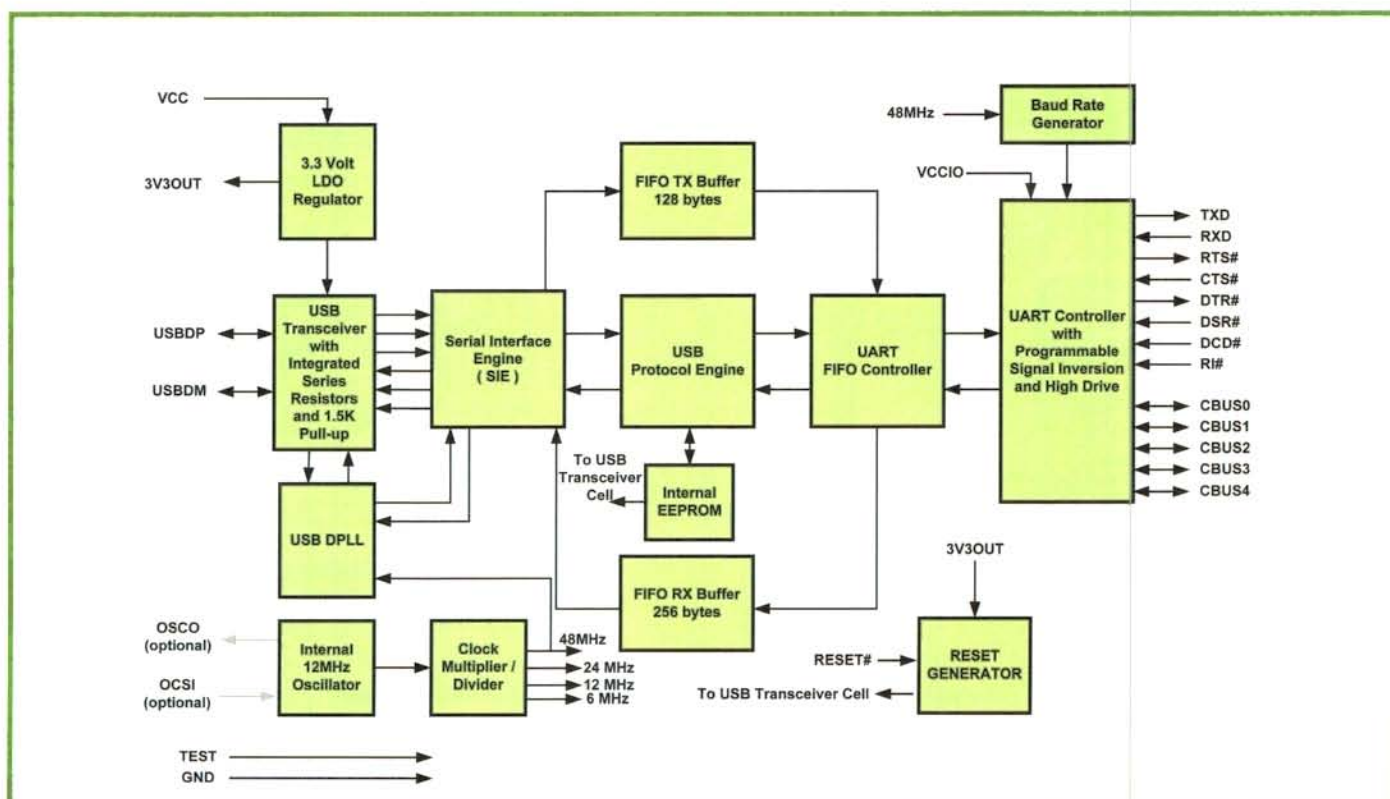
Deras drivrutiner erbjuder normalt två arbetssätt. Det första gör det möjligt att simulera en traditionell COM-

