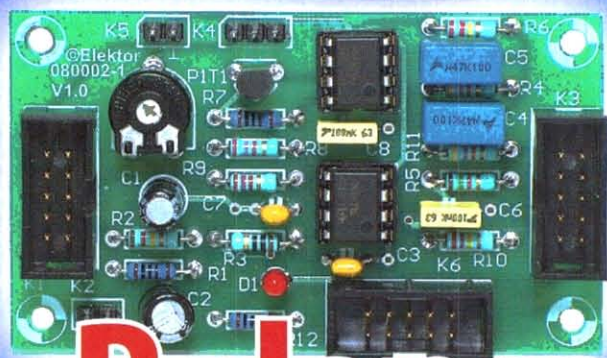


elektor

allt om elektronik



**e-CAD mjukvara
HÄMTA GRATIS**



Balansakt med PID

...en äkta utmaning...

Styr med hjärnan!
tänke drivet användarinterface

INTERPRESS 0173-08



7 388017 306500



08

RETURVECKA

45

...LYXIG CYKELBELYSNING...BASCOM AVR-KURS...DCC-STYRNING FÖR MODELLJÄRNVÄN

**Chefredaktör och
ansvarig utgivare**
Bill Cedrum

Redaktionen

Box 178
444 22 Stenungsund
Besöksadress
Kristinedal 40
444 47 Stenungsund

Redaktionssekreterare

Asta Russell

Utgivare

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

Prenumerationer 2008

PressData AB
Tel: 08-799 63 25
Fax: 08-98 45 72
Helår 545:-
Norge helår 545:- NOK +
porto

Annonser

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

Tryck

db grafiska ab
Örebro 2008

ISSN 0280-8765

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

Copyright:

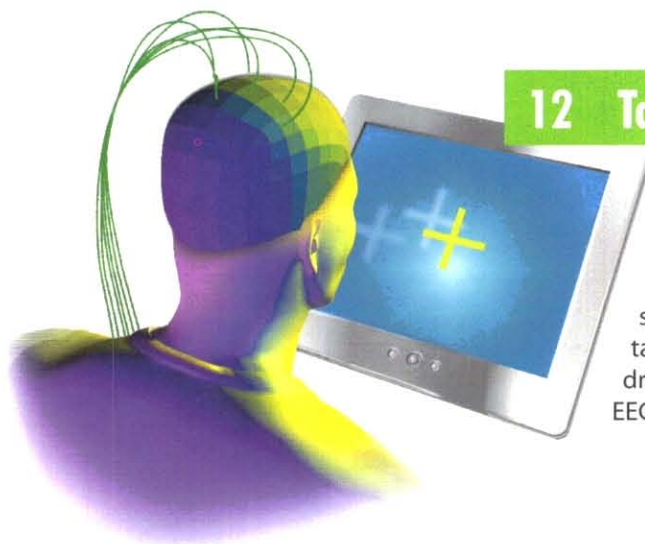
Elektor International Media
Box 11
NL-6114-ZG Susteren
Holland

elektor
allt om elektronik

Idén bakom detta Ball & Beam (kula och ränna) projekt är att försöka balansera en kula i en ränna med hjälp av en PID kontrollslina. Om kulan knuffas till kommer systemet att luta rännan tills kulan stabiliseras i utgångsläget igen. Plocka fram insamlingskortet för USB och en PC och börja experimentera!

BALL & BEAM

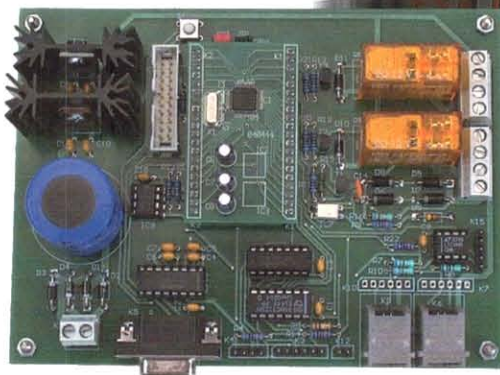
för Elektors USB datainsamlings



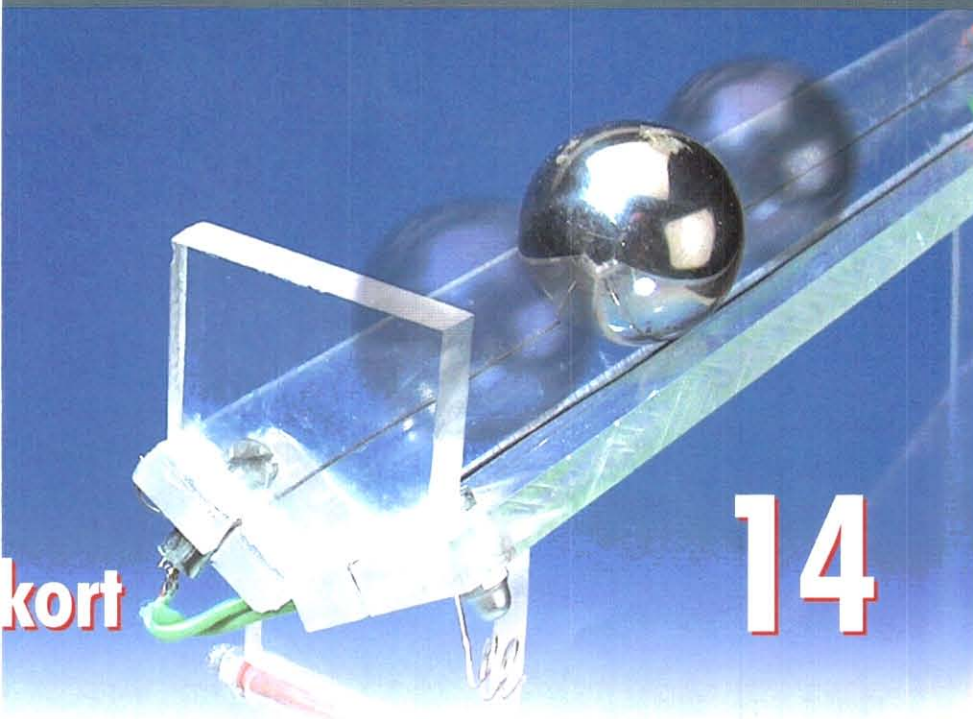
12 Tankecursor

Att styra en dator enbart med tankekraft är inte så långsökt som man kanske skulle tro. Det enkla är att exakt mäta de små strömmarna i hjärnan under tankeprocessen, det svåra är att dra fram tankarna ur mängden med EEG-data. Vi undersöker.

22 DCC Command Station



Här presenterar vi en design för den enhet som bildar hjärtat i en digitalt styrd modelljärnväg, en DCC Command Station. Datorkraften i denna avancerade design kommer från en högpresterande ARM7-processor.



kort

14

projekt

- 14 **Ball & Beam**
Balansakt med hjälp av PID-kontroll
- 22 **DCC Command Station**
För den digitaliserade modelljärnvägen
- 32 **Lyxig cykelbelysning**
med Power LED
- 38 **Lätt som luft**
Ett AVR18-projekt
- 44 **BASCOM AVR-KURS**
Att programmera ATmegakontroller, del 1

6 Panorama: e-CAD program



I nummer 6/2005 var DVD:n Kaleidoscope med ca 30 program relaterade till elektronik-CAD (Computer Aided Design) en stor succé. Nu tre år senare upprepar vi detta, men denna gång medföljer ingen DVD utan du kan i stället hämta programmen gratis från vår websida!

teknologi

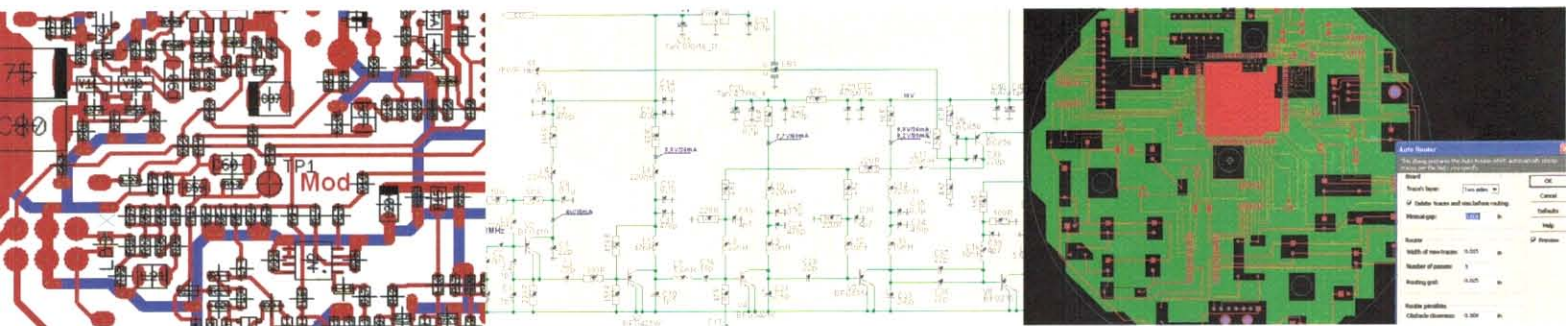
- 12 **Tankecursor**
Hjärna-dator interface

info & marknad

44 BASCOM AVR-KURS

Mikrokontroller ur AVR-serien från Atmel är mycket populära. Många projekt som har presenterats i Elektor har haft en ATmega som hjärta. I denna minikurs så riktar vi strålkastarljuset på mjukvaruutveckling för dessa kontroller. BASCOM är ett idealiskt programmeringsspråk för nybörjare. Det har en brant inlärningskurva vilket ser till att din väg till framgång (och en fungerande prototyp) är uppmuntrande kort.

- 47 **Elektor Shop**
- 50 **Nästa nummer**



Panorama

En översikt av CAD program

Guy Raedersdorf (Elektor France)

I nummer 6/2005 publicerade vi artikeln 'Kaleidoscope' som åtföljdes av en DVD-skiva med närmare 30 program relaterade till CAD (Computer Aided Design). Då det blev en stor succé har vi bestämt oss för att upprepa detta. Men den här gången medföljer det — av många olika skäl — inte någon DVD med tidningen.

I vår jakt på CAD-mjukvara har vi försökt att samla in så många utvärderingsversioner som möjligt — demon med större eller mindre begränsningar, men också 100% fungerande program — inom denna mjukvarufamilj. Vi är väl medvetna om att det inte går att få med allt och det finns fortfarande program som har 'slunkit genom nätet'. Men var inte oroliga, det är förmodligen bara tills nästa gång...

Tyvärr är det inte möjligt för oss att i detalj gå igenom de dussintals CAD-program som finns på marknaden. Så vi har fått nöja oss med att nämna några av de funktioner som vi tyckt vara anmärkningsvärda när vi installerade och började använda dem.

Låt oss också nämna att ibfriedrich (Target3001!) och Seetrex (Ranger2 XL) har erbjudit 'Elektor special' versioner med fler egenskaper än vad deras normala utvärderingsversion har. Vi är säkra på att våra läsare kommer att göra det mesta av detta.

Varför ingen fysisk DVD?

Med nuvarande låga pris på tomma brännbara DVD fann vi det inte värt (varken ekonomiskt eller ur miljösynpunkt) att skicka en DVD-skiva med de 150 000 tidningar som Elektor säljer över hela världen. Vi föreslår därför två sätt att komma åt dessa program:

1. De olika programmen kan hämtas individuellt (speciellt lämpligt för er som inte har någon bredbandsuppkoppling). Allt ni behöver göra är att gå in i 'Virtuell DVD' och hämta ner .zipfilen från den relevanta mappen.

2. Det finns också en 'Virtuell DVD' som är 'fysisk' i form av en .isofil att hämta från vår websida (varning, den är nästan 1,7 GB stor vilket betyder att en bredbandsuppkoppling är i det närmaste obligatorisk) och som du sedan kan bränna på en DVD med det brännarprogram du normalt använder, Nero eller Burning Studio. Sen matar du bara in DVD:n i datorn och den kommer att autostarta (om din dator är konfigurerad för detta) annars kan du köra filen index.htm manuellt från rotbiblioteket i den DVD-läsare som innehåller din nybrända DVD.

Låt oss nu gå över till vår översikt — programmen är arrangerade i bokstavsordning.

Abacom

sPlan 6.0, en applikation från Abacom, låter dig skapa ett kretsschema på ett rent och enkelt sätt tack vare ett omfattande och utbyggbart komponentbibliotek. Värt att notera: Det är möjligt att definiera formen på kretsschemat, det finns automatisk komponentnumrering (standard i de flesta program i denna kategori), komponentsökning och användning av variabler.

Sprint-Layout 5.0 är ett lättlärt designprogram för kretskort med alla standardfunktioner för denna typ av aktivitet. Det tar bara några minuter innan man lär sig hur det fungerar. Programmet finns även i tyska och franska versioner.

Extra på Panorama 'DVD':

LochMaster 3.0 för dina projekt på prototypkort.

FrontDesigner 3.0 för att designa frontpaneler.

AMS

AMS (Advanced Microcomputer Systems) erbjuder **Circuit-CREATOR**, en applikation som hanterar kretsscheman, kretskortsdesign och andra liknande funktioner. Som de flesta av de aktuella programmen stöder det ytmonterade komponenter (SMD). Det finns alternativ för flera masker per lager och löddarna kan ha olika form i de olika lagren. Du kan definiera matnings och jordplan med eller utan termisk avledning. Det finns en funktion som föreslår den optimala komponentplaceringen (rats nest) men det finns också manuell routing. Har en DRC-funktion (Design Rule Check) som kollar att olika designregler följs samt flaggar eventuellt fel och visar var det finns.

Programmet inkluderar också en simuleringsapplikation **SpiceCreator** som också finns tillgänglig som **extra** på DVD:n.

Baas

Många av våra läsare är bekanta med namnet **Layo1PCB**, det var faktiskt ett av de första designprogrammen för kretskort med fler än ett språk att välja från. Och det är fortfarande fallet med den senaste versionen Layo1PCB 10.19 som erbjuds av Baas Electronics. Versionen som finns med här är den enklaste. Då den inte är kopplad till någon nätlista kan du med detta program placera dina komponenter var du vill och dra banorna där du vill. För att kunna läsa en nätlista som skapats av något annat schemaritningsprogram, som Mentor, multiSim, Calay, Protel, eller Tango måste du uppgradera till proffsversionen Layo1 PCB Design.

Capilano

Som en del av Panoramamedladdningen erbjuder vi två produkter från Capilano-stallet, programmet **Design-Works Express for Windows** och utvärderingsversionen av **DesignWorks Professional 5**. DesignWorks Express for Windows (gratis) är en händig applikation för schemaritning (enkelsidig) så länge som antalet pinnar håller sig under 500. Alla alternativ är öppna för dig, redigera, spara, skriva ut och även tillverkning av en nätlista för inladdning i ett program för kretskortslayout, till exempel

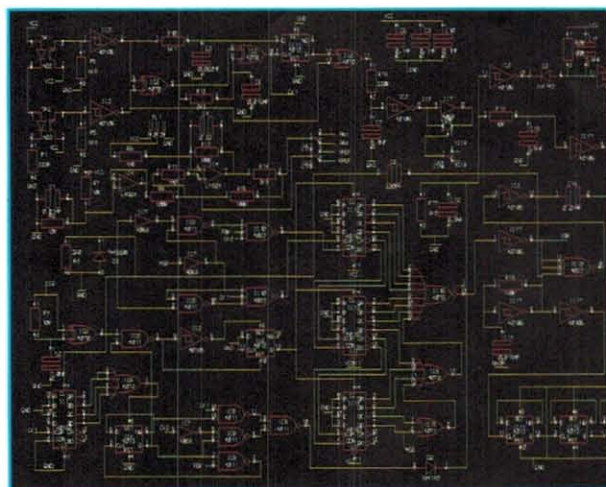
Pad2Pad (också gratis) och som beskrivs nedan.

Som sin lillebror så är också DesignWorks Professional 5 ett schemaritningsprogram där 100% hierarkisk design, nästlita i standard och egenformat, omfattande komponentbibliotek bara är några av dess möjligheter.

Låt oss också notera att det också finns en version av DesignWorks Professional 5 med simuleringsfunktion.

Cadence

OrCAD® PCB Designer sviten från Cadence, 'Moder till alla schemaritningsprogram' är nu framme vid version 16.0. Integreringen har nått sin absoluta höjdpunkt vilket



betyder de kommandon som är gemensamma för de olika modulerna som ingår i OrCAD PCB Designer och som gör det möjligt att designa ett projekt från början till slut, från att lägga in kretsen, via komponentritning till att designa kretskortet stämmer oerhört väl överens. Det inkluderar en interaktiv autorouter SPECCTRA (nytt namn är Allegro PCB Router), ett stycke mjukvara som verkar vara 'måste-ha' lösningen när det gäller autorouting.

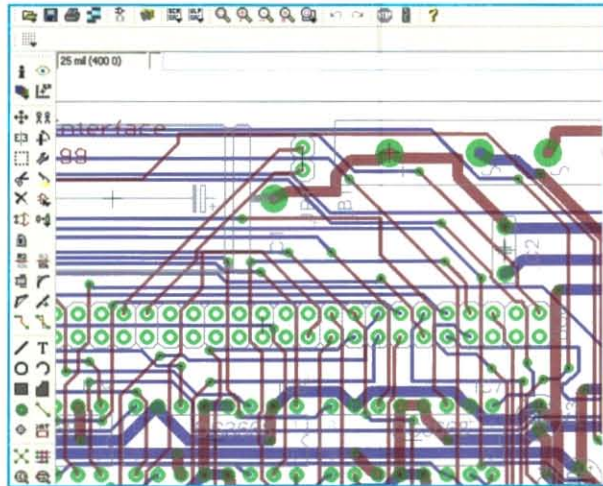
När den är installerad visar sig mjukvaran som två program, **OrCAD Capture CIS** för schemaritning (med en DRC-funktion som eliminerar de flesta fel redan från början) och **OrCAD PCB Editor** för kretskortsdesign och routing. En ny ActiveParts funktion låter dig söka efter information om en OrCAD-komponent med hjälp av olika kriterier.

Cadsoft

Eagle 5.0 från Cadsoft är ett av de mest populära programmen för schemaritning och kretskortsdesign bland

hobbyister i Europa. Det har fått sin popularitet tack vare att det är så enkelt att använda och har prestanda som ett proffsprogram. Det finns i flera versioner, inklusive en gratisversion som är begränsad till ett kort med ytan 100x80 mm, två signallager och ett kretsblad. Om du vill ha en manual (på engelska eller tyska), en CD-ROM och obegränsad teknisk support då är det värt att köpa en licens (€ 49).

Det är värt att notera att Eagle är ett av de få CAD-program, om inte det enda såvitt vi vet, som finns både i Windows, Linux och Macversioner.



FreePCB 1.20

Allan Wrights **FreePCB** är ett gratisprogram för kretskortslayout.

Manualen som finns att hämta på konstruktörens websida är en utmärkt källa när det gäller att ta reda på vad det handlar om att designa ett kretskort. Det finns ingen schemaritningsfunktion så du måste antingen använda ett schemaritningsprogram eller skapa din egen nätlista och se till att den kan importeras till FreePCB. 'Rats nest' funktionen hjälper i hög grad till när det gäller att placera komponenterna rätt och gör det möjligt att undvika onödigt långa banor. Att det finns en så kallad 'shape editor' är ganska överraskande i en sådan miljö, men FreePCB:s funktion är att skapa kretskort och det gör det mycket bra.

ibFriedrich

TARGET 3001! V13 är den värdiga efterföljaren till föregångaren V12, som var med i 6/2005.

Några intressanta punkter:

- 3D-vy av projektet (låter dig se om projektet är genomförbart).
- Reverse-engineering (du måste bara upptäcka detta fantastiska verktyg som finns i fler och fler program)
- Flerspråkigt (kortmarkeringar och dokumentation!)
- Hjälper för att justera komponenter geometriskt (att placera 7 LED uteser från 20° till 120° är en barnlek).
- Fylligare bibliotek med 'standard' komponenter
- Automatisk uppdatering av bibliotek etc..

Notera: Den version som erbjuds här är en 'Elektor special' version som låter dig göra en hel del mer än den vanliga demoversionen.

KiCad

Det enda riktiga OpenSource programmet i denna 'Pano-rama'. **KiCad** är egentligen en svit om fyra program under en projektmanager. Det är fullt fungerande och omfattar alla moduler som behövs, från schemaritning med **Eeschema** till kretskortsdesign med **Pcbnew** (som också låter dig se det i 3-D) via Gerberfilvisaren **Gerbview** och **Cvpcb**, formväljarprogrammet för de komponenter som används i projektet. Och även om det är OpenSource så är KiCad långt ifrån ett andraklassens program, det är mycket omfattande och har även autorouting.

Dokumentationen omfattar en mycket instruktiv och väl presenterad handledning.

LabCenter

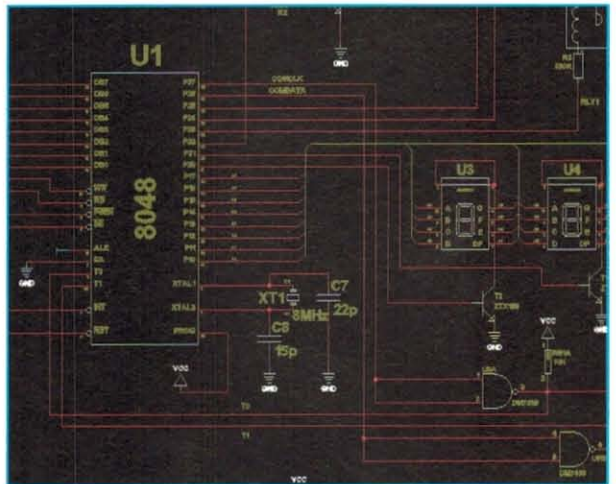
Det senaste erbjudandet från LabCenter är **Proteus Design Suite 7.2**. Proteus är egentligen en kombination av två program i ett: **ISIS** för schemaritning och **ARES** för kretskortsdesign med autorouting och 3D-visualisering. Tillammans bildar dessa en kraftfull, högt integrerad miljö. Det finns flera versioner, från Starter Kit med en nätlista begränsad till 500 pinnar, till Level 3 versionen som hanterar obegränsat med pinnar och lager.

ISIS stöder hierarkisk design och kan användas för att skapa bussar; ARES baseras på nätlistor och klarar av att använda fysisk DRC.

Liksom många andra aktuella applikationer inkluderar biblioteken över 10 000 olika komponenter.

McCad

McCad har gjort sig ett namn inom Macvärlden som den första tillverkaren av CAD-mjukvara som kan köras på en Mac — vid en tidpunkt då PC fortfarande använde DOS!

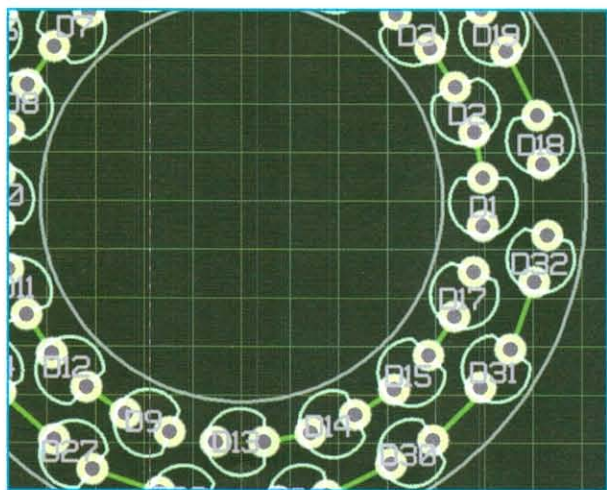


McCAD erbjuder två program för Windows, **EDS-1** och en högprestandaversion av denna mjukvara **EDS-plus**. Utvärderingsversionen är för EDS-1. McCAD har valt en modular lösning där kunderna bara köper de moduler de behöver. Grundläggande eller avancerad schemaritning, digital/analog simulering, kretskortsdesign, autorouting, Gerberomvandling etc. Det finns också en gratisversion, EDS Lite. Värt att notera: Möjligheten att kunna ladda ner en mycket instruktiv e-bok 'Quickstart to Simulation' helt ägnad åt simulering.

National Instruments

Multisim från National Instruments är en gammal bekant till Elektors konstruktörer som under många år arbetade med Ultiboard, föregångaren till detta program. Multisim, det senaste erbjudandet från Electronic Workbench Group, som nu är en del av NI, har utvecklats till ett mångfacetterat verktyg som kombinerar schemaritning, interaktiv kretssimulering, kretskortsdesign etc. Multisim finns i olika versioner, Base, Full och Pro. Vi erbjuder er att prova Baseversionen.

Multisim omfattar egentligen två moduler, Multisim för



schemaritning och SPICE-simulering, och **Ultiboard**, i sin nya uniform, för kretskortsdesign med inbyggd routing. Möjligheten att använda mätinstrumenten LabVIEW ger en extra dimension till denna mjukvara.

Number One Systems

Easy-PC från Number One Systems har varit väl känt under många år och har nu kommit till version 11.0. Vad som slog oss med denna nya version är förekomsten av Design Calculators som låter dig utföra olika operationer som att definiera banornas storlek i enlighet med strömmen, och beräkna dess impedans, såväl som den temperatur som uppstår vid operationen. Naturligtvis finns DRC även här. Ett intressant alternativ, som även finns i andra program också, men under olika namn, är Intelligent Gerber Import, som låter dig återskapa, från en Gerberfil från en annan källa, ett Easy-PC kretskort från vilket det sedan är möjligt att få fram ett fullt kretsschema.

Dessutom hittar du också en demoversion av **Easy-Spice**, ett simuleringsprogram.

Seetrax

Seetrax har adderat två av sina program till vår lista: **Ranger2 XL** och **Seetrax XL Designer** (SXLDesigner för sina vänner).

