

Radio luisteren met EIR – de Elektor InternetRadio

Harald Kipp en Dr. Thomas Scherer

Dat waren nog eens tijden, toen men geluid nog analoog op een hoogfrequent signaal moest moduleren, om het daarna te kunnen verzenden en ontvangen en er weer een min of meer hoorbaar signaal uit te kunnen distilleren. Vandaag de dag gaat dat anders. Het audiosignaal wordt gecomprimeerd, in IP-pakketjes verpakt, gestreamd, ontvangen, gebufferd, gedecomprimeerd en voilà: een radiostation kan over de hele wereld via internet ontvangen worden. Met state-of-the-art hardware is dat allemaal heel gemakkelijk. En daar gaat dit artikel over...

Internetradio [1] is niet te vergelijken met normale radio. Er is zo'n enorm aanbod aan informatie en muziek beschikbaar, daar kan zelfs de meest gevoelige kortegolfontvanger niet tegen op. En dan hebben we het nog niet eens over de geluidskwaliteit. En omdat de 'zenders' ook geen vermogen van honderden kilowatts de ether in hoeven te pompen, is het ook veel beter betaalbaar om zo'n zender te exploiteren, zelfs voor een klein publiek van luisteraars. Er zijn nog veel meer voordelen van internetradio te noemen (zie tekstkader), maar eerst moeten we een belangrijke vraag beantwoorden.

Kan het niet gewoon met software?

Het is zo, dat er veel gratis programma's voor alle mogelijke besturingssystemen zijn, waarmee internetradio te ontvangen is (WinAmp, iTunes, VLC enz.). En een pc met Windows, een Mac of een Linux-machine heeft iedereen in de 21e eeuw toch wel voorhanden. Waarom zouden we dan geld uitgeven om een apparaat aan te schaffen, of zelfs te bouwen, voor datzelfde doel?

Nou, een pc verbruikt flink wat energie, veel meer dan nodig is voor deze toepassing. Het is dus erg oneconomisch om een pc als internetradio te gebruiken. De oplossing die we hier voorstellen is veel zuiniger met energie. De EIR gebruikt ongeveer 1 W. Bij tien uur radio luisteren per dag heeft hij zich zelf binnen een jaar terugverdiend in de

vorm van bespaarde stroomkosten. Bovendien zijn er toepassingen waar een pc helemaal niet zo handig voor is. Denk bijvoorbeeld aan het aansluiten op een stereo-installatie. Een zelfgebouwde radio op open-source-basis kan men zelf uitbreiden en aanpassen aan de eigen toepassing. En bovendien blijft de EIR gewoon werken als de pc crasht of wordt uitgezet.

Het principe

Omdat de EIR een complex project is, waarin de modernste technieken worden toegepast, is het niet mogelijk alle relevante aspecten in een enkel artikel te behandelen. We beperken ons daarom hier tot een beschrijving van de hardware, inclusief bouw en inbedrijfstelling. Meer informatie is te vinden in de documentatie over dit artikel op onze website www.elektor.nl, de website behorende bij dit project [2] en in toekomstige artikelen.

Dat een internetradio datastromen moet ontvangen, bufferen en decoderen, zal duidelijk zijn. Zonder een goede microcontroller beginnen we dus niets. Zoals vorige maand [3] al werd opgemerkt, beschikt een ARM-CPU [4] over voldoende rekenkracht.

In **figuur 1** is de basisopbouw te zien. De CPU staat boven in het midden. Hij heeft toegang tot 64 MB SD-RAM-geheugen. Voldoende voor de buffering en nog vele 'extra's'. De firmware kan in de ARM-chip worden opgeslagen en daarnaast is er ook nog 4 MB flashgehe-

gen voor het opslaan van niet-vluchtige parameters. De schakeling is ook voorzien van een real-time-clock-chip met een supercap voor de voedingsspanning, wat gebruik als radiowekker en andere tijdafhankelijke toepassingen mogelijk maakt. Om de belasting van de ARM-CPU binnen de perken te houden, wordt hij bij het decoderen van het audiosignaal ondersteund door een speciale chip, een VS1053 [5].

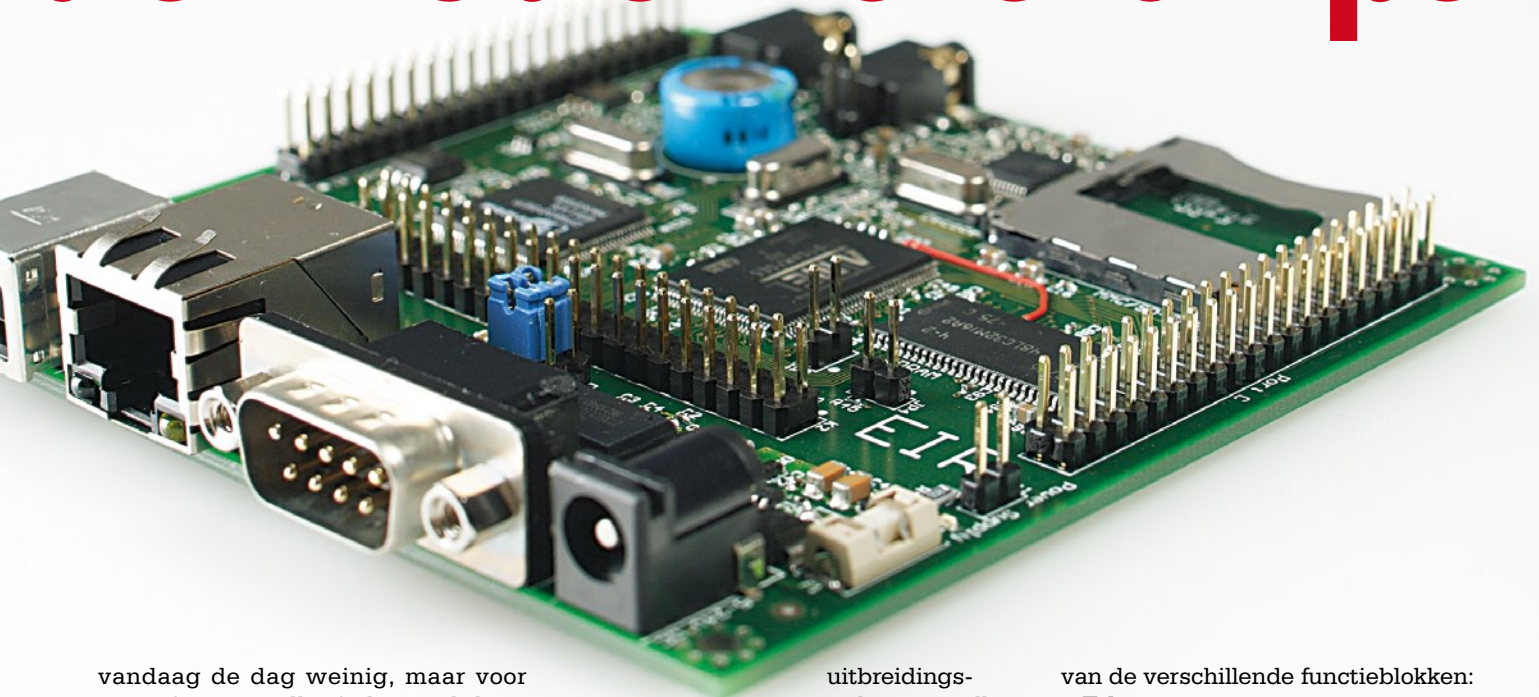
De EIR is voorzien van een groot aantal in- en uitgangen. Naast een ethernet-aansluiting (zonder verbinding met internet kunnen we natuurlijk niets) is er een USB-aansluiting voor het programmeren, een seriële- en een JTAG-poort (voor het debuggen) en drie vrij beschikbare uitbreidingsconnectors, verbonden met de I/O-poorten van de CPU. Er is ook voorzien in een slot voor een MMC-SD-kaart, waarmee het mogelijk wordt om radioprogramma's op te nemen.