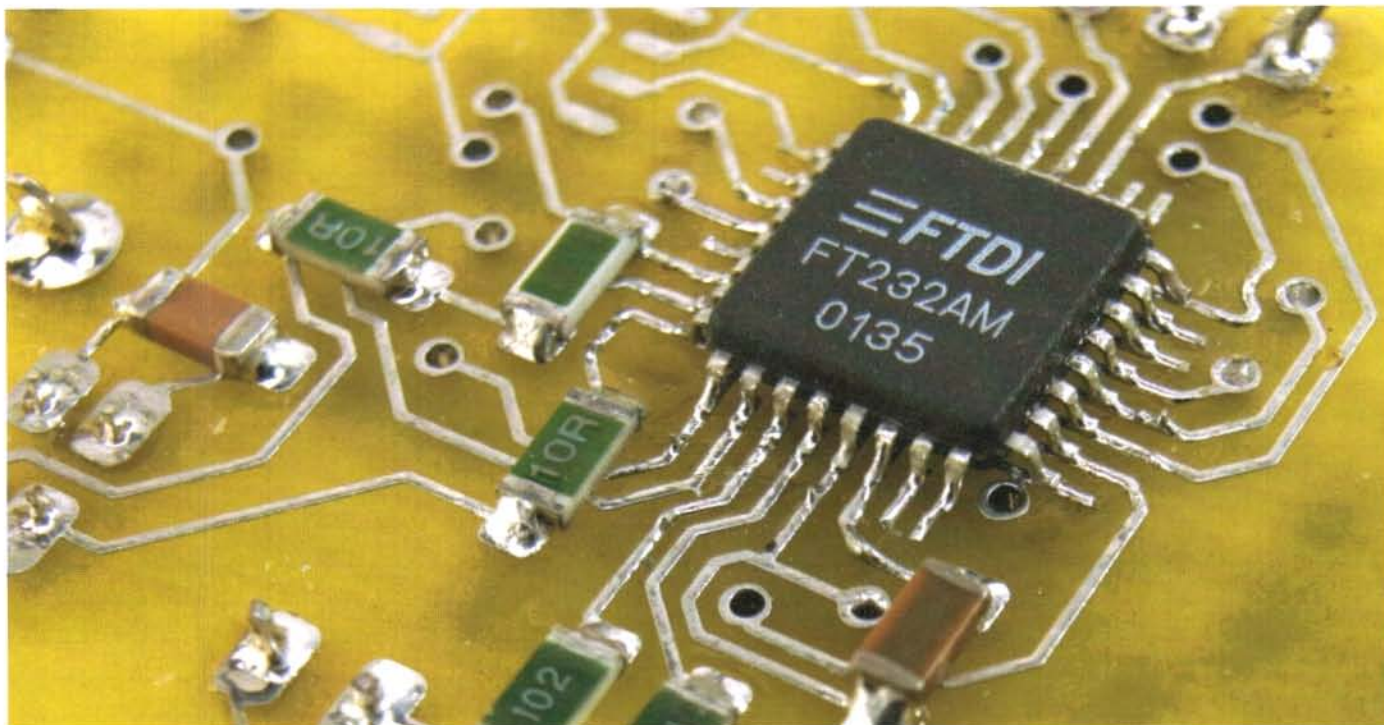
port under majoriteten av operativsystem (Windows, Linux). På så sätt ökas flexibiliteten när man går över till ny teknik, genom att göra det enklare att använda äldre apparater, som är designade för serieportar, på USB-bussen.

Det andra sättet rör höghastighets dataöverföring (dvs direkt blocköver-

föring, bulkmod), speciellt genom användningen av ett större buffertminne, så länge som man inte måste hålla sig till den konventionella RS 232-signalerings. Vissa IC-kretsar gör det möjligt att enkelt överskrida begränsningen på 115 200 bps.

De tre huvudsakliga spelarna på denna marknad är det skotska företaget





(Future Technology Device International Ltd (om du någon gång undrat vad som döljer sig bakom förkortningen FTDI), amerikanska **Silicon Laboratories Inc.** ('Silabs' för sina vänner) och taiwanesiska **Prolific Technology Inc.**

FTDI

De två senaste produkterna från FTDI är FT232R och FT232D.

FT232R erbjuder ett USB/seriellt UART (Universal Asynchronous Receiver/Transmitter) interface och fungerar också i synkront 'bit bang' modus; detta modus, specifikt för FTDI-chipen, låter dem kontrollera åtta höghastighets ingångar/utgångar (I/O). Ett konfigurations-EEPROM och de nödvändiga USB-bussanslutningsmotstånderna har integrerats på chipet tillsammans med klockkretsen för att förenkla implementering och för att spara plats.

