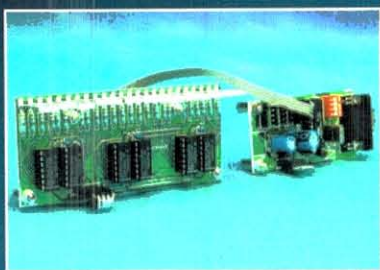


ELEKTOR

Allt om

Elektronik

Sveriges största specialtidning för tillämpad elektronik



**Rinnande ljus
med två
färger**



**Switchbox för
gitarreffekter**

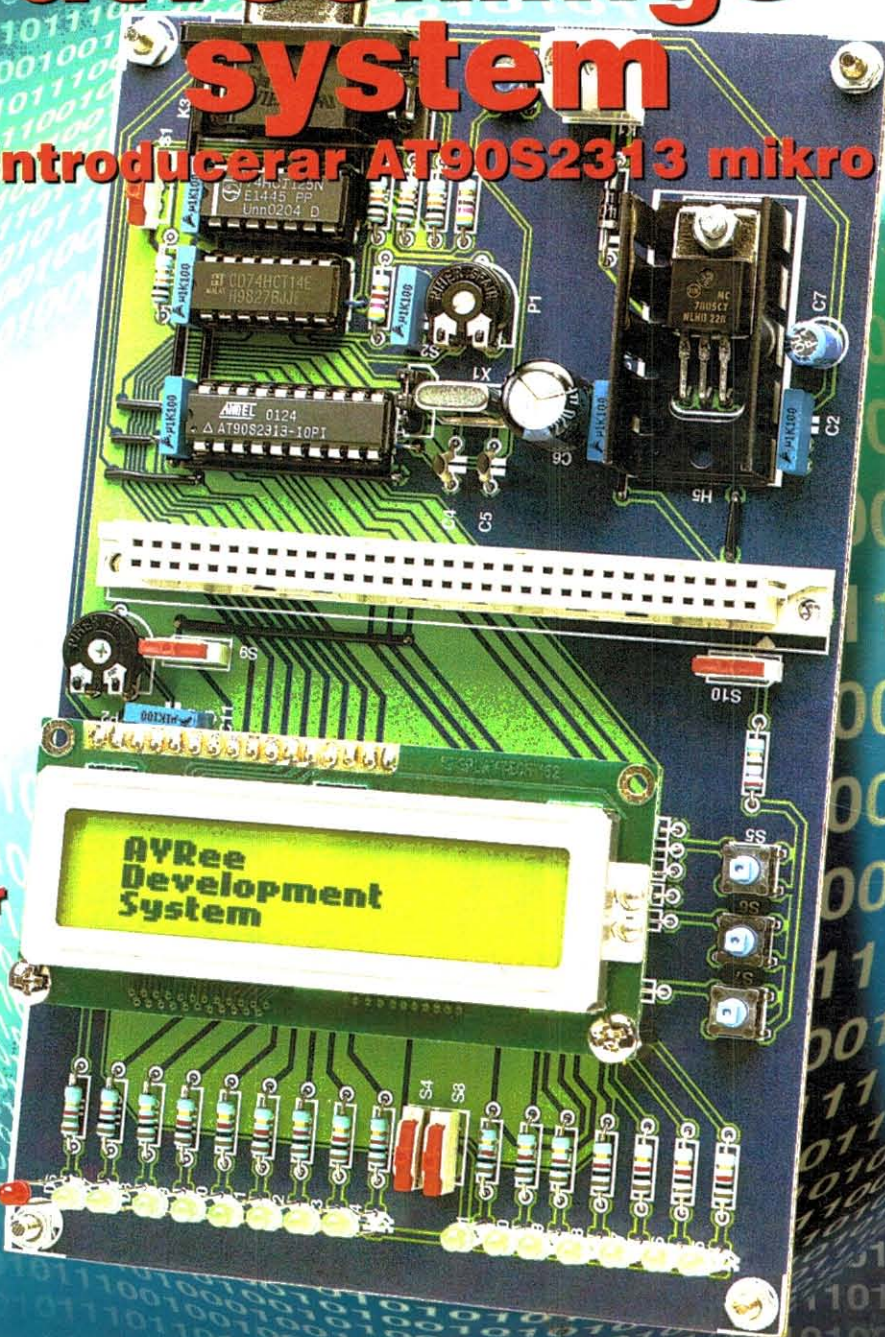
COM-porttestare

Intelligent fläkttimer

**Optimera ditt
ljudkort**

AVRee- utvecklings- system

introducerar AT90S2313 mikro



INTERPRESS 0173-04



7 388017 305909

RETURVECKA

04

24

Chefredaktör och ansvarig utgivare
Bill Cedrum

Redaktionen

Box 178
444 22 Stenungsund
Besöksadress
Kristinedal 40
444 47 Stenungsund

Redaktionssekreterare

Asta Russell

Utgivare

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

Prenumerationer 2003

PressData AB
Tel: 08-799 63 25
Fax: 08-98 45 72
Helår (11 nummer) 485:-
Halvår (5 nummer) 285:-
2 år (22 nummer) 875:-
Norge helår 420:- NOK + porto
Norge halvår 255:- NOK + porto
Norge 2 år 755:- NOK + porto

Annonser

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

Tryck

NDB Brouwer Rotatie
At Delft, the Netherlands 2003

ISSN 0280-8765

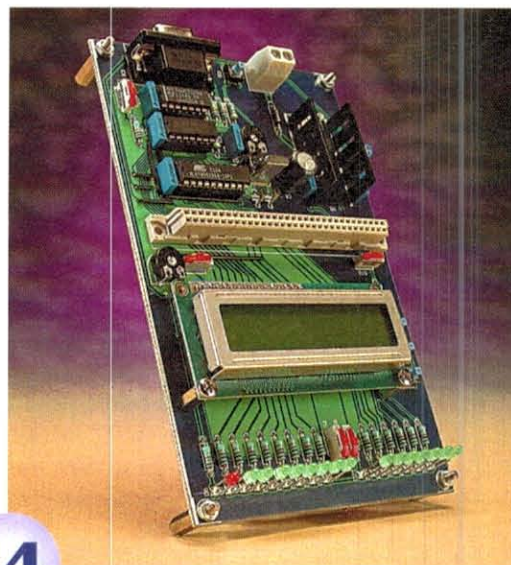
Samtliga artiklar, fotografier, krets-kortslayouter och annat är copyright-skyddat och får endast återges efter utgivarens skriftliga tillstånd. Detta gäller även delar av materialet. Allt om Elektronik har, så långt som är möjligt, kontrollerat samtliga byggprojekt. Dock tar vi inget ansvar för fel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

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

BYGGPROJEKT

AVRee utvecklingssystem

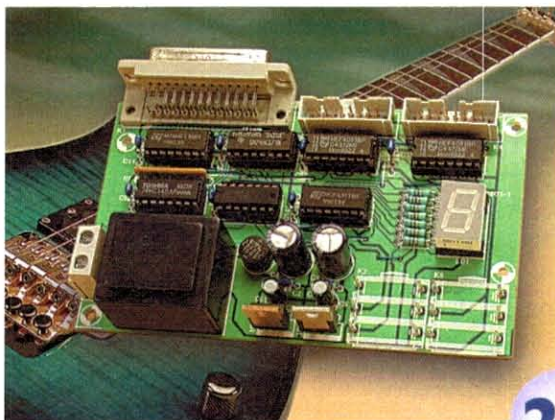
Efter publiceringen av 89S8252 Flashkortet (10-11/2001) och utvecklingssystemet PICee (3/2002) är det nu hög tid att uppmärksamma mikrokontrollern AT90S2313. Som med de andra två konstruktionerna beskriver vi här en kraftfull enkortsdator som inte bara är utmärkt för utbildningsändamål utan också för mer allmän användning bland mikrokontrollerentusiaster.



14

Switchbox för gitarreffekter

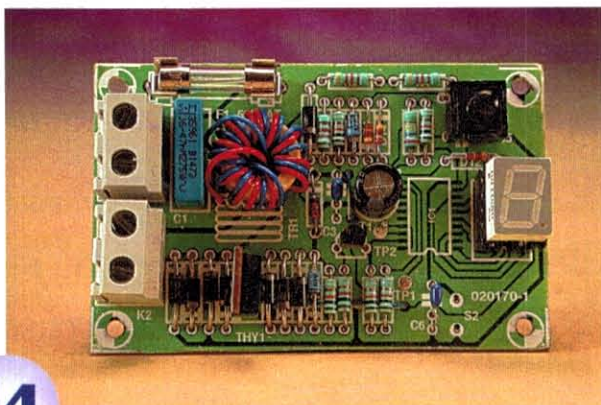
Denna effektomkopplare hjälper dig att hålla scenen både säkrare och snyggare. Alla dina effektenheter kan finnas på säkert ställe och opereras utan avbrott med hjälp av en fotomkopplare.



24

Intelligent fläkttimer

Denna processordrivna automatiska fläktstyrning körs inte bara parallellt med badrumsbelysningen utan låter du kan också justera fläktens inkopplingstid med hjälp av ett kontrollsystem som bara har en knapp. Fläkten kan också stoppas med hjälp av samma knapp.



44

Mikrofonförförstärkare med rör

I denna halvledartid finner vi allt oftare att rör används för hi-fi och gitarrförstärkare, högklassiga kondensatormikrofoner och i studio-utrustning. I denna artikel presenterar vi en fantastisk mikrofon-förstärkare med ett unikt attraktivt ljud.

6

COM-porttestare

Serieporten (kallas ofta för COM-port eller RS-232) är för att ansluta olika elektriska kretsar till en PC. Komplexiteten hos de anslutna kretsarna går från några få I/O-linjer som styr någonting och läser statusen hos switchar, till komplexa kommunikationssystem mellan flera datorer. Denna krets tillhör den första kategorin och använder serieporten för att utföra några enkla I/O-uppgifter.

28

Byggprojekt

- 6 Mikrofonförförstärkare med rör
Rören håller sin position i halvledarvärlden
- 14 AVRee utvecklingssystem
Vi följer upp vårt utvecklingssystem för PIC med detta för AT90S2313
- 20 Rinnande ljus med två färger
96 tvåfärgade lysdioder i massor med olika mönster
- 24 Omkopplingsbox för gitarreffekter
En switchbox styr åtta effektlådor
- 28 COM-porttestare
- 32 17 V/10 A switchat nätaggregat
För den aktiva subwoofern i vårt multimediasystem
- 36 Motorswitch för RC-modeller
Switchar laster upp till 30 A
- 40 Optimera ditt ljudkort för PC-n
Förbättra frekvenskurvan med ett enkelt filter
- 44 Intelligent fläkttimer
Ta kontrollen över badrumsfläkten

Övrigt

- 36 Riktlinjer vid bygge
- 49 Läsaerservice
- 50 Nästa nummer

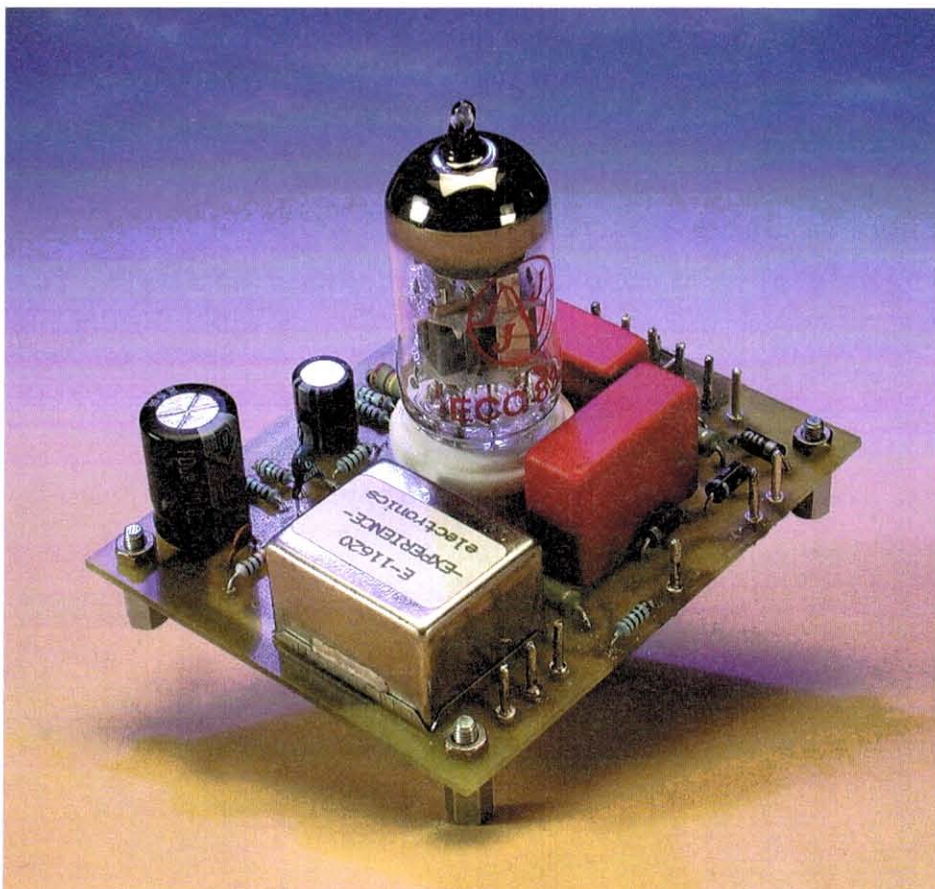
Mikrofon-förförstärkare med ECC83 (12AX7)

studiokvalitet med rör

Design av G. Haas

experience.electronics@t-online.de

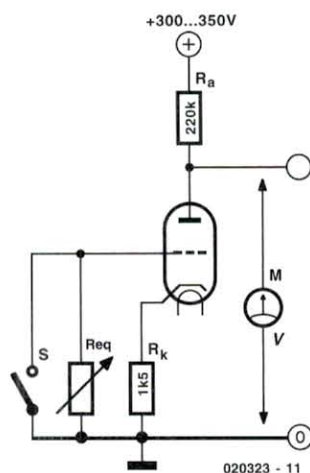
I denna halvledartid finner vi allt oftare att rör används för hi-fi och gitarrförstärkare, högklassiga kondensatormikrofoner och i studio-utrustning. I denna artikel presenterar vi en fantastisk mikrofonförstärkare med ett unikt attraktivt ljud.



Mikrofonförstärkare måste förstärka extremt små signaler till betydligt högre nivåer medan de samtidigt skall se till att minsta möjliga brus introduceras. I princip spelar det ingen roll om det är en transistor, en operationsförstärkare (opamp) eller ett rör som används som förstärkningselement.

En signal kan förstärkas hur mycket som helst, men gränsen sätts av signal-till-brusförhållandet. Om storleken på brussignalen är lika med, eller större än, den önskade signalen så är all förstärkning meningslös. Följaktligen måste mikrofonförstärkare konstrueras så att de har minsta möjliga brum, brus och distorsion eftersom varje förvrängning av signalen som har sitt ursprung i mikrofonförstärkaren kommer att förstöras i den följande förstärkaren. Speciellt uppmärksam måste man därför vara vid designen av ingångssteget.

En transistor med lågt brus, eller ett rör med lågt brus, ger inte automatiskt en lågbrusig förstärkare av sig själv. Brus kommer från elektronrörelsen i alla typer av elektriska led-



Figur 1. Grundkrets för brusmätning.

$$U_{ntot} = \sqrt{U_V^2 + U_{Req}^2}$$

$$U_{V2} = U_{Req}^2$$

$$U_{ntot} = UV \times 2$$

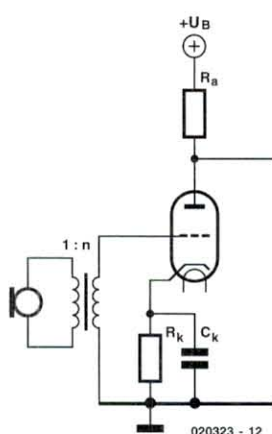
$$U_{ntot} = \text{total brusspanning}$$

$$U_V = \text{rörbrusspanning}$$

$$U_{Req} = \text{brusspanning hos motstånd}$$

$$R_{eq} = \text{ekvivalent brusresistens}$$

re. Den fundamentala brusnivån hos en viss komponent avgörs av dess konstruktion och av vilka material som används. Det brus som genereras av ett ingångssteg avgörs av rörbruset (eller transistorbruset) och den interna resistensen hos signalkällan (resistensbrus).



Figur 2. Impedansanpassning av mikrofon med hjälp av en ingångstransformator

Specifikationer

Matningsspanningar

för ECC83S

för ECC808

Frekvensåtergivning

$a_u = 40 \text{ dB}$

Ingångsimpedans

1 kHz

Ovägd brusspanning

20 Hz - 20 kHz

Noise voltage

CCIR-468

Ingångsrefererad brusspanning

CCIR-468, $a_u = 50 \text{ dB}$

350 V vid ca. 4 mA

12.6 V/0.15 A

6.3 V/0.34 A

28 Hz - 24 kHz (-1 dB)

ca. 900 Ω

-72.5 dBm

-81.0 dBm(A)

-67.8 dBm

-117.8 dBm

Harmonisk distorsion

-40 dBm, $a_u = 30 \text{ dB}$

dtot

0.342%

d2

0.020%

d3

0.287%

d4

0.018%

d5

0.041%

vid 80 Hz

0.023%

0%

0.001%

0%

0%

vid 1 kHz

-40 dBm, $a_u = 40 \text{ dB}$

0.353%

0.030%

0.294%

0.018%

0.040%

vid 80 Hz

0.025%

0.006%

0.001%

0%

0%

vid 1 kHz

-40 dBm, $a_u = 50 \text{ dB}$

0.350%

0.023%

0.293%

0.018%

0.040%

vid 80 Hz

0.046%

0.036%

0.003%

0%

0%

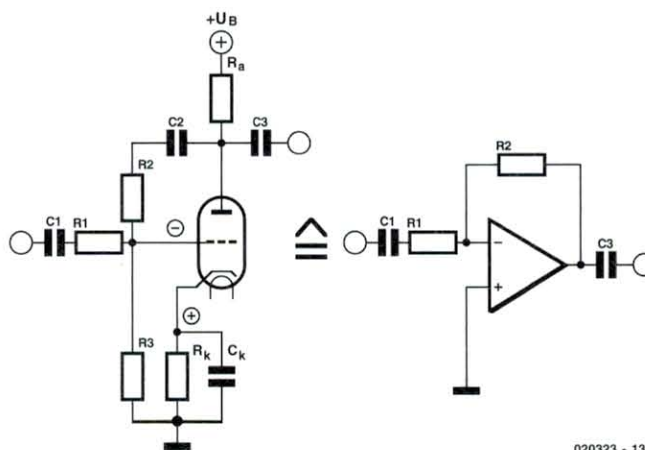
vid 1 kHz

Brusmätningar

Figur 1 visar en mätkrets som kan användas för att bestämma den ekvivalenta brusresistensen (R_{eq}) hos det rör som används här (ECC83). Värdena på R_a och R_k är typiska för denna typ av rör, men de har i vilket fall som helt ingen effekt på mätningen. Först mäts rörets brusspanning (U_V) vid anoden med switchen S sluten, med en millivoltmeter. Därefter öppnas switchen och värdet på R_{eq} justeras tills det uppmätta värdet är en faktor -2 större. Värdet antecknas, detta är den ekvivalenta brusresistensen hos röret. Från formlerna kan man sedan avgöra att om R_{eq} är mindre än R_V är rörbruset dominerande och om R_{eq}

är större än R_V är resistensbruset dominerande.

Om en pentod används i stället för en triod så finns det ytterligare en brus-källa i form av partitionsbrus. I en pentod är antalet elektroner som lämnar katoden högre än det antal som kommer fram till anoden. Ju fler elektroner som försvinner via skärmgallret desto mer ökar brusnivån. Det är därför vi ofta ser en EF86 pentod, som har lågt brus, kopplad som en triod. Den högre förstärkning som kan uppnås med pentodkonfigurationen har offrats till fördel för bättre brusprestanda. En pentod i triodkonfiguration, eller bara en triod, används ofta i sådana fall. Trioder har också en strukturell fördel framför pentoder, de tenderar att producera distorsion vid andra övertonen. Detta är mer njutbart för örat än den 'skrapiga' distorsionen vid tredje övertonen som produceras av



Figur 3. En inverterande operationsförstärkare med rör.

pentoder som en följd av variationer i uppdelningen av katodströmmen mellan två elektroder, anoden och skärmgallret, vilket i sin tur beror på drivnivån.

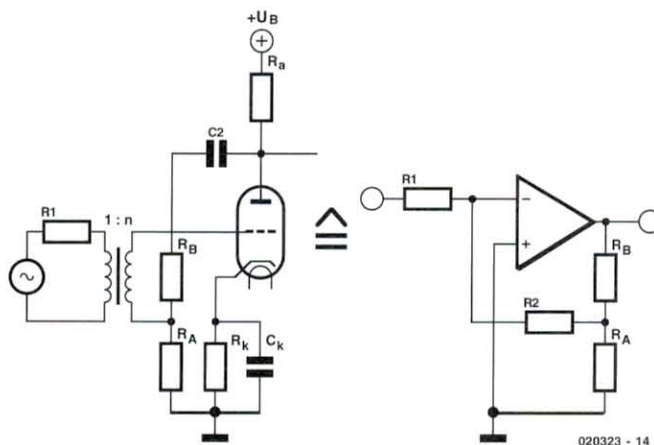
Transformatormatchning

I traditionella kretsar, såsom den som visas i figur 2, används en ingångstransformator för att anpassa mikrofonimpedansen till impedansen hos röret. Denna transformator har typiskt ett lindningsförhållande på 1:10 till 1:30. Med en ingångstransformator är det möjligt att höja ingångens signalnivå med praktiskt taget inget brus alls. Strökapacitansen i kombination med transformatorkapacitanser begränsar emellertid den övre vinkelfrekvensen och linjäriteten hos detta arrangemang, speciellt vid stora lindningsförhållanden. Detta problem kan man bara lösa med en komplicerad transformatorkonstruktion och sofistikerad kretsdesign. Röret i figur 2 arbetar utan återkoppling (feedback) så förstärkningsfaktorn beror enbart på lindningsförhållandet hos ingångstransformatorn och rörets transkonduktans (g_m). Om röret byts ut kan förstärkningen också ändras.

Opampkretsar

Ett rör kan också kopplas som en operationsförstärkare, vilket visas i figur 3. Plus och minustecknen intill rörelektroderna identifierar motsvarande ingångar hos rör-opampen. Kondensatorerna C1-C3 används bara för att separera lik- (dc) och växelspanningar (ac) och har, i princip, ingen annan effekt. Gallerläckmotståndet R3 behövs av röret, men dess resistens är så stor att det inte har någon påvisbar inverkan på den totala kretsen. Katoden hos röret motsvarar den icke-inverterande ingången hos opampen. Då Rk behövs för att ställa in rörets arbetspunkt måste det kunna förbypassas (by-pass) av ac-signaler genom Ck för att ansluta denna ingång till signaljord.

Nu har vi en inverterande opamp vars förstärkning ställs in med resistensförhållandet R2:R1, oberoende av förstärkningskomponenten. Nturligtvis måste open-loop-förstärkningen hos denna komponent vara betydligt högre än värdet på R2:R1. Kretsens ingångsresistens är lika med den hos R1. Då värdet på R2 inte kan göras godtyckligt stort, eftersom värdet på gallerläckmotståndet R3 inte heller kan göras godtyckligt stort, måste värdet på R1 vara ganska litet för stora förstärkningsfaktorer. Detta ger en betydande belastning på signalkällan. Den interna resistensen hos signalkällan bildar en spänningsdelare i kombination med R1. Styrgallret representerar, på samma sätt



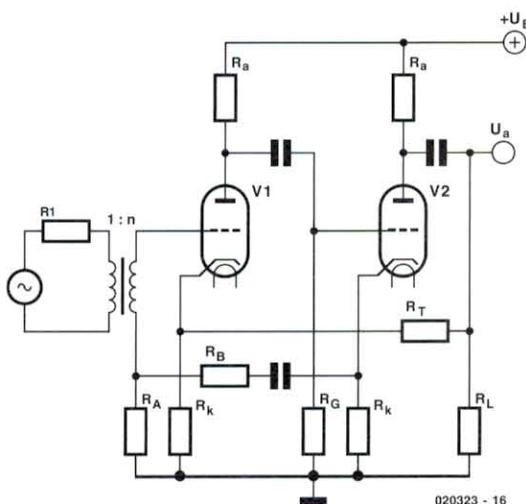
Figur 4. En icke-inverterande operationsförstärkare med rör.

som opampens inverterande ingång, en virtuell jord.

Om opampkretsen modifieras såsom visas i figur 4 bestäms förstärkningen i huvudsak av förhållandet $R_B:R_A$. Detta ger oss betydligt större frihet när det gäller att välja värdena på R1 och R2. Om R1 och R2 nu ersätts av en impedansmatchande transformator blir R1 källimpedansen för signalkällan och R2 blir $R1 \times n^2$. En ekvivalent krets med en triod garanterar en hög förstärkning och ett lågt brus. Detta arrangemang har dock den nackdelen att den fundamentala förstärkningen är begränsad.

Detta kan man förbättra genom att använda den krets som visas i figur 5, som inkluderar ytterligare ett rör. V2 fungerar som en impedansomvandlare eftersom feedbacksignalen

tas från katodmotståndet. Det ger samma överväganden för R_A och R_B som i figur 4, men då katodmotståndet hos V1 inte förbypassas (bypass) är den fundamentala förstärkningen lägre. Detta har en välgörande inverkan på distorsionsegenskaperna och kretsens långtidsstabilitet, tack vare användningen av negativ feedback. Emissiviteten (strålningsförmågan) hos röret avtar med åldern. Om en lägre nivå av systemförstärkning används från början förlängs rörets livslängd. Röret V2 kompenserar för den minskade förstärkningen. Katodmotståndet förbypassas inte heller här av någon kondensator eftersom ac-spänningen på katoden behövs för den negativa återkopplingen. Total negativ feedback ges också via R_{FB} , för att begränsa egenskaperna hos det to-



Figur 5. Förstärkare med impedansomvandlare.

tala systemet utan krav på att speciellt utvalda rör behöver användas.

Mikrofonförförstärkare

Figur 6 visar det kompletta krets-schemat för förförstärkaren med alla komponentvärden. Ingångstransformatorn (av typ E-11620), som är en av de viktigaste komponenterna i denna applikation, lindas med ett lindningsförhållande på 1:8+8. Här är den lindad med förhållande 1:16. Detta ger en bra kompromiss mellan signalnivåhöjning och kretsens brus-egenskaper. Dessutom kan denna transformator användas även för andra ändamål och priset kan därför hållas inom rimliga nivåer tack vare stora produktionsserier.

Ingångstransformatorn kan användas med en ingångsnivå på runt 800 mV_{eff} vid 40 Hz, men detta betyder inte att förstärkarkretsen skall matas med en så stark ingångssignal. Den maximala ingångsnivån beror på den maximala utgångsnivån hos hela installationen. Transformatorn är helt kapslad i mumetall eftersom även den allra minsta mängd inkopplat brus annars skulle förstärkas till höga nivåer av de efterföljande förstärkningsstegen.

Komponentvärdena har valts så att de ger en förstärkning på runt 25 till 60 dB med en hög ljudkvalitet. Förstärkningen bestäms i huvudsak av värdena på R6 och R15. En förstärkning på 25 dB ges av signalnivåhöjningen av enbart ingångstransformatorn. En fixerad minsta förstärkning kan därför ställas in med R6. R15 kan också ersättas med en trådbygel, en omkopplare med fasta dB-inställningar, eller en trimpotentiometer. Naturligtvis skall endast komponenter av högsta kvalitet användas för detta ändamål. Omkopplaren måste ha guldpläterade kontakter och slutning-före-brytning då den i annat fall kommer att producera omkopplingsklickar och annat brus.

Kopplingskondensatorerna C4 och C5 är särskilt markerade i krets-schemat. Markeringen visar det ben som är anslutet till kondensatorns yttre folie, som skall anslutas till den icke-kritiska sidan i kretsen. Många typer av filmkondensatorer är markerade på motsvarande sätt. Resultatet blir att kondensatorn skärmar av sig själv och minskar därför risken

för att kretsen skall utsättas för störningar.

Kretskortet, vars layout visas i figur 7, tillåter att transformatorer med förhållande 1:16 eller 1:8 kan väljas med en bygel. Detta gör att andra typer av rör med samma bas kan användas, som ECC81, ECC82 eller liknande dubbeltrioder. Om en annan typ av rör används kan dock inte komponentvärdena användas rakt av. Det är viktigt att modifiera dem så att de matchar arbetspunkten hos den typ av rör som används.