För att installera Ranger2 XL behöver du bara köra filen setup.exe och när installationen är klar har du demoversionen av Ranger2 XL med dess begränsningar.

För att nu ändra din demoversion till 500-pinnarsversionen (en present till våra läsare från Seetrax) behöver du bara kopiera licensfilen 'licence.dat' (från undermappen 'Licence', se till att namnet är rätt utan någon ytterligare ändelse) in i mappen ... seetrax\ranger2xl\data.

Seetrax XL Designer är det andra programmet från Seetrax. För att installera demoversionen behöver du bara köra filen 'XLDesignerDemo_1.49.exe'. Licensinstallationer

sker under denna installation och programmet fungerar direkt efter detta. Denna version är begränsad till projekt som innehåller max 30 komponenter och 50 knutpunkter (annars är det identiskt med fullversionen). När programmet körs finns en knapp du kan använda för att söka efter uppdateringar.

Notera: Efter överföringen av licensfilen blir den version av Ranger2 XL som erbjuds här '&500' versionen som normalt säljs för runt 1000:-.

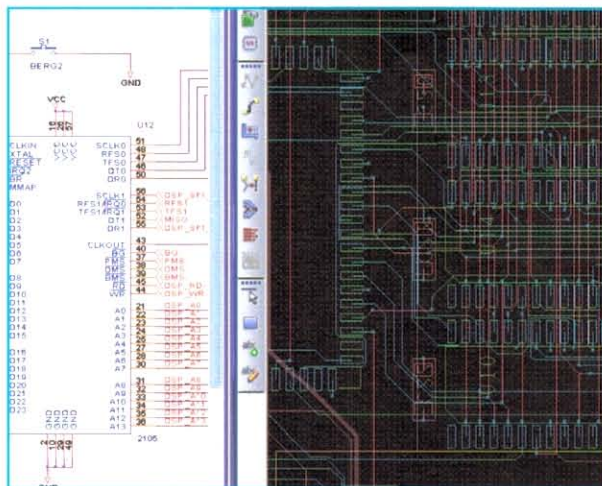
Those Engineers

Spicycle är ett fullprogram som låter dig designa ett kretskort direkt från en nätlista eller på ett mer konventionellt sätt från ett kretsschema. Då alla funktionerna utförs under kontroll av Active X är det möjligt att utföra backannotering mellan kretsschemat, nätlistan och simuleringsparametrar. En intressant aspekt hos Spicycle är att det inkluderar ett mycket omfattande symbolbibliotek vilket gör det möjligt att inte bara designa en elektronisk krets utan även för att skapa ett schema över vilket system som helst (för en vindtunnel till exempel).

Spicycle erbjuder simulering i 'mixed' mod (integrerar sömlöst med **SpiceAge** simulatoren). Dataöverföring till kretsschemat är dubbelriktad, vilket betyder att du kan importera en SPICE-nätlista som sedan presenteras i form av hopkopplade kretssymboler. Backannotering blir då ett rent nöje.

Tsien

BoardMaker3 har kommit en lång väg sedan den kom år 2000 och har uppdaterats regelbundet. Version V1.33.0022 som erbjuds här är från den 24 juni 2008. BoardMaker3 är en integrerad miljö för kretskortsdesign, den har



högprestandaverktyg för schemaritning, Spicesimulering, 3D-visualisering och autorouting.

Värt att notera: På adressen www.tsien.info/guide.php finns det en serie med sidor som förklarar mycket bra vad det handlar om när man börjar med schemaritning och kretskortsdesign.

Visionics

EDwinXP inkluderar alla de verktyg du kan önska dig när det gäller att producera ett kretskort: Schemaredigerare, kretskortsredigerare (med autoplacering och autorouting)

simulatorer i EDSpice mixed mod, bibliotekshanterare och allt annat som behövs.

Värt att notera: Det finns en termisk analysator (med signal integritet och fältanalys) och en test för effekterna av elektromagnetisk strålning från kretsen. Bara installationen av detta program är en fest för ögat.

Notera: Det är viktigt att den mapp som du packar upp EDwinXP161 filerna i har ett namn på 8 tecken eller mindre (t.ex. EDwinXP) om du vill kunna installera programmet (läs readme.txt filen som medföljer programmet).

Så, var är de som saknas?

Trots alla våra ansträngningar så lyckades vi inte med att få med alla CAD-mjukvarutillverkare som vi skulle önska för vår genomgång. Vissa hade inte någon möjlighet att göra något utvärderingsprogram tillgängligt för oss (till exempel **Altium** som emellertid har ett mycket attraktivt virtuellt democenter vid www.altium.com/evaluate/democenter/# och väljs ditt språk) andra valde helt enkelt att inte vara med.

Slutsats

Att gå igenom närmare 20 program, antingen totalpro-

Tillverkare	Programnamn	Schema	Kretskort	Autorouting	Simulering
Abacom	sPlan 6.0 *	ja	–	–	–
	Sprint-Layout *	–	ja	ja	–
	Frontdesigner 3.0 *	–	–	–	–
	Lochmaster 3.0 *	–	–	–	–
Advanced Microcomputer Systems	Circuit Creator *	ja	ja	ja	ja
	Spice Creator *	–	–	–	ja
Baas Electronics	Layo1PCB 10.0 *	–	ja	–	–
Cadence	OrCAD 16.0 *	ja	ja	ja	option
CADSoft	Eagle 5.0 ¹⁾				
	Light *	ja	ja	ja	–
	Standard	ja	ja	ja	–
	Professional	ja	ja	ja	–
Capilano	DesignWorks Express * ²⁾	ja	via Pad2Pad	–	–
	DesignWorks 5.0 *	ja	via Pad2Pad	med extra modul	med extra modul
FreePCB	Free PCB 12.0 *	–	ja	med extra modul	
IBFriedrich	TARGET3001! ³⁾				
	Light *	ja	ja	ja	ja
	Smart	ja	ja	ja	ja
	Economy	ja	ja	ja	ja
	Professional	ja	ja	ja	ja
	Design Station	ja	ja	ja	ja
KiCAD	KiCAD *	ja	ja	ja	–
LabCenter	Proteus 7.2 *	ja	ja	ja	ja
McCAD	EDS-1 *	ja	ja	med extra modul	med extra modul
	McCAD 3SPICE Lite *	–	–	–	ja
	SimPlus *	–	–	–	ja
National Instruments	NI Circuit Design Suite 10.1 *	ja	ja	ja	ja
Number One Systems	Easy PC *	ja	ja	med Router +	Easy-Spice
Others	Easy-Spice *	–	–	–	ja
Pad2Pad	Pad2Pad *	–	ja	–	–
Seetrax	Ranger2 XL ⁴⁾	ja	ja	med extra modul	–
	XL Designer *	ja	ja	med extra modul	–
Those Engineers	Spicycle *	ja	ja	–	SpiceAge
	SpiceAge *	–	–	–	ja
Tsien	BoardMaker 3 *	ja	ja	gateway	ja

Inkluderad på den virtuella DVD:n Panorama

1) Versioner också tillgängliga för Mac och Linux

2) Gratisversion

3) Detta är en uppgradera Elektor specialversion

4) Versionen på den virtuella DVD:n är Ranger2 XL/500 (normalt värt 1000:-)

gram eller bara specialiserade på kretskortslayout, visade oss verkligen hur komplex denna mjukvara har blivit. Att använda dessa program kräver en PC som är ganska up-to-date om du inte vill att detta i stället skall bli ett test av ditt tålamod. Och tålamod behöver du i vilket fall som helst för att komma någonstans med dessa program. De flesta topprogrammen (prismässigt också!) skiljer sig inte så mycket åt när det gäller vad de har att erbjuda utom när det gäller vissa detaljer.

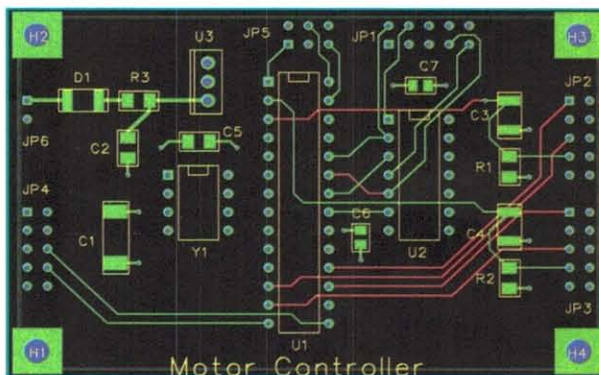
Och vad som för en användare ter sig som ett oförlåtligt utlämnande kan vara ett alternativ som en annan användare inte har något behov av alls. Det är en fråga om smak och krav. Du är själv bäste domare av detta. Så varför inte ta en

titt på vår websida och hämta .isofilen och skapa din egen DVD? Eller plocka det program du vill prova... Mycket nöje!

Med tanke på den tid som förflutit från det att denna artikel skrevs och de 'insamlade' programmen hamnade på den virtuella DVD:n är det en bra idé att kolla om det har kommit någon uppdatering eller ny version av den mjukvara som beskrivits i artikeln och som du kanske är intresserad av (därför har vi gett länkarna i tabellen).

(080356-1)

Pris	Hemsida
€ 39.90	www.abacom-online.de/fr/
€ 39.90	
€ 39.90	
€ 39.90	
\$ 99 till \$ 995	www.advancedmsinc.com/
\$ 99	or www.circuitcreator.com/
€ 99 till € 950	www.baas.nl/
–	www.cadence.com/
	www.cadsoft.de/
€ 49	
€ 750	
€ 1,499	
gratis	www.capilano.com/
\$ 395 to \$ 790	
ja	www.freepcb.com/
	www.ibfriedrich.com/
€ 59	
€ 159	
€ 569	
€ 1,649	
€ 2,999	
ja	www.lis.inpg.fr/realise_au_lis/kicad/
£ 150 till £ 1,225	www.labcenter.co.uk/index.cfm/
\$1,095 till \$ 1,395	www.mccad.com/
\$ 395	
\$ 695	
–	www.ni.com/
£ 247 till £ 447	www.numberone.com/
£ 295	
gratis	www.pad2pad.com/
£ 90 till £ 460	www.seetrax.com/
£ 100 till £1,000	
£ 45 to £ 195	www.spiceage.com/
£ 45	
£ 350/år	www.tsien.info/index.php



Internetlänkar

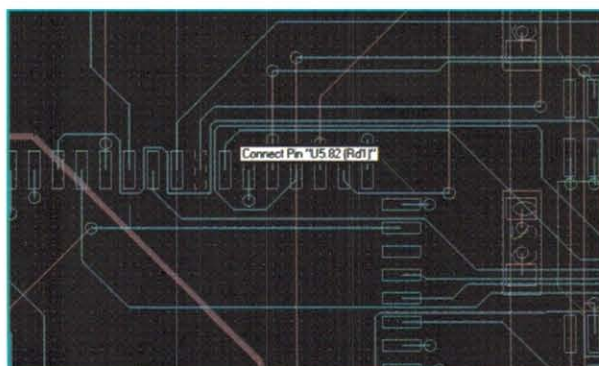
Tillverkarnas adresser ges i tabellen.

CAD-mjukvarutillverkare

Altium	www.altium.com
Ariadne	www.cad-ul.de/ariadne/index.html
Autotrax	www.kov.com
CADint	www.cadint.se
CirCAD	www.holophase.com
DesignSoft	www.designsoftware.com
Express PCB	www.expresspcb.com
Mentor Graphics	www.mentorg.com
Merco electronics	www.mercoelectronics.info
PCB Editor	www.waldherr.com
Pulsonix	www.pulsonix.com/index.asp
The PCB Designer	www.cad-design.com
Vutrax	www.vutrax.co.uk/
Zuken	www.zuken.com

Allmänna länkar till källor

www.terrypin.dial.pipex.com/ECADList.html
www.abcelectronique.com/annuaire/societes_52.php
http://etronics.free.fr/dossiers/softs/soft00.htm



Tankestyrning

Brain-Computer Interface och hur det fungerar

Jens Nickel

Att styra en dator enbart med tankekraft ligger inte så långt borta som du kanske trott. Den enkla delen är att exakt mäta de små strömmar i hjärnan som hör ihop med tankeprocesserna, den svåra delen är att extrahera tankarna från mängden med flerkanaless EEG- (elektroencefalografi) data.

Forskningsgrupper över hela världen [1, 2, 3] arbetar med att försöka plocka fram användbar kontrollinformation från de oerhört komplexa strömmarna i hjärnan. Ett mål är att få en patient att kunna styra en motor i en protes bara med hjälp av tankeförmågan och kunna få tetraplegiska människor (som är förlamade i både armarna och benen) att kunna stå upp och utföra dagliga sysslor utan problem. Det kommer att dröja några år innan sådana system är klara att användas mer omfattande, men de fungerar redan i laboratoriemiljö.

Mäta, förstärka och digitalisera de små strömmar det handlar om kräver inte någon specialutrustning. Det jobb som forskarna har är att kunna destillera mängden med insamlade data ner till ett enkelt kommando, vilket kräver massor med processkraft och en del intelligenta mjukvarualgoritmer.

Berlin Brain-Computer Interface (BBCI) [1] är ett kooperativt projekt mellan gruppen för intelligenta dataanalys vid FIRST, en del av Fraunhoferinstitutet, neurofysiska gruppen vid neurokliniken vid det berömda universitetssjukhuset Charité i Berlin samt Berlins tekniska universitet. Detta prestigefyllda projekt sponsras av EU, tyska forskningsförbundet DFG och tyska staten.

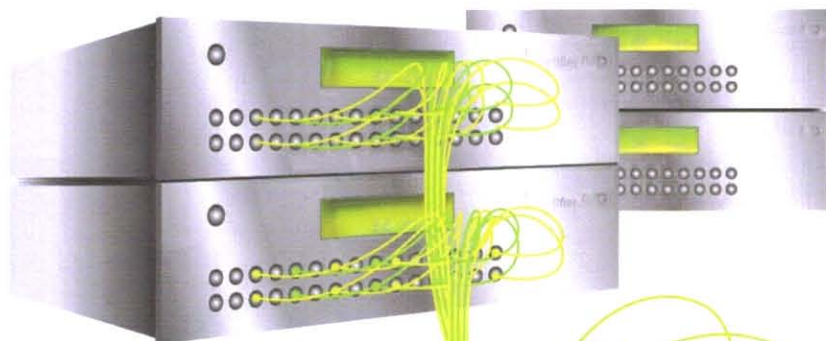
Hur det fungerar

BBCI använder 'pre-movement' principen där patienten först måste föreställa sig att vilja röra ett finger, en hand eller en fot för att kunna utföra ett kommando. Hjärnans strömmar mäts med hjälp av elektroder fastsatta i huden på patientens huvud. Genom att använda denna princip och typ av inkoppling begränsas systemet till bara några få rörelsekommandon ('vänster' och 'höger' till exempel) eftersom felprocenten annars skulle bli för hög. Inte desto mindre är detta tillräckligt för att kunna styra ett enkelt datorspel enbart med hjälp av tankekraft. Man har också kunnat demonstrera robotstyrning [4]. Med hjälp av ett enkelt cursorbaserat system har man visat att det är möjligt att kunna skriva med en hastighet på upp till sju tecken per minut [5]. För detta exempel måste användaren kunna se cursorn på skärmen för att få feedback från datorn.

Många brain-computer interface kräver att personen undergår träning (som ta veckor) för att lära sig det tankemönster som ger upphov till de hjärnströmmar som maskinen kan skilja ut på ett tillförlitligt sätt. BBCI flyttar emellertid över inlärningsbördan till datorn, vilket kan förkorta anpassningsprocessen ner till bara en halvtimme och där personen föreställer sig själv röra höger eller vänster pekfinger (t.ex.) under en sekund eller så åt gången. Med ungefär en tredjedel av de testade personerna klarade inte datorn av att lära sig deras tankemönster av skäl som ännu inte förstås helt och hållet.

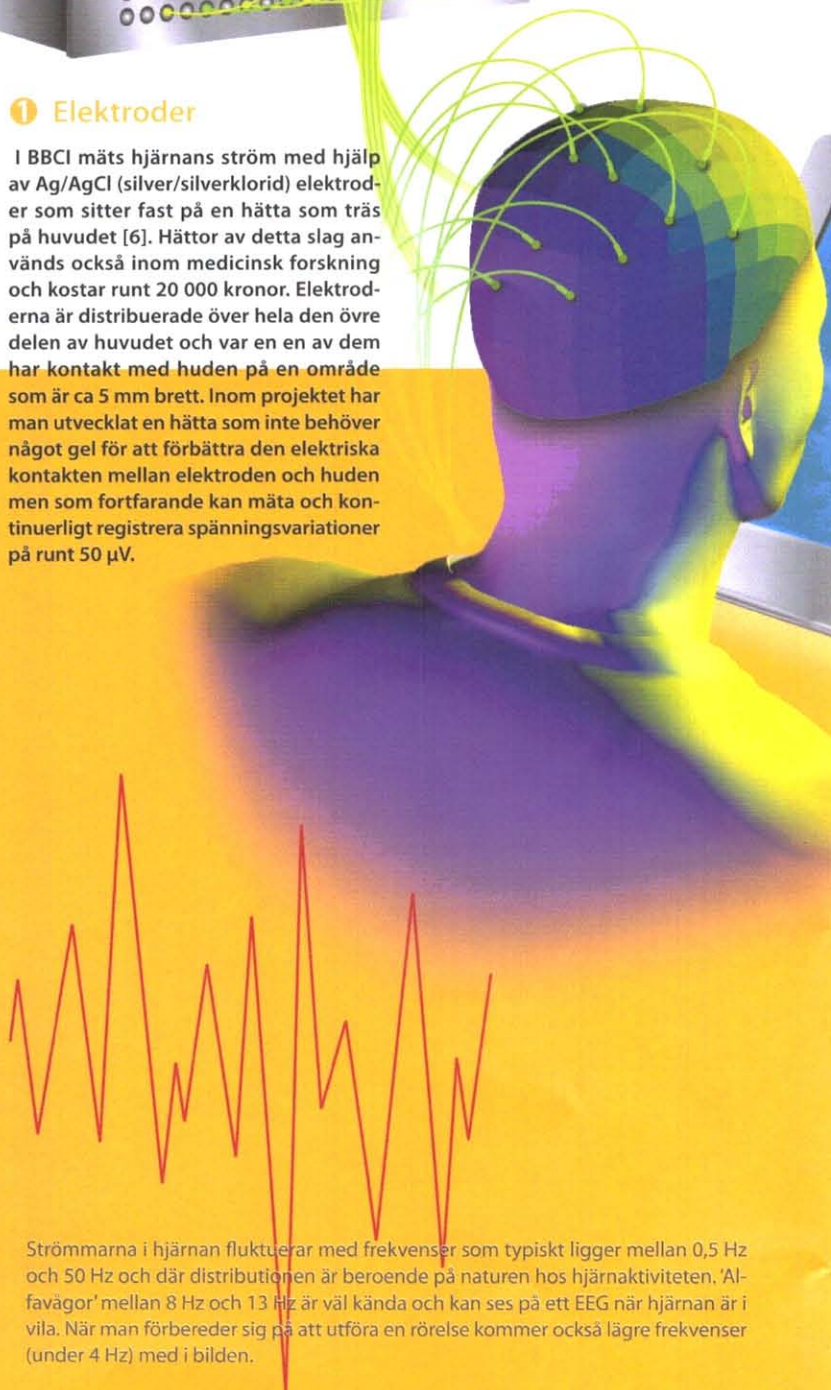
2 Förstärkare och A/D-omvandlare

Signalerna tas via flatkabel till fyra förstärkarenheter som var och en omfattar 32 kanaler. Signalerna digitaliseras vid 5 kHz för en upplösning om 16 bitar och skickas sedan till en PC via en fiberoptisk länk. Dessa enheter finns redan att köpa på marknaden och priset ligger runt några hundratusen kronor.



1 Elektroder

I BBCI mäts hjärnans ström med hjälp av Ag/AgCl (silver/silverklorid) elektroder som sitter fast på en hätta som träs på huvudet [6]. Hättor av detta slag används också inom medicinsk forskning och kostar runt 20 000 kronor. Elektroderna är distribuerade över hela den övre delen av huvudet och var en av dem har kontakt med huden på en område som är ca 5 mm brett. Inom projektet har man utvecklat en hätta som inte behöver något gel för att förbättra den elektriska kontakten mellan elektroden och huden men som fortfarande kan mäta och kontinuerligt registrera spänningsvariationer på runt 50 μ V.



Strömmarna i hjärnan fluktuerar med frekvenser som typiskt ligger mellan 0,5 Hz och 50 Hz och där distributionen är beroende på naturen hos hjärnaktiviteten. 'Alfavågor' mellan 8 Hz och 13 Hz är väl kända och kan ses på ett EEG när hjärnan är i vila. När man förbereder sig på att utföra en rörelse kommer också lägre frekvenser (under 4 Hz) med i bilden.

3 Preprocessing

Registrerings-PC:n tar signalerna från A/D-omvandlarna och utför vissa förberedande operationer som hjälper till att minska kraven på datorkraft i de följande stegen. Signalerna är bandpassfilterade (mellan 0,05 Hz och 200 Hz) och sedan nedsamlade till 1000 Hz. Rådatapaket skickas sedan till nästa dator i nätverket och lagras omedelbart i en databas.

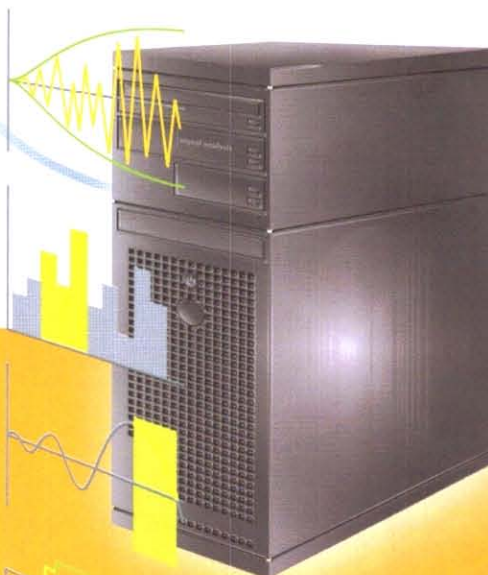


4 Signal analysis

Analyseringssteget börjar med ytterligare preprocessing där signalerna nedsamlas igen till 100 Hz. Från det man tänker att utföra en rörelse tills dess att rörelsen utförs tar det ungefär en sekund. Det betyder att det är bäst att samla in en sekunds värde av data för att analysera motsvarande fluktuationer i hjärnströmmarna. Data från perioder om 128 samplingar (motsvarande ca 1,2 sekunder) samlas in och multipliceras av en fönsterfunktion som valts för att ge mer vikt åt de senaste samplingarna. Därefter utförs en Fouriertransformering och från denna frekvens plockas frekvenskomponenter under 7 Hz ut. En omvänd transformering rekonstruerar signalen, som nu resamplas vid 20 Hz. Detta bildar resultatet av signalanalyssteget.

5 Klassificering

Klassificeringsmodulen är implementerad i C++ och i MATLAB och omfattar majoriteten av den teknologi som har utvecklats hittills. Två trådar som körs parallellt på signalanalysdatorn undersöker signalen och var och en tittar efter förekomsten av en av två möjliga styrkommandon. Resultatet från dessa två trådar läggs ihop och ett eventuellt upptäckt kommando skickas över nätverket var 40 ms.



6 Feedback

Kontrollkommandon används för att driva ett multimedieprogram som körs på ytterligare en dator ('feedbackklienten'). Denna låter personen i fråga se effekterna av sina tankar direkt på skärmen.



Datornätverk

På grund av den stora mängd datorkraft som behövs utbyttjar BBIC flera stycken PC-datorer (köpta direkt 'från hyllan') hopkopplade i ett 100 Mbit Ethernet nätverk [6].

Internetlänkar

- [1] http://ida.first.fraunhofer.de/bbci/index_en.html
- [2] <http://bci.tugraz.at>
- [3] www.bci-info.tugraz.at

- [4] www.first.fraunhofer.de/owx_1_3836_2_2_0_e19487f27e917f.html
- [5] <http://ida.first.fhg.de/publications/BlaDorKraSchWilMurMue06.pdf>
- [6] <http://ida.first.fhg.de/publications/KreBlaCurMue07.pdf>

Ball & Beam experi

Vässa dina tänder på PID design och programmering

Jose Luis Rupérez Fombellida & José Manuel Escobosa Bravo

Antingen man gillar det eller inte så är experiment med 'Ball & Beam' ett obligatoriskt ämne inom styr- och reglertekniken, speciellt när det gäller PID (Proportionell-Integrerande-Deriverande) styrsystem. Målet är att kunna balansera en kula i en ränna med hjälp av en kontrollslina. Om kulan flyttas så lutar systemet på rännan tills kulan är tillbaka till ursprungsläget. Det är bara att ta fram vårt USB-DAQ kort och en PC och sätta igång!

Förutom din nyfikenhet och iver att få lära mer om PID (som är en av hörn- pelarna inom reglertekniken) så kan ingredienserna för detta projekt sam- manfattas som:

- Elektor USB datainsamlingskort (DAQ) [1];
- en krets som fungerar som ett inter- face mellan DAQ och det mekaniska systemet;
- mekaniken, dvs konstruk- tionen av ball & beam- systemet (kula & ränna), som är mycket lätt och billigt jämfört med kom- mersiella enheter;
- En PC-dator som kör ett program. Detta projekt kan vara intressant för alla som håller på med elektronik och/ eller datorer och ännu mer så om hon eller han är intresserad av styr- och reglersystem eller av diskreta PID-kon- troller som använder Windows C++/ CLI-programmering. Det kanske också triggerar några av våra äldre läsare att återuppliva de PID-experiment de en gång utförde på högskolan.

