

Grammofoonplaten worden gesneden volgens de RIAA karakteristiek. Dit is intussen wel algemeen bekend, maar de gevolgen hiervan ten aanzien van de noodzakelijke versterking van een weergeefversterker worden vaak over het hoofd gezien.

Bij het snijden van platen geldt als norm dat 0 dB bij 1 kHz overeenkomt met een uitwijksnelheid van 22 mm/s. De gevoeligheid van MD-elementen kan variëren van ca. 0,5 ... 2,5 mV/cm/s, zodat het 0 dB nivo bij weergave kan liggen van ca. 1 ... 5 mV. Om nu bij het minst gevoelige element het uitgangsnivo van de korrektieversterker

die een MD-element kan afgeven, moet uitgegaan worden van het meest gevoelige element. Zoals boven reeds aangegeven levert een dergelijk element bij 1 kHz, 0 dB een effectieve uitgangsspanning van ca. 5 mV af.

Op hedendaagse grammofoonplaten is het maximale nivo echter beduidend meer dan 0 dB. Rekening houdend met diverse vervormingsgrenzen komt men tot een maximaal toegestane nivo zoals in figuur 2 weergegeven (dikke lijn). Bij een gevoelig MD-element komt dit overeen met een spanningsafgifte van maximaal ca. 30 mV (1 ... 5 kHz). De korrektieversterker moet dit ingangssignaal probleemloos kunnen verwerken, terwijl het verstandig is om een redelijke oversturingsreserve te hebben zodat eventuele toekomstige ontwikkelingen (gevoeligere elementen, hogere nivo's op platen door toepassing van vervormingskompensatie) ook geen problemen zullen gaan leveren.

Met de gekozen dimensionering van de schakeling ligt de oversturingsgrens voor de ingang van de SN 76131 bij ca. 80 mV (dik gestippelde lijn in figuur 2).

In dezelfde figuur kan ook de effectieve ingangsruijs worden beoordeeld. Voor de SN 76131 bedraagt dit ca. 2 μ V (breedband); dit komt overeen met ca. -68 dB in deze grafiek. Voor de minst gevoelige MD-elementen zal de signaal/ruijs verhouding nog altijd ca. 54 dB bedragen, ten opzichte van het 0 dB nivo. Dit is ongeveer gelijk aan de signaal/ruijs verhouding van de beste hedendaagse grammofoonplaten, zodat ook op dit punt de kwaliteit van het IC zonder meer goed is.

Eveneens uit figuur 2 kan de noodzakelijke bromafstand worden bepaald. In dit geval gaat de RIAA correctie duidelijk meespelen: om bij een gemiddeld MD-element een bromafstand van ca. 60 dB te bereiken mag de brom aan de ingang niet meer dan ca. 1 μ V bedragen! Afgezien van de noodzaak van goede afgeschermd ingangsledingen, MD-element en voorversterker, betekent dit dat ook de voedingsspanning van de korrektieversterker in het algemeen zeer goed afgevlakt moet zijn. Een goede gestabiliseerde voeding zal dan ook in veel gevallen noodzakelijk blijken.

Voor de SN 76131 wordt - onder enigszins afwijkende voorwaarden - een bromgevoeligheid van 50 μ V/V opgegeven (bromnivo aan de ingang in μ V tengevolge van voedingsrimpel in Volt). Om het bovengenoemde bromnivo van 1 μ V niet te overschrijden, mag de voedingsrimpel dus niet meer dan ca. 20 mV zijn. Met een eenvoudige gestabiliseerde voeding is dit wel te berei-

MD-VOOR- VERSTERKER

Een korrektieversterker voor MD-elementen die onder alle omstandigheden probleemloos werkt moet op verschillende punten aan zeer hoge eisen voldoen. Met name de gewenste waarden voor de versterking, ruisafstand en uitstuurbaarheid zijn in het algemeen niet eenvoudig te bereiken. De bekende 'twee-transistor/12 ... 18 V ontwerpen' laten het meestal zowel wat versterking als wat uitstuurbaarheid betreft afweten, tenzij een betrekkelijk laag uitgangsnivo (ca. 30 mV) wordt gekozen. Door echter gebruik te maken van goede versterker IC's kan vrij gemakkelijk een korrektieversterker worden ontworpen die aan alle eisen voldoet. In het hier beschreven ontwerp wordt een SN 76131 toegepast; nage-nog identiek is de μ A 739.