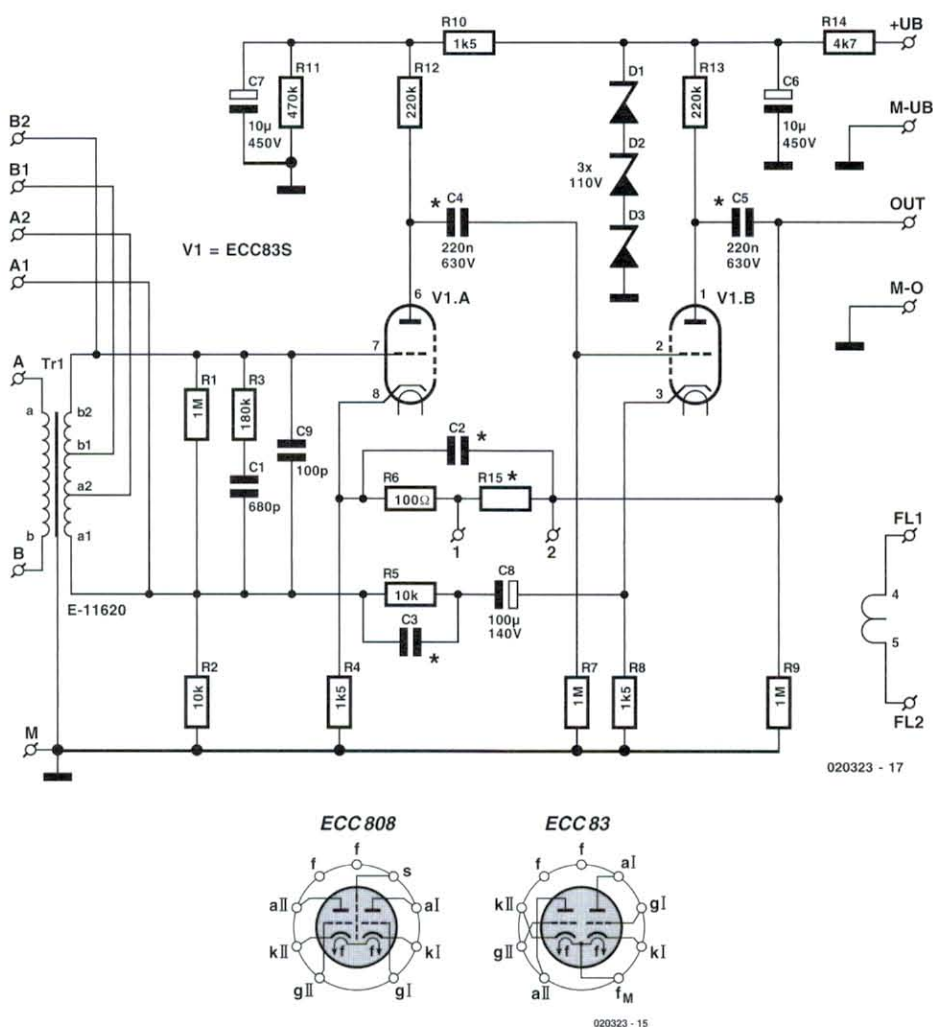
Komponenterna R3, C1 och C9 dämpar den resonanstopp som bildas av ingångstransformatorn i kombination med förstärkarkretsen, för att göra förstärkarens frekvensåtergivning så rak som möjligt. De indik-

erade komponentvärdena kan justeras efter omständigheterna. Med de visade värdena har det totala arrangemanget en liten stigning (ungefär 0,8 dB) i frekvensåtergivningen vid 17,7 Hz. Detta går att dämpa ytterligare men då till priset av en lägre vinkelfrekvens vid högfrekvensändan.

Motståndet R1 ger en ändlig belastning för ingångstransformatorn. Rörrets galler har en så hög impedans att transformatorn annars skulle arbeta med praktiskt taget ingen belastning på sekundären. Eftersom detta också kan resultera i icke-linjär frekvensåtergivning är en ändlig belastningsimpedans en klar fördel.

Högkvalitets strömförsörjning

Både lådan för kretsen och strömförsörjningen måste uppfylla höga krav då kretsen



Figur 6. Den slutliga kretsen för mikrofonförförstärkaren, inklusive basdiagrammen för de två rör som används.

f glödtråd aI anod 1 aII anod 2
gI galler 1 gII galler 2 kI katod 1
kII katod 2 fM glödtrådstapp s skärm
(som man ser underifrån när man tittar på stiften)

KOMPONENTLISTA

Motstånd:

(metallfilm, 1% tolerans, 0.7 watt, om inget annat anges)

R1 = 1M Ω
 R2 = 10k Ω
 R3 = 180k Ω
 R4 = 1k Ω
 R5 = 10k Ω
 R6 = 100 Ω
 R7 = 1M Ω
 R8 = 1k Ω
 R9 = 1M Ω
 R10 = 1k Ω
 R11 = 470k Ω , metalloxid, 2% tolerans, 2W
 R12, R13 = 220k Ω , metalloxid, 2% tolerans, 2W
 R14 = 4k Ω
 R15 = se text och tabell 2

Kondensatorer:

C1 = 680pF keramik
 C2, C3 = monteras endast när oscillering eller HF-brus noteras (ca. 10-47pF)
 C4, C5 = 0.22 μ F 630V, MKS4, raster 22.5mm
 C6, C7 = 10 μ F 450V, raster 5mm
 C8 = 100 μ F 40V, raster 5mm
 C9 = 100pF keramik

Halvledare:

D1, D2, D3 = 110V zenerdiod, 1.3W

Övrigt:

RI (Ü1) = E-11620
 VI (Rö1) = ECC83S, E83CC, 12AX7, ECC808 (se text)
 I rörhållare, keramik, för kretskort

Byggsats, specialkomponenter och kretskort kan köpas från

Experience Electronics
 Weststrasse 1
 D-89542 Herbrechtingen
 Tyskland

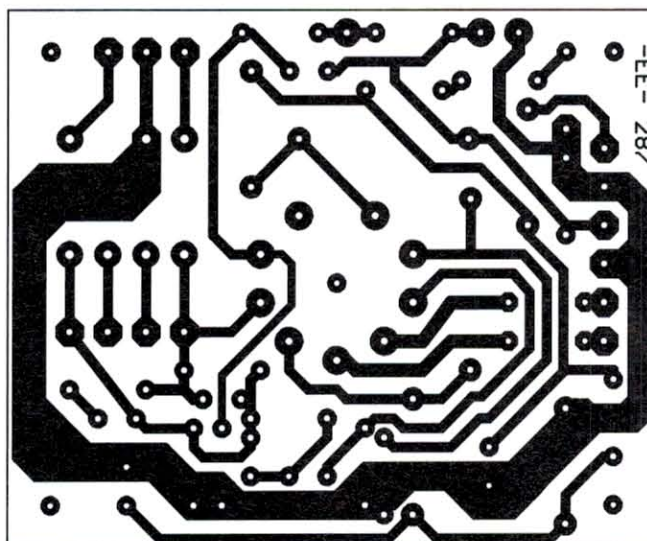
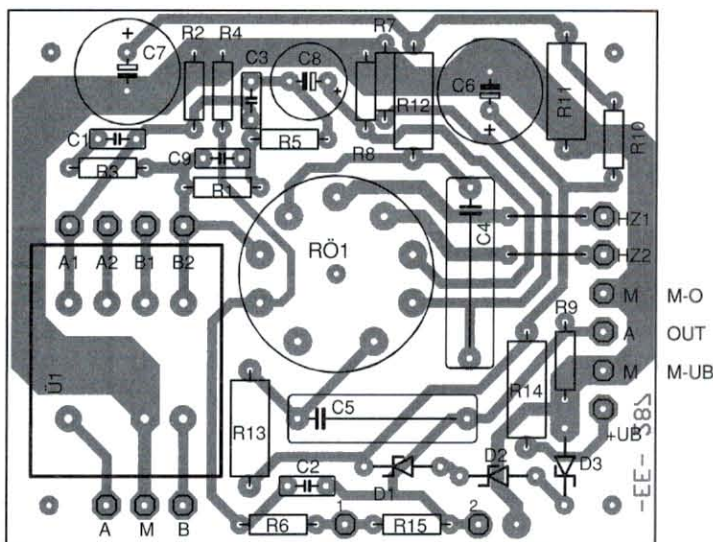
Internet: www.experience-electronics.de
 E-Mail: experience.electronics@t-online.de

Tel.: +49 7324 5318
 Fax: +49 7324 2553

Max ingångsspänning

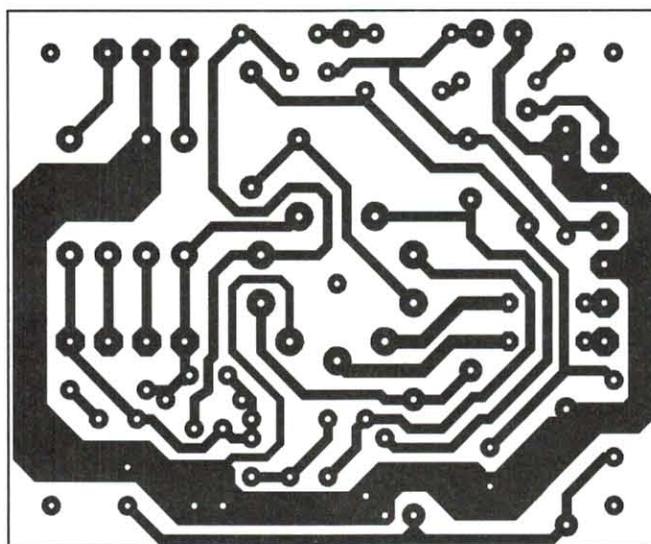
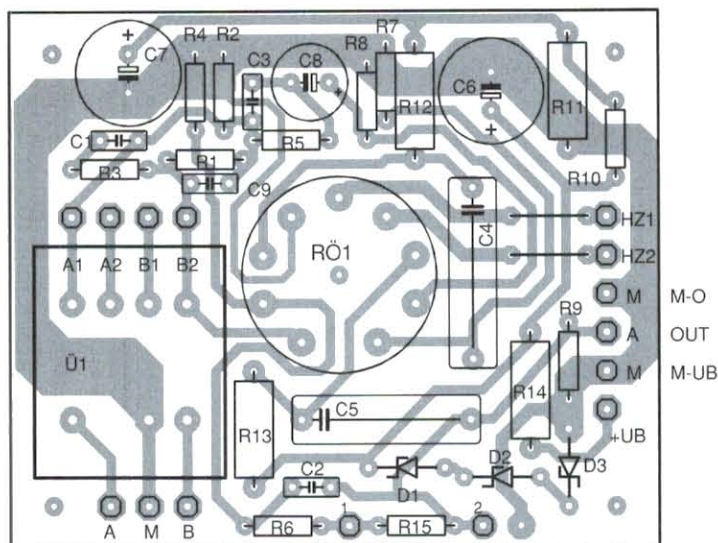
(som en funktion av förstärkning, för 1 procent total harmonisk distorsion)

a_u	u_i	R15
25 dB	375 mV	0 Ω
30 dB	180 mV	11 k Ω
40 dB	180 mV	62 k Ω
50 dB	85 mV	173 k Ω

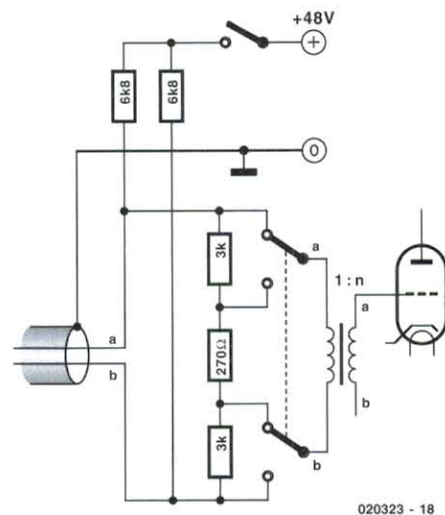
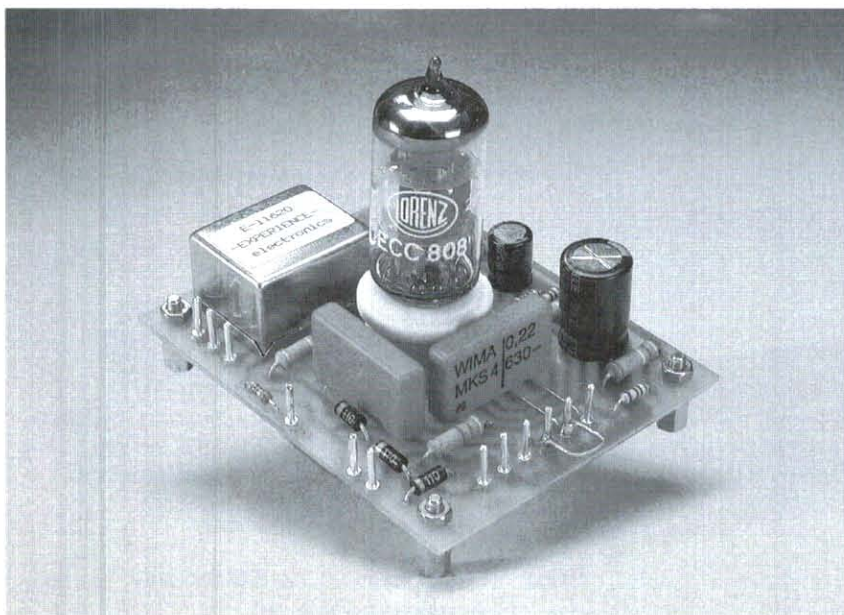


Figur 7. Kretskortslayout för ECC83 (kortet finns att köpa från Experience Electronics).





Figur 8. Kretskortslayout för ECC808
(kortet finns att köpa från Experience Electronics).



Figur 9. -30 dB ingångsdämpare och anslutningar för en fantommatning.

kommer att leverera bra resultat endast om den monteras in i en fullt skärmad metalllåda. Rören uppvärms med en 12,6 V likspänning. Lämpliga kretsar för detta har vi redan presenterat i *Allt om Elektronik* i artiklarna om Rörförstärkaren (nummer 6-8/2000). Zenerdioderna D1-D3 skall användas om flera förstärkare matas från en enda nätdel eller om nätdelen har en passiv RC-glättning. Nätdelens utgångsspänning måste vara 350 V. Att använda en stabiliserad matningsspänning ger rören en väldefinierad arbetskon- dition, vilket är välgörande då förstärkningen hos trioden är mer eller mindre beroende på matningsspänningens värde. En viktig punkt är att den negativa terminalen hos glödspänningen måste anslutas till den negativa terminalen hos högspänningen.

När du väljer ett rör skall du vara uppmärksam på vissa detaljer. De uppmätta prestandavärdena uppnåddes med en ECC83S, som är en korsning mellan en ECC83 och en E83CC (den militära versionen). Brustalet hos ECC83S rör är betydligt bättre än de hos en standard ECC83 och ECC83S är därför att föredra. ECC83 finns också med amerikanska beteckningar, som 12AX7, som exakt motsvarar en standard ECC83. 12AX7A och 12AX7WA är versioner med snävare toleranser, lägre brus och lägre mikrofon, medan 702S är långlivsversionen. En E83CC, eller en av de ekvivalenta amerikanska militära versionerna med typnummer som 6681, 6057 och 5751 kan också användas om man så vill. Även om dessa typer är betydligt dyrare så har de fördelen av att vara mindre mikrofoniska och har längre liv än standardtypen. Termen 'mikrofonisk' refererar till det faktum att mekaniska vibrationer, speciellt i styrgallret, kan modulera ett rör och leda till otrevligt

brus eller vinande i en förstärkarinstallation. Detta är således inte ett ställe där du skall spara på kostnaderna om du vill ha en mikrofonförstärkare med hög kvalitet.

Förförstärkaren skall inte placeras i samma låda som strömförsörjningen eftersom magnetiska störningar och mekaniskt brum från nättransformatorn då kan ge sig tillkänna på ett otrevligt sätt. I vissa fall kan det vara nödvändigt att montera kretskortet elastiskt, till exempel med hjälp av gummibussningar. Kretsen är designad på så sätt att det inte är nödvändigt att använda utvalda rör.

Det finns också ett annat intressant alternativ. ECC808-röret utvecklades som ett svar på bristerna hos ett standard ECC83 eller dess direkta motsvarighet, 12AX7. ECC83 och ECC808 är elektriskt identiska men brusegenskaperna hos ECC808 är tre gången bättre, den är mindre känslig för brum och är betydligt mindre mikrofonisk. Brusegenskaperna matchar i stort sett dem hos ECC83S. Dessutom har den en skärm mellan de två trioderna, vilket dock är av sekundärt intresse i denna applikation. Basarrangemanget skiljer sig också, styrgallerstiften sitter långt från anod och glödstift. Följaktligen kan ECC808 inte användas som en direkt ersättning för en ECC83. Av detta skäl har vi också utvecklat en andra kretskortslayout, som ses i figur 8. Komponentvärdena är exakt desamma, den enda skillnaden är att ECC808 vill ha en glödspänning på 6,3 V dc vid 0,34 A i stället för de 12,6 V vid 0,15 A som ECC83 vill ha. Tyvärr är inte ECC808 speciellt billig eftersom det råder brist på den. Den representerar dock ett intressant alternativ och priset kan försvaras med att du får förförstärkarsteg med mycket hög kvalitet.

Att tolka de uppmätta värdena

De uppmätta värdena hos förstärkaren, som visas i tabell 1, kräver lite tolkning. Open-loopförstärkningen, som är förstärkningen när R15 inte är monterad, ligger runt 68 dB. Om vi vill tillåta en maximal förstärkning på 60 dB så lämnar detta bara 8 dB för den negativa återkopplingen, vilket inte är speciellt mycket. I motsats till moderna opampar så har rör inte någon särskilt hög open-loopförstärkning. Följaktligen rekommenderar vi en förstärkning i området 30 till 50 dB eftersom de bästa resultaten när det gäller den harmoniska distorsionen och frekvensåtergivningen uppnås inom detta område.

De harmoniska distorsionsmätningarna gjordes vid 1 kHz och 80 Hz. Som man kan se ökar den harmoniska distorsionen vid låga frekvenser, speciellt udda övertoner. Här kan man se påverkan från ingångstransformatorn

eftersom matchade transformatorer i huvudsak genererar denna typ av harmonisk distorsion. De jämna övertonerna kan hänföras till rören. Andra övertonen har ett behagligt ljud som är typiskt för ett bra 'rörljud'. En ökning av den harmoniska distorsionen vid de lägre frekvenserna är inte seriöst då örat är speciellt känsligt inom detta område. En annan sak som man kan se av den harmoniska distorsionen är att den totala harmoniska distorsionen vid 1 kHz är större än det genomsnittliga värdet för de individuella harmoniska distorsionsvärdena. Vid denna frekvens är det förstärkarbruset som överväger. I detta fall kan mätutrustningen inte skilja mellan harmonisk distorsion och brus eftersom den gör bredbandsmätningar vid frekvenser över 1 kHz.

Brusvärdena skall ses som absoluta spänningsnivåer vid förstärkarens utgång. De ingångsrefererade brusvärdena erhålls genom att förutsätta en brusfri förstärkare med en brus-källa med en viss nivå ansluten till dess ingång. Tre brusvärden anges: 20 Hz-20 kHz, A-vägt och CCIR-486. Filtret CCIR-486 används i studioutrustning. Med detta filter, i stället för att mäta det effektiva brusvärdet, så mäts det likriktade toppvärdet med hjälp av en filterkaraktäristik som liknar den hos ett A-vägt filter, men där bruskomponenterna mellan 1 kHz och 12 kHz är betydligt tyngre vägda. Det är därför det ger det värsta brusvärdet.

För att nu kunna utvärdera förstärkaren korrekt så är det nödvändigt att kunna tolka mätningarna korrekt. Om ett metallfilmsmotstånd på 200 ohm ansluts till instrumentets ingångar så uppmäts en nivå på unge-

fär -118 dBm med hjälp av CCIR-486 filtret. En dynamisk mikrofon med en källimpedans på 200 ohm genererar en brusspänning på -118 dB. Om vi antar att vår förstärkare är brusfri och subtraherar denna förstärkning från den brusnivå som mäts på dess utgång så kommer vi fram till ett värde på -117,9 dBm (vägt med CCIR-486 filtret). Detta betyder att förstärkaren bara ligger 0,2 dB från vad som är fysiskt möjligt (0 dBm = 775 mV, standard studionivå).

Det finns en annan viktig punkt att ta hänsy till, nämligen den maximala ingångsspänningen. Man skall komma ihåg att ingångstransformatorn höjer ingångsnivån 16 gånger. Om det således finns en nivå på 10 mV vid transformatorns ingång så är galler-spänningen på det första röret redan 160 mV. Eftersom galler-spänningen endast är runt -1,2 V när man knät på karaktäristikkurvan ganska snabbt. Den maximala ingångsnivån för 1 procent harmonisk distorsion beror på förstärkningen. Flera typiska värden visas i tabell 2. Ett värde på 85 mV för en förstärkning på 50 dB verkar inte speciellt högt. En dynamisk mikrofon har emellertid en nominell nivå på 2 mV. Om förstärkaren kan hantera 85 mV finns det kvar ett utrymme på 18 dB.

Om du vill använda denna förstärkare med en relativt hög signalnivå på ingången så skall du använda en ingångsdämpare såsom visas i figur 9. Med de visade komponentvärdena är dämpningen ungefär 30 dB. Om du vill ha ett exakt värde, eller om du vill modifiera dämpningen, kan du justera värdet på 270-ohms motståndet. Figur 9 visar också hur en fantomförsörjning på 48 V kan implementeras.

Undervattens / utomhus videokamera i byggsats

Mycket god bildkvalitet!

OBS! Ökad ljuskänslighet!



CCD färg videokamera
hela 473.000 pixels
ljuskänslighet: 0,1 lux
Pris: NOK 985,-
(moms och porto tillkommer)



Undervattenshus, byggsats
provad till 100 m, inkl.
monteringsmaterial mm.
Pris: NOK 1225,-

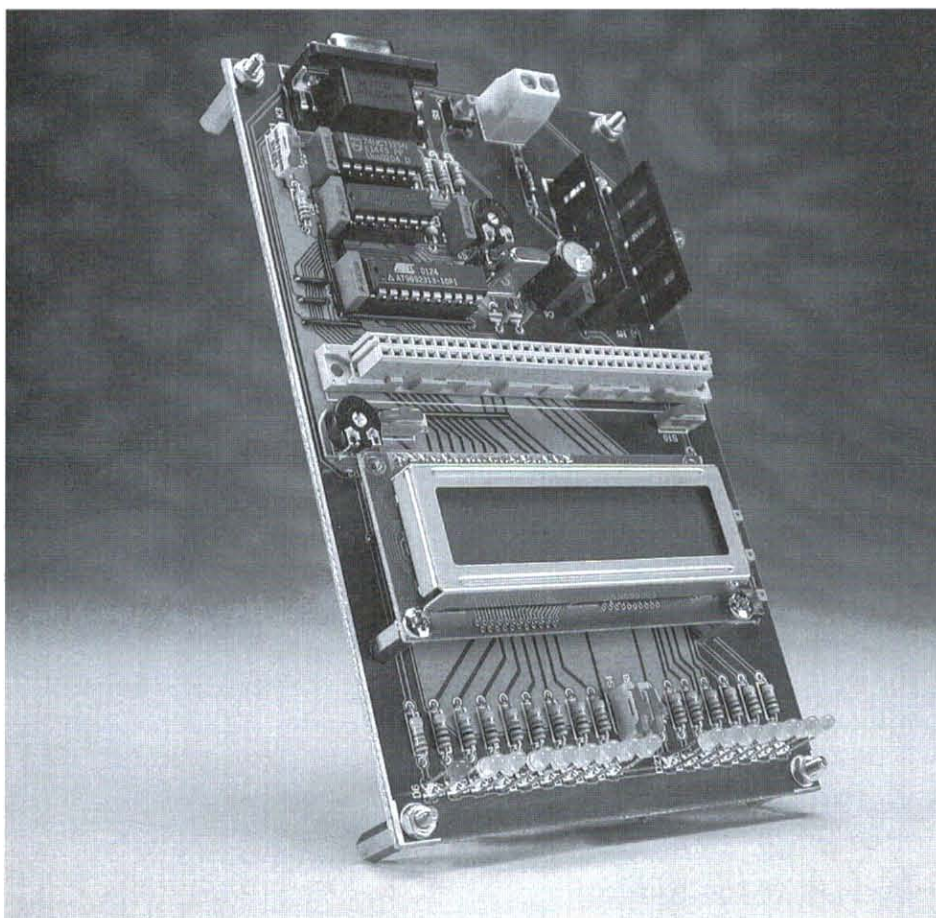
BOU Fuglsetbakken 22, 6416 Molde, Norge
e-mail: bou@c2i.net

AVRee utvecklings-system

med AT90S2313

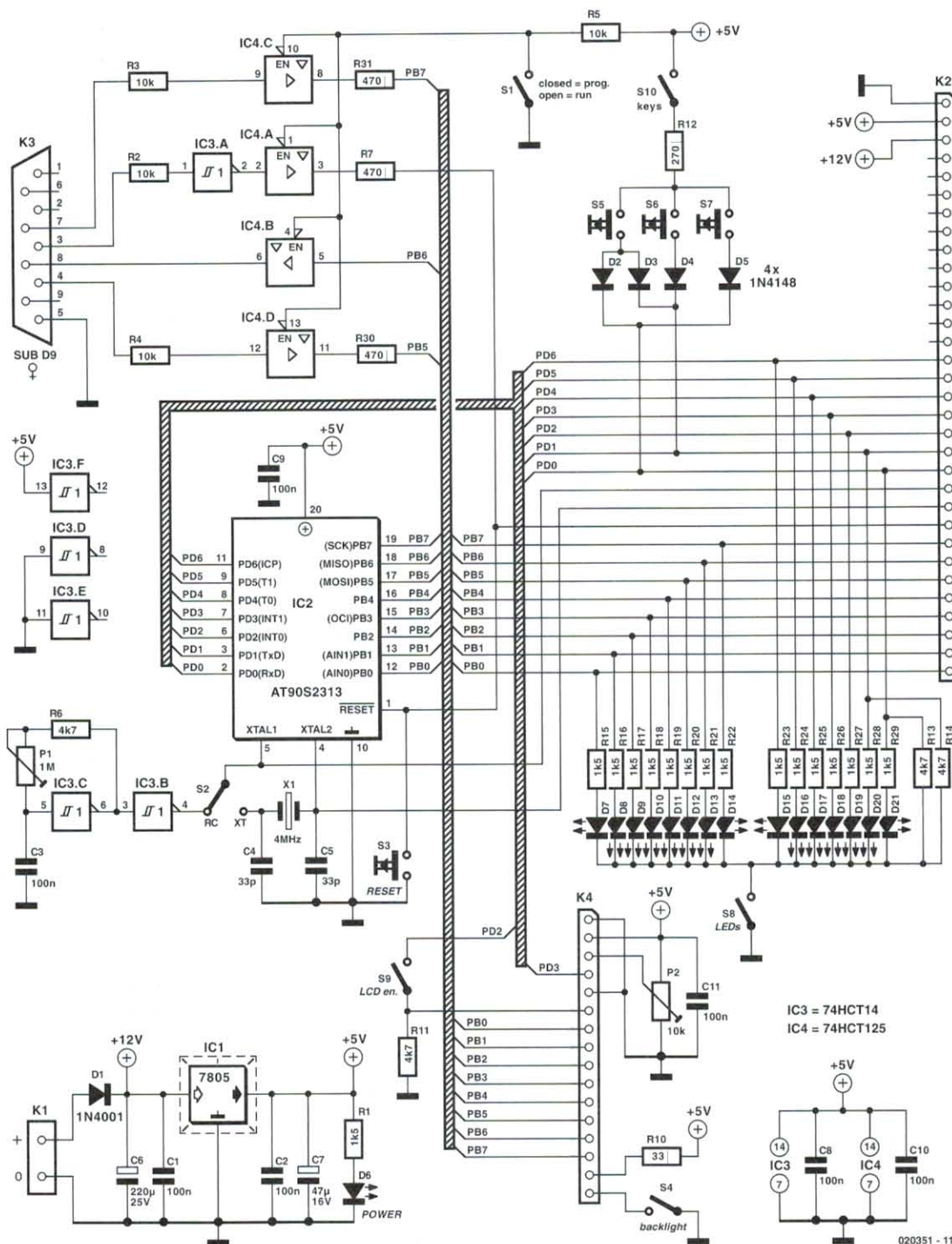
Design av A. Schumacher och R. Behl

Efter publiceringen av 89S8252 Flashkortet (10-11/2001) och utvecklingssystemet PICee (3/2002) är det nu hög tid att uppmärksamma mikrokontrollern AT90S2313. Som med de andra två konstruktionerna beskriver vi här en kraftfull enkorts dator som inte bara är utmärkt för utbildningsändamål utan också för mer allmän användning bland mikrokontrollerentusiaster.