De grote lijnen

De binnenkomende datastroom is over het algemeen een stereosignaal met een oplossend vermogen van 16 bits en een samplefrequentie van 44,1 kHz. Normaal gesproken zou daarvoor een bandbreedte van 1,4 Mbit/s nodig zijn, maar dankzij datacompressie wordt dat met een factor tien teruggebracht tot 192 kbit/s of nog minder. Daardoor is een geheugen van 256 kbyte RAM voldoende voor het bufferen van zo'n tien seconden geluid. 256 kbyte lijkt



de modernste chips



vandaag de dag weinig, maar voor een microcontroller is het toch best veel. En als we op zeker willen spelen en ook nog wat ruimte voor andere dingen willen reserveren, dan komen we toch al snel uit op een totaal van 512 kbyte aan RAM. De hier gebruikte ARM7-CPU ondersteunt SD-RAM, dus de EIR komt met de beschikbare 64 Mbyte RAM niet in de problemen.

Als besturingssysteem werd niet gekozen voor Linux, maar voor Nut/OS. Dit heeft niet meer dan 40 kbyte geheugen nodig en biedt voldoende mogelijkheden. De complete software heeft zo'n 200 kbyte geheugen nodig. Voor de data is 1 Mbyte aan geheugen ruim voldoende. Omdat de CPU zelf al met 512 kbyte flashgeheugen voor de software is uitgerust en grote hoeveelheden extern geheugen beschikbaar zijn, hoeven we ons over de geheugenruimte geen zorgen te maken. Alle software is open-source, behalve het flashprogramma van Atmel.

De controller is trouwens krachtig genoeg om tijdens het beluisteren van een uitzending tegelijk een andere uitzending op te nemen op de SD-kaart. Het zal vast niet lang duren, voordat een open-source-ontwikkelaar de software schrijft om van die mogelijkheid gebruik te maken en om nog meer features toe te voegen.

Om de toekomstige ontwikkelingen niet in een bepaalde richting te dwingen, is de kaart niet voorzien van specifieke bedieningselementen, zoals druktoetsen of een display. Via de

uitbreidingsconnectors kunnen zulke onderdelen gemakkelijk toegevoegd worden. De EIR is ontworpen om als basis te dienen voor eigen toepassingen en de beschikbare firmware is met behulp van een ingebouwde website toegankelijk gemaakt. Omdat de firmware open is, is er geen enkele reden om het daarbij te laten...

De details

Als we kijken naar het schema in **figuur 2**, valt de complexiteit van dit project meteen op. We zullen de werking van het geheel toelichten aan de hand

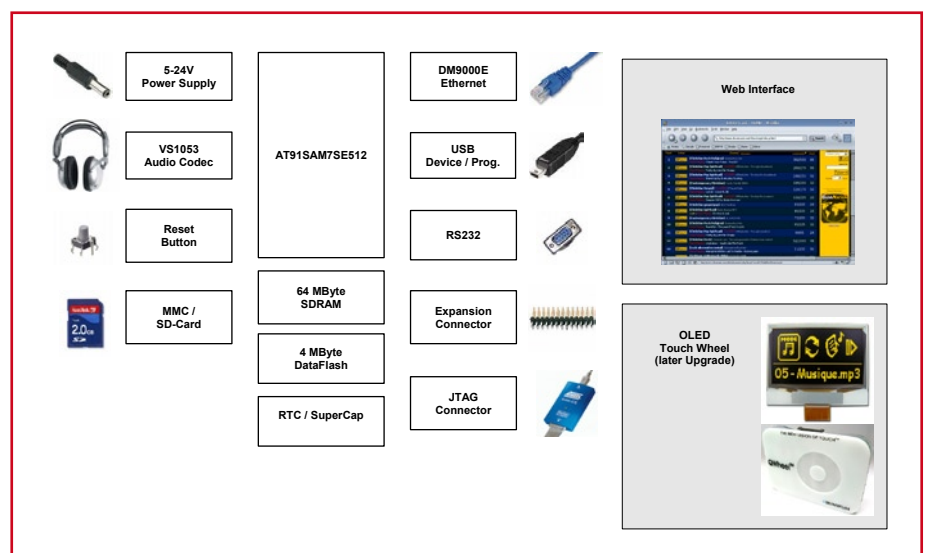
van de verschillende functieblokken:

• Ethernet

Via een ethernetconnector met geïntegreerde interface en twee LED's wordt het bord aan het netwerk gekoppeld. De groene LED brandt als er dataoverdracht plaatsvindt en de gele LED geeft aan dat er een ethernetverbinding aanwezig is. Het ethernetverkeer wordt afgehandeld door een gespecialiseerde chip (IC10 = DM9000E). Buffer IC9 maakt het mogelijk om de WAIT-aansluiting van de CPU te gebruiken voor uitbreidingen.