Projektet har en låg inlärningströskel då det inte finns något behov av någon Laplace eller Z transform. Det finns inte heller något behov av beräkningar, bortsett från eventuell empirisk 'tweak- ning' av PID-kontrollern genom att just- era vissa kontroller i PC-programmet. De av er med en solid matematisk ut- bildning kan självklart analysera sys- temet ingående.

Kolla Elektors Ball & Beam skalamodell på YouTube

Å andra sidan, att se hur en kula förblir stabil i en viss position i rännan har inte bara ett didaktiskt eller akademiskt intresse. Flygplan som kan lyfta verti- kalt, såsom det berömda engelska Har- rier, utnyttjar liknande kontrollslin- gesystem för ett behålla stabiliteten när det står stilla i luften.

Systemreceptet

Ball & Beamsystemet består av elek-

tronik, mjukvara och mekaniska ele- ment och är därför ett bra projekt för elever som läser olika ämnen. Ele- menten visas i figur 1.

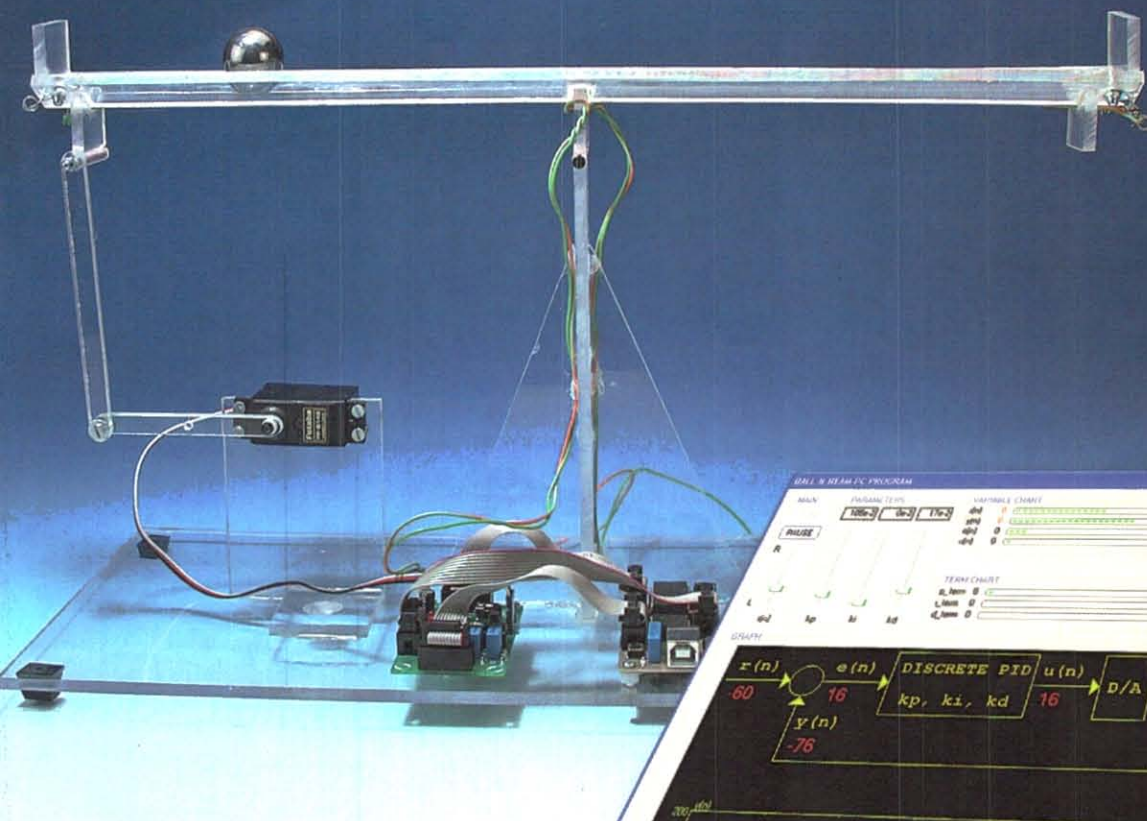
Elektroniken består av två kretskort:

1. *Elektor USB datainsamlingskort* (Elek- tor/Allt om Elektronik 6/2007). Detta kort har åtta digitala ingångar, åtta digitala utgångar, åtta analoga ingån- gar och två analoga utgångar. Av all denna I/O-kapacitet utnytt- jar vi bara en digital utgång, en analog utgång och en analog ingång. Vill du veta mer om detta kort hänvisar vi till artikeln i referens [1].

2. *Ball & Beam Interfacekort*. Det kort som beskrivs i denna artikel används för att anpassa Ball & Beammekaniken till USB-insamlingskortet.

Som mjukvara använder vi *Ball & Beam PC-program*. Denna applika- tion för PC kommunicerar med datain- samlingskortet för att sända och ta emot information från Ball & Beam- mekaniken genom Ball & Beaminter-

ment med Elektors USB-DAQ kort



facekortet. Det är utvecklat i C++/CLI med den fria Visual C++ 2008 kompilatorn (Express Edition) som finns tillgänglig på Microsofts websida.

Den mekaniska konstruktionen slutligen är en skalamodell tillverkad av plexiglas som har en V-formad ränna i vilken en stålkula kan rulla. Den inkluderar en potentiometer (tillverkad av motståndstråd) för att bestämma kulans position i rännan och ett servo som kan luta rännan upp och ned.

USB datainsamlingskort

Från USB datainsamlingskortet använder vi följande resurser:

1. AN0 — denna analoga ingång är tillgänglig via stift 1 på kontakten K5 på kortet. Denna ingång tar emot en spänning som är proportionell till kulans position i rännan.

2. CCP1 — denna analoga utgång hitas på stift 1 på kontakt K4. Den är pro-

grammerad att styra servots position och således lutningen av rännan.

3. RD0 — denna digitala utgång finns på stift 1 på kontakten K1. En LED är ansluten hit som blinkar med PID-samplingfrekvensen F_s när systemet är igång.

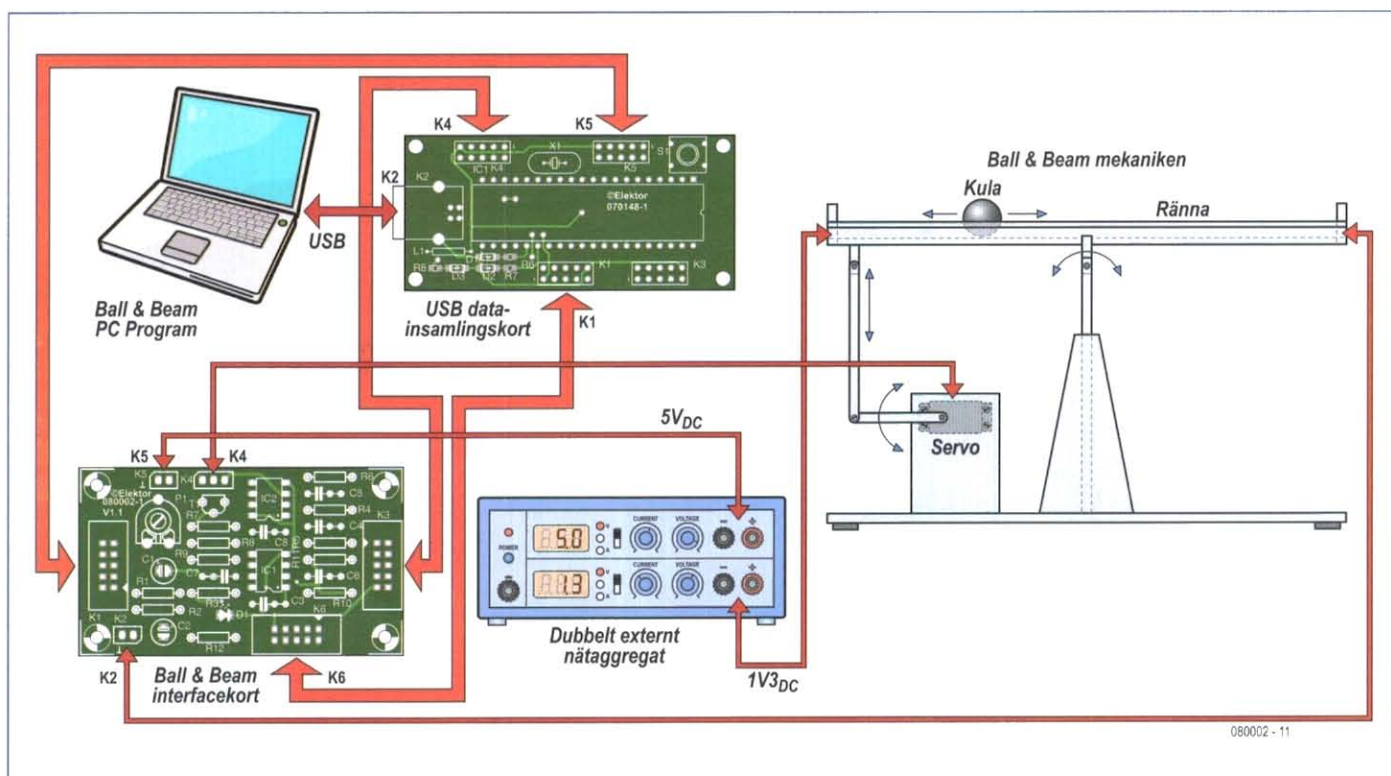
Ball & Beam interfacekort

Ball & Beam interfacekort har med avsikt hållits så enkelt som möjligt och det bestyckas med billiga och lättåtkomliga komponenter. Priset som vi betalar för detta är lite sämre toleranser, men detta är inget problem eftersom vi har tillgång till en justeringsprocess.

Kretsschemat för interfacekortet visas i figur 2. Man kan tänka sig att det består av tre delar.

1. LED — denna indikator (med sitt strömbegränsningsmotstånd) ansluts till den digitala utgången RD0 på USB datainsamlingskortet. Ball & Beam PC-program för denna LED att blinka med samplingfrekvensen F_s .

2. Filter — detta är för kulpositionens 'potentiometer'. När stålkulan vidrör två längder med nickel-kromtråd kan falsk kontakt uppstå som ger fel värden. För att motverka felpulser så mycket som möjligt har en lågpasfilter inkluderats, R1 och C1. Detta 6 dB/oktav (för-



Figur 1. Översikt av elektroniken och den inkopplade mekaniken.

sta ordningen) filter sitter mellan kulpositionens 'potentiometer' och den analoga ingången AN0 på USB-insamlingskortet. Simuleringsresultatet av detta filter visas i figur 3. Notera att delningsfrekvensen är mycket låg vid bara 7,5 Hz, men fullt tillräckligt för att perfekt registrera kulans läge på grund av rännans rörelse.

3. Pulsgenerator till servot — rännans lutning bestäms av läget hos ett servo. Rännan förblir horisontell om servot är i mittläge. Om servoaxeln är i sitt yttersta läge åt något av hållen så lutar rännan ca 15°

Signalen som matas till servot består av pulser med en frekvens mellan 50 Hz och 60 Hz. Pulsbredden bestämmer servots position och varierar mellan 1 ms och 2 ms. Servots mittläge motsvarar en pulsbredd på 1,5 ms. Dessa tider varierar något mellan olika servotillverkare. Pulsbredden styrs av den analoga utgången CCP1 på USB DAQ-kortet.

Den relevanta elektroniken är enkel. En astabil och en monostabil vippa som implementerats med hjälp av en ICM7555 eller TLC555, dvs lågeffekts CMOS-versionen av den berömda LM/

NE555-an (som förresten inte skall användas). Både IC1 och IC2 matas från USB-porten på din dator via USB-insamlingskortet. Mera om 7555-an och de relevanta beräkningarna i texttrutan.

En monovippa har plockats ihop runt IC2. Dess triggersignal kommer från IC1 och det är därför som de pulser som genereras av monovippan har samma frekvens som den astabila vippan IC1. Utgångens pulsbredd styr servots läge och måste ha en frekvens mellan 50 Hz och 60 Hz. Monovippans pulsbredd skall variera mellan 1 ms och 2 ms (typiskt).

en kontinuerlig nivå. Detta görs med hjälp av R5, C4, R4 och C5 och komponenterna bildar ett lågpasfilter med modesta egenskaper och en delningsfrekvens på ca 30 Hz. Detta är tillräckligt högt för samplingsfrekvensen F_s och tillräckligt lågt för att undertrycka övertoner på 2,9 kHz PWM-signalen på CCP1. Brantheten på filtret är 12 dB/oktav (andra ordningens).

Notera att laddningen av monovipans kondensator inte sker med hjälp av det vanliga enkla motståndet — här används en konstantströmkälla. Den är

byggd runt T1 och håller kondensatorns uppladdning linjär, vilket tillåter monovippans pulsbredd att variera linjärt med CCP1-

signalen. Konstantströmmen flyter i kollektorlinjen hos T1 och justeras med P1. Se textrutan *Dimensionering av monovippan IC2* för beräkningarna av komponentvärdena.

Servot behöver, förutom pulssignalen, en matningsspänning. Då dess strömförbrukning är ganska hög (flera hundra milliamp) så är det omöjligt att mata detta från USB-insamlingskortet (kommer du ihåg var det kortet får sin ström ifrån?). Servot måste alltså matas från en extern strömförsörjning

Den stora utmaningen är att balansera en kula som väger över 1 kg.

Pulsbredden bestäms av den analoga utgången CCP1. CCP1 lämnar en pulsbreddmodulerad (PWM) signal med en frekvens på ca 2,9 kHz vars genomsnittsvärde i volt kan beräknas med uttrycket:

$$U_{CCP1} = 5D$$

där D är en konstant mellan 0 och 1. Då CCP1-signalen skall modulera monovippans pulsbredd är det nödvändigt att filtrera den och ge den

på 5 V/1A som ansluts till kontakten K5.

Själva bygget

Komponentplaceringsritningen för det kretskort som designats för interfacekortet visas i figur 4. Du kan hämta en pdf-fil med kretskortslayouten gratis från vår websida. Att bestycka kortet är inga problem eftersom vi bara har använt traditionella benkomponenter.

Ball & Beam PC-program

Det program som utvecklats för detta projekt implementerar en diskret PID-kontroller med en F_s (samplingfrekvens) på 10 Hz. Matematiken för PID visas i textrutan *PID-matematik*. PC-programmet kan också hämtas gratis från vår websida.

Alla PID-parametrar kan styras och observeras i programmet, se figur 5. Nedan ger vi en kort beskrivning av programmet.

- **MAIN.** Med hjälp av START startar du systemet och med PAUSE stoppar du det. Du kan justera referensen (det önskade läget för kulan i rännan) med $r(n)$.

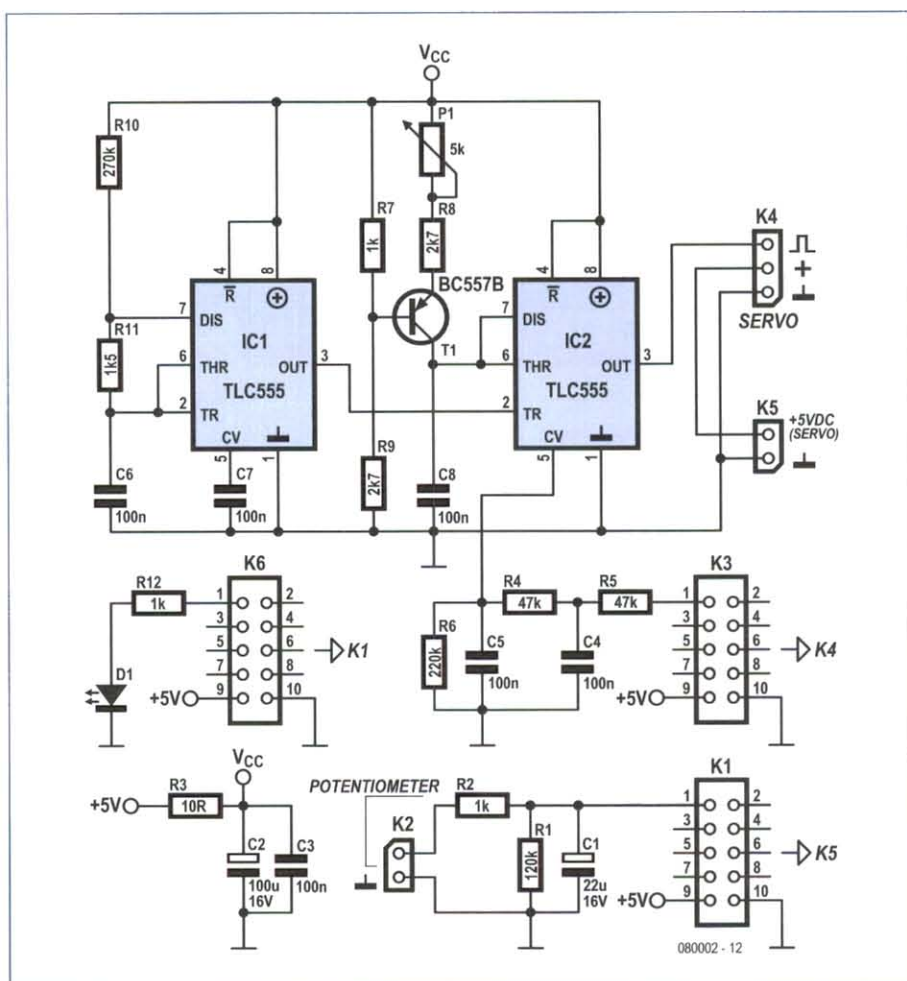
- **PARAMETERS.** Här kan PID-kontrollernas k_p , k_i , och k_d konstanter justeras. För var och en av dessa finns det två skalor: 1 och 10.

- **VARIABLE CHART.** Detta visar utvecklingen av $r(n)$, $y(n)$, $e(n)$, $u(n)$ signalerna. Dessa är, respektive, det sanna värdet för kulan på rännan; error och PID-kontrollerutgångarna till servot. Skalans start och slutsiffror förblir svarta om värdet är positivt och ändras till rött för negativa värden.

- **TERM CHART.** här kan du titta på utvecklingen av proportional, integral, derivattermerna (PID) som en del av kontrollmatematiken. Som tidigare så är svart positiva och rött negativa värden.

- **EXPRESSIONS:** I en ruta kan du se de matematiska uttryck som används för implementeringen av PID-kontrollern.

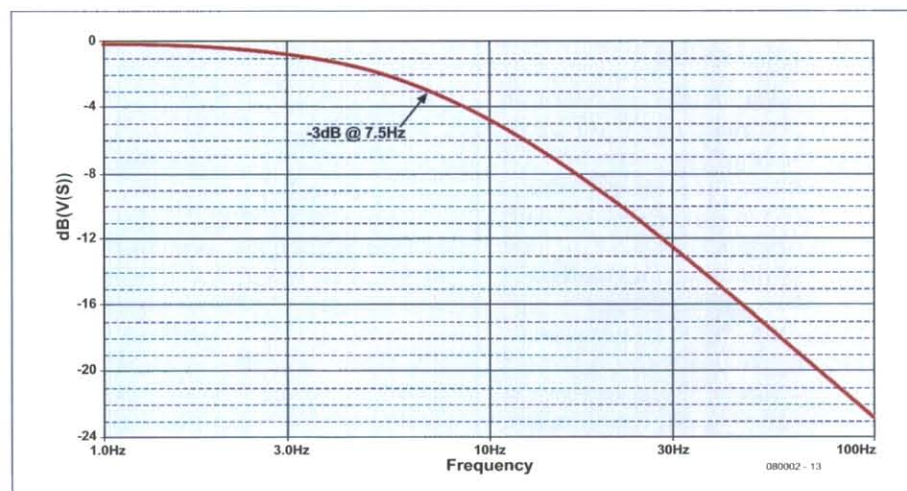
- **GRAPH.** Det finns två diagram, det första är hela systemets blockschema som består av den diskreta PID-kontrollern (implementeras av mjukvaran i Ball & Beamprogrammet), en D/A-omvandlare och en A/D-omvandlare (båda på USB-kortet) samt 'continuous



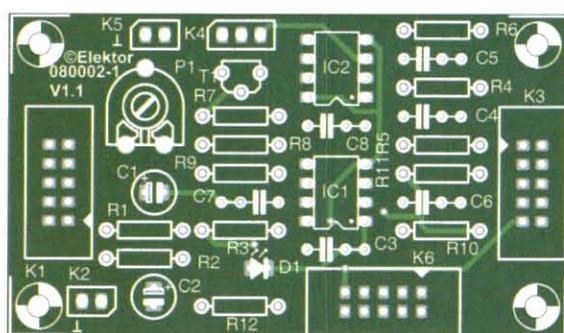
Figur 2. Kretsschemat över Ball & Beam interfacekort.

plant' varmed avses den mekaniska delen av Ball & Beam. Ball & Beam interfacekort anpassar bara USB-insamlingskortet till den mekaniska delen och det är därför det inte syns i blockschemat.

Det andra diagrammet, som syns i den nedre delen av skärmen, visar utvecklingen av en vald (n) funktion över tiden. Signalen kan vara vilken som helst av dem som är inkluderade i VARIABLE eller TERM CHART. De



Figur 3. Frekvensresponsen hos filtret som designats för trådpotentiometern.



Figur 4. Krets-kortsdesignen för interfacet. Layouten kan hämtas gratis från vår websida.

KOMPONENTLISTA

Motstånd

R1 = 120kΩ
R2,R7,R12 = 1kΩ
R3 = 10Ω
R4,R5 = 47kΩ
R6 = 220kΩ
R8,R9 = 2kΩ
R10 = 270kΩ
R11 = 1kΩ
P1 = 5kΩ trimpot

Kondensatorer

C1 = 22μF 16V radial
C2 = 100μF 16V radial
C3,C6,C7,C8 = 100nF
C4,C5 = 100nF

Halvledare

D1 = LED, lågströms, 3mm
T1 = BC557B
IC1,IC2 = TLC555 eller ICM7555 (använd aldrig en vanlig 555)

Övrigt

K1,K3,K6 = 10-pol stifttag
K2,K5 = 2-pol SIL stiftlist
K4 = 3-pol SIL stiftlist
Krets-kort 080002-1 från www.thepcbshop.com
Krets-kortslayout gratis från www.alltomelektronik.se
Mjukvara gratis från www.alltomelektronik.se

visas när du klickar på dess namn. Programmet skrevs med hjälp av C++/CLI med den fria Visual C++ 2008 (Express Edition) kompilatorn. Den viktigaste funktionen kallas 'Void timer1_Tick' och hittas i arkivet 'Form1.h'. I denna funktion sitter, bland annat, den diskreta PID-kontrollerkoden. Gratisprogrammet .NET XYGraph användes också för styrning av componentXtra.com.

Ball & Beam mekaniken

Komponentlista, bilder och detaljer angående den mekaniska konstruktionen kan laddas ner gratis från vår websida och filen heter 080002-W.zip. I dokumentet (som är på engelska) finns också en intressant diskussion när det gäller att välja material för kulan (stål) och dess vikt, ungefär 64 gram. Rännan har två trådar tillverkade av nickel-krom (NiCr 80%/20%) mellan vilka kulan rullar. Stålkulan representerar löparen och det hela fungerar som en linjär potentiometer (reostat) vilket är perfekt för att bestämma kulans läge i rännan. Motståndstråden används normalt för att tillverka och

reparera värmeelement. Tråden har en diameter på 0,5 mm. Resistiviteten för 80%/20% nickel-kromtråd är ungefär 1.1 Ω mm²/m. Då rännans längd är 40 cm blir resistensen

$$R = \rho \cdot \frac{L}{S} = 1.1 \cdot \frac{40 \cdot 10^{-2}}{196.35 \cdot 10^{-3}} = 2.24 \Omega$$

$$S = \pi \cdot r^2 =$$

$$\pi \cdot \left(\frac{0.5}{2}\right)^2 = 196.35 \text{ mm}^2$$

Hur detta fungerar som en potentiometer visas i figur 6. Om kulan är vid den vänstra ändan av rännan så är spänningen mellan trådarna (nästan) 0 V. Denna spänning kommer att öka när kulan rör sig åt höger till en max-spänning på ungefär 1,3 V. Det servo som använts är ett Futaba S148 (eller liknande). Det ansluts till K4 på Ball & Beam interfacekort. Servots vita kopplingstråd ansluts till stift 1 på

K4, den röda till stift 2 och den svarta till stift 3.

Att komma igång

Anslutningarna av USB datainsamlings-kortet till en PC och installationen av motsvarande drivare förklaras i [1]. När USB-insamlingskortet är installerat så kan du starta Ball & Beam PC Program. Se till att applikationen är stoppad (Status: STOP). Anslut en extern strömförsörjning på 5 V/1 A och justera trimpotentiometern P1 tills 'C' armen (se det mekaniska monteringsdokumentet) ligger horisontellt — rännan måste också vara horisontell. Klicka på 'START'-knappen (Status: RUN); detta tar kontrollerna $r(n)$ och kp till deras högsta lägen (den senare i x10 skalan) medan du kollar att 'C' armen ligger på en vinkel av 30° till 50° i förhållande till basen. Stoppa sedan applikationen (Status:STOP).