Det utvecklingssystem vi beskriver i denna artikel liknar väldigt mycket det PICee kort som vi hade i nummer 3/2002. Och detta är inte så konstigt, av två skäl. För det första påminner AT90S2313 om PIC16F84 då den har två spänningsanslutningar, ett resetben, två anslutningar för oscillatorn och ett antal portpinnar som gör att mikron kan kopplas till extern hårdvara. På samma sätt som sina föregångare har också detta utvecklingssystem ett antal lysdioder för att man enkelt skall kunna avläsa portpinnarnas logiska tillstånd under mjukvaruutveckling, ett antal tryckknappar, en kontakt för anslutning till en standard alfanumerisk LCD-modul och en annan för extern hårdvara. Dessutom är också utvecklingssystemet AVRee ytterligare en design från Ludwig Geisslerskolan i Hanau, Tyskland så det är inte så överraskande att det finns en hel del likheter med det (mycket populära) PICee-kortet.

AT90S2313 är en medlem av den välkända mikrokontrollerfamiljen 'AVR' som tillverkas av Atmel. Viktiga data om detta chip hittar du i



Figur 1. Kretsens allmänna struktur påminner mycket om det populära PICee-systemet.

en ruta längre fram. Liksom alla andra moderna mikrokontroller har också AVR-serien ett internt Flash programminne, vilket betyder adjö till den klumpiga och tidsödande processen att programmera (interna) EPROM med hjälp av en speciell EPROM-programmerare och följande radering i en speciell raderingsenhet för EPROM. Från och med nu är det bara lite enkel extra hårdvara i ut-

vecklingsystemet och en serielänk till den PC som kör gratismjukvaran allt som behövs för snabb och enkel utveckling och testning av mjukvara.

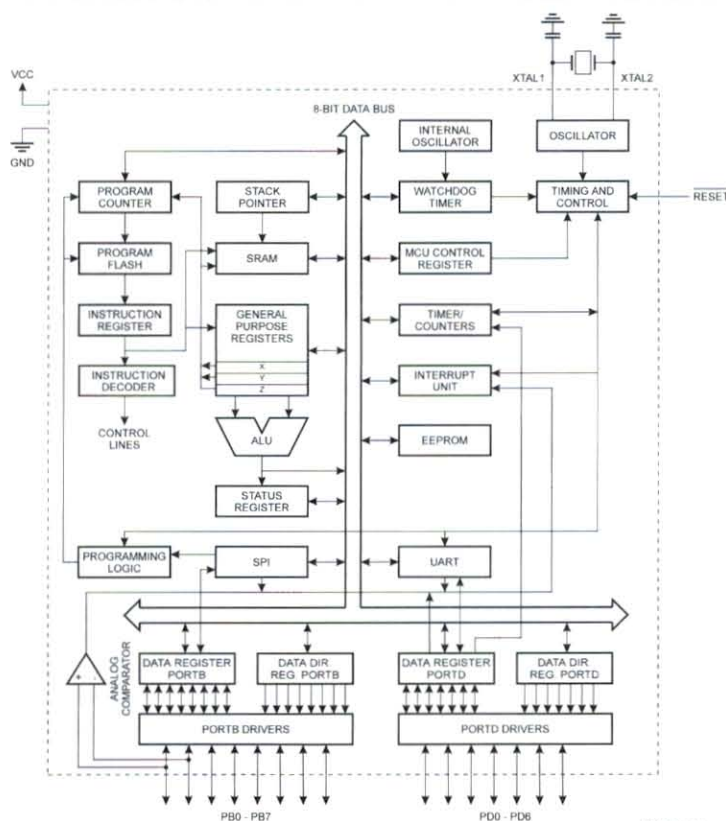
Hårdvara

Kretsschemat för utvecklingssystemet visas i figur 1. Kortet kan strömför-sörjas från en vanlig nätadapter (bat-terieliminators) som kan lämna en lik-

spänning mellan 9 och 15 V. Strömkraven på adaptorn beror i huvudsak på den hårdvara som ansluts till kretsen. Normalt räcker en adapter på 500 mA mer än väl. Det skall dock noteras att bakgrundsbelysning, speciellt när det gäller äldre LCD-moduler, kan dra en ström på flera hundra milliamp. För att se till att spänningsregulatorn inte överhettas under regelbunden användning så finns det plats på kretskortet för ett U-format kylelement (t.ex. Fisher typ ICK35). Som vanligt inkluderar kret-

AT90S2313 egenskaper

- Utnyttjar AVR® RISC Architecture
- AVR – High-performance and Low-power RISC Architecture
 - 118 Powerful Instructions – Most Single Clock Cycle Execution
 - 32 x 8 General Purpose Working Registers
 - Up to 10 MIPS Throughput at 10 MHz
- Data och icke-flyktigt programminne
 - 2K Bytes of In-System Programmable Flash Endurance 1,000 Write/Erase Cycles
 - 128 Bytes of SRAM
 - 128 Bytes of In-System Programmable EEPROM Endurance: 100,000 Write/Erase Cycles
 - Programming Lock for Flash Program and EEPROM Data Security
- Externa egenskaper
 - One 8-bit Timer/Counter with Separate Prescaler
 - One 16-bit Timer/Counter with Separate Prescaler, Compare, Capture Modes and 8-, 9-, or 10-bit PWM
 - On-chip Analog Comparator
 - Programmable Watchdog Timer with On-chip Oscillator
 - SPI Serial Interface for In-System Programming
 - Full Duplex UART
- Speciella mikroegenskaper
 - Low-power Idle and Power-down Modes
 - External and Internal Interrupt Sources
- Specifikationer
 - Low-power, High-speed CMOS Process Technology
 - Fully Static Operation
- Strömförbrukning vid 4 MHz, 3V, 25°C
 - Active: 2.8 mA
 - Idle Mode: 0.8 mA
 - Power-down Mode: <1 µA
- I/O och paket
 - 15 Programmable I/O Lines
 - 20-pin PDIP and SOIC
- Arbetsspänningar
 - 2.7 – 6.0V (AT90S2313-4)
 - 4.0 – 6.0V (AT90S2313-10)
- Hastigheter
 - 0 – 4 MHz (AT90S2313-4)
 - 0 – 10 MHz (AT90S2313-10)



020351-12

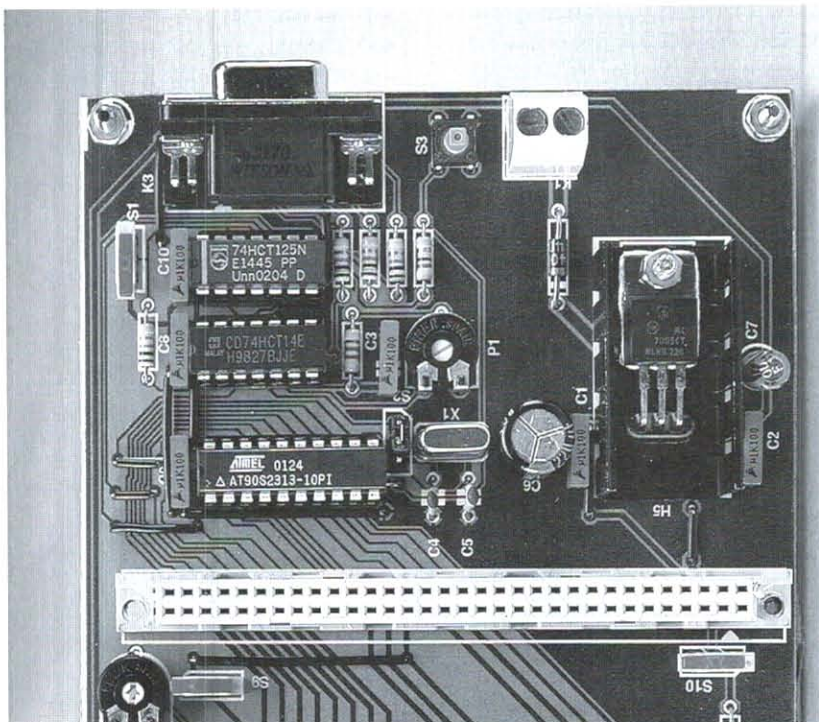
sen en effektdiod, D1, som skydd mot omvänd polaritet hos matningsspänningen. LED D6 tänds när kretsen får korrekt spänning.

En dubbel tristatebuffert, IC4, gör att mikrokontrollern kan programmeras. Bufferten kopierar signaler från PC-n serieport till mikrokontrollern. Med hjälp av tre portpinnar (MOSI, MISO och SCK) samt mikrokontrollerns resetkrets (IC2) kan den programmeringsmjukvara som körs på PC-n radera, läsa och programmera det Flashminne som finns i AT90S2313. Detta är möjligt under förutsättning att switchen S1 är sluten så att de relevanta signalerna kan passera. Om switchen är öppen har buffertens utgångar hög impedans, vilket gör att programmeringsinterfacet är 'bortkopplat' från resten av kretsen. Motståndet R7 förhindrar att utgången från bufferten IC4a kortsluts när interfacet switchas till och om resetswitchen S3 trycks in av misstag. Ett liknande kortslutningsskydd är även implementerat på IC4d och IC4c av motstånden R30 och R31.

Notera att AVR-kontrollern inte behöver någon separat programmeringsspanning. Du kommer kanske ihåg att PICee-kortet hade en step-upkrets för programmeringsspanningen på 13,5 V. I motsats till detta klarar sig AVR-en utmärkt med bara 5 V för radering och programmering. När det gäller resetkretsen så har naturligtvis tvättäkta mikrokontrollerföretag redan upptäckt att det inte finns någon extern resetkrets vid uppstart (power-on) på resetbenet hos AT90S2313. Den vanliga R-C konfigurationen, så välbekant med andra mikrokontroller, är inte nödvändig här. Resetkretsen inuti AT90S2313 har ett pull-up motstånd och en inbyggd krets tar hand om reset vid power-on. Under normal användning behöver detta stift inte anslutas.

Tryckknappen S3 har lagts till så att du kan återställa mikrokontrollern manuellt.

Om vi tittar på oscillatorkretsen kan du med hjälp av switchen S2 välja mellan en kontinuerligt justerbar R-C oscillator (IC3c, R6, P1 och C3) och en standard kristalloscillator av 'Pierce'-varianten bestående av X1, C4 och C5. Det är också möjligt att lägga en extern klocka till mikrokontrollern genom att utelämna de tre sist angivna komponenterna och ansluta en



signal via XT1 på kontakten K2. Notera dock att detta kräver att S1 ställs i läge 'XT'. IC3 (ben 4 är oscillatorutgången) kan inte utelämnas eftersom IC3a bildar en del av programmeringsinterfacet.

Via kontakten K4 går vägen till en standard alfanumerisk LCD-modul som är ett valfritt alternativ. Trimpotentiometer P2 är för inställning av kontrasten på LCD-modulen. Denna kan endast drivas om switchen S9 är sluten. Om den inte är det hålls LCD:ns enablesignal (aktivering) låg av R11 och då förhindras naturligtvis kommunikationen. Notera också att det inte är möjligt att läsa tillbaka data från displayen eftersom R/W vid stift 5 på K4 är draget till jord, vilket gör att data inte kan skickas från displayen.

Om displayen drivs av ett program så måste mjukvaran ge tillräckligt med tid för att LCD:n skall kunna behandla sina data. Det är trots allt inte möjligt att avläsa modulens status med hjälp av BUSY-linjen.

Bakgrundsbelysningen för LCD:n, om sådan används, kan matas via stift 15 och 16 på kontakten K4. Strömbegränsning sker med R4 medan switchen S2 kopplar till och från bakgrundsbelysningen.

En rad med 15 LED (D7-D21) finns tillgänglig för att signalera det logiska tillståndet på lika många port-

pinningar hos AT90S2313 när du utvecklar och avbuggar din mjukvara för kortet. Om du vill så kan du koppla bort lysdioderna med hjälp av omkopplaren S8.

Utvecklingssystemet har också tre tryckknappar (S5, S6 och S7) som kan användas för alla ändamål som kräver manuell styrning av ditt program, men bara om S10 är sluten.

Kontrollerns portlinje PD1 går Högt om S6 trycks in, PD0 om S7 trycks in och båda linjerna dras Högt om S5 trycks in. I denna situation fungerar motstånd R13 och R14 som pull-downs för PD0 och PD1.

Slutligen finns det en DIN41612-kontakt, K2, för enkel inkoppling av externa kretsar till utvecklingssystemet. Denna kontakt bär alla mikrokontrollersignaler och matningslinjer, vilket gör att du kan ansluta dina egna hårdvaruexpansioner till kortet. Om du, till exempel, använder en adapter installerad på K2 kan du programmera andra kontrollers från AVR-RISC serien.

Kontrollern på AVRRee-kortet måste naturligtvis tas bort i så fall.

Kretskortet

Layouten för det kretskort som visas i figur 2 är mycket lik den vi publicerade för PICee-systemet, vilket återigen inte är särskilt överras-

kande med tanke på hur lika de två 'plattformarna' är. Kortet delas in i två delar av expansionskontakten K2. Den undre delen innehåller den mesta elektroniken medan den övre delen innehåller LCD, LED och de flesta omkopplarna.

Även här har vi lyckats med att hålla kortet enkelsidigt, vilket är positivt när det gäller kostnaden för projektet. Naturligtvis kunde vi inte undvika ett antal trådbyglar, men det finns inte fler än 15 stycken.

När det gäller trådbyglarna så skall dessa vara de första 'komponenter' som installeras på kortet. En del av byglarna sitter på svåråtkomliga platser på kortet, två sitter bland annat under hållaren för processorn (IC2), en annan under hållaren för IC3 och två ligger mycket nära C8 och C9. Tro det eller inte, men saknade trådbyglar är det absolut vanligaste felet på annars välbyggda kort som Elektors labb fått inskickade från läsare som klagar på att hans/hennes projekt inte fungerar trots 'stora ansträngningar' vid sammansättningen.

Antalet komponenter är inte särskilt många med tanke på kortets storlek och själva bestyckningen borde därför inte vara något problem. Det gäller bara att kolla komponentlistan och följa komponentplaceringsritningen noga.

Om så önskas kan kortslutningsbyglar (så kallade jumprar) användas i stället för vippomkopplarna S1, S4, S8, S9 och S10. Faktiskt är en bygel att föredra när det gäller S2. IC-kretsarna IC2, IC3 och IC4 skall helst monteras i IC-hållare. LCD:n kan pluggas in på kortet med hjälp av stiftlistor och kylelementet för spänningsregulatorn IC1 har vi redan diskuterat.

Observera polariteten hos dioden, elektrolytkondensatorerna och lysdioderna och gör en visuell kontroll av det färgbyggda kortet innan du lägger på matningsspänningen.

Programmeringsverktyg

Det finns en stor mängd litteratur tillgänglig för de av er som vill lära sig den programmeringsteknik som är specifik för Atmels mikrokontrollerfamilj. Internet är naturligtvis den största källan och där du skall börja leta. Även en kort sökning ger massor med träffar för applikationer, hårdvara, mjukvara och annat användbart material. Inte överraskande har många tekniska universitet och högskolor länkar till information om dessa Atmelkontrollers.

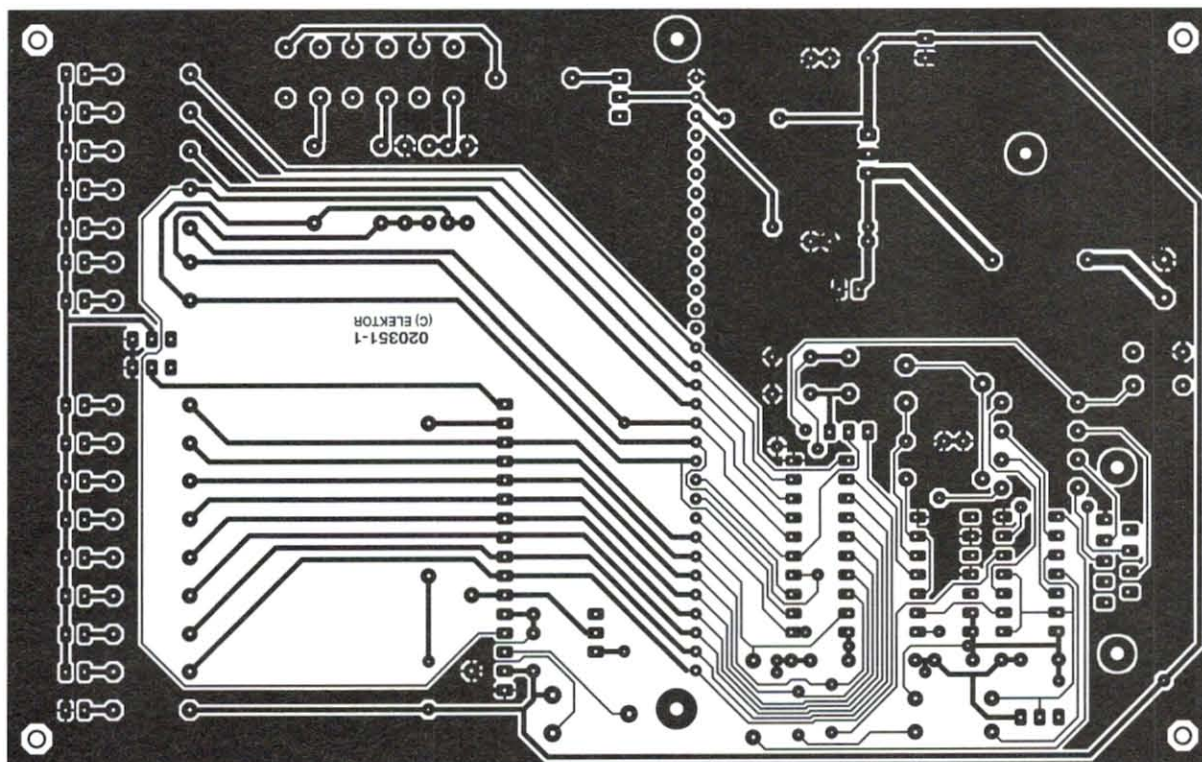
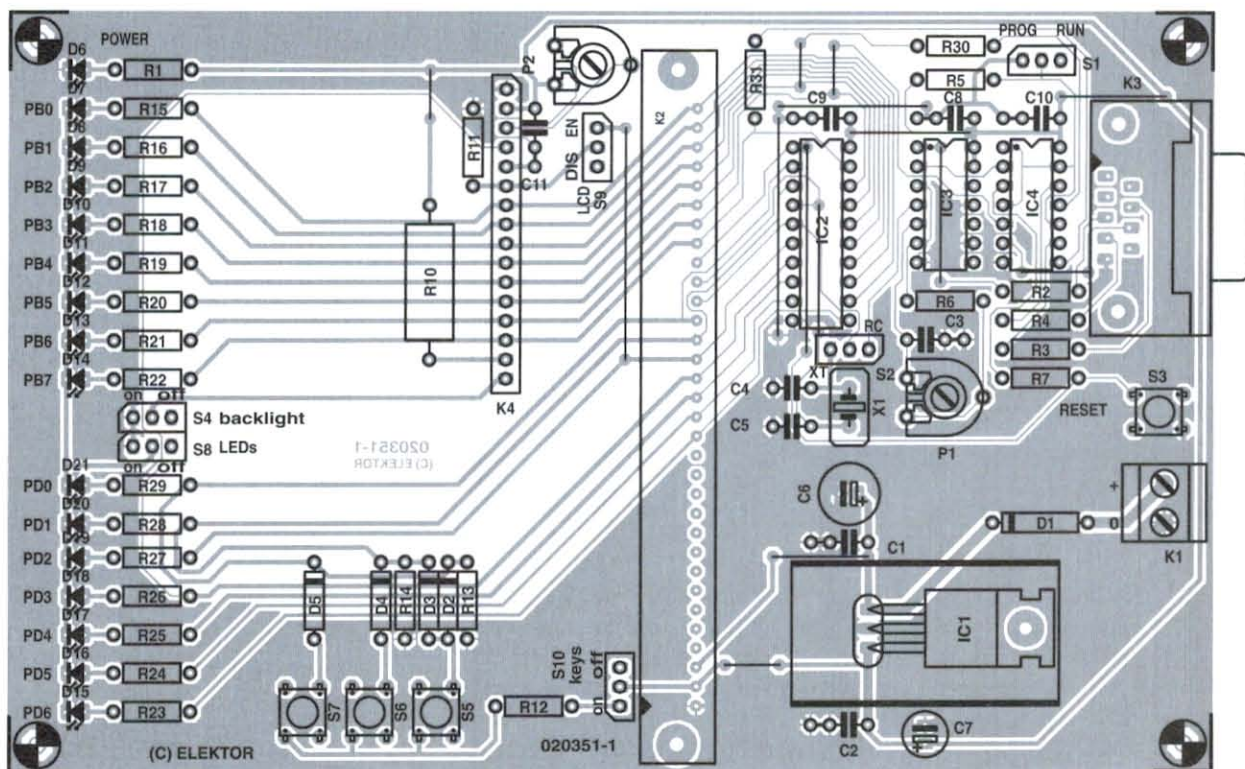
Ett antal programmeringsverktyg måste du ha om du vill kunna utveckla dina egna program. Bland andra rekommenderar vi Atmels egen AVR STUDIO 4 (editor, assembler, simulator, såväl som de två programmerarna Pony-

Prog 2000 och ICPROG. Dessa programmerare körs under Windows 95/98/NT/2000/ME/XP och kan hämtas gratis från webplatser på Internet. På Atmels egen webbplats finns datablad och en hel mängd med pro-

gramexempel (applikationsnoter). Med PonyProg2000 är det också möjligt att programmera PIC och EEPROM.

När programmets källkod (*.asm) har

skrivits och omvandlats till maskinkod (*.hex) kan programmeringsmjukvaran användas för att köra in den sistnämnda filen i mikrokontrollerns Flashminne. Detta Flash-



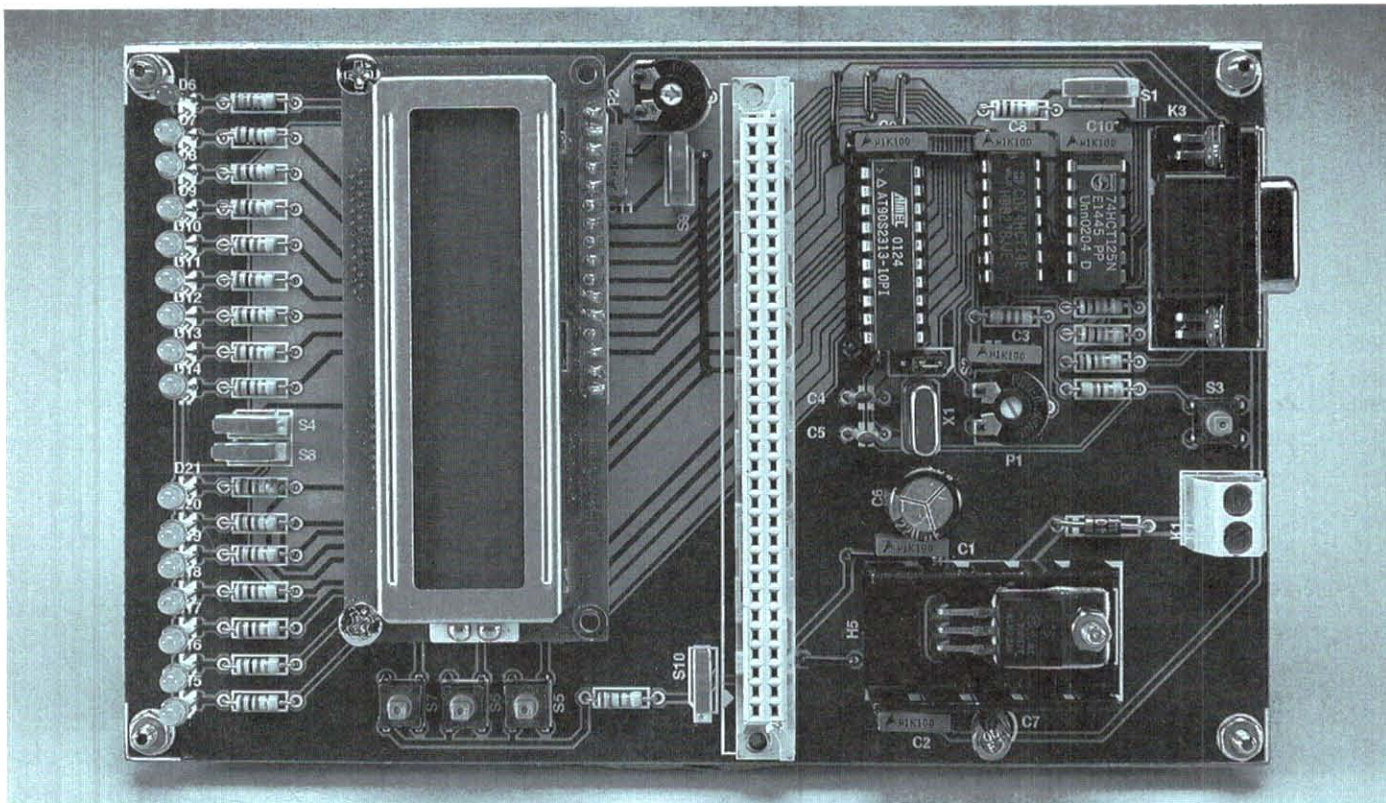
Figur 2. Kretskortet ser bekant ut. Det finns bara 15 trådbyglar på det enkelsidiga kortet.

minne kan raderas många gånger. De av er som föredrar ett högre programmeringsspråk hittar enkelt flera kompilatorer på Internet, inkluderande BASIC, C och Pascal.

För att ladda ner maskinkod till kortet så ansluter du det till PC:ns serieport (COM-port) och ställer switchen S1 i programmeringsläge. När programmet har laddats ner ställer du

tillbaka S1 igen och kontrollern återställs genom att du trycker på S3. Detta är allt, inget behov av att ta bort programmeringskabeln!

(020351-1)



KOMPONENTLISTA

Motstånd:

R1, R15-R29 = 1kΩ
R2-R5 = 10kΩ
R6, R11, R13, R14 = 4kΩ
R7, R30, R31 = 470Ω
R10 = 33Ω
R12 = 270Ω
P1 = 1MΩ trimpot
P2 = 10kΩ trimpot

Kondensatorer:

C1, C2, C3, C8-C11 = 100nF
C4, C5 = 33pF
C6 = 220μF 25V radial
C7 = 47μF 16V radial

Halvledare:

D1 = 1N4001
D2-D5 = 1N4148
D6 = LED, gul
D7-D10, D15-D21 = LED, grön
D11-D14 = LED, röd
IC1 = 7805
IC2 = AT90S2313
IC3 = 74HCT14
IC4 = 74HCT125

Övrigt:

K1 = 2-pol kopplingsplint för kretskort, raster 5mm
K2 = DIN41612 socket (hona), B model, (Conrad Electronics # 741582)
K3 = 9-pol sub-D hona, vinklade stift, för kretskort
K4 = 16-pol stiftlist
S1, S2, S4, S8, S9, S10 = bygel eller switch, Hartmann typ SX254 (Conrad Electronics # 708062)
S3, S5, S6, S7 = miniatyrtryckknapp (Conrad Electronics # 700460)
X1 = 4-10 MHz kristall med hållare (se text)
Kylelement för IC1
LCD, 2 x 16 tecken, t.ex Displaytech 162
Kretskort **020351-I** (se Läsar-service)
Diskett med programexempel **020351-I1** eller gratis nedladdning från vår websida.

Weblänkar

www.atmel.com/atmel/products/prod23.htm
www.avr-asm-tutorial.net
www.lancos.com/
www.ic-prog.com

Konstruktörerna till detta projekt kan kontaktas via email:

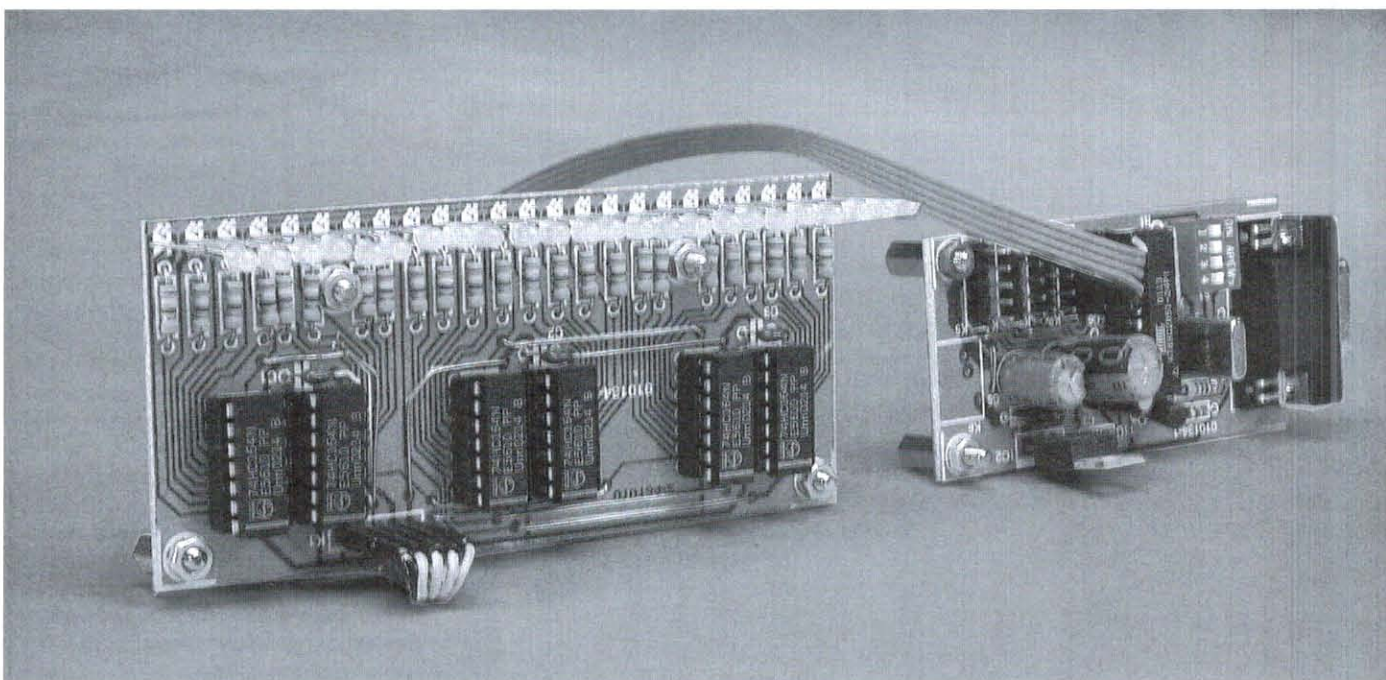
RalfBehl@softhome.net
AndreSchumacher@gmx.de

Rinnande ljus med två färger

med mikroprocessorstyrning

Design av A. Köhler

Ljuseffekter är alltid populära och vi publicerar då och då sådana projekt i *Allt om Elektronik*. Här är en krets som använder en mikrokontroller för att driva upp till 96 tvåfärgade lysdioder i ett stort antal olika mönster. En speciell egenskap hos denna design är det sätt på vilken den utnyttjar trögheten hos det mänskliga ögat.



