

ELEKTOR Allt om **Elektronik**

Sveriges största specialtidning
för praktisk elektronik

Nummer 6/2010

Pris: 95:00

Norge 99:00 NOK

€ 11

EMBEDDED GUIDE 2010

32 pages of microcontroller projects

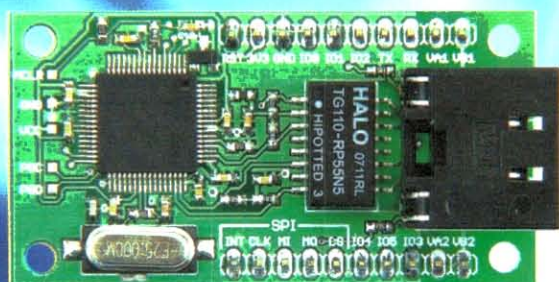
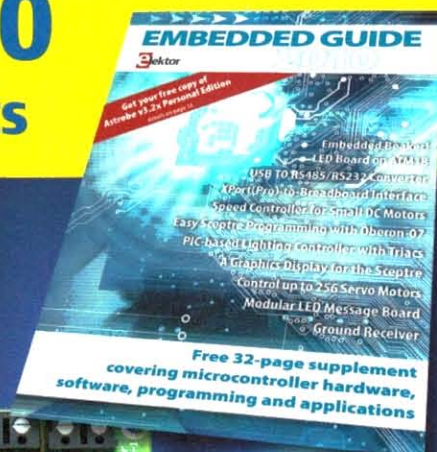
+ Elektor DSP radioscanner

Intervalltimer för kamera

**med infraröd
fjärrkontroll**

NetWorker

**En avancerad webserver
med en mikrocontroller**



+ 5532 OpAmplifier

+ Bärbar syremätare

+ Stroboskopisk PC-fläkt

INTERPRESS 0173-06



7 388017 309501

RETURVECKA v 04

**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
www.alltomelektronik.se

Prenumerationer 2010

PressData AB
Tel: 08-799 63 25
Fax: 08-98 45 72
Helår 595:-
2 år 970:-
Norge helår 595:- NOK
+ porto

Annonser

Elektor/Allt om Elektronik
Annonsavdelningen
Box 178
444 22 Stenungsund
Tel: 0303-77 04 90
Fax: 0303-77 04 90
E-mail:
annons@alltomelektronik.se

Tryck

Strands Grafiska AB

ISSN 0280-8765

Samtliga artiklar, fotografier, kretskortslayouter och annat är copyrightskyddat och får endast återges efter utgivarens skriftliga tillstånd. Detta gäller även delar av materialet. Elektor 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:

Elektor International Media
Box 11
NL-6114-ZG Susteren
Holland

46 Stroboskopisk PC-fläkt

En PC-låda med ett sidofönster ger massor med möjligheter att pimpa maskinen med visuella effekter. Hög dig över mängden med den fläktstroboskopkrets som vi presenterar här. Baserad på en Atmel mikrokontroller driver den en LED på så sätt att det verkar som om bladen i fläkten står stilla, snurrar långsamt framåt eller bakåt, eller plötsligen växlar position.



20 Bärbar syremätare

Syre, eller oxygen som det brukar stå på gasflaskor, utgör ca 21% av luften i atmosfären. Normalt tar vi detta för givet, men för en del är syrekonsentrationen en fråga om liv eller död. För en dykare är det viktigt att känna till syrekonsentrationen i andningsluften i cylindern och en grottutforskare måste ha koll på syrenivå i den omgivande luft som han andas. Denna artikel beskriver ensyrekonsentrationssensor och hur man processar dess utgångsriktigt bra, en förstärkare som inte bara behåller sin excellenta linjäritet utan också matningsspänningsrejektionen och det inbyggda över-belastningsskyddet hos 5532:an, vilket reducerar de externa kretsar som behövs till ett minimum.



Kära läsare,

den tidning du nu håller i handen är ett unikt nummer av Allt om Elektronik — det är nämligen den sista utgåvan i detta format. Från och med nästa år, med början i januari, kommer du att få 11 utgåvor per år i stället för 6 utgåvor, inklusive ett stort dubbelnummer för juli-augusti. Med en stor skillnad, tidningen kommer att heta Elektor och den kommer att vara på engelska. I stort sett samtliga våra projekt innehåller mjukvara i form av program och firmware som är på engelska, databladerna över de komponenter som används är på engelska, den extra dokumentation som medföljer många av våra projekt är på engelska och vi vet att de allra flesta av våra läsare inte har några som helst problem med det engelska språket. Därför går vi nu över till att bli en rent engelskspråkig tidning. Vi kommer att ha kvar vår redaktion här i Stenungsund och fortsätta att arbeta med Elektors nyhetsbrev, på svenska, som kommer att skickas ut per e-mail varje fredag till alla läsare som har registrerat sig (gratis) på vår nya webbplats www.elektor.se. På denna webbplats, som delvis är på svenska, kan du beställa varor, tanka ner äldre artiklar etc.

Det är snart 29 år sedan jag startade Allt om Elektronik, det första numret kom ut i mars 1982, och elektroniken har förändrats oerhört under denna tid. Då, 1982, fanns det mängder med butiker runt om i landet som sålde komponenter till hemmabyggare. Och hemmabyggare fanns det gott om. Idag är det endast ett fåtal kvar, både hemmabyggarna och komponentbutikerna. 1982 hade man börjat läsa så smått om någonting som kallades persondatorer, idag har de flesta hushåll i Sverige en eller flera datorer. Tidningen köpte sin första bärbara mobiltelefon 1985, en klumpig sak på ett antal kilo som bars i en rem över axeln, idag har förskolebarnen sina egna mobiltelefoner som är något större än en normal tändsticksask. Utvecklingen har varit enorm och jag är mycket glad över att ha fått vara med om detta och fått förmedla detta till alla våra läsare under årens lopp. Men det är inte slut, vi byter bara skepnad. Och ni är fortfarande lika välkomna att höra av er, nya adressen är info@elektor.se

Bill Cedrum
Chefredaktör
Allt om Elektronik

projekt

- 6 5532 operationsförstärkare
Del 2: Nu bygger vi
- 14 Intervalltimer för kamera
med konfigurerbart antal bilder och tider
- 18 UniLab Duo
2 x 0-30 V 3 A bänkkaggregat
- 22 Att bygga antenner på kretskort
- 28 Bärbar syremätare
för dykare och grottforskar bl.a.
- 36 NetWorker
Avancerad webserver
- 42 Elektor DSP-radioscanner
- 42 Stroboskopisk PC-fläkt
Gör kompisarna gröna med pimpad låda

Embedded guide
32-sidig bilaga med mikrokontrollerbyggen

teknologi

- 32 Gasdetektering
Vad finns i luften omkring oss?

info & marknad

- 4 Redaktionsruta

5532 operationsförstärkare (2)

Del 2: själva bygget, bryggoperation och testresultat

Av Douglas Self (UK) och Ton Giesberts (Elektors labb)

I denna andra och sista artikel bygger vi två gånger 32 NE5532 opampar parallellt för att bilda en high-end effektförstärkare med eminenta specifikationer när det gäller distorsion och allmänna ljudprestanda. Det finns också en utmaning för dig, bryggoperation för högre utgångseffekt och modifiering av förstärkaren för 4-ohms operation.

Om du trodde att parallellkoppling av några dussin NE5532 opampar var ett något udda sätt att designa en high-end audio-förstärkare och ett typiskt Elektorsätt att röra sig utanför ramarna när det gäller elektronik, så har du förmodligen helt rätt. Efter den inledande artikeln i förra numret har vi fått en hel del reaktioner från våra läsare, speciellt från alla som aspirerar på, eller som anser sig vara, designers av high-end audio. I detta nummer så bygger vi NE5532-projektet och testar det.

Bygget – förstärkarkortet

Själva förstärkaren är byggd på ett dubbelsidigt, genompläterat kretskort och komponentplaceringsritningen för detta visas i figur 1. Det behövs två av dessa kort för en stereoanläggning. De kort som säljs av oss har genomplätering, lödmask och färdigborrade hål. Dessa kort är din bästa garanti för ett lyckat bygge. Och när vi är inne på kvalitet så är detta en exklusiv high-endförstärkare. Om du använder ett hopkok av komponenter och monteringsmetoder så får du också ett hopkokningsresultat. Mer när det gäller att välja bästa NE5532 hittar du information i texttrutan längre fram.

Bygget på det 204x84 mm stora kortet borde inte vålla några problem då vi endast använder standard hållkomponenter. Du kan förvänta dig en korrekt fungerande förstärkare om du arbetar noggrant och precist, på samma sätt som Tom Giesbert i Elektors labb som har designat, byggt och testat alla de avbildade korten. Några anmärkningar och förbehåll förtjänar dock

att nämnas.

De flesta motstånd är monterade stående. Använd en likformig metod hela tiden för att böja det långa benet två gånger för att få rätt vinkel. Halvcirklar visar var motstånden skall placeras på kortet. Där det är tryckta rektanglar skall motstånden monteras liggande på kortet.

Även om det är möjligt att löda alla opamparna direkt på kortet så är det riskfyllt att göra detta (se del 1) och därför byggdes prototypen med 8-poliga DIL-socklar med svarvade pinnar för alla opamparna. Det är viktigt att du använder socklar av bästa kvalitet här, frestas inte att använda billiga socklar med fjädrande pinnar, det är dålig ekonomi.

De högsta komponenterna på kortet är kondensator C2, spolen L1, reläet RE1 samt kopplingsplintarna för anslutningarna till högtalarna och matningsspänningen. Spolen består av 10 varv med 1 mm lackerad koppartråd med en inre diameter på 20 mm. Spolens lindningar skall spridas ut jämnt till en längd som stämmer överens med markeringen på kortet. Montera spolen först och därefter R106 till en höjd av 5-10 mm ovanför kortets yta och som inte får vidröra L1 någonstans.

Även om de finns tryckta på kortet så skall **kondensatorerna C24, C25, C26 och C27 inte monteras**. I stället används en enda 1000 µF, 63 V elektrolytkondensator och dess terminaler skall anslutas direkt in i kopplingsplintarna K16/K17 (var noga med polariteten och förse benen med krympslang för isolering). Detta skall vara en högkvalitets elektrolytkondensator

med låg ESR. Denna modifiering visade sig nödvändig för att bli av med oväntade distorsioner, vilka uppstod runt 20 kHz i ursprungsdesignen och som löste detta problem helt och hållet. De förstärkarspecifikationer som angavs i förra numret gäller enbart den kondensatormodifierade versionen.

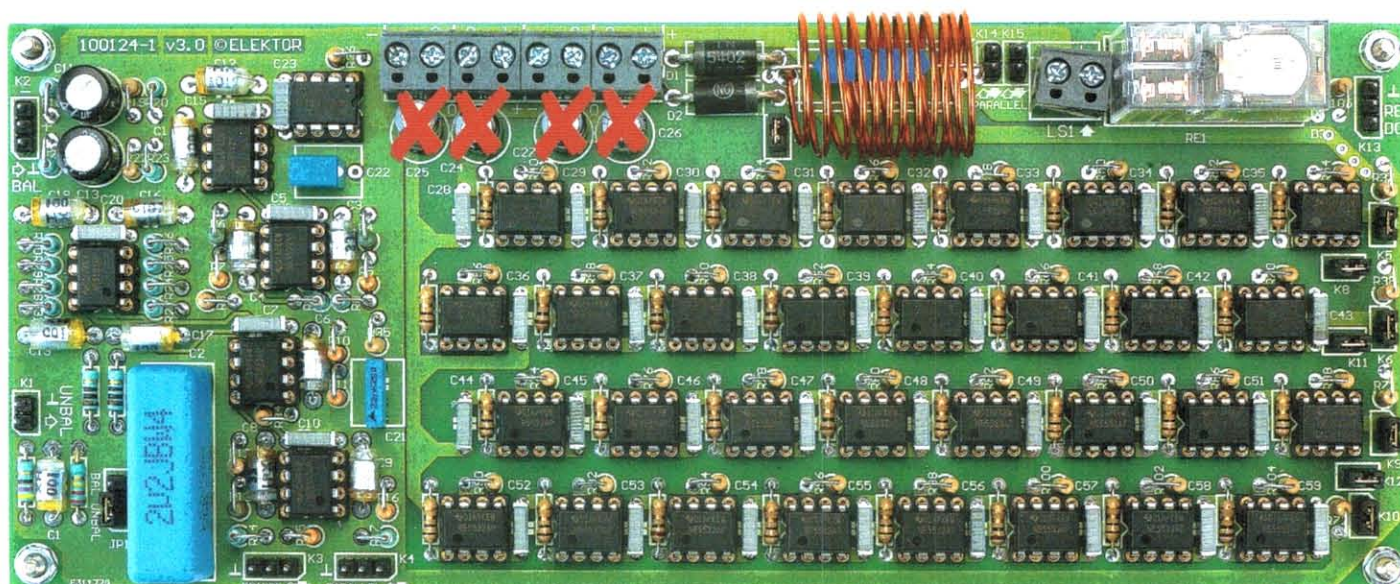
Förstärkarkortets fyra hörn har hål för kretskortsdistanser, vi använde 100 mm höga distanser.

Kontrollera det färdigbyggda förstärkarkortet noga innan det tas i bruk. Sitter alla polariserade komponenter åt rätt håll? Är alla lödanslutningar korrekta? Det hjälper ofta ett be en god vän att inspektera kortet innan det används. Du kan använda kortet i figur 1 som en referens för ditt eget bygge. Se hur nära denna sofistikeringsnivå du kan komma när det gäller att bygga high-end audio.

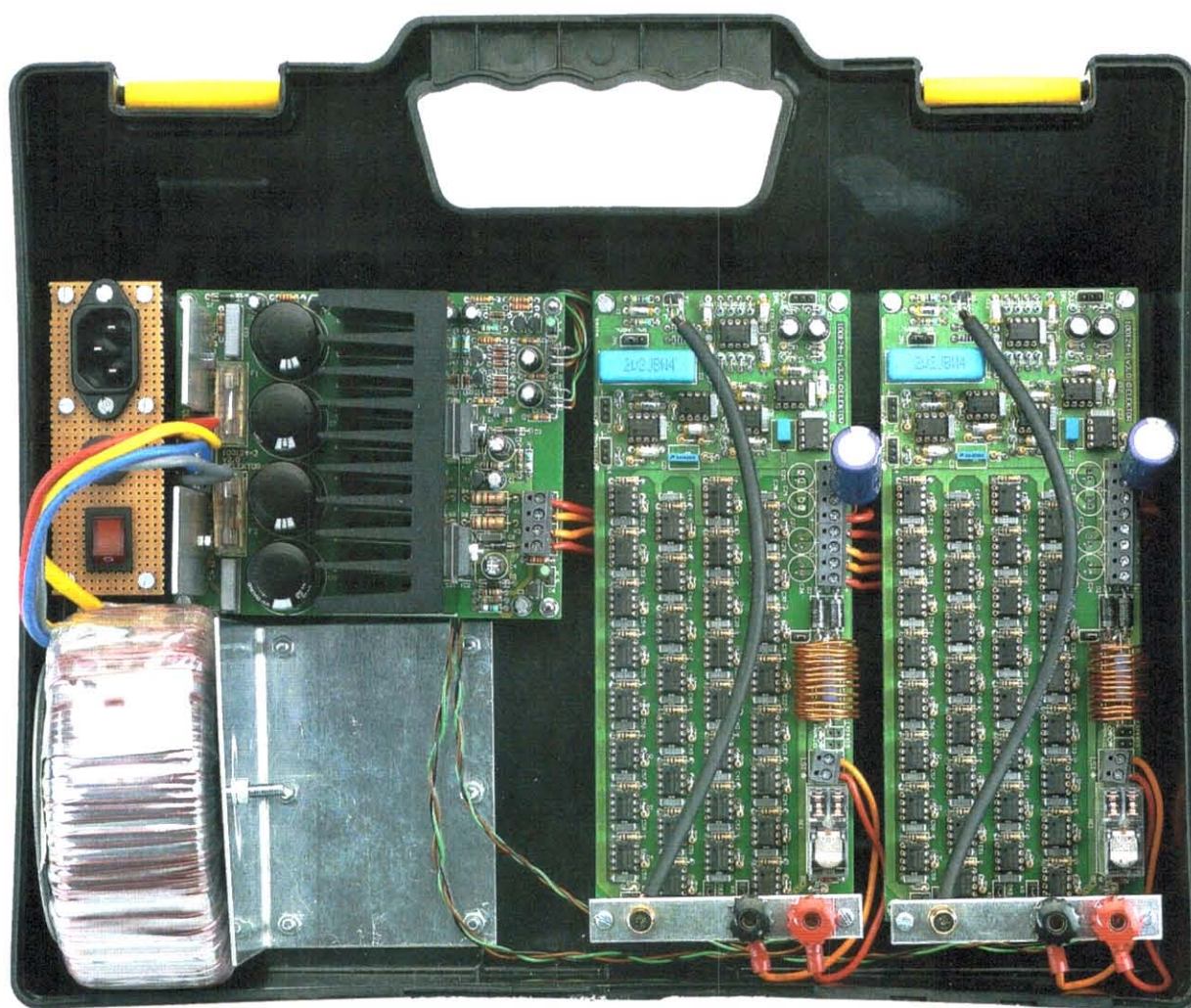
Bygget – PSU-kortet

Strömförsörjningen är också ett klassiskt kort med enbart standardkomponenter och det borde således vara enkelt att bygga och få det att fungera. Det är bara kylelementet för spänningsregulatorerna som behöver lite mekaniskt arbete.

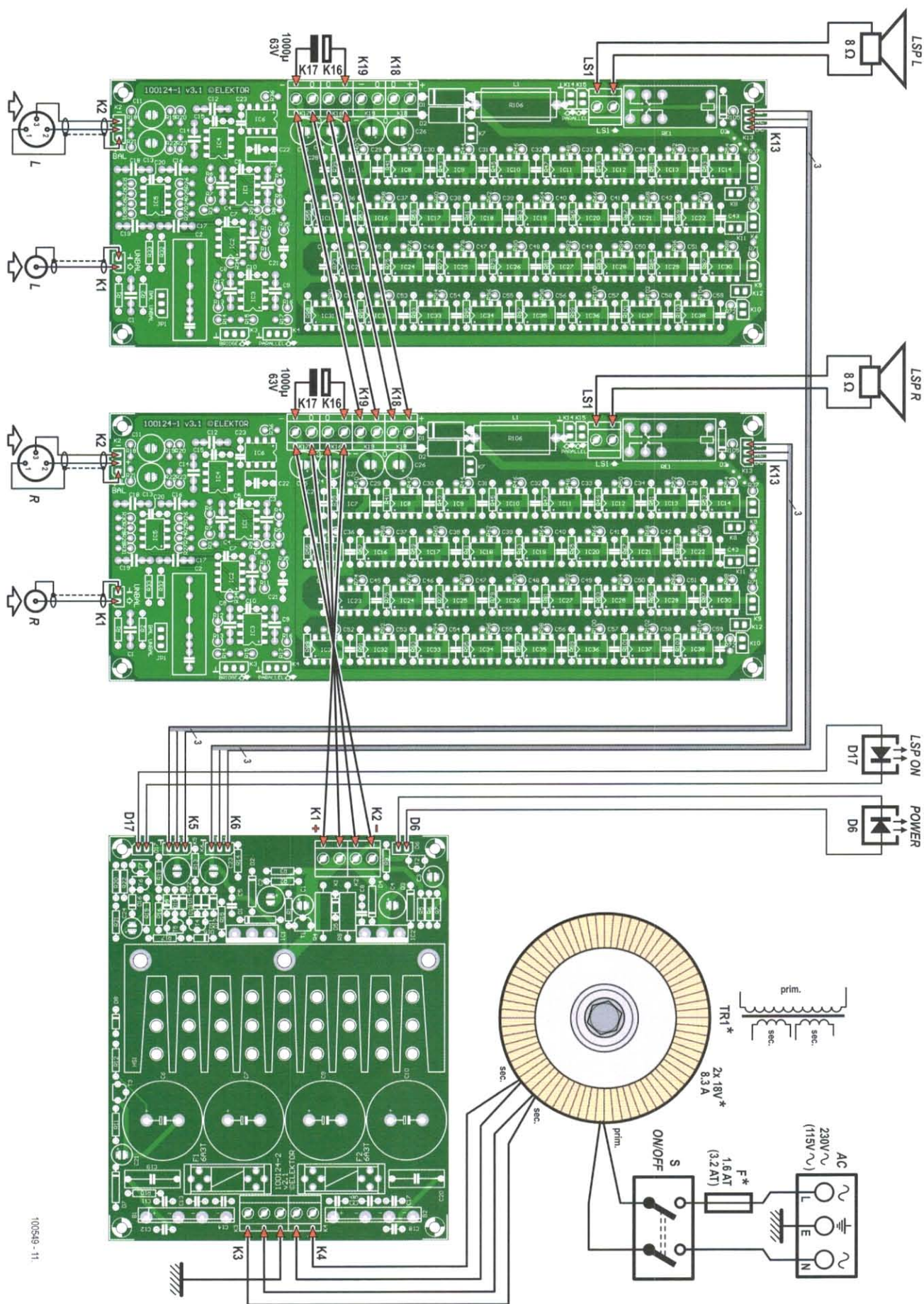
De två likriktarbryggorna B1 och B2 skall förses med 2 mm tjocka 70x35 mm aluminiumplattor som skruvas fast direkt på de platta sidorna. De två spänningsregulatorerna IC1 och IC1 fästes på ett enda svarteloxerat kylelement av aluminium. Hur de skall monteras syns på komponentplaceringsritningen. Kylelementet fästes på kortet med tre M4-skruvar och för dessa



Figur 1. Perfekt ljud från ett perfekt bygge. Kan du matcha det? Notera att kondensatorpositionerna C24–C27 skall vara tomma.



Figur 2. Nätdelskortet är konventionellt när det gäller konstruktion och montering, men se till att du monterar kylelementet och spänningsregulatorerna på rätt sätt.
Den ABS-väska som visas här rekommenderas inte som permanent inbyggnadslåda för förstärkaren.



Figur 3. Ledningsdragningen för OpAmplifier. Notera att detta är för 2 x 15 watt, 8-ohms versionen. Märkspänningen för ringkärnetransformatorn och säkringen skall anpassas till nätspänningen där du bor. Högre strömmar och anslutningarna till högtalarna har gjorts med något grövre linjer.

Masterclass #1: Utbyggnad av designen för 4 ohms högtalare

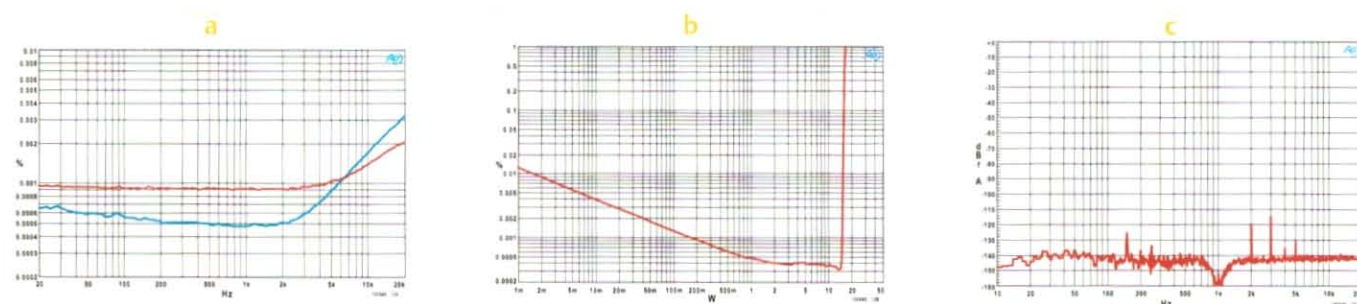
Det är en inbyggd egenskap hos 5532 effektförstärkare att dess utgångsström är begränsad av det interna överbelastningsskyddet hos de opampar som används. Det betyder att om det behövs mer ström till lasten måste du parallellkoppla fler opampar. Grunddesignen är avsedd att driva 8-ohms högtalare med en resonabel säkerhetsmarginal och rekommenderas i detta läget definitivt inte för 4-ohms operation.

För att bygga om 5532-förstärkaren för 4-ohms operation är det nödvändigt att dubbla det antal 5532-sektioner som driver utgången. Detta är enklare än det låter eftersom det redan är förberett för att addera ett eller flera effektförstärkarkort parallellt. Kontakten K4 (se kretsschemat i förra numret) används som en utgång från huvud-effektförstärkarkortet, den kommer från 'noll-impedanssteget' IC3A så att utgången har en mycket låg impedans (uppmätt till 0,24 ohm vid 1 kHz) men är immun mot HF-instabilitet orsakad av kabelkapacitans. Du kan använda vilken kabel längd som helst. Utgången från K4 driver ett identiskt effektförstärkarkort som har alla opampar på

plats, men där den överflödiga ingångsförstärkarkretsen har utelämnats. Den ekvivalenta kontakten K4 på detta kort används som en ingång och driver utgångsopamparna på exakt samma sätt som utgångarna hos de två effektförstärkarkorten.

Kontakterna K14 och K15 används för att koppla ihop utgångarna hos de två förstärkarkorten. Notera att denna anslutning har gjorts 'uppström' om mutingrelät RE1 på utgången för att bibehålla fullt skydd för högtalarna i händelse av ett DC-fel.

Medan denna omvandling till 4-ohms operation är ganska enkel är det viktigt att komma ihåg att strömförsörjningskraven fördubblas tillsammans med utgångsströmmen. Du måste ha en betydligt större transformator, större likriktare, större glättningskondensatorer och ökad regulatorkapacitet. Med tanke på dessa olika krav nämns 4-ohmsversionen här mer som ett alternativ för er som gillar att experimentera än som en helt komplett ny design.



Figur 4. OpAmplifier 'grillades' rejält i vår AP System 2 analysator.
Kurva (a): THD & brus vs. uteffekt. Kurva (b): distortion vs. uteffekt (1 kHz, BW = 22 KHz).
Kurva (c): FFT-kurva för 1 kHz, 1 watt, 8 ohm.

måste hål borras och tappas på undersidan. Det finns ventilationshål i kortet under kylelementet. LT1083CP-komponenterna fästes till kylelementet via en värmeavledande bricka. Två hål skall borras i kylelementet för de M3-skruv och bultar som håller fast regulatorerna i kylelementet. Bestäm först placeringen av hålen för regulatorerna och först sedan kylelementet på kortet. Regulatorbenen skall sedan 'krökas' utåt lite grann så att de avlastas termiskt. De två LT1083-regulatorerna skall monteras, säkras och lödas fast sist.

Figur 2 visar strömförsörjningskortet (PSU-

kortet) i en 'resa&demonstrera' version av förstärkaren. PSU:n kan testas (försiktigt) genom att tillfälligt ansluta sekundärerna hos en ringkärnetransformator till AC-ingångsterminalerna och kolla att utspänningen är 18.0 VDC $\pm$ 0.7 V på varje ledare.

Den kompletta förstärkaren

Förstärkaren skall byggas in i en låda och du skall följa alla relevanta åtgärder när det gäller elektrisk säkerhet, speciellt när det gäller jordningen och kablarna som bär nätspänningen (240 V). Storleken och formen på lådan kommer att bero på hur många

förstärkarkort som används såväl som den tillhörande strömförsörjningen (se texturorna om **bryggoperation** och **4-ohms-omvandling**). Tänk på att det utvecklas en hel del värme i förstärkarlådan, både från kylelementet och från NE5532:orna. Alla dessa milliwatt blir en hel del tillsammans! Allting framför likriktarbryggans AC-terminaler skall byggas, säkras och ledningsdras med höga spänningar och strömmar hela tiden i åtanke. Om det är möjligt så förläng inte transformatorkablarna. Ledningsdragningen för 8 ohm, 2x15 watts stereo-versionen för förstärkaren visas i figur 3.