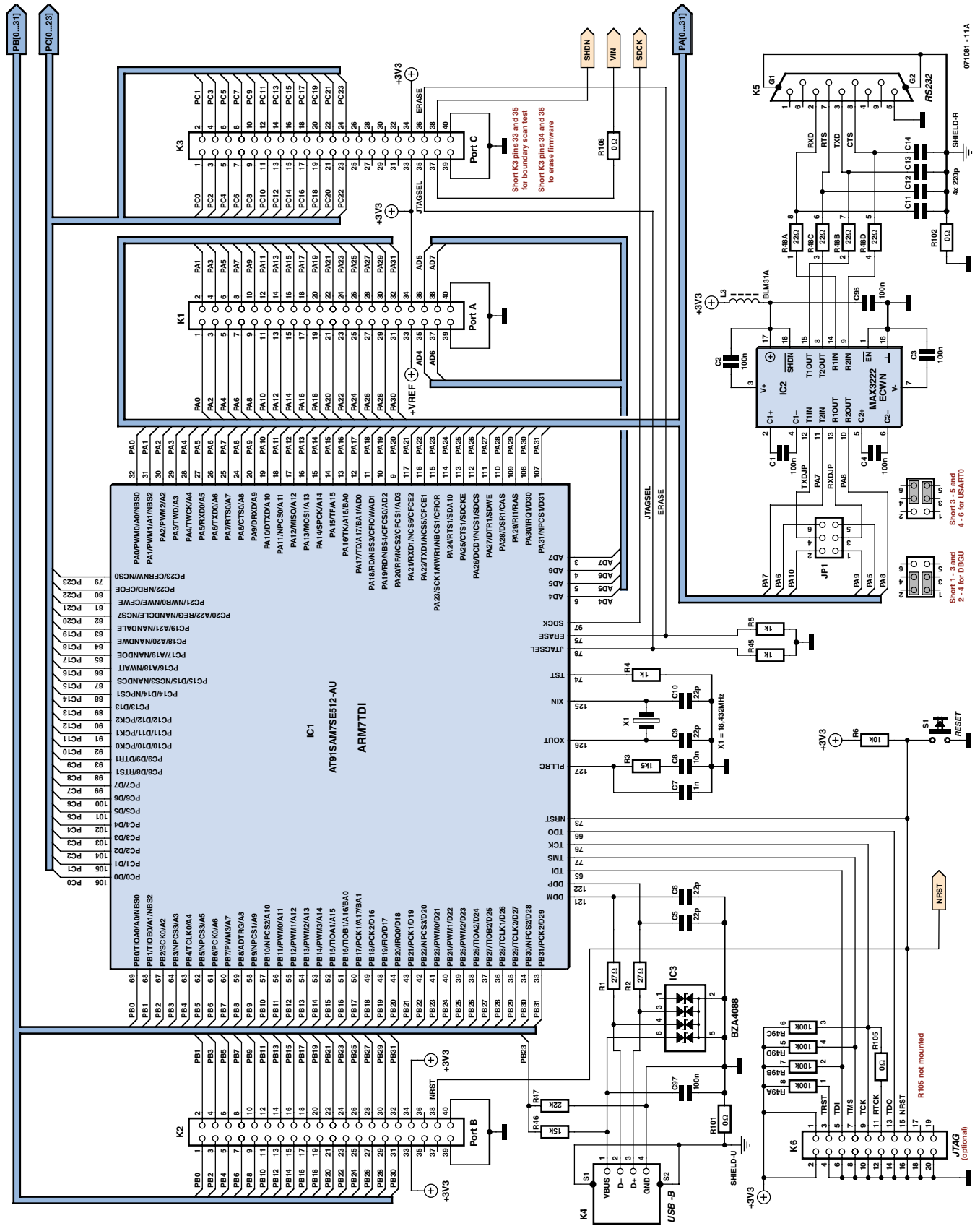
• Audio-decoder

De ARM7-chip is in principe krachtig genoeg om zelfstandig een MP3- of

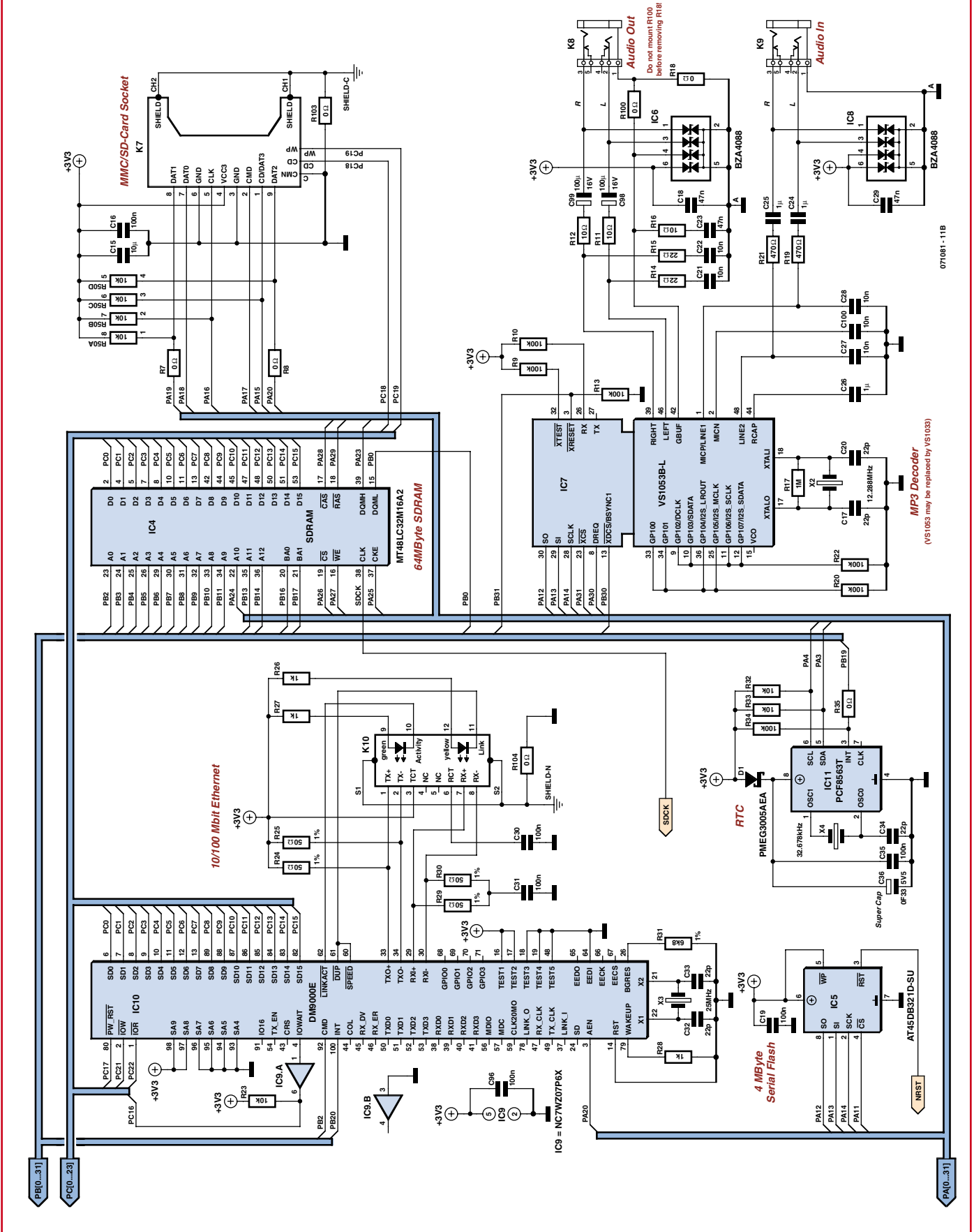


Figuur 1. Principeschema van de Elektor-Internet-Radio.

2a



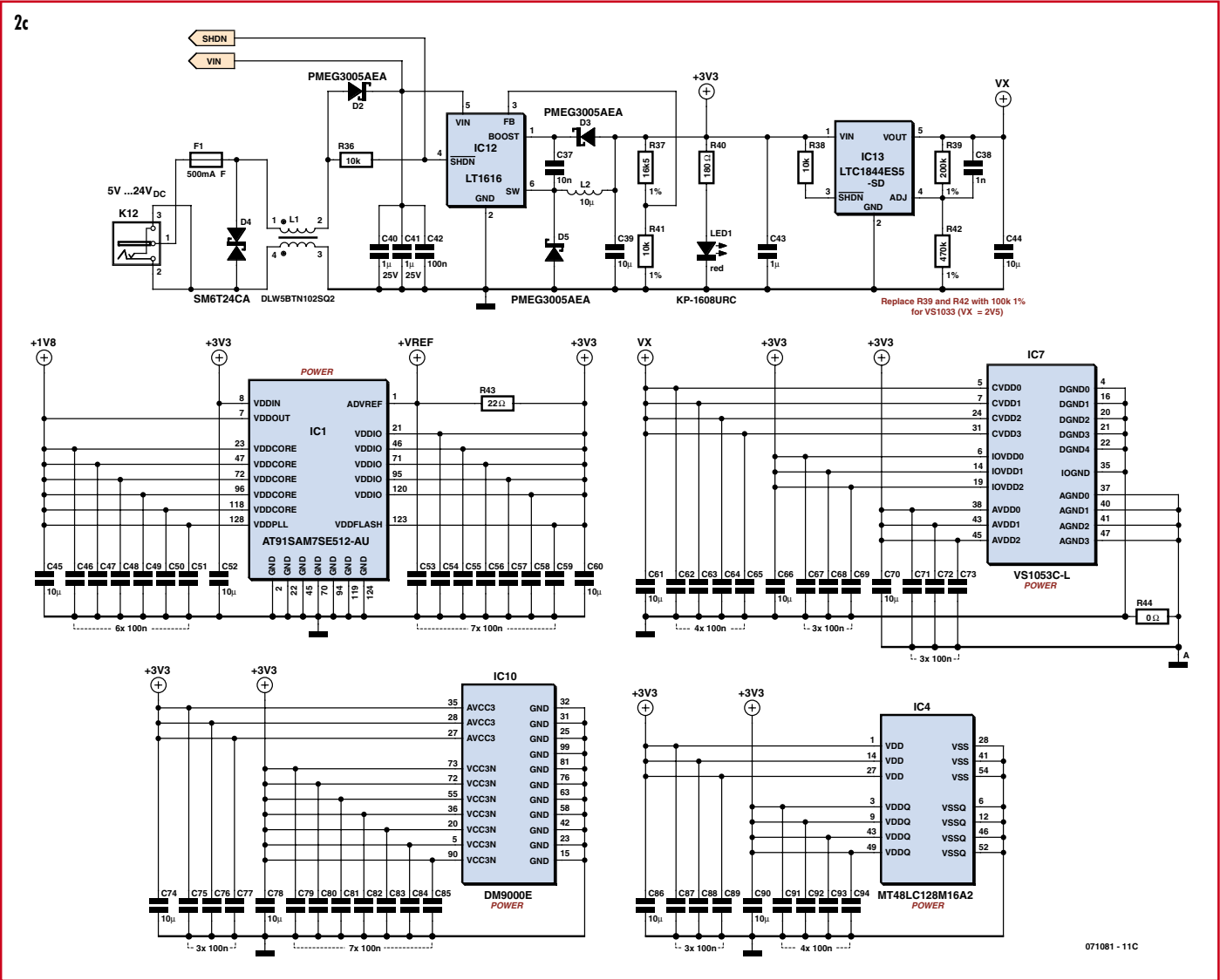
Figuur 2. Uit het complete schema van de EIR blijkt meteen, dat we hier met een ingewikkeld project te maken hebben.



077081 - 11B

MP3 Decoder
(VS10B3 may be replaced by VS1033)

2c



AAC-sigitaal in software te decoderen, maar de gespecialiseerde chip IC7 vermindert de belasting van de CPU aanzienlijk en maakt het bovendien mogelijk om naast de gebruikelijke MP3-varianten ook HE-AAC- en ogg-Vobis-data te ontvangen. Dit maakt de software ook meteen een stuk eenvoudiger. Bij de ontwikkeling van de EIR konden we gebruik maken van een pre-release testexemplaar van VLSI. Mocht de verkrijgbaarheid van de chip een probleem zijn, dan kon ook gekozen worden voor een VS1033 (die echter niet het ogg-Vobis-formaat ondersteunt). Hoewel de CPU een 1,8 V-uitgang voor het voeden van periferie heeft, is voor IC7 een aparte 1,8 V-spanningsregelaar toegevoegd om de stabiliteit te verbeteren. Als gekozen wordt voor de VS1033 (die een voedingsspanning van 2,5 V nodig heeft), dan moeten R39 en R42 vervangen worden door exemplaren van 100 kΩ.

