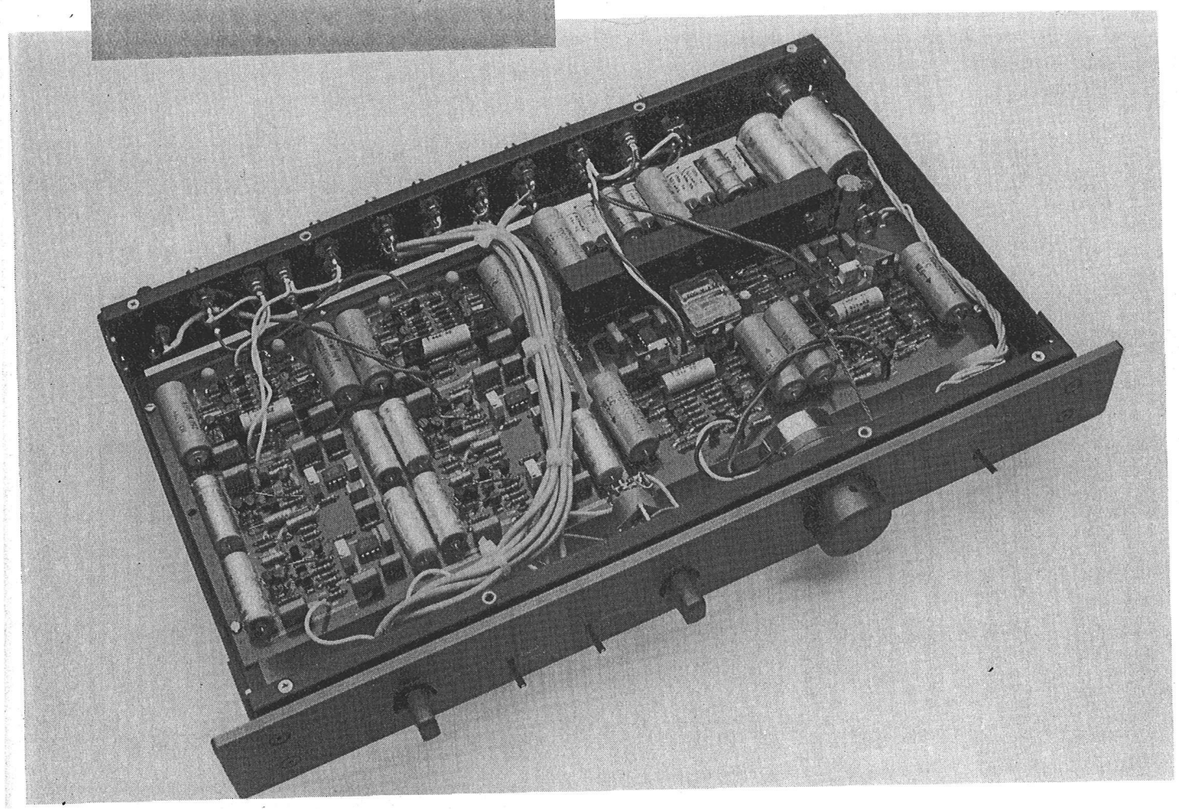


Forforstærkeren bliver aldrig færdig!

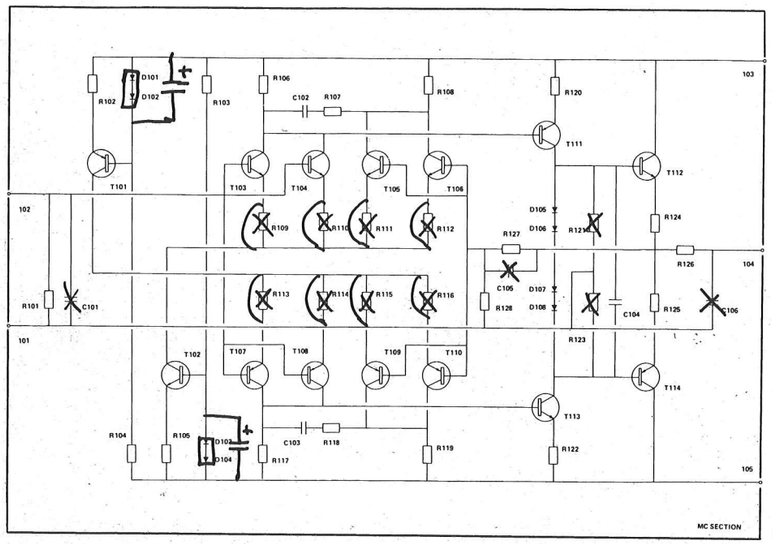
Sidst vi beskæftigede os med forforstærkeren var i februar/marts 84. Vi har i mellemtiden eksperimenteret os frem til en række småforbedringer, som tilsammen rykker konstruktionen endnu en klasse op.

Af Michael Madsen

Målet med projektet har altid været at opnå en så klangmæssigt velafbalanceret og åben gengivelse som overhovedet muligt. Forforstærkeren er derfor fri for features og gimmicks som man alligevel sjældent eller aldrig har behov for. Til gengæld har vi prioriteret kvaliteten af omskiftere, kontakter og potentiometre usædvanligt højt. Vi har da heller ikke fundet anledning til at ændre på disse komponenter. Forbedringerne består næsten udelukkende i ændringer af komponentværdier og det er derfor ikke de store mekaniske krumspring der skal til for at få de nye komponenter på plads.