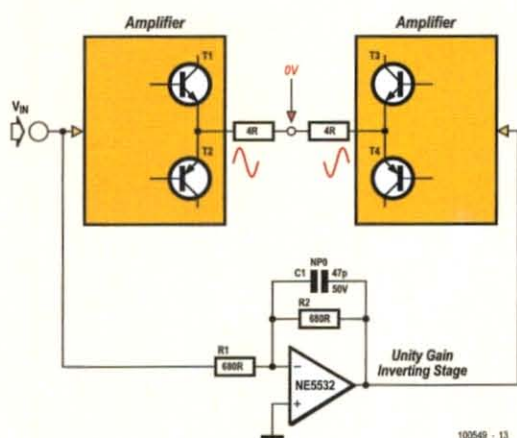
Masterclass #2: Utbyggnad av designen för bryggoperation

Två effektförstärkare bryggas när de drivs av signaler i motfas och lasten ansluten mellan deras utgångar. Lasten är inte ansluten till jord på något sätt. Denna arbetsmetod dubblar signalspänningen över lasten, vilket teoretiskt sett fyrdubblar uteffekten. Det är ett bekvämt och billigt sätt att omvandla en stereoförstärkare till en mer kraftfull monoförstärkare. De flesta konventionella effektförstärkare lämnar ingenting i närheten av fyrdubblad effekt, i verkligheten kommer effekttökningsgraden att vara betydligt lägre, på grund av att nätdelen inte hänger med samt de extra spänningsförlusterna i de två stegen, vilka ju effektivt är seriekopplade. I de flesta fall får du kanske en tredubbling av effekten i stället för en fyrdubbling, eller kanske mindre. Vi har stött på många effektförstärkare där bryggkoppling bara gav dubbla uteffekten och det skall sägas att i många fall verkade bryggkopplingen bara vara en eftertanke.

5532-förstärkaren ger bättre resultat än detta och det av två skäl. För det första så är strömförsörjningen stabiliserad och kommer inte att falla särskilt mycket vid tyngre belastning. För det andra minimerar parallellstrukturen spänningsförlusterna, till exempel är alla 1-ohms utgångsmotstånd parallellkopplade och deras effektiva resistans är därför mycket liten.

Det kallas för bryggkoppling eftersom om du ritar de fyra utgångstransistorerna hos en konventionell förstärkare med lasten ansluten mellan dem, som i figur A, så liknar det de fyra armarna i en Wheatstonebrygga.

I schemat har 8-ohmslasten delats upp i två 4-ohmshalvor, för att



understryka att spänningen i dess mitt är noll och när det gäller strömmen driver båda förstärkarna effektivt 4-ohmslast till jord.

Och se till att säkringen matchar nätspänningen där du befinner dig (230 V/50 Hz i Sverige). I vilket fall som helst så **måste** en IEC-godkänd 2-polig nätströmbrytare med integrerad säkringshållare användas. Vi skall understryka att den 8,3 amps ringkärnetransformator som visas i schemat avsedd för 8-ohms, 2x15 watts versionen av förstärkaren. Om du tänker bygga en

4-ohms, eller en bryggversion, så behöver du en betydligt kraftigare version av förstärkaren. Som med i stort sett alla audio-effektförstärkare så är det viktigt att ha en hel del reservkapacitet i 'ampèreavdelningen' så snåla inte på transformatorn.

Testresultaten

Grundkonceptet bakom 5532-förstärka-

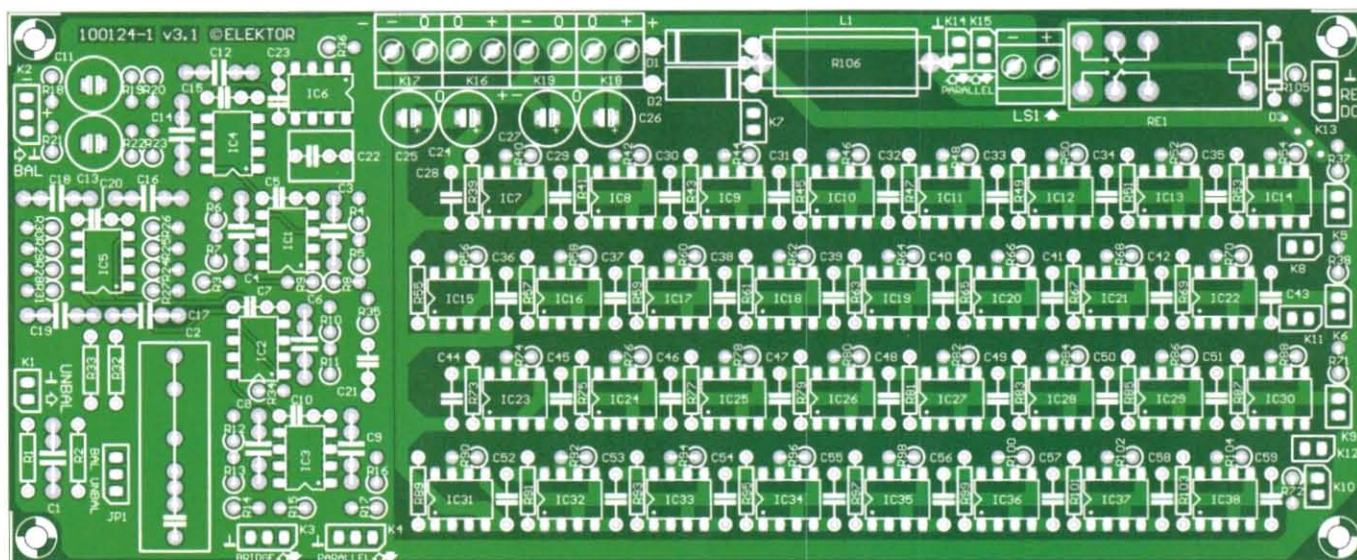
Den strömkapacitet som krävs är därför dubbelt så hög, med allt vad detta innebär i ökade förluster i utgångsstegen. Här visas ett inverterande steg med unity-gain som genererar motfassinale. Det finns andra sätt att göra detta men detta är det enklaste och det adapterar helt enkelt bara ytterligare en 5532-sektion till en design som redan innehåller ett antal av dem. Det enkla shunt-feedback unity-gainsteget som visas gör detta jobb mycket bra och 5532-förstärkaren inkorporerar en version av denna krets. Motståndet i inverteringssteget måste ha så lågt värde som möjligt för att minska deras bidrag av Johnsonbrus, men naturligtvis inte så lågt att opampdistorsionen ökas av att driva dem. Kondensator C1 över feedbackmotståndet R2 ger HF-stabilitet och med de visade värdena ger det en roll-off som är -3 dB vid 5 MHz och obalanserar inte på något sätt audiofrekvensresponsen hos de två förstärkarna.

Ibland ser man någon som lättvindigt påstår att bryggning alltid minskar distorsionen över lasten eftersom mottaktsaktionen får distorsionsprodukterna att ta ut varandra. Detta är inte sant. Mottaktsystem kan ta bort jämna ordningens distorsionsprodukter, udda ordningens distorsionsprodukter kan inte tas bort.

5532-förstärkaren är förberedd för bryggning. Det sista steget i ingångsförstärkaren är det inverterande steget runt IC3A, som behövs för att få faset mellan förstärkarens ingång och utgång korrekt. Om vi plockar av signalen före detta steg är den inverterad i förhållande till förstärkarens utgång och kan användas för att driva ett annat förstärkarkort i motfas. Detta kort kan byggas utan något ingångssteg, på samma sätt som för det 4-ohmskort som beskrivs i en annan textruta. Denna inverterade signal finns tillgänglig vid kontakten K3. Högtalaren ansluts mellan de två utgångsterminalerna på förstärkarkorten och utgångens jordterminaler används inte.

Som vi förklarat ovan så betyder drivning av en 8-ohms last med två bryggkopplade förstärkare att varje förstärkare driver en 4-ohms last till jord och för att få full fördel av bryggningen krävs att utgångsstegen dubblas så att det finns två förstärkarkort som parallellt driver i fas och två förstärkarkort som parallellt driver i motfas. Detta är naturligtvis ett ganska seriöst projekt eftersom antalet utgångspampar har fördubblats för bryggkopplingen och sedan fördubblats igen för att få tillräckligt med utgångsström. Strömförsörjningsdelens kapacitet måste naturligtvis också ökas tillräckligt mycket.

ren är att skapa en förstärkare som har den mycket låga distorsionen hos en 5532 opamp. Att behålla dessa prestanda när stora strömmar flyter fram och tillbaka på ett kretskort är något av en utmaning och kräver mycket noggrann uppmärksamhet när det gäller jordningen, dragning av ledarna för strömförsörjningen samt avkopplingsarrangemangen. Av dessa skäl rekom-



KOMPONENTLISTA

Förstärkarkort (en kanal)

Motstånd

5%, 0.25W, Farnell/Multicomp MCF serien, om inget annat anges

R1, R14, R17 = 47Ω

R2 = 220kΩ

R3 = 47kΩ

R4, R6 = 910Ω 1% 0.25W,

Multicomp typ MF25 910R

R5, R7, R10, R11, R15, R16 = 2.2kΩ

R8, R9, R32, R33 = 10Ω

R12 = 1kΩ

R13 = 2.00kΩ 1% 0.25W,

Multicomp typ MF25 2K

R18, R21 = 150kΩ

R19, R22 = 100Ω

R20, R23 = 68kΩ

R24-R31 = 820Ω

R34, R35 = 10MΩ

R36 = 100kΩ

R37, R38, R71, R72 = 22kΩ

R39-R70, R73-R104 = 1Ω

R105 = 10kΩ

R106 = 10Ω 5% 3W, Tyco Electronics typ ROX3SJ10R

Kondensatorer

C1, C12, C14, C16-C19 = 100pF, 2.5%, 160V, polystyren, axial

C2 = 2.2μF 5% 250V, polypropylen, Evox Rifa typ PHE426HF7220JR06L2

C3, C4, C6, C8, C9 = 33pF ±1pF 160V, axial, polystyren

C5, C7, C10, C15, C20, C23, C28-C59 = 100nF

10% 100V, raster 7.5 mm, Epcos typ

B32560J1104K

C11, C13 = 47μF 20% 35V icke-polariserad,

Multicomp typ NP35V476M8X11.5

C21 = 22nF 10%, 400V, raster 7.5 mm, Epcos

typ B32560J6223K

C22 = 1μF, 10%, 10V, raster 7.5mm, Epcos typ

B32560J1105K

C24-C27 = monteras ej, se text

Spole

L1 = 1.7μH; 10 varv 1 mm lackad koppartråd, diameter 20 mm, effektiv längd 20 mm

Halvledare

D1, D2 = 1N5402

D3 = 1N4148

IC1-IC5, IC7-IC38 = NE5532 (se textrutan när det gäller komponentval)

IC6 = OP177 (Analog Devices)

Övrigt

K1, K5-K12, K14, K15 = 2-pin SIL stiftlist, raster 2,54 mm

K2, K3, K4, K13 = 3-pin SIL stiftlist, raster 2,54 mm

K16-K19, LS1 = 2-pol kopplingsplint för kretskort, raster 5 mm

JP1 = 3-pin SIL stiftlist och jumper, raster 2,54 mm

RE1 = Kretskortsrelä, PCB, DPCO,

24VDC/1100Ω/5A, Omron typ G2R-2 24DC

Phonokontakt för chassie, svart, Neutrik typ NYS367-0

XLR-sockel, chassiemont., 3-pol, Pro Signal typ PSG01588

PCB # 100124-1, Elektor Shop, se www.elektor.com/100549

menderar vi starkt att ni använder er av Elektors kretskortsdesign eller, ännu bättre, köper Elektors färdiga kort från oss.

Den färdigbyggda prototypen uppmättes med hjälp av Elektor labbs **Audio Precision System Two Cascade Plus 2722 Dual Domain** test-set och figurerna 4a, 4b och 4c visar de trevliga och imponerande resultaten. Figur 4a visar den harmoniska distor-

sionen och brusets funktion som en funktion av signalfrekvensen. Mätningarna utfördes vid 1 watt (röd) och 8 watt (blå) utgångseffekt inom en bandbredd på 80 kHz. Kurvan i figur 4b visar distorsionen som en funktion av utgångseffekten vid 1 kHz och en bandbredd på 22 kHz. Från ungefär 3 watt närmar sig förstärkaren faktiskt den lägre mättröskeln och brusgolvet hos vår analysator!

Vid 15 watt (ungefär) går förstärkaren in i klippning. Kurvan i figur 4c, slutligen, är en FFT-plottning för 1 kHz, 1 watt in i 8 ohm. Grundfrekvensen är undertryckt. Den andra övertonen ligger långt ner vid -121 dB och den tredje övertonen något högre vid -115 dB. Vid en bandbredd på 22 kHz är den totala nivån på brus och övertoner vid en nivå på ungefär 0,0005%. Om distorsionen

KOMPONENTLISTA

Strömförsörjningskort

Notstånd

5%, 0.25W, Farnell/Multicomp MCF serien, om inget annat anges.

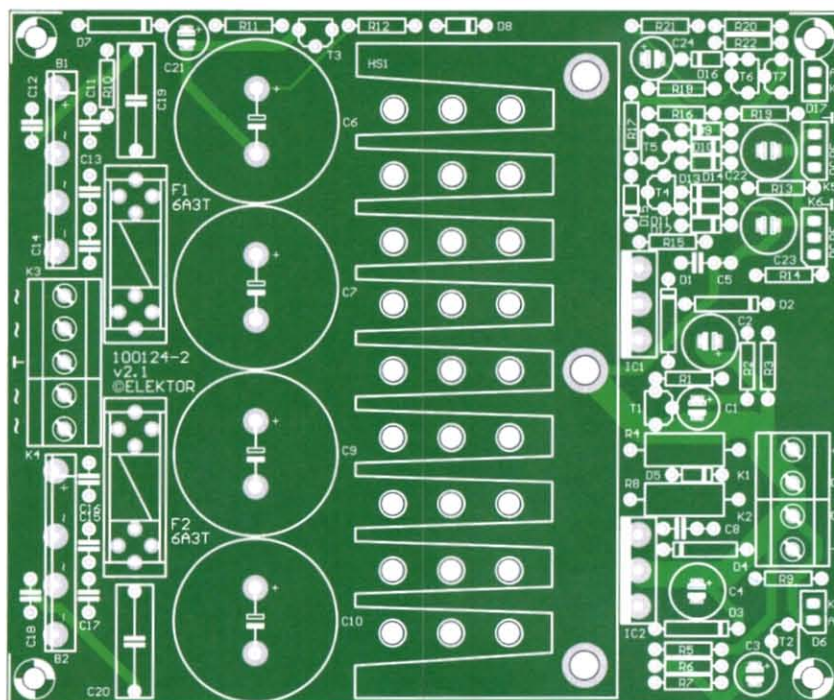
R1,R5 = 100Ω
R2,R6 = 1.30kΩ 1% 0.25W,
Multicomp MF25 1K3
R3,R7 = 39Ω
R4,R8 = 1.5kΩ 5% 1W,
Multicomp MCF 1W 1K5
R9,R11,R16,R20-R22 = 2.2kΩ
R10,R12-R15,R19 = 47kΩ
R17 = 150kΩ
R18 = 470kΩ

Kondensatorer

C1,C3,C24 = 47μF 20% 25V, raster 2.5 mm,
Rubycon typ 25ZLG47M6.3X7
C2,C4 = 100μF 20% 25V, raster 2.5 mm, 1.43A
AC, Nichicon typ UPM1E101MED
C5,C8 = 100nF 10% 100V, raster 7.5 mm, Ep-
cos typ B32560J1104K
C6,C7,C9,C10 = 4700μF 20% 35V, raster
10 mm, snap in, Panasonic typ ECOS1VP-
472BA (25 mm max. diameter)
C11-C18 = 47nF 10% 50V keramik, raster
5 mm
C19,C20 = 47nF 20%, 630VDC X2, raster
15 mm, Vishay BCcomponents
BFC233620473
C21 = 4.7μF 20% 63V, raster 2.5 mm
C22,C23 = 22μF 20% 35V, icke-polar-
iserad, raster 2.5 mm, Multicomp
NP35V226M6.3X11

Halvledare

D1-D4,D7 = 1N4002
D5,D8-D16 = 1N4148
D6,D17 = LED, green, 3 mm
T1,T3,T4,T6 = BC337



T2,T5,T7 = BC327
IC1,IC2 = LT1083 (Linear Technology)
B1,B2 = GSIB1520 (15A/200V likriktarbrygga)
(Vishay General Semiconductor)

Övrigt

K1,K2,K4 = 2-pol kopplingsplint för kretskort,
raster 5 mm
K3 = 3-pol kopplingsplint för kretskort, raster
5 mm
D6,D17,S1 = 2-pol SIL stiftlist, raster 2,54 mm
K5,K6 = 3-pol SIL stiftlist, raster 2,54 mm
F1,F2 = säkring, 6.3A (trög), with 20x5 mm
säkringshållare och hölje för kretskort

Kylelement, Fischer Elektronik type
SK92/75SA 1.6 K/W, size: 100x40mm,

Övrigt, mekniskt

M3-skravar, muttrar och brickor för monter-
ing av IC1 och IC2 på kylelement (se text)
TO-3P värmepaddar, (Bergquist typ K6-104)
M4x10 skruvar för montering av kretskort på
kylelement
PCB # 100124-2, Elektor Shop,
se www.elektor.com/100549

mäst för bara de två starkaste övertonerna
så är den vid nivån 0,0002%.

Avslutning

För den icke-ingvide är operationsförstärka-
ren med sin låda bara ytterligare en high-
end audioförstärkare med ganska hygg-
liga specifikationer med tanke på det låga
priset. För den kräsne elektronikingenjören
är det en fantastisk och vid-sidan-om-lös-
ning för att erhålla högkvalitets audio-
watt från en så vanlig komponent som den
NE5532 du normalt förknippar med nano-
ampère och mikrovolt elektroniskt sett och

med ören finansiellt sett.

Bästa sättet att testa en pudding är att äta
den. Det var därför demoversionen av opera-
tionsförstärkaren, eller OpAmplifier
som vi döpt den till, byggdes in i en sta-
dig väska för att vara lätt att trans-
portera, packa upp och sedan packa ner
igen. När den här artikeln skrivs är den
på väg att lämna Elektor House och ge
sig ut på en resa till audiofiler och audio-
communities världen över för lyssnings-
tester. Vi väntar spánt på deras feedback.

(100549)

Vilken 5532 skall jag välja?

Det är ett oroande faktum att alla 5532 opmpar inte är skapade lika. Designen görs av ett antal tillverkare och det finns definitivt prestandaskillnader. Medan brusegenskaperna verkar ha små variationer enligt vår erfarenhet så varierar distorsionsprestanda signifikant från en tillverkare till en annan. Även om, såvitt vi vet, alla versioner av 5532 har samma interna krets så är de inte nödvändigtvis tillverkade från samma mask, och även om de skulle vara det så är det ofrånkomliga processvariationer mellan tillverkarna.

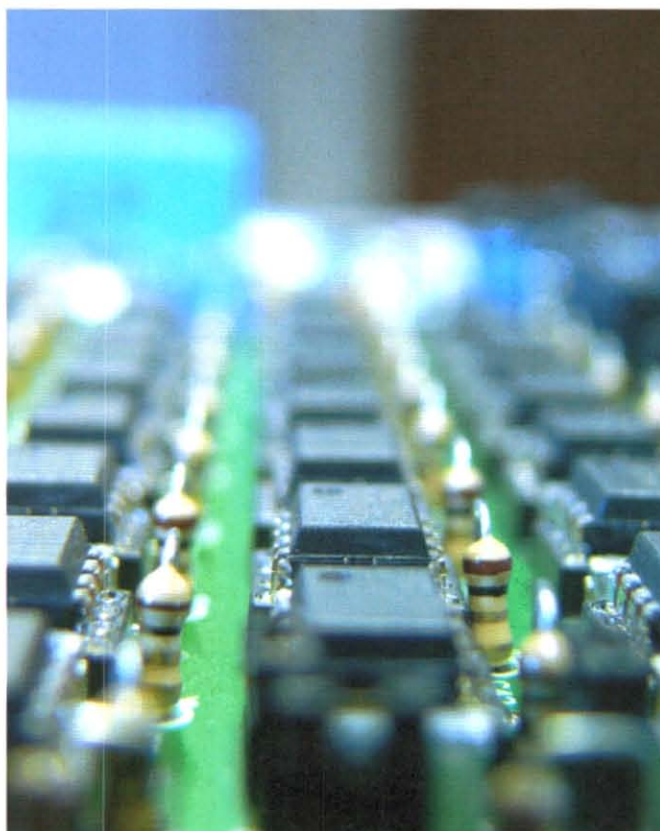
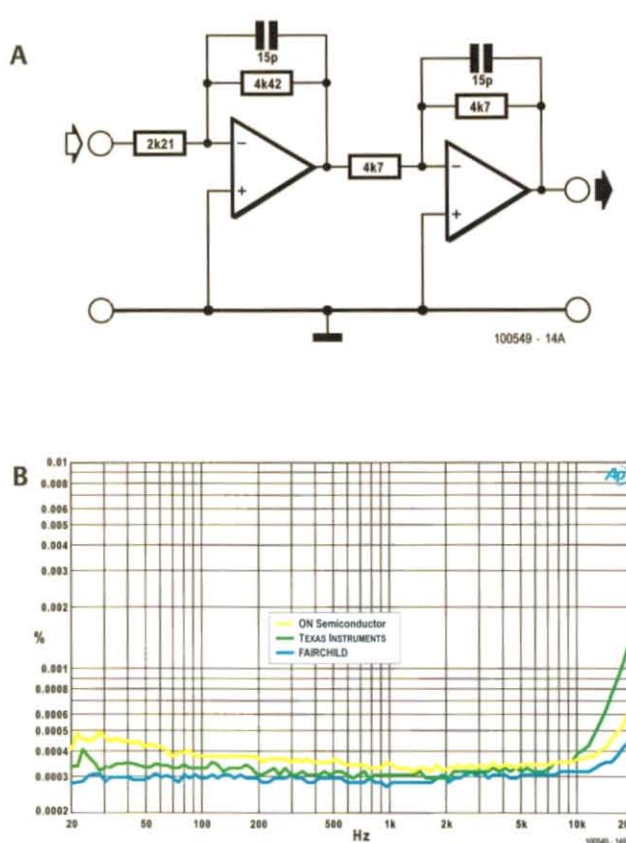
Eftersom distorsionsprestandan hos förstärkaren är ovanligt, och förmodligen unikt, beroende av en enda typ av halvledare, så är det förnuftigt att använda de bästa komponenter som finns. Under utvecklingen av detta projekt testades 5532:or från flera källor. Vi tog ett så brett område av testexemplar som vi kunde finna, från sprillans nya komponenter till komponenter över 20 år gamla och det var tillfredsställande att se att varje komponent vi testade gav den goda linjäritet vi förväntade oss från en 5532. Informationen här är inte bara värdefull för vårt effektförstärkarprojekt utan för alla som använder 5532:or i högkvalitetsapplikationer.

Huvudkällorna är Texas Instruments, Fairchild Semiconductor, ON Semiconductor, (var Motorola) NJR, (New Japan Radio) och JRC (Japan Radio Company). TI, ON Semi och Fairchild exemplaren testades i Elektors labb av Ton Giesberts. Författaren av denna del utförde THD-testningar på sex exemplar från Fairchild, JRC, och Texas, plus en gammal Signetics 5532 av historiskt intresse. Elektors labbtester utfördes på en verklig, och mycket viktig sektion av OpAmp-fierdesignen: drivsektionen! Se figur A för kretsen och figur B för AP2-plottningen.

Det visade sig att Texas 5532:or (gröna linjen) visade sig vara klart underlägsna, både i Elektors labb och författarens tester. Vi måste medge att detta förvånade oss eftersom vi alltid trott att Texaskomponenter var bland det bästa som fanns, men mätningar talade ett annat språk. Distorsionen vid 20 kHz går från 0,001% till 0,002% och uppvisar mer variationer än Fairchild och ON Semi såväl som att ligga högre rent allmänt sett. Lågfrekvenssektionen av plottningen, under 10 kHz, närmar sig mätgolvet, som för alla övriga komponenter, och distorsionen är bara synlig som brus.

Jämfört med andra tillverkare är THD över 20 kHz mycket högre, åtminstone 3 gånger högre vid 30 kHz. Nu skall detta tack och lov inte ha någon betydelse såvida du inte har mycket höga nivåer av ultrasoniska signaler som kan orsaka intermodulation. Om du har det så har du större problem än att plocka den bästa opamptillverkaren...

Kurvorna visar otvetydigt att Fairchild 5532 (blå linjen) ligger i toppen och äkta audiopurister skall välja dessa komponenter även om de är något dyrare och märkliga när det gäller tryckningen av typkoden på komponenten. Kolla med din leverantör, det är det absolut värt. Det finns i stort sett ingen synlig distorsion ovanför brusgolvet upp till 12 kHz och distorsionen vid 20 kHz är mindre än 0,0005%.



Intervalltimer för kamera

Med infraröd fjärrkontroll



Av Jean-Pierre Gauthier (Frankrike)

Som passionerad orkidéodlare ville jag fotografera dessa underbara blommor när de öppnade sig för att kunna förstå och beundra deras blomning. Till att börja med försökte jag använda kamerans fjärrutlösare men detta var inte särskilt praktiskt. Efter en närmare titt i kamerans instruktionsbok såg jag att kommandona för slutare och fokus var åtkomliga via ett telejack. Precis vad jag behövde...

Tekniska egenskaper

- PIC16F886 mikrokontroller
- Kompatibel med Sony SIRC fjärrkontroller
- Antalet bilder programmerbart mellan 1 och 100
- Intervallet programmerbart mellan 1 och 3599 s
- Automatisk standby
- Optimerad för Canon EOS kamera, men kan användas för andra ändamål

Det arbetssätt för kamerans slutare som beskrivs här gör det möjligt att ta bilder vid ett förinställt intervall, eller för att trigga två kameror tillsammans för stereoskopiska bilder. Denna enhet gör det möjligt, till exempel, att ta bilder var 30:e minut på en blomma som öppnas, en fågelunge som kläcks etc. och inkludera dem i en video. Systemet designades ursprungligen för en

Canon EOS kamera, men kan enkelt anpassas för andra kameror som kan fjärrstyras. Timern är kapabel att ta från 1 till 100 bilder vid intervaller från 1 sekund till 59 minuter, 59 sekunder med eller utan förfokusering. Parametrarna lagras i EEPROM. En alfa-numerisk LCD använder fyra rader om 20 tecken för att visa antalet bilder som är tagna och som har menyer som hjälper dig att konfigurera enheten. Bakbelysningen styrs av mikrokontrollern. Om det är nödvändigt kan du justera fokus

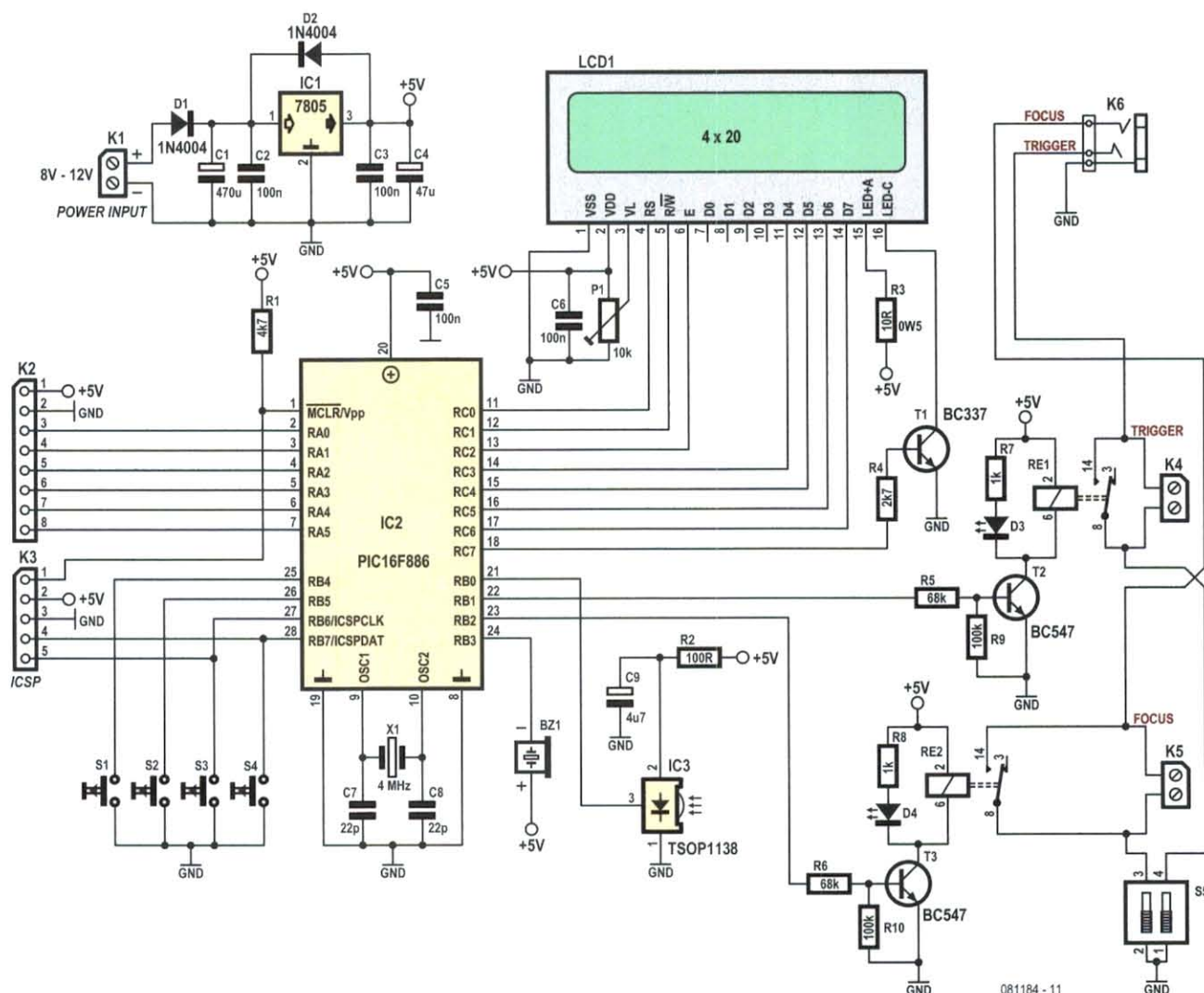
och bildantalet när som helst mellan tagningarna med hjälp av en fjärrkontroll som är kompatibel med Sonys SIRC-protokoll [3]. När alla bilder har tagits går timern in i stand-by-läge för att spara energi.