Den interna klockan (konfigurerbar till 6, 12, 24 eller 48 MHz) finns tillgänglig på en av IC-pinnarna. Den kan desutom användas för att klocka en mikrokontroller eller extern logik.

Under produktionen får varje IC ett unikt identifieringsnummer (FTDI-Chip-ID). FTDI är mycket stolta över denna tekniska innovation som gör det möjligt att, till exempel, skydda en applikation mot piratkopiering.

FT232D erbjuder två oberoende-konfigurerbara USB-UART/FIFO (First In-

First Out) interface. Den stöder speciellt följande modus: UART-interface, FIFO, bit bang, JTAG-kompatibla synkrona serieinterface, I²C och SPI-bussen. De tre sistnämnda interfacen gör denna IC mycket populär för direkt anslutning till ett brett område av chip. JTAG-kompatibiliteten gör avbuggning

periferien /dev/ttyUSBx när en FTDI IC ansluts under Linux.

Många andra bidragsgivare har skrivit andra implementationer och supplement. Intra2net, till exempel, ger ett speciellt bibliotek för tillgång i bit-bangmodus (<http://www.intra2net.com/de/produkte/opensource/ftdi/>).

En användarrapport

"Hårdvarans flödeskontroll funkade inte korrekt. Men lyckligtvis för oss så korrigerade den tekniska supporten i USA detta mycket snabbt.

Å andra sidan följer ingen källkod med Linuxdrivrutinen. Så det tog oss en hel del tid, inspiration och reverse-engineering för att anpassa den.

I termer av seriell portsynkronisering tvingar USB överföringen av frames per paket, vilket ger en kort fördröjning – några få millisekunder om minnet inte sviker mig – både vid sändning och mottagning.

Men en sak är helt klar – detta hindrar dig inte från att uppnå betydligt högre överförings-hastigheter än med en konventionell serieport."

Frederic, R&D Inventel, Paris.

och felfri programmering lättare.

Drivrutinerna för dessa kretsar tillhandahålls gratis av FTDI för både Microsoft och Linux (kernel 2.4.x bara, vilket verkar lite antikt när denna artikel skrivs). Bill Ryder är initiativtagare till 'Virtual COM for Linux' (<http://ftdi-usb-sio.sourceforge.net>) och koordinerar långtidsutvecklingen. Bills drivrutin är inbyggd i kärnan sedan version 2.4.20 och är ansvarig för skapandet av

Baserad på 'libusb' standarden fungerar detta bibliotek mycket bra, åtminstone så långt vi har haft möjlighet att testa det.

Windowsdrivare finns tillgängliga från websidan och är mycket väldokumenterade.

FTDI verkar ligga i framkanten när det gäller de IC-kretsar som mest används i hembyggda elektronikprojekt.

Det finns en hel del know-how ute på

Karakteristika – Egenskaper	FTDI		Silicon Laboratories
	FT232R	FT232D	CP2101
USB-standard	2.0 Full Speed	2.0 Full Speed	2.0 Full Speed
Storlek på USB-beskrivar EEPROM (byte)	1024	extern	512
Storlek på sändarbuffert (byte)	128	128	512
Storlek på mottagarbuffert (byte)	256	384	512
Antal databitar som stöds	7 och 8	7 och 8	8
Antal stoppbitar som stöds	1, 2	1, 2	1
Paritetsstöd	even, odd, none, mark, space	even, odd, none, mark, space	even, odd, none
Handskakning	hårdvara eller mjukvara X-On X-Off	hårdvara eller mjukvara X-On X-Off	hårdvara och mjukvara
Baud-rate	RS232: 300 bps – 1 Mbps RS485: 300 bps – 3 Mbps	RS232: 300 bps – 1 Mbps RS485: 300 bps – 3 Mbps	300 bps 921.6 kbps
Suspend & Resume	ja	ja	nej
Konfigurerade datahastigheter (icke-standard)	ja	ja	nej
Konfigurerbar mottagartime-out	ja	ja	nej
Generiska in/utportar	5 konfigurerbara	konfigurerbar	nej
Konfigurerbar in/utportspänning via Viopinne	1.8, 2.8, 3.3, 5 V	3.3, 5 V	nej
Dynamisk standby via USB-port		ja	nej
Stöder RS-232 protokollet	ja	ja	ja
Stöder RS-422 protokollet	ja	ja	nej
Stöder RS-485 protokollet	ja	ja	nej
Andra seriebussar	-	JTAG, I ² C, SPI	-
Blocköverföringsmod	ja, bit bang	ja, bit bang	ja
Intern klocka	6, 12, 24, 48 MHz	nej	-
Inbyggd impedansanpassning för USB-bussen	ja	nej	ja
Matningsspänning	3.3, 5.25 V	4.35, 5.25 V	3.0, 3.6 V
Strömförsörjning via USB-bussen	ja	ja	ja
Serienummer	FTDIDChip-ID	nej	nej
Kapsling	QFN-32 SSOP-28	LQFN-48	QFN-28
Mjukvarudrivrutiner	Virtuell COMport (W/L) D2XX (W/L)	Virtuell COMport (W/L) D2XX (W/L)	Virtuell COMport (W/L) USBXpress (W)