• Extra flashgeheugen

Voor de besturing van een radio moeten veel instellingen in niet-vluchtig geheugen bewaard worden. Dat geldt met name voor de lijst van te ontvangen stations. Dat zou ook kunnen met het interne flashgeheugen van de CPU, maar het is nogal lastig om daar in te schrijven. Om dit gemakkelijker te maken, is een serieel flashgeheugen toegevoegd in de vorm van IC5. Omdat daarin 4 Mbyte beschikbaar is, kan er een heel grote zenderlijst in worden opgeslagen en is er ook plaats voor andere gegevens.

• Voeding

Om er voor te zorgen dat de EIR inderdaad weinig energie verbruikt, is gekozen voor een schakelende spanningsregelaar, die is opgebouwd rond IC12. Bij ingangsspanningen van 5...24 V is aan de uitgang van de regelaar een spanning van 3,3 V met een vermogen van 5 W beschikbaar. Omdat de EIR zelf maar 1 W verbruikt, is er voldoende vermogen aanwezig om ook uitbrei-

dingen te voeden.

• Solderen

Omdat de print vrij dicht bestukt is, meerdere lagen heeft (zie figuur 3 en figuur 4) en de afstand tussen de IC-pootjes ook nog eens slechts 0,5 mm bedraagt, biedt Elektor een print aan waarop alle SMD-componenten reeds zijn aangebracht (met een VS1033). Alleen de grotere onderdelen hoeven dan nog aangebracht te worden en dat voorkomt akelige fouten. Wie dat liever doet, kan de print natuurlijk ook zelf bestukken aan de hand van de componentenopstelling.

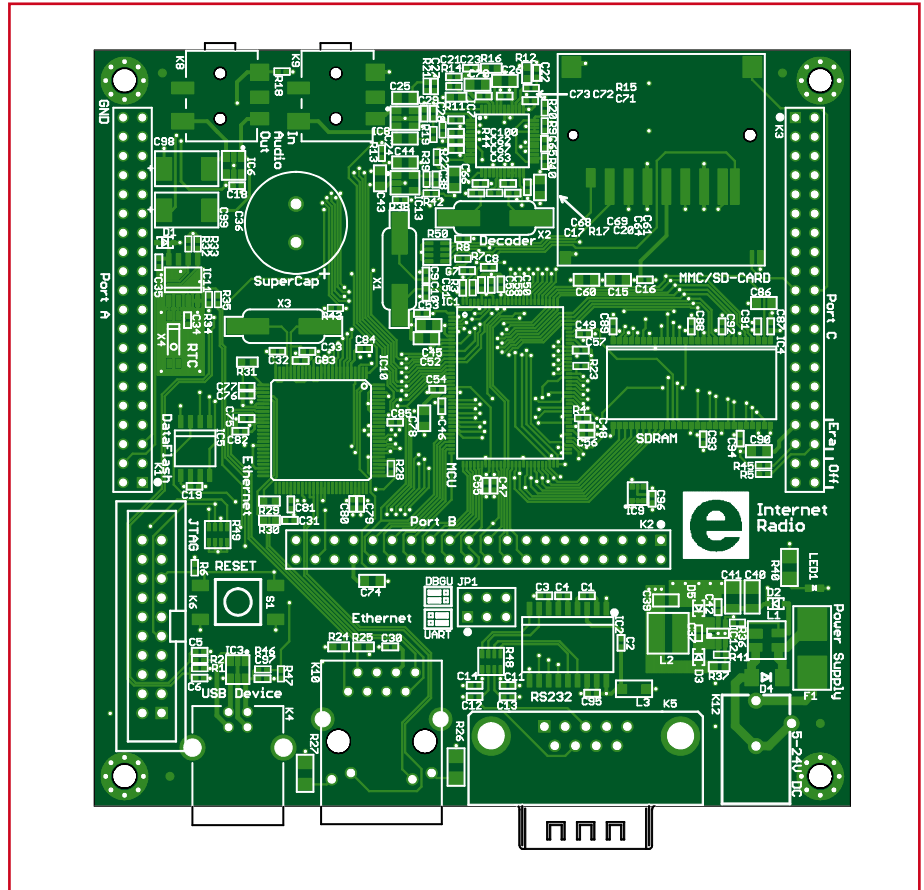
Test

Voor een eerste test van de 3,3 V-voeding moet deze belast worden, zodat hij enkele mA stroom kan leveren. De voeding mag dus niet onbelast getest worden. De schakelende regelaar zou moeten werken vanaf een ingangsspanning van circa 4 V en afhanke-

lijk van de belasting zou hij dan een stroom van 50...150 mA moeten opnemen. Bij 24 V ingangsspanning neemt die stroom af tot ongeveer 30...50 mA. Als de voeding werkt, licht D1 op. Als daarna de IC's op de print zijn geplaatst, kan met een scoop gecontroleerd worden of de klokfrequentie aanwezig is bij X1. Als dat het geval is, zou de CPU moeten werken.

De CPU is van huis uit voorzien van een bootloader, die behalve het laden van nieuwe software ook zorgt voor toegang tot het RAM- en flashgeheugen. Bij Atmel is onder [6] het bestand 'AT91-ISPexe' verkrijgbaar, dat het Windows-programma 'SAM-BA' bevat. Als dat geïnstalleerd is, kan de EIR via de USB-aansluiting met de pc verbonden worden. Na het inschakelen van de voedingsspanning moet Windows nu automatisch de juiste driver activeren. Dan kan SAM-BA gestart worden. Kies als verbinding voor USB en als apparaat 'AT91SAM7SE512-EK'. Dit is verregaand compatibel met de EIR.

Eenvoudige firmware voor testen kan gedownload worden van de projectpagina op de Elektor-website die bij dit artikel hoort. Met deze software, een werkende CPU en de seriële aansluiting van de EIR kunnen de andere elementen van de schakeling zoals de



Figuur 3. De componentenopstelling van de EIR. Om problemen te voorkomen is een print verkrijgbaar waarop de SMD-componenten al zijn aangebracht.