Støj

Hensigten med næsten alle de følgende ændringer har været støjbekæmpelse. Ikke fordi vi synes den oprindelige version støjede for meget – det var egentlig kun Ortofons MC 2000 pick-up der provokerede os i denne henseende – men snarere fordi vi gentagende gange konstaterede at forsøg på støjbekæmpelse i strømforsyningen og i andre ''hjælpekredsløb'' resulterede i bedre opløsning af lydbilledet og en mere frigjort og åben lyd, uden at signal/støjforholdet som sådan blev bedre. Opdagelsen resulterede i ganske omfattende ændringer af MC-forstærkeren der nu ikke alene er ganske tæt på det teoretisk opnåelige hvad støj angår, men også særdeles forvrængningsfattig, både når der lyttes og måles. også RIAA-forstærkeren har undergået ganske omfattende ændringer, mens ændringerne i strømforsyningen er beskedne.



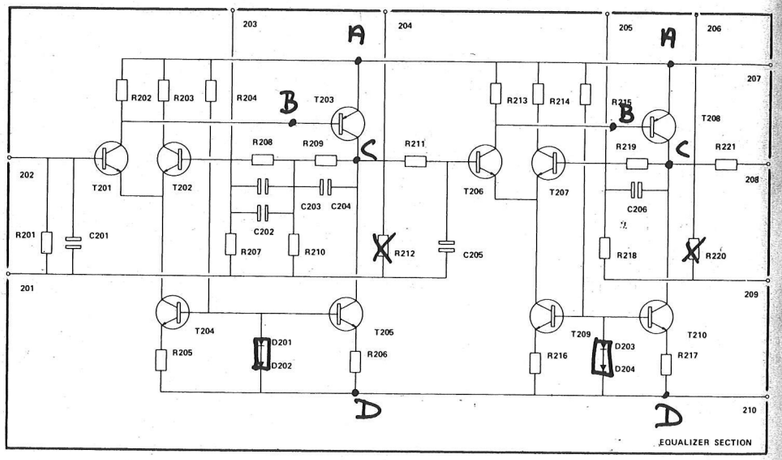
MC-forstærkerens diagram er i realiteten kun ændret omkring dioderne i strømgeneratorerne D101, 102, 103, 104, som er udskiftet med modstande. Kondensatorerne over de nye modstande på diodernes plads, er en tilføjelse til diagrammet. Alle øvrige ændringer er enten udeladelser eller ændringer til nye komponentværdier. Emittermodstandene R109-116 erstattes af ''lus'' (kortslutninger).

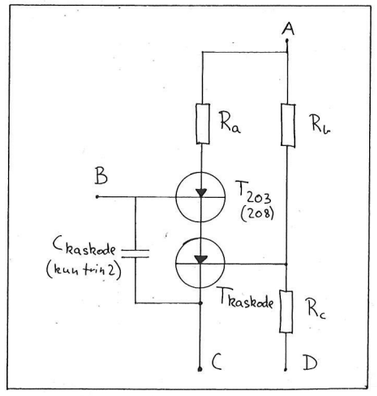
RIAA-forstærkerens diagram er – ud over ændringerne i komponentværdier ændret som følger: Dioderne D102, 202 og D203, 204 er udskiftet med modstande. Kaskodekoblingen er indført ved at erstatte T203 og T208 med komponenterne som ses på den separate tegning, mellem punkterne mærket A, B, C og D.

På nær et par detaljer har vi holdt fingrene fra linieforstærkeren.

MC-forstærkeren

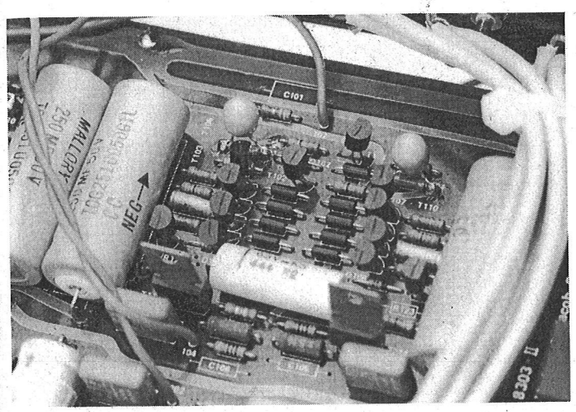
I MC-forstærkeren har vi, som omtalt i nr. 2/84, erstatter Motorola transistorerne 2N 4401/03 med japanske typer af fabrikatet ROHM. Ved samme lejlighed droppede vi emittermodstandene $R_{109\text{-}116}$.
Siden har vi forsøgt os med større strøm ned igennem indgangstrinnet, en ændring som medfører en omdimensionering af næsten alle modstandene i MC-delen. I første forsøg nøjedes vi med at reducere R_{102} og R_{105} i værdi for at opnå den ønskede forøgelse i strømmen gennem indgangstrinnet bestående af $T_{103\text{-}106}$ og $T_{107\text{-}110}$. Den størrre strøm medfører et større spændingsfald over kollektormodstandene R_{106}, R_{108}, R_{117} og R_{119}, som følgelig må reduceres i værdi for at opnå et fornuftigt spændingspotentiale på basen af driverne T_{111} og T_{113}. R_{120} og R_{122} er øget fra 68,1 ohm til 332 ohm for at bevare strømmen i driver- og udgangstransistorerne. Som forventet gav den forøgede strøm sig udslag i en beskeden reduktion af støjen i MC-forstærkeren, men forbedringen var mindre end forventet ud fra ROHM transistorernes datablade. Forklaringen viste sig at ligge i støjen fra dioderne $D_{101\text{-}104}$, der via T_{101} og T_{102} når frem til udgangen, til trods for at støjen fra dioderne påvirker det diffenrentielle indgangstrin i såkaldt ''common-mode'', der teoretisk burde undertrykke støjen kraftigt.
Dette problem har vi løst ved at erstatte dioderne med modstande, som kommer til at udgøre en simpel spændingsdeler med forholdsvis høj impedans, men med lige så lav støj som spændingsforsyningen tillader. Endnu lavere støj og reduktion af impedansniveauet opnås ved at afkoble spændingsdelerens midtpunkt med en kondensator der blot skal kunne tåle 6 volt DC. Vi har valgt en tantalelektrolyt på 100 μF/6,3 volt. Denne kondensator er en tilføjelse til MC-forstærkerens diagram og der er derfor ikke beregnet plads til den på printet, men den lader sig let og