op 100 mV (0 dB) te brengen, moet de versterking bij 1 kHz 100x zijn, dus 40 dB. Bovendien moet ten opzichte van dit nivo nog de RIAA correctiekromme worden toegepast, zodat de gewenste versterkingskarakteristiek er uit ziet zoals in figuur 1 weergegeven (dikke lijn). Uit deze figuur blijkt dat de noodzakelijke versterking bij 20 Hz ongeveer 60 dB bedraagt, dit is 1000x! Als minimum waarde voor de tegenkoppelfactor kan men 20 dB aannemen, zodat de minimum waarde voor de open-loop versterking overeenkomt met de dun gestippelde lijn in figuur 1. Voor de laagste frekwenties blijkt een open-loop versterking van 80 dB (10.000x!) noodzakelijk. Dit is met een 'twee-transistor ontwerp' moeilijk te realiseren.

Het IC SN 76131 heeft, met de juiste frekwentie compensatie, een open-loop versterking die verloopt volgens de dik gestippelde lijn in figuur 1. Over het gehele frekwentiegebied is er een versterkingsreserve van ongeveer 10 dB, zodat ook toleranties van het IC en de overige componenten in de schakeling op dit punt geen moeilijkheden zullen veroorzaken.

Oversturing van de ingang

Om de maximale spanning te bepalen

Figuur 1. De gewenste versterkingskarakteristiek volgt de RIAA-kromme, waarbij de versterking bij 1 kHz ca. 40 dB moet zijn (dikke lijn). De open-loop versterking moet minstens 20 dB meer zijn; de SN 76131 levert met de gekozen compensatie nog 10 dB méér (bovenste stippellijn).