I stället för 'vanliga' LED använder detta rinnande ljus så kallade tvåfärgade LED, som kan avge två olika färger, vanligen rött och grönt. Dessa finns tillgängliga i versioner med tre anslutningar (en gemensam katod och separata anoder) eller med två anslutningar. Vi använder den sistnämnda typen i

denna krets, där två LED är kopplade antiparallellt så att den ena eller andra LED-en lyser beroende på vilken riktning strömmen flyter i. Det krävs en speciell krets för att driva tvåfärgade LED. Då lysdioder normalt bara behöver en ström på

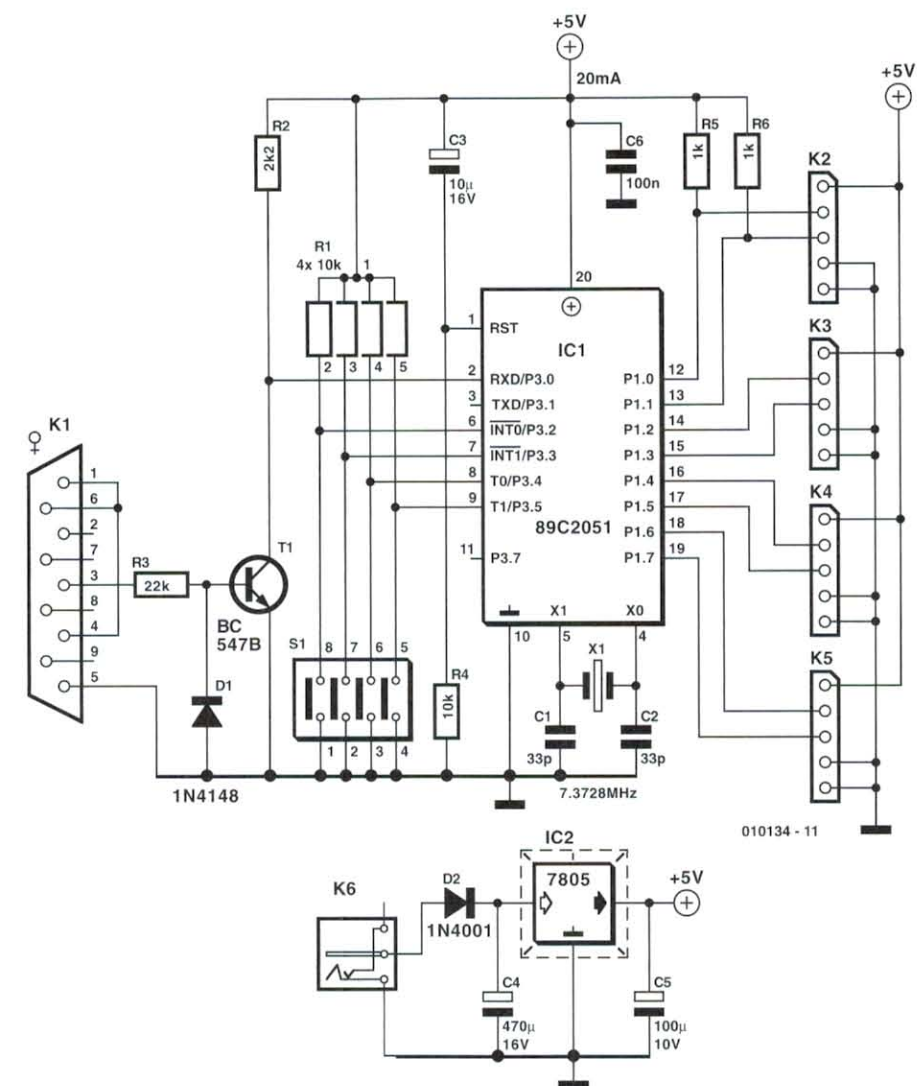
mellan 5 mA och 20 mA för att lysa tillräckligt starkt behöver inte kretsen switcha speciellt höga strömmar. HCT-komponenter, som kan sänka eller avge upp till 8 mA kan därför användas. De tvåfärgade lysdioderna är kopplade mellan två så-

dana utgångar. Om de två utgångarna har samma logiska nivå kommer båda lysdioderna att vara släckta och om nivåerna är olika kommer antingen den röda eller den gröna att lysa beroende på strömriktningen.

Då varje LED behöver två utgångar så kan de inte drivas direkt från mikrokontrollerns utgångar. En seriell drivkrets används därför och denna behöver bara två signaler. Med endast en datasignal och en klocksignal kan vi styra ett stort antal LED. Omvandlingen från seriellt till parallellt utförs av HTC-skiftregister. I den första fasen av operationen skiftas databitarna snabbt igenom skiftregistren, så snabbt faktiskt att detta inte uppfattas av ögat. I den andra fasen av operationen stannar data kvar på utgångarna under en längre tid och verkar då stabila. Efter en kort paus laddas ett nytt mönster in i skiftregistret. Med ett lämpligt fysiskt arrangemang av lysdioderna kan effekten förbättras ytterligare.

Mikrokontrollern...

Kretsen består av en central mikrokontrollerenhet och upp till fyra tvåfärgade LED-moduler. Det arrangemang som visas i figur 1 är en okomplicerad mikrokontrollerkrets som använder en 89C2051 från Atmel. Databladet för denna komponent kan hittas vid www.atmel.com/atmel/acrobat/doc1045.pdf. Komponenterna C3 och R4 bildar en reset vid power-on. Ett primitivt RS232-interface finns via ben 2 för mottagning av data, sändarfunktionen via ben 3 är inte implementerad. Transistor T1 tar hand om omvandlingen av spänningsnivåerna. D1 begränsar de negativa ingångsspänningarna medan R3 begränsar basströmmen till T1 såväl som strömmen genom dioden. Denna krets gör att det inte behövs någon laddningspump. Den oscillator som är ansluten till benen 4 och 5 använder en kristall på 7.3728. Denna oscillatorfrekvens begränsar valet av tillgängliga baud rates för RS232-interfacet, men förklar programmeringen av längre fördröjningsloopar. En annan kristall kan naturligtvis också användas, men då måste några fördröjningskonstanter i mjukvaran justeras så



Figur 1. Denna minimala kontrollerkrets kan styra upp till 96 2-färgade LED.

att de passar.

Benen 6 till 9 är anslutna till en DIP-omkopplare med pull-upmotstånd. Beroende på mjukvaran i mikrokontrollern kan dessa användas för, till exempel, att välja mellan ljusmönster eller för att ställa in baud rate för RS232-interfacet. Inget av dessa alternativ är dock ännu implementerade i mjukvaran.

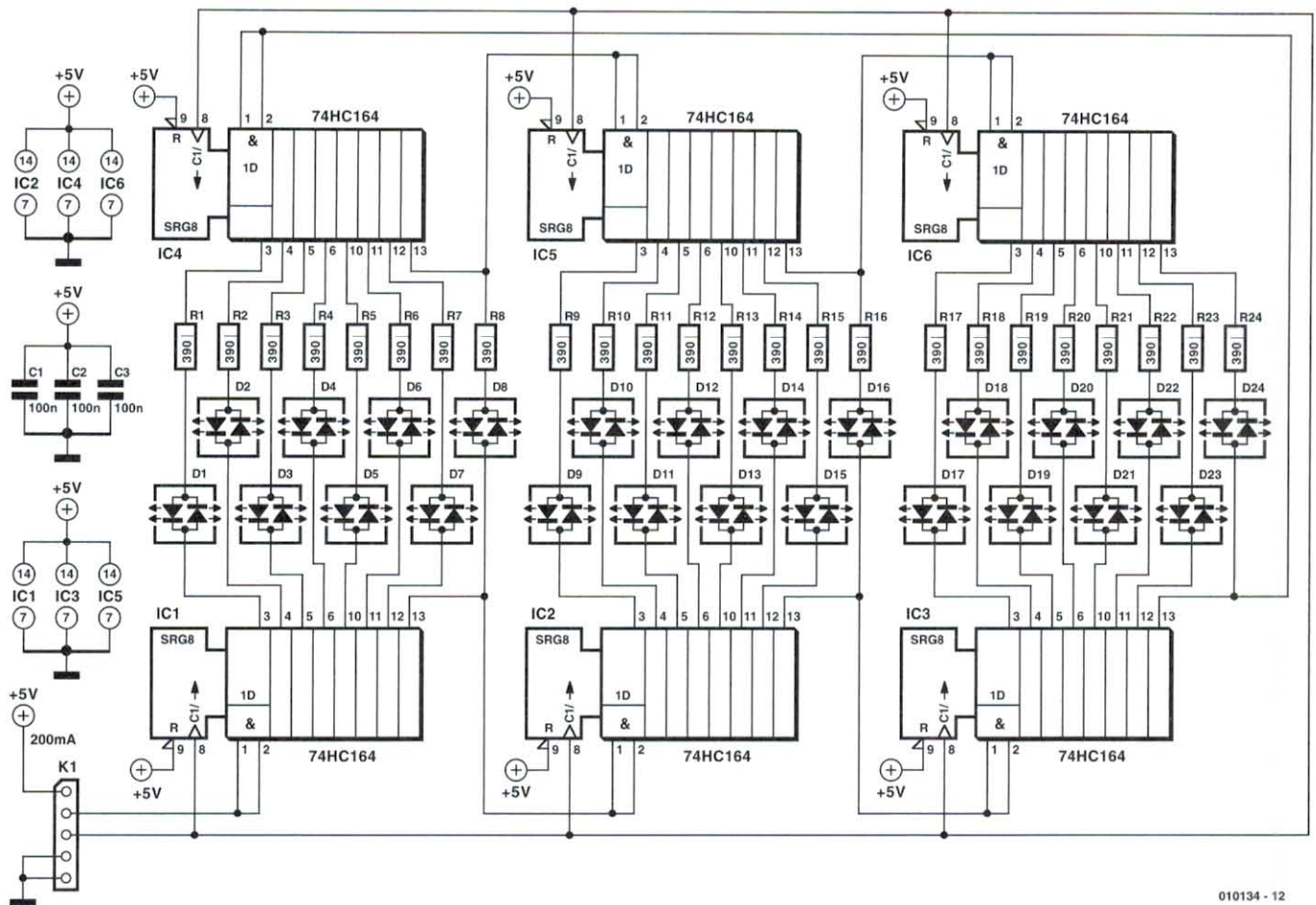
LED-modulerna styrs via port 1. Var och en har en datasignal (P1.0, P1.2, P1.4 och P1.6) och en klocksignal (P1.1, P1.3, P1.5 samt P1.7) för att styra en grupp LED via deras skiftregister. Eftersom anslutningarna är korta är det inte nödvändigt med någon skyddskrets. En sak att notera är pull-upmotstånden på portpinnarna P1.0 och P1.1. Dessa pinnar tjänar som icke-inverterande och inverte-

rande ingångar (respektive) för en intern komparator. Utan pull-upmotstånd på mindre än 2 kΩ skulle lysdioderna inte drivas korrekt. De övriga pinnarna på port 1 har interna pull-upmotstånd. Den dragna strömmen håller sig hela tiden under 15 mA.

Denna tas från en nätdel som måste ha en utgångsspänning på minst 9 V och som kan leverera en ström på 200 mA per LED-modul plus 20 mA för kontrollkortet. Detta kan tillsammans bli en hel del ström och därför måste spänningsregulatorn IC2 förses med ett kylelement.

... och de fyra LED-modulerna

Som man kan se av figur 2 består varje LED-modul av 24 tvåfärgade LED och sex 74 HCT164 skiftregister. Databitarna läggs till dataingångarna (benen 1 och 2) på IC1, det första skiftregistret, och tas sedan från den



010134 - 12

Figur 2. Två skiftregisterutgångar används per 2-färgad LED.

slutliga utgången (ben 13) till ingångarna på det andra skiftregistret. På detta sätt bildas en kedja med sex skiftregister vilka alla klockas tillsammans (av ben 8).

Lysdioderna är anslutna till utgångarna från skiftregistren med strömbegränsande serie-motstånd. Ett värde på 390 Ω ger en ström i den röda LED-en på 9 mA och i den gröna på 7 mA. Detta är gränsen för vad logiska kretsar kan lämna och ger en fullt tillräckligt ljus. Att bestycka kortet borde inte vara något problem så länge som du håller dig till regeln 'de små komponenterna först'. Missa inte de tre trådbyglarna. Mikrokontrollern på styrkortet skall monteras i en IC-hållare. Om du inte behöver någon anslutning till en PC kan du utelämna d-Subkontakten och nivåskiftningskretsen. Om DIP-switchen inte heller skall användas kan du utelämna denna också tillsammans med dess pull-upmotstånd. Oanvända ingångar måste dock kopplas till en fast spänningsnivå, RxD till +5 V.

Det enkelsidiga kretskortet för LED-modulen klarar sig inte heller utan trådbyglar, vilket syns tydligt i figur 4. Du skall använda isolerad kopplingstråd för dessa byglar då de ligger bredvid varandra, är böjda eller passerar

under IC-hållare. Bortsett från detta finns det inte mycket att säga om själva bygget.

Mjukvaruvarianter

Nu när vi har sett att hårdvaran inte innehåller några överraskningar så måste nyckeln till kretsen ligga i mjukvaran. Denna kan du hämta gratis från vår websida, titta efter fil 010134-11. Mjukvaran finns tillgänglig inte bara som en 'färdig-att-bränna' hexkod utan också som källkod i assembler.

Mjukvarans grundversion använder inte DIP-switchen. Den kan, till exempel, användas för att välja mellan ett antal olika mönster. Detta kan också göras via serieporten.

Mjukvaran är uppbyggd runt följande rutiner:

TAKT 1 to TAKT 4 (clock 1 to clock 4)

Dessa rutiner genererar klocksignalerna för skiftregistren. För att modulerna skall kunna uppdateras

vid olika tillfällen har varje modul sin egen rutin.

MUAU 1 to MUAU 4

Dessa rutiner skickar ut mönstren och är designade för LED-moduler med sex skiftregister och antalet skiftregister anges i R2. R1 används som biträknare. Ett byte hämtas från mönstertabellen och delas i individuella bitar via carryflaggan. När ett komplett byte har sänds iväg hämtas nästa byte från tabellen.

ZEIKO (tidskorrigering)

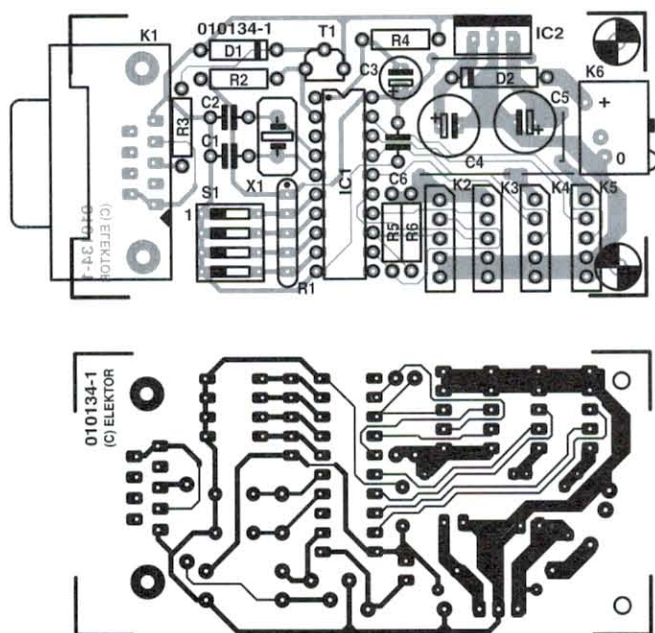
För att alla moduler skall kunna använda samma mönster måste mönstertabellpekaren justeras efter det att varje modul processats.

LOE1, LOE2 (clear 1, clear 2)

Dessa rutiner skiftar in nollor i alla skiftregistren i en modul och släcker således lysdioderna.

ZEIT (tid)

Detta är en liten fördröjningsloop



Figur 3. Kretskortet för mikrokontrollern.

som saktar ner displayen till en resonabel hastighet. Denna hastighet är

lätt att justera. Den största delen av programmet

KOMPONENTLISTA

Styrkortet

Motstånd:

R1 = 4-pol 10k Ω motståndsnät SIL
R2 = 2k Ω
R3 = 22k Ω
R4 = 10k Ω
R5, R6 = 1k Ω

Kondensatorer:

C1, C2 = 33pF
C3 = 10 μ F 16V radial
C4 = 470 μ F 16V radial
C5 = 100 μ F 16V radial
C6 = 100nF

Halvledare:

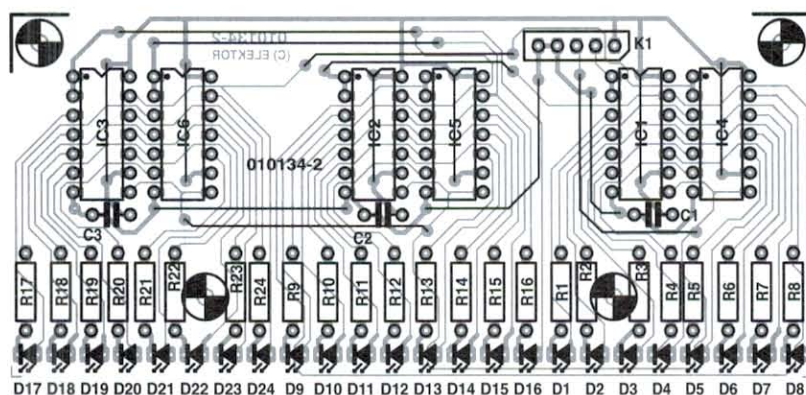
D1 = 1N4148
T1 = BC547B
IC1 = AT89C2051-12PC, programmerad, ordernr **010134-1**
IC2 = 7805

Övrigt:

K1 = 9-pol sub-D hona, vinklade stift, för kretskort
K2-K5 = 5-pol stiftlist SIL
K6 = jack för nätadapter, för kretskort
Kretskort **010134-1**
Diskett **010134-11**

består av de nio mönstertabellerna. Med hjälp av dokumentationen är det möjligt att ersätta innehållet i tabellerna med dina egna mönster. Observera att det finns en färdig-programmerad controller för detta projekt.

(010134-1)



Figur 4. Se upp! Det finns många trådbygglar på kretskortet för LED-modulen.

KOMPONENTLISTA

LED-kortet

Motstånd:

R1-R24 = 390 Ω

Kondensatorer:

C1, C2, C3 = 100nF

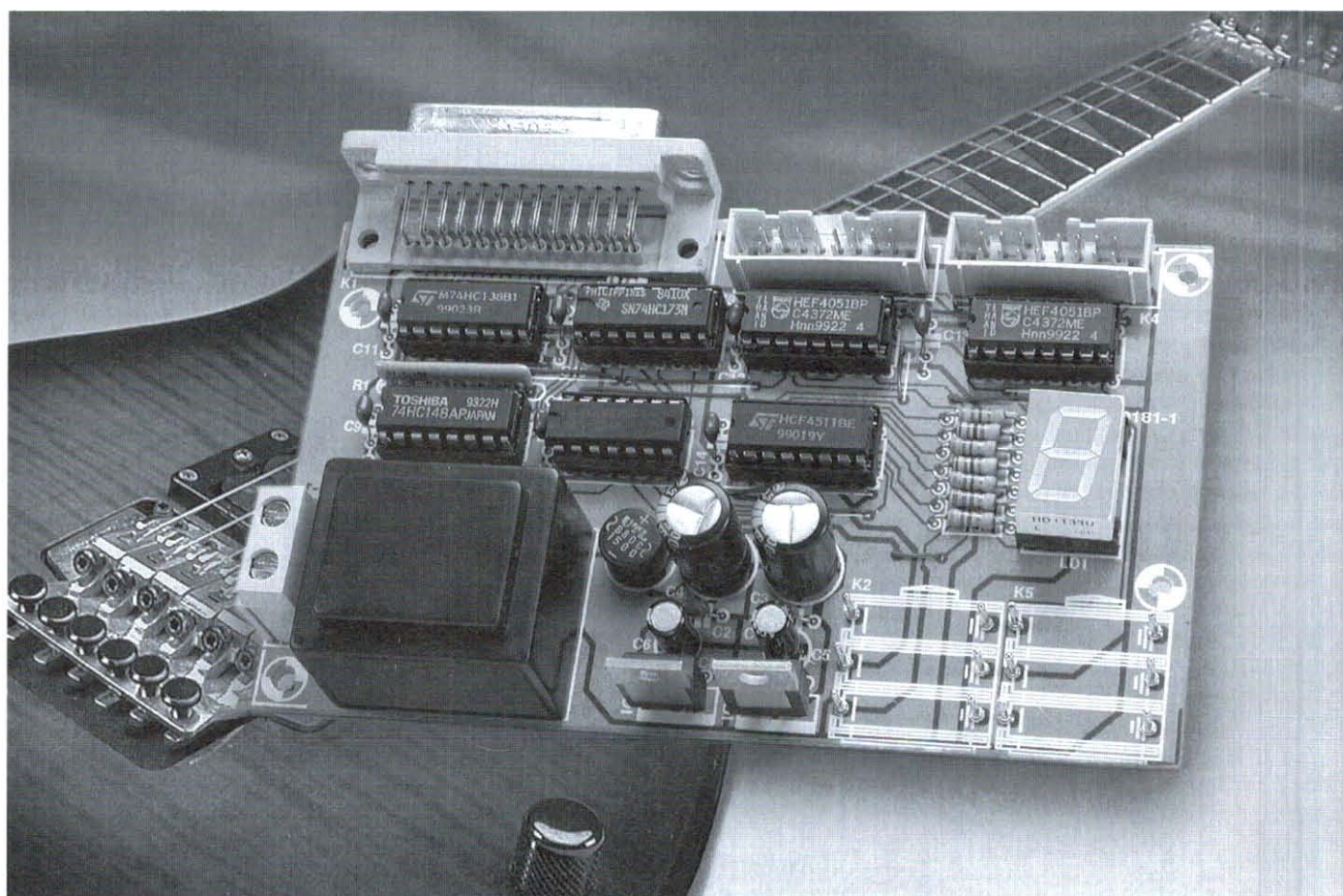
Halvledare:

D1-D24 = 2-färgad LED, 2 ben, 3mm
IC1-IC6 = 74HC164

Övrigt:

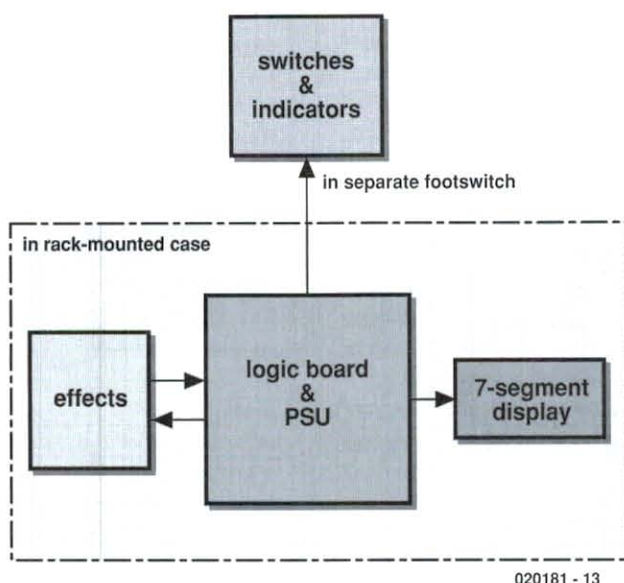
K1 = 5-pol stiftlist
Kretskort **010134-2**

Denna effektkopplare hjälper dig att hålla scenen båda säkrare och snyggare. Alla dina effektenheter kan finnas på säkert ställe och opereras utan avbrott med hjälp av en fotomkopplare.



liknande applikationer där analoga signaler passerar genom en kedja med enheter.

Gitarreffektswitchen är fotstyrd. Som vanligt med denna typ av enheter så är styrningen en separat fotomkopp-lare och resten av kretsen (dvs logi-



Figur 1. Effektswitchen och effektenheterna sitter i racket, det är bara fotomkopplaren som finns på scenen.

ken för effektomkopplaren och själva effektenheterna) rackmonterade, se figur 1. Tricket är att effekterna inte väljs med switchar utan i stället med knappar. Logiken ser till att effekten förblir aktiv när foten tas bort från knappen tills nästa gång en knapp trycks in. Detta betyder att kablar som bär audiosignaler ligger säkert i racket i stället för att slingra omkring på scengolvet. Anslutningen mellan fotkontrollen och logikkretsen bär endast switchningssignalerna.

Keyboard encoder

I hjärtat av kretsen i figur 2 finns en 8-ingångars prioritetsencoder av typ 74HC148, med vippor av D-typ (IC2) kopplade till dess utgång. Denna komponent genererar en 3-bitars kontrollsignal i enlighet med den knapp som har tryckts in. Ingångarna till 74HC148 är aktivt låga, när ingen knapp trycks in är alla ingångar höga. När en knapp trycks in tas motsvarande ingång till jord. En binärt kodad signal kommer då på utgångarna 1A till 3A, vilket lagras i tre vippor (flipp-floppar) hos IC-n 74HC173. För att detta värde skall hållas kvar när knappen släpps måste 74HC173 vara klockad att låsa encoderns utgångar (latch).

Denna klocka kan tas från GS (A) utgången (ben 14) på prioritetsencoderen. Utgången svingar från hög till låg när en knapp trycks in. Signalen måste därför inverteras (med hjälp av en 74HC04 inverterare) för att klocka 74HC173-an. Inte bara det, för att se till att IC-n endast klockas när 3-bitars kontrollsignalen är giltig finns det ytterligare två inverterare som ger en liten fördröjning av klocksignalen. De tre återstående inverterarna används inte och deras ingångar är därför dragna till jord. Kontrollsignalen med 3 bitar från utgången hos IC2 bildar en buss som ansluts till fyra IC-kretsar.

Analoga switchar och displayer på bussen

Två av dessa IC-kretsar är 74HC4051 analoga multiplexrar. Upp till åtta effektenheter kan anslutas mellan dessa multiplexrar via kontakterna K3 (ingång) och K4 (utgång). Gitarren ansluts till kontakten K2 och förstärkaren till K5. 4051-an är ett lågprisalternativ för switchen. Ett benkompatibelt alternativ är MAX4617 från Maxim som, även om den är betydligt dyrare och svårare att få tag på, har helt överlägsna prestanda. Den har mycket låg R_{ON} och en excellent kanalseparation på -93 dB. En

jämförelse mellan databladerna visar tydligt skillnaden i prestanda:

<http://pdfserv.maxim-ic.com/arpdf/MAX4617-MAX4619.pdf>
<http://www.philipslogic.com/products/hc/pdf/74hc4051.pdf>

De två andra IC-kretsarna som är anslutna till 3-bitarsbussen driver displayer som visar vald kanal eller effekt. Kanalnumret visas på 7-segmentsdisplay av typ gemensam-katod på själva enheten, som drivs av en BCD-till-7-segmentsavkodaren IC6 (en 4511). Den oanvända styringången på 4511-an (ben 6) är kopplad till jord. 4511-an kan lämna 10 mA per utgång och detta värde skall inte överstridas. Värdena på de seriemotstånd som behövs för 7-segmentsdisplayen beror på vilken typ som används. För den typ som rekommenderas i komponentlistan är 680 Ω ett lämpligt värde.