Kaskodekoblingen, som skal monteres mellem punkterne A; B, C og D, består af tre nye modstande og to transistorer. Kondensatoren C-kaskode, skal kun monteres ved trin 2. Dette gøres lettest ved at lodde den på printets bagside ved hullerne beregnet til T208.

smertefrit montere direkte over modstandene der erstatter dioderne $D_{103\text{-}104}$ og $D_{101\text{-}102}$.
Endnu en støjkilde består i modstanden R_{128}, der sammen med R_{127}, fastlægger trinnets forstærkning. Dilemmaet her består i at man ganske vist reducerer støjen ved at mindske R_{128}, men samtidig øges forstærkningen hvis ikke også R_{127} gøres mindre og sidstnævnte udgør en direkte belastning af MC-forstærkerens udgang der jo ikke er beregnet til at trække belastninger med impedanser helt nede i højttaler-niveau. Ved at sætte R_{128} til 1,87 ohm og R_{127} til 68,1 ohm, opnås en forstærkning på godt 31 dB og en belastning som forstærkeren kan klare.
Ændringer af impedansniveauer sammen med ROHM transistorernes relativt store interne kapacitet gør højfrekvenskompensationen af MC-forstærkeren langt mindre kompliceret end før. Resultatet er at samtlige kondensatorer, med undtagelse af C_{102} og C_{103} og C_{104}, med fordel kan udelades helt.
For at tilpasse indgangsimpedansen bedst muligt til et bredt udsnit af markedets MC



Sådan monteres tantalelektrolytterne over modstandene i strømgeneratorerne i MC-delen.

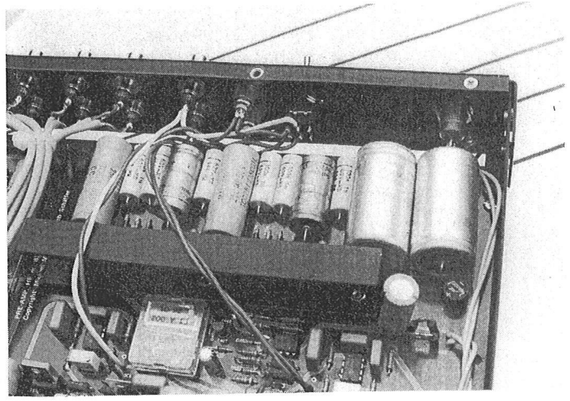
pick-upér, er indgangsimpedansen, R_{101}, øget fra 10 ohm til 33,2 ohm.

RIAA-forstærkeren

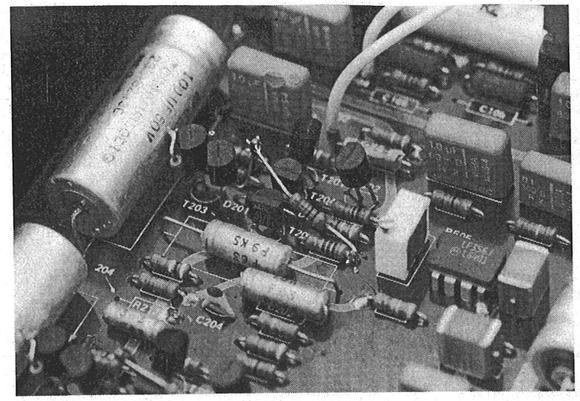
Også RIAA-forstærkeren har undergået en omdimensionering af en række passive komponenter siden vi gik over til ROHM transistorer, som beskrevet i ''hf'' nr. 3-84.
For at opnå lavere impedans (= lavere støj), på den ikke-inverterende differentialindgang, baserne på T_{202} og T_{207}, er modstandene R_{207} og R_{218} reduceret i impedans. For det første trins vedkommende medfører ændringen en omdimensionering af hele RIAA-korrektionen for at bevare de snævre tolerancer på frekvensgangen.
I første trin er hele impedansniveauet næsten halveret, mens forstærkningen er uændret, hvilket vil sige ca. 29 dB ved meget lave frekvenser og ca. 9 dB ved høje frekvenser. For at opnå den foreskrevne tidskonstant på 3180 us ($R_{208} \times C_{202}//C_{203}$) skal parallelforbindelsen af C_{202} og C_{203} nu give en kapacitet på 25 nF. Dette opnås uden kvaler ved at bevare C_{203} på 15 nF og ændre C_{202} fra 510 pF til 10 nF. Sidstnævnte kondensator lader sig montere i printet med lidt fingersnilde selv om den er beregnet til en større hulafstand.
For ikke at belaste forstærkertrinnet mere end højest nødvendigt er R_{212}, der alene udgør en belastning af første trin, udeladt. Det er vigtigt at bevare forbindelsen til banen på printets overside som før etableredes af R_{212}.
Den passive afskæring over 2,1 kHz (75 us) som realiseres ved hjælp af R_{211} og C_{205} er sat ned i impedansniveau for at gøre kildeimpedansen, som den ses af andet trin, mindre, hvilket har en gunstig indflydelse på støjniveauet.
Som tidligere nævnt er også andet trins modkoblingsnetværk sat ned i impedans, igen for at reducere støjen med forventning om renere lyd som ekstragevinst. Impedansniveauet er her reduceret med en faktor 3. Som i første trin er modstanden der udelukkende udgør en belastning, her R_{220}, udeladt. Også her er det vigtigt at bevare forbindelsen ved modstandens ene ende mellem printets under- og overside.
I begge de to forstærkertrin er de støjende dioder, her $D_{201,\ 202}$ og $D_{203,\ 204}$, erstattet af modstande i lighed med strømgeneratorerne i MC-delens indgangstrin. De to serieforbundne 1N 4148 erstattes simpelthen af en modstand på 464 ohm. For at optimere spændingssvinget på differentialtrinnets kollektorer er modstandene $R_{202,\ 203}$ og $R_{213,\ 214}$ reduceret fra 10 kohm til 5,90 kohm.