webben, vilket är till fördel för alla. Även om det är riktigt att tillgången var lite si och så för några år sedan så har distributionsnätet förbättrats och FTDI-chip finns nu lätt tillgängliga till överkomliga priser.

Vi kommer inom kort att ge en introduktion till deras senaste innovation, Vinculum USB värdkontroller.

Silicon Laboratories

Silicon Laboratories erbjuder tre IC i sitt USB/serieinterfaceområde: CP2101, CP2102, och CP2103.

CP2101 är basen och referensen. Den erbjuder alla grundfunktionerna hos

USB/UART-interfacet från Silabstallet. Dess 5 mm kapsel omfattar en USB 2.0 kontroller, en klocka, impedansanpassningskrets för motståndslös anslutning till USB-bussen, ett 512-byte EEPROM och en RS232-kompatibel UART-kontroller. Det behövs alltså inga externa komponenter på USB-sidan. CP2102 och CP2103 är förbättringar av detta med fler funktioner. Det interna EEPROM-et, utbyggt till 1024 byte, kan skrivskyddas. CP2103 har byggts ut med fyra oberoende I/O-portar, deras utgångsspänning är justerbar (med hjälp av en extern matning). Den stöder också RS485-protokollet och dynamisk stand-by operation via USB-bussen.

Silabs tillhandahåller också två typer av drivare. COM-portemulering finns tillgänglig under både Windows och Linux. I denna konfiguration stöder UART-interfacet alla funktionerna hos RS232-protokollet såväl som handskakning. CP3103 känner också igen RS485-protokollet och styr fyra GPIO (General Purpose Input/Output). En drivrutin benämnd 'USBXpress', enbart tillgänglig för Windows, ger direkt tillgång till chipet. Det skall noteras att källkoden tyvärr inte följer med Linuxdrivaren.

Craig Shelley har skrivit om denna drivrutin som finns tillgänglig med källfilerna för den aktuella kärnan.

		Prolific		Moschip	
CP2102	CP2103	PL2303	PL2313	MCS7820	MCS7840
2.0 Full Speed	2.0 Full Speed	2.0 Full Speed	1.1	2.0 Full Speed	2.0 Full Speed
1024	1024	OTP + extern	OTP + extern	extern I ² C	extern I ² C
640	640	256 / 128	-	512	512
576	576	256 / 328	-	512	512
5, 6, 7 och 8	5, 6, 7 och 8	5, 6, 7 och 8	-	5, 6, 7 och 8	5, 6, 7 och 8
1, 1.5 och 2	1, 1.5 och 2	1, 1.5 och 2	-	-	-
even, odd, none, mark, space	even, odd, none, mark, space	even, odd, none, mark, space	-	-	hårdvara och mjukvara
hårdvara och mjukvara	hårdvara och mjukvara	hårdvara eller mjukvara X-On X-Off	hårdvara och mjukvara	hårdvara och mjukvara	50 bps – 6 Mbps
300 bps 1 Mbps	300 bps 1 Mbps	75 bps - 6 Mbps	upp till 1 Mbps	50 bps – 6 Mbps	50 bps – 6 Mbps
ja	ja	ja	-	ja	ja
ja	ja	-	-	ja	ja
ja	ja	-	-	-	-
nej	4	2	12	1	1
nej	1,8 V - Vdd	-	-	-	-
nej	ja	ja	-	ja	ja
ja	ja	ja	ja	ja	ja
nej	nej	nej	-	ja	ja
nej	ja	nej	-	ja	ja
-	-	-	ja (japanskt)	-	-
ja	ja	ja	-	-	-
-	ja	nej	nej	nej	nej
ja	ja	ja	ja	-	-
3,0 V, 3,6 V	3,0 V, 3,6 V	3,6 V, 5,5 V	3,3 V, 5,5 V	4.5, 5.5 V	4.5, 5.5 V
ja	ja	-	-	-	-
nej	nej	ja	-	-	-
QFN-28	QFN-28	QFN-32 SSOP-28	LQFP-48 SSOP-28	LQFP-48	LQFP-64
Virtuell COMport (W/L) USBXpress (W)	Virtuell COMport (W/L) USBXpress (W)	Virtuell COMport (W/L) direkt åtkomst (skall testas)	-	Windows/Linux/Mac	Windows/Linux/Mac