En enkel krets

Tack vare mikrokontrollern så har själva kretsen (figur 1) kunnat hållas mycket enkel, fyra tryckknappar, en LCD-modul samt ytterligare några komponenter är allt som behövs för att styra kameran. Komman-



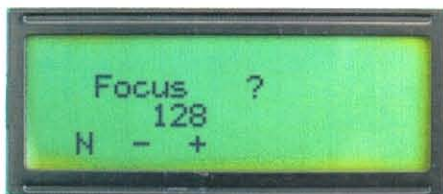
Figur 2. Här visas hur du kopplar kontrollpluggen för Canonkameran.



Figur 1. Timern är i grunden ett mikrokontrollerprojekt.



Figur 3. Inställning av knapp 1 på fjärren.



Figur 4. Inställning av knapp 1 på fjärren.



Figur 5. Inställning av antalet bilder som skall tas.



Figur 6. Den första menyn i 'Normal' mod.



Figur 7. Inställningen av intervallet mellan två bildtagningar.



Figur 8. Skärmen under bildtagning.

dona för slutare och fokus produceras med hjälp av två reläer, RE1 och RE2, som drivs av transistorerna T2 och T3. De två reläerna ansluter kontakterna hos telejacket K6 till jord via switcharna i S5. Figur 2 visar hur du skall koppla pluggen så att den blir kompatibel med en Canonkamera.

Det finns plats för ytterligare två kopplingsplintar (K4 och K5) om projektet skall användas till driva något annat än en Canonkamera. I detta fall beror positionerna hos S5-switcharna på applikationen.

Varje utgång har en LED så att du på avstånd kan se om ett relä eller till eller inte. Summer Bz1 producerar en hörbar signal för de tillfällen där du inte har möjlighet att se lysdioderna.

Fjärrkontrollssignalen plockas upp av IR-detektorn IC3.

Transistor T1 används för att aktivera bakbelysningen endast när den behövs, en händig funktion som dock alltför ofta glöms bort.

Tack vare regulatorn IC1 kan kretsen matas med spänningar mellan 8 och 12 VDC.

Mjukvara

Som för alla mikrokontrollerkretsar så är det mjukvaran som gör alla funktioner möjliga. Här har mjukvaran (finns att hämta gratis från [1]) skrivits i C och kompilerats med hjälp av den fria 'light' versionen av Hi-Tech C for PIC10/12/16 compiler (version 9.70) [2]. Samspelet med mjukvaran sker via ett antal menyer vilka vi navigerar genom med hjälp av de fyra tryckknapparna S1-S4. Deras funktioner beror på vilken meny som har valts och visas på LCD:n med hjälp av små 'ikoner'.

Om S1 hålls inne när strömmen till kretsen slås på går mjukvaran först in i konfigureringsmod innan den går in i normalt mod. En serie menyer visas som låter dig konfigurera de knappar på fjärrkontrollen (figurerna 3 och 4) som timern använder (se tabell 1 och använd inte samma kod två gånger!) samt antal bilder som skall tas (figur 5). I dessa menyer minskas värdet när S2 trycks in och ökas när S3 trycks in. S1 låter dig lagra värdet i EEPROM:et och gå vidare till nästa meny. S4 används bara i den tredje menyn där den ger möjlighet att aktivera bakbelysningen.

I normalt mod ges en meny (figur 6) som

visar statusen hos summern (S3) och förfokus (S2). Trycker du på S4 får du upp en ny meny där S2 och S3 används för att ställa in tiden mellan bildtagningen från 0 till 3599 sekunder (dvs en timma minus en sekund, figur 7). Om du håller någon av dessa två knappar intryckt så ökas eller minskas värdet automatiskt. Denna funktion fungerar även i de övriga menyerna.

Du börjar bildtagningen genom att trycka på S4. Fokuset går aktiv under 400 ms tio sekunder innan varje bild tas (om förfokusering har aktiverats naturligtvis). Be-

Tabell 1:

Koderna för några av knapparna på en SIRC fjärrkontroll, såsom de ses av timern. Den accepterar bara koder mellan 128 och 137, dvs '0' till '9' knapparna.

HEX	decimal	knapp
0x80	128	1
0x81	129	2
0x82	130	3
0x83	131	4
0x84	132	5
0x85	133	6
0x86	134	7
0x87	135	8
0x88	136	9
0x89	137	0
0x8C	140	1-
0x8D	141	2-
0x90	144	Program+
0x91	145	Program-
0x92	146	Volume+
0x93	147	Volume-
0x94	148	Mute
0x95	149	Standby
0x96	150	Normal
0xA5	165	TV/Video
0xB4	180	+
0xB5	181	-
0xB6	182	Sleep
0xBA	186	Display
0xBC	188	Select



Om din version av timern fungerar från allra första början är det tack vare Daniel i Elektors labb. Om den inte gör det så är det helt och hållet ditt eget fel.

roende på hur summern har konfigurerats kan denna händelse åtföljas av en akustisk signal. Genom att aktivera Triggerutgången, också under 400 ms, startas också summern (om den är aktiverad). Den förflutna tiden visas kort och om du trycker på S3 tystar du summern.

Antalet bilder som är tagna uppdateras och visas sedan på LCD:n efter varje tagen bild (figur 8). Om du håller in S4 under minst 2 sekunder kan du stoppa räkningen när som helst och gå tillbaka till startmenyn.

Om timern avslutar sitt program utan att avbrytas så spelas en liten melodi och den går över i stand-by-läge. Du måste då starta om den, eller 'väcka' den med fjärrkontrollen följs av en tryckning (minst 2 sekunder) på S4 för att påbörja en ny serie bilder.

Fjärrkontroll

Som vi redan sagt kan timern styras från en Sony fjärrkontroll eller någon annan fjärrkontroll som 'pratar' SIRC [3], till exempel en 'universell' fjärrkontroll. Fjärren låter dig aktivera Trigger och Focusutgångarna manuellt när som helst (utom i stand-by) utan att påverka det program som körs för tillfället. Den låter dig också 'väcka' kretsen tillsammans med S4. Detta är möjligt med hjälp av en extern interrupt som kommer från IC3.

KOMPONENTLISTA

Motstånd

(5%, 0.25 W om inget annat anges)

R1 = 4.7k Ω
R2 = 100 Ω
R3 = 10 Ω , 0.5 W
R4 = 2.7 k Ω
R5, R6 = 68k Ω
R7, R8 = 1k Ω
R9, R10 = 100k Ω
P1 = 10k Ω trimpot, liggande

Kondensatorer

C1 = 470 μ F 25V radial
C2, C3, C5, C6 = 100nF keramik
C4 = 47 μ F 16V radial
C7, C8 = 22pF keramik NP0
C9 = 4.7 μ F 16V radial

Halvledare

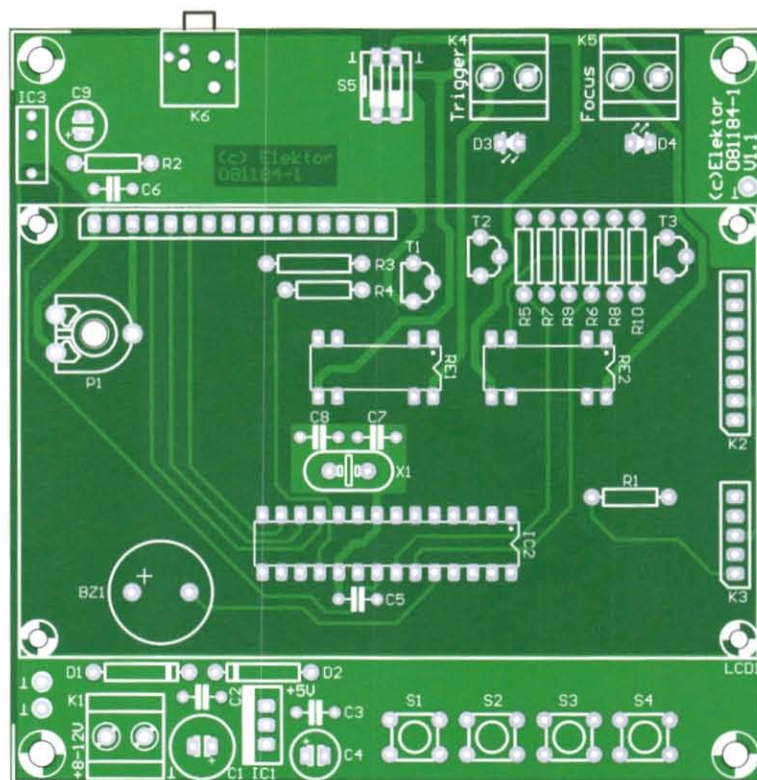
D1, D2 = 1N4004
D3, D4 = LED, red, low current, 3mm
IC1 = 7805, TO-220 case
IC2 = PIC16F886-I/SP, SPDIP28
IC3 = TSOP1138, 38 kHz IR-mottagare

T1 = BC337

T2, T3 = BC547

Övrigt

BZ1 = piezosummer, raster 7.62 mm
RE1, RE2 = relä, miniatyr SPST-NO, 5 VDC
K1, K4, K5 = PCB kopplingsplint, raster 5 mm
K2 = 8-pol stiftlist, raster 2,54 mm
K3 = 5-pol stiftlist, raster 2,54 mm
K6 = 2.5 mm 3-pol telejack
LCD1 = LCD, 4x20 (t.ex. Elektor # 050176-73)
S1-S4 = SPNO tryckknapp
S5 = 2-elements DIP-switch
X1 = 4 MHz kristall
SPDIP28 sockel för IC2
PCB, Elektor # 081184-1 [1]



Tabell 1 visar korrespondensen mellan fjärrkontrollens knappar (som de ses av timern) och deras funktion enligt Sony.

(081184)

Internetlänkar

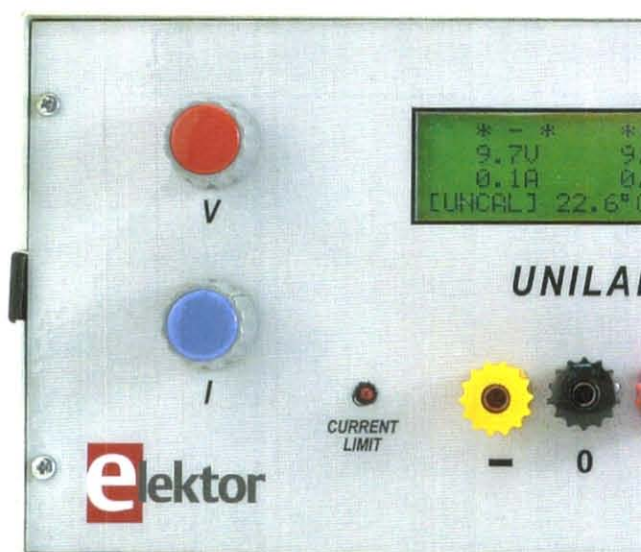
- [1] www.elektor.com/081184
- [2] www.htsoft.com/downloads/
- [3] picprojects.org.uk/projects/sirc/

UniLab Duo

2 x 0–30 V 3 A

bänkaggregat

Bänklaggregatet UniLab som vi presenterade i nummer 2/2010 har visat sig mycket populärt. Här visar vi hur du bygger ut projektet till ett aggregat med dubbel utgång och där vi drar full fördel av den dubbla spänning/strömdisplay som vi publicerade i nummer 5/2010 inklusive ledningsdragning och design av frontpanel.



UniLab är ett bänknätaggregat baserat på en switchningsregulator. Tekniska detaljer och en kretsbeskrivning kan du hitta på Elektors websida [1] och du kan köpa kretskortet (ordernummer 090786-1) från Elektor Shop och även en komponentsats (090786-71) som inkluderar kretskortet och samtliga komponenter utom nättransformatorn. För versionen med dubbla utgångar behöver vi två bestyckade kort plus den dubbla spänning/strömdisplayen. Displayen, som har fyra rader om 20 tecken, visar de två utgångsspänningarna

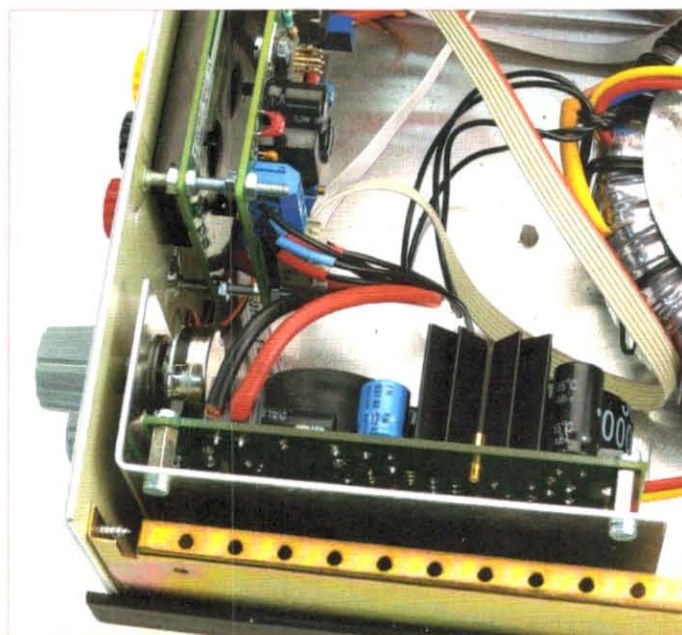
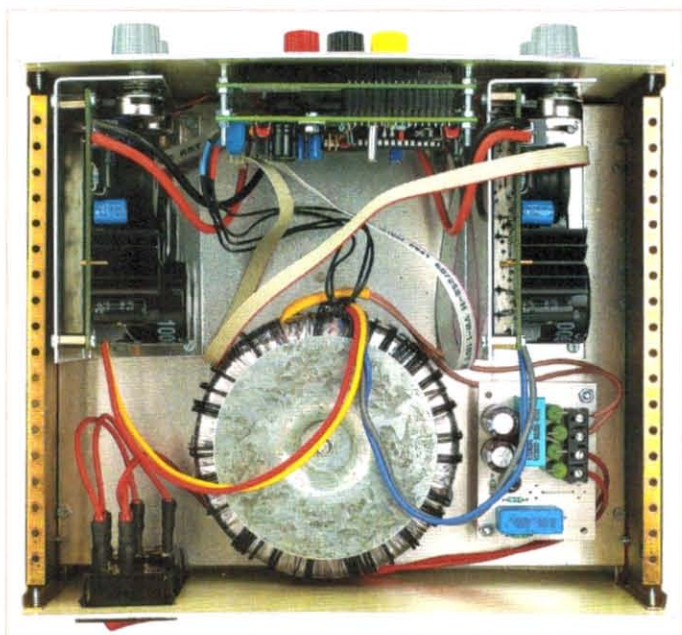
och utgångsströmmarna såväl som temperaturen inuti aggregatets låda. Displaykretsen finns också tillgänglig som en komplett komponentsats från Elektor Shop (ordernummer 100166-71) och inkluderar kretskortet.

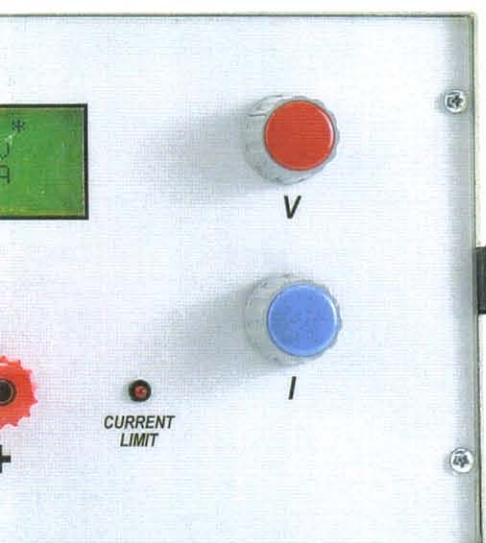
Alternativ kan du lägga till mjukstartkretsen från Elektors sommarnummer 1997 ('Mains on delay circuit') som inkluderats i ledningsdragningsschemat i figur 1 och som begränsar ingångsströmmen på nätsidan för att undvika de pinsamma ögonblick när du switchar till nätaggregatet, trig-

gar kretsbyttaren i proppskåpet och lägger hela huset i mörker. Kretskortet för denna kan du beställa via projektets websida [3], ordernummer 974078-1.

Transformator och låda

För den prototyp som visar här använde vi en ringkärnetransformator (toroid) med två 25 V sekundärer på 3,2 A. De två 8-V lindningarna för matning av spänning/strömdisplayen adderades manuellt på transformatorn, såsom beskrivs i originalartikeln i nummer 5/2010. Det är naturligtvis också





möjligt att använda två separata 3,3 VA transformatorer med två 8-V lindningar för att mata displayen under förutsättning att dessa får plats i lådan.

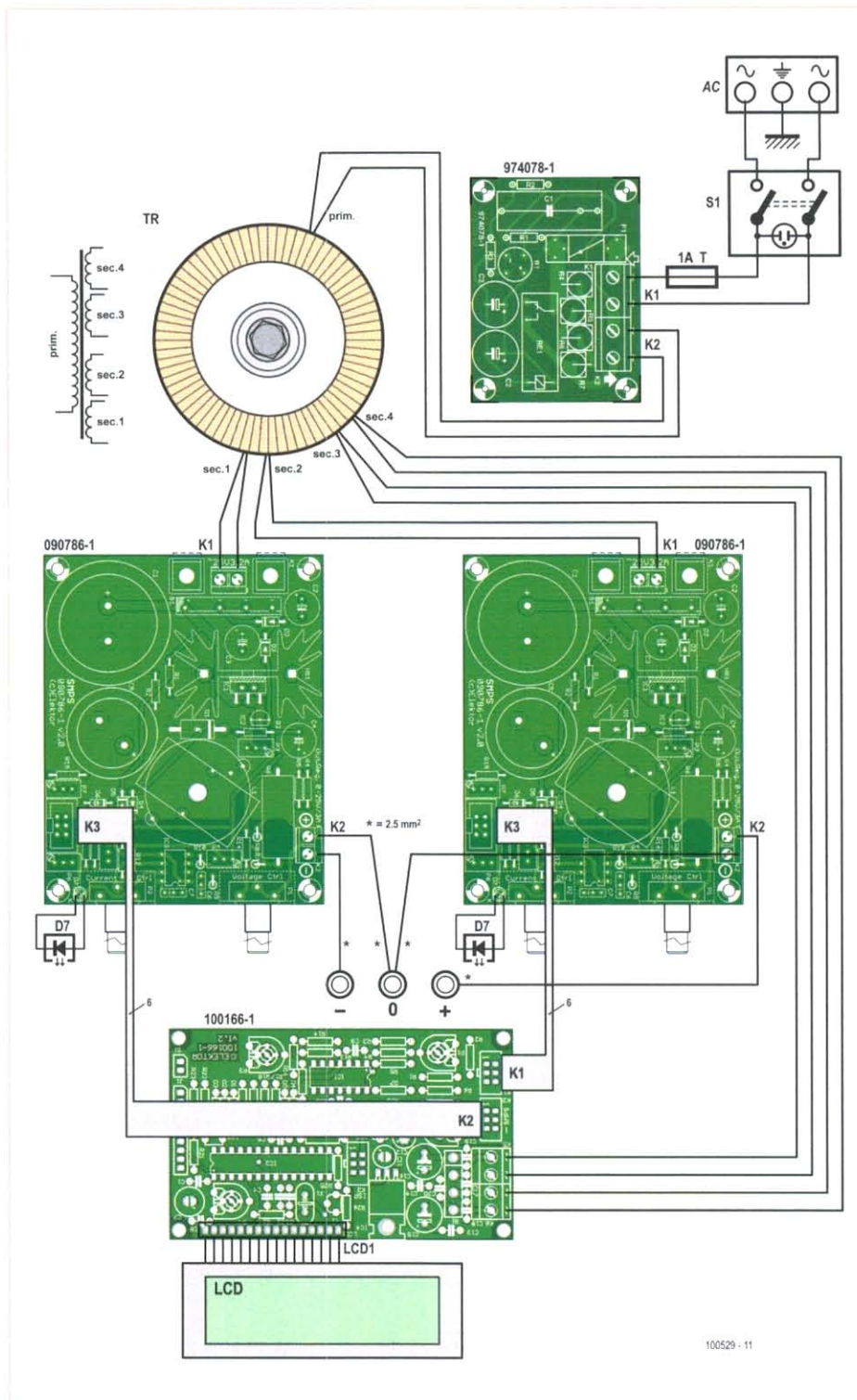
Den tvådelade metalllåda som vi använt är en Telnet LC1050 som vi använde som låda förr i tiden. Tyvärr har Telnet sedan dess försvunnit från marknaden. Lådan är 22 cm bred, 25 cm djup och 12 cm hög. En frontpanel har designats för att användas med lådan (figur 2) och layouten för att tillverka en frontpanel beskrivs i en artikel i Allt om Elektronik nummer 10/1997.

Du kan naturligtvis använda en annan låda så länge den är stor nog att rymma all korten och transformatorn (eller transformatorerna). Dimensionerna hos frontpanelen måste du justera i enlighet med detta.

Bygget

Första steget är att förse lådan med en extra basplatta tillverkad av 2 mm aluminiumplåt, designad att passa lådans inre fästlistor. Detta 'mellangolv' förenklar monteringen av de olika delarna och du undviker att modifiera lådans bottenpanel. Allting förutom spänning/strömdisplayen, strömbe-gränsande lysdioderna, utgångssocklarna och nätspänningsingången sitter fäst på denna platta.

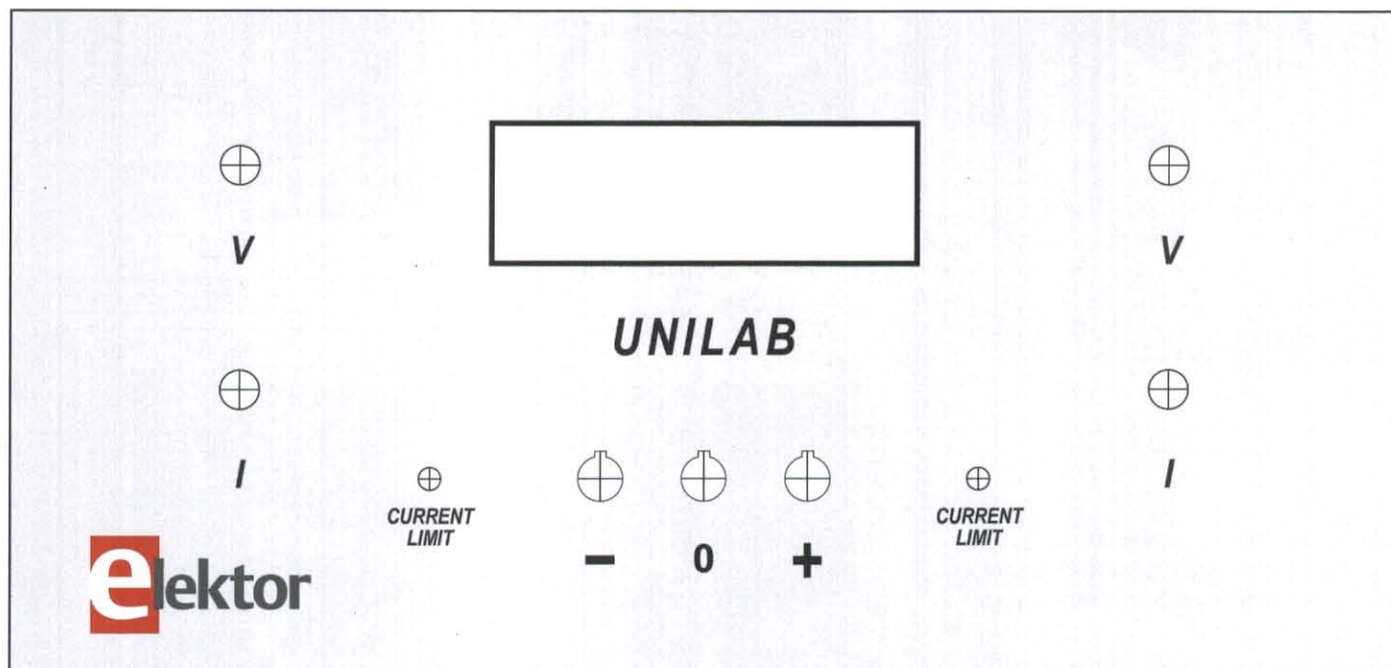
För att spara på utrymme är de två UniLab-korten monterade vertikalt. Monteringsvinklarna för detta kan tillverkas av 1,5 mm aluminiumplåt, markera var plåtens skall böjas och bocka den sedan i ett skruvstöd med



Figur 1. Det kompletta kabeldragningsschemat för det dubbla nätaggregatet.

hjälp av en tråklöss. Dimensionerna för vinkeln finns att hämta som en pdf-fil tillsammans med layouten för frontpanelen [4]. Monteringspositionerna för de två UniLab-korten bestäms av positionerna på hålen för potentiometeraxlarna i frontpanelen. I vår prototyp skruvades potentiometrarna

på monteringsvinklar bakom frontpanelen i stället för på själva frontpanelen men på samma höjd som hålen i panelen. Vinklarna och UniLabkorten fästes därefter på basplattan med hjälp av M3-skrivar. Var noga med att se till att det finns tillräckligt med plats för displaykortet och de tre



Figur 2. Designen för frontpanelen kan hämtas gratis från Elektors websida och skrivas ut på en lämplig film.

utgångssocklarna mellan de två UniLab-korten. Om det är nödvändigt så lägg in bitar av isoleringsmaterial för att undvika kortslutningar.

Ringkärnstransformatorn monteras på basplattan bakom UniLabkorten med hjälp av den M6-skruv och mutter som medföljer den. Till höger om transformatorn finns det tillräckligt med plats på bakpanelen för att montera en modul för ingångsspänningen, som har en näströmbrytare och en säkringshållare. Den valfria mjukstartkretsen kan monteras till vänster om transformatorn. Displayen kräver en rektangulär öppning på 76x25 mm i frontpanelen. Detta är enklast att göra med en fintandad hobbysåg och sedan fila kanterna jämna.

För att montera spänning/strömdisplayen fäste vi två M3-skrivar på panelens insida med hjälp av 2-komponentslim. Det är viktigt att avfetta ytorna för skruvarna innan dessa limmas fast.

Kabeldragning

Det kompletta kabeldragningsschemat visas i figur 1. Det är viktigt att observera tjockleken på de olika kablar som är involv-

erade. Anslutningarna till utgångssocklarna skall vara 2.5 mm² tråd medan vanlig, isolerad mjuk 0.75 mm² kopplingstråd kan användas för alla andra anslutningar. Öppna metallytor på alla kablar som bär nätspänning skall isoleras noga vid nätspänningsingången med hjälp av krympslang och du måste naturligtvis också se till att lådan är säkert ansluten till skyddsjord. Spännings/strömdisplayen ansluts helt enkelt med hjälp av en 6-polig flatkabel och kontakt.