Kaskodekobling

I forbindelse med videreudviklingen af vores effektforstærker fra efteråret 82 til den version som blev beskrevet i nr. 10 og 11 sidste



Strømforsyning og relækredsløb. Bemærk den nye større kondensator, C_{402}, til højre for køleplaten. På bagpladen skimtes kontakten der giver valgfrihed mellem intern og ekstern modkobling af linieforstærkeren.



Med lidt behændighed kan kaskodekoblingen i RIAA'en monteres, for eksempel på denne måde.

år, erfarede vi at en kaskodekobling af det trin som følger umiddelbart efter indgangens differentialtrin, med fordel kan udbygges med en såkaldt kaskodekobling. I RIAA-forstærkeren drejer det sig om T_{203} og T_{208}. Princippet i kaskodekoblingen går i al enkelthed ud på at holde transistorens kollektor-emitterspænding konstant. Fordelen ved dette er en linearisering af transistorens egen overføringskarakteristik og – ikke uvæsentligt – en linearisering af belastningen af indgangstrinnet.
Kaskodekoblingen kræver, som det fremgår af diagrammet en ekstra transistor og tre ekstra modstande i hver af de i alt fire forstærkertrin som RIAA-forstærkeren består af. Det er, med behændighed, muligt at arrangere de ekstra komponenter på en måde så det ikke ser helt tosset ud, se foto.
De mange modifikationer kræver også her en mindre ændring af højfrekvenskompensationen. I forbindelse med indførelsen af ROHM transistorerne ændrede vi C_{204} til 39 pF og C_{206} til 3,3 pF, disse værdier er der ikke grund til at korrigere yderligere. Der er til gengæld grund til at indføre en ekstra kondensator på 3.9 pF over kaskodekoblingen i RIAA'ens andet trin, som vist på diagrammet. Denne kondensator er det lettest at lodde på printetets bagside.

Servo-kredsløbene

På grund af impedansændringerne i RIAA-forstærkeren er der behov for en tilsvarende tilpasning af servokredsløbene, benævnt ''servo 1'' og ''servo 2''. R_{504} mindskes til 75 kohm i alle fire servosektioner og C_{501} og C_{502} øges fra 100 nF til 330 nF i RIAA'ens første trin, i styklisten benævnt C_{501a} og C_{502a}. De tilsvarende kondensatorer i servo'en til RIAA'ens andet trin, C_{501b} og C_{502b}, skal stadig være på 100 nF.

Linieforstærkeren

Som tidligere nævnt er det kun småting vi har ændret i linieforstærkeren. Den eneste ændring i styklisten er emittermodstandene $R_{307\text{-}314}$ som er mindsket i værdi fra 681 ohm

De med * markerede komponenter er ændret i forhold til styklisten fra ''hf'' nr. 1-83.

Stykliste for MC SECTION

*R109-116,D102,103	''lus'', (kortslutning)
*R128	1,87 ohm/1 pct. metalfilm
*R101	33,2 ohm »
*R127	68,1 ohm »
R126	100 ohm »
R107,118	121 ohm »
*R102,105	226 ohm »
*R120,122	332 ohm »
*R106,108,117,119	562 ohm »
*R103,104	17,8 kohm »
*R121,123	udgår
*D101,104	2,67 kohm »
R124,125	22 ohm/1,6 W PR 37
C102,103	150 pF/1 pct. styroflex
*C101,105,106	udgår
C104	100 nF/1 pct. styroflex
*C(D101),D(D104)	100µF/6,3 volt, tantal
D105,106,107,108	1N 4148
*T102,103,104,105,106,113	2 SD 786, Rohm
*T101,107,108,109,110,111	2 SB 737, Rohm
T112	BD 419
T114	BD 420

Stykliste for EQUALIZER SECTION

R206,217,221	100 ohm/1 pct. metalfilm
R205,216	1 kohm »
*R218	4,64 kohm »
*R202,203,213,214	5,90 kohm »
*R209	9,09 kohm »
*R207	9,53 kohm »
R204, 215	10,0 kohm »
*R210	11,0 kohm »
*R211	22,6 kohm »
*R201, 219	46,4 kohm »
*R208	127 kohm »
*D201,203	''lus'' (kortslutning)
*R(D202),R(D204)	464 ohm/1 pct. metalfilm
*R_A kaskode	226 ohm »
*R_B kaskode	1,78 kohm »
*R_C kaskode	10 kohm »
*C206	3,3 pF, keramisk
*C kaskode, trin 2	3,9 pF »
*C204	39 pF »
C201	270 pF/1 pct. styroflex
*C205	3,3 nF/ »
*C202	10 nF »
*C203	15 nF »
*T201,202,206,207	2 SD 786
*T204,205,209,210	BC 413B (alt. 2 SD 786)
*T203,T208, T kaskode 1,2	2 SB 737

Stykliste for LINE SECTION

R317,329,323	147 ohm/1 pct. metalfilm
*R307,308,309,310,311,312,313,314	249 ohm »
R301,304,325	1,00 kohm »
R305,306,315,316	4,64 kohm »
R302,303	10,0 kohm »
R318,320	8,25 kohm »
R324	14,7 kohm »
R321,322	22 ohm/1,6W PR 37
C301	100 pF/1 pct. styroflex
C302	100 nF »
D301,302,303,304,305,306,307,308	1 N 4148
T302,303,304,305,306,313	BC 413 B
T301,307,308,309,310,311	BC 415 B
T312	BD 419
T314	BD 420

Stykliste for RELAY SECTION

R401	1,00 Mohm/1 pct. metalfilm
R402	100 kohm »
R403,405	3,32 kohm »
R404	464 kohm »
R406	6,81 kohm »
R407	10,0 kohm »
R408,409	390 ohm/1,6W PR 37
*R410,411(D406,408)	220 ohm/1,6W PR 37
C401	10 µF/63 Volt Philips, stående
*C402	100µF/40 Volt Philips, stående
D401,403,404,405	1 N 4148
D402	5,1 V Zener (BZX 79 C 5V1)
D406	Dobbelt-LED m. 2 ben (XC5491)
D407,408	1 N 4002
T401	BC 415 B, BC 560 B el. lign.
T402	BC 413 B, BC 550 B el. lign.
IC401	MC 1741 el. anden 741-compat.