Onderdelenlijst

Weerstanden:

R1, R2 = 27 Ω , SMD 0402
 R3 = 1k5, SMD 0402
 R4, R5, R28, R45 = 1k, SMD 0402
 R6, R23, R32, R33, R36, R38 = 10k, SMD 0402
 R7, R8, R18, R35, R44 = 0 Ω , SMD 0402
 R9, R10, R13, R20, R22, R34 = 100k, SMD 0402
 R11, R12, R16 = 10 Ω , SMD 0603
 R14, R15, R43 = 22 Ω , SMD 0402
 R17 = 1M, SMD 0402
 R19, R21 = 470 Ω , SMD 0402
 R24, R25, R29, R30 = 50 Ω 1%, SMD 0402
 R26, R27 = 1k, SMD 1206
 R31 = 6k8 1%, SMD 0603
 R37 = 16k5 1%, SMD 0603
 R39 = 200k* 1%, SMD 0402
 R40 = 180 Ω , SMD 1206
 R41 = 10k 1%, SMD 0402
 R42 = 470k* 1%, SMD 0402
 R46 = 15k, SMD 0402
 R47 = 22k, SMD 0402
 R48 = 22 Ω , Array CAY16
 R49 = 100k, Array CAY16
 R50 = 10k, Array CAY16
 R100...R106 = 0 Ω *, SMD 1206 (niet noodzakelijk)
 * zie tekst

Condensatoren:

(SMD ceramisch 6,3 V, tenzij anders aangegeven)

C1...C4, C16, C19, C30, C31, C35, C42, C46...C51, C53...C59, C62...C65, C67...C69, C71...C73, C75...C77, C79...C85, C87...C89, C91...C97 = 100n, SMD 0402
 C5, C6, C9, C10, C17, C20, C32, C33, C34 = 22p, SMD 0402
 C7, C38 = 1n, SMD 0402
 C8, C21, C22, C27, C28, C37, C100 = 10n, SMD 0402
 C11...C14 = 220p, SMD 0402
 C15, C39, C44, C45, C52, C60, C61, C66, C70, C74, C78, C86, C90 = 10 μ , SMD 0805
 C18, C23, C29 = 47n, SMD 0402
 C24...C26, C43 = 1 μ , SMD 0805
 C36 = 0,1F, Double Layer Cap FGOH104Z135
 C40, C41 = 1 μ /25V, SMD 1206
 C98, C99 = 100 μ /16V Tantaal, SMD

Zelfinducties:

L1 = DLW5BTN102SQ2 (Murata)
 L2 = 10 μ , MSS5131 (Coilcraft)
 L3 = BLM31A (Murata)

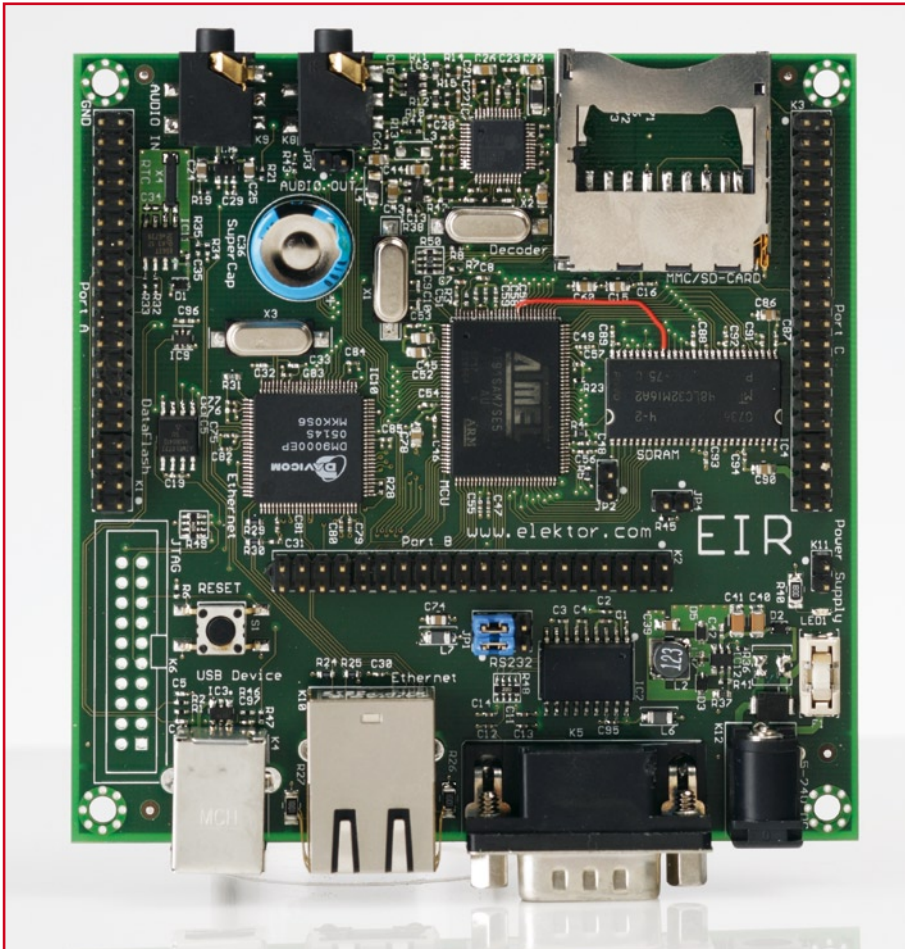
Halfgeleiders:

D1...D3, D5 = PNEG3005AEA (Philips)
 D4 = SM6T24CA (STM)
 IC1 = AT91SAM7SE512-AU (Atmel)
 IC2 = MAX3222ECWN (Maxim)
 IC3, IC6, IC8 = Diode-array BZA408B
 IC4 = MT48LC32M16A2
 IC5 = AT45DB321D-SU (Atmel)
 IC7 = VS1053C-L (VLSI)*
 IC9 = NC7WZ07P6X (Fairchild)

IC10 = DM9000E (Davicom)
 IC11 = PCF8563T (Philips)
 IC12 = LT1616 (Linear Technology)
 IC13 = LTC1844ES5-SD (Linear Technology)
 LED1 = KP-1608URC, rot, SMD 0603 (Kingbright)

Verder:

X1 = 18,432MHz-kristal, SMD HC49SM
 X2 = 12,288MHz-kristal, SMD HC49SM
 X3 = 25,000MHz-kristal, SMD HC49SM
 X4 = 32,678kHz-kristal, SMD MC-146
 F1 = Smeltzekering, 0,5A met houder, SMD OMNI-BLOK (Littelfuse)
 K1, K2, K3 = 40-polige contactstrip, 2,54mm-raster, dual-in-line
 K4 = USB-B-bus, AMP-787780
 K5 = 9-polige Sub-D-connector, haaks, US-norm
 K6 = 20-polige boxheader, 2,54mm-raster, dual-in-line
 K7 = SD-slot, SMD FPS009-2700 (Yamaichi)
 K8, K9 = 3,5-mm stereo-jack-connector, SMD SJ1-3515 (CUI)
 K10 = RJ-45-connector met ethernet-interface en LED's SMD, RJLD-043TC (Taimag)
 K12 = DC-connector met 2-mm pennen, TDC-002-3
 JP1 = 6-polige dubbelrijige header met 2 kortsluitjumper, 2,54mm-raster
 S1 = Druktoets SMD, LSH (Schurter)
 Print EPS 071081-1 of met SMD bestukte print EPS 071081-71
 Software-download van de Elektor-website



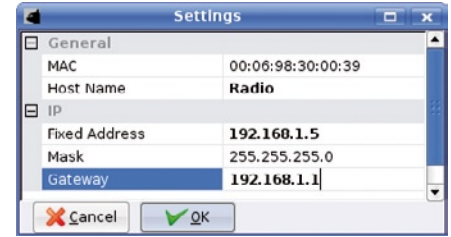
Figuur 4. Aan dit bestuurd prototype is wel te zien, dat zelf solderen in dit geval niet zo eenvoudig zou zijn.

ethernet-aansluiting en de audio-decoder op hun werking gecontroleerd worden. Na het verzenden van de firmware moet de CPU nog verteld worden dat hij deze software moet starten bij de volgende keer dat de CPU geboot

wordt. Kies daartoe onder 'Scripts' de routine 'Boot from Flash (GPNVM2)' en klik op 'Execute'. Daarna kan SAM-BA gestopt worden en de reset-toets kan worden ingedrukt. De EIR kan dan via de seriële aansluiting met een nul-

Tabel 1. Uitbreidingsconnector K1

Pen	Signaal	Functie	Pen	Signaal	Functie
1	PA0	Vrij	2	PA1	Vrij
3	PA2	Vrij	4	PA3	TWI SDA
5	PA4	TWI SCL	6	PA5	UART0 RxD via JP1
7	PA6	UART0 TxD via JP1	8	PA7	UART0 RTS
9	PA8	UART0 CTS	10	PA9	DEBUG RxD via JP1
11	PA10	DEBUG TxD via JP1	12	PA11	DataFlash Chip Select
13	PA12	SPI MISO	14	PA13	SPI MOSI
15	PA14	SPI SPCK	16	PA15	MMC Chip Select
17	PA16	MMC Clock	18	PA17	MMC Command
19	PA18	MMC DAT0	20	PA19	MMC DAT1 via R7
21	PA20	MMC DAT2 via R8	22	PA21	Vrij
23	PA22	Vrij	24	PA23	SDRAM DQMH
25	PA24	SDRAM A10	26	PA25	SDRAM CKE
27	PA26	SDRAM Chip Select	28	PA27	SDRAM WE
29	PA28	SDRAM CAS	30	PA29	SDRAM RAS
31	PA30	IRQ1, MP3 Interrupt	32	PA31	MP3 Command Select
33	Vref	A/D-converter referentiespanning	34	3.3V	Voeding
35	AD4	Analoge ingang, vrij	36	AD5	Analoge ingang, vrij
37	AD6	Analoge ingang, vrij	38	AD7	Analoge ingang, vrij
39	GND	Massa	40	GND	Massa



Figuur 5. Screenshot van SAM-BA onder Windows 2000.

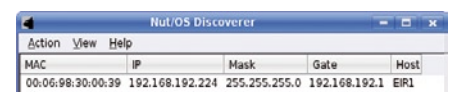
modem kabel (pennen 2 en 3 gekruist) worden aangesproken via een terminal-emulator (voor Windows kan het beste TeraTerm [7] gebruikt worden, onder Linux kan gekozen worden voor Miniterm en op de Mac is altijd wel een terminal-emulator voorhanden). De transmissiesnelheid is 115,2 kbaud en het formaat is 8 databits, geen pariteit en één stopbit.

Radio luisteren

Voordat we kunnen gaan luisteren, moet de test-firmware uit de EIR en de radio-firmware er in. Om nieuwe firmware te laden, moeten eerst pen 34 en 36 van K3 met elkaar verbonden worden door middel van de jumper. Dan kan op RESET gedrukt worden en daarna kan de jumper weer verwijderd worden. De EIR boot dan weer met de bootloader en met SAM-BA wordt nu de radio-firmware geladen.

Nu kan de EIR worden aangesloten op het netwerk (via een hub of router met meerdere poorten). Op de audio-uitgang wordt een koptelefoon of een versterker aangesloten.

Als het LAN of de router beschikt over een DHCP-server, dan wordt automatisch een ethernet-adres toegewezen en begint de radio met het afspelen van een vooraf ingesteld radiostation. Als er vaste IP-adressen gebruikt worden: bij de installatie van Nut/OS is op de pc al het kleine programma 'Discover' geïnstalleerd. Daarmee moet de EIR te vinden zijn (figuur 6) en kan het gewenste IP-adres ingesteld worden. Zoals te zien is in figuur 7, wordt als gateway het adres van de router ingegeven. Als dat gebeurd is, moet ook met een vast IP-adres het luisteren naar de radio (figuur 8) mogelijk zijn.



Figuur 6. Met de software (hier onder Linux-KDE) is de EIR ook te vinden als het IP-adres niet bekend is.