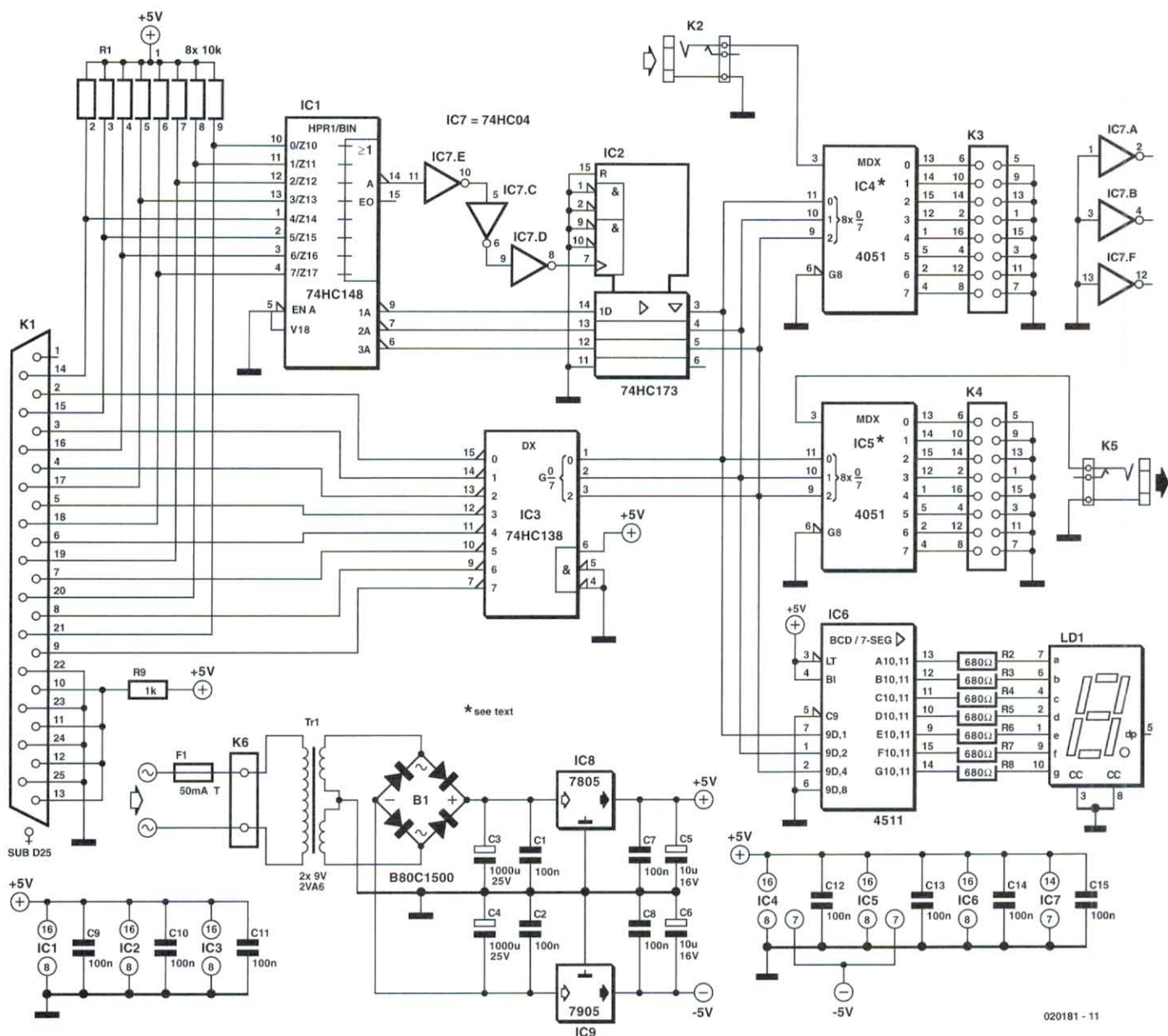
Den valda kanalen visas också med LED på fotkontrollen. För detta används IC3, en 74HC238 3-till-8-linjers avkodare/demultiplexer för att omvandla 3-bitarssignalen till individuella utgångar. De åtta utgångarna från IC-n ansluts till lysdioderna D1-D8 i fotkontrollen via en 25-polig D-kontakt. Då 74HC238 inte har någon speciellt hög utgångsdrivning så måste det vara lågströms LED som används i fotkontrollen med en framström på bara några få milliamp.

Alla IC-kretsar som är kopplade till 3-bitars kontrollbussen är 'transparenta', dvs de behöver inte någon klocksignal eller aktiveringssignal (enable) innan de processar sina ingångar.

En stabiliserad matningsspänning på 5 V behövs för de logiska kretsarna medan den analoga delen (de två analoga multiplexrarna) behöver en symmetrisk matning för att audiosignalerna skall passera igenom korrekt. För detta behövs det en symmetrisk nätadel med en 9 V nättransformator med två sekundärlindningar tillsammans med två spänningsregulatorer (en 7805 och en 7905). Då den maximala strömförbrukningen för kretsen endast ligger runt 10 mA behövs det inget kylelement för spänningsregulatorerna.

Själva bygget

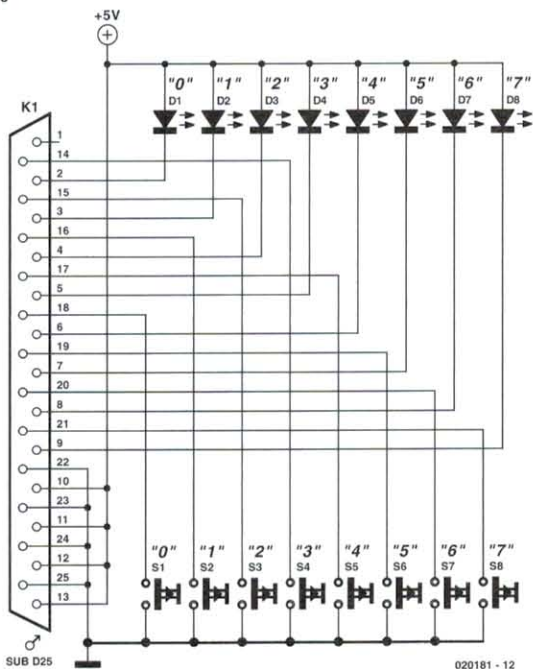
Nu skall vi titta på själva bygget av kretsen. Som man kan se av kretskortslayouten i figur 3 har inte kortet designats speciellt för rackmontering. Detta betyder ett enkelsidigt och kompakt kort till priset av lite extra ledningsdragning. Montera först de isolerade trådbyglarna nära och under IC-kretsarna och fortsätt sedan med motstånden, kondensatorerna och IC-hållarna (som skall vara av god



Figur 2. Kretsschemat för effektomkopplaren använder bara standard-IC.

kvalitet). Montera slutligen de större komponenterna, transformatorn och kontakterna. En punkt att notera: 7-segmentsdisplayen kan lätt monteras direkt på frontpanelen intill de två jack-kontakterna med hjälp av en vinklad IC-hållare (till exempel Conrad Electronics # 188379).

För att kunna testa kretsen innan ni börjar med ledningsdragningen är det bäst att börja med fotkontakten. Såvitt vi vet så finns det ingen fotkontakt med åtta switchar, den största vi hittade var en 6-polig enhet från Marshall och därför måste denna byggas själv. Detta har åtminstone den fördelen att man då kan ta gitarrspelaren skostorlek med



KOMPONENTLISTA

Effektswitch

Motstånd:

R1 = 8-way SIL array, 10k Ω

R2-R8 = 680 Ω

Kondensatorer:

C1, C2, C7-C15 = 100nF radial

C3, C4 = 1000 μ F 25V radial

C5, C6 = 10 μ F 16V radial

Halvledare:

B1 = B80C1500 rund

likriktarbrygga (80V piv, 1.5A)

IC1 = 74HC148

IC2 = 74HC173

IC3 = 74HC138

IC4, IC5 = 4051 eller MAX4617*

IC6 = 74HC04

IC8 = 7805

IC9 = 7905

LD1 = 7-segmentsdisplay med
gemensam katod, t.ex.
HD11330, Siemens)

Övrigt:

K1 = 25-pol sub-D kontakt (hona),
för kretskort, vinklade stift

K2, K5 = telejack, 6.35 mm, för
kretskort

K3, K4 = 16-pol boxheader

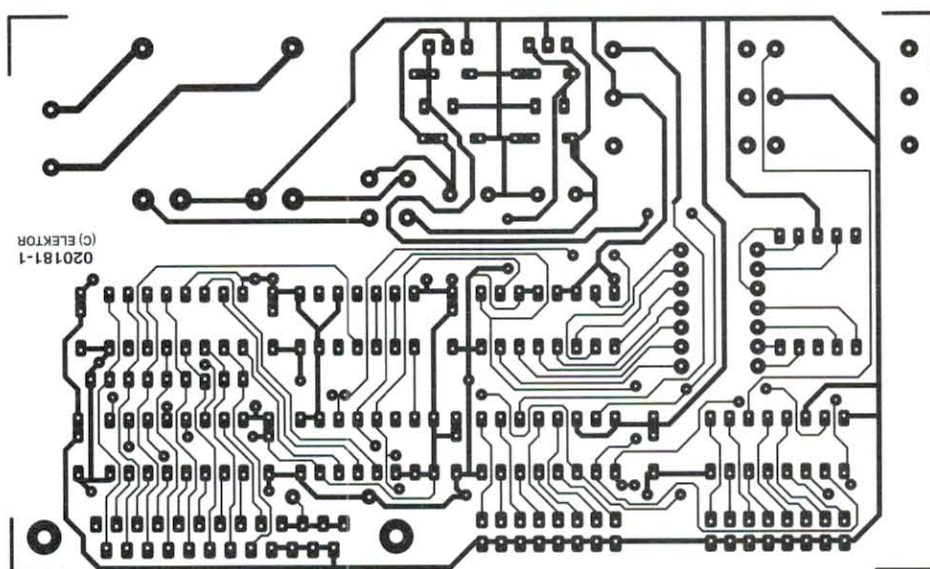
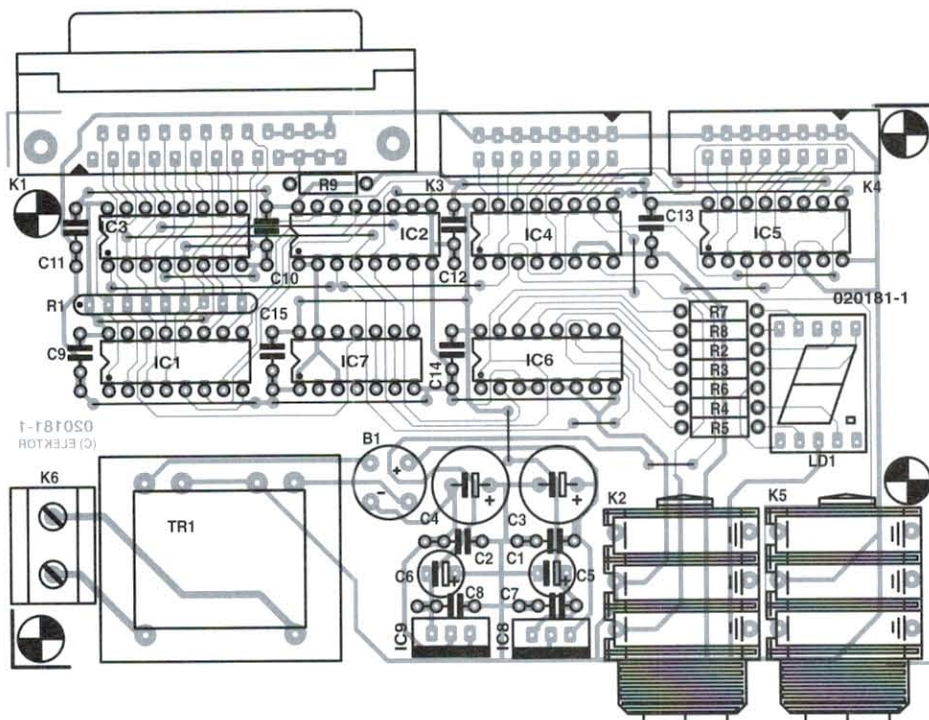
K6 = 2-pol kopplingsplint för
kretskort, raster 7.5mm

Tr1 = nättransformator 2x9V/
2.6VA (Hahn BV EI 303 2016)

Ingångskontakt för nätspänning,
inkl. säkring

16 telejack, mono, 6.35 mm, för
panelmontering

Kretskort 020181-1 (se
Läsarservice)



Figur 3. Den kompakta kretskortslayouten.

KOMPONENTLISTA

Fotomkopplare

Halvledare:

D1-D8 = LED, 3mm, lågström

Övrigt:

K1 = 25-pol sub-D plugg (hane)

S1-S8 = fotswitch (t.ex.

Monacor/Monarch FS-10)

i beräkningen! Någon kretskortslayout är inte nödvändigt för detta då de åtta knapparna, de åtta lysdioderna och den 25-poliga D-kontakten kan kopplas individuellt.

När fotomkopplaren är klar och ansluten till styrlogiken med hjälp av vanlig datakabel kan kretsen testas. Börja med att, utan att IC-kretsarna sitter i sina hållare, lägga på matningsspänning och kolla att det finns korrekta spänningar på de relevanta benen i IC-hållarna. Om detta är kor-

rekt så slå av spänningen och sätt in IC-kretsarna. Kretsen kan nu testas genom att trycka på forknapparna i tur och ordning. Om det rätta numret kommer upp på displayen och den rätta LED-en lyser så fungerar kretsen som den skall. K3 och K4 kan nu kopplas till de 16 jack-kontakterna med hjälp av oskärmad kabel så länge som avståndet inte är mer än 3-5 cm.

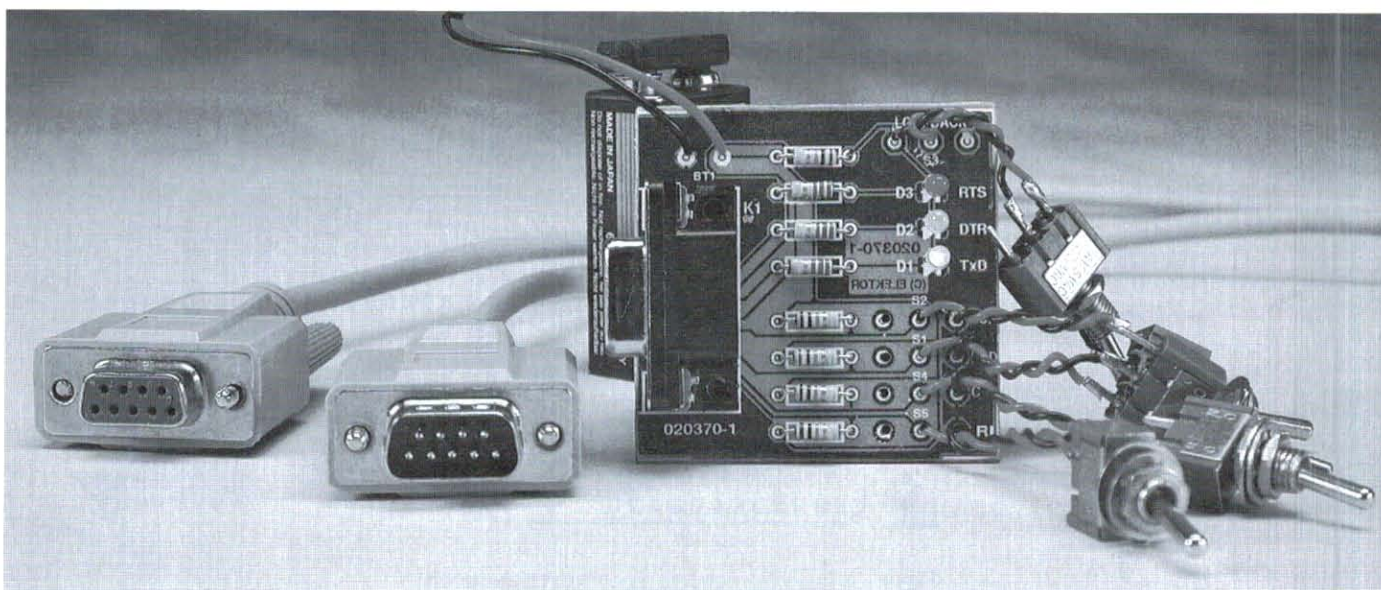
(020181-1)

COM-porttestare

med 3 LED och 4 switchar

Design av P. Goossens

Serieporten (kallas ofta för COM-port eller RS-232) är perfekt för att ansluta olika elektriska kretsar till en PC. Komplexiteten hos de anslutna kretsarna går från några få I/O-linjer som styr någonting och läser statusen hos switchar, till komplexa kommunikationssystem mellan flera datorer. Denna krets tillhör den första kategorin och använder serieporten för att utföra några enkla I/O-uppgifter.



COM-porttestaren är en enkel krets som visar hur signalerna på en serieport kan användas för att styra andra elektroniska kretsar. Ni som tänkt er att använda serieporten för att styra motorer, lampor etc. kommer att bli besvikna. Denna krets är begränsad till att driva tre lysdioder och läsa statusen på fyra switchar, varken mer eller mindre.

RS-232

Funktionerna och elektriska egenskaperna hos signalerna på en serieport är standardiserade. Denna standard kallas för RS232-stan-

darden och angavs redan 1960 av organisationen 'Electronics Industries Association'. Målet var att definiera en standardport som kunde användas med apparater från olika tillverkare för att kommunicera med varandra. Nu mer än 40 år senare används fortfarande denna standard (med några få modifieringar) av alla möjliga olika typer av utrustning. De mest kända av dessa är förstas musen, modemmet etc. men även när det gäller industriella apparater finns ofta en RS232-port.

Inom RS232-standardens har apparaterna delats in i två distinkta grupper, DTE och DCE. Dessa förkortningar står för 'Data Terminal Equipment' respektive 'Data Communication Equipment'. Dessa två termer valdes av författarna till standarden enligt det sätt som serieporten användes på den tiden, ena sidan av anslutningen var en terminal, som inte var mer än en skärm och ett tangentbord, och den andra ändan av länken var någon typ av kommunikationsutrustning.

Funktionen hos en terminal (DTE) är mycket enkel i denna uppkoppling, varje tangent som trycks in sänds via serielänken och varje tecken som tas emot visas på skärmen. Kommunikationsutrustningen (DCE) tar hand om alla andra aspekter när det gäller kommunikationen. Serieporten är naturligtvis inte begränsad till att koppla ihop terminaler och kommunikationsutrustning. Men trots detta används fortfarande DTE och DCE för att beskriva dessa två distinkta grupper av apparater.

Signaler

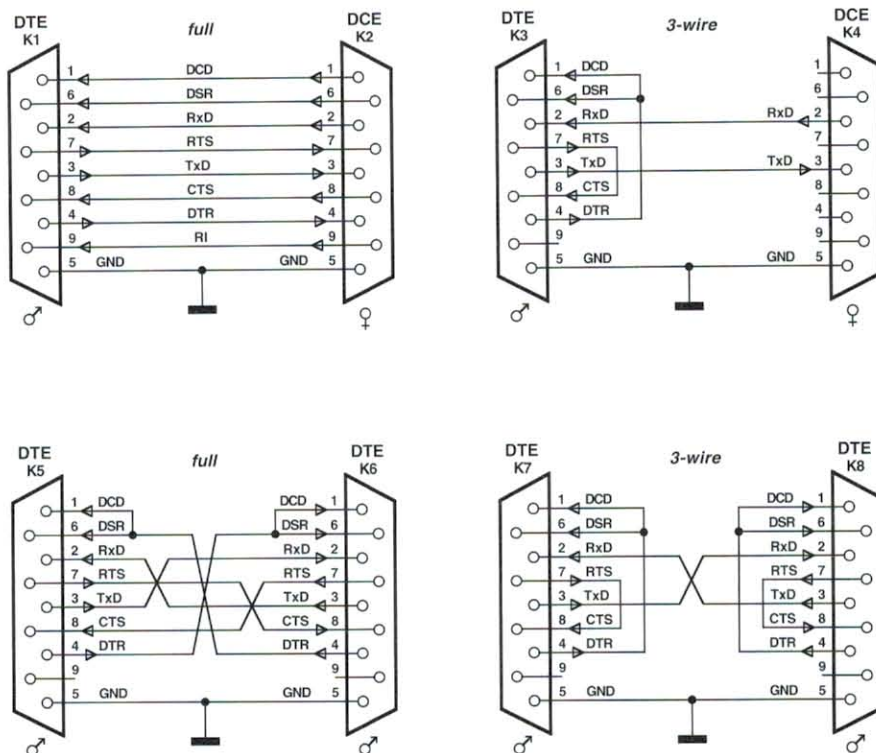
RS232-standarden beskriver många fler signaler än vad som behövs på serieporten nuförtiden. Därmed är det möjligt att använda en 9-polig kontakt i stället för den ursprungliga 25-poliga kontakten. De extra signaler som fanns på den 25-poliga kontakten används (nästan) aldrig i modern utrustning. De signaler som används visas i tabell 1. Signalernas riktning visas också. 'DCE till DTE' betyder att signalerna kommer från DCE (utgång) och hamnar vid DTE (ingång). 'DTE till DCE' betyder då självklart motsatsen. De två viktigaste signalerna är RxD och TxD. Dessa signaler används för att utväxla seriell information (seriell betyder 'en efter en' och i fallet med en RS232-port betyder det 'bit för bit').

En DTE kan man enkelt skilja från en DCE genom att titta på vilken typ av kontakt som används. Om apparaten har en hankontakt på serieporten är det en DTE (till exempel en PC). Om apparaten i stället har en honkontakt är apparaten ifråga en DCE (till exempel ett modem, en hembyggsd krets eller liknande).

Tabell 1. Signalerna på en 9-polig kontakt.

DCD (Data Carrier Detect)
RxD (Receive Data)
TxD (Transmit Data)
DTR (Data Terminal Ready)
DSR (Data Set Ready)
RTS (Request To Send)
CTS (Clear To Send)
RI (Ring Indicator)

DCE till DTE
DCE till DTE
DTE till DCE
DTE till DCE
DCE till DTE
DTE till DCE
DCE till DTE
DCE till DTE



Figur 1. Flera olika kabeltyper kan användas vid seriell kommunikation.

Elektriska aspekter

Signalerna på RS232-porten måste naturligtvis uppfylla elektriska specifikationer. Det är här som författarna till denna standard har bestämt någonting som kanske kan verka lite märkligt för de mer digitalt sinnade bland våra läsare. En logisk etta (kallas för MARK) i seriell kommunikation representeras elektriskt av en signal mellan -3 V och -25 V medan en logisk nolla (kallas inom RS232 för SPACE) har en spänningsnivå mellan +3 V och +25 V. Spänningarna skiljer sig inte därför bara från TTL-nivåerna, de är dessutom inverterade. De flesta PC-datorer nuförtiden kla-

rar sig utmärkt med TTL-nivåer, där en spänning mellan 0 V och 0,8 V motsvarar en '1' och en spänning mellan 2 V och 5 V motsvarar en '0'. Naturligtvis kan moderna RS232-portar fortfarande klara av spänningar mellan -25 V och +25 V så att apparater som överensstämmer med RS232-specifikationerna inte kan orsaka några skador!

Kabling

Att välja den kabel som behövs för att koppla ihop två olika apparater via serieporten ger ofta upphov till misstag på grund av de många olika permuteringarna (hur ledarna i kabeln kan korsas). Det är stor skillnad på hur man kopplar ihop två DTE (till exempel två PC-datorer) och hur man kopplar ihop en DCE med en DTE (ett modem till en PC till exempel). Några av de olika konfigurationerna visas i figur 1.

När du tittar på dessa kabler ser du att för anslutningar mellan en DTE och en DCE så är det inga korsade signaler, men för anslutningar mellan två DTE är vissa signaler korsade. Hur många signaler som behövs för att upprätta en anslutning mellan två apparater kan variera från tre till nio. I den 25-poliga versionen finns det ännu fler signaler. Dessa har vi dock ignorerat här för att göra det tydligare. Dessa är inte längre viktiga eftersom 25-poliga kontakter i stort sett aldrig används

längre för seriekommunikation.

Normalt räcker det med en 3-tråders anslutning för att uppnå kommunikation, men vissa apparater kräver att alla signalerna är anslutna. Dessa extra signaler används för hårdvaruhandskakning, vilket vi inte kommer att gå in på i denna artikel.

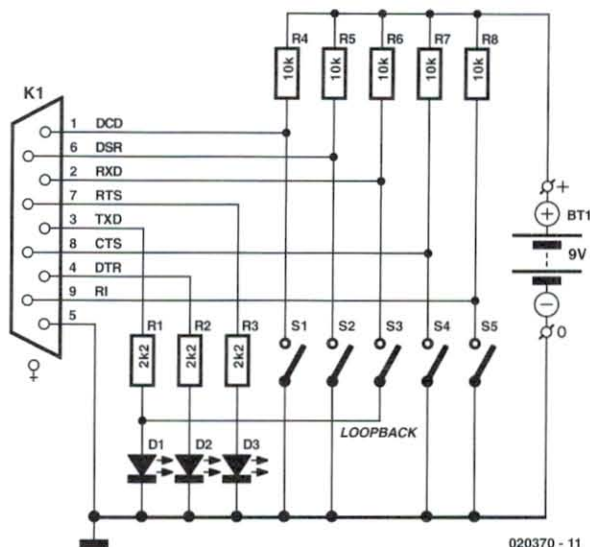
Kretsen

COM-porttestaren är mycket enkel (figur 2). Huvudskälet till detta är att vi inte har hållit oss exakt till RS232-standard, som har en spänning mellan -3 V och -25 V för en logisk etta och mellan +3 V och +25 V för en logisk nolla. Som vi nämnde tidigare klarar sig en PC mycket bra med TTL-nivåer och det finns därför inte längre något behov av att använda en negativ spänning för att skicka en logisk etta till PC:n.

Alla de ingångar och utgångar som man kan hitta på en 9-polig kontakt har använts i denna krets för kommunikation med världen utanför. Här har vi implementerat detta med några switchar och några lysdioder.

En extra funktion utförs av switchen S3. När denna switch är sluten matas alla seriella data som sänds från utgången på serieporten tillbaka till ingången på serieporten.

Figur 3 visar kretskortslayouten för detta projekt. Med tanke på det lilla antalet kompo-



Figur 2. Kretsen för COM-porttestare består bara av några motstånd, switchar och LED. Strömmen tas från ett 9 V batteri.

nenter bör det inte vara något problem att i stället använda ett litet experimentkort.

Kretsen ansluts till PC:n via en rak kabel (kabeln överst till vänster i figur 1).

Mjukvara

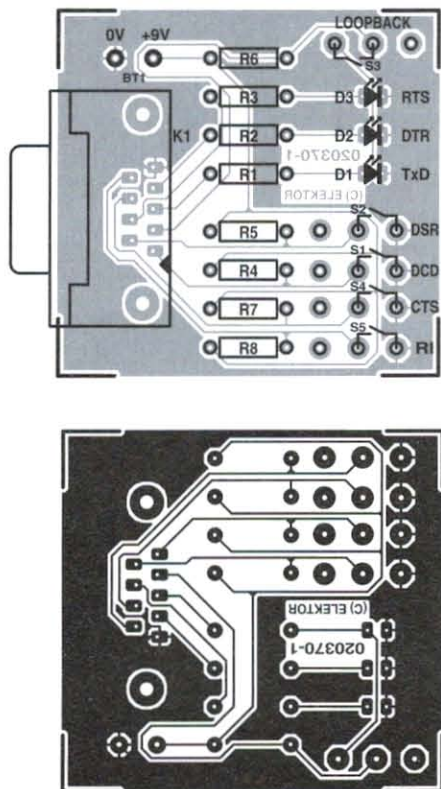
Det ursprungliga ändamålet med den här kretsen var att visa hur data kan processas på ett enkelt sätt via serieporten. Var och en av er kommer förmodligen att ha sin egen uppfattning om hur denna krets skall användas. Detta kräver ett program som har anpassats till kretsen speciella funktion.

Att skriva ett sådant program överlåter vi åt våra läsare. I nästa nummer kommer vi att ha en artikel om en nyutvecklad serieportsdrivare för Windows. Detta är intressant för er som har en viss programmeringsfärdighet.

Ett programexempel kan laddas ner från vår websida vid adressen www.alltomelektronik.com under Download, eller beställas på diskett från oss, ordernummer **020388-11**. Med detta kan utgångarna från serieporten styras manuellt och visar också statusen hos ingångarna.

När du startat programmet kan du välja serieport. Därefter öppnar du porten genom att klicka på 'Open'. Programmet är nu klart att använda och visar statusen för ingångarna med en markering i rutan till höger om kontakten.

När en ruta är markerad visar detta att den relevanta ingången håller låg spänning, vilken för en RS232-signal betyder en logisk etta. Detta motsvarar en sluten switch i vår krets. De tre knapparna till höger om utgångarna hos kontakten används för att sätta ingångarna höga eller låga. Detta visas i vår krets med hjälp av lysdioder.