Den är fortfarande i det avancerade utvecklingsstadiet.

Silabs websida erbjuder dock en rik och detaljerad kunskapsbas. Applikationskretsarna, som håller mycket hög kvalitet, tillhandahålls kompletta med källkoden för deras firmware.

Prolific

Prolific erbjuder oss två nyare ICs: PL2303X-Edition och PL2313, som ger ett respektive två USB serieinterface. PL2303X uppfyller specifikationerna för USB 2.0 bussen. Denna IC har en intern klocka på 12 MHz och två generiska in/utportar. UART-en känner igen RS232-

protokollet. Ett OTP-minne (One Time Programmable) låter dig konfigurera parametrarna för serielänken och dina tillverkardata, VendorID och ProductID. Ett serienummer kan också skrivas till detta minne. Denna information kan modifieras i det externa EEPROM-et när detta används.

PL2313 verkar vara baserad på en äldre kärna och uppfyller USB 1.1 standarden. Den erbjuder två USB/UART-interface som uppfyller RS232-protokollet. Den omfattar en intern klocka, bussmotstånd, ett OTP-minne för egna inställningar och tolv in/utgångsportar.

Som en bonus är den kompatibel med

flera japanska mobiltelefoninterface, som iMode, CDMA-1 etc.

Vi rekommenderar dig att förbereda dig genom att hämta drivrutinerna för Windows och förinstallera dessa. I annat fall kommer den automatiska installationen inte att fungera.

Databladerna för Prolifickomponenterna, källkoderna och applikationsnoterna finns tillgängliga under [support > download center] på deras websida. Här finns också drivrutiner för Windows, virtuell COM-port och direktåtkomst såväl som några exempel av källkod som beskriver direktåtkomst under Linux. COM-portdrivaren under Linux är oberoende utvecklad av Greg



Kroah-Hartman och koden är inbyggd i kärnan.

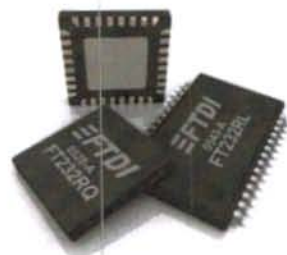
bjuder också denna produkt, men vi är inte helt övertygade ännu så vi nöjer oss med att bara nämna dem. Du kan läsa mer om dem på deras websida.

avinstallera den aktuella drivrutinen.

– Om din IC erbjuder två interface måste du installera samma drivrutin

Egen identitet

- ▶ Att modifiera IC-ns EEPROM för att ändra VendorID och/eller ProductID för din enhet kan vara riskfyllt. Referensdrivrutinerna kommer inte längre att känna igen enheten.
- ▶ Om du vill personalisera din produkt och ha ditt eget officiella VendorID, kommer det att kosta dig \$2,000 från registreringsmyndigheten: www.usb.org/.
- ▶ Du kan dock få en bunt med 10 unika, officiella VendorID/ProductID från <http://www.mecanique.co.uk/> för den modesta summan av £ 29.95 (ungefär SEK 400:-)
- ▶ FTDI erbjuder företag möjligheten att ha en grupp om åtta ProductID, under förutsättning att dessa används tillsammans med FTDI-s VendorID (0x0403).