(100529)

Internetlänkar

- [1] www.elektor.com/090786 (UniLab bench supply)
- [2] www.elektor.com/100166 (dual voltage/current display)
- [3] 'Mains On Delay Circuit', Elektor Electronics July & August 1997 (article on Elektor 1990-1999 DVD)
- [4] www.elektor.com/100529 (front panel artwork)
- [5] 'Make your own Front Panels', Elektor Electronics November 1997 (artikel på Elektor 1990-1999 DVD)

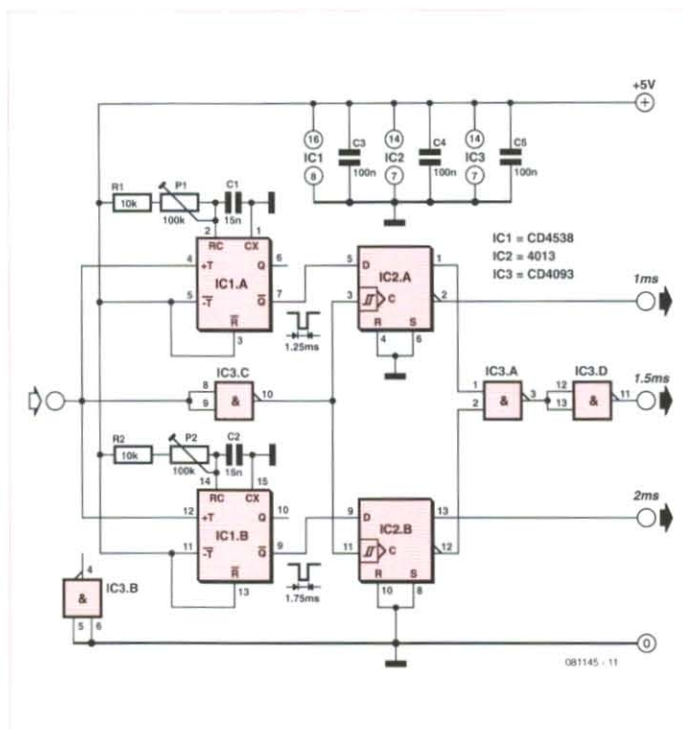
LED-fjärrstyrning för RC-modeller

Av Al Baur (Israel)

När man flyger ett radiostyrt (RC) plan när det är mörkt så hjälper det att ha olika färgade lampor på vingarna. Användningen av högintensiva röda och blå LED på vingarna gör att en visuell start/landningsindikering kan adderas till planet och ses från avstånd. Om du använder dem på en helikopter kan du vara säker på att det dyker upp artiklar om UFO:s i tidningarna några dagar senare.

De flesta RC-sändare har en reservkanal för en enkel till/frånfunktion ('SWITCH') som sänder fast pulser som är 1 ms eller 2 ms långa, och om inte så är en normal 'stickkanal' också lämplig att använda med den krets som visas här. Kretsen består i huvudsak av tre IC-kretsar. Två halvor av en CD4538 arbetar som pulsgeneratorer med fast längd som triggas av mottagarens utgångspulser. IC1.A lämnar 1,25 ms pulser och IC1.B 1,75 ms pulser. Två vippor i en 4013-kapsel, IC2.A och IC2.B jämför referenspulsarna med de som hämtas från mottagare, vilka är antingen 1 ms eller 2 ms för en till/frånkanal, eller varierar i längd mellan 1 ms och 2 ms för en stickkanal. Varje vippa vippa sina Q och Q/ utgångar beroende på resultatet av längdjämförelsen. Med hjälp av grunden IC3.A bestämmer kretsen att det är 1n 1,5 ms puls om varken 1 ms eller 2 ms detekteras och lägger således till en tredje digital utgång. Såvida du inte använder lågströms-LED (rekommenderas inte) skall LED:arna anslutas via transistor drivare.

(081145)



Enkel testare för IR-fjärrkontroll

Av Tom van Steenkiste (Holland)

På Internet kan du hitta dem i alla former och storlekar, kretsar för att testa fjärrkontroller. Här beskriver vi en enkel och billig metod som inte är så känd.

Metoden baseras på principen att en LED inte bara genererar ljus när en spänning läggs på den utan den fungerar också i motsatt riktning och genererar en spänning när det faller ljus på den. Inom vissa gränser kan den därför användas som ett alternativ till en äkta fototransistor eller fotodiod. Fördelen är att du normalt har en LED liggande nånstans, vilket inte alltid är fallet med en fotodiod.

Detta gäller också för IR (infraröda) dioder och det gör dem mycket lämpliga för att testa en fjärrkontroll. Du behöver bara ansluta en voltmeter till IR-dioden och fjärrkontrolltestaren är färdig.

Ställ in multimetern på att mäta DC-spänning och slå på den. Håll fjärrkontrollen intill IR-dioden och tryck på någon av knapparna. Om fjärrkontrollen fungerar

så kommer spänningen på displayen att stiga snabbt. När du släpper knappen sjunker spänningen igen.

Förvänta dig dock inte någon hög spänning från IR-dioden! Den spänning som IR-dioden genererar är bara ca 300 mV, med detta är tillräckligt för att visa om fjärrkontrollen fungerar eller inte.

Det finns en hel del andra objekt som också sänder IR-strålar. Så notera först spänningen på voltmeteren innan du trycker på någon av knapparna på fjärrkontrollen och använd detta som referensvärde. Gör inte heller detta test i ett väl uppkylt rum eller där solen skiner direkt in eftersom det då finns risk att det finns för mycket IR-strålning.

För att snabbt minska diodspänningen innan du gör nästa mätning kan du kortsluta pinnarna hos dioden kort. Detta skadar inte dioden.

(090480)



Designa och tillverka basantenn

baserade på dipoler och monopoler

Av Jean Marie Floc'h (Frankrike)

Antennerna som visas i denna artikel designades för en frekvens på 2.45 GHz. Denna frekvens ligger inom 2.4 GHz ISM-bandet (Industrial, Scientific, and Medical) som kan användas utan licens i många delar av världen).

Vissa enkla regler som förklaras nedan gör det lätt att designa antenner för andra frekvenser.

Prototyperna tillverkades av (adesiv) kop-

parlaminat för att göra det enklare att justera till den korrekta frekvensen (med hjälp av en hobbykniv). Men vi rekommenderar att du gör slutversionerna av dessa anten-

ner på dubbelsidigt kretskortslaminat så att de klarar av vädret bättre. Såvida inget annat anges har alla antenner en anslutningsimpedans på 50 ohm.

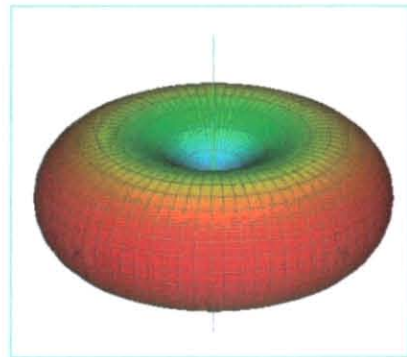
Enkel dipol

Dipolen är en av de enklaste antenner du kan göra. Den enkla dipolen kommer i form av en $\lambda/2$ -lång metalldare delad i två. Den matas från mitten.

Strömmarna i de två elementen måste vara i motfas så att strömmen är maximal i mitten av dipolen. Att mata en dipol kräver att en balun används (för **balanced-unbalanced**) som producerar strömmarna i motfas och för att kunna presentera dem med korrekt impedans.

Impedansen över terminalerna har ett värde nära 73Ω , och är den är rundstrålande utom i linje med elementen

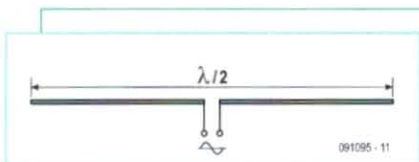
där strålningen är noll. Den teoretiska förstärkningen hos dipolen är 2,15 dBi. termen dBi betecknar decibel i förhållande till en isotropisk antenn som strålar likformigt i alla riktningar och som har absolut genomgångsförstärkning (unity gain).



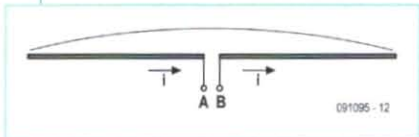
Koaxialdipol

Ett trick för att undvika balunen och impedanstransformatorn är att mata dipolen direkt via en koaxialmatare. I praktiken är den fysiska längden hos dipolen något kortare (några få procent) än den elektriska längden.

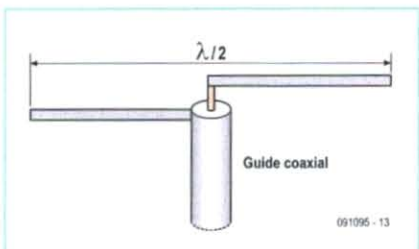
Ett av elementen lödas direkt till mittkärnan på koaxialen och den andra till jord. Längden här är satt till 56 mm (två 27 mm element med ett gap på 2 mm) för att få en resonansfrekvens nära 2.45 GHz. Vid denna frekvens är halvvåglängden 60 mm. Det är bäst att starta med element som är något för långa (se till att båda elementen har samma längd) för att sedan kunna justera dem till den önskade resonansfrekvensen. Bandbredden är runt 400 MHz, dvs 16% av bandets mittfrekvens. En maximal förstärkning på 2 dBi har uppmätts. Den röda kurvan visar strålmönstret i linje med dipolen (refereras till som E-planet, notera pucklarna), strålningen i planet vid 90° , refererat till som H-planet (grön kurva) är i stort sett rundstrålande.



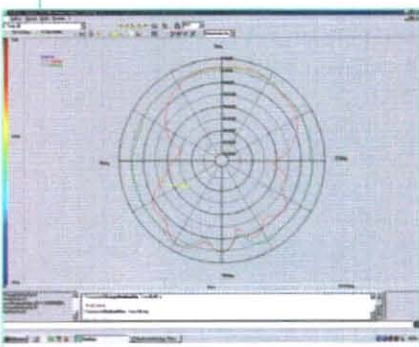
091095 - 11

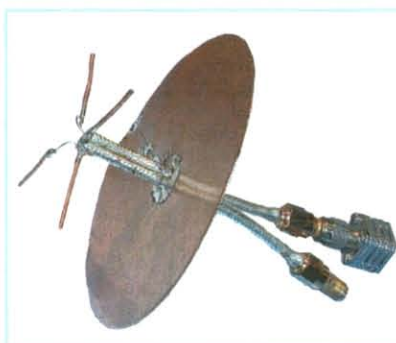


091095 - 12



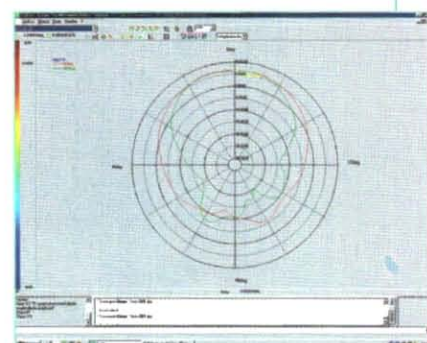
091095 - 13





Dubbel dipol med jordplan

Du kan försöka minska bakåtstrålning från koaxialdipolen genom att placera ett jordplan ca $\lambda/4$ bort. För att vara effektivt måste jordplanet vara minst $0,75 \lambda$. För att hålla strålningsmönstret symmetriskt är det bäst att använda en skiva. Men se upp, ofta märks en liten förskjutning av resonansfrekvensen och det kan vara nödvändigt att trimma om längderna på dipolerna. Om du vill ha en korspolariserad (H/V) antenn kan du använda två koaxdipoler tillsammans.



Bandbredden är runt 450 MHz (18%). Den dubbla resonansen beror på ömsesidig koppling mellan de två dipolerna. Det är bäst att terminera den oanvända matningen med ett 50Ω motstånd för att undvika falska effekter.

Mätningar på antennen visar hålet i strålningen i linje med dipolen (grön kurva) och minskningen av bakåtstrålningen (runt -15 dB). Du kan också se bättre riktning i båda planen tack vare att det finns en andra dipol i planet vinkelrätt mot den första. Detta ger en betydlig förstärkning på 6 dBi. Samma resultat noteras också för den andra matningspunkten.



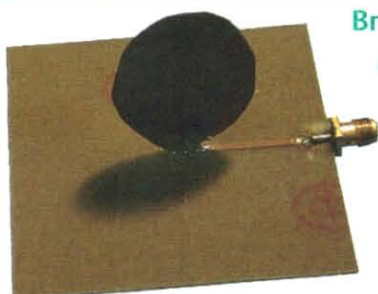
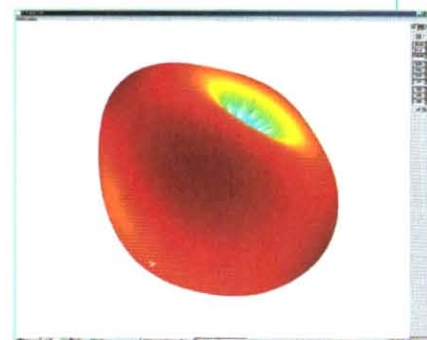
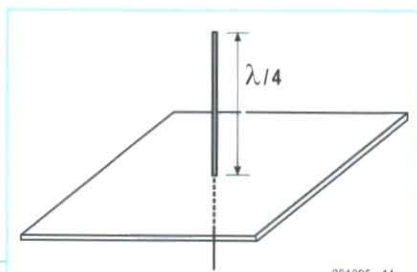
Monopol (stav)

Om du vill minska antennstorleken så är ett enkelt sätt att använda sig av de elektriska bilder som genereras av ett jordplan. På detta sätt får du en monopol vars storlek är $\lambda/4$, dvs halva storleken. Jordplanet minskar också bakåtstrålningen.

Den monopol som visas här matas via en mikrostriplinje (1,5 mm bred) producerad på ett FR-4 kretskortslaminat.

Monopolens 30 mm långa element är lött direkt till linjen. Detta är en mycket enkel teknik för att skapa antenner direkt på ett kretskort. Du får en bandbredd på runt 450 MHz (18%).

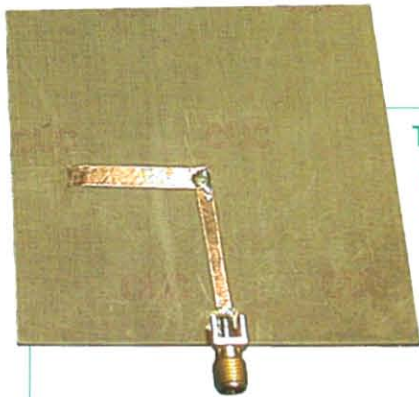
Ett hål ses i strålningen på monopolen axel och rundstrålning i det vinkelräta planet. En liten minskning av bakåtstrålningen beroende på jordplanet kan ses. Förstärkningen ligger i storleksordningen 1 dBi.



Bredbandsmonopol

Om du vill ha större bandbredder måste du anpassa formen på monopolen. Du kan använda en ellips (se bilden). Dimensionerna hos denna ellips, tillverkad av 0,3 mm tjock kopparplåt, är 45 mm hög och 3 mm bred. Höjden på ellipsen motsvarar antennens resonansmittelfrekvens (här 1,8 GHz) och är omkring $\lambda/4$.

Bandbredden är 550 MHz (30%), dubbelt mot dipoler och enkla monopoler. Strålningsmönstret likar det hos en enkel monopol och förstärkningen är av ungefär samma storleksordning

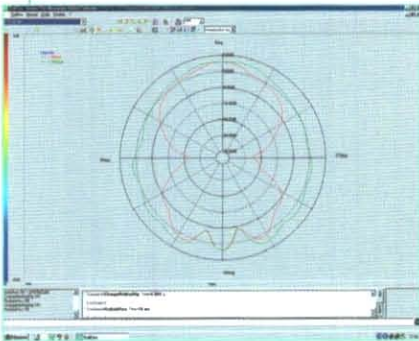
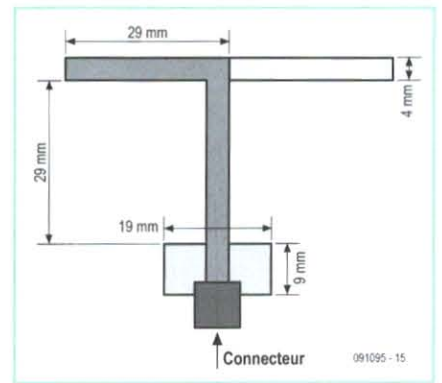


Tryckt dipol

De två elementen hos dipolen är nu tryckta på var sin sida om substratet. De matas via en 2-tråders matare till vilken en SMA-kontakt är lödd (mittstiftet till ett element och håljet till jord). Själva antennen är gjord av kopparfolie för att det skall vara enklare att justera storleken. Men när du fått dimensionerna rätt rekommenderar vi att du tillverkar antennerna på ett dubbelsidigt kort för att förbättra prestandan (speciellt förstärkningen) och få en antenn som håller bättre.

Längden på dipolelementen och avståndet mellan elementen och jord är $\lambda/4$. Kortet som används är 0,8 mm tjockt och har låg permitivitet (2,2) vilket ger en något högre förstärkning (ca 2,4 dBi) och förbättrad bandbredd (470 MHz, dvs 19%).

Avbrottet i strålningsmönstret under dipolen beror på mätsystemet och närvaron av en matarkontakt.

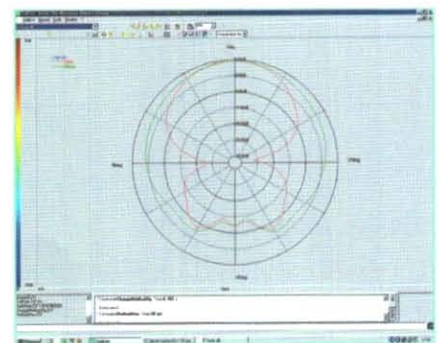
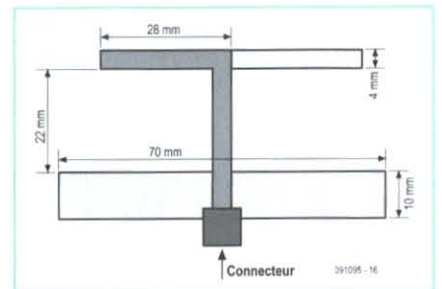


Tryckt dipol med reflektor

Om man bara vill ha riktverkan framåt och begränsa bakåtstrålningen är en ofta använd teknik att placera en reflektor lödd på jordsidan av matarlinjen. Storleken skall vara något större än de två elementen hos dipolen. För god matchning skall dimensionerna ändras något jämfört med den enkla dipolen. Denna antenn har en bandbredd på 350 MHz (14 %), dvs smalare än en enkel, tryckt dipol.

Med denna antenn kan du förvänta dig en minskning av bakåtstrålningen på över 10 dB. Den maximala förstärkningen är 5 dBi. Notera också 'strålningshållet' i linje med dipolelementen.

Om du vill öka antennens förstärkning kan du helt enkelt placera en direktor framför dipolelementen på ett avstånd av ca $\lambda/4$. Denna direktor är betydligt kortare än de två dipolelementen. På detta sätt ökar förstärkningen med 1,5 dBi. Bakåtstrålningen ökar och riktningsverkan ökar (smalare framåtvinkel i E och H-planen).

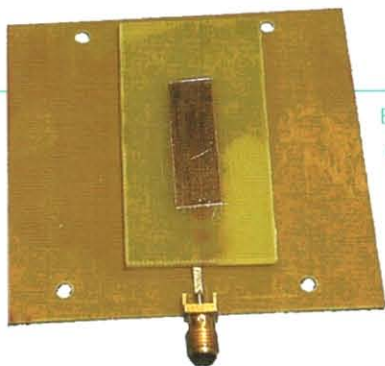


Elektromagnetiskt kopplad tryckt dipol

I denna typ av konfiguration är dipolen placerad ovanför en mikrostriplinje med hjälp av ett substrat. På detta sätt får du en 2-lagersstruktur med ett matarlager och ett strålningslager med dipolen. Energin kopplas till dipolen via en kapacitiv effekt. Två konfigurationer är möjliga:

Längsgående koppling: Substratet som används är FR-4 kretskortslaminat, 0,8 mm tjockt för matarlinjen och 1,6 mm för dipolen. Dipolen mäter 9x30 mm (en halv våglängd). Matarlinjen är 1,5 mm bred för att kunna få en impedans på 50 Ω .

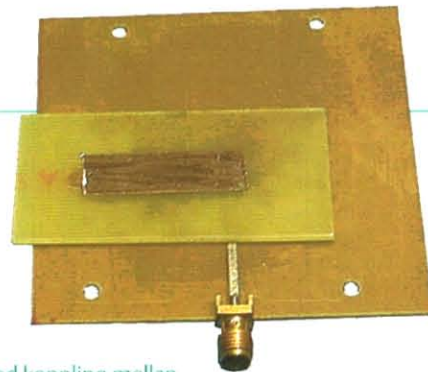
Positionen för dipolen justeras för hand för att få god koppling och god matchning av antennen. För att undvika luftbubblor är det bra att lägga på lite Vaseline mellan de två substraten.



Bandbredden på 55 MHz (2%) är smalare än för en enkel dipol. Uppmätt förstärkning är 1 dBi. Detta låga värde förklaras av att det FR-4 laminat som används uppvisar stora förluster.

Tvärgående koppling: Här placeras dipolen lateralt i förhållande till dipolen och egenskaperna hos substraten är identiska med den tidigare antennen.

Dipolens position justeras på samma sätt för att få en god koppling mellan linjen och dipolen. Bandbredden är 40 MHz (1,5%), dvs något smalare än med längsgående antenn. Den uppmätta förstärkningen är runt 1,5 dBi.



Patchantenn

det finns flera möjliga patchstrukturer för att producera antenner. Här skall vi begränsa oss till följande två typer:

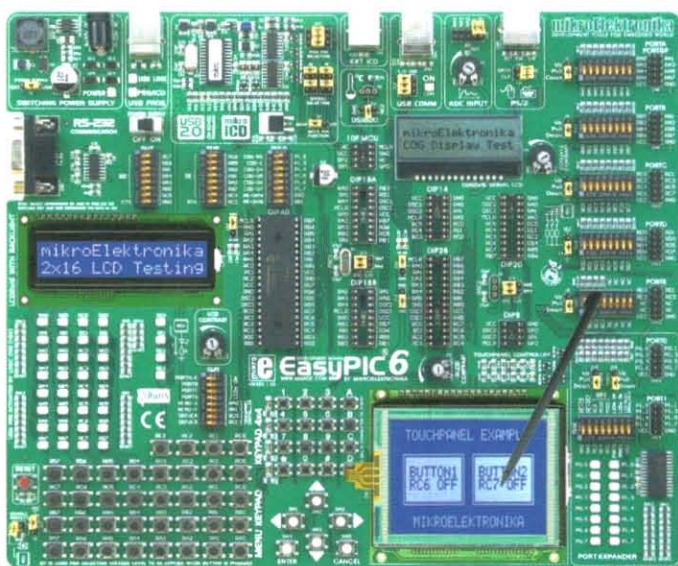
Matad av mikrostriplinje patchen är 30x30 mm i fyrkant på ett standard FR-4 kretskort (tjocklek 1,6 mm, permitivitet $\epsilon_r = 4.3 @ 2.45 \text{ GHz}$, $\lambda = c/(f\sqrt{\epsilon_r})$). Patchmataren är en 1,5 mm bred mikrostriplinje med en impedans på 50 Ω . Matchningen till patchen uppnås med hjälp av en 9 mm lång så kallad 'stub' (kort bit mikrostriplinje bara ansluten i ena ändan och således presenterande en reaktiv impedans) placerad 20 mm från patchen. Denna matchning kan man också få med en kvartsvågs transformator. Bandbredden är runt 55 MHz, dvs lite över 2%. Den uppmätta förstärkningen ligger runt 0,5 dBi.

mikroElektronika

UTVECKLINGSVERKTYG | KOMPILOTERER | BÖCKER

UPPTÄCK FRAMTIDEN MED EASYPIC6

Allt du någonsin önskat dig i ett utvecklingsverktyg. Upptäck hur enkelt det är att skapa fantastiska enheter!



Tack vare många nya egenskaper kan du börja skapa nya enheter omedelbart. EasyPIC6 stöder 8-, 14-, 18-, 20-, 28- och 40-pinnars PIC mikrokontroller. MikrolCD (Hardware In-circuit Debugger) tillåter mycket effektiv steg-för-steg avbuggning. Exempel i C, BASIC och Pascal följer med kortet.

För mer information besök vår hemsida <http://www.mikroe.com>

PROTEUS DESIGN SUITE

- Powerful, Easy to Use Schematic Capture
- Interactive Mixed Mode SPICE Simulation
- Unique Microcontroller Co-Simulation and Debugging
- Fully Featured PCB Design and 3D Viewer
- NEW!** Electra Shape Based Router Included
- NEW!** ODB++ Manufacturing Output Included
- Worlds First Schematic Based USB Simulation Product



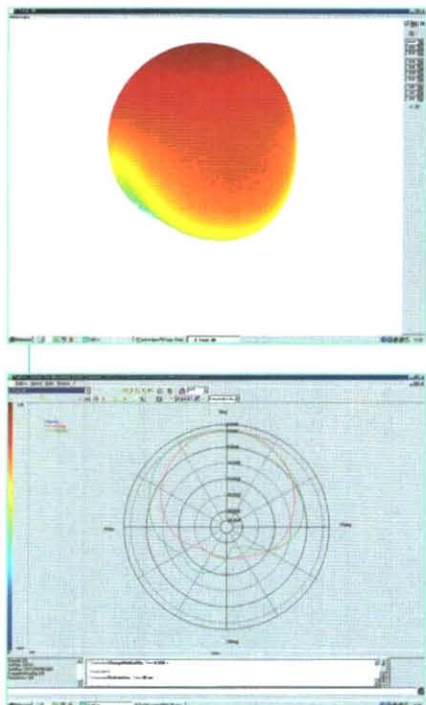
Proteus VSM is highly recommended for designers frequently working on circuits containing digital as well as analogue electronics. - *Elektor Electronics Review*

labcenter 
Electronics

PED TEC AS
(+47) 909 92 450
www.pedtec.no

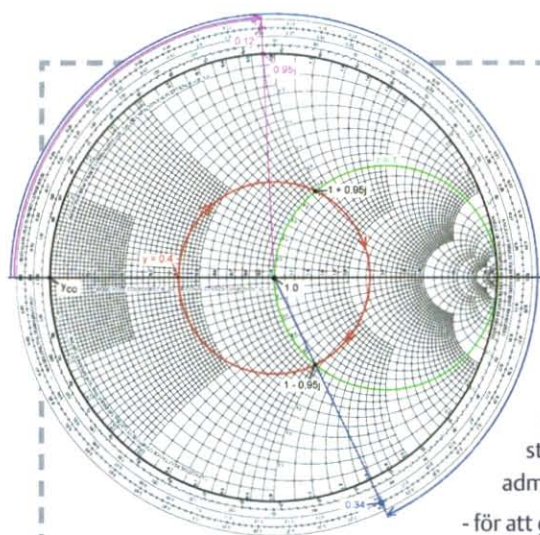
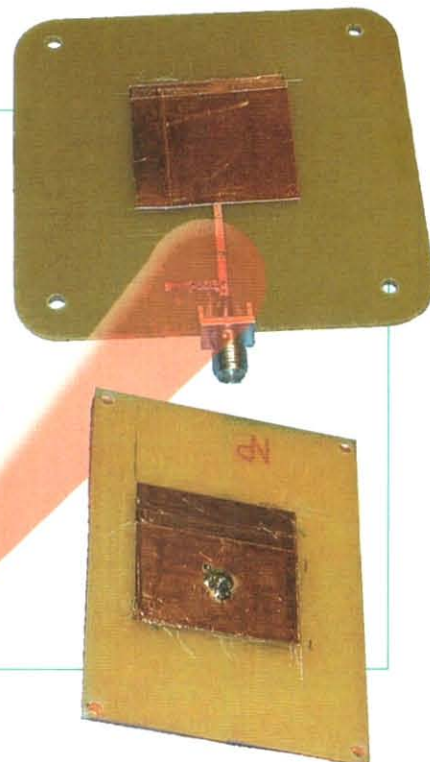


Official Labcenter Distributor



Koaxmatning: Dimensionerna hos patchen är också 30x30 mm. Koaxmatningen sker via en SMA-kontakt lödd till jordplanet på andra sidan om kortet med mittkärnan till patchen. Matning på detta sätt gör det möjligt att minska förlusterna i substratet. Erfarenheten säger att patchen skall matas vid en punkt som är centerad 1/3-del av vägen från kanten på patchen (10 mm i vårt fall). Den uppmätta förstärkningen är 4 dBi.

Om du vill ha cirkulär polarisering måste du göra en notch på ca 10% (här 3 mm) i de två motsatta hörnen hos patchen. Beroende på positionen av slitsarna i förhållande till matningspunkten kommer du att få antingen höger eller vänster (RH/LH) polarisering.