Figur 3. Kretskortet (finns att köpa från The PCBShop).

KOMPONENTLISTA

Motstånd:

R1, R2, R3 = 2kΩ

R4-R8 = 10kΩ

Halvledare:

D1 = LED, 3mm, grön, lågström

D2 = LED, 3mm, gul, lågström

D3 = LED, 3mm, röd, lågström

Övrigt:

K1 = 9-pol sub-D kontakt (hona),

vinklade stift, för kretskort

S1-S5 = skjutomkopplare eller

vippomkopplare, 1 slutande kontakt

9-V batteri med kontakt

Kretskort, finns hos **The PCBShop**

Diskett med mjukvara **020388-11** (se Läsarservice)

Namning av RS232-signaler i elektroniska kretsar

Ofta missbrukas namningen av RS232-signaler i elektroniska kretsar. En honkontakt används ofta för serieporten i en krets, vilket betyder att denna skall anses vara en DCE. Detta betyder bland annat att det stift där seriedata kommer ut skall kallas för RxD, men i kretsschema kallas det vanligtvis för TxD. Motsvarande gäller det stift som tar emot data, detta kallas vanligen RxD medan den korrekta RS232-termen är TxD.

Kretsschemorna i Allt om Elektronik visar alltid det stift som sänder seriella data som TxD och det mottagande stiftet som RxD oavsett vilken typ av kontakt som används.

Denna krets är ett undantag från denna 'regel' då det inte finns något logiskt skäl till att växla signaler som TxD och RxD i detta fall.

na, som då kan driva ett relä som kan driva lampor. Switcharna kan ersättas med ett ingångssteg med en optokopplare, en kvicksilverbrytare etc. och därmed kunna ta emot olika typer av information på datorns serieport. Dessa förbättringar har vi inte lagt till här då vi ville hålla kretsen så enkel som möjligt. Men det finns ingenting som hindrar dig från att bygga ut kretsen själv, till exempel till ett datorstyrt tidsur, ett tjuvarm osv. Möjligheterna begränsas endast av din egen fantasi (och dina elektronikkunskaper förstås!).

(020370-1)

Sammanfattning

Denna krets är mycket enkel. På grund av detta så har den också en

begränsad funktionalitet. För att öka användbarheten kan du, till exempel, lägga till ett buffertsteg till utgångar-

Gör som fler och fler -

Upptäck fördelarna att handla hos Trimlog

www.trimlog.se

- Komponenter
- Tillbehör

TRIMLOG

På nätet sedan 1999

Hembyggare

Jag etsar och borrar dina kretskort efter ditt eget original eller papperskopia.

Prisexempel:

Euroformat 100x160
enkelsidigt 110:-
dubbelsidigt 150:-
Begär offert på serier.

Tel: 011- 16 49 85
0730-20 20 32
0703-06 49 85

BHIAB Electronics AB

Katalog på Internet

*Din leverantör
när det gäller
Elektronik-
komponenter
www.bhiab.se
info@bhiab.se*

Butik

Brunnsgatan 20
611 32 Nyköping
Tel: 0155-21 32 10

Kingheart - UniCo
radioparts

Klart du fixar den själv!



TV - VIDEO - CD - FÖRSTARKARE

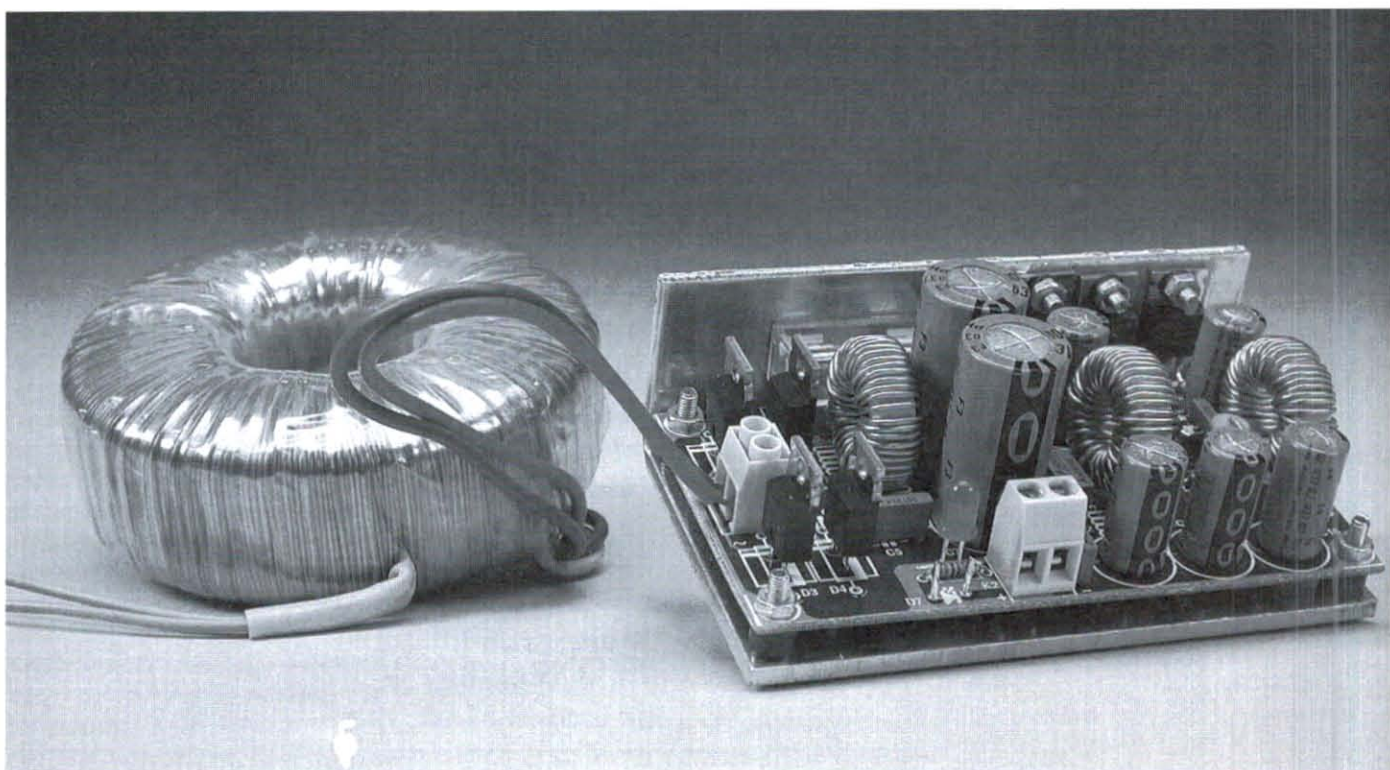
Hos oss kan du som privatperson handla reservdelar, transistorer, kretsar, servicemanualer, felsöknings tips, och mycket annat inom hemelektronik service
www.unico.se
08 - 664 44 52
kingheart@unico.se

17 V/10 A switchat nätaggregat

för subwoofern i det aktiva multimediasystemet

design av T. Giesberts

Denna kompakta stabiliserade strömförsörjning designades speciellt för att få ut bästa möjliga prestanda ur den nyligen beskrivna subwoofer som utgör en del av vårt aktiva högtalarsystem. Den lämnar en idealisk matningsspänning på exakt 17 V, kan leverera upp till 10 A och har en alldeles excellent verkningsgrad.



Redan i artikeln om den aktiva subwoofern nämnde vi att det fanns två val för strömförsörjningen, antingen den vanliga kombinationen av en transformator, en likriktarbrygga och glättningskondensatorer, eller också en stabiliserad nätdel på 17 V. Vi lovade också att publicera en sådan nätdel inom en snar framtid och här kommer den nu.

Den första fråga många läsare ställer sig är varför vi använder en stabiliserad strömförsörjning i detta projekt när vi normalt inte använder det i en effektförstärkare. Huvudskälet för detta är att effektförstärkar-IC:n TDA 7374B bara kan arbeta med en relativt låg matningsspänning. Bästa prestanda och maximal utgångseffekt uppnås med en matningsspänning på 17 V. Detta är en ganska ovanlig spänning som är svår att få fram med standardkomponenter. Det närmaste du kan komma detta är med en 12 V transformator, men vid likriktning kommer spänningsfallet över dioderna att minska den maximala spänningen till 15-15,5 V. När man jämför detta med en matningsspänning på 17 V så minskar detta den maximala uteffekten betydligt, och

detta vore väldigt synd. Och det finns egentligen bara en enda lösning om du vill erhålla maximal utgångseffekt från en TDA7374B, och det är en stabiliserad nätdel som ger exakt 17 V.

Nästa punkt att överväga är hur en sådan stabiliserad nätdel skall implementeras. En 'klassisk' linjär design kräver en heavy-duty regulator som då har ett spänningsfall över sig som är oundvikligt. Och vid en maxström på 6 A måste man ta detta med i beräkningen. Detta har två klara nackdelar. För det första ger spänningsfallet nätdelen en låg verkningsgrad och för det andra kommer alla förluster naturligtvis att förvandlas till värme. Detta gör att regulatorn avger en hel del effekt, vilket i sin tur betyder att den måste förses med ett stort kylelement. Inte någon särskilt bra lösning.

Om du vill ha en rimligt effektiv design som skall kunna lämna stora strömmar (som vi har här) så finns det bara ett realistiskt val, ett switchat nätaggregat. Efter moget övervägande bestämde vi oss för att använda en gammal favorit, en LT1074 från Linear Technology.

Step-down regulator

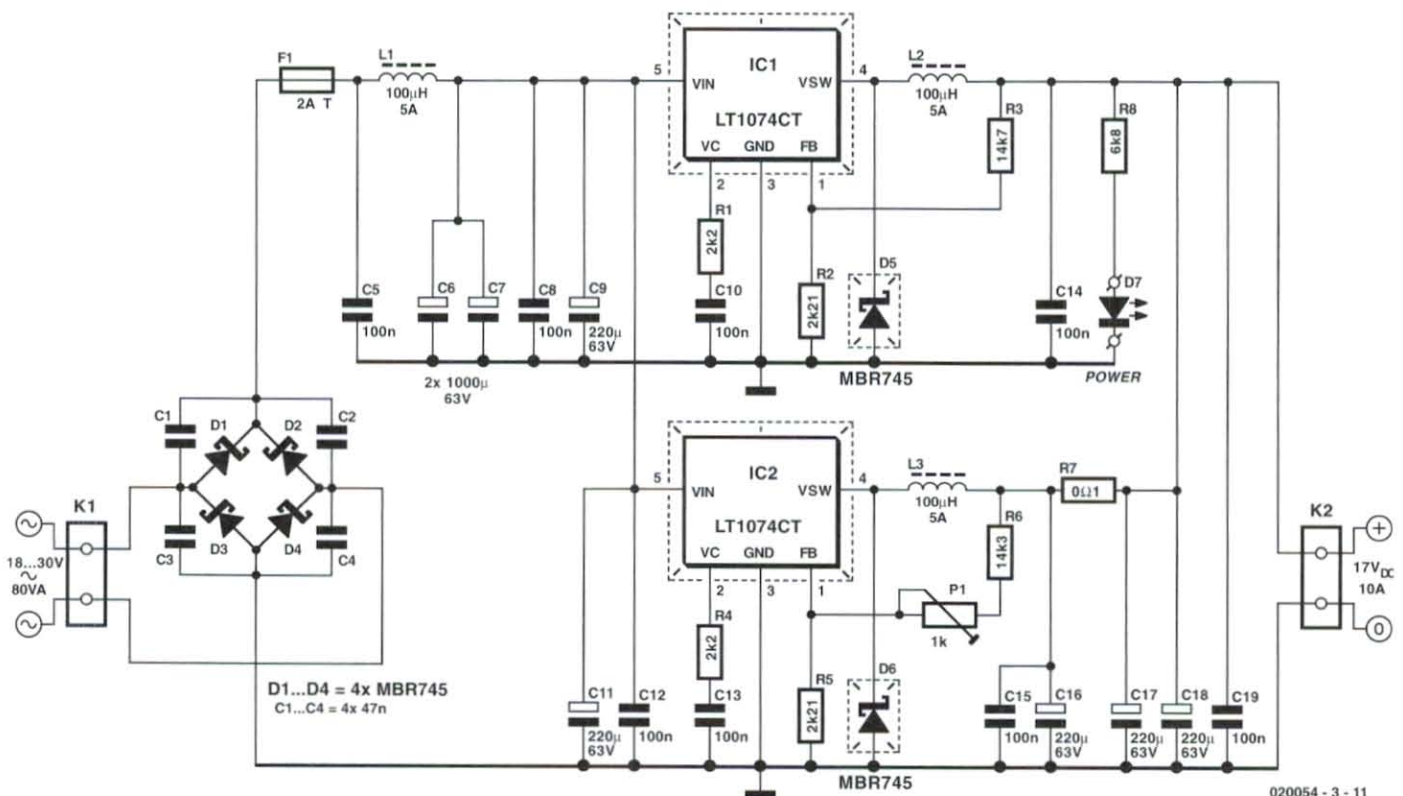
LT1074 är en integrerad step-down switchande regulator som kan lämna hälsosamma 5 A och som inte behöver särskilt många externa komponenter. Denna IC har vi tidigare använt i vårt projekt 'Nätaggregat för fordonsbruk' som vi publicerade i nummer 6/2001.

Fördelarna med LT1074 är dess tillförlitlighet samt dess inbyggda skydd mot överbelastning och kortslutning. Det faktum att det är en step-downregulator har den fördelen att vilket nättransformator som helst med en sekundärspänning mellan 18 V och 30 V kan användas för att ge en utgång på 17 V.

Ett problem är att LT1074 'endast' kan lämna 5 A, medan vi behöver 6 A vid full effekt. Vi har löst detta på ett intelligent sätt genom att parallellkoppla två i stort sett lika LT1074-kretsar, vilket vi beskriver nedan.

Kraftfullt par

En snabb titt på kretsschemat i figur 1 visar utan tvekan att det verkligen finns två stycken LT1074 och att det finns betydligt färre externa komponenter än vad man kanske väntat sig. Av de två IC-kretsarna fungerar IC1 som en 'masterregulator' medan IC2 endast träder i funktion när utgångsströmmen



Figur 1. Hjärtat i nätdelen är ett par LT1074-or.

stiger över 5 A.

Vi skall nu titta på standardkomponenterna runt IC-kretsarna och begränsar oss till att börja med till 'masterregulatorn' (IC1) då denna används i en standardkonfiguration.

Transformatorspänningen från K1 likriktas först med hjälp av en diskret likriktarbrygga (D1-D4). Kondensatorerna C1-C4 har lagts till för att dämpa likriktningstransienter och annat brus. Ingångsspänningen avkopplas sedan av L1 och C5/C8/C9, vilket också förhindrar att switchningspulser från LT1074 hittar tillbaka till nätet.

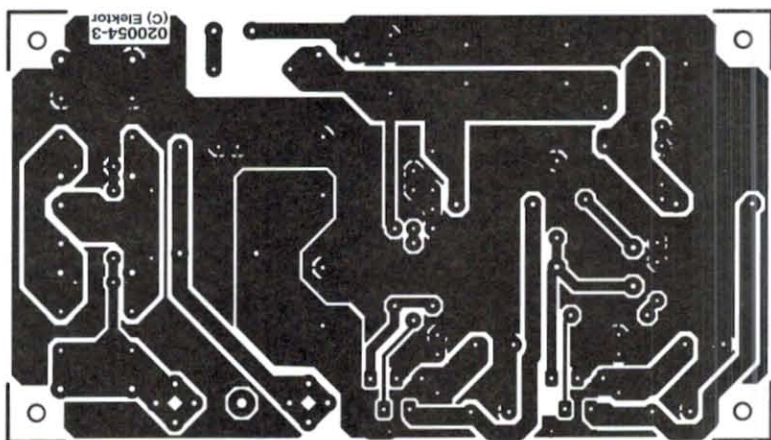
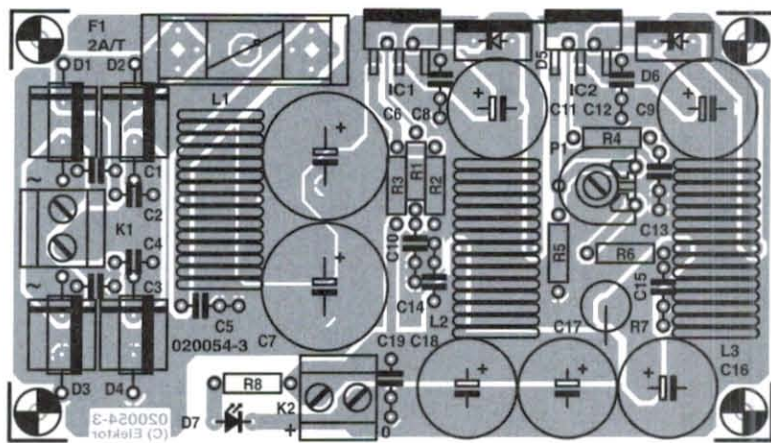
Utgångsspänningen avgörs av motståndsnätet R3/R4, där spänningen vid ben 1 jämförs med den interna referensspänningen på 2,21 V. Då vi använder ett värde på 2,21 k Ω för R2 (detta är ingen tillfällighet) behöver du inte någon miniräknare för att avgöra att den teoretiska utgångsspänningen är 16,91 V i detta fall. R3 har med avsikt anslutits till en punkt efter spolen L2. Före L2 finns en pulsbreddsmodulerad signal som har ett genomsnitt som visserligen motsvarar utgångsspänningen, men som skulle göra referensspänningskretsen totalt förvirrad om den användes.

Filtret R1/C10 behövs för frekvenskompensering i LT1074. D5 fungerar som en frihjulsdiod för spolen L2. Glättningskondensatorerna vid ingången och utgången (C6/C7 och C16/C17/C18) har parallellkopplats med avsikt för att minska storleken på strömpulserna i de individuella kondensatorerna. Detta ger dem ett längre liv och minskar också den totala ESR-en (ekvivalenta serieresistensen) och parasitiska induktansen. Med ett öga på att hålla ESR så låg som möjligt har vi valt en spänningsmärkning på 63 V för elektrolytkondensatorerna.

Nu över till nästa LT1074. Denna har anslutits parallellt med den första och fungerar som en slags 'nödaggregat'. Den kommer bara att bidra med en utgångsström om en tung belastning skulle få utgångsspänningen hos IC1 att falla något. Två mått har vidtagits för att implementera detta. Det första är additionen av seriemotståndet R7 till utgången. Det andra är att utgångsspänningen från IC2 kan varieras med P1. Justeringen av denna trimmpotentiometer är mycket enkel. Med ingen last ansluten till strömförsörjningen skall den vridas medurs till precis före den punkt där utgångsspänningen vid K2 ökar. Utspänningen från IC2 ligger då bara en bråkdel under den från IC1, vilket lämnar den i ett nästan sovande tillstånd tills IC1 stressas och den vaknar, vilket också är avsikten med den.

Likriktare och transformator

För att hålla kretsens verkningsgrad så hög



Figur 2. För ett nätaggregat som kan lämna en toppström på 10 A så är kretskortet överraskande litet.

som möjligt har vi använt samma typ av Schottkydioder för D1-D4 i likriktaren som används för D5 och D6

(MBR745). Dessa har mycket lågt framspänningsfall, även vid höga strömmar, vilket annars lätt kan sti-

KOMPONENTLISTA

Motstånd:

R1, R4 = 2k Ω
R2, R5 = 2k Ω I
R3 = 14k Ω 7
R6 = 14k Ω 3
R7 = 0 Ω I 5W
R8 = 6k Ω 8
P1 = 1k Ω trimpot

Spolar:

L1, L2, L3 = 100 μ H 5A, t.ex. SFT12-50 (TDK)

Kondensatorer:

C1-C4 = 47nF
C5, C8, C10, C12-C15, C19 = 100nF
MKT (metalliserad film)

C6, C7 = 1000 μ F 63V radial
C9, C11, C16, C17, C18 = 220 μ F 63V radial

Halvledare:

D1-D6 = MBR745 (Schottkydiod, 7.5A 45V piv)
D7 = LED, högentensitets
IC1, IC2 = LT1074CT (Linear Technology)

Övrigt:

K1, K2 = 2-pol kopplingsplint för kretskort, raster 5mm
F1 = säkring, 2A/T (trög), med hållare för kretskort
Kretskort 020054-3 (se Läsaerservice)

ga upp till 1,5 V med vanliga dioder. Det finns ännu bättre Schottkydioder, som 20TQ045 från IRF (också 45 V max.) med ännu lägre framspänningsfall och dessa kan självklart också användas. Med en ingångsspänning på 30 V och med MBR745-dioder uppmättes verkningsgraden till bättre än 85%. Tomgångsströmmen i kretsen ligger runt 23 mA.

Om vi nu håller verkningsgraden i minnet så rekommenderar vi att en nättransformator på 80 VA ansluts till K1. Om du avser att använda två subwooferkort kan du använda en ringkärnetransformator på 160 VA för att mata två nätdelskort (ringkärnetransformatörer, toroider, har vanligtvis två isolerade sekundärer). På detta sätt finns det flera strömförsörjningar som är elektriskt isolerade från varandra och därmed undviks jordslingor.

Själva bygget

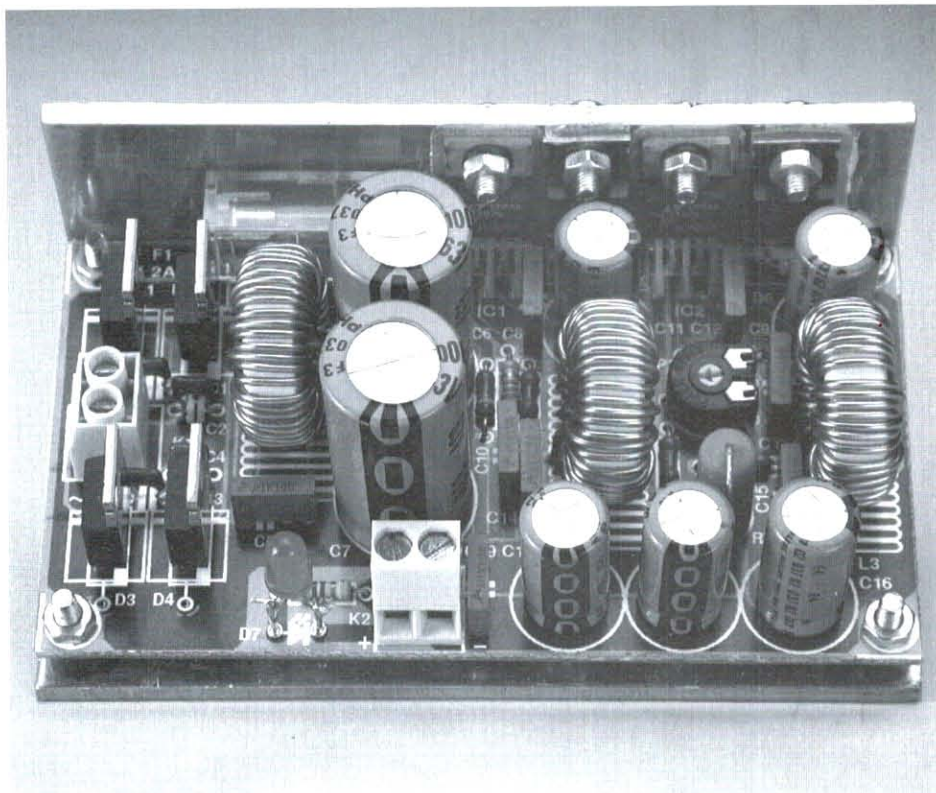
Ett mycket kompakt kretskort har tagits fram för detta projekt, se figur 2. Att bestycka detta kort borde inte vara något problem så länge som du håller dig till den vanliga sekvensen vid lödningen. Först de minsta komponenterna och därefter större och större komponenter. Se till att du inte glömmer den trådbygel som ligger uteder kanten på kortet, bakom benen för IC1, D5 och IC2!

De tre spolarna, L1 till L3, är vanliga dämpningsdrosslar för triacar och finns överallt. Induktansen på 100 μ H är inte kritisk, men de skall vara märkta för strömmar på minst 5 A.

De två regulatorerna och deras dioder har placerats uteder kanten på kortet så att de lätt skall kunna monteras på ett kylelement. Den termiska resistensen hos detta skall ligga runt 5 K/W och isoleringsbrickor skall användas överallt. Lite kylpasta förbättrar den termiska konduktiviteten (ledningsförmågan).

Det är mycket viktigt att benen på IC1, IC2, D5 och D6 inte utsätts för någon mekanisk påfrestning när de monteras på kylelementet (detta kan då få lödningarna att släppa så småningom). Det är därför som lödstälarna för D5 och D6 har placerats en bit från kanten på kortet. Därmed blir det en liten 'knyck' på benen och de avlastas på så sätt.

I stället för ett standard kylelement



Figur 3. Kretskortet kan enkelt förses med ett hemmagjort kylelement.

är det möjligt att använda en bit aluminium med en tjocklek på ca 3 mm och böjt till en L-form. Bilden i figur 3 visar hur vi menar. Kapaciteten hos ett sådant hemgjort kylelement visade sig i praktiken vara mer än tillräckligt och på så sätt fick vi också en kompakt och stadig modul. Kretskortet monteras på aluminiumplåten med fyra skruvar och muttrar samt distanshylsor. Dessa hylsor skall vara av plast då metallhylsor kan orsaka kortslutning mellan lödställen för D1 och D3 på kortet. En bonus med detta arrangemang är att det också ger en viss elektrisk avskärmning när aluminiumplåten ansluts via ett lödöra och en bit kopplingstråd till kretsens jord (noll-anslutningen på K2).

Det finns ytterligare några få praktiska punkter när det gäller bygget. Det finns plats på kortet för en uppsättning vanliga axiella dioder för D1-D4 i R-6 kapsel, såsom FR606. Kretsens verkningsgrad minskar emellertid då och dessa dioder blir också ganska varma. För att förhindra drosslarna från att vibrera och orsaka brus skall de limmas fast på kretskortet med epoxylim. LED D7 visar när det finns en utgång från

nättdelen och fungerar också som en till/från-indikator. Denna LED skall därför monteras på så sätt att den är synlig även när resten av kretsen byggs in i en låda.

Och slutligen skall vi nämna säkringen. Storleken på F1 kan kanske verka liten till att börja med, men detta värde har valts för att ta den genomsnittliga strömförbrukningen i subwooferförstärkaren med i beräkningen. Utgångsströmmen på 10 A skall därför anses vara ett toppvärde och inte ett kontinuerligt värde. För att göra en sak helt klar, kretsen klarar utan problem av att lämna 10 A kontinuerligt, men då måste säkringen och kylelementet uppgraderas. Kretsens design lämpar sig utmärkt för subwoofern som den är nu.

När du ansluter nättransformatorn till K1 råder vi dig att lägga till en nätsäkring på primärsidan. Den exakta storleken på denna beror på vilken typ av transformator du använder, men ligger troligen runt 200 mA(T).

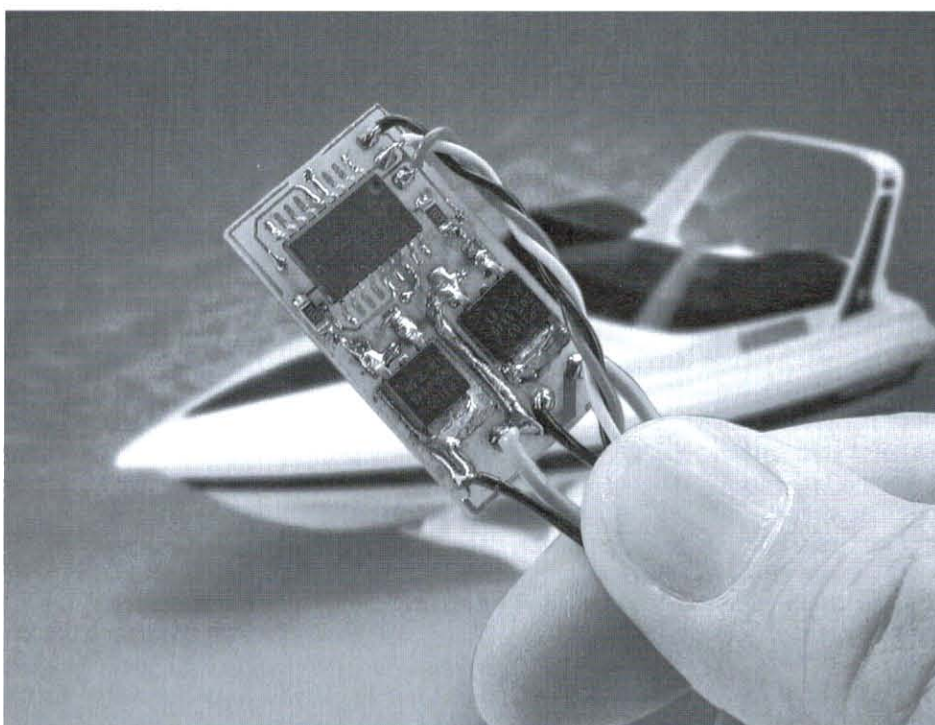
(020054-3)

Add-on switch för radiostyrda modeller

Ger två switchar med 30 A

Design av A. Pistorius

Denna switchenhet är designad att driva två extra funktioner i en modell via en switchningskanal i sändaren. En av kanalerna har försetts med en mjukstartsfunktion för att starta elektriska motorer mjukt. Styrsignalen och matningsspänningen tas från mottagaren i modellen.