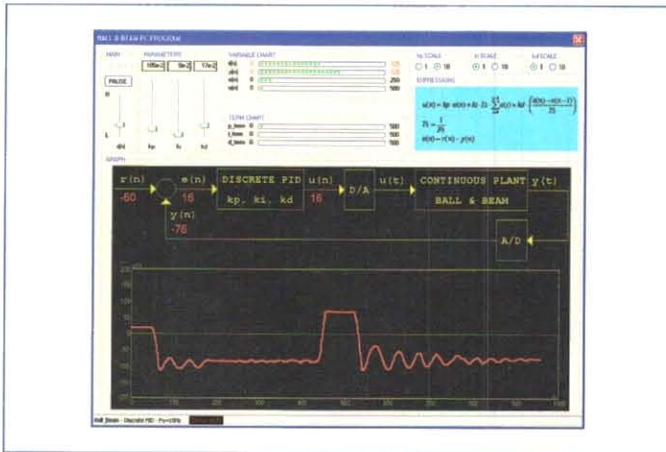
Lägg nu en kula i rännan och anslut hjälpspänningen på 5 V/1A. Flytta kulan för hand längst till höger, håll kvar den där och anteckna den spänning som kan uppmätas över motståndet R2. Denna skall vara ca 1,3 V. Justera nu hjälpspänningen för att få exakt 1,3 V. Nu är allting klart för ett första försök.

Jungfruturen

Tryck på 'START'-knappen i programmet och dra referensen $r(n)$ till mitten. Hög långsamt proportionalkonstanten kp tills kulan rör sig långsamt i rännan. Öka försiktigt derivatkonstanten tills kulan är stabil. När den är detta så ge den en lätt knuff med handen — systemet skall nu reagera med att hålla kulan stabiliserad.

Öka nu integralkonstanten lite grann undan för undan tills felet är eliminerat och kulan är lika stadig som tidigare, men denna gång ungefär i mitten av rännan. Klart! PID in action... Berätta nu för alla kompisar på högskolan eller på Elektors forum (www.elektor.com). Härifrån kan du och dina klasskamrater experimentera så mycket ni önskar, till exempel:

- välja olika positioner för kulan med hjälp av $r(n)$.
- Få systemet att reagera långsammare eller snabbare, med ökad eller minskad noggrannhet, med större eller mindre tendens att självsvänga osv. genom att ändra kp , kd och ki .
- studera systemets matematik och justera konstanterna för att bestämma startförhållandena.



Figur 5. Ball & Beam PC-mjukvara i aktion.

Mumma för C++ programmerare och en hel del skruvande för att få kulan stabil i rännan!

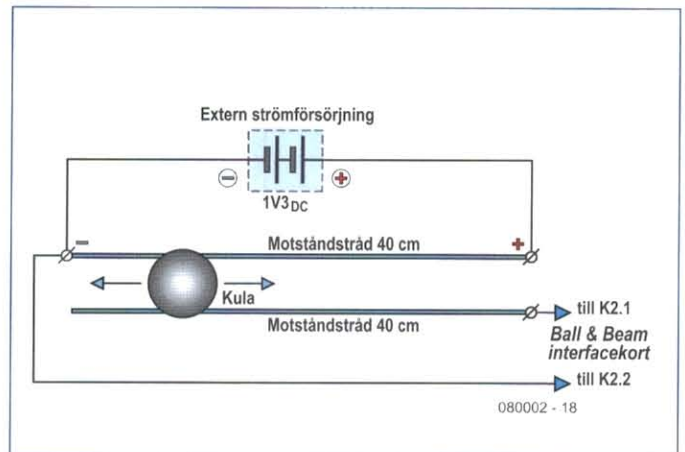


Figure 6. Kulans läge i rännan läses av en gör-det-självreostat eller trådpotentiometer.

Dimensionering av monovippans IC2

Den förväntade signalen vid monovippans utgång (pinne 3 hos IC2) är:



Om vi ger lite spelrum för ytterlägena beräknas servots tidsområde på 1.0 - 2.0 från:

$$t_{PULSE} = \frac{C8 \cdot U_{CV}}{I_{Q1}}$$

$$U_{CV} = 5 \cdot \frac{(2 \cdot R) \parallel R6 \parallel (R4 + R5)}{R + [(2 \cdot R) \parallel R6 \parallel (R4 + R5)]} + U_{CCP1} \cdot \frac{R \parallel R6 \parallel (2 \cdot R)}{(R4 + R5) + [R \parallel R6 \parallel (2 \cdot R)]} = 1.65 + 0.54 \cdot U_{CCP1}$$

R=100K

$$I_{Q1(\alpha=0.2)} = \frac{\left(\frac{5 \cdot R7}{R9 + R7} - U_{\gamma} \right)}{(R8 + \alpha \cdot P1)} = 203 \text{ A}$$

$U_{\gamma}=0.6V$

$$t_{PULSE} = \frac{C8 \cdot U_{CV}}{I_{Q1}} = \frac{100nF \cdot (1.65 + 0.54 \cdot U_{CCP1})}{203 \text{ A}} = \begin{matrix} 0.8ms @ U_{CCP1} = 0V \\ 1.5ms @ U_{CCP1} = 2.5V \\ 2.1ms @ U_{CCP1} = 5V \end{matrix}$$

Notera att variationen hos t_{PULSE} är linjär i förhållande till U_{CCP1} . I praktiken ligger pulslängden efter justering av P1 väl innanför området 1 ms till 2 ms.

Om allting fungera så långt så måste du fråga dig själv om du har korrekt matningsspänning till Ball & Beam interfacekortet och till servot, detta skall ha 5 V/1 A från en extern strömförsörjningskälla.

Slutligen, matar du trådpotentiometern med en extern spänning på ca 1,3 V och med en minimiström på 1 A? Om du gör det så är det bara kvar att kolla den mekaniska konstruktionen.

(090002-1)

PID-matematik

$$u(n) = k_p \cdot e(n) + k_i \cdot T_s \cdot \sum_{i=0}^{n-1} e(i) + k_d \cdot \left(\frac{e(n) - e(n-1)}{T_s} \right)$$

$$T_s = \frac{1}{F_s}$$

$$e(n) = r(n) - y(n)$$

Referens

[1] USB datainsamlingskort, Elektor/Allt om Elektronik 7/2007.

Om författarna

Jose Luis Rupérez Fombellida och José Manuel Escobosa Bravo är lärare i elektronik vid San Blas Secondary School, Madrid, Spanien.

DCC Command Station



Digital modellstyrning med ARM7 mikro

Patrick Smout

Elektroniken breder ut sig mer och mer inom modelljärnvägarna. Tågen styrs numera med digitala koder och i många fall kan hela anläggningen köras från en dator. I denna artikel presenterar vi en design för den enhet som bildar hjärtat i en digitalt styrd modelljärnväg: DCC Command Station. Datorkraften i denna design kommer från en högpresterande ARM7-processor.

Ett av nyckelelementen hos en digitalt styrd modelljärnväg är den körkontroll som producerar de digitala signalerna för att kontrollera loket. Denna enhet har också flera sekundära funktioner, som att kommunicera med en PC. I denna artikel beskriver vi en körkontroll (kallas för 'Command Station' med digital modelljärnvägsjargong) som använder DCC-standarden och som är byggd runt den kraftfulla ARM7-processor, som också användes i Elektors 'ARMee-kort'.

Först en kort introduktion till ämnet. Med konventionell analog styrning av en modelljärnvägsanläggning bestäms lokets hastighet genom att variera spänningen i rälsen. Det enklaste arrangemanget består av en transformator och en potentiometer, eventuellt kompletterat med en likriktare. Mer avancerade system använder pulsbreddmodulerade (PWM) signaler. Den principiella fördelen med denna lösning är förbättrade köregenskaper. Detta är mycket trevligt, men även med dessa system är det ganska

svårt att styra andra funktioner i ett lok, som ljudeffekter, rökgenerator eller belysning.

Om en dekoder (avkodare) monteras i loket och transformatorn ersätts med en elektronisk styrenhet med en 'booster' så går vi in i den digitalt styrda modelljärnvägsvärlden.

Den elektroniska styrenhet som gör allt detta möjligt kallas för en 'Command Station'. Den Command Station som vi beskriver här är lämplig för system som utnyttjar vad som kallas 'DCC-standarden'. DCC är inte den enda metoden för digital styrning av modelljärnvägar, men det är en av få metoder som inte är knutna till någon specifik tillverkare.

Fördelarna med digital tågstyrning kan man sammanfatta så här:

- Dramatiskt förbättrade köregenskaper, speciellt vid låg hastighet och i uppförsbackar..
- Individuellt switchbara extrafunktioner såsom ljudgeneratorer, rökgeneratorer, fjärravkoppling av vag-

nar och fjärrstyrning av belysningen (även när tåget står still).

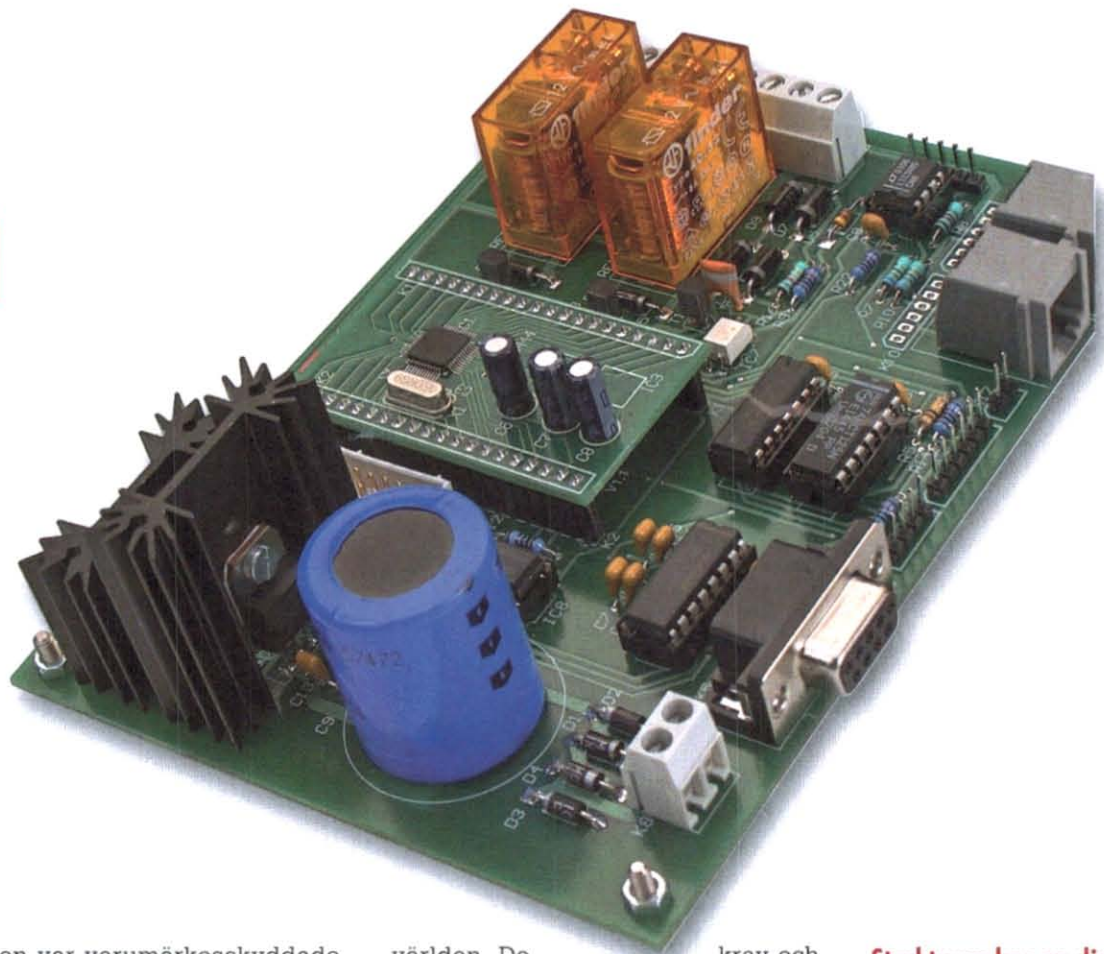
- Flera tåg kan färdas på samma spår eller inom samma spårsektion (block) samtidigt.
- En dator kan anslutas för att göra det enkelt att automatisera styr- och säkerhetssfunktioner.

En extra fördel med det system som beskrivs här är:

- Standarden är mycket utbredd och därför kan produkter från olika tillverkare användas i samma system.

En kort genomgång av DCC

I motsats till vad du kanske tror så är DCC (som står för Digital Command Control) inte något nytt. DCC:s historia går tillbaka till slutet av 1980-talet. Vid den tiden letade en arbetsgrupp inom NMRA (National Model Railroad Association), en paraplyorganisation för modelljärnvägsentusiaster i USA, efter en standard som kunde användas för digital styrning av modelltåg. De kommersiella system som fanns på



den tiden var varumärkesskyddade och helt inkompatibla med varandra.

Efter en omfattande genomgång av de befintliga systemen så fastnade NMRA i början av 1990-talet för ett system som utvecklats av Lenz, ett tyskt företag. Tillförlitlig dataöverföring och störningsfri funktion var naturligtvis de viktigaste kriterierna när det gällde detta val. Dessutom skulle självklart den nya standarden utvecklas tillsammans med den tillgängliga tekniken och tillfredsställa de nya krav som hela tiden uppstår inom modell-järnvägs-

världen. De krav och de förväntningar som den nya standarden måste uppfylla specificerades av DCC-arbetsgruppen inom NMRA i dokument som kallades för 'Standards' och 'Recommended Practices' (RP). De elektriska egenskaper som signalerna måste uppfylla såväl som formen och innehållet hos överförda data är precis definierade.

Bland annat så definieras de krav som måste uppfyllas av de digitala förstärkare (boosters) som förser modelljärnvägen med ström.

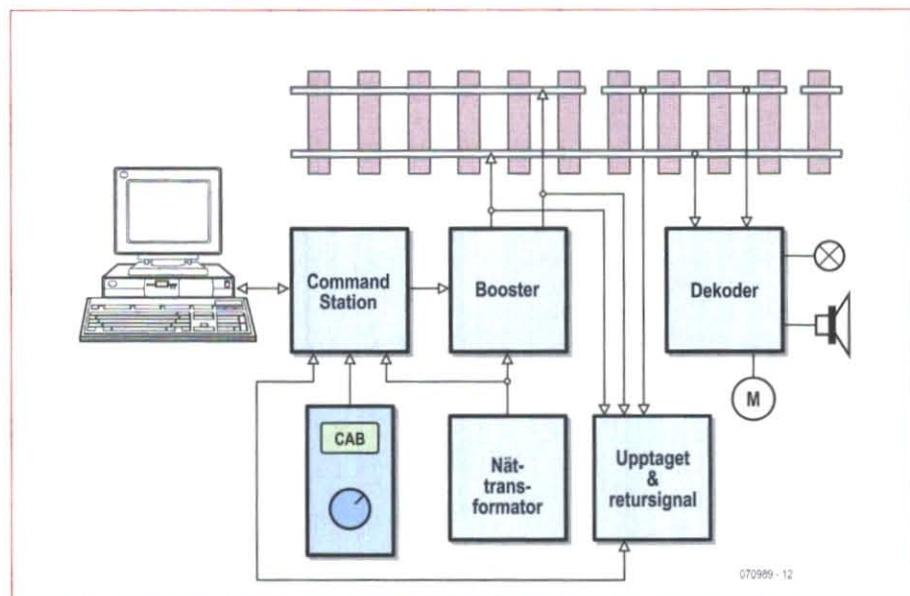
Strukturen hos en digital styrd modelljärnväg

En digitalt styrd modelljärnväg består av följande funktionsblock (figur 1):

- **Transformator.** Varje system behöver en kraftkälla

- **Dekoder.** Denna behandlar de signaler som kommer från Command Station och som placeras på spåret av boostern. En dekoder kan vara placerad i ett lok (lokdekoder), men kan också användas på en fast plats för att styra komponenter som växlar och signaler och kallas då också växel- eller signaldekoder. En anmärkningsvärd aspekt hos dessa dekoder är att spänningen och de digitala signalerna leds i samma ledare och det behövs därför inga särskilda ledare för strömförsörjningen. Då varje dekoder har en unik, konfigurerbar, adress så är det lätt att ansluta flera dekoder till samma spår. Varje dekoder reagerar bara på information som är avsedd för just den.

- **Upptaget- och feedbackdetektorer** Dessa används för att hålla reda på vilka delar av banan som är upptagna och vilka delar som är lediga. För detta ändamål delas banan in i ett antal små sektioner där en räl i varje sektion är elektriskt isolerad från intilliggande sektioner. Den isolerade rälen i varje sektion är ansluten till en upptagetkrets. I sin enklaste form är detta en strömdetektor. Om en sek-



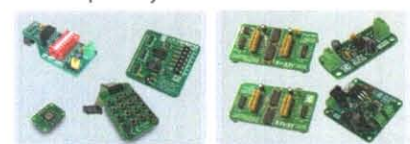
Figur 1. Blockschemat för ett modelljärnvägssystem med digital styrning.



The system supports 8, 14, 20, 28 and 40 pin microcontrollers (comes with ATMEGA16). Each jumper element and pin is clearly marked on the board. It is possible to test most industrial peripherals on the system: temperature controllers, counters, timers etc. Touch screen controller with connector is available on-board. **EasyAVR5A** is an easy-to-use Atmel AVR development system. On-board USB 2.0 programmer makes your development easy. Examples in **BASIC** and **Pascal** language are provided with the board.

The system supports **64-pin** and **100-pin** AVR microcontrollers (comes with ATMEGA128 working at 10MHz). Ready to go examples guarantee successful use of the system. BIGAVR2 is an easy to use Atmel AVR development system. BIGAVR2 has many features that makes your development easy. You can choose between USB or External Power supply. BIGAVR2 also supports Character LCD as well as Graphic LCD. **Touch screen** controller with connector is available on board.

A wide range of additional daughter-boards for development systems



ADC Board -
12-bit analog-to-digital
converter (ADC) with 4 inputs

DAC Board -
12-bit digital-to-analog
converter (DAC) with SPI

Keypad 4x4 Board -
Add keypad to your
application.

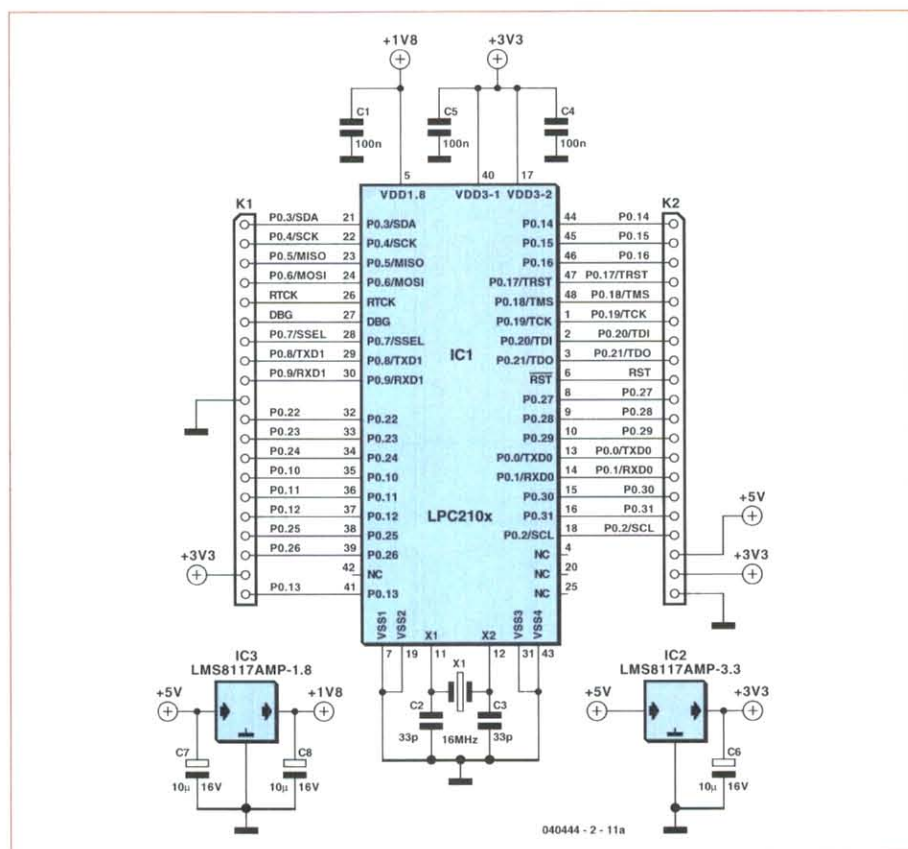
Accel. Board -
Accel. is an electronic device
that measures acceleration
forces.

5V-3.3V Voltage Translator - Use 5V in 3.3V voltage systems with LVCC3245A 8-bit non-inverting bus transceiver on-board.

3.3VReg Board -
Voltage regulators. Specifically designed for use in low input voltage applications.

5V-3.3VReg Board -
This regulator can provide local on-card regulation changing your voltage from AC/DC 8-16V to 5V or 3.3V.

Please visit our web page for more info
<http://www.mikroe.com>



Figur 2b. Kretsschemat för ARM-modulen.

● **Handkontroll.** Handkontrollen ersätter det traditionella vridreglaget på transformatorn och har också en del extra funktioner som att styra belysningen och ljudeffekterna. Varje kontroll kan styra sitt eget lok, men det är också möjligt att styra flera lok från en enda kontroll.

Figur 2a. Kretsschemat för DCC Command Station. ARM-modulen är monterad på kontakterna K1 och K2.

● **Booster.** Då ett någorlunda stort modelljärnvägssystem kan förbruka en ansevärd mängd ström så används en eller flera strömförstärkare, så kallade boosters, för att försörja banan. Om flera förstärkare används så drivs alla från samma Command Station. I detta fall försörjer varje booster en del av spåranläggningen.

● **Command Station:** Hjärtat i systemet. Dess viktigaste uppgift är att generera de digitala signaler som styr lokomotiven och alla andra digitala komponenter i modelljärnvägssystemet. Dessutom tar Command Station hand om kommunikationen med en eller flera handkontroller, vilka normalt är anslutna till en buss. Den buss som används här kallas för XpressNET, som är en så kallad pollad single-master EIA 485 buss. En länk till feedbackkretsen för upptaget spår är också viktig. En separat buss kan användas

DCC: Vad och hur

DCC-signal består av en växelspanning (AC) i vilken den digitala informationen är kodad i längderna hos en serie pulser.

Bredden på en halv bit för en '1' är 50 µs och överföringstiden för en '1' är således 116 µs.

Bredden för en halv bit för en '0' är minst 100 µs. I princip skall de två halva bit-tiderna för en '0' vara desamma för att undvika att en likspänning (DC) produceras på rälsen. Standarden tillåter dock töjning av '0' bitarna för att avsiktligt kunna överlagra en DC-spänning på spänningen till rälsen. Denna likspänning kan användas för att köra ett analogt lok utan dekoder på spåret samtidigt. Denna möjlighet finns inte i den Command Station som beskrivs här och bredden på en halv bit för en '0' är fixerad till 116 µs. Överföringstiden för en '0' bit är således 232 µs med denna Command Station.

Meddelanden sänds i form av datapaket. Strukturen hos ett standardpaket kan kort beskrivas så här:

- Preamble: en serie med minst 14 '1' bitar som föregår starten av ett nytt paket.
- Packet Start Bit: en '0' bit som markerar slutet på preamble och starten av adressen.
- Address Byte: en serie om 8 bitar som indikerar adressen (eller del av adressen) till den dekoder som skall ha data.
- Data Byte Start Bit: en '0' bit som markerar starten av data.
- Data Bytes: flera grupper om 8 databitar med '0' bitar som separatorer mellan grupperna. Denna del av paketet innehåller den supplementära adressen, instruktioner, data och en checksumma.
- Packet End Bit: en '1' bit som markerar slutet på paketet.

Exempel:

En order för att ställa in färdriktningen och hastigheten (i 28 individuella steg) konstrueras på följande sätt:

11111111111111	0	AAAAAAA	0	01DSSSSS	0	EEEEEEEE	1
Preamble		Address		Instruction		Checksum	

AAAAAAA Adressen till loket som skall ha instruktionen

D Färdriktning (1 = framåt)

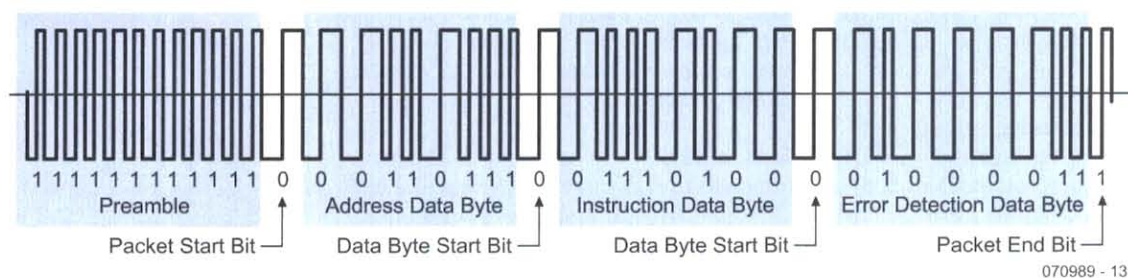
SSSSS Hastighet

EEEEEEEE Checksum (XOR hos föregående byte exklusive preamble – i detta fall [AAAAAAA] ^ [01DSSSSS])

En bitström för att få lok 83 för att röra sig framåt med hastigheten 0 får således formen:

11111111111111	0	01010011	0	01100000	0	00110011	1
----------------	---	----------	---	----------	---	----------	---

Signalens vågform för en order kan se ut så här:



070989 - 13

En komplett beskrivning av standarden inklusive en sammanfattning av alla instruktioner finns tillgänglig på NMRA:s websida (www.nmra.org) på aktivitetssidan för DCC-arbetsgruppen.

das för detta ändamål, men i praktiken delar dessa enheter ofta samma buss. Vi bestämde oss för att använda en separat buss för detta i vår design, S88-bussen.

Slutligen finns det en länk till datorn och i detta fall är det en RS232-port. Tack vare användningen av ett öppet protokoll som stöds av flera olika mjukvarupaket så är alla expansioner helt problemfria.