Matchning med hjälp av Smithdiagram

För att få matchning skall du först mäta impedansen hos patchen vid resonansen med hjälp av en nätverksanalysator (på kanten av patchen). Impedansen i prototypen var på 125 Ω , helt äkta vid resonansfrekvensen. Du kan sedan använda Smithdiagrammet för att utföra matchningen:

- patchens impedans normaliserad till 50 Ω är $125/50=2,5$, dvs en normaliserad admittans på $y = 1/2,5 = 0,4$. Den konstantreflekterande koefficientcirkeln (med punkten $r=1$ som sin mitt) korsar cirkeln $r = 1$ vid $1 + 0,95j$ och $1 - 0,95j$. Du accepterar lösningen $1 \pm 0,95j$.

- När antennen är matchad är du i mitten av diagrammet vid punkt 1. Alltså måste stubben bidra med en imaginär komponent på 0,95j för att kompensera för patchens admittans, dvs $(1 - 0,95j) + 0,95j = 1$

- för att gå från $y = 0,4$ till $1 \pm 0,95j$, måste du flytta 0,34 λ runt kanten på Smithdiagrammet i riktning mot generatoren, vilket betyder att stubben måste placeras $0,34 \times 60 \text{ mm} = 20,4 \text{ mm}$ från patchen. I prototypen placerades stubben vid ungefär 20 mm.

patchen. I

- Fortfarande på kanten av Smithdiagrammet och du går från y_{co} (öppen-krets admittans) till ett värde på 0,95j, så finner du 0,12 λ som stubblängd, dvs $0,12 \times 60 \text{ mm} = 7,2 \text{ mm}$. För att du skall kunna kapa den vid justeringen så gör den något längre. I prototypen så var den 9 mm lång.



Närfältsmätplats

De strålningsdiagram som illustrerar de antenner som skrivs om i denna artikel fick vi med hjälp av en Satimo Stargate 32 närfältsmätplats. Detta gör det möjligt att utföra mätningar mellan 400 MHz och 6 GHz. Systemet består av en bågsektor försedd med detektorer som i realtid mäter en genomskärningssektion av strålningsmönstret hos antennen under test. Antennen roteras sedan för att få ett 3D-diagram. De mätningar som görs under antennen måste tolkas försiktigt då det inte finns några detektorer under antennen och dessa värden är extrapolerade.

(091095)

Mikrobränslecell mäter syrekonzentration

Av Helge Weber (Germany)



Syre, eller oxygen som det brukar stå på gasflaskor, utgör ca 21% av luften i atmosfären. Normalt tar vi detta för givet, men för en del är syrekonzentrationen en fråga om liv eller död. För en dykare är det viktigt att känna till syrekonzentrationen i andningsluften i cylindern och en grottutforskare måste ha koll på syrenivån i den omgivande luft som han andas. Denna artikel beskriver en syrekonzentrationssensor och hur man processar dess utgång.

Vi har tidigare beskrivit koldioxidmätarsensorer baserade på kemiska [1] och optiska [2] principer här i Allt om Elektronik och en syresensor kompletterar dessa konstruktioner snyggt. Den mätare som beskrivs här baseras runt ett Miniboard18 mikrokontrollerkort [3] som har en ATmega328 mikrokontroller och en 2-raders bakbelyst LCD-panel.

Bakgrund

Hypoxi (otillräcklig syresättning av kroppens vävnader) kan leda till livshotande situationer, speciellt för dykare och grottforskare. Symptomen sträcker sig från en allmän nedgång av medvetenhet till okontrollerade rörelser och till slut total medvetlöshet. I sådana fall sker den medicinska behandlingen i respirator, idealiskt med 100% syre.

Konzentrationsmätare för syre är nyttiga vid sportdykning. Många dykare idag använder en andningsluft med en högre

syrekonzentration än den som finns i atmosfären. Dessa så kallade 'nitrox' blandningar har normalt en syrenivå på 22% till 40%. En annan applikation är återandningsapparater (rebreather) som används av dykare.

Det är livsviktigt för dykare att veta syrekonzentrationen i luften de andas. Om koncentrationen ligger mer än 1% från det korrekta värdet skall luften inte användas. Avvikelsen måste utredas och dykningen planeras på nytt. Den syremätare som vi beskriver här ger tillräckligt noggrann indikering av syrekonzentrationen hos luften i en sportdykarutrustning.

En andra användning för syrekonzentrationsmätaren är vid klättnig i grottor, till exempel för att övervaka syrekonzentrationen nere i en grotta. Den europeiska standarden EN50104 för 'Elektriska apparater för detektering och mätning av syrgas' gäller i detta fall. Syremätare som används för professionella ändamål måste uppfylla specifikationerna i denna standard och testas mot

dess. Risker när man klättrar i grottor inkluderar farligt höga nivåer av gaser, som CO, CO₂, CH₄ och H₂S, samt dessutom minskade syrenivåer. Syremätaren kan därför vara ett nyttigt komplement till gasdetektorer och andra övervakningsenheter.

Arbetsprincip

Syre kan detekteras ganska enkelt med hjälp av en elektrokemisk sensor [5][6], också känd som mikrobränslecell. Metoden användes först (och patenterades) av det amerikanska företaget Teledyne Analytical Instruments som en sensor i artificiella respiratorsystem.

Innanmätet i sensorn (figur 1) baseras runt ett Teflonmembran med en guldkatod och en blyanod. Syrgasmolekyler diffuseras genom Teflonmembranet och reduceras elektrokemiskt vid guldkatoden. Elektroderna för denna reduktion kommer från oxidering av blyanoden, vilket resulterar i ett flöde av anions och cations mellan ele-

Portabel syremätare med hjälp av Minimod18

ktroderna. Detta flöde av joner motsvarar en ström som kommer att öka i storlek ju fler syrgasmolekyler som diffuseras. Den aktuella strömmen omvandlas till en spänning med hjälp av ett motstånd och utgången från sensorn ligger i regionen några få millivolt. Överföringsegenskaperna hos sensorn förändras när den åldras (figur 2).

I normal atmosfärisk luft ligger utspänningen från sensorn någonstans mellan 7 mV och 13 mV och stiger linjärt med ökande syrgaskoncentration. Livlängden för en mikrobränslecell av denna typ varierar mellan tillverkarna och beror också på den omgivning i vilken den används och är typiskt två till tre år.

Mätarkretsen

Den första uppgiften är att omvandla utgången från sensorn till en nivå som är lämplig för ingången till A/D-omvandlaren i mikrokontrollern. Alternativt, om sensorn skall användas utan mikrokontrollerkretsen, kan utgången från frontändan anslutas direkt till en millivoltmeter som klarar av att visa spänningar från 0 mV till 199,9 mV. Omvandlingen sker med hjälp av en operationsförstärkare kopplad i en icke-inverterande konfiguration. Figur 3 visar den kompletta kretsen för front-endsteget byggt runt en

OP90 [7], med utgången tagen till A/D-omvandlingsingången på mikrokontrollern eller till millivoltmetern, vilket man nu väljer.

Förstärkningen A hos förstärkaren ställs in med feedbackmotståndet R1 och R2 och ges av formeln $A=1+(R2/R1)$. De värden som visas i kretsschemat ger en förstärkning på 16 gånger.

Offsetkompensering hos opampen i figur 3 sker med R3 och R4. Om utgången från opampen skall användas för att driva en millivoltmeter så kan det, av displayskäl, vara värt att ansluta en trimpotentiometer till pinnarna 1 och 5 och justera denna för att utjämna offsetspänningen i opampen. Dessutom kan en andra trimpotentiometer läggas in i serie med motståndet R2 så att utspänningen kan ställas in på exakt 20,9 mV i atmosfärisk luft så att koncentrationen kan avläsas direkt på displayen hos millivoltmetern.

Själva bygget

Minimod18 är hjärtat i mätarkretsen. Modulen inkluderar allting som behövs för ett snabbt och bekymmersfritt bygge och integrering. Själva syresensorn är inbyggd i



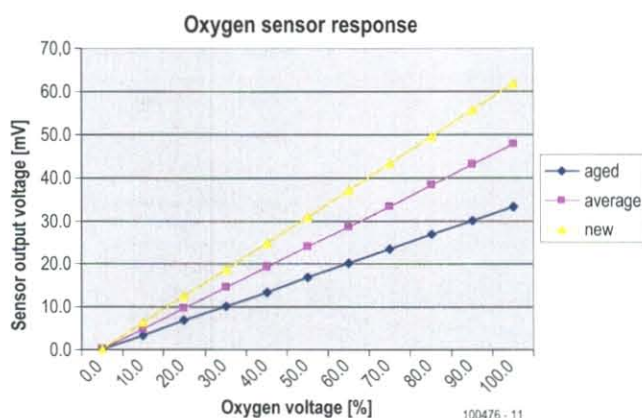
Figur 1. Sensor med adapter för anslutning till en dykares andningsutrustning.

lådan (figur 5).

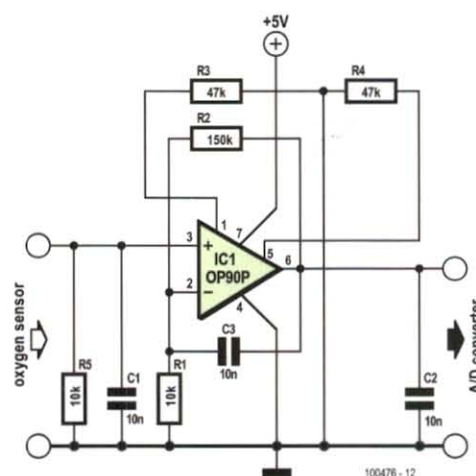
Front-endkretsen i figur 4 kan byggas på en bit experimentkort. Alla anslutningar sker till K1 på Minimod18-kortet:

pin 1	AREF	anslutning för referensspänning
pin 2	+5 V	strömförsörjning
pin 3	ADC6	sensorsignal
pin 9	GND	strömförsörjning

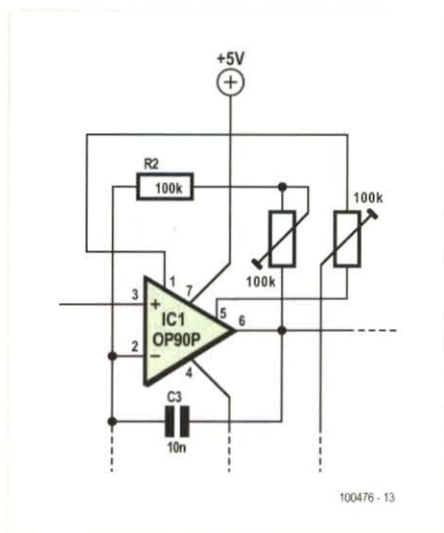
En bra spänningsreferens är LM336-2,5 V från National Semiconductor [8]. Den



Figur 2. Typisk egenskapskurva hos en syremätare.



Figur 3. Front-end förstärkarkrets för att ansluta syresensorn till en A/D-omvandlare.



Figur 4. Om en millivoltmeter skall användas som display skall två kalibreringspotentiometrar adderas till förstärkarkretsen.

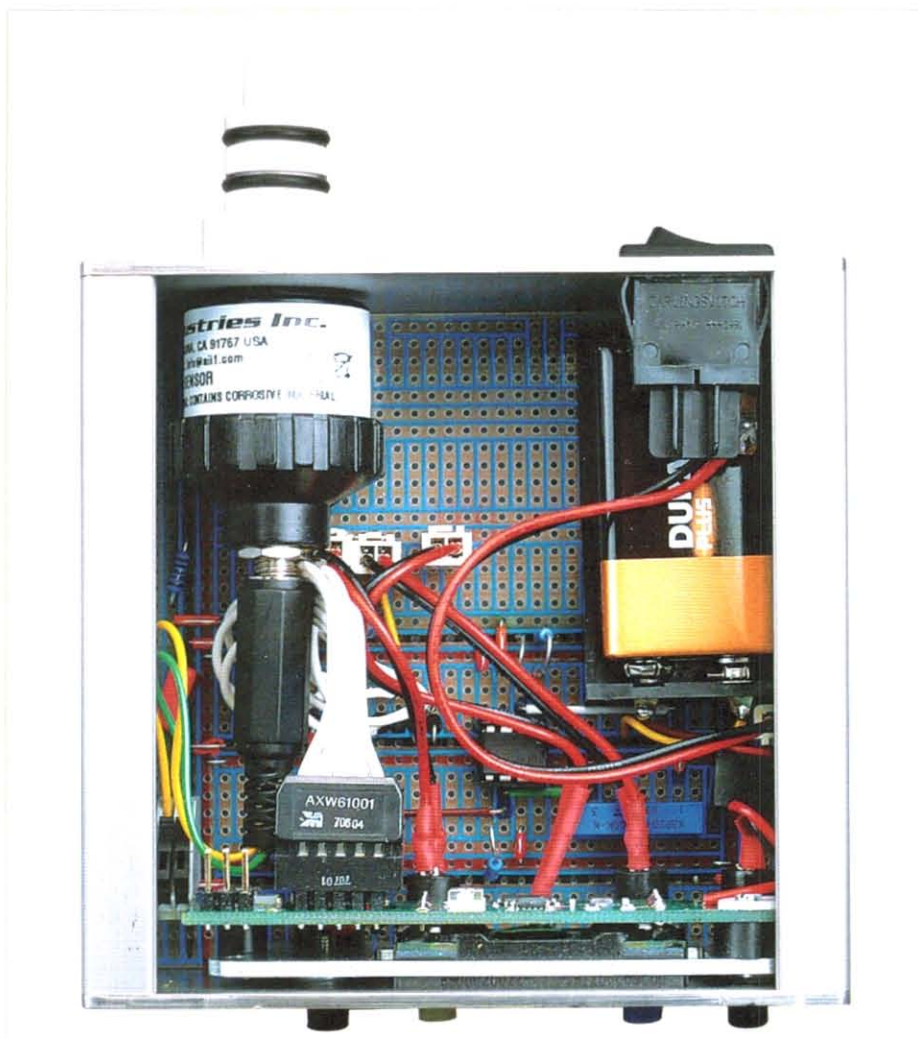
förstärkta sensorsignalen måste naturligtvis vara kalibrerad mot referensspänningen. De öviga pinnarna kan användas för ytterligare expansion. Pinne 4 (ADC7) kan till exempel användas för att ansluta ytterligare en sensor, andra ingångar kan anslutas till knappar osv.

Mjukvara

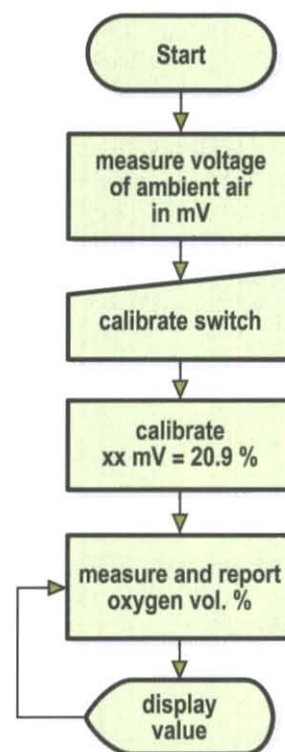
Mjukvaran för Minimod18 kan lätt skrivas med hjälp av, till exempel, BASCOM AVR eller CodeVisionAVR. I detta fall har konstruktören utvecklat mjukvara för prototypen med BASCOM. Figur 6 ger en översikt av programmet som ett flödesschema, käll

och hexfiler för projektet finns att hämta från Elektors websida för detta projekt [9]. det finns två versioner av koden tillgängliga, den första är avsedd att användas som en andningsluftanalysator (nitrox) och den andra för att övervaka den omgivande syrenivån i luften.

Enheten kan kalibreras med antingen enpunktsmetoden eller två-punktsmetoden. I en-punktsmetoden antar vi att sensorn plus front-endkretsen har linjära egenskaper som passerar rakt genom och vi behöver därför bara kalibrera mätaren till en annan punkt, till exempel 20,9% koncentrationen



Figur 5. Översikt av prototypen.



100476 - 14

Figur 6. Flödesschemat visar den enkla strukturen hos programmet.

i normal atmosfärisk luft.

Enheter kan emellertid ha en total offset där den raka överföringsfunktionen inte passerar exakt genom mittpunkten. I sådana fall ger en två-punktskalibrering bättre noggrannhet. Här behövs ett prov av en referensgas, helst ren syrgas. Den första kalibreringspunkten är avläsning av den atmosfäriska luften (koncentration 20.9% som vi sagt ovan) och den andra punkten av avläsningen av referensgasen med känd syrekonzentration. Det skall noteras att inte ens denna metod är helt noggrann då syrekonzentrationen i den atmosfäriska luften inte är exakt 20.9% eftersom det partiella trycket hos syre varierar med det barometrisk trycket, luftfuktighet och temperatur. Onoggrannhet på grund av dessa effekter kan man dock bortse från i de två applikationer som vi visat här.

Enheten i praktiken

En lämplig gassamlingsenhet behövs för att använda kretsen för att mäta syreinhåll i andningsluft. Ett alternativ är 'Quick Ox' [10].

När man använder enheten för att övervaka den omgivande luften är det en bra idé att addera varningsindikatorer med hjälp av en summer och en lysdiod. Författaren monterade tre lysdioder på sin prototyp. En grön LED är tänd när den omgivande syrekonzentrationen ligger nära den normala nivån på 20.9%. Om koncentrationen sjunker under 19% tänds en röd LED och om koncentrationen

Om författaren

Helge Weber är ingenjör inom kraftelektronik och arbetar som platschef specialiserad i metallurgi. På sin fritid är han räddningsdykare och dyklärare inom den tyska livräddningstjänsten.

tionen sjunker ytterligare till under 17% så ljuder också summern. En blå LED tänds för att indikera att koncentrationen ligger över 22%, vilket är användbart när man kollar efter läckor vid återfyllning eller blandning med syrgas.

Du kan fritt modifiera källkoden för att implementera ytterligare funktioner. Som vi har sett så är hårdvaran som behövs för att bygga en syremätare minimal, sensorn, en

opamp och antingen en millivoltmeter eller, för mer sofistikerade applikationer, Minimod18 och en spänningsreferens.

(100476)

Referenser och länkar

- [1] Allt om Elektronik 1/2008
- [2] Allt om Elektronik 3/2010
- [3] Elektor January 2010: <http://www.elektor.com/090773>
- [4] <http://en.wikipedia.org/wiki/Nitrox>
- [5] www.teledyne-ai.com/oem/diving.asp (Teledyne oxygen sensors)
- [6] www.aai1.com/Rep_O2_sensors.htm (Analytic Industries oxygen sensors)
- [7] www.analog.com/static/imported-files/data_sheets/OP90.pdf (opamp datablad)
- [8] www.national.com/ds/LM/LM136-2.5.pdf (datablad för spänningsreferens)
- [9] www.elektor.com/100476
- [10] www.vandagraph.co.uk/?page=category&cat=294&subcat=296 (Quick Ox gassamlingsadapter)

Advertisement

Årgång 2009

Nu finns årgång 2009 att köpa. Komplet årgång kostar 450:- inkl. moms och porto.

Även årgång 2008 finns att köpa för 450:-

Priset får båda årgångarna 2007 och 2008 är 750:-

Vill du även ha årgång 2006 är totalpriset 950:- Allt inklusive moms och porto

Allt om Elektronik

Box 178 - 444 22 Stenungsund

www.alltomelektronik.se order@alltomelektronik.se



Vad finns i luften?

Av Rolf Blijleven (Holland)

Detektering och analys av gaser är ett krav i många olika brancher inom industrin och vetenskapen, från petrokemi till medicinsk instrumentering. I denna artikel diskuterar vi teorin och metoderna för gasmätningar i realtid för två viktiga grupper, syre och kolväteföreningar.

Alla gasanalysatorer i realtid mäter partialtryck. Den avläsning du tar från en barometer är egentligen inget annat än vikten på de molekyler som finns i luften runt oss. Torr luft består av 78.02% kväve (N_2), 20.94% syre (O_2), 0.04% koldioxid (CO_2) samt lite ädelgaser och vattenånga. Tillsammans så skapar dessa gaser vid havsytan ett tryck på 760 mm Hg = 101,3 kPa = 1,01 bar. Vid högre höjder är luftens densitet lägre och trycket minskar. När det är vackert väder så stiger det totala trycket, det är det som meteorologerna menar när de talar om ett högt tryck. Såvida det inte är kraftig frost så är luften normalt inte torr utan har en viss fuktighet och denna uttrycks normalt som relativ luftfuktighet (RH, Relative Humidity) i procent.

Principerna för gasmätning

Innan gas kan mätas så måste vissa åtgärder vidtagas för att förhindra att vattenånga inkluderas. Dessutom så vill du inte att gasen i analysatorn skall vara stationär, du är normalt intresserad av förändringarna i gaskoncentrationen. Det är därför som gasanalysatorerna i stort sett alltid tar sina samplingsar med hjälp av en samplingspump som drar gasen genom analysatorn. Dessutom måste analysatorn kalibreras och du är också intresserad av flödes hastigheten genom analysatorn så att du kan beräkna koncentrationen i den uppmätta gasen. Figur 1 visar schemat över en typisk gasanalysator. Till höger finns samplingspumpen som drar gasen genom analysatorn. En trycksensor är ansluten med en T-koppling framför analysatorn. Denna mäter det barometriska trycket när samplingspumpen är från. Du behöver känna till detta så att du kan beräkna partialtrycket. När samplingspumpen är till ger sensorn en indikering av flödes hastigheten genom analysatorn.

Fuktproblem?

Innan gasen kommer in i analysatorn passerar den genom ett samplingsrör. Dessa finns i olika variationer. Ibland är det en kolumn med vattenfri kalciumsulfat som absorberar all luftfukt, i andra fall

kan det vara en kylkammare som ser till att vattenångan kondenseras och sedan dräneras som flytande vatten. En tredje, mycket vanlig metod, använder Nafion, ett derivat av Teflon, som har en mycket hög permeabilitet för vatten. Gör detta till ett rör och röret kommer då att se till att koncentrationen av vattmolekyler på utsidan och insidan är i stort sett identiskt.

En analysatorn kalibreras normalt i två lägen, noll och område, dvs, nollpunkten och den övre gränsen av mätområdet. Detta kräver två flaskor med kalibreringsgas där gaskoncentrationen är noga känd. Först skickas den ena och sedan den andra kalibreringsgasen genom analysatorn. Den gas som kommer från flaskan har RH=0%. I ändan av samlingsröret fuktas denna gas till RH i rummet, jargonomässigt 'omgivningen'. Efter kalibreringen switchas samplingsen till mätgången. När du mäter luft från rummet ändras RH inte, omgivning förblir omgivning. När du mäter gas med en högre RH, såsom utandad gas, och sedan i ändan av samlingsröret, så har denna gas torkat och har igen samma RH som omgivningen. Analysatorn 'ser' därför alltid gas med samma luftfuktighet och denna osäkerhet är nu eliminerad från mätningarna!

I vissa fall räcker det med att ha bara en kalibreringsfas. När man kalibrerar syre (oxygen) så kan vi utgå från att den omgivande luften innehåller 20,94% O_2 . Denna siffra är i stort sett konstant över hela världen tack vare produktionen av syre i tropiska skogar och oceanerna. Detta är dock inte sant för CO_2 . Efter en dag i ett konferensrum med alla fönster stängda kan mängden CO_2 lätt öka till en procent.

Tillräckligt snabb och känslig?

Gasanalysatorer är normalt inte särskilt snabba, en responstid mätt i minuter är inte ovanligt. För vissa applikationer, som avgasmätningen vid bilprovningen, är detta inget problem. I andra fall kan det vara nödvändigt med en reaktionstid på mindre än 150 milisekunder, till exempel vid övervakning av sövda patienter. Även om det är möjligt att designa analysatorer med förbättrad reaktions-tid så är detta ibland inte tillräckligt i alla fall. Lösningen ligger i mjuk-

Gasmätningar i realtid med specialsensorer

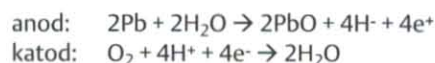
vara och arbetsprincipen visas i figur 2. Med en stegförändring av ingångssignalen accepteras reaktionstiden generellt som den tid (t_1) som behövs för att utgången skall nå 90% av fullt sving. Men du kan också bara sampla början av utgångssignalen så fort som den börjar att öka och baserat på förändringshastigheten i denna region uppskatta vad slutliga värdet kommer att bli. Därmed är reaktionstiden på 90 ms möjliga. Rena gissningar? Inte direkt, resultatet av dessa 'gissningar' kan verifieras under kalibreringen. Nackdelen med denna metod är att utrustningen normalt måste kalibreras före varje ny mätning.

Som de flesta av våra läsare redan vet så uttrycks känsligheten hos en gasanalysatorn vanligtvis som delar av en miljon, ppm = parts per million. En liter vatten förorenat med 1 milligram bly har en blykoncentration på 1 ppm.

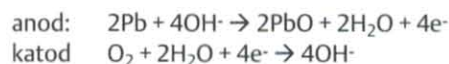
Med denna baskunskap skall vi nu ta en titt på några olika typer av praktiska gasanalysatorer.

Oxygen, syre

Elektrokemiska gassensorer har funnits sedan 1950-talet. Arbetsprincipen visas i figur 3. Gasen pumpas genom toppen på cellen förbi ett membran och diffuserar genom det in i en elektrolyt. Membranet är hydrofobiskt, har bokstavligen talat 'vattuskräck' och ser till att elektrolyten inte läcker ut. I botten på elektrolyten finns en anod tillverkad av bly (Pb) eller kadmium (Cd) som oxiderar. Detta lösgör elektroner, som färdas till katoden via en extern krets, där de konsumeras av syremolekylerna. Den kemiska reaktionen är följande. Med en sur elektrolyt:



och med en alkalisk elektrolyt:

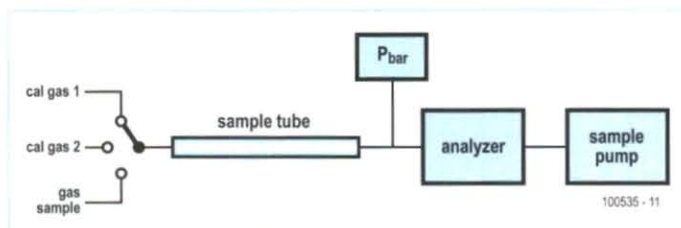


Den totala reaktionen i båda fallen är: $2\text{Pb} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{PbO}_2$. Den oxiderade reaktionen konsumerar anodmaterialet så denna typ av cell kommer inte att vara för evigt. Om sensorn kontinuerligt exponeras för höga syrekoncentrationer kommer alltså dess livslängd att förkortas.

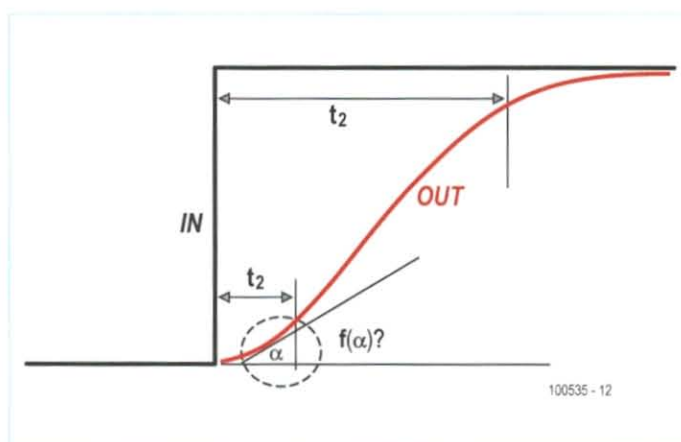
Det finns en hel del att välja på när det gäller syreceller. Livslängden hos de flesta ligger runt ett och ett halvt till två år, men, till exempel, KS-50 från japanska JS Yuasa [1] har en extremt lång livslängd på runt 10 år vid 21% O_2 och 20° C. Reaktionstiden är ganska långsamma 60 s, reaktionstider på 6 s till 10 s är vanligare. Teledyne kallar sin A-1, för industriella applikationer, med mindre än 4 s, för ultrasnabb [3], men för medicinska applikationer kan Teledyne leverera UFO-130-2, figur 4, som vid 130 ms är ytterligare 30 (!) gånger snabbare. Ett mätområde från 0% till 100% är typiskt, men ett mindre mätområde från 0% till 30% är också vanligt.