Stykliste for SERVO 1 og SERVO 2

R501,502	464 kohm/1 pct. metalfilm
R503	15,4 kohm »
*R504	75 kohm »
C501a,502a (trin 1)	330 nF stackfoil
C501b,502b (trin 2), 503	100 nF stackfoil
IC501	LF 356 H
R505	20 kohm multiturnpotm. (MEPCO/ELECTRA 8024 EKA 203 G 1) eller (SFERNICE T 93 Y B, 22 kohm)

Stykliste for SERVO 3

R601,602	332 kohm/1 pct. metalfilm
R603	2,26 kohm »
R604	14,7 kohm »
C601,602	100 nF/stackfoil
C603	1 µF/stackfoil
IC601	LF 356 H
R605	20 kohm multiturnpotm. (MEPCO/ELECTRA 8024 EKA 203 G 1) eller (SFERNICE T 95 Y B 22 kohm)

Stykliste for POWER SUPPLY SECTION

R701,702	332 ohm/1 pct. metalfilm
*R(D708,R(D709)	''lus'', kortslutning
*R(D706),R(D707)	1 kohm/1 pct. metalfilm
C701,702	4700 µF/40 volt Frako
C703,704, 709, 710, 713, 714	100 nF/1 pct. styroflex
C705,706	2,2 µF/35 volt Tantal
*C707,708	2200 µF/25 volt Philips
1) C207,208,212,211,212	100 µF/63 volt Frako
2) C711,712,107,108,303,304	220 µF/63 volt Philips
3) C109,110,209,210,213,214,305,306	1 µF/stackfoil MKT
D701	WO 05 brokobling (MICRO ELECTRONICS)
D702,703,704,705	1 N 4002
T701	BDX 33 B eller 2 SD 381
T702	BDX 34 B eller 2 SB 636
IC701	MC 7824 eller ekv.
IC702	MC 7924 eller ekv.

1) Vi anbefaler en type fra MALLORY, nr. TCG 101 U 050 E1G
2) Vi anbefaler en type fra MALLORY, nr. TCG 251 U 050 G1L
3) Vi anbefaler en type fra WIMA, nr. MKS-3 PR-2, µF/63V – 10 mm

til 249 ohm af hensyn til linieforstærkerens støjniveau. Forbedringen er dog yderst marginal og det må overlades til den enkeltes temperament om man finder det umagen værd, vi har ikke med sikkerhed konstateret hørbare gevinster i denne sammenhæng, men støjen med lav kildeimpedans (potentiometeret helt skruet ned) er reduceret en smule, til fordel for de der anvender højeffektive højttalere i små rum hvor grundsuset let bliver hørbart.

I den nyeste version af kabinettet til forforstærkeren har vi beregnet plads til en vippekontakt af samme kvalitet som kontakterne på forpladen til omskiftning mellem ''intern'' og ''ekstern'' feedback. Hensigten med denne omskifter, som er placeret på forforstærkerens bagplade, er at gøre det let at skifte mellem det specielle feed-back arrangement, hvor linieforstærkeren henter sit signal for enden af kablet der leder signalet videre til effektforstærkeren og mere ''almindelige'' kabler. Det er vores erfaring at det er lettere at finde et godt højttalerkabel end et godt signalkabel til forbindelsen mellem for- og effektforstærker. Den bedste løsning kan derfor i visse situationer være at anvende forholdsvis lange højttalerkabler og tilsvarende korte signalkabler, som så til gengæld kan være af super-kvalitet uden at koste en månedsløn. De eksotiske signalkabler af konventionelt tilsnit kræver at forforstærkerens linietrin er modkoblet internt, hvilket den nye kontakt på bagpladen giver mulighed for.

Strømforsyningen

Også i strømforsyningen har vi forsøgt os med støjbegrænsende foranstaltninger. Foruden netfrekvensen og dens harmoniske, der naturligvis skal undertrykkes mest muligt, er det mest støjende i forsyningen de integrerede spændingsregulatorer IC_{701} og IC_{702} og zenerdioderne $D_{706\text{-}709}$. Zenerstøjen har vi kvalt helt ved at erstatte dem med modstande. Ved at erstatte de to zenerdioder med en modstand på 1 kohm opnås den samme spænding, men en noget højere impedans i dette punkt, der udgør referencespændingen for serietransistorerne T_{701} og T_{702}. En yderligere støjundertrykkelse opnås ved at øge kapaciteten af afkoblingskondensatorerne C_{707} og C_{108} til 2200 uF.

Relækredsløbet

Relækredsløbet giver anledning til støj i form af harmoniske af netfrekvensen, som kan spores på udgangen af MC-forstærkeren. Støjen stammer fra ensretningen af AC-forsyningen som dioderne D_{407} og D_{408} og kondensatoren C_{402} er ansvarlig for. Støjen reduceres afgørende ved at sætte en 220 ohms modstand i serie med hver af dioderne og øge kondensatorens kapacitet fra 33 uF til 100 uF.