Kretsschemat

Den krets som visas i figur 2 är byggd runt en LP2106. Detta är en kraftfull 16/32-bitars NXP-mikrokontroller baserad på en ARM7TDMI-S processorkärna med en maximal klockhastighet på 60 MHz. Mikrokontrollern har 128 kB Flash-EEPROM och 64 kB RAM, vilket är mer än tillräckligt för många projekt. Det finns också två 16C550-

kompatibla serieportar, två universella 16-bitars timers, ett I²C-interface, och ett SPI-interface. Upp till 32 I/O-linjer finns tillgängliga för kommunikation med världen utanför processorn.

Mikrokontrollern visas i mitten av kretsschemat i form av ett separat dotterkort. Praktiskt taget alla viktiga signaler matas ut via två kontakter (K1 och K2). Kortet försörjs med +5 V. De matningsspänningar på 1,8 V och 3,3 V

som krävs av mikrokontrollern genereras på kortet. Matningen på 3,3 V finns också tillgänglig via kontaktarna för I/O-enheter som vill ha en lägre matningsspänning.

Tyvärr har inte LPC2106 något internt EEPROM. Då rätt mycket måste lagras i icke-flyktigt minne i Command Station så löste vi detta tillkortakommande med hjälp av ett litet externt EEPROM (IC8 8 k x 8). Och lyckligtvis är länken till mikrokontrollern ganska enkel eftersom vi kan dra fördel av mikrokontrollerns standard I²C-interface. Då det bara finns en enhet på I²C-bussen så behövs det ingen adressering och adresspinnarna E0, E1 och E2 hos EEPROM:et är dragna till jord. R12 och R13 är pull-upmotstånd som behövs för att få korrekt bussfunktion.

Ett RS232-interface har lagts till för kommunikation med en dator. Hälften av en MAX3232 matad från 3,3-V linjen ger nivåskiftningen för sändning- och mottagarlinjerna hos UART 0. Genom att använda UART 0 för datorlänken får vi också ett bekvämt sätt att ladda ner ny mjukvara via den inbyggda bootloadern. Stifttilldelningen på K5 motsvarar den för ett modem och därför kan en standard modemkabel (finns att köpa i varenda datorbutik) användas för anslutningen mellan styrenheten och datorn.

Den andra halvan hos MAX3232 ger den nivåskiftning som är nödvändig för drivningen av en extern booster. Denna signal matas ut via K4. Denna kontakt har också ett stift för en kortslutningssignal. Om signalen på stift 1 dras till jord (av boostern) kommer styrenheten att koppla bort utgången.

Anslutningarna för handkontrollern, som drivs via XpressNET, är placerade till höger. Hårdvaran är en standard EIA 485-port implementering. Drivaren IC8 (LTC1485) ger signalformningen. Motståndet R8 ser till att denna linje är terminerad på korrekt sätt. Även om detta inte är speciellt kritiskt med den datahastighet som används här så är det bäst att vara på den säkra sidan. Motstånden R7 och R8 håller sändar- och mottagarlinjerna i ett definierat tillstånd när de inte drivs av någon enhet på bussen. Detta hindrar mottagarna från att plocka upp ogiltiga data på grund av störningar kopplade till flytande datalinjer. Modulkontakter av typ RJ-12 6P/4C eller vanliga plugg-och-sockelkontakter kan användas för att ansluta handkontrollerna till nätverket.

Det finns två reläer längst ner i sche-

mat. Kontaktarna hos relä Re2 kan användas för att ansluta spårspänningen från boostern till huvudlinjen medan kontaktarna hos Re1 kan användas för att ansluta boosterutgången till ett separat programmeringsspar. Detta relä aktiveras bara om Command Station tar emot speciella programmeringsinstruktioner från programmeringsmjukvara. När detta sker kopplas relä Re2 bort. Detta ser till att programmeringsinstruktionerna för ett lok som står på programmeringsspar inte sänds till de övriga loken på huvudspåret också.

Skillnaden i den avsedda användningen hos de två reläerna är skälet till den ytterligare kretsen runt Re1. Detta är en enkel strömdetektor som känner av de bekräftelsepulser (acknowledge) som genereras av dekodern under en programmeringssession. En bekräftelsepuls genereras genom att låta strömförbrukningen stiga till minst 60 mA under en viss definierad tid, ungefär 6 ms, till exempel genom att kortvarigt switcha till motorn. Närvaron (eller frånvaron) av dessa bekräftelsepulser får styrenheten att sätta ihop responsen från dekodern. Dekoderströmmen flyter genom R16 under programmeringssessionen. Detta motstånd bestämmer således känsligheten hos detektorn. Fyra snabba dioder (två par med dioder (två antiparallellkopplade par med dioder eftersom spårboostern lämnar en växelspanning) begränsar spänningen över avkänningsmotståndet till dubbla deras framspänningsfall. Två dioder kopplade i serie används här för att se till att T1 kan drivas till att börja leda vid en lämplig nivå. R11 och C4 bildar ett lågpasfilter som undertrycket brus-pulser. LED:en i optokopplaren IC7 drivs av signalen vid kollektorn hos T1. Kollektorströmmen, och således strömmen genom lysdioden, bestäms av motståndet R15. Optokopplaren (som ger elektrisk isolering från spänningen till skenorna) lämnar bekräftelsepulserna till mikrokontrollern.

Kontakten K11 används för JTAG-porten. S1 är resetknappen. Om du vill utveckla din egen mjukvara för detta projekt, och om du har de rätta verktygen, kan du använda denna port för att ladda ner och avbugga programkoden. Den används inte under normal användning av modelljärnvägen.

Kretsen matas från en transformator med en sekundärspänning på 13 till 14 V ansluten till K8. En transformator på 16 till 20 VA är mer än tillräckligt. En modelljärnvägsstransformator

With useful implemented peripherals, plentiful practical code examples and a broad set of add-on boards, mikroElektronika development boards make fast and reliable tools that can satisfy the needs of experienced engineers and beginners alike.

EasyPIC5 with on-board In-Circuit **USB2.0** programmer & debugger



EasyPIC5 supports 8-, 14-, 18-, 20-, 28- and 40-pin PIC microcontrollers (comes with the PIC16F887). The mikroICD (In-circuit Debugger) enables very efficient debugging. Examples in C, BASIC and Pascal language are provided with the board. EasyPIC5 comes with the following printed documentation: EasyPIC5 Manual, PICFlash2 Manual and mikroICD Manual.

BIGPIC5 with on-board In-Circuit **USB2.0** programmer & debugger



System supports the latest (64) and 80-pin PIC microcontrollers (comes with PIC18F8520). Many of ready to go examples in C, BASIC and Pascal language guarantee successful use of the system. A Touch screen controller with connector is available on board. This development board has an on-board ultra fast USB 2.0 programmer, mikroICD (In-circuit Debugger) and integrated connectors for MMC/SD memory cards, 2 x RS232 port, RS485, CAN, on-board RTC, PS/2 connector, DAC etc...

Add-On Boards

A wide range of additional daughter-boards for development systems



Digital POT - MCP41010 SPI
Interfaced digital
potentiometer.

SmartMP3 Board - VS1001k
MP3 decoder with SPI
interface.

Serial 7-seg Display 2 Board -
MAX7219 SPI Interfaced
LED Display Drivers with 8
Common-Cathode LED
Displays

LightToFreq Board -
TSL230BR programmable
light-to-frequency converter.

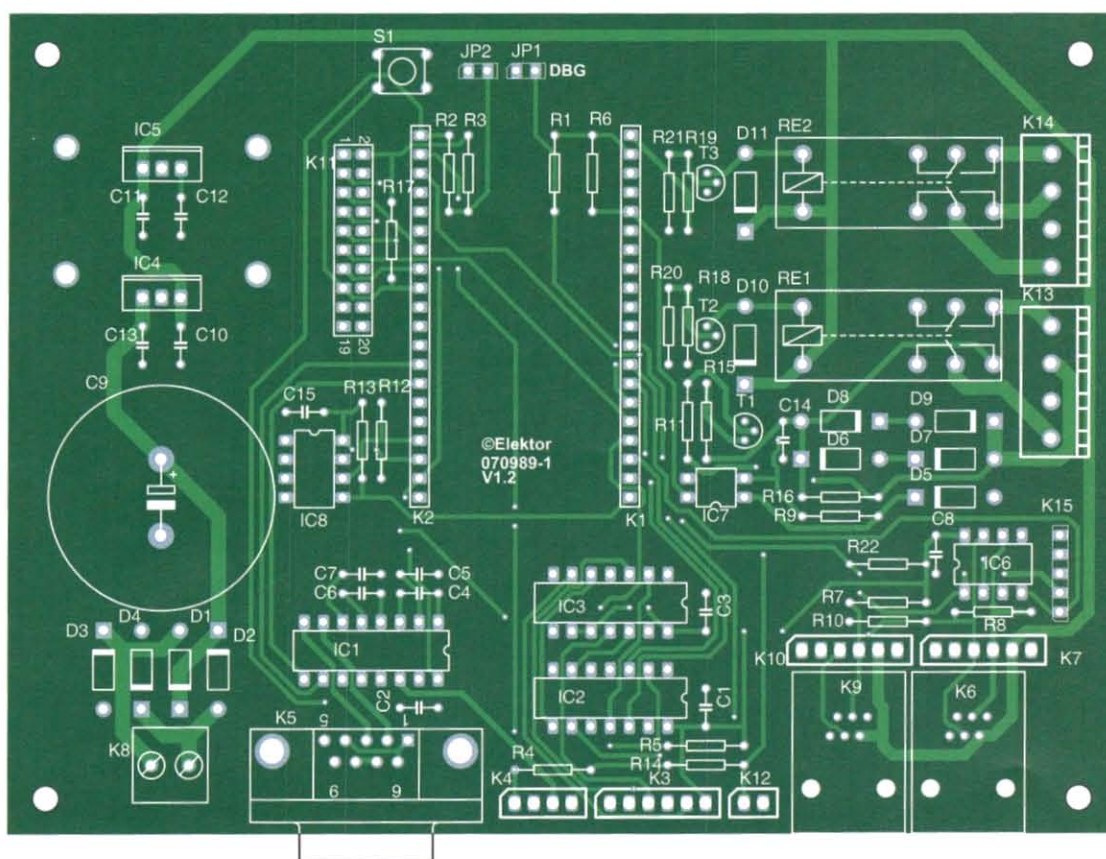
CAN-1 Board -
Interfaces CAN via MCP2551.

CANSPI Board -
Makes CAN network with SPI
interface.

RS485 Board -
Connects devices into RS-485
network

Serial Ethernet -
Make ethernet network with
SPI interface (ENC28J60).

Please visit our web page for more info
<http://www.mikroe.com>



Figur 3. Kretskortet har designats med gott om utrymme så att det skall vara lätt att bestycka.

av standardtyp är inte speciellt lämplig för detta ändamål eftersom den har en något högre utgångsspänning (14–16 V_{AC}), vilket får IC4 att bli ganska varm. Transformatorspänningen helvågsläms av en uppsättning med fyra dioder och likspänningen glättas av C9. Denna spänning minskar sedan i två steg, först till +12 V och sedan

till +5 V. 12-V matningen används direkt för att mata de två reläerna och de handkontroller som är anslutna till XpressNET-bussen. Matningsspänningen på +5-VB matar mikrokontrollern och dess kringlogik. Fyra keramiska kondensatorer ger effektiv dämpning av oönskad oscillering. Kretsen runt IC2 och IC3 används för

att läsa data från S88:ans feedbackdetektorer. S88-bussen är designad som ett gigantiskt skiftregister som består av S/R-vippor hos de individuella feedbackdetektorerna som registrerar deras upptaget/ledig information tills de har lästs av seriellt. Det mesta av detta arbete utförs av mjukvaran som körs i mikrokontrollern. Bidraget från

KOMPONENTLISTA

Motstånd

R1, R3, R4, R6, R9, R14, R17–R22 = 10 kΩ
R2 = 470 Ω
R5 = 100 kΩ
R7, R10 = 680 Ω
R8 = 120 Ω
R11, R12, R13 = 1 kΩ
R15 = 100 Ω
R16 = 8 Ω

Kondensatorer

C1–C8, C10=C13, C15 = 100 nF
C9 = 4700 μF 40V radial
C14 = 390 pF

Halvledare

D1–D4, D10, D11 = 1N4001
D5 = 1N4148

D6–D9 = BYW100-200

T1, T2, T3 = BC547

IC1 = MAX3232CPE

IC2 = 74HCT125

IC3 = 74LS125

IC4 = 7812

IC5 = 7805

IC6 = LTC1485CN

IC7 = TLP521-1

IC8 = 24C64

Övrigt

S1 = tryckknapp, 6mm, för kretskort

RE1, RE2 = 12-V relä, 2x växlande, t.ex.

Finder typ 40.52

Kylelement, Fischer typ SK104, 25mm, för

IC5

Kylelement, Fischer typ SK104, 35mm, för

IC4

K1, K2 = 20-pol SIL stifttag

K3, K7, K10 = 6-pol SIL stiftlist

K4 = 4-pol SIL stiftlist

K5 = 9-pol sub-D sockel (hona), vinklade stift för kretskort

K8 = 2-pol kopplingsplint, raster 5mm

K6, K9 = 6P4C modulkontakt för kretskort, t.ex. Hirose TM5RE1-66

K11 = 20-pol DIL stiftlist

K12, JP1, JP2 = 2-pol stiftlist

K13, K14 = 4-pol kopplingsplint, raster 5mm

K15 = 5-pol SIL stiftlist

ARM CPU-modul (oprogrammerad);

Elektor SHOP nr **040444-91**

Kretskort Elektor SHOP nr **070989-11**

Komponentsats inkl. programmerad ARM-

modul; Elektor SHOP nr **070989-71**

(se www.alltomelektronik.se)

hårdvaran i denna process begränsas till att buffra styrsignalerna. IC3 buffrar de utgående signalerna (Clk, Load, och Reset) medan IC2 buffrar den inkommande signalen (Data). De seriella data klockas med en hastighet på 5 kHz. Med det maximala antalet detektorer som kan anslutas till bussen (4096 ingångar) betyder detta att en full uppsättning ingångar kan läsas tio gånger varje sekund. Detta fungerar på följande sätt:

- Data lämnade till feedbackdetektorerna i parallellt format laddas från S/R-vipporna in i skiftregistret genom att göra Loadsignalen hög och lägga en klockpuls på Clk-linjen.
- S/R-vipporna återställs genom att göra Reset hög och därefter är de redo att registrera nya data.
- Mikrokontrollern läser sedan in dessa seriedata genom att lägga en serie klockpulser på Clk-linjen..

Dessa signaler skickas ut via en 6-polig kontakt (K3). Matningsspänningen på +5-V på denna kontakt används för att mata de anslutna feed-backdetektorerna.

Slutligen finns det ytterligare en kontakt (K15) nere till vänster i schemat. Denna stöder en alternativ buss för handkontrollerna och feedbackkontrollerna. Vi återkommer med mer information om detta i ett senare nummer.

Att bestycka kretskortet

Kretskortslayouten för Command Station visas i figur 3. Att bestycka kortet är ganska enkelt då det inte finns några komponenter som kräver speciell uppmärksamhet. Om du ger dig själv tillräckligt med tid och jobbar noggrant kommer du att lyckas direkt. Montera först de låga komponenterna och därefter de höga komponenterna. Löd till sist fast elektrolytkondensatorerna, IC4 och IC5 med sina kylelement samt reläerna Re1 och Re2.

Vi råder dig att montera IC1, IC2, IC3 och IC6 i socklar eftersom dessa är portarna mot världen utanför. De bär bördan vid en eventuell kortslutning och du kan enkelt ersätta dem om de är monterade i socklar.

Följande komponenter är valfria:

- JP1 och K11 kan utelämnas om du inte avser att använda JTAG-interface..
- För K7/K8 och K9/K10 skall du bara montera de kontakter som du föredrar personligen. Alla dessa fyra kontakter är parallellkopplade.

Initial användning och test

Anslut transformatorn till K8 och koppla på nätspänningen. Kontrollera +5-V matningen (till exempel mellan pinnarna 5 och 8 på IC6) och 3,3-V matningen (till exempel mellan pinnarna 15 och 16 på IC11).

Nästa steg är att ladda ner applikationskoden för DCC Command Station. Du kan använda ett standard NXP-verktyg för detta (LPC2000 Flash ISP Utility). Detta verktyg låter dig ladda in koden till processorn via PC:ns serieport. Instruktioner för att använda detta verktyg finns på Elektors websida (på engelska). Du kan också ladda ner hexkoden för att programmera processorn från websida. Alternativt kan du köpa byggsatsen från oss med en förprogrammerad modul.

När Command Station startas första gången rekonfigurerar den de icke-flyktiga data som lagrats i EEPROM:et. Detta kan ta en stund (runt 20 sekunder) så du kan ta en kort paus innan vi fortsätter med nästa steg.

Anslut nu en tryckknapp med en slutande kontakt (normalt öppen) mellan de två pinnarna på K12. Detta är Stopp/Kör/Kallstartsknappen.

Om du trycker in denna knapp skall relät Re2 aktiveras så att den digitala signalen för att driva boostern finns tillgänglig på kontakten K4. Nu är DCC Command Station klar för normal operation. Om du trycker på knappen igen så kopplas relät Re2 bort och den digitala signalen matas inte längre till K4.

Du kan också använda tryckknappen för att utföra en system reset. Om Command Station slutar att reagera, även efter det att matningsspänningen brutits, kan du återställa den till korrekt funktion genom att hålla denna knapp intryckt när du lägger på matningsspänningen. Detta får alla icke-flyktiga data som lagrats i Command Station att återställas till sina förvalda värden. Denna process tar ungefär 20 sekunder.

Nu är du klar att ansluta Command Station till boostern. Du kan använda en gör-det-självbooster, som den vi beskrev tidigare i Allt om Elektronik (EEDT eller EEDT Pro Booster) eller så kan du använda en kommersiell modell (som Lenz LV102). Grunduppsättningen kräver att två ledare dras mellan Command Station och boostern, 0 V från pinne 2 på K4 och DCC-signalen från pinne 3. Feedbacksignalen för kortslutning kan anslutas till pinne 1 om så önskas. Om det skulle uppstå en

With useful implemented peripherals, plentiful practical code examples and a broad set of add-on boards, mikroElektronika development boards make fast and reliable tools that can satisfy the needs of experienced engineers and beginners alike.

UNI-DS3

UNIVERSAL DEVELOPMENT TOOL



Thanks to many features **UNI-DS3** is the world's easiest to use development board for different types of microcontrollers. The system supports **PIC, dsPIC, AVR, 8051, ARM** and **PSoc** microcontrollers with a large number of peripherals. In order to continue working with different chip in the same development environment, you just need to switch a card. You can choose between USB or External Power supply. Each MCU card has its own **USB 2.0** programmer!

PICPLC16B

with on-board **In-Circuit USB2.0** programmer & debugger



Minimize your time from prototype to final product by using the market-proven **PICPLC16B** development board. **PICPLC16B** is a system designed for controlling industrial systems and machines. 16 inputs with **optocouplers** and 16 relays (up to 10A) can satisfy most industrial needs. The ultra fast **mikroICD** (In-Circuit Debugger) enables very efficient debugging and very fast prototype development. Features: **RS485, RS232, Serial Ethernet, USB 2.0** programmer and **mikroICD** (In-Circuit Debugger) are available on-board.

Add-On Boards

A wide range of additional daughter-boards for development systems



CF Board - Easy way to use Compact flash in your design.

MMC/SD Board - Easy way to use MMC and SD cards in your design.

EEPROM Board - Serial EEPROM board via I2C interface.

RTC Board - PCF8583 RTC with battery backup.

EasyConnect Board - Connects your peripherals easily and fast using connectors.

IrDA2 Board - Irda2 serves as wireless RS232 communication between two MCU's.

Port Expander Board - MCP23S17 is the 16-bit port expander with SPI interface.

EasyInput Board - Make input levels easy and fast using high quality DIP switch.

Please visit our web page for more info
<http://www.mikroe.com>

kortslutning måste denna pinne dras till jord vilket får Command Station att kopplas bort den digitala signalen.

Styrmjukvaran

Det finns olika program tillgängliga för att använda den Command Station som beskrivs här tillsammans med en PC för att styra en modelljärnvägsanläggning. Det finns ett mycket trevligt holländskt program som kallas 'Koploper' och som är helt gratis (www.pahasoft.nl). Det stöds av ett aktivt forum där man kan få svar på eventuella frågor (www.koploperforum.nl). Vi är ganska säkra på att de inte har något emot om frågorna ställs på engelska.

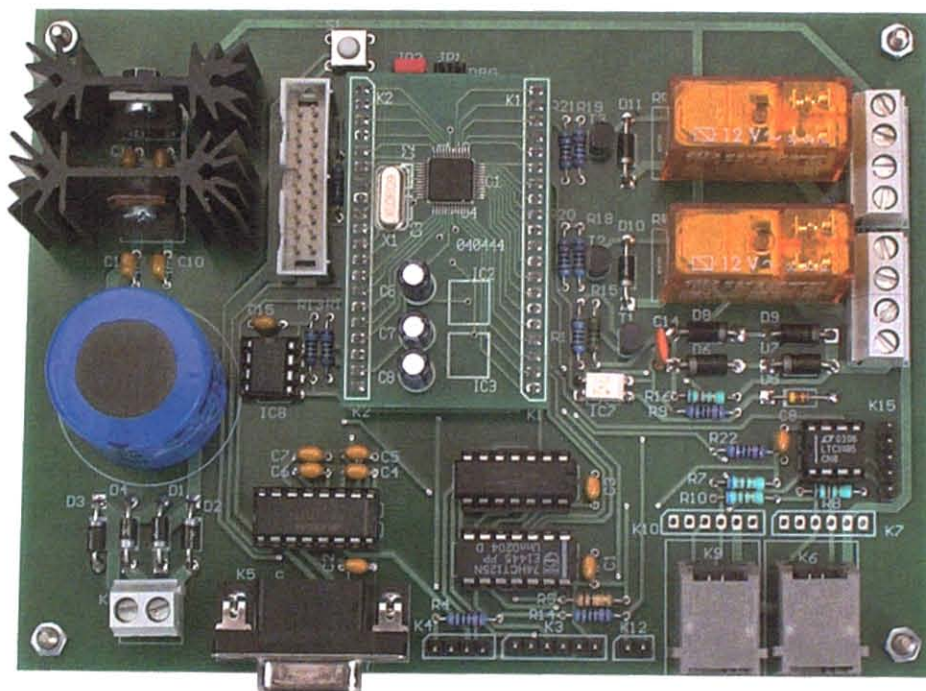
Du kan använda 'PT' programmet (också holländskt) för att programmera DCC-dekodrar. Detta program har också omfattande funktioner för att testa feedbackdetektorer samt växel- och signaldekodrar. Du hittar programmet vid <http://people.zeelandnet.nl/rossoft>.

Du kan också använda ADaPT (Advanced Driving and Programming Tool) från STP Software (www.stp-software.at) för att programmera dekodrar. Även om denna mjukvara (finns på engelska och tyska) inte är gratis så kan den också användas för lokhantering.

Du kan naturligtvis också anta utmaningen att skriva din egen mjukvara. Ett programexempel för Microsofts Visual Studio Express 2008 finns tillgängligt och kan laddas ner gratis från vår webbsida.

På www.elektor.com finns ett forum där du kan ställa frågor.

(070989-1)



Figur 4. En färdigbyggd prototyp med ARMee-modulen installerad.

Weblänkar

DCC: www.nmra.org/standards

XpressNET: www.lenz.com

P50x: www.uhlenbrock.com

Koploper: www.pahasoft.nl

PT: <http://people.zeelandnet.nl/rossoft>

NXP: www.nxp.com

Om konstruktören

Efter studierna i telecommunication & mikroprocessorer har Patrick Smout varit aktivt involverad i utvecklingen av elektroniska produkter (hårdvara och mjukvara) sedan 1985. Under senare år har hans fokus flyttats från praktisk elektronik och han är nu koordinator på utvecklingsavdelningen.

Hans första elektroniska konstruktionsprojekt inkluderade Elektor Junior Computer och alla de expansioner till denna som publicerades. Dessa kompletterades med gör-det-självpension, bl.a. ett grafikkort.

Hans hobbyer är modelljärnvägar samt (naturligtvis) elektronik och inbäddad mjukvara).

Enligt Patrick är den bästa biten med detta yrke att se hur en design långsamt får liv, ända från begynnelsesteget, och sedan se den färdas jorden runt som en helt färdig produkt.

E-mail: dcccommandstation@versateladsl.be

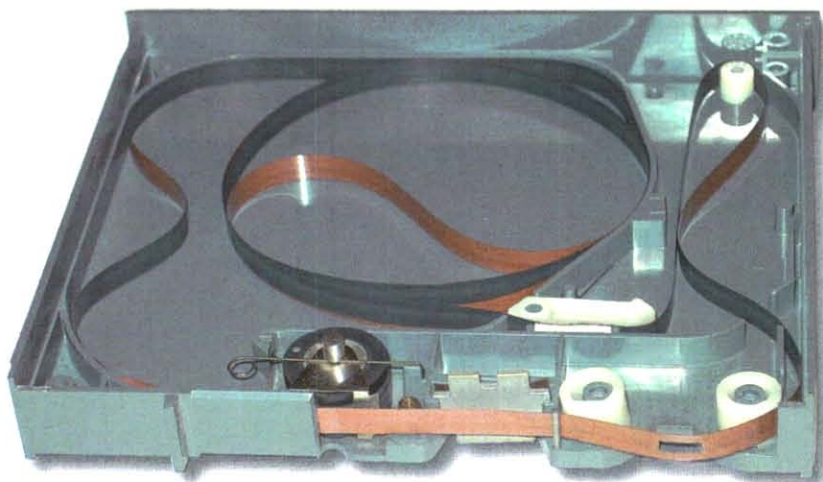


'Alibi-Nota' telefonsvarare (1972)

Peter Beil

Så tidigt som 1972 kom det ut en telefonsvarare på marknaden som inte stod någon annan efter. 'Alibi-Nota FL' med möjlighet till fjärravlyssning/radering. Zettler, ett företag som var välkänt som föregångare inom telekommunikation hade lyckats komma runt de strikta regler som bestämts av de tyska myndigheterna och som förbjöd privata användare att skicka några som helst styr-signaler (bärvågor eller pulser) över det publika telefonsystemet (PTS). Pulsuppringning var

Den resulterade '0' och '1' koden gjorde att 'Alibi-Nota' (vad ligger det inte i ett namn) kunde validera användaren. Koden var programmerad med hjälp av små instickskort markerade med 'ja' eller 'nej' insatta i slit-sar markerad 1-10 på apparatens undersida.



standarden på den tiden och DTMF (tonuppringning) var i sin linda. Idén att fjärrstyra en telefonsvarare var briljant och förlitade sig på en 'binär' metod där 10 korta 1-kHz pulser som spelades upp efter välkomstmeddelandet skulle besvaras eller inte. I praktiken skulle den som ringde upp antingen blåsa i luren eller säga ett ord högt som svar på de två textannonserande tonerna eller dämpa (hålla handen för) luren som svar på två andra toner.