Övriga

Den sista tillverkaren vi tittar på här är indisk och har ett mycket omfattande produktområde.

Två nya USB/serieinterface från **Moschip Semiconductor Technology Ltd** är MCS7820 och MCS7840. De har två respektive fyra interface, uppfyller USB 2.0 standarden samt RS-232, RS-422 och RS-485 protokollen. Dessa komponenter behöver ett I²C-kompatibelt EEPROM och strömförsörjs direkt från USB-bussen. Det finns drivrutiner för Windows och för Linux. Vi har inte sett denna typ av produkt tidigare i Europa.

K-micro, en amerikansk tillverkare, er-

Så, nu när vi kommit till slutet av denna korta introduktion, verkar det som om varje tillverkare erbjuder ett komplett utbud av produkter som i högre eller mindre grad är identiska. Priserna, den support som erbjuds och den information som finns tillgänglig från tillverkarna tillsammans med den tabell som vi har sammanställt för dig, borde kunna hjälpa dig att välja.

Anmärkningar och råd

– (testad enbart för FTDI)
Varning! Att installera den virtuella COM-drivrutinen och D2XX direkt-åtkomst samtidigt kommer inte att fungera. Du kommer att bli ombedd att

två gånger. Varje interface har sin egen grupp av USB-ändpunkter som hantearas separat av värdenheten.

(070478-1)

Weblänkar

www.ftdichip.com/
www.silabs.com/
www.prolific.com.tw/
www.k-micro.us/
www.compuapps.com/
www.moschip.com/
www.usb.org/

Billig ARM-sats

ARMera dig själv med en ny mikrok

Paul Goossens

Designers av inbäddade system arbetar i en mycket dynamiska värld och ett stort antal produkter är beroende av deras ansträngningar. Den genomsnittlige inbäddade-systemdesignern är dock inte så dynamisk när det gäller att välja en mikrokontroller. Han eller hon tenderar mer till att vara lojal mot en specifik typ. Men för alla som överväger att växla över till en modern ARM7-kontroller så har iSystem plockat ihop en billig ARM7-sats.

LPC2138 egenskaper

- ARM7TDMI-S mikrokontroller
- 60 MHz klocka (med intern PLL)
- 512 kB flashprogramminne
- 32 kB RAM
- Två 8-kanals, 10-bitars ADC (2.44 μ s omvandlingstid)
- Två 32-bitars timer
- sex PWM-utgångar
- två UART
- I²C, SPI och SSP interface
- 9 interruptingångar
- 3.3-V matningsspänning
- Alla I/O-linjer 5-volt toleranta

Den dominerande trenden inom elektroniken är att kombinera en massa olika funktioner i en enda apparat. Trenden är egentligen inte ny. Redan för 20 år sedan var den enklaste termometer också försedd med en klocka som höll den (och dess användare) aktuell. Alla dessa egenskaper (användbara eller inte) kräver ytterligare processorkraft. Den senaste trenden är att förse allting med USB, WLAN Bluetooth osv. Du stöter på dessa nya 'extra' i mobiltelefoner, PDA-er och andra typer av apparater (som vanligen alla har en 3-bokstävers förkortning). Och det dröjer väl inte länge innan alla marknadsknuttarna också vill ha dessa moderna godsaker i de nyaste termometrarna. För trots allt så säljer de ju bättre då.

Räcker 8 bitar inte längre till?

En modern 8-bitars mikrokontroller är fullt tillräcklig för de flesta inbäddade applikationer. Hastigheten hos dessa kontroller har ökat väsentligt med hjälp av tekniker som att minska antalet klockcykler per instruktion. Du får det svårt att hitta en 8-bitare idag som inte har något internt Flashminne eller RAM. Komponentantalet kan hållas nere, produktionskostnaderna kan minimeras etc., medan utvecklare av inbäddade system fortfarande kan använda sina gamla invanda verktyg och erfarenhet för att få jobbet gjort.

USB, IrDA och liknande kan alla hanteras av en 8-bitare också. Tyvärr finns det för det mesta bara en liten rest

minne kvar och processorn utnyttjas i stort sett till sin yttersta gräns. Detta är egentligen inget problem – tills det blir dags att addera några fler funktioner till apparaten. I många fall är det enda alternativet en komplett re-design. Det kostar inte mycket mer nu att använda en ARM7-kontroller än vad det gör att använda en modern 8-bitars kontroller. Att skapa en ny design med 'rum att växa i' erbjuder således ett billigt sätt att komma förbi den vanligen djupt avskydda 'total redesign'...