Ledninger

Vi har i tidens løb forsøgt os med ledninger af forskellig oprindelse og art til den interne forbindelse mellem stik og kontakter og printpladen. Det hidtil bedste resultat har vi opnået ved hjælp af uskærmet monteringsledning af LC-OFC typen. Denne type kabel findes tillige i skærmkabel typen, men desværre er der os bekendt endnu ingen dansk leverandør af denne type kabel. Vi har hidtil klaret os med nogle få meter som vi har fået stillet til rådighed i form af en vareprøve. Hvem kommer først?

Lyden

Ud over den forventede reduktion af forforstærkerens støjniveau, der gør MC-indgangen velegnet til selv de mest krævende MC-pick-up'er – Ortofons MC 2000 inkluderet, er der klare forbedringer at spore.

MC-delen er blevet mere ren og dynamisk og støjniveauet er ikke kun lavere, men støjens sammensætning er mere behagelig og tilldisvækkende. Hvor der før var tale om støj med tendens til mørk og let buldrende og tilfældig karakter, er det nu mere finkornet støj, der ikke virker irriterende eller hæmmende for musikoplevelsen.

RIAA-delens lyd er strammet op, især er impulsgengivelsen i bas og nedre mellemtone blevet mere kontant og autoritær, ligesom evnen til at lokalisere instrumenterne i bredde/dybdeperspektivet nu er i absolut topklasse. Det samme gælder fornemmelsen af ''ambience''-rummets akustiske karakter og dimensioner – en egenskab der dog hele tiden har været en af konstruktionens stærke sider. ■

På visit i robotternes verden

Tsukuba udstillingen er i fuld gang på et kæmpeareal udenfor Tokyo. Messen er et forunderligt blik ind i fremtiden – hvor **robotterne huserer** og TV er så store som reolsystemer.

Equalizere i et Hi-Fi anlæg. Kan de bruges til noget fornuftigt? – Læs artiklen, hvor vi går tæt på en ''david'' og en ''goliath'' inden for equalizere.

Byg en **smart frekvensforsats** til multimetret.

Ka' du huske Lenco 75? ''ny elektronik'' afslører, hvordan du for få kroner kan skabe en **moderne pladespiller ud fra klassikeren.** Det er Hi-Fi for 400 kroner . . .

8 mm video og VHS Movie. To

af fremtidens bærbare videosystemer. Vi sammenligner deres dyder og unåder i en stortest:

Masser af sjovt byg selv: Vellydende **Push Pull højttaler – anti-solskolde-alarm – superloader** til ZX computeren – computer**modem** osv.

Vi var med, da Danmarks Radios teknikere skulle lære scenelyd, – DR goes PA.

Hot news fra hele verden: **Super Dali** højttaler undervejs – **Walkman,** der kan kopiere – elektroniske påklædningsspejle – **Proton,** nyt Hi-Fi navn.

Køb ''ny elektronik'' nummer 6 hos din bladhandler i dag. Pris kr. 21,85.

De med * markerede komponenter er ændret i forhold til styklisten fra "hf" nr. 1-83.

Stykliste for MC SECTION

*R109-116,D102,103	"lus", (kortslutning)
*R128	1,87 ohm/1 pct. metalfilm
*R101	33,2 ohm »
*R127	68,1 ohm »
R126	100 ohm »
R107,118	121 ohm »
*R102,105	226 ohm »
*R120,122	332 ohm »
*R106,108,117,119	562 ohm »
*R103,104	17,8 kohm »
*R121,123	udgår
*D101,104	2,67 kohm »
R124,125	22 ohm/1,6 W PR 37
C102,103	150 pF/1 pct. styroflex
*C101,105,106	udgår
C104	100 nF/1 pct. styroflex
*C(D101),D(D104)	100μF/6,3 volt, tantal
D105,106,107,108	1N 4148
*T102,103,104,105,106,113	2 SD 786, Rohm
*T101,107,108,109,110,111	2 SB 737, Rohm
T112	BD 419
T114	BD 420

Stykliste for EQUALIZER SECTION

R206,217,221	100 ohm/1 pct. metalfilm
R205,216	1 kohm »
*R218	4,64 kohm »
*R202,203,213,214	5,90 kohm »
*R209	9,09 kohm »
*R207	9,53 kohm »
R204, 215	10,0 kohm »
*R210	11,0 kohm »
*R211	22,6 kohm »
*R201, 219	46,4 kohm »
*R208	127 kohm »
*D201,203	"lus" (kortslutning)
*R(D202),R(D204)	464 ohm/1 pct. metalfilm
*R_A kaskode	226 ohm »
*R_B kaskode	1,78 kohm »
*R_C kaskode	10 kohm »
*C206	3,3 pF, keramisk
*C kaskode, trin 2	3,9 pF »
*C204	39 pF »
C201	270 pF/1 pct. styroflex
*C205	3,3 nF/ »
*C202	10 nF »
*C203	15 nF »
*T201,202,206,207	2 SD 786
*T204,205,209,210	BC 413B (alt. 2 SD 786)
*T203,T208, T kaskode 1,2	2 SB 737

Stykliste for LINE SECTION

R317,329,323	147 ohm/1 pct. metalfilm
*R307,308,309,310,311,312,313,314	249 ohm »
R301,304,325	1,00 kohm »
R305,306,315,316	4,64 kohm »
R302,303	10,0 kohm »
R318,320	8,25 kohm »
R324	14,7 kohm »
R321,322	22 ohm/1,6W PR 37
C301	100 pF/1 pct. styroflex
C302	100 nF »
D301,302,303,304,305,306,307,308	1 N 4148
T302,303,304,305,306,313	BC 413 B
T301,307,308,309,310,311	BC 415 B
T312	BD 419
T314	BD 420

Stykliste for RELAY SECTION

R401	1,00 Mohm/1 pct. metalfilm
R402	100 kohm »
R403,405	3,32 kohm »
R404	464 kohm »
R406	6,81 kohm »
R407	10,0 kohm »
R408,409	390 ohm/1,6W PR 37
*R410,411(D406,408)	220 ohm/1,6W PR 37
C401	10 μF/63 Volt Philips, stående
*C402	100μF/40 Volt Philips, stående
D401,403,404,405	1 N 4148
D402	5,1 V Zener (BZX 79 C 5V1)
D406	Dobbelt-LED m. 2 ben (XC5491)
D407,408	1 N 4002
T401	BC 415 B, BC 560 B el. lign.
T402	BC 413 B, BC 550 B el. lign.
IC401	MC 1741 el. anden 741-compat.