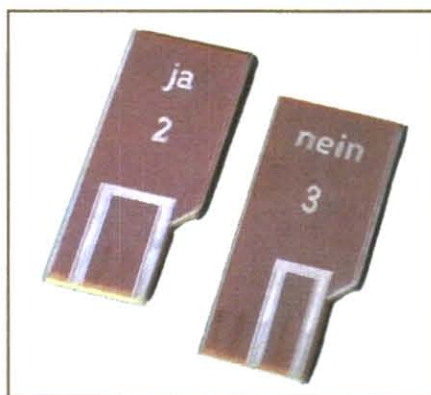
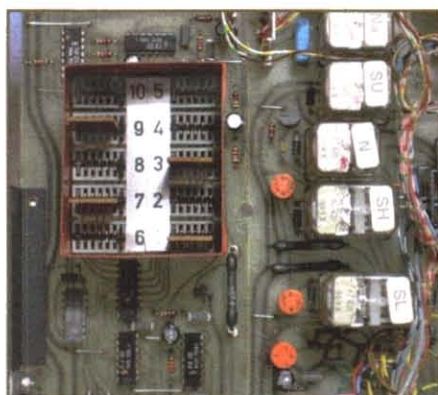
Fallgropar? Säkert! Statiska störningar på linjen, normalt på den tiden, sabbade funktionen hos svararen då den inte kunde skilja mellan ett 'ja' och ett 'nej'. Som en del av dialogen

skulle ytterligare kontrolltoner 'besvaras' korrekt annars stoppade maskinen avspelingen och kopplade ner sig. För att använda raderingsfunktionen måste du svara även på den sista tonen (den sista tonen låg naturligtvis inom det samtal du just gjorde).

Alibi-Nota var en fullfjädrad bandspelare med 2,4 cm/s, fullt tillräckligt för den begränsade bandbredden på analoga telefonlinjer. Den var försedd med en uppringningsmätare, en ringpulsräknare och justerbar inspelningslängd. Alla kontrollknapparna kunde låsas i sina positioner.

Fronten hade en utbytbar kassett för det fasta meddelandet. Inuti hittade vi ett ändlöst band med en öppning i bandet för till/fråkoppling.

Med en mikrofon, en fotpedal och snabb bandåterspolning så var maskinen också lämplig som diktafon. En komplett Alibi-Nota vägde 15 kg. Själva bandspelaren var ganska konventionell men fjärrstyrningsenheten var ett mästerverk i ingenjörskonst. Genom att ta bort 1-kg locket avslöjas ett stort vertikalt gångjärnsmonterat kort som kan vändas ut. Reläerna gjorde att utrustningen kunde styras 'parallellt' och de logiska kretsar som användes är nu för länge sedan glömda typer från Siemens & Halske som FLH131, FLJ121 och FLK101.



Ännu idag är denna telefonsvarare fullt fungerande på det analoga telefonsystemet. 1972 kostade systemet motsvarande en full månadslön för en normalarbetare.

(071073-1)

Lyxig cykelbelysning

Ett betydligt bättre ljusflöde och slut på utbrända glödlampor

Dr Thomas Scherer

Efter att ha köpt sig själv en ny cykel försedd med alla tänkbara finesser inklusive en skinande navdynamo såg författaren fram mot många mil av pedalglädje. Men då slog katastrofen till: Efter bara ett par timmars användning brändes glödlampan i framljuset sönder! Och då tanken på att ständigt byta ut denna inte var särskilt attraktiv bestämde han sig för att ersätta lampan med en Power LED.

Det ligger inte i en ingenjörns natur att vara nöjd med en så enkel lösning som att hålla på och byta en glödlampa stup i kvarten.

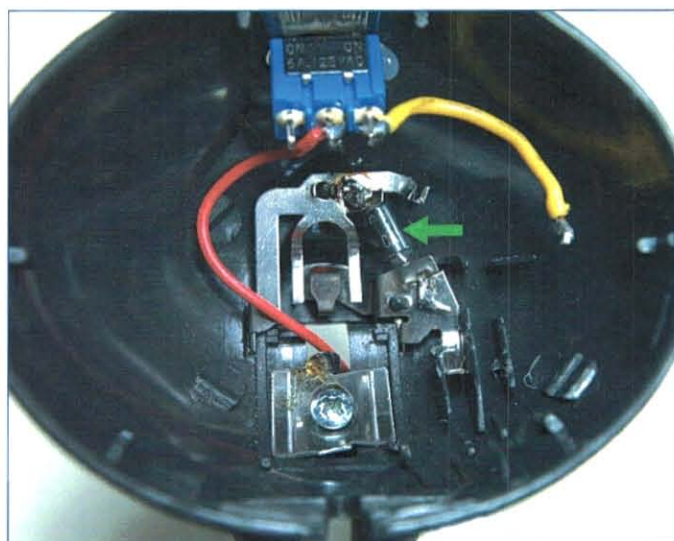
Det är mycket mer tillfredsställande att förstå problemet från grunden och naturligtvis kan ett problem som detta vara en utmärkt orsak till att börja rota i bra-att-halådan efter komponenter som kan användas för att skapa en bättre lösning.

Diagnos

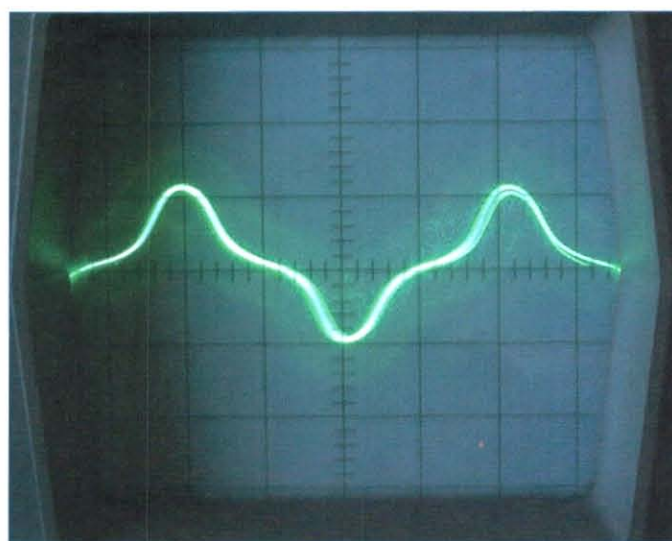
Man sparar ofta mycket arbete genom att tillbringa en liten stund med Google innan man försöker lösa ett problem själv. Och vår konstruktör upptäckte att egenskaperna hos en navdynamo redan har undersökts mycket omfattande av andra, som till exempel i referens [1].

Internet är dock inte en komplett ersätt-

ning för en korrekt utförd feldiagnos. Figur 1 visar att i författarens lamp-hölje finns det en halvledarkomponent kopplad över lampan. P6KE7.5CA 'transient voltage suppressor' [2] är egentligen två zenerdioder 'rygg-mot-rygg' som är designade att strypa överspänningar. Av informationen i [1] stod det klart vad som hade hänt. Dämparen, som är avsedd att skydda glödlampan, är specificerad för en dissipation



Figur 1. En dämpningsdiod är kopplad parallellt med glödlampan i cykelbelysningen.



Figur 2. Spänningens vågform är långt ifrån sinus i en navdynamo.

ing med LED



på 5 W och börjar att leda vid 6,5 V. Vid 0,5 A kommer spänningen över komponenten att vara ca 7,5 V (man kan tänka sig dynamon som en strömkälla och utan dämpningen skulle det finnas en spänning på mellan 8 V och 10 V över lampan). Även 7,5 V var, i författarens fall, tillräckligt för att bränna sönder lampan. Dessutom är plotningen av dynamons utgång över tiden långt ifrån sinusformad, se figur

2. En förfrågan i närmaste cykelaffär bekräftade författarens misstanke, 6-V glödlampor var en storsäljare.

Det var intressant att notera att baklampan, som använde LED, inte hade gått sönder. Lysdioder med ett strömbegränsande seriemotstånd dissiperar en effekt som ökar linjärt med den tillförda spänningen i stället för exponentiellt och är således mer motstånds-

kraftiga till överspänning än vad glödlampor är.

Komma igång

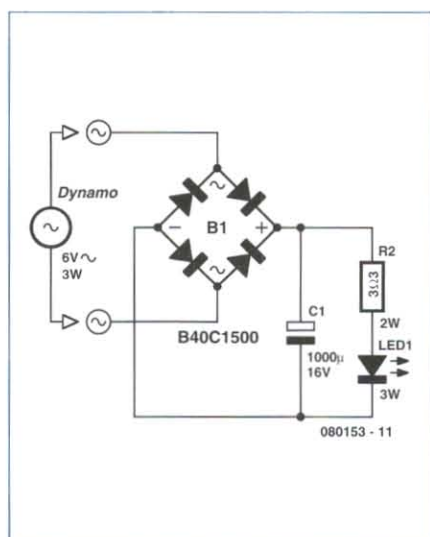
Författaren hade redan tidigare experimenterat med vita power-LED för cykelbelysning. Då fanns det bara LED på 1 W tillgängliga och när de användes med en vanlig cykeldynamo så var de inte tillräckligt ljusstarka. Trots dess högre verkningsgrad var inte 1 W LED lika ljusstarka som en glödlampa på 2,4 W även om det vita ljuset var betydligt mer synligt och livslängden var naturligtvis bättre.

Power LED

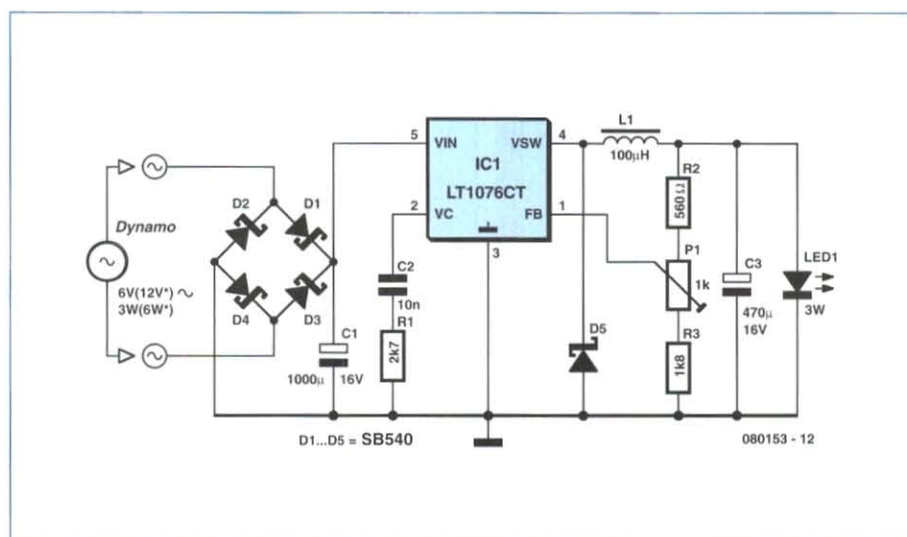
Sedan dess har 3 W LED blivit tillgängliga och med en verkningsgrad på mer än 110 lm/W, vilket är bättre än lysrör. En enkel krets som använder en 3 W LED visas i figur 3. Kretsen uppnår något bättre ljusstyrka än en halogenlampa. Den ström som lämnas av en navdynamo är sällan högre än 0,5 A och en typisk 3 W LED med en framspänning på 3,3 V kommer att dissipera bara runt 1,6 W. Men den höga verkningsgraden hos komponenten betyder att dess utgångsljus i alla fall är bättre än det från en 2,4 W halogenlampa.

Komma igång

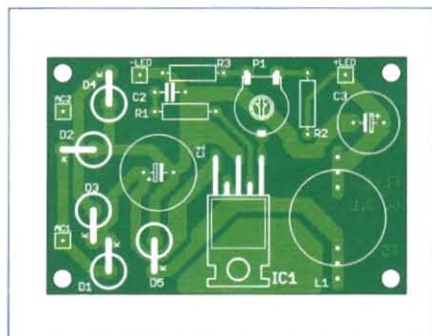
För maximal ljusstyrka skall 6-V utgången från dynamon stegas ner till 3,3 V - 3,8 V för lysdioden med så lite effektförluster som möjligt, med en motsvarande ökning av strömmen till 700 mA. Vid så låga spänningar arbetar en



Figur 3. Den första experimentkretsen för att använda en 3 W LED i en cykelbelysning.



Figur 4. Denna slutliga krets för cykelbelysningen ger maximalt möjligt ljus från en 3 W LED.



Figur 5. Eagle designfiler för kretskortet finns att ladda ner från oss.



Figur 6. Mycket kompakt prototyp av switchingsregulatorn.

step-downomvandlare med en verkningsgrad på runt 80%. Att likrikta växelspanningen från dynamon med hjälp av en brygga som består av Schottkydioder kostar ett spänningsfall på två gånger 0,4 V, vilket ger ytterligare effektförluster på 0,4 W vid 0,5 A. Om vi avsätter 0,1 W för baklampan har vi bara 2,5 W kvar och 80% av detta är då 2 W. Jämfört med kretsen i figur 3 så har vi tjänat ynkliga 0,4 W. Så, rent teoretiskt, så ser det inte alltför ljusst ut. Men, enligt referens [1] så



Figur 7. LED-en, monterad på sitt bärkort, och linsen skruvas fast på en bit aluminiumprofil och bildar en lampmodul.

KOMPONENTSLISTA

Motstånd

R1 = 2kΩ
R2 = 560Ω
R3 = 1kΩ
P1 = 1kΩ trimpot, miniatyr, liggande

Kondensatorer

C1 = 1000μF 35V, radial, raster 5mm
C2 = 10nF
C3 = 470μF 16V, radial, raster 5mm

Halvledare

D1-D5 = SB540 (Schottky)*
LED1 = 3W power LED, vit*

Övrigt

L1 = 100μH 1A (t.ex. Reichelt L-PISR 100μ)*
Optik för power LED (20°- type)*
PCB # 080153-1, layouten kan laddas ner från www.alltomelektronik.se

* se text

kan en navdynamo utveckla ända upp till 12 V. Vid 0,5 A motsvarar detta en effekt på 6 W.

Detta är mer än tillräckligt, om vi jobbar oss bakåt från de 3 W som krävs av lysdioden så dividerar vi med 80% för att få en ingångseffekt till switchningsregulatorn på 3,6 W. Vid 0,5 A betyder detta en spänning på 7,2 V. Läger vi sedan till de 0,8 V som droppas över en Schottky likriktarbrygga, och vi behöver 8 V vid dynamons utgång, så ligger detta klart inom dess möjligheter.

Switchningsregulatorn ger oss ytterligare en fördel, den skyddar LED:en mot överström och, över en viss hastighet hos dynamon, ser till att ljusutgången är konstant.

Kretsen

Figur 4 visar en LT1076 step-downomvandlare [3]. Komponenterna behöver bara ett minimalt antal externa komponenter och drar bara 8,5 mA för att driva sina interna kretsar. Den arbetar vid frekvensen 100 kHz, kan starta från en inspänning på 3,5 V och kan leverera upp till 2 A.

D1-D4 bildar likriktarbryggan och D5 är fly-backdioden. Med 5 A är SB540 något överspecificerad för denna applikation, vid 0,5 V droppar dioden bara 0,33 V. Bra 1 A Schottkydioder som SB140 kan användas för D1-D5 i stället och verkningsgraden minskar då med ca 2%. Det RC-filter som består av R1 och C2 anslutet till pinne 2 på IC1 ger frekvenskompensation. Regulatorn jämför spänningen på pinne 1 med sin interna referens (2,21 V) och den justerbara spänningssdelaren bestående av R2, P1 och R3 gör att utgångsspänningen kan justeras från 2,7 V till 4 V.

L1 är en fast 100 μH spole som är designad för att arbeta vid 100 kHz och 1 A. En låg ohmisk resistens ökar den totala verkningsgraden. Komponenterna är

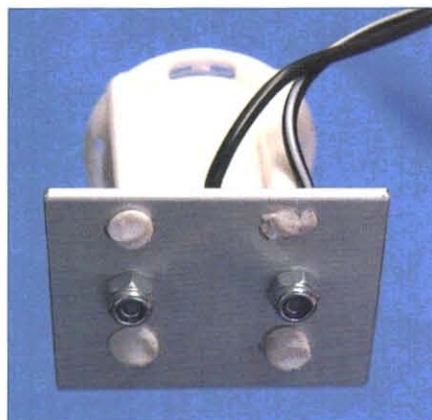
dock inte speciellt kritiska och även en ringkärneformad avstörningsdrossel på 100 μH ger en verkningsgrad på över 75%.

Att bygga och testa

Kretskortet i figur 5 gör bygget mycket enkelt. Layoutdesignen gjordes med Eagle och en pdf-fil med layouten finns att hämta från vår websida vid adressen www.alltomelektronik.se. Om IC1 skall monteras platt utefter kortet måste benen böjas noga. Ett litet kylelement tillverkat av en bit aluminiumplåt är tillräckligt, figur 6. IC1 dissiperar maximalt 0,5 W så det är också möjligt att löda fast M3-muttern på kortets kopparsida.

Den spole som anges i komponentlistan är en billig ytmonterad komponent till vilken två bitar kopplingstråd skall lödas fast. Det finns också lödplattor på kortet för andra varianter.

När du har bestyckat kortet och kollat lödningen kan kretsen anslutas till ett bänknätaggregat eller en nätadapter som kan lämna 9-12 V vid 0,5 A eller mer. Utgången belastas med hjälp av



Figur 8. Här syns modulen från baksidan. De fyra plasttapparna för linsen smälts försiktigt så att de sitter fast. LED:en isoleras med plastbrickor och fästs med M3 låsmutterar.

Innan du kopplar in power LED:en så skall den, och kortet den är monterad på, skruvas fast på en bit aluminiumprofil (och glöm inte en klick med kylpasta). Det är bäst om linsen också fästes på aluminiumprofilen. Därmed får vi en kompakt lampmodul, se figurerna 6 och 7, som har den fördelen att inte omedelbart skada din näthinna om du skulle titta direkt in i den. Modulen kan byggas in i det gamla lamphöljet när glödlampan och dämparen har tagits bort. Författarens lyckades efter lite filande

Som förklaras i textrutan så måste spänningen över power LED:en justeras så att den korrekta strömmen (ca 0,7 A) flyter genom den. För maximal LED-livslängd (mer än 20 000 timmar)

Justeringen är mycket enkel. Om vi försöker att mäta strömmen direkt genom att lägga en mätare i serie med LED:n kommer resistensen hos mätaren att allvarligt påverka noggrannheten så i stället ansluter vi LED-modulen direkt till utgången och mäter ingångsströmmen. Vi börjar i botten av mätområdet (P1 vriden längst till

Vid låga hastigheter levererar en navdynamo en växelspanning med låg frekvens. Vid 5 km/h blinkar LED:en och blir stadig vid ungefär 10 km/h.

35

Kretsen har inte testats med någon annan typ av dynamo.

Med lite mer fart på pedalerna (vid hastigheter över 30 km/h) kan spänningen från dynamon, utan dämpningsdiod, nå 12 V. Detta ger inga problem med LED:en, som ju skyddas av kretsen, men om en vanlig 6 V/0,6 W glödlampa används i bakljuset så kommer denna snart att brännas sönder. Vi rekommenderar därför att du använder en LED-baserad, inköpt, bakbelysning.

Attityden hos myndigheterna i vissa europeiska länder när det gäller våra ansträngningar att förse våra cyklar

med starka och tillförlitliga lampor är inte vad man skulle kunna kalla 'upplysande'. I författarens eget hemland säger lagen att det skall användas glödlampor i cykelbelysningen trots det faktum att en ljusstark hembyggd belysning är betydligt bättre än den reglementsensliga inköpta lampan och oändligt mycket bättre än den reglementsensliga belysningen med en sönderbränd glödlampa!

Länkar och referenser

- [1] **Laboratorietest av navdynamo:**
www.vintagebicyclepress.com/VBQgenerator.pdf
- [2] **P6KE7.5CA datablad:**
www.fairchildsemi.com/ds/P6%2FP6KE7V5CA.pdf
- [3] **LT1076 datablad:**
www.linear.com/pc/downloadDocument.do?navId=H0,C1,C1003,C1042,C1033,P1007,D2659

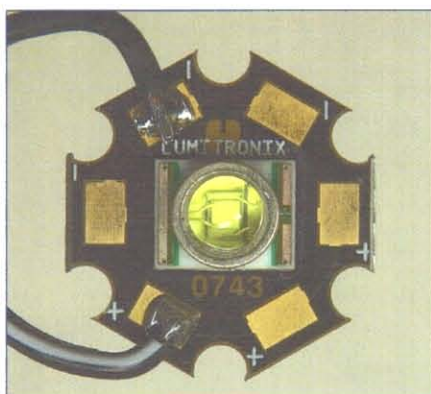
(080153)

Ljusshow

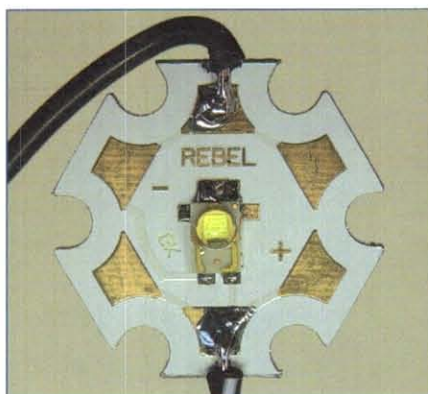
Power LED:en är den viktigaste komponenten i denna krets. Bilderna visar exempel från tre tillverkare och de har alla en verkningsgrad på mellan 90 lm/W och 110 lm/W, ungefär detsamma som ett lysrör av bra kvalitet. Billigare, men betydligt sämre, 3 W LED finns också att köpa, men att köpa dessa är dålig ekonomi. Det är också bäst att undvika varianten 'varm vit' som har lägre verkningsgrad. Power LED kommer monterade på små kretskort som inkluderar en aluminiumplatta vilket förenklar värmeavledningen. När den körs med 3 W dissiperas ca 2 W som värme och en power LED utan kylning har en ganska kort livslängd.

Det finns goda skäl att mata LED med en konstant ström i stället för en konstant spänning. En typisk differentialresistens hos en LED av den typ som används i detta projekt kan vara så låg som 0,2 Ω , vilket betyder att ett spänningssteg på 20 mV ger upphov till ett strömsteg på 0,1 A. Nu är 20 mV inte mycket och det stora temperaturberoendet hos LED:ens framspänning betyder att en temperaturförändring på 10 °C lätt kan leda till en strömförändring på mer än 0,1 A.

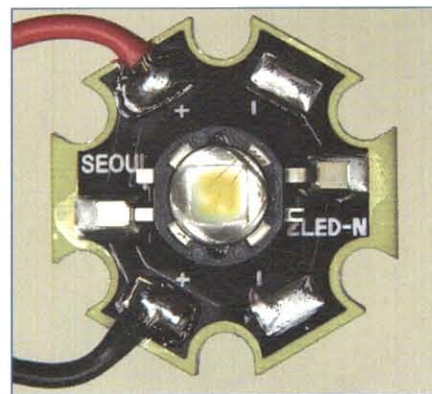
Tyvärr är de flesta switchningsregulator-IC designade för konstant spänning i stället för konstant ström. Den interna referensspänningen hos den IC som används här är 2,21 V, vilket är för högt för att vi skall kunna bygga en enkel strömåterkopplingslinga med hjälp av ett seriemotstånd. Vid 0,75 A kommer den effekt som dissiperas i motstån-



Denna 3 W power LED från Cree är ett attraktivt stycke elektronik i sig själv.

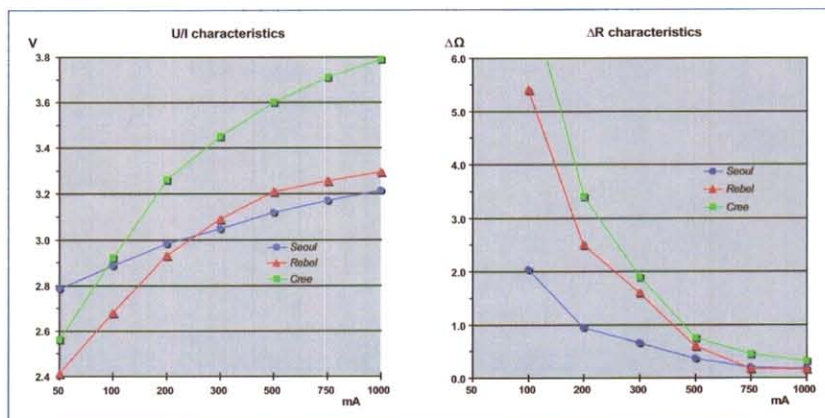


Luxeon Rebel är särskilt liten och är monterad på ett substrat av keramik.