Nya verktyg

Om du är intresserad av ARM7 mikrokontroller blir du säkert glad av att få veta att iSystem har plockat ihop en komplett utvecklingsats för ARM7 mikrokontroller som går under namnet iF-DEV-RTK och som säljs för runt € 70. Mjukvaran i paketet inkluderar en GNU ARM7 kompilator, en realtidsavbuggare och en project manager.

Det finns också ett interface för USB till JTAG och ett litet mikrokontrollerkort försett med en LPC2138, som är en ARM7 mikrokontroller från NXP med 512 kB Flashminne och 32 kB RAM.

Kortet har endast minimal I/O-hårdvara, bestående av en LED som drivs från ett av mikrokontrollerns ben. Alla viktiga signaler finns dock tillgängliga via stiftlistor. Detta gör det enkelt att addera sina egna I/O-kretsar.

Användning

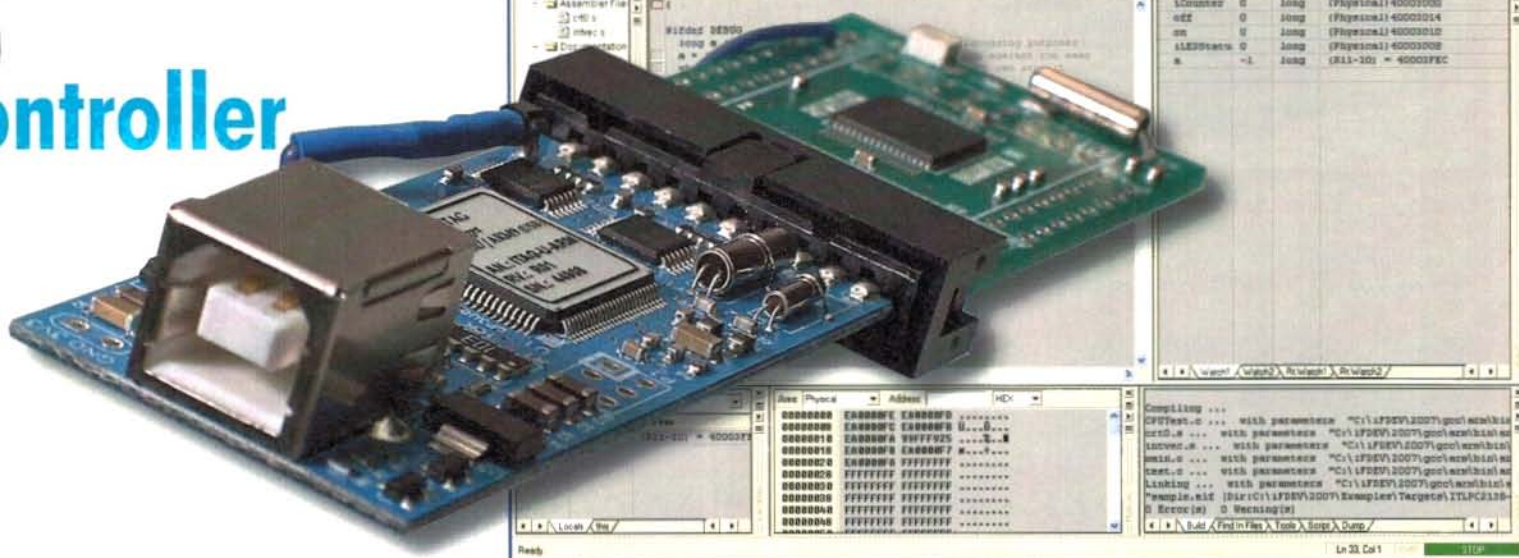
Det är inte mycket som behöver sägas angående installationen av mjukvaran som ingår i satsen. Det fungerar som det skall, dvs enkelt.

När mjukvaran installerats och startats visas utvecklingsmiljön winIDEA på skärmen. Möjligheterna hos detta program är exakt vad du kan förvänta dig. Du kan redigera källkod, kompilera den, ladda ner den och avbugga den, allt i samma program.