Stykliste for SERVO 1 og SERVO 2

R501,502	464 kohm/1 pct. metalfilm
R503	15,4 kohm »
*R504	75 kohm »
C501a,502a (trin 1)	330 nF stackfoil
C501b,502b (trin 2), 503	100 nF stackfoil
IC501	LF 356 H
R505	20 kohm multiturnpotm. (MEPCO/ELECTRA 8024 EKA 203 G 1) eller (SFERNICE T 93 Y B, 22 kohm)

Stykliste for SERVO 3

R601,602	332 kohm/1 pct. metalfilm
R603	2,26 kohm »
R604	14,7 kohm »
C601,602	100 nF/stackfoil
C603	1 μF/stackfoil
IC601	LF 356 H
R605	20 kohm multiturnpotm. (MEPCO/ELECTRA 8024 EKA 203 G 1) eller (SFERNICE T 95 Y B 22 kohm)

Stykliste for POWER SUPPLY SECTION

R701,702	332 ohm/1 pct. metalfilm
*R(D708,R(D709)	"lus", kortslutning
*R(D706),R(D707)	1 kohm/1 pct. metalfilm
C701,702	4700 μF/40 volt Frako
C703,704, 709, 710, 713, 714	100 nF/1 pct. styroflex
C705,706	2,2 μF/35 volt Tantal
*C707,708	2200 μF/25 volt Philips
1) C207,208,212,211,212	100 μF/63 volt Frako
2) C711,712,107,108,303,304	220 μF/63 volt Philips
3) C109,110,209,210,213,214,305,306	1 μF/stackfoil MKT
D701	WO 05 brokobling (MICRO ELECTRONICS)
D702,703,704,705	1 N 4002
T701	BDX 33 B eller 2 SD 381
T702	BDX 34 B eller 2 SB 636
IC701	MC 7824 eller ekv.
IC702	MC 7924 eller ekv.

1) Vi anbefaler en type fra MALLORY, nr. TCG 101 U 050 E1G
2) Vi anbefaler en type fra MALLORY, nr. TCG 251 U 050 G1L
3) Vi anbefaler en type fra WIMA, nr. MKS-3 PR-2, μF/63V – 10 mm

til 249 ohm af hensyn til linieforstærkerens støjniveau. Forbedringen er dog yderst marginal og det må overlades til den enkeltes temperament om man finder det umagen værd, vi har ikke med sikkerhed konstateret hørbare gevinster i denne sammenhæng, men støjen med lav kildeimpedans (potentiometeret helt skruet ned) er reduceret en smule, til fordel for de der anvender højeffektive højttalere i små rum hvor grundsuset let bliver hørbart.

I den nyeste version af kabinettet til forforstærkeren har vi beregnet plads til en vippekontakt af samme kvalitet som kontakterne på forpladen til omskiftning mellem "intern" og "ekstern" feedback. Hensigten med denne omskifter, som er placeret på forforstærkerens bagplade, er at gøre det let at skifte mellem det specielle feed-back arrangement, hvor linieforstærkeren henter sit signal for enden af kablet der leder signalet videre til effektforstærkeren og mere "almindelige" kabler. Det er vores erfaring at det er lettere at finde et godt højttalerkabel end et godt signalkabel til forbindelsen mellem for- og effektforstærker. Den bedste løsning kan derfor i visse situationer være at anvende forholdsvis lange højttalerkabler og tilsvarende korte signalkabler, som så til gengæld kan være af super-kvalitet uden at koste en månedsløn. De eksotiske signalkabler af konventionelt tilsnit kræver at forforstærkerens linietrin er modkoblet internt, hvilket den nye kontakt på bagpladen giver mulighed for.

Strømforsyningen

Også i strømforsyningen har vi forsøgt os med støjbegrænsende foranstaltninger. Foruden netfrekvensen og dens harmoniske, der naturligvis skal undertrykkes mest muligt, er det mest støjende i forsyningen de integrerede spændingsregulatorer IC_{701} og IC_{702} og zenerdioderne $D_{706\text{-}709}$. Zenerstøjen har vi kvalt helt ved at erstatte dem med modstande. Ved at erstatte de to zenerdioder med en modstand på 1 kohm opnås den samme spænding, men en noget højere impedans i dette punkt, der udgør referencespændingen for serietransistorerne T_{701} og T_{702}. En yderligere støjundertrykkelse opnås ved at øge kapaciteten af afkoblingskondensatorerne C_{707} og C_{108} til 2200 uF.

Relækredsløbet

Relækredsløbet giver anledning til støj i form af harmoniske af netfrekvensen, som kan spores på udgangen af MC-forstærkeren. Støjen stammer fra ensretningen af AC-forsyningen som dioderne D_{407} og D_{408} og kondensatoren C_{402} er ansvarlig for. Støjen reduceres afgørende ved at sætte en 220 ohms modstand i serie med hver af dioderne og øge kondensatorens kapacitet fra 33 uF til 100 uF.

Ledninger

Vi har i tidens løb forsøgt os med ledninger af forskellig oprindelse og art til den interne forbindelse mellem stik og kontakter og printpladen. Det hidtil bedste resultat har vi opnået ved hjælp af uskærmet monteringsledning af LC-OFC typen. Denne type kabel findes tillige i skærmkabel typen, men desværre er der os bekendt endnu ingen dansk leverandør af denne type kabel. Vi har hidtil klaret os med nogle få meter som vi har fået stillet til rådighed i form af en vareprøve. Hvem kommer først?