Seoul Z-LED är inte inkapslad i hårdplast utan i silikongummi vilket ger långtidsskydd.

För att kunna undersöka skillnaderna mellan de olika fabrikaterna så utförde vi vissa mätningar på ett provexempel av varje. De resulterade egenskapskurvorna visas här. Det är tydligt att framspänningarna skiljer sig kraftigt från varandra och att differentialresistensen hos LED:en är mycket låg vid strömmar på runt 0,75 A. Konsekvenserna av detta är som följer.



LED:ens egenskapskurvor: spänning (vänster) och differentialresistens (höger) vid olika strömmar.

det att vara runt 1,6 W. Vi måste därför styra strömmen via regulatorns utgångsspänning, justerad via P1 för att passa den speciella LED som vi använder.

Detta är tillräckligt noggrant om differentialresistensen ligger runt 0,2 Ω .

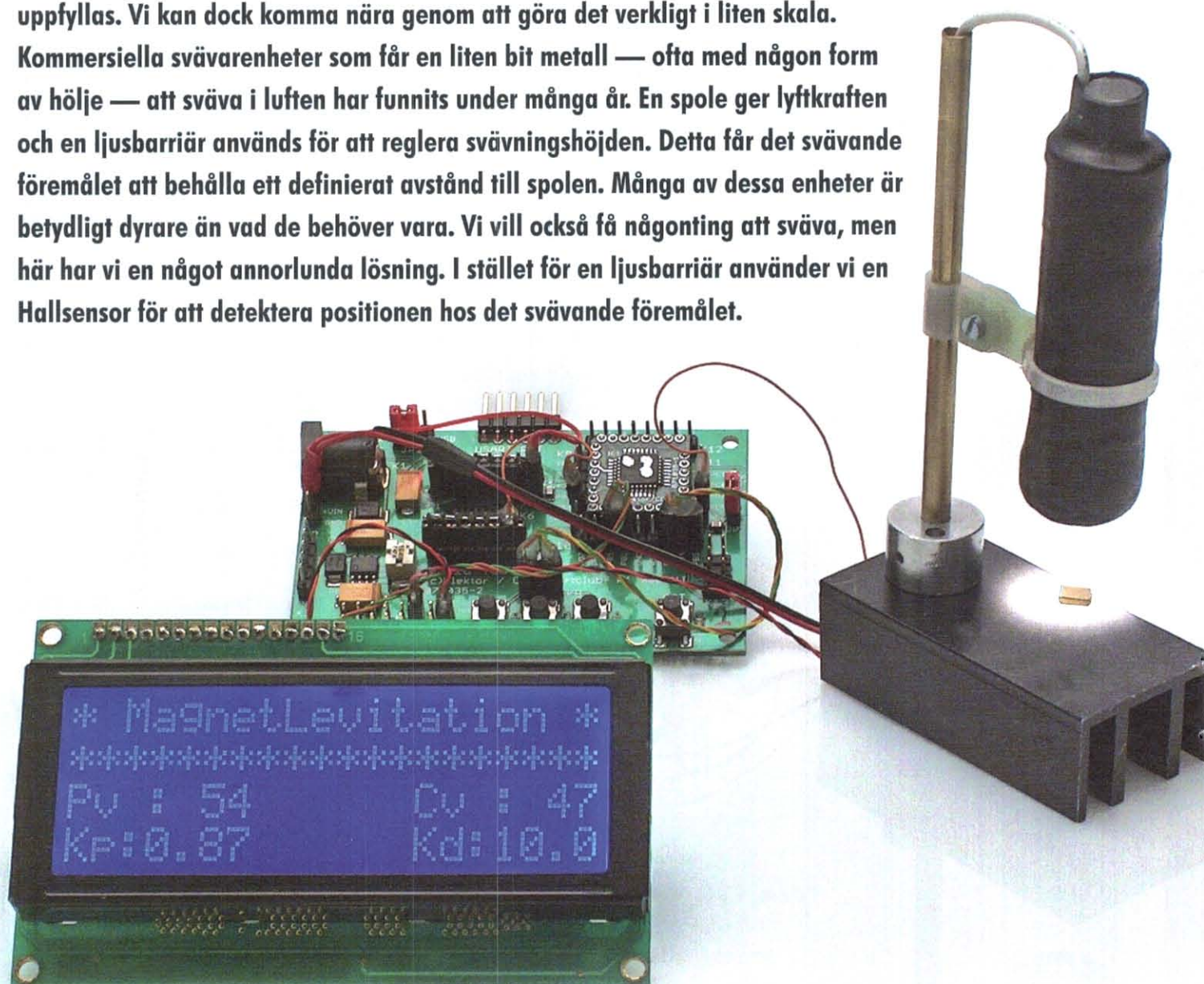
Lätt som luft

Använd ATM18 för att styra en magnetsvävarenhet

Udo Jürß och Wolfgang Rudolph

Att slippa graviteten är en gammal dröm som vi inte kan förvänta oss någonsin kommer att uppfyllas. Vi kan dock komma nära genom att göra det verkligt i liten skala.

Kommersiella svävarenheter som får en liten bit metall — ofta med någon form av hölje — att sväva i luften har funnits under många år. En spole ger lyftkraften och en ljusbarriär används för att reglera svävningshöjden. Detta får det svävande föremålet att behålla ett definierat avstånd till spolen. Många av dessa enheter är betydligt dyrare än vad de behöver vara. Vi vill också få någonting att sväva, men här har vi en något annorlunda lösning. I stället för en ljusbarriär använder vi en Hallsensor för att detektera positionen hos det svävande föremålet.



Med de vanliga svävareneheterna, som redan har beskrivits i gör-det-självartiklar i tidigare nummer av Elektor, så täcks strålen i en ljusbarriär mer eller mindre av det 'flytande' föremålet. Mängden av ljus som tas emot av sensorn i ljusbarriären används för att styra den mängd ström som flyter genom spolen. Den mekaniska och elektroniska konstruktionen av enheten är designad så att det svävande föremålet behåller sin föreskrivna position. Avståndskontroll som använder sig av en Hallsensor baseras på en helt annan princip.

Magnetfältsensor

En Hallsensor är en halvledarkomponent som genererar en spänning som är proportionell till styrkan hos det omgivande magnetfältet. Den spänning som produceras av det egentliga sensorelementet är mycket liten (i millivoltområdet) och det behövs därför en sofistikerad bryggförstärkare. Vi använde en Micronas HAL815 integrerade magnetsensor kapslad i ett lågprofils TO-92UT hölje i vår svävningskontroll så detta är redan klart. Förstärkaren, temperaturkompenseringen och ett filter finns redan inbyggt i IC-kretsen (se figur 1). Alla dessa parametrar kan programmeras genom att överlagra digitala signaler på matningsspänningen (med pulser som ökar spänningen från 5 V till 8 V). Till exempel kan mätområdet justeras från ± 30 mT till ± 150 mT. Programmering är inte nödvändig i detta fall eftersom enheten är fabrikskonfigurerad för ± 30 mT området – som är exakt rätt för denna applikation. Med en matningsspänning på 5 V är utgångsspänningen 2,5 V när det inte finns något magnetfält närvarande. Utgångsspänningen varierar mellan plus och minus 2,5 V beroende på magnetfältets riktning och styrka, för ett totalt område på 5 V. Endast en riktning behövs i denna applikation och därför används endast området mellan 2,5 V och 5 V.

Kontroller

Om vi för en magnet nära intill Hallsensorn med magnetfältslinjerna vinkelrätt mot sensorns yta så kommer utgångsspänningen från sensorn att variera i proportion till magnetsfältets styrka. Detta gör det möjligt att bestämma avståndet mellan sensorn och en magnet med en känd fältstyrka. Med denna information kan en kontroller justera strömmen i en spole och på

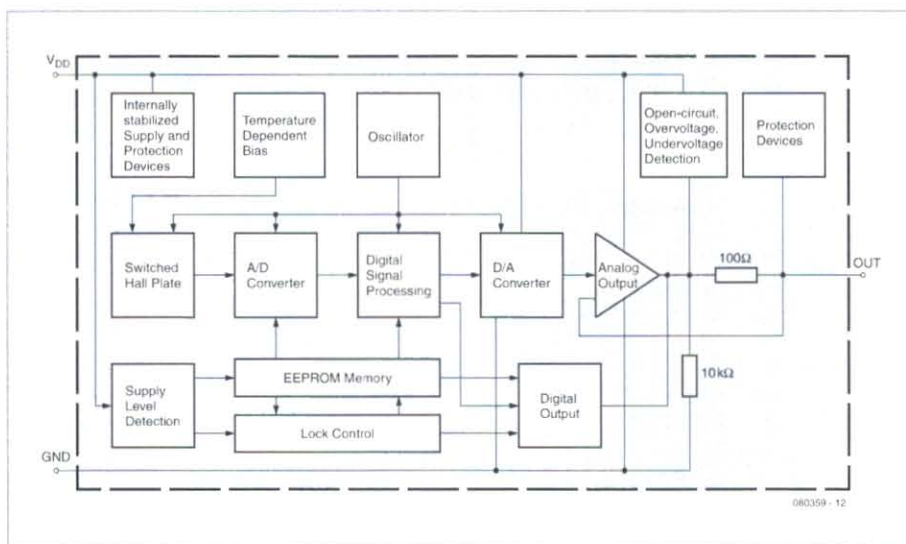
ATM18-projektet på Computer:club²

ATM18 utvecklades som ett samarbete mellan Elektor och Computer:club² (www.cczwei.de) med bidrag från Udo Jürss, utvecklingschef på www.microdrones.de.

Varje månad presenteras de senaste utvecklingarna och applikationer för ATM18-systemet av Wolfgang Rudolph of CC²-TV i en Tv-sändning på tyska NRW-TV nätet. Svävningskontrollern med det ATM18-AVR kort som beskrivs i denna artikel kan ses i **del 12** of CC²-tv, sändes första gången de 26 June.

CC²-TV sänds också som Livestream på Internet vid www.nrw.tv/home/cc2.

CC²-TV Podcasts finns tillgängliga på www.cczwei.de och — några dagar senare — från sevenload.de



Figur 1. Blockschemat över sensorn

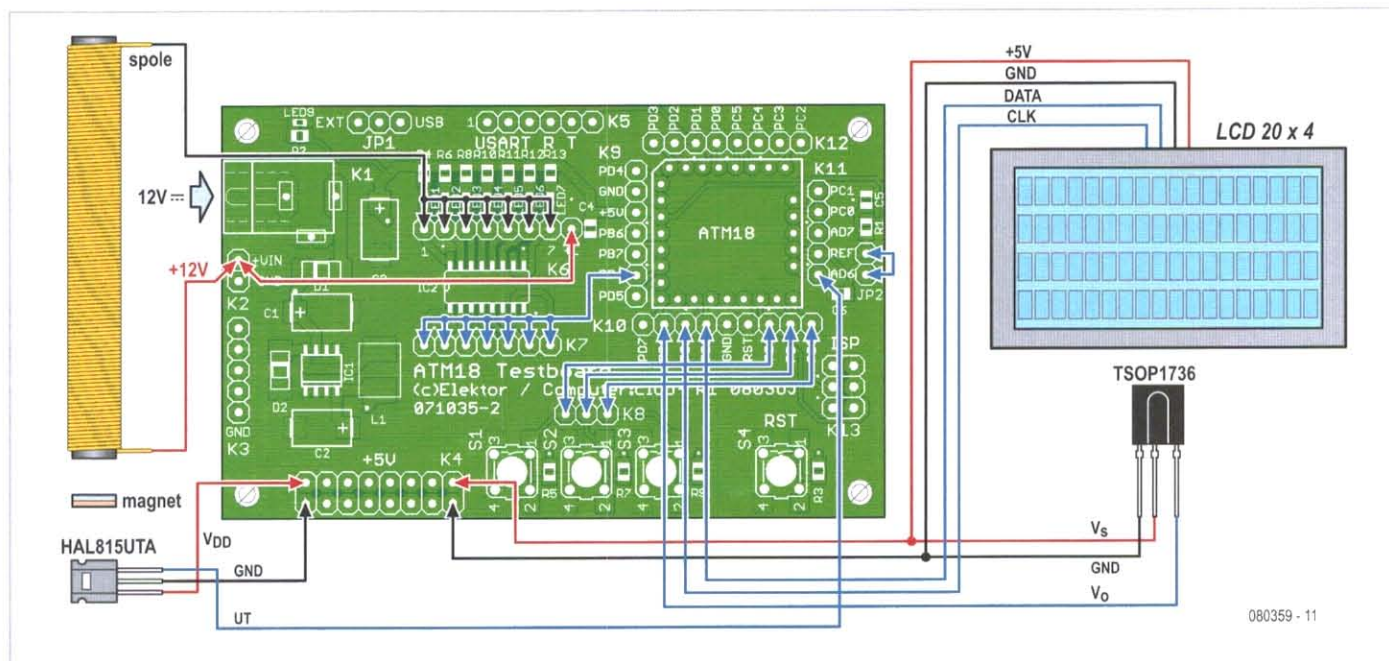
Halleffekt

Den amerikanske fysikern Edwin Herbert Hall upptäckte denna effekt, som också senare uppkallades efter honom, under arbetet med sin doktorsavhandling 1879. Halleffekten baseras på Lorentzkraften. Strömförande ledare i magnetfält får en spänningsskillnad (Hallspänning) vinkelrätt mot strömriktningen.

Hallsensorer tillverkas av små tunna skivor av halvledarmaterial med en låg laddningsbärardensitet för att kunna uppnå en hög elektronhastighet. Detta resulterar i en relativt hög utgångsspänning. Om en ström flyter genom sensorn och den placeras i ett magnetfält med fältlinjerna vinkelrätt mot halvledarens yta, ändras sensorspänningen. Sensorns utgångsspänning är proportionell till produkten hos strömmen och magnetfältstyrkan. Då värdet på strömmen är känt kan magnetfältstyrkan bestämmas från den uppmätta spänningen. Dessa sensorer är vanligtvis integrerade i ett paket med en signalförstärkare. Sensorns termiska känslighet kompenseras också i dessa komponenter.

så sätt hålla magneten 'flytande' i luften. Magneten justeras ca 1000 gånger per sekund. Denna kontinuerliga justering kräver vissa regler. PID-kontroller (proportionell, integrerande och deriverande — se texttrutan) används i elektroniska system för detta ändamål. I vårt fall är 'I' komponenten inte nödvändig och vi kan därför använda en PD-kontroller. Denna är dock inte implementerad som en analog krets med

operationsförstärkare för detta ATM18 projekt, utan i stället med mjukvara i form av ett styrprogram. Minsta lilla avvikelser hos den svävande magneten från dess avsedda position, varje luftförflyttelse, varje temperaturförändring, varje vibration och mycket annat kan direkt påverka den svävande rörelsen. Om magneten rör sig det minsta närmare spolen måste strömmen till denna minskas omedelbart. Om magneten rör



Figur 2. Kretsschemat över experimentkretsen.

sig det allra minsta från spolen måste strömmen ökas omedelbart. Då spolen är ansluten till PWM- (pulsbreddmodulerade) utgången på mikrokontrollern via en ULN2003 görs detta genom att ändra på pulsfaktorn. Pulserna är integrerade i ferritkärnan och spolen för att ge en genomsnittlig strömnivå.

Figur 2 visar strukturen hos vårt projekt. Hallsensorn är ansluten till ADC6. PWM-utgången på PD6 driver en eller flera ingångar hos effektsteget ULN2003. Spolen är ansluten mellan öppen-kollektorutgångarna och +12 V. Det är viktigt att ansluta pinne 8 till K6 så att de interna skyddsdiодerna i ULN2003 kan begränsa induktiva spikar från spolen. Tryckknapparna S1-S3 används för att konfigurera styrparametrarna. Detta låter dig höja eller sänka magnetens svävningsposition med 10 mm. Alternativt kan du använda en infraröd fjärrkontroll för att styra enheten via en IR-mottagare ansluten till kretsen. Parametrarna visas hela tiden på LCD-displayen.

Allmänna krav

Att få en magnet att sväva i luften är ingen enkel uppgift. Om den kommer för nära spolen kommer den omedelbart att dras upp hela vägen till denna och kontrollern kan inte göra någonting för att stoppa den. Det betyder att spolen måste monteras tillräckligt högt. Å andra sidan måste magnetfältet hos en fullt aktiverad spole vara tillräckligt starkt för att kunna lyfta magneten från

sin lägsta position. Det betyder att du måste linda rätt spole på rätt kärna och använda en magnet som är så liten och lätt som möjligt och samtidigt stark. Och du måste justera enheten för ett lämpligt svävningsavstånd.

En annan svårighet är att utgångsspänningen hos sensorn inte är proportionell till avståndet mellan magneten och spolen. Icke-linjära styrda system kan leda till stabilitetsproblem. Och på toppen av detta så påverkar magnetfältet hos den lyftande spolen också sensorn. De stränga krav som ställs av det kontrollerade systemet gör jobbet svårare för kontrollern. Här kan det inte skada med lite hjälp av dämpning. Denna anländer på ett sätt som kanske inte är så uppenbart tack vare kylelementet av aluminium under vilket sensorn är monterad. Varje rörelse hos magneten skapar en virvelström i aluminiumet och detta producerar ett motsatt magnetfält. På detta sätt dämpas magnet-svängningarna av virvelströmsförluster.

Magnet och spole

Magnetens måste vara mycket lätt och mycket stark. En neodymiummagnet med en massa på mindre än 0,3 g är ganska lämplig. Vi använde en magnet av typ Q-CDM50-G från www.supermagnete.de (massa 0.23 g) i våra olika prototyper. En annan eventuell källa för små starka magneter är kånibaliserade CD-drivare. En preliminär test med en solenoidspole talar om ifall

en viss magnet är lämplig. Med en tillförd spänning på 12 V skall spolen kunna lyfta magneten från ett avstånd på minst 3 cm, men från 4 cm eller mer är bättre.

En ferritantenn av den typ som man hittar i en mellanvågsradio används som spole. Den skall ha en diameter på 10 mm och en längd på 80-100 mm. Ha inte bråttom när du bygger spolen. Som du kan se av figur 3 så börjar du med att föra en bit krympslang över ferritantennen (a) och krymper den på plats (b). Du kan också använda eltejp i stället. Efter detta kan du börja linda spolen (c). Den består av fyra lager med 400 varv i varje, lindad med 0,2 mm lackerad koppartråd. Du kan linda hela spolen för hand eller använda en elektrisk bormaskin vid mycket låg hastighet (d). När du är klar med lindningen av spolen säkras du båda ändarna med krympslang (e) och ser till att mata ut de fria ändarna av ledarna (f). Slutligen kan du föra ytterligare en bit krympslang över hela spolen för att skydda den (g).

Om du vill undvika att räkna varv och i stället linda spolen lite 'huller om buller' kan du linda ferritantennen över en längd på 50 mm med 0,2 mm lackerad koppartråd tills lindningen når en diameter på 18 mm. Spolen kommer nu att ha en resistens på 40-50 Ω så strömmen kommer inte att överstiga 300 mA med en 12-V matningsspänning (detta gäller bara för en likspänning). När spolen drivs av PWM-utgången från processorn, förstärkt av ULN2003,

är strömmen en pulserade likström i stället för en ren likström. Det genomsnittliga värdet på strömmen är då lägre och spolens egenskaper liknar dem med en växelström och resultatet blir att en väsentligt lägre ström flyter genom spolen.

Detta fullbordar spolen. När du noga har skyddat ledarna och ändarna hos spolen med eltejp kan du helt enkelt använda krokodilklämmorna hos en 'tredje hand' (lödningshjälp) för att hålla spolen under de första testerna. Detta gör det lätt att justera höjden till ett lämpligt värde (figur 4).

Praktiska aspekter

Vår prototyp (se bilden i början av artikeln) byggdes runt ett kylelement av aluminium där sensorn är monterad på undersidan. Ett mässingsrör monterades på kylelementet och ledningarna för strömmen till spolen drogs genom detta rör. En plastklämma monterades på röret och spolen fästes i denna klämma. Figurerna 5a-d visar hur vi gjorde detta.

När du har satt fast spolen kan du ansluta allting till prototypkortet och starta svävningstesterna. Två färdiga exempelprogram finns att hämta

gratis från vår websida. Ett av dem är skrivet i Code Vision och det andra i BASCOM.

Det bästa sättet är att börja med C-programmet eftersom detta visar alla parametrarna på displayen. Direkt efter det att du kopplat på matningsspänningen, eller återställt kretsen, flyter ingen ström genom spolen eftersom proportionalfaktorn är noll. Placera magneten ovanför sensorn, orientera den så att du får maximal avläsning för det visade Pv-värdet och tryck på knappen S1. Detta skall få strömmen att öka. Du kan också se detta på att lysdiod-

PID-kontroller

Vår uppgift här är att använda en elektromagnet för att attrahera en permanentmagnet exakt så mycket som behövs för att få den att sväva på en bestämd höjd. Då magnetsvävningssystemet är ett instabilt, icke-linjärt kontrollerat system så måste det stabiliseras och regleras. Vi använder en PD-kontroller för detta ändamål. Uppgiften för en kontroller med slutna slinga (closed loop) är att kontinuerligt och oberoende styra en fysisk kvantitet för att bibehålla ett specificerat setpointvärde – i vårt fall magnetens position – och ta bort alla störande effekter. För detta ändamål jämför kontrollern konstant det verkliga värdet (magnetens position) med setpointvärdet (den önskade positionen för magneten). Det kontrollfel som genereras på detta sätt används för att generera kontrollutgången, som agerar för att minimera kontrollfelet när kontrollslungan är i balans. Det tar dock en viss tid för ett system av detta slag att reagera och för kontrollutgången att få effekt, och av detta skäl måste den överreagera först och därefter omedelbart underreagera för att undvika överkompensation som skulle orsaka en kontrollkollaps. Detta kräver att kontrollutgången har en dämpande effekt som är beroende av systemegenskaperna. Kontrollerns uppträdande beskrivs med differentialekvationer.

Storleken på P-komponenten varierar i proportion till kontrollfelet (skillnaden mellan det verkliga värdet och setpointvärdet). Detta påverkar bara den proportionella förstärkningsfaktorn.

D-grenen hos en kontroller är en derivator som alltid måste arbeta tillsammans med P-komponenten (eller I-komponenten). D-komponenten uppstår genom variationer i kontrollfelet över tiden och multipliceras med integralaktionstiden. Den är inte beroende av kontrollfelet utan istället av förändringshastigheten. En stor integralaktionstid orsakar en stor förändring i kontrollutgången och leder ofta till instabilitet i kontrollslungan.

En integralkomponent används när kontrollfelet måste minskas till noll (eller så nära noll som möjligt). Den används inte här eftersom svängningsenheten alltid arbetar med ett kontrollfel och endast kontrollförstärkningen justeras. Brantheten hos kontrollkurvan minskar när avståndet till sensorn ökar, vilket förskjuts med ökad förstärkning. Detta kompenserar de icke-linjära egenskaperna hos kontrollsystemet.

Listning

Exempel BASCOM PD-kontroller

```
, Atm18 PD regulator
, S1 At Pb3 = Up
, S2 At Pb4 = Down
```

```
$regfile = „m88def.dat“
$crystal = 16000000
```

```
Dim N As Byte
Dim X As Integer
Dim Y As Single
Dim Z As Single
Dim Xold As Single
Dim Xp As Single
Dim Xi As Single
Dim Xd As Single
Dim P As Single
Dim I As Single
Dim D As Single
```

```
Config Adc = Single, Prescaler = 32, Reference = Off
' AD-Wandler starten
Start Adc
Config Timer0 = Pwm, Prescaler = 1, Compare A Pwm =
```

Clear Down, Compare B Pwm = Clear Down

P = 0.1
D = 60

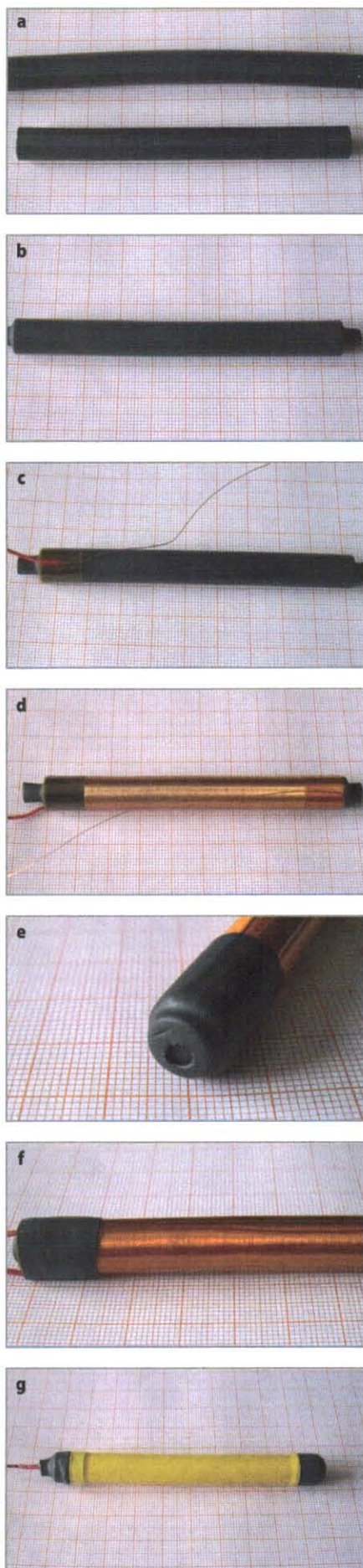
```
Do
If Pinb.3 = 0 Then P = P + 0.0002
If Pinb.4 = 0 Then P = P - 0.0002
X = 0
For N = 1 To 8
    X = X + Getadc(6)
Next X
X = X / 8
```

```
If X < 512 Then X = 512
Xp = X - 512
Xp = Xp * P
```

```
Xd = X - Xold
Xold = X
Xd = Xd * D
```

```
Y = Xp + Xd
Y = Y / 2
If Y > 255 Then Y = 255
If Y < 0 Then Y = 0
```

```
Pwm0a = Int(y)
Loop
```



erna börjar lysa starkare. Om ingenting händer är förmodligen magneten vänd åt fel håll. Vänd på den och börja om från början.