Tabel 2. Uitbreidingsconnector K2

Pen	Signaal	Funcctie	Pen	Signaal	Funcctie
1	PB0	SDRAM DQML	2	PB1	frei
3	PB2	Adresbus A2	4	PB3	Adresbus A3
5	PB4	Adresbus A4	6	PB5	Adresbus A5
7	PB6	Adresbus A6	8	PB7	Adresbus A7
9	PB8	Adresbus A8	10	PB9	Adresbus A9
11	PB10	Adresbus A10	12	PB11	Adresbus A11
13	PB12	Vrij	14	PB13	Adresbus A13
15	PB14	Adresbus A14	16	PB15	Vrij
17	PB16	SDRAM BAO	18	PB17	SDRAM BA1
19	PB18	Vrij	20	PB19	FIQ, RTC Interrupt
21	PB20	IRQ0, Ethernet Interrupt	22	PB21	Vrij
23	PB22	DataFlash Chip Select	24	PB23	USB Monitor
25	PB24	Vrij	26	PB25	Vrij
27	PB26	Vrij	28	PB27	Vrij
29	PB28	Vrij	30	PB29	Vrij
31	PB30	MP3 Data Select	32	PB31	MP3 Hardware Reset
33	3,3 V	Voeding	34	3,3 V	Voeding
35		Ongebruikt	36		Ongebruikt
37		Ongebruikt	38	NRST	Hardware Reset
39	GND	Massa	40	GND	Massa

Vooruitblik

De EIR is, zoals al verschillende keren werd opgemerkt, volledig open van opzet. Zowel de software als de hardware (via de connectors) kunnen naar eigen inzicht uitgebreid en aangepast worden en hierover zal in de toekomst zeker nog meer te lezen zijn in Elektor. Voor software-tools, broncode en verdere ontwikkelingen is het het beste om af en toe te kijken naar de project-website [1] van de firma egnite. Hier is de broncode en informatie over het installeren onder Windows, Linux en OS X te vinden. Verder zijn hier links te vinden naar ontwikkelomgevingen en verdere gerelateerde open-source-projecten. Er zijn veel mogelijkheden. Eén van de eerste dingen, waaraan gedacht kan worden is het toevoegen van een display en bedieningsknoppen, zodat de EIR niet meer alleen via de websi-

Internet-radio

Als we met Google gaan zoeken naar 'Internetradio', vinden we een verpletterend aantal van meer dan 2,3 miljoen treffers. Daaruit blijkt wel dat webradio 'hot' is. De eerste experimenten met het uitzenden van radio in de vorm van IP-pakketten dateren al van 1993. Dat was dezelfde tijd waarin de eerst bruikbare webbrowser (NCSA Mosaic) uitkwam, dus echt het eerste begin van internet, zoals we het nu kennen. Al snel begonnen ook 'echte' radiostations de uitzending die ze eerst alleen via de ether uitstraalden ook via internet-streaming aan te bieden.

Vandaag de dag zijn met een gewone internetaansluiting tienduizenden radiostations te ontvangen. Naast een ontelbaar aantal die gespecialiseerd zijn op een bepaald thema en zich richten op een klein publiek, zijn ook vrijwel alle officiële stations (zowel van de publieke omroep als van commerciële zenders) te ontvangen.

Voor het bijna-live overdragen van tijdkritische signalen als beeld en

geluid (het zogenaamde streamen) moet voor elke client een apart kanaal tussen zender en ontvanger opgezet worden. Als er veel luisteraars zijn, kan dat erg veel IP-verkeer genereren en dus zijn er hoge kosten mee gemoeid. Om de overdrachtssnelheid in de hand te houden, wordt de data voor het verzenden gecompriemd en aan de kant van de client weer gedecomprimeerd. Een internetradio moet dus uitgerust zijn met een streaming-decoder voor MP3, ogg-Vobis of Real Audio.

Omdat internet bij de gebruikelijke protocollen HTTP en FTP geen garantie biedt voor de looptijd van de pakketten door het netwerk, moet de ontvanger beschikken over een voldoende grote buffer. De ontvangst wordt daardoor enkele seconden vertraagd en is dus niet echt live, maar 'quasi-live'. Snel zappen is dan ook niet mogelijk. Daar staat tegenover dat de digitale overdracht een uitstekende geluidskwaliteit biedt en het zendbereik wereldwijd is. Het aantal te ontvangen stations is dan ook enorm. Daarnaast is het in principe mogelijk om ook ingeblikte uitzendingen ('radio on demand') te leveren, wat met een conventionele radio niet mogelijk is.

Tabel 3. Uitbreidingsconnector K3

Pen	Signaal	Funcctie	Pen	Signaal	Funcctie
1	PC0	Databus D0	2	PC1	Databus D1
3	PC2	Databus D2	4	PC3	Databus D3
5	PC4	Databus D4	6	PC5	Databus D5
7	PC6	Databus D6	8	PC7	Databus D7
9	PC8	Databus D8	10	PC9	Databus D9
11	PC10	Databus D10	12	PC11	Databus D11
13	PC12	Databus D12	14	PC13	Databus D13
15	PC14	Databus D14	16	PC15	Databus D15
17	PC16	Bus NWAIT, Open Collector	18	PC17	Ethernet Hardware Reset
19	PC18	MMC Card Detect	20	PC19	MMC Write Protect
21	PC20	Vrij	22	PC21	Adres-/Databus NWE
23	PC22	Adres-/Databus NRD	24	PC23	Ethernet Chip Select
25		Ongebruikt	26		Ongebruikt
27		Ongebruikt	28		Ongebruikt
29		Ongebruikt	30		Ongebruikt
31		Ongebruikt	32		Ongebruikt
33	3,3 V	Voeding	34	3,3 V	Voeding
35	JTAGSEL	Boundary Scan Enable	36	ERASE	Firmware Erase
37	VIN	5-24V ongestabiliseerd via R106	38	SHDN	Power Shutdown
39	GND	Massa	40	GND	Massa

te, maar ook zelfstandig te gebruiken wordt. Het aanwezige slot voor een SD-kaart vraagt er om, om de EIT ook te gaan gebruiken als MP3-speler.

(071081)

Weblinks en verwijzingen:

[1] Wikipedia-artikel: <http://nl.wikipedia.org/wiki/Webradio>

[2] De project-website van egnite: www.ether-nut.de/de/hardware/eir

[3] Ethernut en de familie Kipp Elektor maart 2008, blz.26...29

[4] Informatie over de ARM7-CPU: www.atmel.com/products/at91

[5] Informatie over de VS1053: www.vlsi.fi/en/products/vs1053.html

[6] Koppeling naar AT91-ISP.exe: www.atmel.com/dyn/resources/prod_documents/Install%20AT91-ISP%20v1.10.exe

[7] Windows-terminal: `ftssh2.sourceforge.jp`