Radiostyrda båtar blir betydligt intressantare när, förutom de styrfunktioner som finns som standard, ytterligare några funktioner kan fjärrstyras. De flesta av er kan säkert tänka sig några intressanta exempel. Den enklaste implementeringen är att använda ett par mikroswitchar som aktiveras av ett servo.

En alternativ switchningsenhet kan byggas med

hjälp av en monostabil multivibrator (MMV) och en vippa (flip-flop). MMV jämför de inkommande pulsbreddmodulerade signalerna med bredden på en referenspuls (ca 1,5 millisekunder). När pulsen är längre än 1,75 millisekunder triggas vippan och utgången blir aktiv. Om detta inte är fallet återställs MMV.

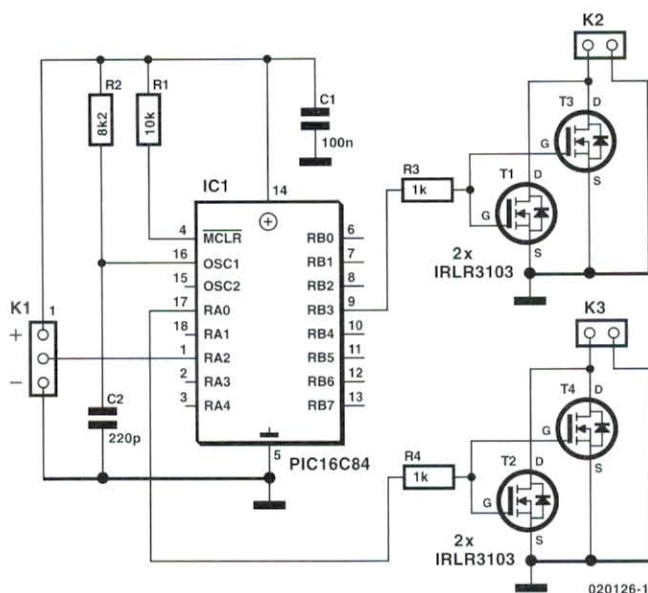
En andra funktion kan implementeras på liknande sätt genom att detektera pulser som är kortare än 1,25 millisekunder.

En lämplig kombination kan vara en 74LS123 (dubbel återtriggbart MMV) och en 74LS73 (dubbel J-K flip-flop) som ger två extra funktioner. Standard CMOS-komponenter kan också användas. En sådan krets kan göras mycket liten om man har ytmonterade komponenter.

Switchenheter som baseras på denna princip, (som 'Duoswitch' från Robbe) finns att köpa, men de är inte billiga. Vi rekommenderar därför ett hembygge, med till exempel den populära servo-IC:n ZN409 (eller ZN419). Tyvärr finns inte denna IC att köpa längre utan vi måste hitta ett annat sätt att lösa problemet.

För en alternativ komponent som kan användas i en switchningsenhet behöver du inte titta längre än till en PIC mikrokontroller, såsom den populära PIC16C712 från Microchips. Vanligtvis är det PIC16F84 som används i hembyggen, men i detta fall har vi valt 16C712 med avsikt eftersom denna inkluderar PWM-utgångar (PWM = pulsbreddsmodulering). Detta är faktiskt första gången vi använder detta chip i ett byggprojekt i *Allt om Elektronik*.

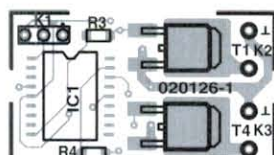
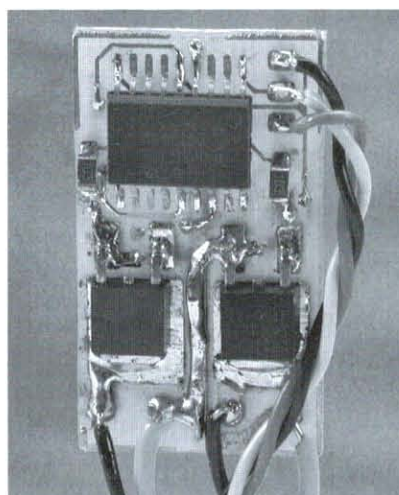
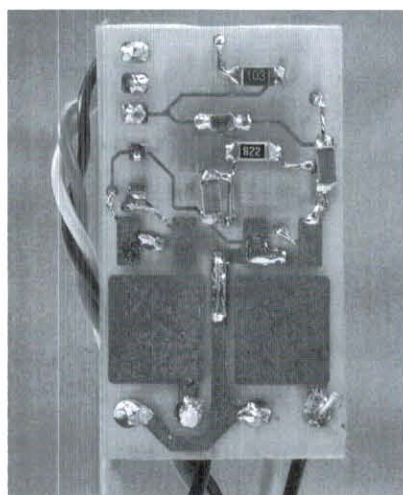
Efter denna inledning kommer följande beskrivning av kretsen inte som någon



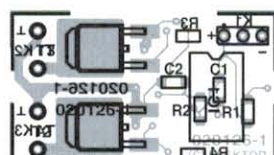
Figur 1. Kretsschemat över switchningsenheten.

övertäckning. Den har en ingång för den pulsmodulerade signalen och två utgångar, vilka var och en driver ett utgångssteg med en eller två FET. En billig RC klockgenerator avslutar kretsarna.

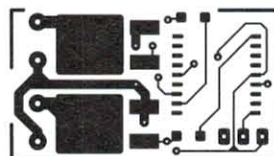
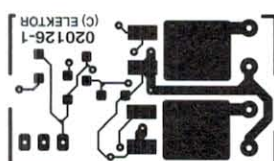
I denna applikation behövs det ingen kristall för att få en mycket noggrann klockfrekvens. Som med många mikrokontrollerbaserade kretsar behövs det (tyvärr?) inte så mycket lödning.



bottom side



top side



Figur 2. Att bestycka kortet är rena rutinen.

Kretsschemat

Kretsschemat i figur 1 över switchningsenheten är så enkelt att det verkar misstänkt. Hjärtat i kretsen är uppenbarligen IC1. Denna kontrollerar tar emot servosignalen från mottagaren via K1. Utgångarna RB3 och RA0 driver var och en två FET (fälteffekttransistorer) via ett motstånd. FET-arna är anslutna till världen utanför via K2 och K3.

De FET-ar som används här klarar av att switcha 20 A. Denna ström är begränsad av själva kapslingen eftersom komponenten i sig själv klarar av att switcha upp till 50 A! För att få en viss säkerhetsmarginal rekommenderar vi att switchningsströmmen hålls en bit under 20 A. Ett värde på 15 A per FET är mer vettigt. Eftersom vi använder två FET per kanal kan varje kanal leverera 30 A kontinuerligt och detta är ett mycket substansiellt värde! Om du bara behöver en ström på 15 A, eller lägre, kan du utelämnas en av FET-arna, vilken spelar ingen roll.

EC-filtret R2/C2 bestämmer kontrollerns arbetsfrekvens. De värden som visas här ger en klockfrekvens på 400 kHz $\pm 10\%$. Den exakta frekvensen är inte speciellt viktig eftersom mjukvaran fungerar korrekt även om frekvensen avviker några procent.

R1 håller resetingången till mikrokontrollern vid en logiskt Hög nivå och C1 förhindrar eventuella störningar som produceras av kontrollern från att nå mottagaren. Kretsen strömförsörjs via kontakten K1 som är ansluten till mottagaren.

Figur 2 visar kretskortet för switchningsenheten. För modellbyggare som har erfarenhet av ytmonterade komponenter är konstruktionen lätt som en plätt. PIC16C712 kan köpas färdigprogrammerad från oss.

Mjukvaran

Det räcker inte med att titta på kretsschemat för att förstå hur kretsen fungerar. PIC16C712 kan inte fungera utan ett program. Detta visar också hur kraftfull en mikroprocessor är jämfört med en specialkrets som den ZN409 vi nämnde tidigare. Alla begränsningar hos dessa typer av IC-kretsar kan man lätt komma förbi med en mikrokontroller. En av nackdelarna med ZN409 var att det inte fanns någon utgång för mjukstart. För detta var man tvungen att använda extra komponenter. Med en mikrokontroller kan denna typ av funktion enkelt läggas till. Detta program använder en av utgångarna (K2) som mjukstarts (och mjukstopps) utgång. Detta betyder att inkopplingen (switch-on) inte sker abrupt utan ökas gradvis med hjälp av en PWM-signal över en period på ungefär en sekund. Switch-off sker också gradvis. Denna switchningsmetod är speciellt lämplig när det är en elektrisk motor som drivs av utgången. Med en normal switch startar motorn omedelbart. Detta skapar helt klart stora mekaniska påfrestningar på motorns infästningar. Om motorn är

försedd med en reduktionsväxel ökar påfrestningarna ännu mer och kan skada växellåda eller infästningar.

Mjukvaran har satts upp som en pulsbreddsdektor, med en räknare som mäter pulsens period vid ingången. Den längsta förväntade pulsbredden är ca 2 millisekunder. Om vi använder 200 instruktionscykler för detta kan vi bestämma pulsbredden med en hög upplösning. Dessutom passar detta räknarvärde snyggt in i ett enda byte, vilket håller programmet enkelt. Detta motsvarar en periodtid på 10 mikrosekunder. Klockfrekvensen som behövs för detta är 400 kHz. Denna frekvens fås med en kondensator på 300 pF (i prototypen använde vi en kondensator med en tolerans på 5%) och ett motstånd på 6,2 kΩ. Naturligtvis går det lika bra att använda andra kombinationer så länge som kondensatorn är större än 20 pF och motståndet mellan 3 kΩ och 100 kΩ (som rekommenderas av Microchip). När en RC-krets används för klockgeneratoren kan klockfrekvensen (delad med 4) mätas på ben 15 (OSC2/CLKOUT).

Slutligen

Att experimentera med mikrokontrollers ändrar totalt utvecklingscykeln i modellelektronik. Du behöver bara modifiera programmet för att än-

KOMPONENTLISTA

Motstånd:

R1 = 10kΩ
R2 = 8kΩ2
R3,R4 = 1kΩ

Kondensatorer:

C1 = 100nF
C2 = 220pF

Halvledare:

IC1 = PIC16C712-041/SO,

programmerad,
ordernummer **020126-41**
T1-T4 = IRLR3101
(t.ex. Farnell # 738-372)

Övrigt:

Servokabel
Kretskort **020126-1** (se Läsar-service)
Diskett med hex och källkodsfiler
020126-11 eller hämta gratis på vår webbplats.

dra kretsens uppträdande. De av er som har erfarenhet av att programmera PIC-kontrollers i assemblerspråk kan hämta källkoden från vår hemsida och modifiera denna efter eget behov. Källkoden har tillräckligt med kommentarer för att den skall vara enkel att förstå.

Som man kan se i tidigare artiklar om modellkretsar (*Allt om Elektronik* 3/2002) så finns det fler än en väg som leder till Rom. Den krets som beskrivs här för PIC16C712 kan bilda grund för

olika kombinerade kretsar (fyra ingångar på PORTA och åtta utgångar på PORTB) och visar på enkelheten och effektiviteten hos mikrokontrollerkretsar.

(020126)

RIKTLINJER VID BYGGEN

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

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

E (exa) = 10 ¹⁸	a (atto) = 10 ⁻¹⁸
P (peta) = 10 ¹⁵	f (femto) = 10 ⁻¹⁵
T (tera) = 10 ¹²	p (pico) = 10 ⁻¹²
G (giga) = 10 ⁹	n (nano) = 10 ⁻⁹
M (mega) = 10 ⁶	μ (micro) = 10 ⁻⁶
k (kilo) = 10 ³	m (milli) = 10 ⁻³
h (hekto) = 10 ²	c (centi) = 10 ⁻²
da (deka) = 10 ¹	d (dec) = 10 ⁻¹

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

3k9 = 3,9 kΩ

4μ7 = 4,7 μF

Om inte annat anges är toleransen hos motstånden ±5% och effektmärkningen 1/3-1/4 watt. Arbetsspänningen hos kondensatorer är ≥50 V.

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

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

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

lödningar rätt gjorda? Har du glömt någon trådbygel?

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

Eventuella rättelser publiceras i tidningen.

Motståndsvärden indikeras av färgband på följande sätt



Färg	1:a siffr	2:a siffr	mult. faktor	tolerans
svart	—	0	—	—
brun	1	1	x10 ¹	±1%
röd	2	2	x10 ²	±2%
orange	3	3	x10 ³	—
gul	4	4	x10 ⁴	—
grön	5	5	x10 ⁵	±0,5%
blå	6	6	x10 ⁶	—
violett	7	7	—	—
grå	8	8	—	—
vit	9	9	—	—
guld	—	—	x10 ⁻¹	±5%
silver	—	—	x10 ⁻²	±10%
ingen	—	—	—	±20%

Exempel:
brun-röd-brun-guld = 120 Ω, 5%
gul-violett-orange-guld = 47 kΩ, 5%

Optimera ditt ljudkort för din PC

med hjälp av ett korrigeringsfilter

Design av R. Badenhausen

Att digitalisera analoga ljudmedia som vinylskivor och magnetband är ganska enkelt om du har en någotsånär snabb multimedia-PC. De flesta av oss har de nödvändiga ingredienserna och verktygen i form av ett ljudkort med analoga ingångar, mjukvara och en CD-brännare. Med den kretsen som vi beskriver i denna artikel kan den analoga ingången hos ditt ljudkort linjäriseras för bästa möjliga ljudåtergivning.

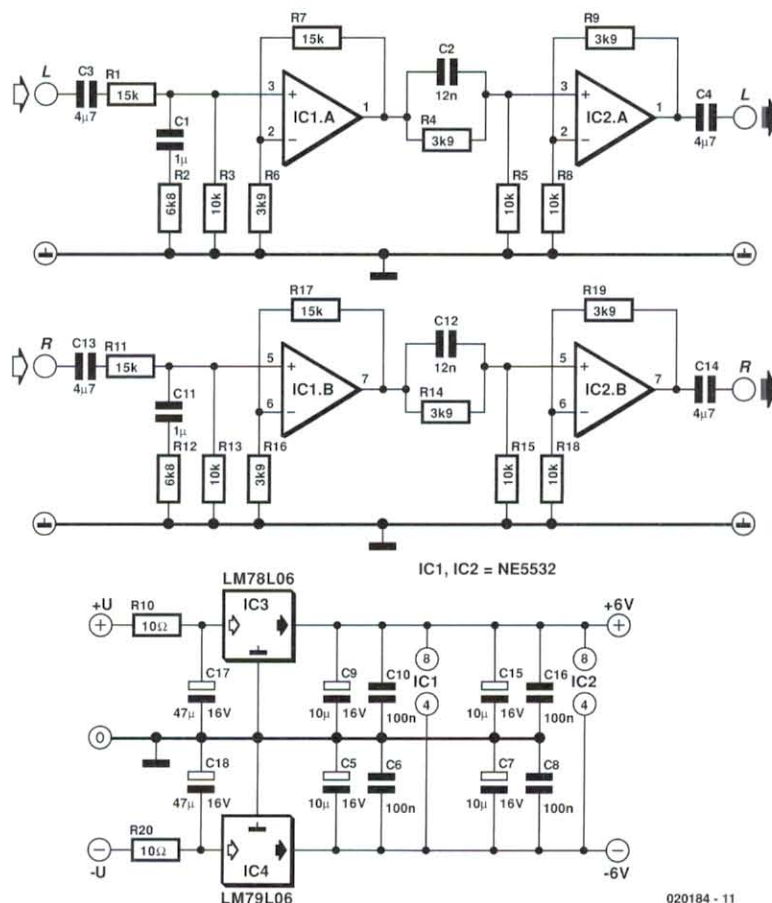
Notera: Läsarkretsar har inte testats eller byggts upp i vårt labb.

Författaren och konstruktören till denna krets utförde en serie tester på flera 'standard' ljudkort för PC. Även om de flesta av dessa befanns ha goda anti-aliasingfilter så lämnade frekvenslinjäriteten hos de analoga ingångarna mycket i övrigt att önska på flera av korten. I de flesta fall orsakas denna bristfällighet av en för liten ingångskondensator, ett digitalt ingångsfilter som designats för alldeles för låga frekvenser eller helt enkelt av användaren själv som omedvetet anslutit en billig kabel på 3 meters längd till ingången som där ser en alldeles för stor kapacitans.

Korrigeringskrets

Med den krets som visas i figur 1 kan alla negativa avvikelser i båda ändarna av frekvensspektrat 'dras raka'. Faktum är att den får frekvensåtergivningen att höjas med en kontrollerad mängd i de två ytterändarna. Ett exempel på detta visas i figur 2.

Figur 1. Korrigeringskretsen består av två filtersektioner med buffert/förstärkarsteg.



020184 - 11

Kretsen består av två passiva filter (var och ett har två roll-offpunkter), ett för förstärkning av de låga frekvenserna och ett för de höga frekvenserna. Det första filtret består av komponenterna R1/C1/R2/R3 och det andra av R4/C5/R5. Bakom varje filter sitter en buffert/ förstärkare (IC1a respektive IC1b) som används för att kompensera den dämpning som introduceras av filtret. Den högra kanalen (R) har en identisk design men komponenternas referensnummer är 10 högre.

Värdena på motstånden i buffertstegen följer dessa enkla ekvationer:

$R6 = R2/R3$; $R7 = R1$; $R8 = R5$, $R9 = R4$.
Samma gäller för den högra kanalen, $R16 = R12/R13$ etc.

Två spänningsregulatorer, en 78L06 och en 79L06 ger tillsammans med ett antal glättnings och avkopplingskondensatorer en stabil matningsspänning för kretsen.

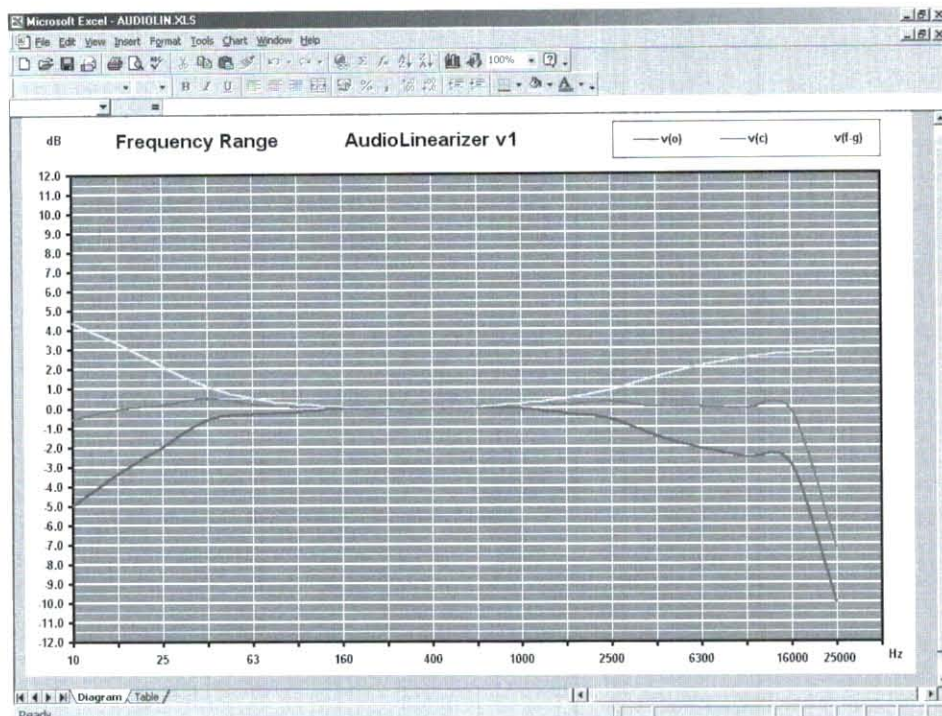
Mätprocedur

Innan vi kan titta på beräkningen av komponentvärdena för filtret så behöver vi mäta felet (den icke-linjära frekvensåtergivningen) som introduceras av den analoga ingången.

Det är ovanligt att ljudkortstillverkarna lämnar ut exakta mätdata för produktens ingångar och utgångar. Så detta måste vi göra själva. Detta jobb kräver en noggrann sinusgenerator med ett frekvensområde på 10 Hz till 25 kHz och ett ljudredigeringsprogram som, till exempel Cool Edit. Om så är nödvändigt kan ett oscilloskop anslutas för att mäta utgångsnivån vid olika frekvenser. Anslut generatoren till ingången på det kort som skall testas och justera detta sedan för högsta möjliga utgångsnivå vid vilken ingången inte överstyrts (till exempel 200 mV). Använd därefter mjukvaran för att mäta utgångsnivån vid olika frekvenser. Med Cool Edit gör man detta genom att välja 'Record' och sedan kolla signalnivån som visas på VU-metrarna. Området för VU-metrarna kan anpassas genom att högerklicka på dem.

Dimensionering

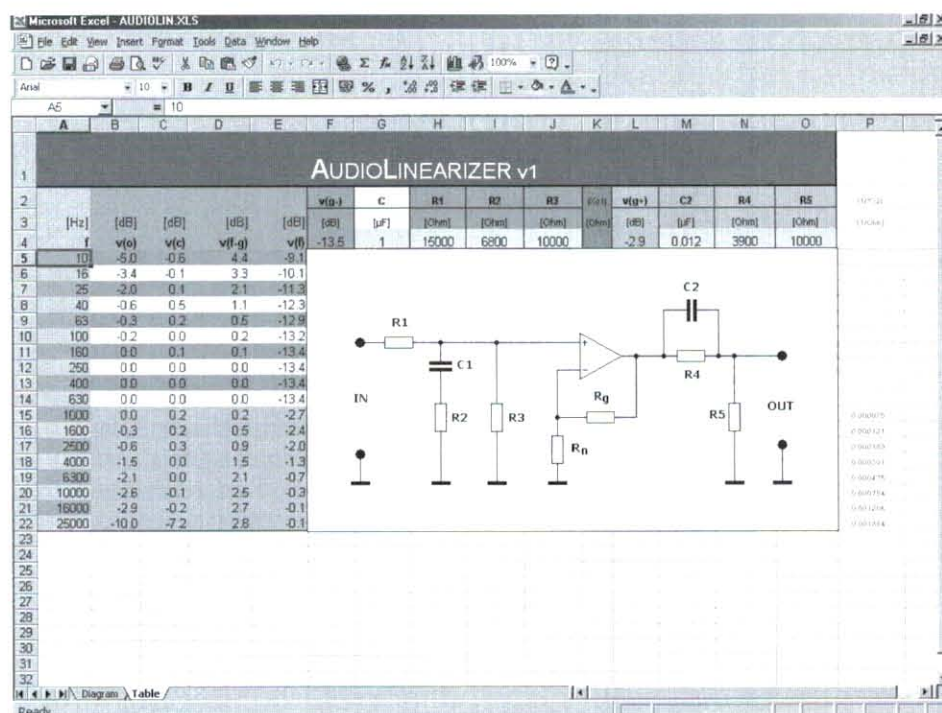
Konstruktören använder ett kalkylblad från Excel för att beräkna värdena på komponenterna i korrigeringsfiltret. I detta kalkylblad kan de uppmätta värdena läggas in i kolumn B (v(o), se figur 3). Nivån vid 1000 Hz tas som referens-



Figur 2. Denna kurva visar den uppmätta frekvensåtergivningen, korrigeringskurvan och den resulterade kurvan.

nivå (0 dB). Kolumn A visar de frekvenser vid vilka nivån behöver mätas. Kolumn D visar responsen hos korri-

geringsfiltret i figur 1 och kolumn C den resulterande frekvensresponsen. Slutligen, i kolumn E ser vi dämpningen v(f) per filtersektion, de re-



Figur 3. I detta Excel kalkylblad kan man ange de uppmätta värdena och de filterkomponentvärden som skall anpassas efter behov. De associerade kurvorna (figur 2) visar resultatet ögonblickligen.

spektive värdena vid 630 Hz och 1000 Hz indikerar den dämpning som skall kompenseras med hjälp av den associerade bufferten/förstärkaren. På höger sida av Excelbladet visas de frekvensbestämmande komponenterna med en operationsförstärkare inlagd för den nödvändiga förstärkningen. Värdena på filterkomponenterna kan anges ovanför denna sektion och kalkylbladet kommer att omedelbart beräkna den associerade korrigeringskurvan.

Om du klicka på fliken 'Diagram' längts ner på sidan så får du fram tre frekvensåtergivningskurvor: (1) egenskaperna hos filtret med de behövliga värdena; (2) den uppmätta resonsen hos ingången och (3) resultatet när dessa två kombineras. Nu kan du experimentera med filterkomponenterna tills den resulterande frekvenskurvan är så rak som möjligt.

När du startar kalkylbladet så ser du att det redan

finns ett antal komponentvärden och en exempelkurva. Dessa kan du redigera efter behov.

Vissa tumregler är i sin ordning för att hjälpa dig att dimensionera filtret rätt. R1 skall ha ett lägsta värde på 15 kW för att förhindra att utgången från ljudkällan påverkar filtret. Förhållandet mellan R1 och R2/R3 bestämmer förstärkningen vid de låga frekvenserna. Ett högre värde på R1 resulterar i en bashöjning. Värdet på C1 bestämmer den frekvens vid vilken korrigeringen börjar. Om du sänker värdet på C1 ökas roll-off frekvensen. I det höga området bestämmer förhållandet mellan R4 och R5 förstärkningen av de högre frekvenserna medan C2 anger punkten för den högre roll-off punkten. Här ger ett högre vär-

de en lägre roll-off punkt.

Naturligtvis kommer alla komponenter i filtret att i viss grad interagera med varandra. Men du ser ju effekterna och resultatet så fort som du lägger in värdena i kalkylbladet.

Om det endast behövs en korrigering (till exempel bara för hög frekvens eller bara för låg frekvens) kan den andra sektionen och den tillhörande bufferten/förstärkaren utlämnas.

Excels kalkylblad finns att hämta gratis från vår websida, titta efter filen med beteckningen 020184-11. Läsare som inte har tillgång till Internet kan beställa det på diskett från oss till självkostnadspris, se Läsarservice längre bak i tidningen.

Se din design i tryck!

Elektor Electronics (Publishing) söker tekniska konstruktörer på freelancebasis

Om du har

X en innovativ eller på annat sätt originell design som du vill se i tryck i Europas största tidning för praktisk elektronik

X vana vid att designa elektroniska kretsar

X erfarenhet av att skriva elektronikrelaterad mjukvara

X förutsättningar att förse din design med en förklarande text

X en PC, email och Internetaccess för effektiv kommunikation med vårt utvecklingslab

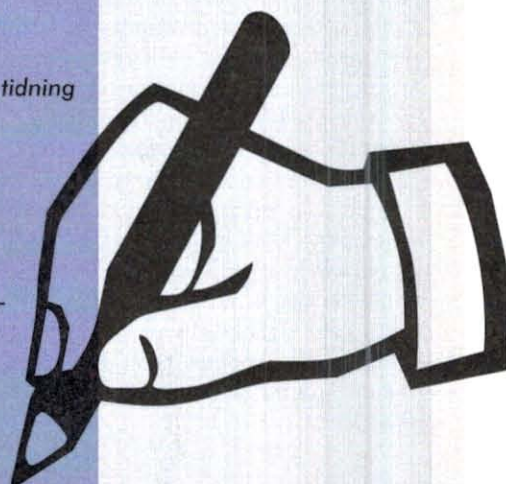
tveka då inte att kontakta oss för spännande möjligheter att få dina konstruktioner publicerade på regelbunden basis. Skriv på engelska eller tyska till:

Elektor Electronics

K. Walraven, Head of Design Dept.

P.O. Box 75, NL-6190-AB Beek, The Netherlands, Fax: (+31) 46 4370161

Email: k.walraven@segment.nl

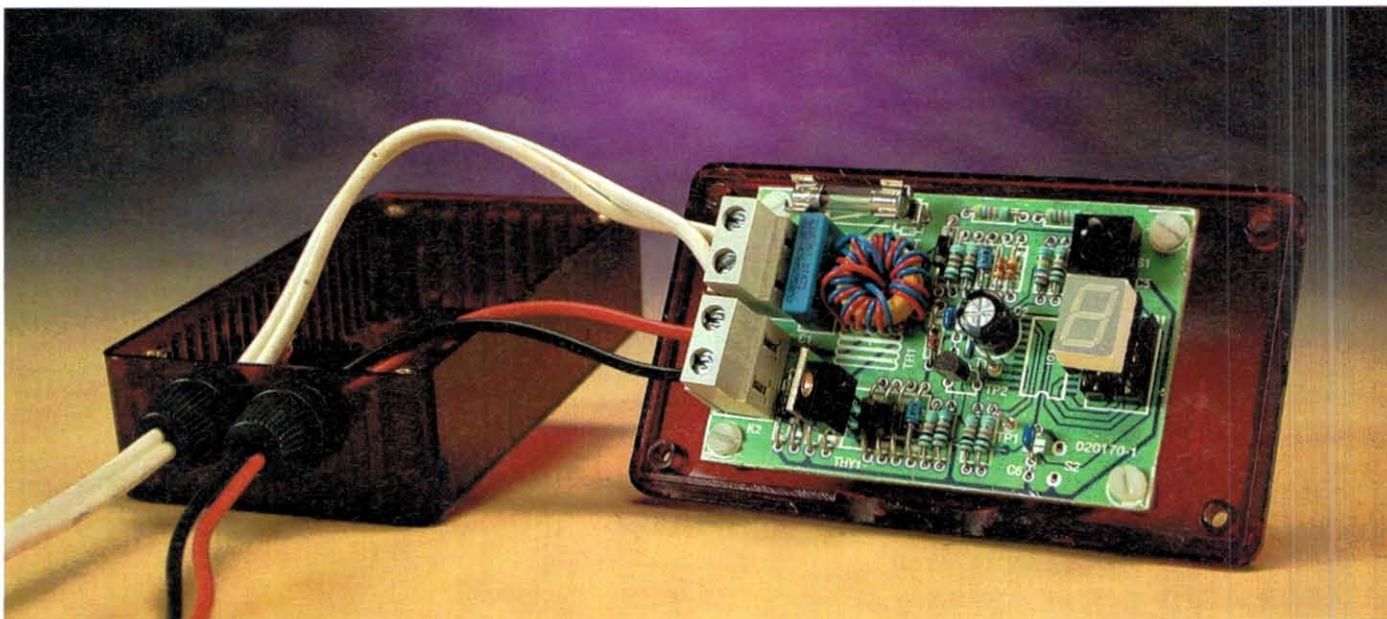


Intelligent fläkttimer

Med MSP430 lågeffektprocessor

Design av J. Volkering

Denna processordrivna automatiska fläktstyrning körs inte bara parallellt med badrumsbelysningen utan låter du kan också justera fläktens inkopplingstid med hjälp av ett kontrollsysteem som bara har en knapp. Fläkten kan också stoppas med hjälp av samma knapp.