Ju längre du håller inne S1 desto mer ökar spolströmmen. Plötsligt kommer magneten att börja stiga och sedan förbli i ett stabilt läge. De kan trycka på S1 för att få den att stiga ytterligare. Om du trycker in S1 och S2 samtidigt kommer den att sjunka gradvis. Någon gång kommer du säkert att överdriva svävningshöjden och magneten kommer att fara upp till spolen med en smäll. Då vet du den maximala svävningshöjden. Du kan förmodligen öka svävningshöjden något genom att noga justera positionen för solenoidspolen. Spolen skall vara precis högt nog för att den fortfarande skall kunna lyfta magneten från kylelementet. S1 justerar kontrollerns proportionalfaktor, vilket betyder kontrollförstärkningen. Du kan också använda S3 för att ändra proportionen hos derivatkomponenten, vilket är viktigt för stabiliteten. I de flesta fall är dock det förvalda värdet lämpligt.

Om magneten vägrar att lyfta är det förmodligen magnetfältets riktning som är skuld till detta. Försök med att vända spolens polaritet. Du kan också använda en voltmeter och kolla sensorns utgångsspänning. Denna skall ligga nära 2,5 V utan någon magnet i närheten och med en magnet liggande ovanför sensorn skall spänningen vara över 4 V. Andra orsaker kan vara att magneten är för svag eller för tung. Men detta borde du redan klarat ut vid initialtesterna utan kontrollern.

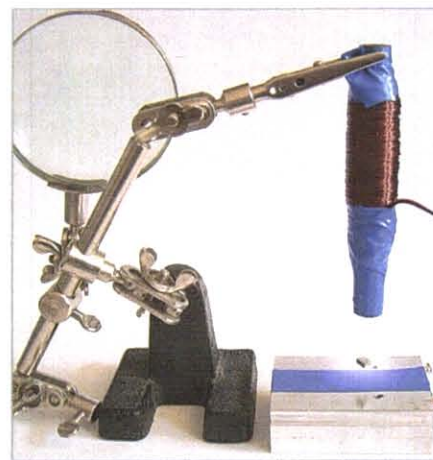
MLC i C

C-programmet för MLC (magnet levitation controller, magnetsvävningskontrollern) är mycket stort och kan bara beskrivas här i allmänna termer.

Insamling av Hallsensordata och timinggenerator

A/D-omvandlaren används för att samla in Hallsensordata och som en timinggenerator. Åtta sensoravläsningar inhämtas i en interruptrutin inom en millisekund. Efter detta sätts flaggan 'adc_ready'. Huvudprogramslinjan använder denna flagga för synkronisering. Funktionen 'adc_get_average()' beräk-

Figur 3. Spolens konstruktionssteg: Ferritantenn med krympslang (a) krympt på ferritantennen (b); början av spollindningen (c); färdiglindad spole (d), spoländarna täcks med krympslang (e) och med ledarna utmatade (f); färdig spole med krympslang (g).



Figur 4. En enkel experimentuppkoppling.

nar genomsnittet för de åtta sensoravläsningarna och som bildar det aktuella värdet för PD-kontrollern. Detta sätt att använda ett genomsnittsvärde undertrycker brus på den uppmätta signalen.

Kontroller

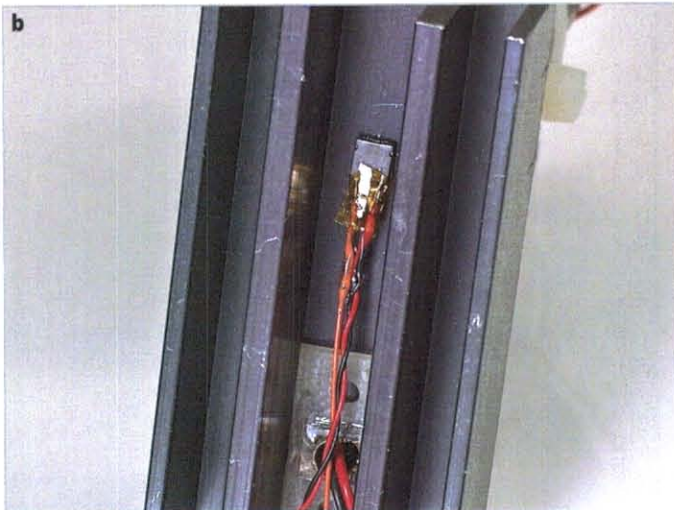
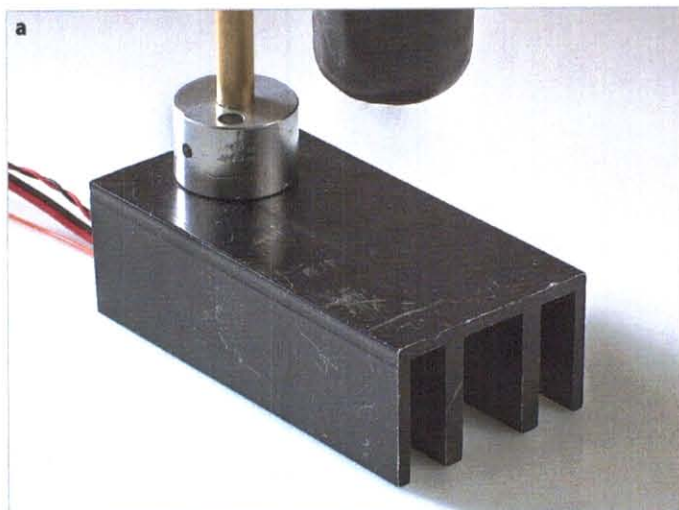
PD-kontrollern omräknas 1000 gånger varje sekund. Tack vare denna konstanta tidsintervall behöver kontrollalgoritmen inte beräkna tiden, vilket sparar in på processortid. Det genomsnittliga sensorvärdet beräknas först i funktionen 'mlc_update'. P-komponenten beräknas från detta aktuella värde. D-komponenten beräknas som skillnaden mellan tidigare värde och aktuellt värde. Kontrollutgången (pulsbredden hos PWM-signalen) bildas genom att addera de två värdena.

Manöverorgan

Manöverorganet för det styrda systemet är i detta fall elektromagnetens form av en ferritantennspole. PWM-signalen med en pulshastighet på 32 kHz driver effektsteget (ULN2003). Spolen switchas till jord. Tack vare den höga PWM-frekvensen och den stora induktansen hos spolen så är spolströmmen starkt filtrerad (integrerad). Detta ger ett konstant magnetfält med en låg rippelkomponent.

Displayutgång

För att undvika att minska styrfrekvensen som ett resultat av tidsödande displayutgångar så är utgångarna uppdelade i många individuella jobb. Funktionen 'mlc_write_lcd()' använder en tillståndsmaskin (state machine) för att utföra en enda displayutgång i varje kontrollcykel.



Figur 5. Detaljer av prototypen: (a) basplatta (kylelement av aluminium), (b) Hallsensor, (c) mässingsrör med ledarna för spolen, (d) spolfäste med buntband.



Kontrollprocess

När de individuella modulerna har initialiserats körs samma process om och om igen i en ändlös slinga:

1. Uppdatera styrslingan:
`mlc_update(); // Uppdatera magnetsvåvningskontrollen`
2. LC-displayutgången:
`mlc_write_lcd(); // Utför en singel LCD-operation`
3. Scanna knapparna för styrparametrarna: `mlc_scan_buttons();` // Kolla Kp och Kd tryckknapparna
4. Synkronisera med A/D-omvandlaren: `while (!adc_ready) // Synkronisera styrslingan`
5. Starta nästa styrcykel vid steg 1

RC5-styrning

Med en IR-mottagare ansluten kan du använda en RC5 infraröd fjärrkontroll för att fjärrstyra enheten. Knapp 1 ökar

P-värdet medan knapp 4 minskar det. Knapp 3 ökar D-värdet medan knapp 6 minskar det. Knapp 0 fungerar som ett nödstopp och sätter P-värdet till 0.

BASCOM-exempel

Basicprogrammet (se listningen) har med avsikt hållits enkelt och inkluderar därför inte LCD:n och fjärrstyrningsfunktionerna. Enbart P-faktorn (och således den effektiva svåvningshöjden) kan justeras med hjälp av knapparna S1 och S2. När programmet startas tilldelas P värdet 0.1 för att ge en viss förstärkning så att du kan placera magneten exakt över sensorn genom att placera den så att du får maximal spolström.

Kontrollern utför sina beräkningar med reella tal (enkel precision). Återigen fås det egentliga värdet efter genomsnittning av åtta individuella avläsningar. Kontrollern kan bara använda området mellan 512 och 1023. Ju lägre position

för magneten desto högre blir det uppmätta värdet. Det uppmätta värdet multipliceras med P-faktorn för att få fram inställningarna för PWM-värdet. Systemet kan också fungera utan något D-värde, men rörelsen dämpas om denna komponent läggs till. Om magneten stiger snabbt förutser kontrollern en överstyrning och minskar snabbt strömmen i enlighet med det.

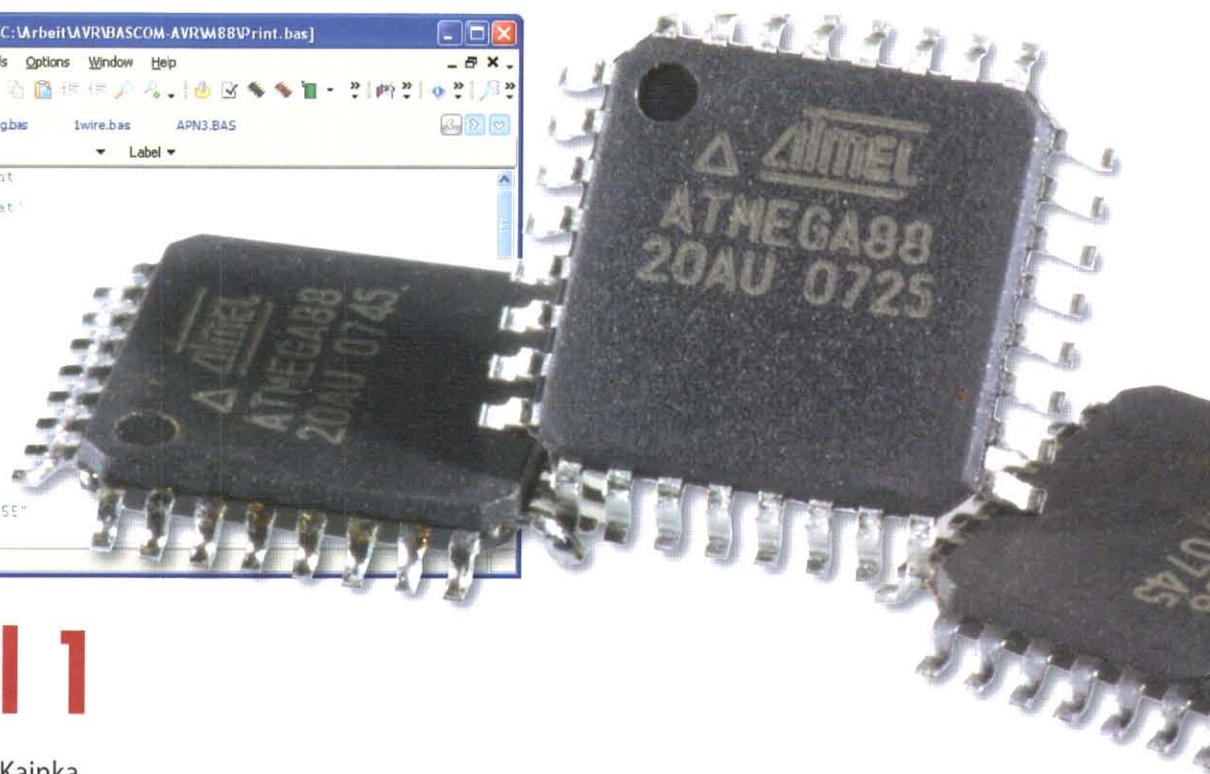
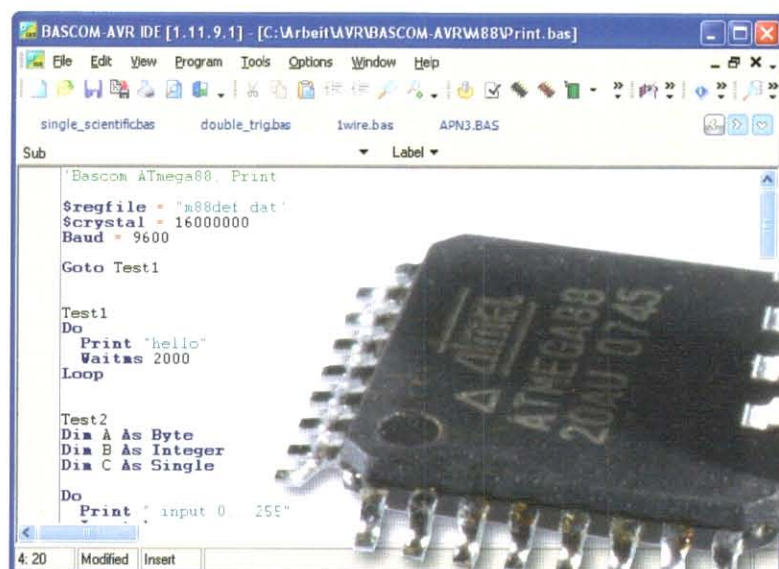
(080359-1)

Anmärkning

En komponentsats med ferritantenn, HAL815 och magnet finns tillgänglig från www.alltomelektronik.se

BASCOM AVR-kurs

Programmera ATmegakontroller



Del 1

Burkhard Kainka

AVR-serien av mikrokontroller från Atmel är mycket populära. Många projekt som har presenterats i Elektor har haft en ATmega som hjärta. I denna minikurs så riktar vi strålkastarljuset på mjukvaruutveckling för dessa kontroller. BASCOM är ett idealiskt programmeringsspråk för nybörjare. Det har en brant inlärningskurva vilket ser till att din väg till framgång (och en fungerande prototyp) är uppmuntrande kort.

ATmegakontrollern tillsammans med BASCOM utgör tillsammans ett starkt lag! Vilken applikation du än har i åtanke kan du vara säker på att kontroller från ATmegaserien har de flesta av den nödvändiga perifera hårdvaran redan integrerad 'ombord': Portar, timers, A/D-omvandlare, PWM-utgång och UART är alla standard tillsammans med ett urval RAM, ROM och EEPROM-storlekar. BASCOM är ett av de lättaste språken att använda och gör hopkopplingen med kringutrustning med LCD, RC5 och I²C till en enkel uppgift som kräver mycket få instruktioner. Det finns mycket utvecklingshårdvara för denna mikrokontrollerfamilj. STK500 från Atmel eller Elektors CC² ATM18 AVR-kort [1] är båda lämpliga plattformar för denna kurs. Alternativt finns det inget skäl till varför du inte skulle kunna experi-

mentera med din egen hembyggda design byggd på en bit experimentkort. Det gör inte heller någon större skillnad om du väljer en Mega8, Mega88 eller de större Mega16 eller Mega32. De har alla i grunden samma kärna och huvudskillnaderna ligger i antalet portpinnar och storleken på internminnet. I denna första artikel tittar vi på kontrollerns UART och A/D-omvandlare.

Serieinterface

Alla kretsarna i ATmegaserien har ett inbyggt serieinterface (UART) som använder pinnarna RXD (PD0) och TXD (PD1). Signalerna är TTL-kompatibla och det är därför nödvändigt att lägga till en RS232 interfacebuffert som en MAX232 för

att få ett äkta RS232-interface. Dessa buffrar finns redan implementerade i Atmels STK500 utvecklingssystem. En lämplig serie-till-USB adapter kan anslutas direkt till Elektors ATM18 AVR-kort för seriell kommunikation [2]. PC:n behöver köra ett terminalprogram innan det går att titta på seriekommunikationen från ATmega88 på skärmen. Vi går igenom serieinterfacet först här eftersom mjukvarurutinen är mycket enkel och lätt kan modifieras om så krävs.

Listning 1 visar alla de element som är nödvändiga för alla BASCOM-program. Den första raden \$regfile = "m88def.dat" indikerar vilken kontrollor som koden skall köras på och i detta fall är det ATmega88. Denna rad kan utelämnas och kontrollertypen kan anges med hjälp av menyn Options/Compiler/Chip, men denna metod kommer att generera ett fel om något annat AVR-system används. Det är betydligt bättre att deklarerat kontrollertypen tydligt i programheadern i alla program som du skriver. Detta har också prioritet och skriver över alla inställningar som definieras i Optionsmenyn.

Det är också viktigt att specificera kristallfrekvensen (\$crystal = 16000000 för 16 MHz). Detta påverkar både det delningsförhållande som är nödvändigt för att få fram den efterfrågade kommunikationshastigheten (baud rate) på 9600 och också den tidbas som används för att räkna millisekunderna i 'wait' satsen (Waitms 2000 for 2 s).

En egenskap hos det testprogram vi visar här är användningen av den ovillkorliga hoppinstruktionen Goto Test1. Det är normalt god programmeringspraxis att inte använda Gotosatser eftersom de bryter programstrukturen. Här har vi inkluderat flera programmeringsexempel i samma källkod och det är därför bara nödvändigt att ändra den första Goto Test1 till Goto Test2 eller 3 osv. (beroende på vilket exempel du vill köra) och sedan omkompilera.

Därmed behöver vi inte kompilera individuella källkoder för varje exempel och detta minskar det antal filer som genereras i kompileringsprocessen. Ytterligare testprogram kan enkelt adderas till koden och köras med hjälp av en lämplig Gotosats.

Det lilla programexempel som används för Test1 bildar en ändlös slinga mellan Do och Loopsatserna. Programmet skickar ut ett 'hello' meddelande varannan sekund. Du behöver ett terminalprogram som HyperTerminal (en del av Windows) för att ta emot meddelandet.

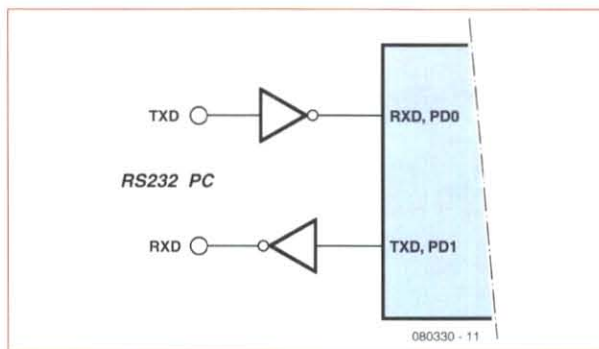
Beräkning

Programmet i **Listning 2** används för att beräkna ytan (C) hos en cirkel där 'A' är den givna radien:

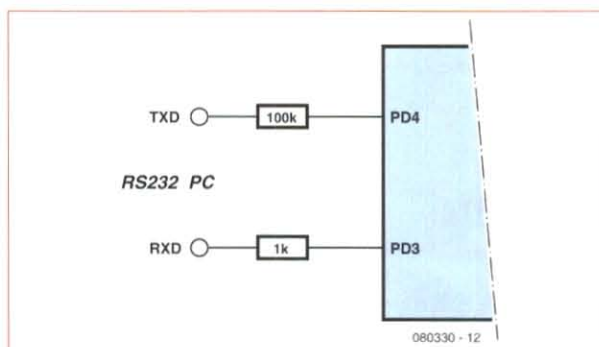
$$C = A^2 * 3.1415$$

'A' måste vara en heltalsvariabel, som är dimensionerad som ett byte, och skickas in via serieinterfacet. Värdet på 'A' (i området 0 till 255) multipliceras först med sig självt. Det resulterande mellanvärdet 'B' kan vara upp till ett långt ord (0 till 65535). Resultatet 'C' är ett äkta värde och är dimensionerat som ett enkelsteg vilket kräver fyra byte för att lagra dess värde.

Alla som är bekanta med andra dialekter av BASIC undrar kanske varför beräkningen inte har skrivits som $C = 3.1415 * A * A$ eller $\text{Print } 3.1415 * A * A$. Orsaken är att BASCOM endast tillåter en beräkning per uttryck så det är



Figur 1.
Serieinterfacet.



Figur 2.
Det enklaste serieinterfacet utan någon omvandlare.

nödvändigt att bryta ner komplexa beräkningar till en serie med enkelsteg för att undvika att bryta mot denna regel.

Procedurer

A/D-omvandlaren i ATmega har en 10-bitars upplösning. **Listning 3** visar ett exempel på hur omvandlaren initialiseras:

Config Adc = Single , Prescaler = 64 , Reference = Off.

Omvandlarens klockfrekvens definieras här som 1/64-del av processorklockan, dvs 250 khz med en processorklocka

Listning 1

Skriv 'hello'

```
„Bascom ATmega88, Print
$regfile = „m88def.dat“
$crystal = 16000000
Baud = 9600
```

```
Goto Test1
```

```
Test1:
Do
  Print „hello“
  Waitms 2000
Loop
```

```
Test2:
```

```
...
```

```
Test3:
```

```
...
```

```
End
```

Listning 2

Beräkningar i BASCOM

```
Dim A As Byte
Dim B As Word
Dim C As Single

Do
  Print "input 0...255"
  Input A
  B = A * A
  C = B * 3.1415
  'not allowed: C = 3.1415 * A * A
  Print C
Loop
```

Listning 3

Att använda en procedur

```
Declare Sub Voltage
Dim N As Byte
Config Adc = Single, Prescaler = 64, Reference = Off
Start Adc

Do
  N = 0 : Voltage
  Print "ADC(0) = "; U; " V"
  N = 1 : Voltage
  Print "ADC(1) = "; U; " V"
  Print
  Waitms 500
Loop

Sub Voltage
  D = Getadc(n)
  D = D * 5
  U = D / 1023
End Sub
```

Listning 4

Att använda mjukvaru-UART

```
Baud = 9600
Open "comd.3:9600,8,n,1" For Output As #2
Open "comd.3:9600,8,n,1,INVERTED" For Output As #2
Config Adc = Single, Prescaler = 64, Reference = Off

Do
  N = 0 : Voltage
  Print #2, "ADC(0) = "; U; " V"
  N = 1 : Voltage
  Print #2, "ADC(1) = "; U; " V"
  Print #2,
  Waitms 500
Loop
```

på 16 MHz. Den interna referensspänningen används inte utan hämtas externt och läggs till pinnen AREF. I det flesta fall kan en stabiliserad spänning på 5 V användas.

En procedur används för att skicka in ADC-mätningen och omvandla denna till en spänningsavläsning. Det är endast värt att använda en procedur om den kan återanvändas av olika delar i huvudprogrammet. I detta exempel visas två spänningsmätningar. Den nya proceduren kallas för Sub Voltage. Innan denna procedur kan anropas måste den först deklarerats: Declare Sub Voltage.

De programfragment som visas här är inte i enlighet med god programmeringspraxis. I Visual Basic är det vanligt att skicka kanalparametern 'N' när proceduren anropas. Voltage(N). Alternativt kan en funktion skrivas och sedan anropas med: U = Voltage(N). I exemplet här använder vi bara globala variabler så att D, N och U är åtkomliga från alla delar i programmet inklusive andra procedurer. Alla accepterade riktlinjer säger att detta inte är god programmeringspraxis men i detta fall förenklar det jobbet för kompilatorn och kontrollern. Experiment har visat att även stora program som tar upp 100% av flashminnet hos en Mega32 och som använder ett stort antal globala variabler är helt stabila och kan köras utan några som helst problem. Att skicka variabler till procedurer kan ibland generera fel som är ganska så svåra att spåra.

Serieinterfacet i mjukvara

En av många höjdpunkter hos BASCOM-kompilatorn är dess serieinterface i mjukvara. Antag att du redan använder hårdvaruinterfacet med RXD och TXD-pinnarna och du behöver ytterligare ett COM-interface? Alternativt kan det vara så att du inte har något RS232 interfaceomvandlar-chip (t.ex. en MAX232) på ditt kort men du behöver i alla fall ha en anslutning för en RS232-kabel. Alla tillgängliga pinnar kan definieras i mjukvara som serieinterfacepinnar för mjukvaruserieinterfacet.

Exemplet **Listning 4** använder PD3 som en seriell utgång. Kommunikationshastigheten är satt till 9600 baud och interfacenummer #2. För att skicka ut ett enkelt meddelande kan du använda Print #2, 'hello' till exempel. Genom att använda parametern INVERTED kan interfacet byggas utan att det behövs någon MAX232 interfaceomvandlare. BASCOM inverterar signalen så att den inaktiva nivån är en logiskt Låg. PC-interfacets RXD-signal kan då anslutas direkt. Signalnivåerna är inte äkta RS232 men är en användbar lösning som kan, till exempel, användas för att koppla en USB-till-serieadapter till Elektors ATM17 AVR-kort utan behov av någon MAX232.

(090330-1)

Referenser

- [1] ATM18 AVR-kort, *Elektor* 4/2008.
- [2] USB <-> RS-232 kabel, *Elektor* 7/2008.

Nedladdning och ytterligare information

Programmeringsexemplen och mer information om denna kurs kan laddas ner från www.alltomelektronik.se. Du är välkommen med feedback till Elektors Forum www.elektor.com