Kolväten: icke-spridande infrarött

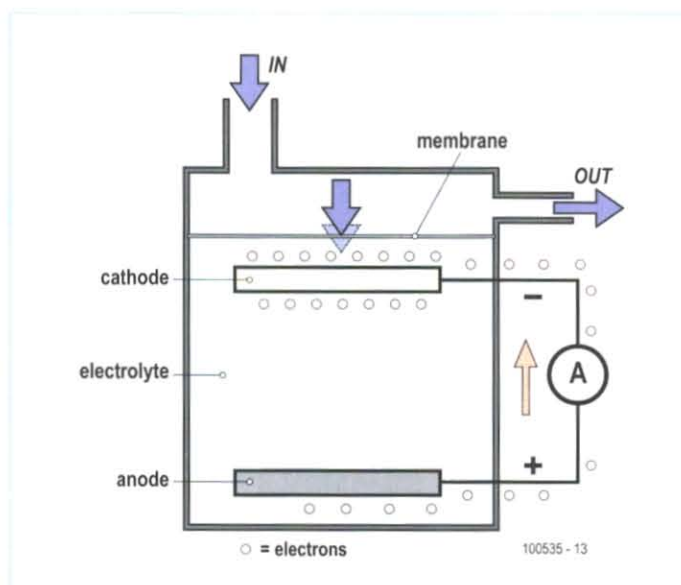
Gasmolekyler består av atomer. Figur 5 visar en koldioxidatom



Figur 1. Funktionsdiagram över gasdetektering.



Figur 2. Genom att mäta formen på kurvan i början av stigtiden kan reaktionstiden förbättras.



Figur 3. Funktionsschemat för en elektrokemisk syrecell.



Figure 4. Syresensorn The UFO-130-2 från Teledyne har en mycket kort reaktions tid på 130 ms (bild: Teledyne).

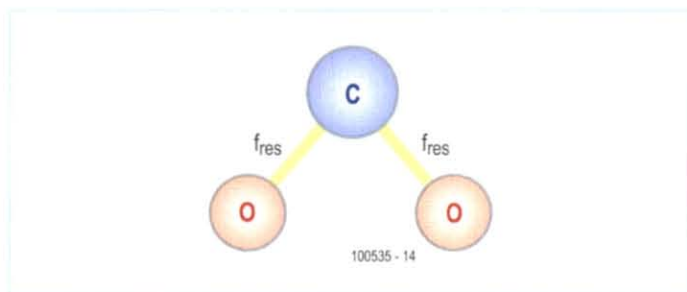


Figure 5. En CO₂ molekyl.

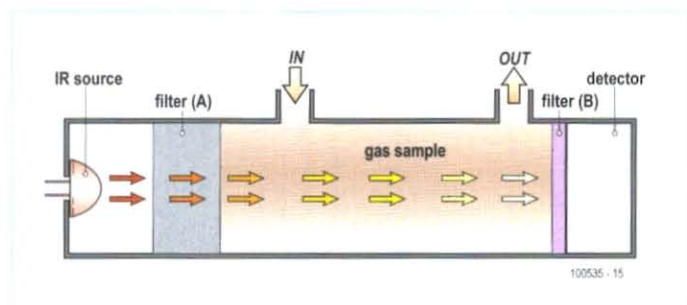


Figure 6. Principen för infraröd gasdetektering (se text).

(CO₂), men en sådan bild gäller också för koloxid (CO), kvävedioxid (NO₂), kväveoxid (NO), ozon (O₃), metan (CH₄), svaveldioxid (SO₂), etc. Bildningen mellan atomerna har en eller flera resonansfrekvenser som är en egenskap hos en särskild molekyl och därför för den gas som är intressant.

Infrarött (IR) är en allmän term för strålning med en våglängd på 0,75 μm nära det synliga röda ljuset upp till ca 1000 μm för FIR (Far Infra-Red). Värmestrålning, eller termisk IR, har en våglängd på ca 3 till 15 μm .

När en gas radieras med infraröd energi i det spektrat kommer gasmolekylerna att absorbera energi vid deras karakteristiska resonansfrekvenser. I den andra ändan av gasen detekterar vi den återstående IR-energin. Från de frekvenser som inte längre finns kvar kan vi sluta oss till vilken gas som har detekterats.

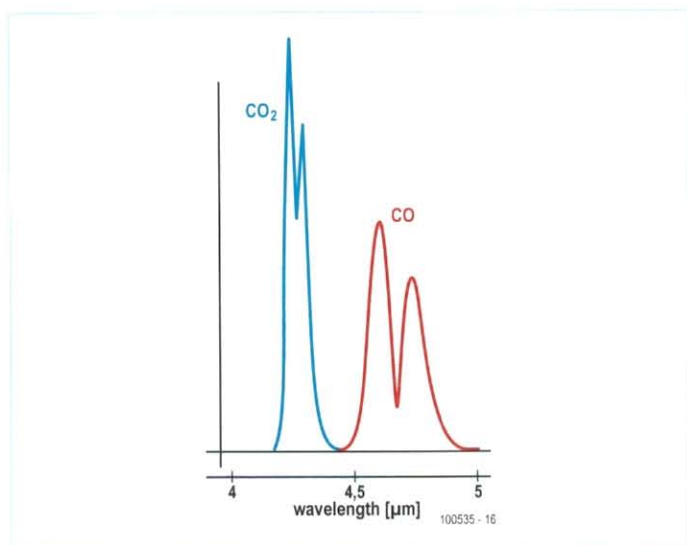
Generering av strålning med ett frekvensområde på 3 till 15 μm är möjligt genom att använda buntat infrarött ljus som passerar genom ett prisma så att strålningen sprids till flera våglängder. Detta kallas för disperserat infrarött, men är ovanligt i praktiken. Icke-disperserat infrarött (NDIF) är den vanligaste metoden för IR-detektering och principen för detta visas i figur 6.

Längst till vänster finns IR-källan. Detta kan vara en enkel IR-LED, en glödlampa som avger lite värme, eller en speciell IR-källa [4]. Dess ljus passerar genom gasen i samplingscellen och i andra ändan av denna finns en detektor. Filter B, vanligen tillverkat av färgat glas, bildar ett bandpassfilter vars mittfrekvens är lika med den hos gasen som skall detekteras. Detta filter kan också placeras framför IR-källan, i positionen för filter A.

Gassamplingen innehåller normalt också andra gaser som också absorberar en liten mängd IR, men vi vill inte detektera dessa. Absorptionsspektrat för CO och CO₂ ligger intill varandra, figur 7. Säg att vi vill mäta CO, men gassamplingen innehåller också CO₂ och kombinationen detektor och bandpassfilter är inte tillräckligt selektiv. En lösning är att placera ett block med 100% CO₂ efter IR-källan i positionen för filter A. Detta fungerar som ett brant bandstopfilter, all energi som CO₂ kan absorbera är totalt absorberat innan strålningen kommer in i samplingscellen och hur mycket CO₂ den innehåller nu är inte längre relevant. På detta sätt innehåller detektorn en signal som enbart relateras till CO.

Alla gasanalysatorer har ofrånkomliga problem med fluktuationer av nollpunkten (nolldrift). Dessutom är signalerna från gasen begrävda djupt i brus, inte oväntat om du vill mäta 0,3% gas. Den populäraste lösningen på detta visas i figur 8. Choppern är en roterande skiva med hål i. En IR-stråle passerar genom detta hål till den konkava spegeln till vänster och i sin tur genom samplingscellen följd av referenscellen. Genom att subtrahera den ena signalen från den andra är det möjligt att automatiskt kompensera för nolldrift och eliminera bruset. Dessutom tar IR-strålningen en längre bana, vilket ger större absorption och förbättrar signalen.

På grund av alla mekaniska delar är en sådan analysator ganska stor, räkna med en låda på ca 20x10x10 cm. Tack vare matematisk brusreducering och snabb Fourieranalys (FFT; Fast Fourier Transform) kan choppern och referenscellen utelämnas. Miniaturversioner av designen i figur 5 är nu möjliga, såsom ZG-01 och ZG02 IR-modulerna från ZyAura [7], figur 9, som vi använde i vår CO₂ över-



Figur 7. Absorptionsspektrat för CO och CO₂ ligger helt intill varandra.

vakare i nummer 3/2010. Japanska Shinyei använder principen för IR-detektering i integrerade detektorer för att upptäcka damm och pollen [5], fullt integrerade med samplingspump och mätcell på ett kort som mäter ca 5x6 cm (se figur 10).

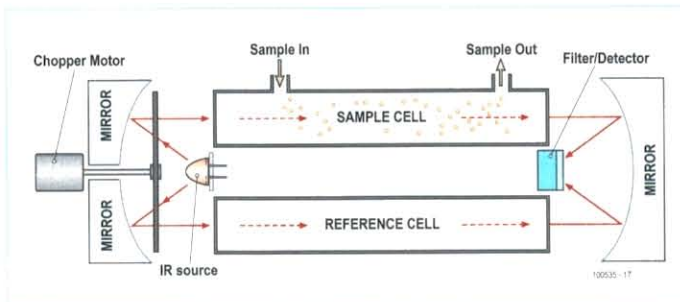
Och detta är inte de enda. ICx Technologies kom 2006 med SensorChip-CO₂ (figur 11), ett integrerat MEMS-chip (Micro Electro-Mechanical System). Denna sensor är 0,45 cm i fyrkant, har en reaktionstid på mindre än 1 sekund, använder bara 70 mW och detekterar CO₂ från 0% till 100% med en upplösning som är bättre än ± 50 ppm [6].

Detektering av gaser är ett ämne i sig själv med många specialiseringar. I denna artikel ha vi visat några få av den vanliga teknikerna. Dessa omfattar naturligtvis en hel del pneumatik och mekanik. Vi hoppas att ni har gillat denna översikt som har utforskat gränserna bortanför den rena elektroniken.

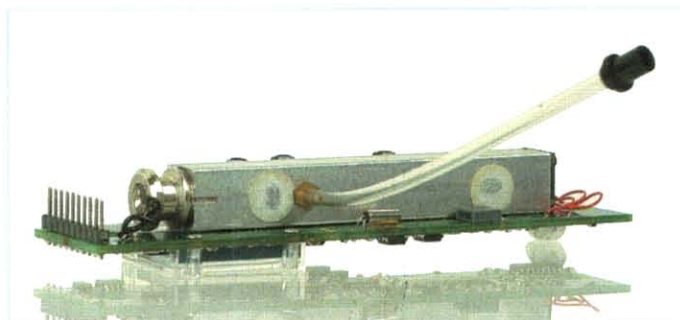
(100535-I)

Källor och Internetlänkar

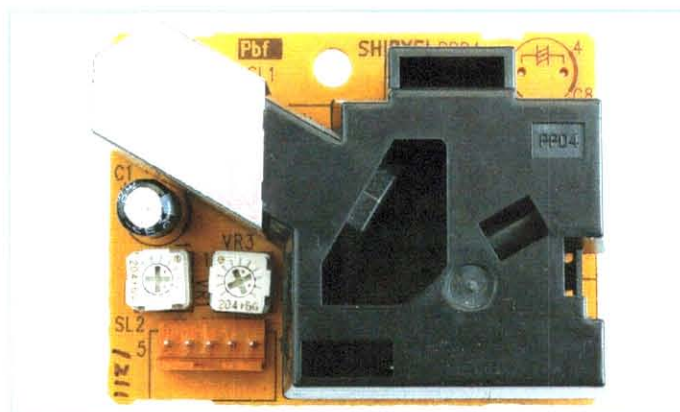
1. www.gs-yuasa.com/guid/us/products/ke_series/index.html
2. www.aia1.com/Rep_O2_sensors.htm
3. www.teledyne-ai.com/industrialsensors.asp
4. <http://photonics.icxt.com/index.php?page=pulsir>
5. www.shinyei.co.jp/STC/optical/dust_e.html
6. <http://photonics.icxt.com/uploads/files/Datasheets/SensorChipCO2-ds.pdf>
7. www.zyaura.com/products/ZG%20module.asp
8. www.intlsensor.com/pdf/infrared.pdf
9. <http://www.intlsensor.com/pdf/electrochemical.pdf>



Figur 8. Infraröd analysator med choppermotor, referenscell och konkava speglar (källa: [8])



Figur 9. ZG-02 IR-modulen från ZyAura (bild: ZyAura)



Figur 10. Denna detektor från Shinyei använder IR-ljus för detektering av dammpartiklar och pollen.



Figur 11. SensorChip-CO₂ är ett MEMS-chip för att mäta CO₂ (bild: ICX Technologies).

NetWorker

Avancerad webserver med en mikro

Av Sven Schlender (Tyskland)

En Internetanslutning skulle vara en värdefull tillgång för många projekt, men konstruktörer stöts ofta bort av komplexiteten. 'NetWorker', som består av ett litet kretskort, gratis mjukvarubibliotek och färdig-att-använda, mikrokontrollerbaserad webserver löser dessa problem och låter även nybörjare ha Internetuppkoppling för sina projekt. Mer erfarna läsare kommer att dra nytta av egenskaper som SPI-kommunikation, power over Ethernet (PoE) och mer.

Det finns tre nyckelelement när det gäller att ansluta en enhet till ett Ethernetnätverk, själva anslutningshårdvaran för Ethernet, mjukvarubiblioteket (kallas för 'stacken') som hanterar de olika protokollagren samt firmwarefunktionerna på toppnivån. För att, till exempel, få tillgång till en enhet från vilken plats i världen som helst så är det möjligt att använda en liten webserver som körs i en mikrokontroller.

Kompakta, färdiga moduler finns tillgängliga på marknaden och täcker de två första elementen. De gör att du kan ansluta en mikrokontroller till ett nätverk utan att behöva involvera dig själv med dess protokoll. Men att programmera mot de bibliotek som finns kan vara en skrämmande upplevelse för en nybörjare och även mer erfarna användare finner det ofta nödvändigt att 'arbeta runt' de firmware som medföljer modulen för att förbättra eller modifiera den.

Den lösning som vi ger här gömmer komplexiteten hos nätverksprotokollen från applikationsprogrammeraren och är enkel att utöka och mycket mångsidig. Kretsen baseras runt en Microchip mikrokontroller ur PIC18-familjen som inkluderar en inbyggd Ethernettransceiver. Författaren har lagt till några nya funktioner till det fria C-mjukvarubibliotek som finns tillgängligt från den tillverkare som implementerar TCP/IP-stacken. Det sista elementet i detta projekt är en webserver som körs i mikrokontrollern och som kan kommunicera med annan hårdvara via I/O-pinnarna på komponenten. Med hjälp av denna design är det möjligt att plocka ihop ett litet system på bara några få minuter och som kan styras över Internet. Förutom detta kan modulen användas som ett 'nätverksmo-

dem' för en annan mikrokontroller. Extra avancerade egenskaper som PoE rundar av projektet.

Kretskort och färdigprogrammerade mikrokontroller finns att köpa från Elektor såväl som en färdigbyggd och testad modul. Naturligtvis finns också den tillhörande mjukvaran att hämta gratis från Elektors Webbplats.

Låt oss nu se vad som får modulen att ticka.

Kretsen

Figur 1 visar kretsschemat för modulen. I hjärtat av enheten sitter en PIC18F67J60. Denna komponent är medlem i en familj av mikrokontroller som inkluderar en 10BASE-T Ethernet transceiver. Större delen av den krets som behövs finns i denna komponent och det behövs bara några få externa komponenter (inklusive en kontakt!) för att ansluta till ett nätverk.

Ethernet-PIC:ar behöver en kärnspänning på 2,5 V som kan tas från en högre spänning (3,3 V rekommenderas) med hjälp av den spänningsregulator som finns i PIC:en. Pinne ENVREG avgör om spänningsregulatorn är aktiverad. En kondensator på 10 µF (C112) glättar spänningen och kondensatorerna C101 till C106 runt mikrokontrollern avkopplar matningen. En 25 MHz kristall ger den externa klockan för mikrokontrollern och Ethernettransceiverklockan tas också från denna källa.

Projektet inkluderar en bootloader som gör att ny firmware kan laddas upp över Ethernetinterfacet. Alternativt kan enheten programmeras via lödpaddarna MCLR, VCC, GND, PGD och PGC vilka bildar Microchips standardinterface för in-circuit programmering (ICSP). Detta interface behövs för att avbugga mjukvaruproblem eller om

modulen hamnar i ett tillstånd där den inte längre reagerar när den omstartas. En dedikerad programmerare (som ICD2) behövs för avbuggning och programmering över detta interface.

Resetkretsen består av R102, R103 och C107. R102 är ett pull-upmotstånd och R103 samt C107 filtrerar resetsignalen för att förhindra falska nollställningar. C107 kan störa funktionen hos ICSP-interfacet och skall tas bort om detta skall användas. EEPROM:et lagrar konfigurationsdata. Det inkluderar också en 48-bitars ID-kod, kallad MAC-adress, som behövs för Ethernetkommunikation. Microchips UNI/O bussprotokoll gör att EEPROM:et kan komma åt över en singelledning.

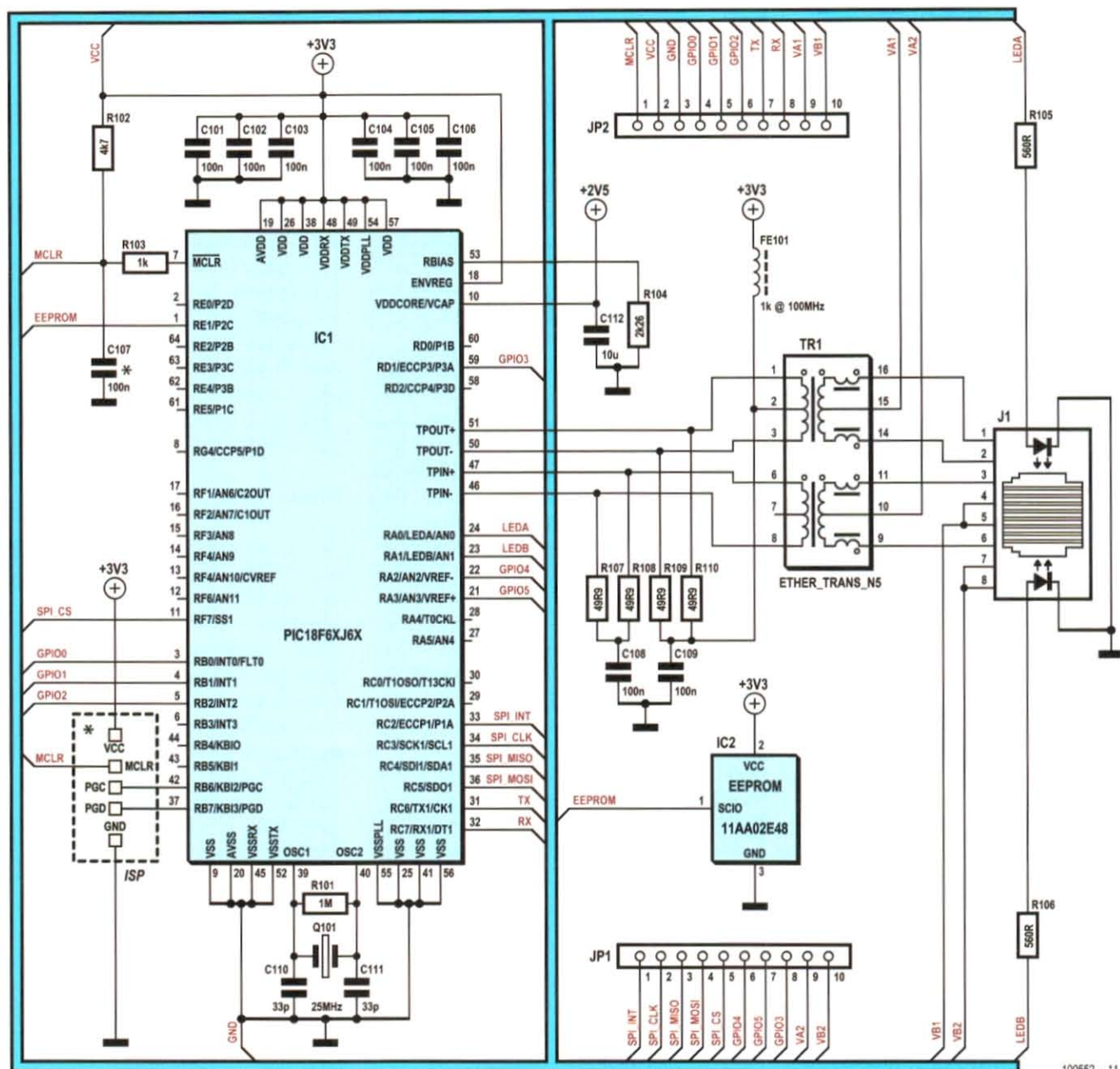
Ethernetinterface

Anslutningen till Ethernetnätverket omfattar fyra signaler TPOUT+, TPOUT-, TPIN+ and TPIN-. Dessa signaler skickas via Ethernettransformatorn TR1, som galvaniskt isolerar huvuddelen av kretsen från nätverket. På det borte sidan av transformatorn finns en RJ45-kontakt, J1, i vilken en vanlig standard Ethernetkabel kan pluggas in i.

En speciell egenskap hos transformatorn vi har valt är dess kompatibilitet med standarden IEEE 802.3af power over Ethernet (PoE). Under denna standard läggs en matningsspänning på 48 V på nätverket och matade enheter (PD, powered device) kan dra sin ström från denna matning. Det finns två alternativa arrangemang för detta:

1. använda det lediga ledarparet (på J1 är detta pinnarna 4 och 5 och pinnarna 7 och 8), eller
2. fantommatning över signalparen (pinnarna 1 och 2 och pinnarna 3 och 6).

En PoE-standardenhet måste stödja båda



100552 - 11

Figur 1. Kretsschema som visar PIC mikrokontroller, transformator och nätverkssockel.

möjligheterna. För att dra fördel av fantommatningen behövs en specialtransformator med mittavtappningar till lindningarna på nätverkssidan.

Att implementera båda alternativen betyder att totalt fyra trådar måste dras till kontaktarna JP1 och JP2, vilka bildar användarsidans interface till modulen. En lämplig PoE-regulatorkrets kan anslutas till dessa kontakter för att hämta matning till modulen från de 48 VDC som lämnas över nätverket (se nedan).

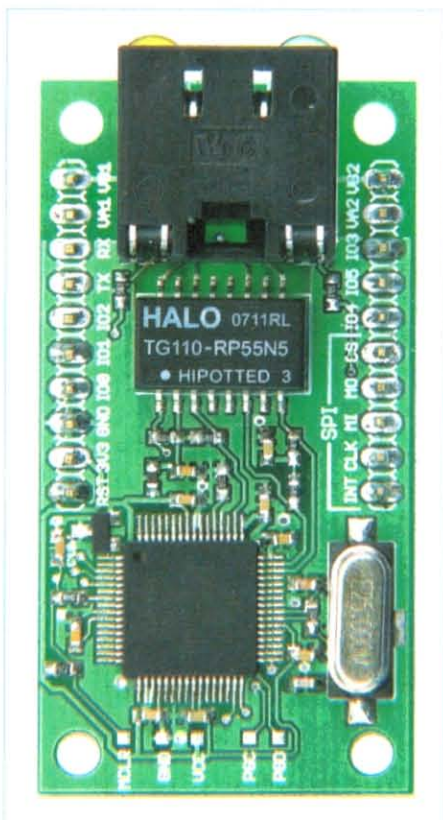
Motstånden R107 till R110 ger impedansanpassning och C108, C109 och FE101 hjälper till att minska effekten av störningsspike på nätverksanslutningarna.

R104 är ett biasmotstånd som förser Ethernettransceiverkretsen med en känd referensström (därför dess något bisarra värde). Denna bestämmer i sin tur signalamplituden på TPOUT+ och TPOUT-. Det finns två LED monterade inuti Ethernetsockeln. LED1 tänds när länken är uppe (dvs när det finns en anslutning mellan modu-

len och minst en annan nätverksenhet) och LED2 visar nätverksaktivitet. Lysdioderna drivs från PIC:en via seriebegränsningsmotstånd R105 och R106.

Användarsidans interface

Användarsidans interface består av två 10-poliga 2,54 mm headers. Såväl som att bära PoE-anslutningarna och modulens strömförsörjning är de också direkt anslutna till vissa pinnar på mikrokontrollern. På författarens kretskortslayout



Figur 2. Kretskortet finns också att köpa färdigmonterat.

(se figur 2) är dessa headers monterade med ett avstånd på 2.54 mm vilket gör att modulen lätt kan monteras på ett vanligt experimentkort.

Pinnarna VCC och GND bildar strömförsörjningen till modulen. Matningsspänningen skall ligga mellan 3,1 V och 3,6 V.

Pinnarna VA1, VA2, VB1 och VB2 gör att modulen kan användas tillsammans med en effekt över en Ethernetregulator, ibland

kallad för en 'PD-modul', såsom Silver Telecom Ag9000 serie [2]. Figur 3 visar en exempelkrets som använder Ag9033, vilket ger en stabiliserad 3,3 V utgång från PoE DC-matning.

Den aktivt-låg MCLR-pinnen gör att modulen kan nollställas. Den dras också lågt kort när modulen får ström.

De övriga pinnarna på användarsidans interface används för att antingen styra externa kretsar eller för att avkänna deras tillstånd, eller för mer allmän kommunikation (med UART eller SPI). Pinnarna GPIO0 till GPIO2 kan konfigureras som digitala ingångar eller utgångar. De som är konfigurerade som ingångar kan användas för att generera en interrupt till mikrokontrollern. Använd som en utgång kan varje pinne sänka eller lämna upp till 25 mA. Pinne GPIO3 är också konfigurerbar som en digital utgång eller ingång men kan bara sänka eller lämna 8 mA. En framtida mjukvaruversion kan eventuellt låta en PWM-signal genereras på denna pinne.

GPIO4 och GPIO5 (som kan konfigureras som ingångar eller utgångar) kan sänka eller lämna upp till 2 mA. En framtids mjukvaruversion kan eventuellt låta dessa pinnar användas som analoga ingångar med 10-bitars omvandlingsupplösning.

Kommunikation

Pinnarna TX och RX är anslutna till en UART som kan supporta hastigheter på upp till 115200 baud. Alternativt kan dessa pinnar konfigureras som vanliga digitala ingångar eller utgångar och som utgångar kan de sänka eller lämna 25 mA.

Ett SPI-interface finns tillgängligt på de pinnar vars etiketter börjar med 'SPI'. Interfacet kan arbeta i mastermod eller i slavmod och funktionerna på pinnarna beror på vilket mod som valts.

1. I mastermod används inte SPI_INT, SPI_CLK är klockutgång, SPI_MOSI datautgång, SPI_MISO dataingång. Den aktivt-låg SPI_CS utgången används för att ansluta slavenheten.

2. I slavmod används SPI_INT för att indikera när en händelse har inträffat i den modul som behöver uppmärksamhet från SPI bussmastern. SPI_CLK är klockingång, SPI_MOSI datautgång, SPI_MISO dataingång. Aktivt-låg SPI_CS ingången används för att

aktivera mottagningen av ett bussmeddelande till modulen.

Återigen kan dessa pinnar konfigureras som digitala ingångar eller utgångar. Som en utgång kan SPI_CS sänka eller lämna upp till 2 mA medan de övriga pinnarna kan sänka eller lämna upp till 25 mA.

En framtida mjukvaruversion kan eventuellt låta SPI_MISO och SPI_CLK användas som ett I²C interface. I detta fall skulle SPI_MISO vara SDA (data) signal och SPI_MOSI SCL (klock) signal.

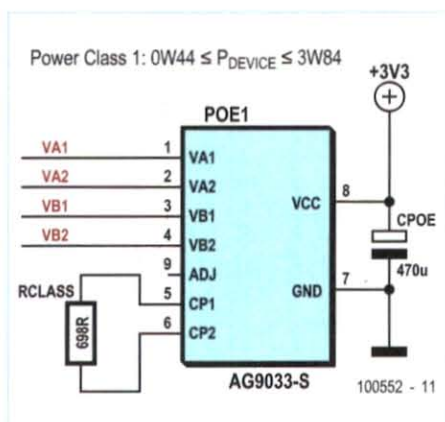
Mjukvarubibliotek

En 'stack' är en samling mjukvaruimplementationer av protokoll och drivrutiner (drivare), vanligtvis arrangerade i en hierarki av lager. I botten av varje stack finns hårdvarudrivarna som är ansvariga för att data-bitarna överförs till nätverkskablar. I övre ändan av stacken finns ett enkelt interface för datautväxling.

I teorin gör protokollmodellen med lager det relativt enkelt att göra modifieringar i ett lager (såsom hårdvarudrivarna) utan att påverka de övriga lagren. I praktiken emellertid, när det implementeras i en mikrokontroller, ligger hårdvaran och stacken mycket tätt tillsammans och det behövs en hel del tricks för att hålla minnesanvändningen låg. Inte desto mindre finns TCP/IP stackimplementationer tillgänglig för ett stort antal mikrokontrollerfamiljer, ofta gratis och direkt från tillverkaren.

Författarens först stapplande steg mot att bygga en TCP/IP-stack för en PIC mikrokontroller skedde i assembler. Med tiden emellertid, när koden växte, blev underhållet svårare och svårare och det behövdes en alternativ lösning.