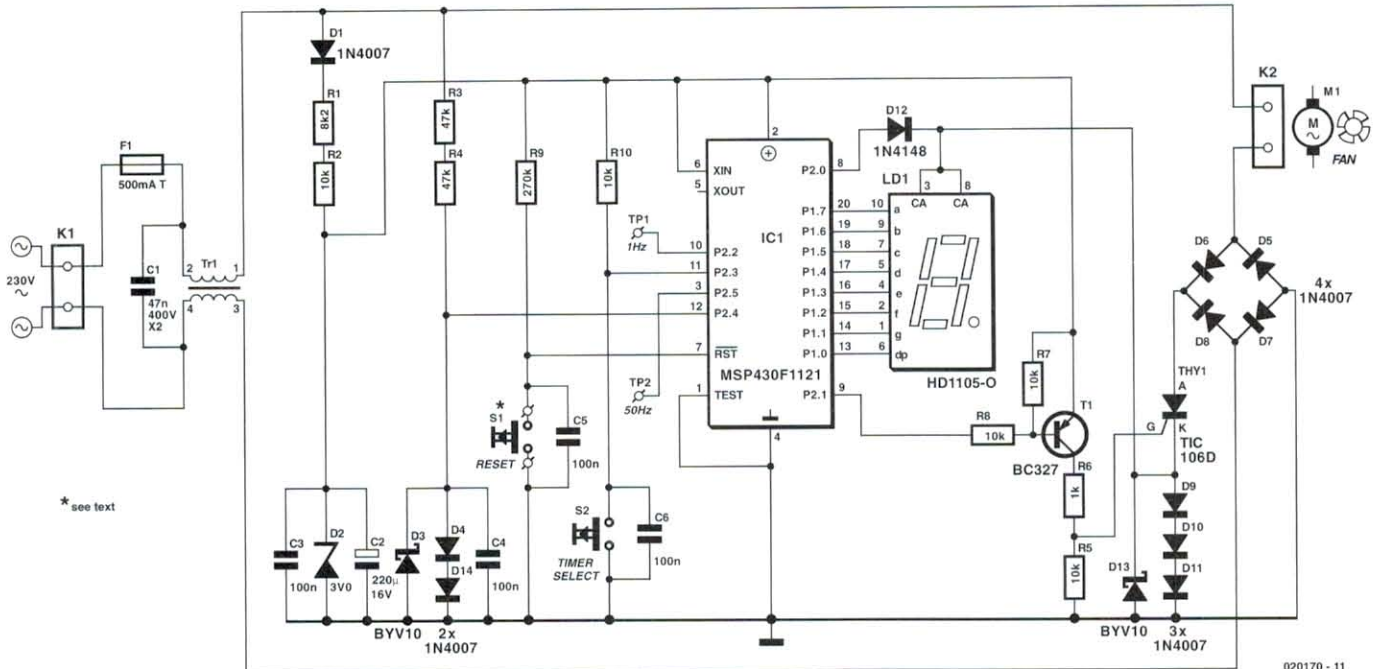
De flesta badrums, eller toalettfläktar kopplas till och från samtidigt med badrumsbelysningen och vissa av dem fortsätter att gå en viss tid efter det att ljuset släckts. Eftersom behovet av frisk luft är nära relaterat till behovet av att besöka toaletten så ville vi ha lite mer inflytande över hur lång tid som fläkten skulle fortsätta att snurra. Den trevligaste lösningen är naturligtvis att ha en fläkt vars körtid helt och hållet bestäms av användare. Självklart skall det också vara möjligt att stänga av fläkten i förtid och det skulle vara en bra extrasak att kunna visa fläktens inkopplings-

tid på en display.

I sig själv är en sådan krets inte speciellt svår att implementera. Men när det gäller att räkna ned en förinställd tid, att styra en display och driva ett switchningselement så kan det vara en klar fördel att använda sig av en liten mikrokontroller. Detta betyder också att själva styrkontrollen kan göras enkel. Här har vi valt ett enknappssystem som fungerar mycket bra i praktiken. Du trycker på knappen en gång för att koppla på

fläkten, trycker på den flera gånger för att förlänga tiden och håller den intryckt för att stänga av fläkten.

Om man vill göra denna typ av krets så kompakt som möjligt så är det bra om man kan strömförsörja den direkt från nätet utan att använda någon transformator, bara med hjälp av en enkel spänningsstabiliserare, likriktare och seriemotstånd. För att undvika att förlora för mycket effekt i seriemotståndet så skall kretsen inte dra så mycket ström, vilket betyder



Figur 1. Kretsschemat över timern som byggts runt en MSP430F1121 mikrokontroller.

att vi måste titta efter en lågeffektsprocessor. MSP430-serien från Texas Instruments uppfyller dessa ekonomiska krav och har dessutom flera andra egenskaper som gör att antalet komponenter kan hållas vid ett absolut minimum.

MSP430-familjen

Texas Instruments MSP430-familj är en familj av 16-bitars RISC mikrokontrollers som utvecklats speciellt för lågeffektsapplikationer. Med tiden har familjen utökats med versioner som har blandade funktioner, såsom A/D-omvandlare, komparatorer, tidskretsar (timers), PWM-utgångar, watchdogs, LCD-kontroller, UART, synkrona serieportar och en multiplicerare. Det inbyggda minnet kan bestå av en kombination av RAM, ROM, engångsprogrammerbart (OT) ROM, EPROM och Flashminne. MSP430 har flera olika lågeffektmod. Strömförbrukningen minskar allteftersom fler element i mikrokontrollern går in i lågeffektmod. I det fullt aktiva tillståndet är strömförbrukningen ca 250 μ A, medan den i det djupaste lågeffektmodet endast är 0.1 μ A. Vi anser att redan 250 μ A är mycket ekonomiskt så vi använder inte lågeffektmoden i vår fläkttimerkrets. Matningsspänningen går från

1,2 V till 5 V beroende på typ av IC. Alla medlemmarna av MSP430-familjen har en utökad oscillator krets ombord där man kan välja mellan en intern oscillator, en billig 32 kHz klockkristall eller en kristall för den önskade klockfrekvensen (max 8 MHz). Frekvensen hos den interna oscillatorn eller den digitalt kontrollerade oscillatorn (DCO) är justerbar och vi kan således använda nätfrekvensen på 50 Hz som en referens. För vår fläkttimer har vi valt en av de billigaste typerna, MSP430F1121. Den har bara 1 kbyte Flashminne, 128 byte RAM, en komparator, en 16-bitars timer med PWM-utgångar (pulsbreddsmodulerade) och en watchdogtimer. De flesta signalbenen på MSP430F1121 kan programmeras som digitala I/O-ben alltefter applikationen och varje ingång kan självständigt generera en interrupt. Om I/O-portarna är konfigurerade som utgångar kan den totala strömmen vara så hög som 48 mA. Andra funktioner hos MSP430F1121, såsom komparatorn och PWM-utgångarna kan också programmeras att anslutas till utgångsbenen. MSP430F1121 har en bootladdare i ROM för programmering av Flashminnet, även om mikrokontrollern redan har lötts fast på kretskortet.

MSP430-familjen programmeras via en serieport, som kallas för JTAG-port, och mjukvaran kan också testas med hjälp av samma port. Denna port deles med de generella I/O-benen.

Mer information och programexempel kan hämtas från Texas Instruments websida: <http://focus.ti.com/docs/prod/folders/print/msp430f1121.html>

Kretsschema

Figur 1 visar det kompletta kretsschemat för fläkttimern. Som man kan se finns det inte så mycket hårdvara.

Matningsspänningen tas direkt från nätet via kontakten K1, säkringen F1 och en avstörningsdrossel (Tr1). Tr1 är lindad bifilärt för att ge en hög impedans mot bruspulser, vilka är typiskt assymetriska, medan C1 har lagts till speciellt för att ge en kortslutning mot oönskade bruspulser.

Efter halv vågsläktning av D1 stabiliseras matningsspänningen vid en nominell nivå på 3 V med hjälp av seriekombinationen R1, R2 och D2. Serieresistensen för zenerdioden har med avsikt delats upp mellan två motstånd för att hålla spänningsfallet över varje motstånd inom rimliga gränser så att vanliga motstånd på 0.5-W kan användas. Den genomsnittliga strömmen genom denna seriekrets är ungefär 5 mA. Den kombinerade genomsnittliga dissipationen hos R1 och R2 är således 0,5 W, vilket är effektförbrukningen hos timern i viloläge.

Kondensator C2 har ett ganska stort värde då den skall jämna ut det rippel i matningsspänningen som resulterar från halv vågsl riktningen samtidigt som den skall vara en energibuffert så att decimalpunkten på displayen blinkar till var femte sekund när timern är i viloläge.

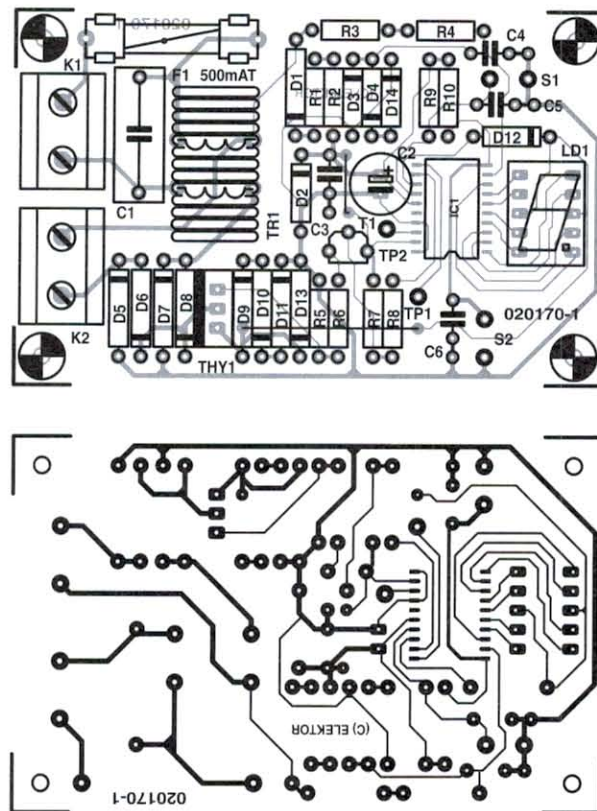
Referenssignalen på 50 Hz genereras av R3, R4, D3, D4, D14 och C4. Även här är seriieresistensen uppdelad på två motstånd för att begränsa spänningen över varje motstånd. Schottkydioden D3 har lagts till för att förhindra att 50-Hz referenssignalen går mer än 250 mV under matningens jordnivå så att den inte skadar MSP430-kretsen. C4 undertrycker eventuellt högfrequensbrus som kan finnas på 50-Hz referensingången.

Belastningen (fläktmotorn) switchas av och till av en tyristor (THY1) som lagts in i en diodbrygga som bildas av D5-D8. Tyristorn kortsluter plus och minusterminalerna hos bryggan så att en växelström kan flyta genom bryggan.

När tyristorn leder finns en del av den halv vågsl rikttade sinusvågen över bryggan med en toppspänning på ca 1,8 V. Matningsspänningen för displayen tas från denna spänning. Fördelen med detta är att displayen drar energi endast när det är nödvändigt och placeras således ingen extra belastning på matningen till MSP430. Schottkydioden D13 har också lagts till här för att förhindra att benen på mikrokontrollern går mer än 250 mV under matningsspänningen.

Segmenten på displayen kan aktiveras genom att dra de associerade utgångarna P1.0-P1.7 låga. Utgångsresistensen från mikrokontrollerportarna, som är ca 100 Ω , begränsar strömmen genom displaysegmenten till ungefär 3 mA. LED-displayen måste emellertid ha ett spänningsfall på minst 1,5 V över lysdioderna eftersom i annat fall vi måste lägga till externa strömbegränsande motstånd. Detta var inte nödvändigt med den typ som anges i komponentlistan. För att få tillräcklig ljusstyrka rekommenderar vi att ni väljer en display med hög optisk effektivitet vid låg ström. Den angivna typen (HD1105-O) lämnar 21,000 μ candela vid 10 mA.

Vid nätspänningens nollgenomgång kommer tyristorn att stänga när det inte finns någon anod-katodspänning och ingen styr (gate) spänning. Om styrspänningen emellertid hålls vid 3 V kommer den att omedelbart switcha till igen så fort som spänningen över tyristorn är högre än den så kallade 'peak on-state' spänningen (V_{tm}) på 1,7 V. På så sätt undviks switchningsspikar under det aktiva tillståndet. En extra fördel är att det inte finns behov av någon speciellt timingmjukvara för att synkronisera gatedrivningen med 50-Hz signalen förutom när den först swit-



Figur 2. Kretskortslayout och komponentplacering.

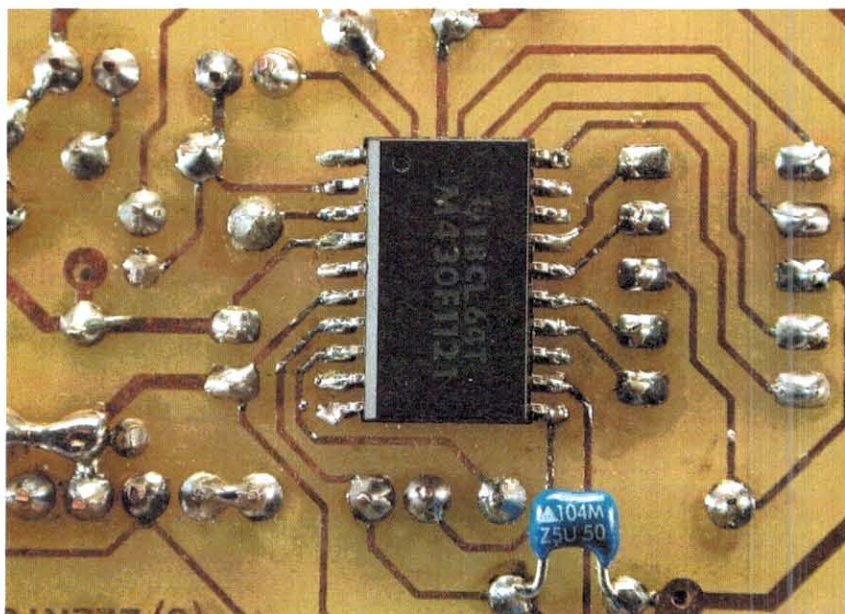
chas till.

För att förhindra spänningsspikar som kan induceras vid tyristorns styre från att störa funktionen hos MSP430 styrs tyristorn genom ett transistorbuffersteg med T1. Detta skulle inte ha varit nödvändigt bara

för att ge styrström eftersom MSP430 själv har tillräckligt med 'muskler' för att driva tyristorn direkt.

The MSP430 hardware

Displayen är ansluten till port P1.x



Figur 3. Att montera MSP430 kan vara lite pilligt.

KOMPONENTLISTA

Motstånd:

R1 = 8kΩ
R2, R5, R7, R8, R10 = 10kΩ
R3, R4 = 47kΩ
R6 = 1kΩ
R9 = 270kΩ

Kondensatorer:

C1 = 47nF 400V, klass X2
C2 = 220μF 16V radial
C3-C6 = 100nF

Halvledare:

D1, D4-D11, D14 = 1N4007
D2 = zener 3 V/500 mW
D3, D13 = BYV10
D12 = 1N4148
T1 = BC327
THY1 = TIC106D
LD1 = HD1105-O
IC1 = MSP430F1121, programmerad,
ordernr **020170-41**

Övrigt:

K1, K2 = 2-pol kopplingsplint för kretskort, raster 7.5mm
F1 = säkring, 500 mAT (trög), with med hållare för kretskort
S1 = tryckknapp, 1 slutande kontakt, klass 2 (endast för teständamål)
S2 = tryckknapp, 1 slutande kontakt, klass 2, t.ex. Omron typ A3DT-7111 med hätta A3DT-500R
Tr1 = ca. 20 varv, bifilärt, på Philips kärna TN14/9/5 (material: 3C85)
Låda: t.ex. Hammond type 1591B (röd)

Diskett med mjukvara, ordernummer **020170-11** eller gratis nedladdning

Kretskortet tillgängligt från **The PCBShop**

och segmenten tänds när de associerade utgångarna är låga. En resetkrets (R9, C5 och S1) har lagts till så att så att mikrokontrollern befinner sig i ett väl definierat tillstånd vid uppstart. Reset-switchen är bara avsedd att användas vid testning. När kretsen har monterats in en låda kommer switchen S1 inte att vara tillgänglig i alla fall.

Tryckknapparna S2 används för att

aktivera och för att stoppa timern. Om ett I/O-ben på MSP430 är programmerat som en ingång så passerar ingångssignalen genom en Schmitt-trigger så en relativt långsam ingångsflank inte utgör något problem för MSP430-an. Kontaktstudsens hos switchen kan därför undertryckas med en enkel kondensator som ansluts till ingången utan att det behövs någon mjukvara för avstudsningen.

När fläkten inte är igång används den interna 16-bitarstimern i MSP430, som drivs av den interna oscillatoren, för att indikera att kretsen befinner sig i viloläge genom att aktivera displayens decimalpunkt under en halv sekund var femte sekund. Detta görs genom att sätta porten P2.0 Hög för att lägga en spänning till anoden på displayen via D12. Decimalpunkten på displayen dras då kortvarigt Låg av P1.0. När fläkten är igång hålls port P2.0 Låg för att undvika att belasta 3-V matningen. Strömmen för displayen tas då från D9-D11.

När S2 trycks in switchar MSP430 från sitt viloläge till sitt arbetsläge. Hårdvarutimern switchas från och den interna komparatorn är programmerad att jämföra ingångssignalen på 50-Hz med 0.25 V_{CC} (750 mV). Utgången från komparatorn matas till port 2.5 (testpunkt TP). Varje 20 ms triggas en komparatorinterrupt av en nollgenomgång av nätspänningen.

Hela styrningen av timer sker från denna 50-Hz interrupt medan MSP-processorn klockas av den interna oscillatoren (ungefär 1 MHz). Först aktiveras displayen och vid nästa nollgenomgång triggas tyristorn så att den börjar att leda.

MSP430 mjukvara

Vi kan börja med de lugnande nyheterna att du kan köpa en färdigprogrammerad MSP430 från oss via Läsaerservice. För de av er som gärna vill göra saker själva så finns mjukvaran och källkoden att köpa på diskett från oss, eller hämtas gratis från vår websida.

Nu några detaljer när det gäller mjukvaran. Det finns fyra mjukvaruräknare aktiva i MSP430. Den första körs i interruptservicerutinen för 50-Hz komparatorn och räknar upp till 50 för att generera en signal på 1 Hz (testpunkt TP1). Denna 1-Hz signal i sin tur tjänar som klockpuls för den andra mjukvaruräknaren som räknar upp till 300. Detta är lika med fem minuter, vilket är den minsta tid som timern kan aktiveras. 5-minuters räknepulsen driver i sin tur en mjukvaruräknaren vars värde matchar visningen på displayen. Om S2 trycks ner upprepande gången kan det visade värdet på displayen ökas upp till 9, vilket är max. Detta är lika med en aktiveringstid på 45 minuter. Det är ingen idé att trycka på S2 igen när det står 9 på displayen eftersom detta är maxvärdet.

Om timern skall switchas från tidigare skall S2 tryckas in och hållas intryckt under minst tre sekunder. Så fort som S2 trycks in börjar en fjärde räknare att räkna upp varje sekund så länge som S2 hålls intryckt. Om S2 förblir intryckt under mer än tre sekunder når denna räknare värdet tre och tyristorn stängs av.

Programmera din egen mikrokontroller

Det finns ett billigt utvecklingsverktyg tillgängligt för att testa med MSP430 och som kallas för Flash Emulation Tool (FET). I praktiken har det visat sig att detta verktyg också kan användas för att utveckla kompletta applikationer, som den fläkttimer vi beskriver här.

FET (MSP-FET430x110; se www.ti.com) kommer med en begränsad version av IAR workbench utvecklingsmiljö som kallas för 'Kickstart'. Den är begränsad när det gäller storleken på de C-program som accepteras av loadern/debuggern, som är 2000 rader efter kompilering. Denna mängd med rader är definitivt nödvändig eftersom headerfilen tar upp nästan 1000 rader själv, men du får en beskrivning av alla registren och bitpositioner i hela processorn. Detta sparar in en hel del arbete när du skriver ditt första program.

Kodnings/avbuggningsbegränsningen gäller inte om du arbetar med assembler. För de av er som gillar att skriva i assembler så är MSP430-familjen enkel att programmera så den har en ortogonal processor. Detta betyder att alla instruktioner kan använda alla tillgängliga typer av adressering av alla register och RAM. Då MSP430 har RISC-arkitektur finns det bara 27 olika grundinstruktioner även om det finns 7 olika adresseringsalternativ. MSP430F1121 FET verktyget ansluts direkt till skriparporten på din PC och kostar US\$ 49.

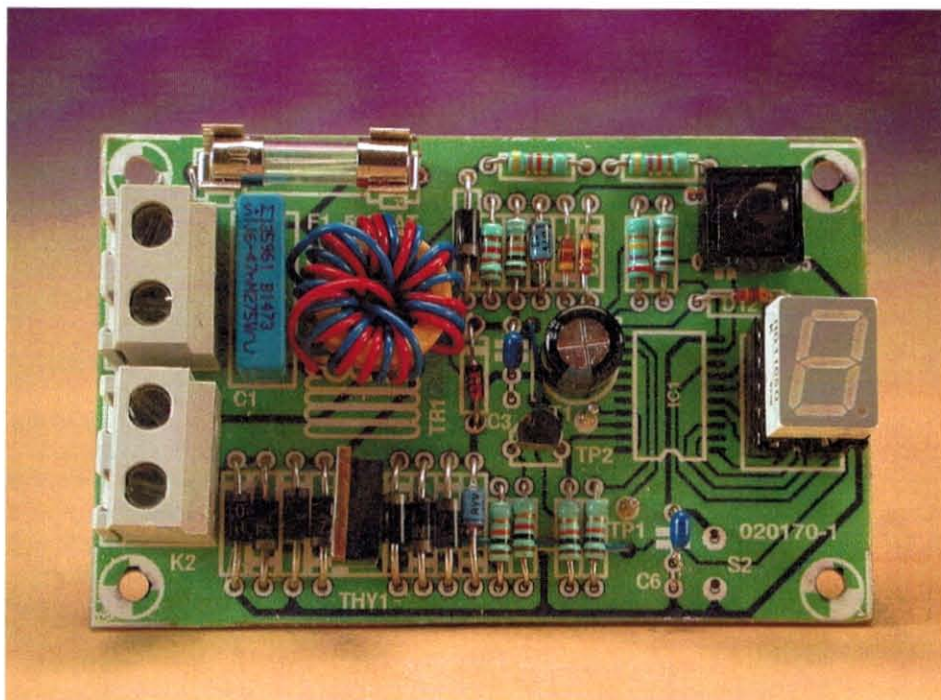


Figure 4. The component side of a fully assembled board.

Fläkten kopplas till och från i 50-Hz interruptservicerutinen, som triggas av nätets nollgenomgång. Timer switchas således alltid fläkten till eller från vid nollgenomgången. När timern switchas från, eller inte är aktiv, så är komparatorn och den associerade interrupten bortkopplade och den interna hårdvaruräknaren aktiveras igen för att blinka decimalpunkten på displayen för att visa att kretsen befinner sig i viloläge. Watchdoggen adresseras kontinuerligt under både viloläge och arbetsläge för att förhindra den från att generera en systemreset.

Praktisk implementering

Den kretskortslayout som tagits fram för denna fläkttimer visas i figur 2. Detta kort finns tillgängligt från PCB Shop (se vår websida). Det är bara en sak som kan vara lite problematiskt när det gäller att bestycka kortet och det är monteringen av MSP430. Denna lilla krets skall monteras på kortets lödsida och det är en mycket bra idé att starta med detta.

Först lötplattorna på kortet och rengör dem sedan med en bit avlötningssvampa. Placera IC-kretsen på lötplattorna och löd fast två hörnen med en liten lödpenna med fin spets. Efter detta kan du löda fast resten av benen. Snåla gärna på lödtennet så att det inte blir kortslutning mellan benen. Se till att det inte finns några oönskade lödbryggor och att kretsen sitter ordentligt fast. Ta bort överflödigt tenn med lödfläta. En inlörd ytmon-

terad IC-krets visas i figur 3.

Efter detta kan du vända på kortet och montera de 'normala' komponenterna. Detta gör du bäst på det vanliga sättet, börja med trådbygeln intill C3, fortsätt med de låga komponenterna och avsluta med de relativt höga kopplingsplintarna K1 och K2.

Brusdämpardrosseln T1 kan lätt lindas på en liten (14 mm diameter) toroidkärna (Philips typ TN14/9/5 med 3C85 material). Ta två längder isolerad kopplingsstråd med en diameter på ca 0,5 mm och linda dessa runt kärnan ungefär 20 gånger. Ändarna i början av lindningen är märkta 1 och 3 i kretsschemat medan de andra ändarna är terminalerna 2 och 4. Displayen kan monteras i en hållare, eventuellt upphöjd något med hjälp av två 4-poliga stiftlistor. Var uppmärksam på polariteten hos dioderna eftersom ett misstag här kan skada mikrokontrollerna. Komponentsidan av ett korrekt byggt kort visas i figur 4.

När alla komponenterna löts in på plats skall lödsidan förseglas. Ett billigt sätt att göra detta på är att använda ofärgat nagellack (utan glitter!).

Efter detta kan kortet monteras i en låda. Med tanke på den elektriska säkerheten är det bara en plastlåda

som kan komma ifråga. Prototypen monterades in i en genomskinlig röd låda från Hammond. Denna har den fördelen att du inte behöver såga upp ett hål i lådan för displayen eftersom denna kan läsas genom plasten. Om du gör en öppning i lådan för displayen måste du täcka denna med en bit genomskinlig plast av säkerhetsskäl. Med en genomskinlig låda behöver du bara en öppning för anslutningskablarna och ett hål för tryckknappen S2. Se till att använda den switch som anges i komponentlistan för S2 och använd plastskruvar för att fäst kretskortet i lådan.

När du testar och installerar kretsen så kom ihåg att den är elektriskt ansluten till nätspänningen! Koppla alltid bort nätkablarna från K1 innan du utför något arbete på kortet. Om du vill göra allting riktigt så sätt fast en etikett i botten på lådan som anger hur stor säkring det skall vara.

Sammanfattning

Hur stor effekt som denna krets kan switcha beror på diodbryggan (D5-D8) och tyristorn (THY1). De typer som visas i komponentlistan kan hantera 1 A. Om du vill kunna switcha större strömmar måste du använda motsvarande större komponenter som kan hantera detta. Notera att tyristorn måste vara en typ som triggar vid en minsta gate-spänning på 2 V vid en gate-ström som är lägre än 100 μ A, då drivströmmen för tyristorn kommer från 3-V matningen.

(020170-1)