Lyden

Ud over den forventede reduktion af forforstærkerens støjniveau, der gør MC-indgangen velegnet til selv de mest krævende MC-pick-up'er – Ortofons MC 2000 inkluderet, er der klare forbedringer at spore.

MC-delen er blevet mere ren og dynamisk og støjniveauet er ikke kun lavere, men støjens sammensætning er mere behagelig og tilliidsvækkende. Hvor der før var tale om støj med tendens til mørk og let buldrende og tilfældig karakter, er det nu mere finkornet støj, der ikke virker irriterende eller hæmmende for musikoplevelsen.

RIAA-delens lyd er strammet op, især er impulsgengivelsen i bas og nedre mellemtone blevet mere kontant og autoritær, ligesom evnen til at lokalisere instrumenterne i bredde/dybdeperspektivet nu er i absolut topklasse. Det samme gælder fornemmelsen af "ambience"-rummets akustiske karakter og dimensioner – en egenskab der dog hele tiden har været en af konstruktionens stærke sider. ■

På visit i robotternes verden

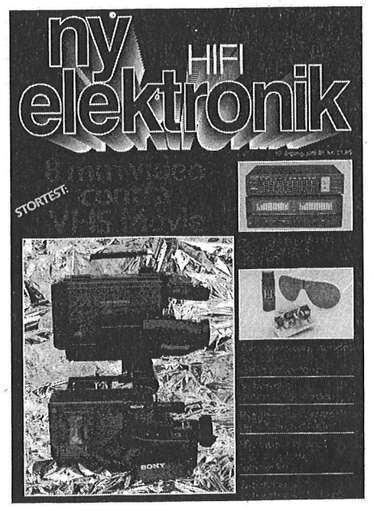
Tsukuba udstillingen er i fuld gang på et kæmpearela udenfor Tokyo. Messen er et forunderligt blik ind i fremtiden – hvor **robotterne huserer** og TV er så store som reolsystemer.

Equalizere i et Hi-Fi anlæg. Kan de bruges til noget fornuftigt? – Læs artiklen, hvor vi går tæt på en "david" og en "goliath" inden for equalizere.

Byg en **smart frekvensforsats** til multimetret.

Ka' du huske Lenco 75? "ny elektronik" afslører, hvordan du for få kroner kan skabe en **moderne pladespiller ud fra klassikeren.** Det er Hi-Fi for 400 kroner . . .

8 mm video og VHS Movie. To



af fremtidens bærbare videosystemer. Vi sammenligner deres dyder og unåder i en stortest:

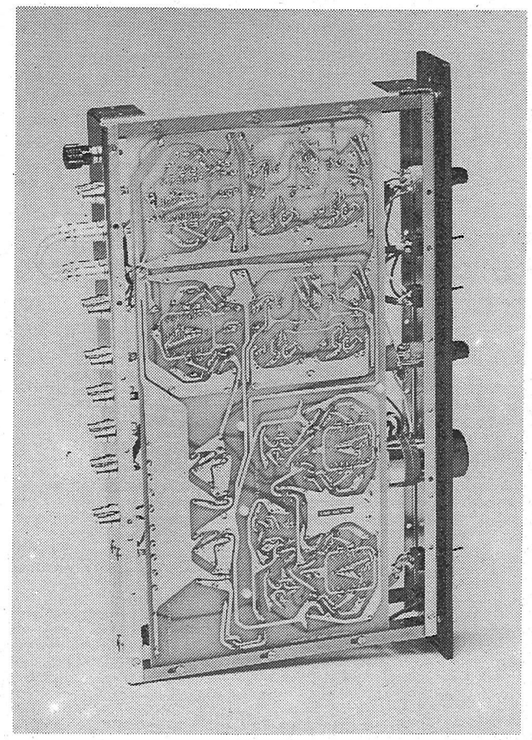
Masser af sjovt byg selv: Vellydende **Push Pull højttaler – anti-solskolde-alarm – superloader** til ZX computeren – computer**modem** osv.

Vi var med, da Danmarks Radios teknikere skulle lære scenelyd, – DR goes PA.

Hot news fra hele verden: **Super Dali** højttaler undervejs – **Walkman,** der kan kopiere – elektroniske påklædningsspejle – **Proton,** nyt Hi-Fi navn.

Køb "ny elektronik" nummer 6 hos din bladhandler i dag. Pris kr. 21,85.

Følgende komponenter erstattes af modulerne og udgår derfor i udgaven med RIAA-moduler: R 202 – R 206, T 201 – T 205 og D 201, D 202.



Fjernes både låg og bund bliver det store print tilgængeligt fra begge sider samtidig med at hele molevitten er fuldt funktionsdygtig.

Også ledningsføringen fra MC indgangene til printet er kritiske. Højre kanal (nederste række bøsninger) forbindes med 11 cm uskærmet ledning som anbringes som vist. Venstre ved hjælp af ca. 5 cm ledning, som ligeledes placeres som vist. Det kan godt betale sig at eksperimentere lidt med disse ledningers placering for opnåelse af minimum brum i MC-forstærkeren.

Efter disse tilpasninger mener vi at også MC 2000 bliver tilbudt rimelige arbejdsbetingelser, selv om der stadig ikke er noget at give væk af, hvad signal/støj angår. Til gengæld er lydkvaliteten med denne kombination særdeles tilfredsstillende og der bemærkes ikke støj i nævneværdig grad under afspilning af plader. Først når pick-up'en løftes, opdager man, at ikke kun pladeoverfladen, men også elektronikken støjer.

Justering af MC-forstærkeren

Som nævnt i "high fidelity" nr. 4, forbedres MC-delens lydkvalitet når 2. ordens differenstoneforvrængningen udkompenseres ved justering af R 102. Da denne ju-