Microchip erbjuder en TCP/IP-stack för sina PIC18, PIC24, dsPIC och PIC32 familjer skrivna i ANSI C. Den är gratis och kan byggas ut och modifieras så länge som den bara används i Microchipkomponenter. Den innehåller en rik samling av hårdvarudrivare, lågnivås protokollimplementationer (ARP, IP, TCP osv.) och några viktiga protokollimplementationer på applikationsnivå som DHCP och HTTP. Det enkla filsystemet MPFS är också inkluderat för lagring av källdata för websidor. Applikationsexempel, en bootloader, verktyg och en omfattande dokumentation över alla



Figur 3. En PoEregulator kan användas för att ge spänning till modulen.

stackfunktioner fullbordar paketet.

Författaren utvärderade och expanderade denna protokollstack för detta projekt i ljuset av hans experiment vid utvecklandet av 'eWicht', en handhållen styrkontroll för modelljärnväg [3]. Till exempel byggdes DHCP-modulen ut för att inkludera en AutoIP mekanism. En mDNS-server inkorporerades så att modulen självständigt kunde göra sin närvaro känd på nätverket (se nedan).

En egenskap lades till för att kolla de värden som angetts på webformulär för skriv och utrymmesfel, och MPFS-verktyget från tillverkaren byggdes ut för att använda en Huffmankod som betydde en minnesbesparing på upp till 50%.

Applikationsmjukvara

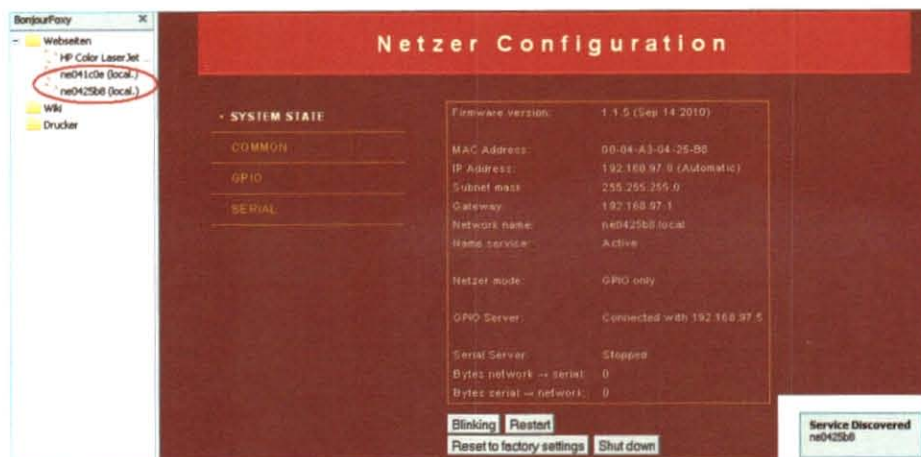
Modulen har en integrerad bootloader som gör att nya versioner av dess firmware kan laddas upp över Ethernetanslutningen för installation när som helst. Lämpliga hexfiler finns tillgängliga på projektets websida [1]. Fler detaljer om denna process hittar du i texttrutan 'Bootloader'.

Författaren utvecklade applikationsmjukvaran för modulen med hjälp av MPLAB IDE. Den är skriven helt i ANSI C och kan kompileras med hjälp av gratisversionen av Microchips kompilator C18.

Applikationen består av tre moduler kallade Main, Web och Appl. Bootloadern hoppar direkt till Main där TCP/IP-stacken, EEPROM-drivaren och Appl-modulen initialiseras. Därefter erhåller Appl och TCP/IP-stacken processtid växelvis i en oändlig slinga.

Webmodulen implementerar webinterfacet (webserver och websidor). När en klient, såsom en webbläsare som körs på en PC, efterfrågar en sida så prepareras den relevanta informationen. Om en komplett webform tas emot från klienten kollar dess innehåll och skickas till den relevanta modulen. Eftersom de flesta data lagras i EEPROM:et finns de fortfarande tillgängliga efter en reset eller ett strömbavbrott.

Appl-modulen bildar huvuddelen av applikationen. Inom denna finns det ytterligare tre sub-moduler, Bootup, GPIO och Serial. Var och en av dessa initialiseras av Appl och anropas sedan i ett så kallat round-robin förfarande. Bootupmodulen ser till att GPIO och Serialmodulerna är åtkomliga om det



Figur 4. 'Bonjour' webbläsarplug-in skannar nätverket efter enheter (till vänster i bilden). Detta ger tillgång till modulen utan att vi behöver känna till dess IP-adress.

finns en nätverksanslutning, dvs när det finns en IP-adress tillgänglig och entydigt registrerad på nätverket.

GPIO-modulen är ansvarig för läsning och skrivning av enhetens I/O-pinnar. Modulen kommunicerar med webinterfacet för att tillåta att nivåerna på pinnarna kan läsas och skrivas via en websida. Men möjligheterna sträcker sig emellertid långt bortom enkel manuell operation. Enheten gör också en

slags webservice tillgänglig (på en portkonfiguration via webinterfacet) som kallas för 'GPIO Service'. En annan enhet på nätverket kan använda denna service för att styra och läsa GPIO-pinnar med hjälp av ett enkelt protokoll (se nedan).

Som vi redan anspelat på inkluderar enheten serieinterface. Data kan överföras från dessa portar till nätverket med hjälp av en separat TCP-anslutning eller i motsatt rikt-

Bootloader

Den bootloader som används är den som är inkluderat i TCP/IP mjukvarupaket från Microchip för dess enheter ur PIC18F97J60-serien. Detta inkluderar en footprint-optimerad implementering av TFTP-servern och ARP-protokoll, såväl som en hexfilparser och flashprogrammeringsrutiner. Allt som behövs för att programmera in ny kod i chipet.

Det finns två sätt att få åtkomst till bootloadern. Om mikrokontrollern inte har blivit programmerad med någon applikationshexfil så anropas bootloadern automatiskt. Detta kommer alltid att vara fallet med en 'jungfruglig' mikrokontroller. Alternativt, om en applikationshexfil har programmerats kommer bootloadern att vara aktiv endast under de två första sekunderna efter det att spänning lagts på. Bootloaderns IP-adress är fixerad vid 192.168.97.60 och dess MAC-adress är 00-04-A3-00-00-00. En ansluten PC måste ha en adress på samma nätverk (som 192.168.97.61) annars är det inte möjligt att ladda upp en ny fil. Mikrokontrollern programmeras sedan genom att helt enkelt skicka en hexfil med hjälp av TFTP.

Om du vill ladda upp en ny hexfil medan enheten är i gång behöver du bara starta en TPTF uppladdning till dess aktuella IP-adress. Bootloadern kommer att anropas automatiskt och programmeringen kommer att starta. För att detta skall fungera måste den körande applikationen använda sig av 'Reboot' modulen, som är en del av Microchip TCP/IP stacken.

TFTP-klienter finns tillgängliga för nästa alla operativsystem. Ett typiskt anrop av klienten på ett Windowssystem ser ut så här:

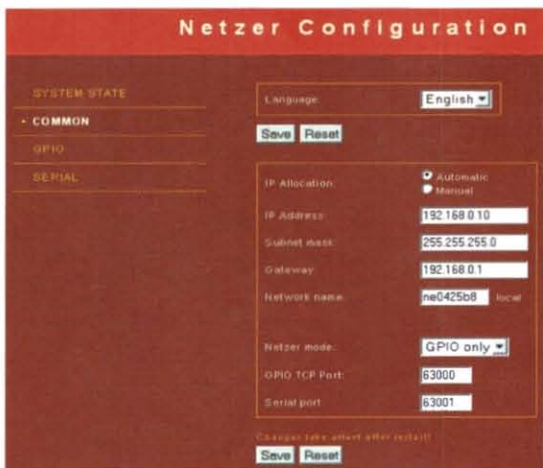
```
tftp 192.168.97.60 put "file.hex"
```

Efter en kort väntan skall ett meddelande som liknar det här komma upp:

```
Transfer successful: 203557 bytes in 8 seconds, 25444 bytes/s
```



Figur 5. Hemsidan för modulens webinterface. 'Blinking' knappen blir användbar när mer än en modul används samtidigt.



Figur 6. Med hjälp av denna webbförform kan du, bland annat, specificera den port som modulen skall lyssna på.



Figur 7. Radioknapparna indikerar tillståndet på varje pinne.

ning, mer om detta längre fram. Initialisering och datahantering sker i Serialmodulen. En ytterligare service ('Serial Server') är ansvarig för att lyssna på en (konfigurerbar) port efter förfrågningar och data.

Att använda modulen

För de första experimenten med modulen skall den anslutas till en PC med hjälp av en korsad patch-kabel. När strömmen läggs på startas applikationsprogrammet och länk-LED:en tänds och LED:en för nätverksaktivitet blinkar oregelbundet. Modulen kommer först att försöka få tag på en IP-adress. Grundinställningen är att detta sker över DHCP, men om ingen DHCP-server hittas så används AutoIP. Om ett nätverksfel skulle uppstå under denna fas så börjar länk-LED:en att blinka snabbt.

Hur vet vi vilket IP-adress som modulen har tagit. Ett enkelt sätt att finna ut detta är att använda Bonjour, ett program som utvecklats av Apple och som nu också finns tillgängligt för Windows (för det mesta helt enkelt installerat som en webbläsarplug-in, till exempel för Firefox [5]).

En mDNS-service körs på modulen och tillkännager enhetens närvaro för resten av nätverket. Bonjour scannar nätverket efter enheter som använder denna service och visar resultatet i webbläsaren (se figur 4, vänstra delen av skärmen). Ett klick senare och webservern svarar genom att sända sin hemsida. Allt detta kan utföras utan att användaren behöver veta IP-adressen för enheten. Webservern kan visas upp flera sidor. Huvudsidan ger information om själva enheten (version, IP-information, nätverksnamn etc.). Det finns också knappar för att återställa modulen, stoppa den och nollställa dess inställningar, se figur 5.

GPIOmod

I GPIO-mod kan de pinnar som listats ovan konfigureras som ingångar eller utgångar via en websida och grundinställningen är 'som ingångar'. Icke anslutna pinnar skall förhindras från att flyta antingen genom att använda pull-up eller pull-downmotstånd eller genom att konfigurera dem som utgångar.

När GPIO-websidan laddas indikerar radioknapparna det tillstånd som läses från GPIO-pinnarna (se figur 7) och när formen är klar skickas värdena till GPIO-modulen. Om man vill så kan initialvärdet hos de pinnar som konfigurerats som utgångar lagras i EEPROM:et.

GPIO-servermodulen är aktiv oavsett vilket arbetssätt som valts och andra enheter på nätverket kan ansluta till den när som helst med hjälp av ett enkelt textbaserat protokoll. Ett verktyg som Hyperterminal kan användas för att kommunicera med servern (med hjälp av en Winsockanslutning som specificerar nätverksnamnet eller IP-adressen som värd och portnumret som det har konfigurerats). GPIO-websidan ger varje pinne en ID-kod och denna kod används vid kommandon till servern i form av 'ID=value', avslutat med en teckenkod i området från 0x00 till 0x20. 'Value' kan vara '0', '1' eller '?'. Frågetecknet representerar ett kommando till servern för att efterfråga statusen hos en portpinne. Servern svarar på frågor och kommandon med en sträng med formen 'ID=0' eller 'ID=1'. Det speciella wild-card ID 'x' indikerar att alla GPIO-pinnarna skall läsas eller skrivas av förfrågan eller kommandot. Till exempel, en förfrågan med formen 'x=?' kommer att få ett svar med formen 'x=1234' där '1234' är ett hexadecimalt värde i little-endian format, dvs, skall tolkas som bitarna i ID-koden i ordningen från höger till vänster. Skrivkommandon fungerar på liknande sätt.

Seriemod

I UART-mod bildar TX och RX-signalerna ett asynkront serieinterface och står således inte under kontroll av GPIO-modulen, men trots detta kan GPIO-modulen fortfarande användas för att läsa av tillståndet på dessa linjer. Baudrate kan justeras via den websida som nås genom att klicka på menyposten 'Serial', figur 8. Det asynkrona interfacet

kan, med lämplig nivåomvandling, användas för att ansluta till enheter som har en RS232-port.

Serieservern är aktiv i detta mod. Tecken kan sändas till enheten över den konfigurerade porten och dessa ekas över serieporten i 8N1-format. På samma sätt kan tecken som tas emot över serieporten skickas till någon annan enhet på nätverket.

SPI är ett interface som kan användas för att ansluta till en mängd enheter för lagring, display och andra enheter. När en lämplig nätverksanslutning har etablerats med serieservern kan data skickas med hjälp av TCP/IP till enheten. I detta mod fungera den som en SPI bussmaster, vilket betyder att den initierar all SPI-kommunikation. När data anländer tar de över SPI_CS (med andra ord, tar signalen låg). Varje data skickas sedan ut bitvis SPI_MOSI, åtföljd av en klocka på SPI_CLK. Data läses tillbaka från den anslutna slaven över SPI_MISO med hjälp av samma klocka för synkronisering. Inlästa byte skickas sedan ut över TCP/IP-anslutningen.

Ett nollbyte i dataströmmen används som avslutare. När avslutningsbytet tas emot över TCP/IP avaktiverar enheten SPI_CS (genom att ta denna hög). Själva avslutningsbytet skickas inte ut över SPI-bussen. Ett nollbyte som skall skickas till SPI-slaven måste avslutas genom att det föregås av tecknet för backslash ('\'). Om du vill använda backslashstecknet någångr så representeras detta av två backslash ('\\'). Det behövs ingen speciell avslutning för nollbyte som tas emot av SPI-slaven.

Websidan för det seriella interfacet ger ett val av klockfrekvenser (650 bit/s, 2,5 Mbit/s och 10 Mbit/s) samt polariteten för SPI-klockan.

När den körs i slavmod kan enheten arbeta som ett nätverksmodem för en annan mikrokontroller. Denna mikrokontroller kan, med hjälp av enheten, skapa och bryta TCP/IP-anslutningar (som klient eller server) såväl som att sända och ta emot data. Ytterligare detaljer om det extra protokoll som behövs för operation i detta mod finns att läsa i de dokument som kan hämtas på Elektor's websida för detta projekt.

(100552)

Internetlänkar

- [1] www.elektor.com/100552
- [2] www.silvertel.com
- [3] www.mobacon.de/eWicht
- [4] http://en.wikipedia.org/wiki/Bonjour_%28software%29
- [5] www.bonjourfoxy.net

Idéer för framtida expansion

- Utökning av befintlig funktionalitet
- Ändringar av format och innehåll i inbäddade websidor
- Specialfunktioner för att användas i styrapplikationer
- Kontakta författaren: schlender@mobacon.de

KOMPONENTLISTA

Motstånd (SMD 0603)

R101 = 1M Ω
 R102 = 4.7k Ω
 R103 = 1k Ω
 R104 = 2.26k Ω
 R105, R106 = 560 Ω
 R107–R110 = 49.9 Ω (1%)

Kondensatorer (SMD 0603):

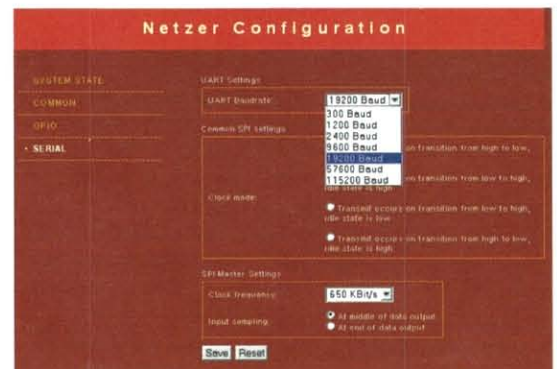
C101–C109 = 100nF
 C110, C111 = 33pF
 C112 = 10 μ F

Spolar (SMD 0603):

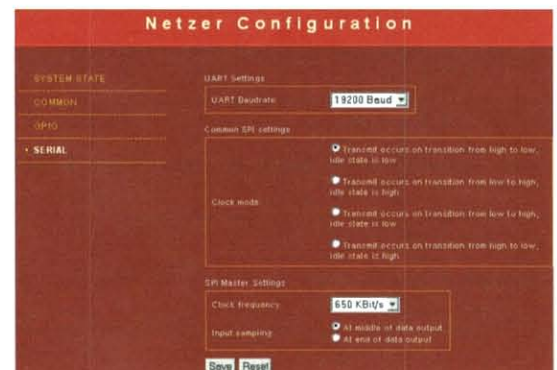
FE101 = 1k @ 100 MHz

Halvledare

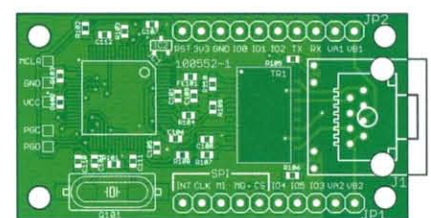
IC1 = PIC18F67J60 (TQFP64), programmerad,
 Elektor # 100552-41 [1]
 IC2 = 11AA02E48 (SOT23)



Figur 8. Inställning av UART:ens baud-rate.



Figur 9. SPI-inställningarna hittas också under 'Serial'-menyn.



TR1 = 10/100Base-TX transformator, Halo N5 (SMD), PoE till IEEE 802.3af

Övrigt

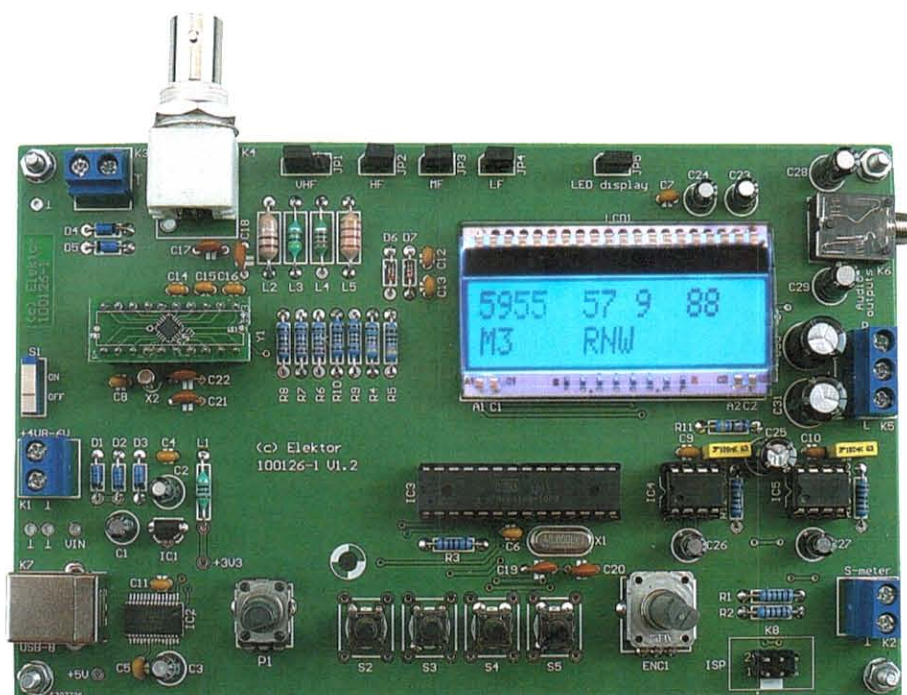
J1 = 8+2+2 pinnars RJ45-sockel, med 2 inbyggda LED
 J101, J102 = 10-pinnars SIL stiftlist (raster 2,54 mm)
 Q101 = 25 MHz SMD kristall, HC49UP hölje
 Kretskort, Elektor # 100552-11 [1]
 eller
 NetWorker modul, färdigbyggd och testad,
 Elektor # 100552-91 [1]

Elektor DSP radioscanner

Övervaka, logga och scanna

Av Burkhard Kainka (Tyskland)

Alla som är intresserade av radio DX-ing, antingen det är långvåg, VHF eller nånting däremellan, ställs inför samma fråga: Vilken antenn är bäst? När på dagen kan jag bäst ta emot en viss station och varifrån kommer allt brus? Den mycket mångsidiga Elektor DPS radion är mycket lämpad att svara på dessa frågor, speciellt med sin nya PC-baserade scanningmjukvara.



**Tabell 1. Bandscanningsdata:
Frekvens, signalstyrka (RSSI)
och SNR.**

11600	32	0
11605	28	0
11610	35	0
11615	60	25
11620	37	0
11625	28	0
11630	32	2
11635	28	0
11640	28	0
11645	34	2
11650	31	0
11655	42	11
11660	28	0

Det mycket framgångsrika DSP-radioprojektet som vi hade i nummer 4/2010 av Allt om Elektronik låter sig mycket enkelt anpassas till olika arbetssätt. Den DSPscan mjukvara som vi presenterar här körs på en PC och styr DSP-radion och använder den som en front-end för en ganska rudimentär HF-spektrumanalysator. Den plottar band-ockupation, visar mottagen signalstyrka (RSSI) och signal-till-brusförhållande (SNR) hos signaler i det valda bandet och kan förprogrammeras att scanna vid schema-lagda tider. Den scannande bandbredden kan ställas in på t.ex. 500 kHz, eller 3 till 23 MHz. Mellanvåg och VHF-band kan också scannas. DSP-scan programmet (figur 1) skriver mätningarna till filer (tabell 1) som sedan kan arkiveras. Informationen inkluderar tid, datum och startfrekvens för scan-

ningen. Bandstartfrekvensen kan anges för hand eller genom att trycka på lämplig bandscanningsknapp. Även om bandet från 3 till 23 MHz kan scannas så tar processen över en timma att genomföra. Det kan vara bekvämare att ställa in scanningsbredden till bara 500 kHz runt det intressanta området. Genom att klicka på 'AutoScan SW' så startas en automatisk sekvens med mätningar på alla band från 75 till 16 m med scannningar startande i början av varje hel timma. Programmet kan ställas in på att köras hela dagen lång om nödvändigt så att du senare kan komma tillbaka och analysera infångade data.

Någon där??

Att tuna in på kortvågssändningar kan ibland vara något frustrerande och ofta är

det så mycket brus att stationerna knappast är läsbara. Andra tider kan du plocka in stationer från andra sidan jordklotet klart och tydligt. Variationerna kan vara enorma och du kanske undrar om det beror på dåliga utbredningsförhållanden, antennuppsättningen eller din mottagare. Elektors DSP-radio kan vara till hjälp här eftersom den visar den mottagna signalstyrkan och SNR tillsammans med den mottagna stationsfrekvensen.

Bli inte alltför besviken om, när du först provar en ny kortvågsmottagare, du inte hör något annat än brus. Du kanske tror att mottagaren har dålig känslighet, men det kanske är så att inga sändare är aktiva på det speciella bandet vid den tiden på dagen. Två faktorer gäller här: Först utbredningsförhållandena för HF och brusnivåerna i

varje band är olika beroende på tiden på dagen. För det andra har majoriteten av stationerna programmerats att sända vid specifika tider på vissa band där erfarenheten har visat att utbredningsförhållandena är som bäst. Det är knappast förnuftigt att pumpa ut en 100 kW signal i etern om den blir så förvrängd och maskerad av brus att ingen kan höra den.

De radiostationer som bildar stöttepelarna när det gäller kortvågssändningar är i huvudsak statligt drivna. I länder där dessa stationer kan tas emot kan de ibland tolkas som propaganda och i vissa fall utsätts stationerna för elektroniska motåtgärder (spot jamming). De myndigheter som är ansvariga för sändningarna hävdar att de erbjuder alternativa tolkningar av världshändelser. Om du råkar få in en station med något exotiskt språk kan du vara ganska säker på att källan antingen är BBC World Service (UK), Deutsche Welle (Tyskland), CRI (Kina) eller någon station som är sponsrad av antingen Ryssland eller USA. Under det ekonomiska klimat som råder just nu har myndigheterna press på sig att minska sina kostnader och detta leder troligen fram till färre radiosändningar och reducerade schemaläggningar.

Majoriteten av kortvågsaktiviteter sker på kvällen, det är då som lyssnarna har tid att lyssna.

Den tacksning som en sändande station kan förvänta sig att uppnå beror till en viss del på våglängden hos sändarsignalen. Under dagtid kommer sändning på de högre frekvensbanden att få större tacksning och på natten är de lägre frekvensbanden bättre. HF-brus är en annan viktig faktor att överväga, en stor del av detta beror på atmosfäriskt brus och störningar från elektriska apparater som inte är avstörda. Atmosfäriskt brus är primärt en produkt av alla de elektriska stormar som uppstår runt om i världen. Satellitdata visar att det globalt sker minst 30 blixtnedslag varje sekund! Detta brus är dominant i de lägre banden och har sitt minimum runt 20 MHz (figur 2). I 49-metersbandet är ett brustal på 30 till 40 dB μ V (upp till 100 μ V(!)) vid AM-sändningar och med en lång trådan- tenn fullkomligt normalt. Sändningarna skall producera en mottagen signalstyrka på 60 dB μ V (1 mV) för tydlig mottagning.

Mottagarens prestanda kan bedömas med ett enkelt test med DSP-radion. Koppla bort antennen, radion kommer att visa en mottagen signalstyrka på 0 dB μ V eller 1 μ V inneboende brus eller mindre för de flesta frekvenser. Återan-slut nu antennen och stäm av till en icke-ockuperad frekvens. Om bruset stiger mer än 10 dB är mottagaren tillräckligt känslig och antennlängden är tillräcklig. Detta gäller alla radioapparater men den automatiska förstärkningskontrollen (AGC) gör det svårt att få sanna mätningar. I stort sett ingen av dagens mottagare lider av dålig känslighet. Det är ofta svårt att separera mottagarprestanda från mottagen SNR. Fördelarna med Elektors DSP-radio är att den mottagna signalsyrkan visas på displayen.

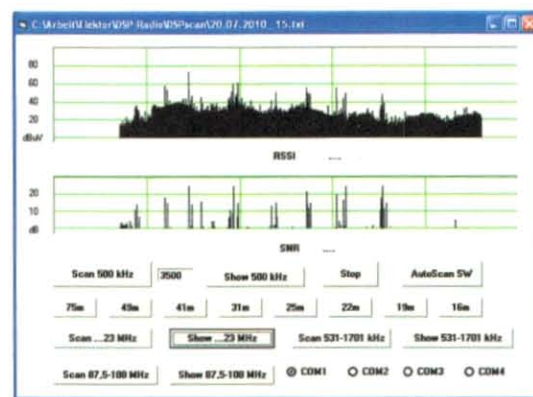
Håll nere bruset

Värdet på den mottagna signalstyrkan är inte lika viktigt som det mottagna signal-till-brusförhållandet. Om du tunar in på 16-metersbandet (17.480–17.900 kHz, figur 3) under dagtid kommer du att plocka upp en hel del stationer trots deras låga RSSI (30-40 dB μ V med hjälp av en lång trådan- tenn) och fortfarande ganska läsbara. Det atmosfäriska bruset på detta band är betydligt lägre. Du hittar troligen flera China Radio International (CRI) som sänder på detta band. På Kinas fastland används de högre frekvensbanden ganska intensivt tack vare dess goda utbredningsegenskaper över långa avstånd. Banden under 10 MHz är praktiskt taget tomma. Dessutom lider de övre banden mindre av fading. Mellanvågsmottagning kan påverkas av störningar, speciellt under dagtid (figur 4) men på natten livas det hela upp och du kan ta in många avlägsna stationer med ett bra signal-till-brusförhållanden (figur 5). Signaler över 1611 kHz är troligtvis piratradiostationer.

En fråga som ofta uppstår är varför vi inte



Figur 1. Scanning av 31 metersbandet.

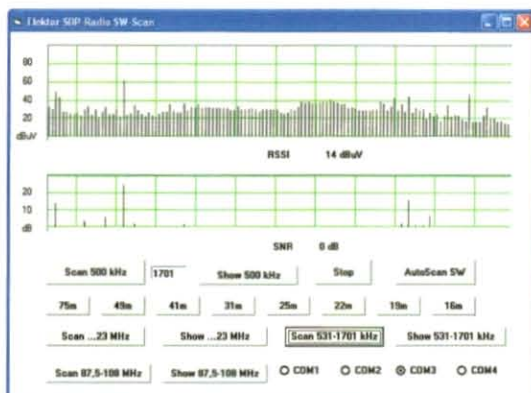


Figur 2. Antennbrus och önskad signal mellan 3.5 MHz och 23 MHz.

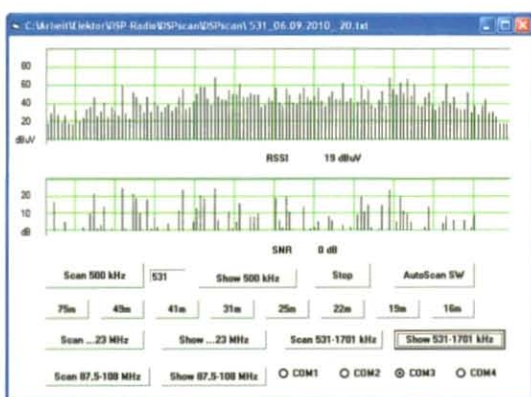


Figur 3. 16 metersbandet kl. 16:00.