Att kompilera det första programexemplet är enkelt. Välj bara 'rebuild' i 'Project' menyn. Eventuella problem som uppstår under kompilering eller länkning kan studeras i fönstret 'output'. Om allting går utan problem kommer programmet att ladda ner den nya mjukvaran direkt till mikrokontrollern och sätta denna i 'reset' tillstånd.

Du kan trycka på F5 för att starta mjukvaran i mikrokon-

Controller



trollern. Du kan stoppa och återstarta mikrokontrollern när som helst. Enstegs programkörning är också möjlig. Detta kan göras på C-nivå eller assemblerspråksnivå. Du kan också studera och modifiera minnesinnehållet. Allt detta är vad du kan förvänta dig att finna i ett modernt utvecklingssystem.

En annan trevlig egenskap är inställning av hårdvarubrytpunkter. Detta påverkar inte operationen hos mikrokontrollern. Programkörningen stoppas automatiskt när en brytpunkt nås. Hårdvarubrytpunkter är möjliga tack vare interfacet Embedded ICE hos ARM7-kontrollerna.

Programexempel

Med satsen följer två programexempel. Målet för båda är att få en LED att blinka och att demonstrera en stor mängd rutiner. Dessa rutiner visar hur lätt det är att avbugga mjukvara med hjälp av winIDEA.

Den huvudsakliga skillnaden mellan de två programexemplen är hur de får LED-en att blinka glatt. I det första programexemplen bestäms wait-tiden av en stor FOR-loop. I motsats till detta använder det andra programexemplet en intern hårdvarutimer och en interrupt för att driva LED-en.

Kommentarer

Även om vi var ganska nöjda med utvecklingssatsen så finns det definitivt några kommentarer som vi känner oss tvingade att göra.

Under våra experiment så fick vi då och då ett meddelande om att avbuggaren inte kunde stoppa CPU:n, vilket var ett irriterande 'hinder'. Den enda lösningen i detta fall var att utföra en återställning (reset) via en knapp på verktygsraden. Detta tvingade in mikrokontrollern i ett normalt reset-tillstånd. Efter detta kunde vi fortsätta att avbugga mikrokontrollern på de vanliga sättet. Vi kunde inte avgöra vad som var orsaken till detta problem. Denna situation uppstod tack och lov bara sporadiskt och det är i vilket fall som helst något man kan leva med.

Vår andra (och sista) kritik relaterar till att ladda och spara projekt. Vi spenderade en hel del tid på att räkna ut hur detta skulle göras. Efter lite detektivarbete fann vi att varje arbetsyta (workspace) var länkad till ett projekt. När du

öppnar en ny arbetsyta öppnar du automatiskt det associerade projektet. När du sparar en arbetsyta sparas automatiskt dina projektinställningar samtidigt. Detta är ganska icke-intuitivt till att börja med. När du väl känner till hur det fungerar är det inte problem.

Gör-det-själv

Om du vill bygga hårdvaran själv (trots det låga priset på byggsatsen och trots att den använder ymonterade komponenter) så kan du det. Tillverkaren erbjuder en gratis nedladdning från sin websida under namnet iF-DEV SBK, där 'SBK' betyder 'Self-Build Kit'. Den innehåller alla kretsscheman, komponentlistor, kretskortslayout och firmware för USB-JTAG interfacet och mikrokontrollerkortet. Denna nedladdning inkluderar också all mjukvara och dokumentation.

32-bitars eran

Om du vill prova på en ARM7 mikrokontroller, antingen av nyfikenhet eller av något annat skäl, är denna utvecklingssats verkligen värd pengarna. Tack vare det inkluderade USB-JTAG interfacet kan du också fortsätta att använda den långt efter det att du avslutat dina första experiment.

Detsamma gäller utvecklingsmiljön. Den är synnerligen lämplig för utveckling av små och medelstora projekt.

Inte dåligt för ett utvecklingssystem som inte kostar mer än lite drygt 600 svenska kronor.

(070240-1)

iF-DEV RTK innehåll

- USB-JTAG interface
- komplett verktygssats och dokumentation på CD
- ARM7 mikrokontrollerkort
- USB-kabel
- Snabbstartsguide