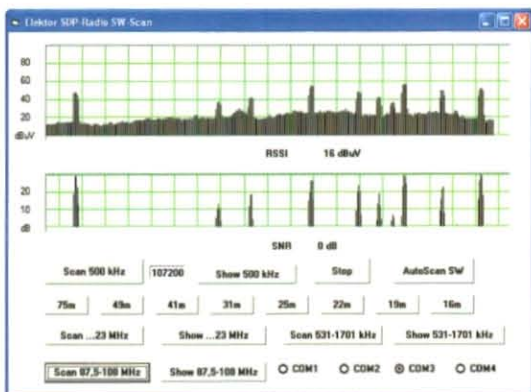
kan få in Radio Luxembourg nuförtiden när den var så klar och tydlig under 1970-talet. Den mest troliga förklaringen ligger i det ökade HF-bruset. Det oräknliga antalet energisparande lampor i hushållen, switchade regulatorer och digital elektronik etc. i omgivningen bidrar utan tvekan till de höga nivåerna av elektrosmog. Under dagtid blir det praktiskt taget omöjligt att plocka upp några avlägsna stationer såvida du inte bor på en bergstopp, mildt iväg från det



Figur 4. Mellanvågsbandet vid middagstid.



Figur 5. Mellanvågsbandet efter solnedgången.



Figur 6. Inomhusscanning av VHF-bandet.



Figur 7. Logging av mottagna data.

nationella elnätet. Kanske det är lite överdrivet, men ofta ser du en förbättring på upp emot 10 dB om du placerar mottagaren ute på landsbygden. Av nödvändighet och komfort så lyssnar de flesta människor i en urban omgivning och i detta fall skall antennen vara antingen en ferritstav eller en slingantenn, vilka båda ofta har bättre brusrejektion jämfört med alternativen.

Prova på VHF

Brus spelar också en stor roll i FM-mottagning. En bandscanning kommer att ge en bra inblick i vad som egentligen sker på detta band. Figur 6 visar att antennen och HF-ingångssteg är i resonans för bandet eftersom bakgrundsbruset visar ett maximum runt 100 MHz. Med antennen placerad inomhus är störningsnivån i allmänhet för hög för att ta emot många stationer med acceptabel SNR. Ute i trädgården kommer samma mottagare och antenn att ta in svagare och mer avlägsna stationer. Situationen förbättras ytterligare om du ger dig längre ut på landet, iväg från bebyggelsen och bästa mottagningen får du från toppen av ett berg. Här har du chansen att få in riktigt svaga stationer. Känsligheten borde inte vara något problem. Du kan bekräfta detta genom att prova med en 10 cm stubbantenn. Som du kan förvänta dig är den mottagna signalstyrkan lägre, men de oönskade bruset dämpas också och den totala SNR försäm-

ras egentligen inte.

DSPscan

Programmet DSPscan är ett bra verktyg för att jämföra utbredningsförhållanden mellan mottagarband. Det visar emellertid inte information om någon individuell station. Det PC-program som har skrivits för Elektors DSP-radio (Allt om Elektronik 5/2010) har modifierats för att förenkla överföringen av mottagna signalstationsdata. Det nya programmet heter ElektorDSP2 (figur 7) och kan hämtas gratis från projektsidan på Elektors webbplats [1]. Överst i programfönstret kan vi se information som visar frekvens, stationsnamn, mottagen signalstyrka och SNR hos signalen. Ett klicka på 'log' knappen sparar visade data till filen log.txt (tabell 2). Denna information kan automatiskt loggas vid intervall på 10 s eller 60 s genom att klicka på den lämpliga knappen. Lagrade data kan vara användbara för att dokumentera mottagen signalfading, se till exempel siffrorna för kortvågsstationen Deutsche Welle (DW) i tabell 2, som arbetar på 6075 kHz.

(100706)

Internetlänk

[1] www.elektor.com

Tabell 2. Data i log.txt

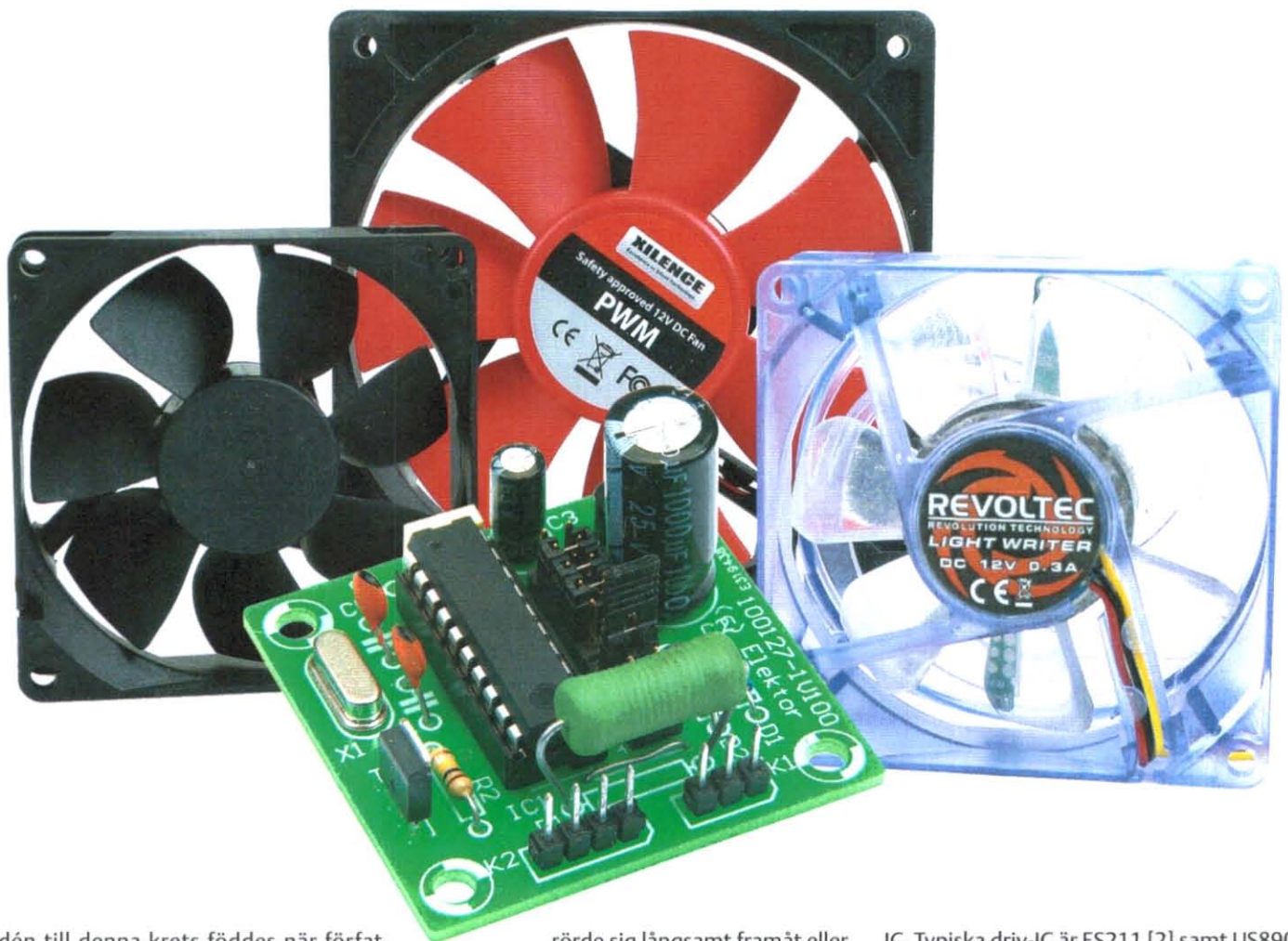
28.08.2010	19:21:57	6075 kHz	DW	52 dBuV	15 dB SNR
28.08.2010	19:22:07	6075 kHz	DW	49 dBuV	12 dB SNR
28.08.2010	19:22:17	6075 kHz	DW	42 dBuV	3 dB SNR
28.08.2010	19:25:37	9420 kHz	Thessaloniki	66 dBuV	25 dB SNR
28.08.2010	19:25:47	9420 kHz	Thessaloniki	70 dBuV	25 dB SNR
28.08.2010	19:25:57	9420 kHz	Thessaloniki	64 dBuV	25 dB SNR

Fan-Flash

Stroboskopisk PC-fläkt

En PC-låda med ett sidofönster ger massor med möjligheter att pimpa maskinen med visuella effekter. Hög dig över mängden med den fläktstroboskopkrets som vi presenterar här. Baserad på en Atmel mikrokontroller driver den en LED på så sätt att det verkar som om bladen i fläkten står stilla, snurrar långsamt framåt eller bakåt, eller plötsligen växlar position.

Av Martin Ossmann (Tyskland)



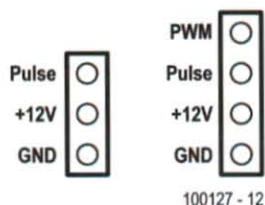
Idén till denna krets föddes när författarens son köpte en ny dator. Lådan hade ett fönster i sidan genom vilket man kunde beundra de glimmande komponenterna, men någonting saknades. Det behövdes någonting som fångade ögat och idén utvecklades till en plan att belysa CPU-fläkten med ett stroboskop med hjälp av power-LED:ar. Genom att blinka LED:arna med rätt timing skulle det vara möjligt att få det att se ut som om fläkten stod still eller

rörde sig långsamt framåt eller bakåt. Författarens YouTube-kanal har videor som visar hur effektiv denna illusion är, sök på 'Ossimodding' [1].

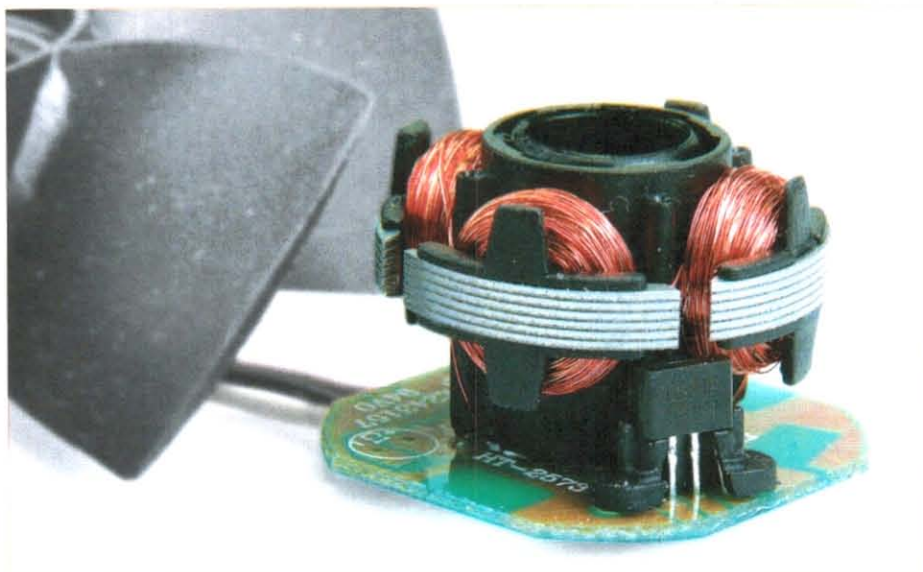
Allt om fläktar

PC-fläktar finns i alla möjliga former, storlekar och färger. Figur 1 visar konstruktionen hos den enklaste moderna designen. Drivningen sker med en borstlös DC-motor med två lindningar, styrd av en dedikerad

IC. Typiska driv-IC är ES211 [2] samt US890 och UD891 [3], vilka också inkluderar en Hallsensor som detekterar rotorns position. För att få en äkta stroboskopisk effekt måste blinkningarna hos det ljus som belyser fläkten vara synkade med fläktens rotation. För PC-fläktar med en 3-trådig eller 4-trådig anslutning är detta relativt enkelt då de har en speciell utgång (kallas för 'tacho' utgång) som levererar typiskt två pulser per varv. Vissa fläktar avviker från denna 'Intel-



Figur 2. Pintilldelningen hos 3- och 4-trådiga fläktkontakter.



Figur 1. Hemligheterna hos en fläkt: Två spolar och en dedikerad styr-IC.

standard' och levererar tre pulser per varv. Den nödvändiga mjukvarumodifieringen för att hantera detta ges i nedladdningen för detta projekt.

Figur 2 visar pintilldelningen hos de 3 och 4-tråders kontakter som vanligen används, i vart fall en expansion av den klassiska 2-trådersdesignen som lämnar +12 V och jord. 3-tråderskontakten adderar tachosignalen som är en öppen-kollektorutgång från fläkten. PC-moderkortet inkluderar normalt ett pull-upmotstånd till +12 V linan och detta har tagits med i beräkningen vid designen av vår krets.

4-tråderskontakten adderar en PWM-ingång till fläktstyrningen. En PWM-signal vid TTL-nivå lagd på denna ingång, nominellt vid 25 kHz, gör att fläktens hastighet kan styras. Om ingången lämnas öppen ser ett pull-upmotstånd inuti fläkten till att den kommer att köras med maxhastighet.

Kretsen

Med hjälp av en mikrokontroller kan vi läsa av tachosignalen och använda dess timing för att styra en eller flera power-LED. Drivningen av LED:arna görs bäst via en logisk MOSFET. Hela kretsen visas i figur 3. Klockan för kretsen kommer från en 20 MHz kristall. En rad med nio jumprar (JP1) gör att de olika alternativen som erbjuds av mjukvaran kan konfigureras, se tabellen. De första fyra jumprarna (på portpinnarna PB4 till PB7) används för att tala om för mikrokontrollerna hur många blad det finns på fläkten, från 0 till 15. Nästa tre jumprar (på portpinnarna PB0, PB1 och PB3) väljer ett av

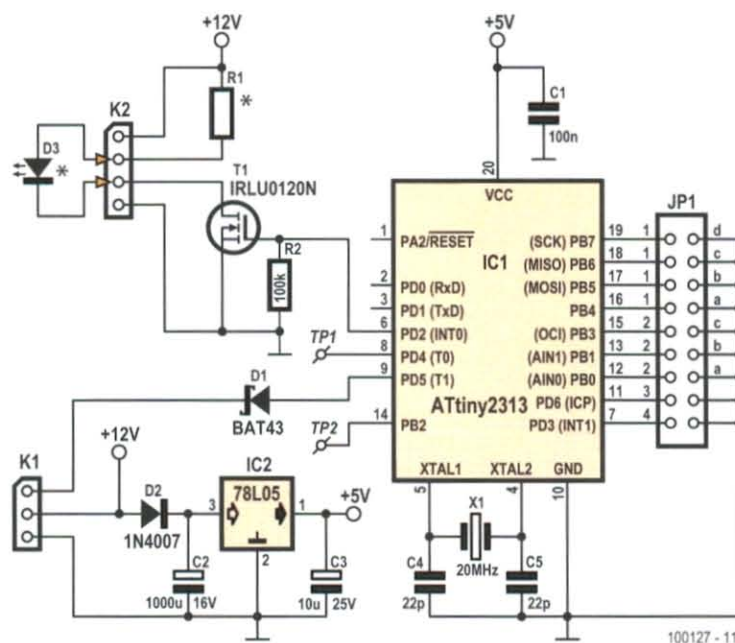
åtta olika arbetsmod. Jumpen på PD6 styr amplituden hos fläktrelserna och jumperna på PD3 deras hastighet.

Spänningen kommer från +12-V linan på fläktkontakten. Enklaste sättet att ansluta kretsen till fläkten är att tillverka en liten adapter (figur 4) som skickar igenom de fyra fläktsignalerna och tar fram GND, +12 V och tachotrådarna för anslutning till K1 på

vårt kretskort.

Bygge och LED

Även om kretsen bara består av några få komponenter så har vi designat ett litet kretskort (figur 5) i Elektors labb för projektet för att göra det lättare för nybörjare att bygga. Mjukvaran för mikrokontrollern (inklusive källkoden) finns som vanligt att



Figur 3. Kretsschemat. Med jumprarna kan olika effekter väljas.

Tabell: Jumperinställningar

(PB7)	(PB6)	(PB5)	(PB4)	Antal blad
1	1	1	1	0
1	1	1	0	1
1	1	0	1	2
1	1	0	0	3
.	.	.	.	.
.	.	.	.	.
.	.	.	.	.
0	0	0	0	15

(PB7)	(PB6)	(PB5)	Option N°	Funktion
1	1	1	0	Stillastående
1	1	0	1	Kombination av olika rörelser
1	0	1	2	Oscillation
1	0	0	3	Framåt och bakåt
0	1	1	4	Rörelser med pauser
0	1	0	5	Plötsliga rörelser
0	0	1	6	Långsam rörelset
0	0	0	7	Stillastående

PD3 = välj hastighet för effekt

PD6 = välj amplitud för effekt

Mjukvaruvarianter

Version med ATtiny2313:

Källfil: fan_flash_2313_v01.c

Kompilator WINAVR GCC

Kompilatoroption: -O2

Fuses: extern kristall

brown_out vid 4.3 V

ingen CKDIV8

Version med ATtiny25/45:

Källfil: fan_flash_45_v01.c

Kompilator WINAVR GCC

Kompilatoroption: -O2

Fuses: extern kristall

brown_out vid 4.3 V

ingen CKDIV8

KOMPONENTLISTA

Motstånd

R1 = se text

R2 = 100k Ω

Kondensatorer

C1 = 100nF

C2 = 1000 μ F 16VC3 = 10 μ F 10V

C4, C5 = 22pF

Halvledare

D1 = BAT43

D2 = 1N4007

D3 = power-LED (se text)

IC1 = ATtiny2313-20PU, programmerad,
Elektor # 100127-41

IC2 = 78L05

T1 = IRLU120N (International Rectifier)

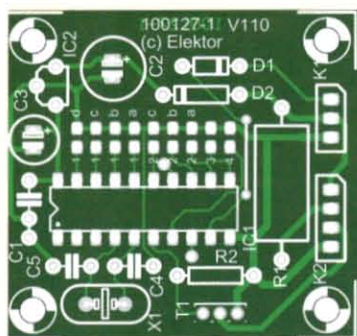
Övrigt

K1 = 3-pol stiftlist

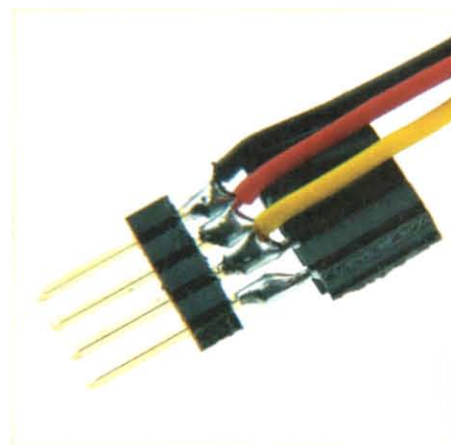
K2 = 4-pol stiftlist

JP1 = 18-pol (2x9) DIL-stiftlist med jumper

X1 = 20MHz kristall

PCB # 100127-1 (www.elektor.com/100127)

Figur 5. Kretskortet som tagits fram i Elektors labb.



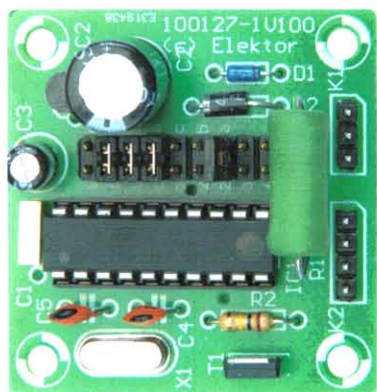
Figur 4. Adapter för anslutning till fläktkabel.

hämta gratis från projektets webbsida [6]. Kompileringsalternativ och fuse-inställningar listas i texttrutan 'Mjukvaruvarianter'. Om du inte kan, eller har lust, att programmera mikrokontrollern själv så kan du köpa en färdigprogrammerad controller, också den via webbsidorna. Enheten behöver då bara pluggas in (åt rätt håll!) i sin sockel på kortet, se figur 6.

Såsom visas i kretsschemat är en LED ansluten mellan pinnarna 2 och 3 på K2. LED:en tänds bara kortvarigt och måste drivas med en hög ström för att ge tillräckligt med ljus. Power-LED på upp till 5 W är idealiska för detta. Värdet på seriemotståndet R2 beror på vilken typ av LED som valts. I vårt prototyp använde vi ett motstånd på 5 Ω , med en normal LED skulle 50 Ω varit lämpligare. Det är också möjligt att parallellkoppla flera LED med individuella strömbegränsande motstånd eftersom MOSFET:en har ordentligt med drivkapacitet ($I_{Dmax} = 10$ A).

Mjukvara

Programmet som körs i ATtiny2313 konfigurerar timer 0 på så sätt att den genererar en interrupt varje 200 klockcykler. Interruptfrekvensen är således 100 kHz och alla viktiga funktioner i systemet utförs i service-rutinen. Rutinen övervakar tachosignalen från fläkten för att detektera flankerna. Två stigande flanker motsvarar ett varv hos fläkten. Figur 7 visar timingen för händelserna under varje varv. Variabeln slowTimer öka med 1 på varje interrupt och återställs till 0



Figur 6. Prototypen.

vid början av varje komplett varv. Det växande värdet hos denna variabel kan man tänka sig som en sågtandsväg som är synkroniserad med rotationen hos fläkten och med ett maximumvärde som är beroende av dess hastighet. Till exempel, om fläkten snurrar med 1500 rpm tar varje varv 20 ms, eller 2000 interrupter. För maximal ljusstyrka så vill vi att LED:en blinkar en gång varje gång som ett blad i fläkten passerar förbi och för detta så genererar vi ytterligare en sågtandsvariabel, denna gång kallad fastTimer. Denna variabel nollställs samtidigt med slowTimer, men räknar bara upp till en gräns som kallas fastPeriod, som är lika med det maximala värde som uppnås med slow-

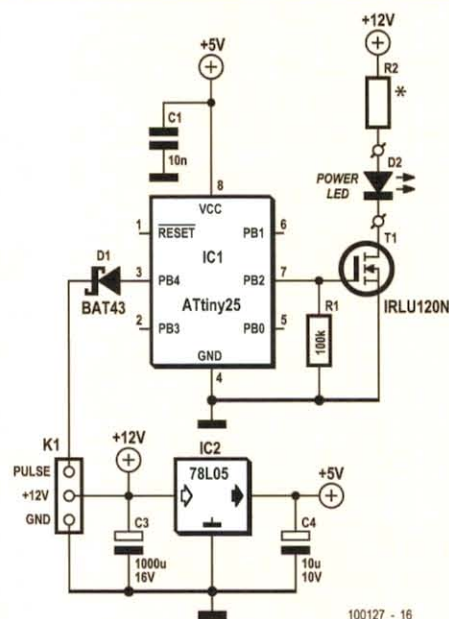
Minimalistisk version

Om du inte vill ha möjlighet att kunna konfigurera kretsen, och inställningarna kan fixeras i mjukvaran, så är det möjligt att utesluta jumprarna.

Dessutom, om den interna RC-oscillatorn i mikrokontrollern används så kan även kristallen utelämnas.

Resultatet blir en minimalistisk version som kan köras i en ATtiny 25 eller ATtiny45.

Mjukvaran kan hämtas från Elektors webbplats [6], se textrutan om mjukvaruvarianter. Med tanke på det lilla antalet komponenter är det lätt att bygga denna krets på en liten bit experimentkort.



Timer dividerat med antalet blad i fläkten. Resultatet blir att fastTimer varierar som en sågtand synkroniserad med bladen i fläkten. Det är också nödvändigt att kunna justera den relativa fasen hos LED-blinkningen och positionen hos fläktbladen och detta görs med ännu en fläktbladssynkron sågtandsvariabel som kallas PLLtimer. LED:en blinkar varje gång denna variabel nollställs. Perioden hos variabeln är lika med hos fastTimer och en enkel mjukvaru-PLL styr fasförskjutningen mellan de två variablerna. På varje fallande flank hos PLLtimer (vid den tid som visas med den streckade linjen) jämförs värdet hos fastTimer med ett referensvärde. Om flanken ligger till höger eller till vänster om den önskade positionen korrigeras fasen

hos PLLtimer genom att något öka eller minska längden av dess nästa period. Listningen 'PLL code' visar den relevanta delen av programmet.

Perioden hos PLLtimer vid varje tillfälle ges av fastPeriod plus PLLcontrol. Här är fastPeriod den nominella perioden hos variabeln och PLLcontrol den korrigering som orsakar en fasförskjutning. När PLLtimer når sitt maximala värde nollställs den och LED:en blinkar. Samtidigt beräknas fasskillnaden mellan wantedPhase och fastTimer för att generera ett nytt PLL-controlvärde.

Avbuggning

Om du planerar att modifiera mjukvaran så är det bra att ha avbuggningsmöjlighet.

Årgång 2009

Nu finns årgång 2009 att köpa. Komplet årgång kostar 450:- inkl. moms och porto.

Även årgång 2008 finns att köpa för 450:-

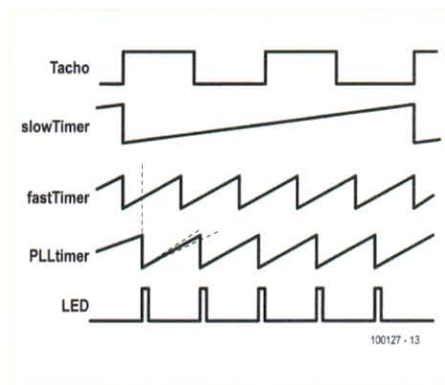
Priset får båda årgångarna 2007 och 2008 är 750:-

Vill du även ha årgång 2006 är totalpriset 950:- Allt inklusive moms och porto

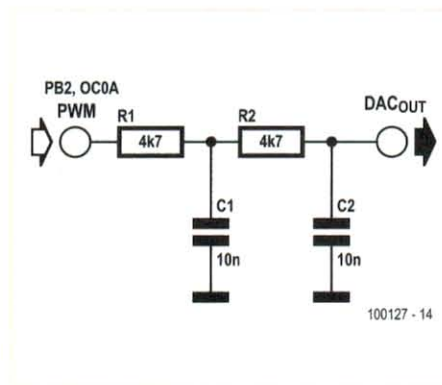
Allt om Elektronik

Box 178 - 444 22 Stenungsund

www.alltomelektronik.se order@alltomelektronik.se



Figur 7. Tidsdiagrammet över fläktens rotation.



Figur 8. Lågpasfilter lämpligt för att omvandla PWM-testsignalutgången på PB2 till en sågtandsvåg.



Figur 9. Oscilloskopkurvorna visar sågtandsvågen 8filterad PWM-signal och LED:ens drivpuls.

Realtidsavbuggning är ett måste eftersom de flesta buggar kommer att leda till timingfel. För att förenkla detta så skickar pinne 14 hos ATtiny2313 (TP2) ut den aktuella fläktpositionen i form av en PWM-signal. Denna kan filtreras med hjälp av den lågpasckrets som visas i figur 8 och resultatet visas som en sågtand på ett oscilloskop. Den andra kanalen på oscilloskopet kan användas för att övervaka gate-signalen till MOSFET:en för att se var ljuspulserna genereras. Figur 9 visar en typiskt bild som erhållits med denna uppkoppling.

(100127)

Internetlänkar

- [1] www.youtube.com/user/ossimodding
- [2] www.eastera.com.cn/data/ES211-ENb_a.pdf
- [3] www.melexis.com/Assets/US890US891_DataSheet_4851.aspx
- [4] www.nidec.com/fanpdfs/t92t200901.pdf
- [5] www.formfactors.org/developer%5Cspecs%5C4_Wire_PWM_Spec.pdf
- [6] www.elektor.com/100127

Listning: PLL code

```

if (PLLtimer<fastPeriod+PLLcontrol){
    PLLtimer++;
}
else {
    PLLtimer=0;
    LED_PORT |= ( 1 << LED_BIT );
    PLLcontrol=wantedPosition-fastTimer;

    if (PLLcontrol > fastPeriodHalf) {
        PLLcontrol -= fastPeriod;
    }
    if (PLLcontrol < -fastPeriodHalf) {
        PLLcontrol += fastPeriod;
    }

    if (PLLcontrol > 100 ) {
        PLLcontrol = 100;
    }
    if (PLLcontrol < -100) {
        PLLcontrol = -100;
    }
}
    
```

// period adjusted by PLLcontrol
 // count up

// reset PLLtimer
 / start LED flash
 // get PLL phase-difference
 // adjust to the range

// limit to -100..100