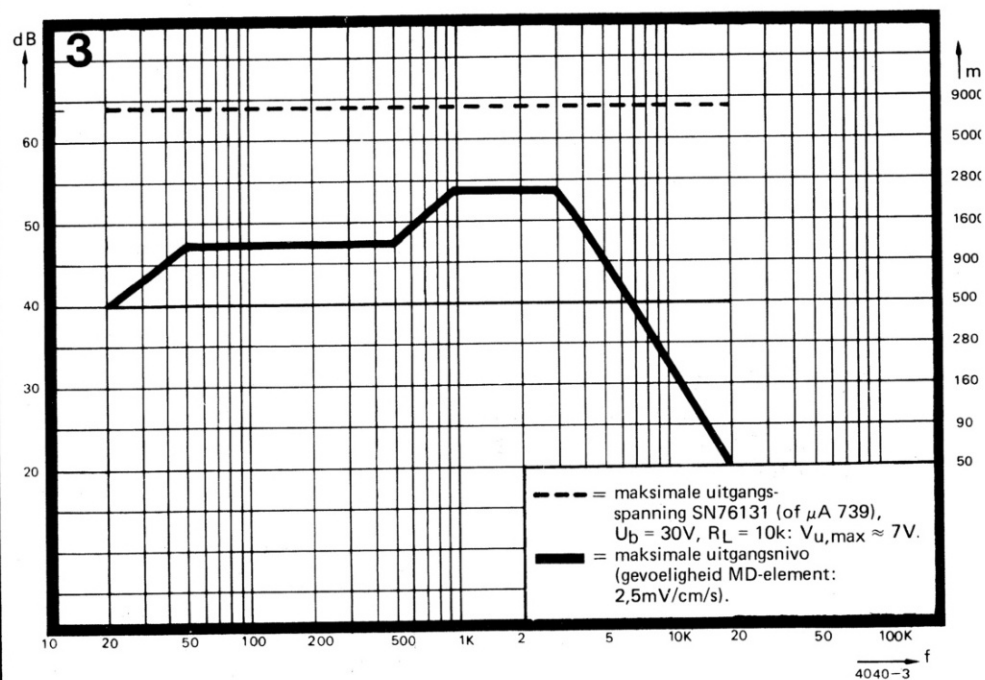
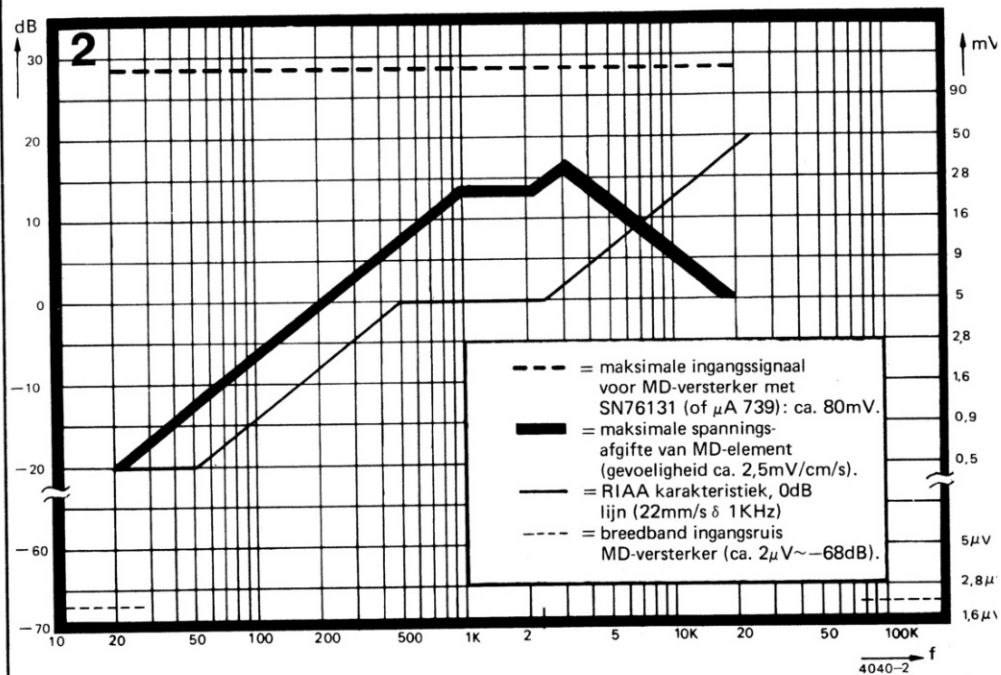
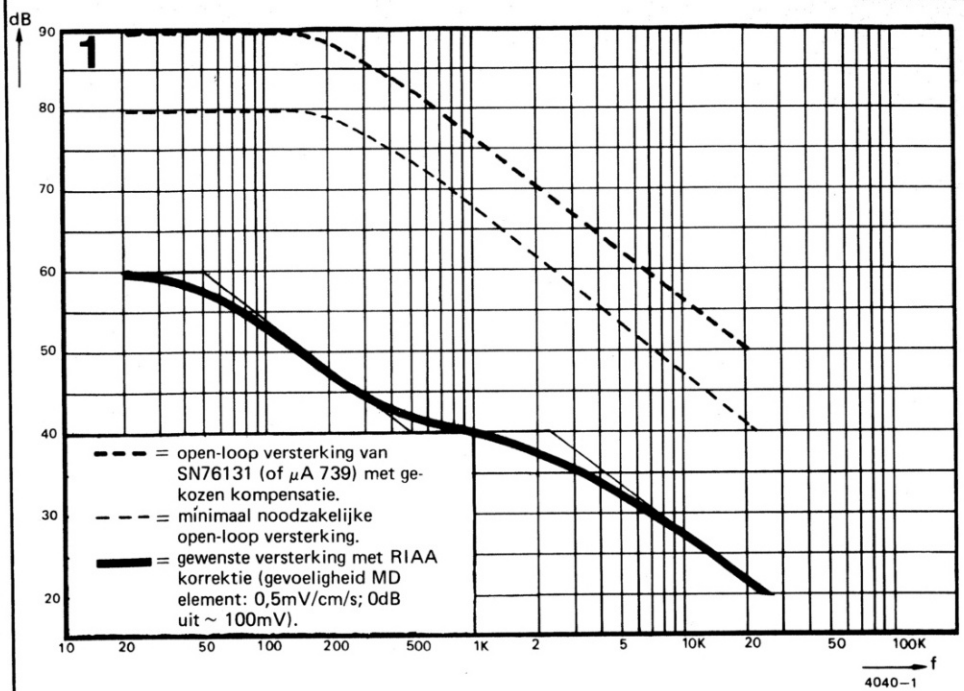
Figuur 2. De dik getrokken lijn in deze grafiek geeft de maximale spanningsafgifte van een gevoelig MD-element weer. De ingang van een korrektieversterker mag bij het hoogste nivo nog niet overstuurd worden; de stippellijn geeft de oversturingsgrens van de korrektieversterker met SN 76131 weer. Deze heeft in het meest kritische gebied nog altijd bijna 10 dB oversturingsreserve.

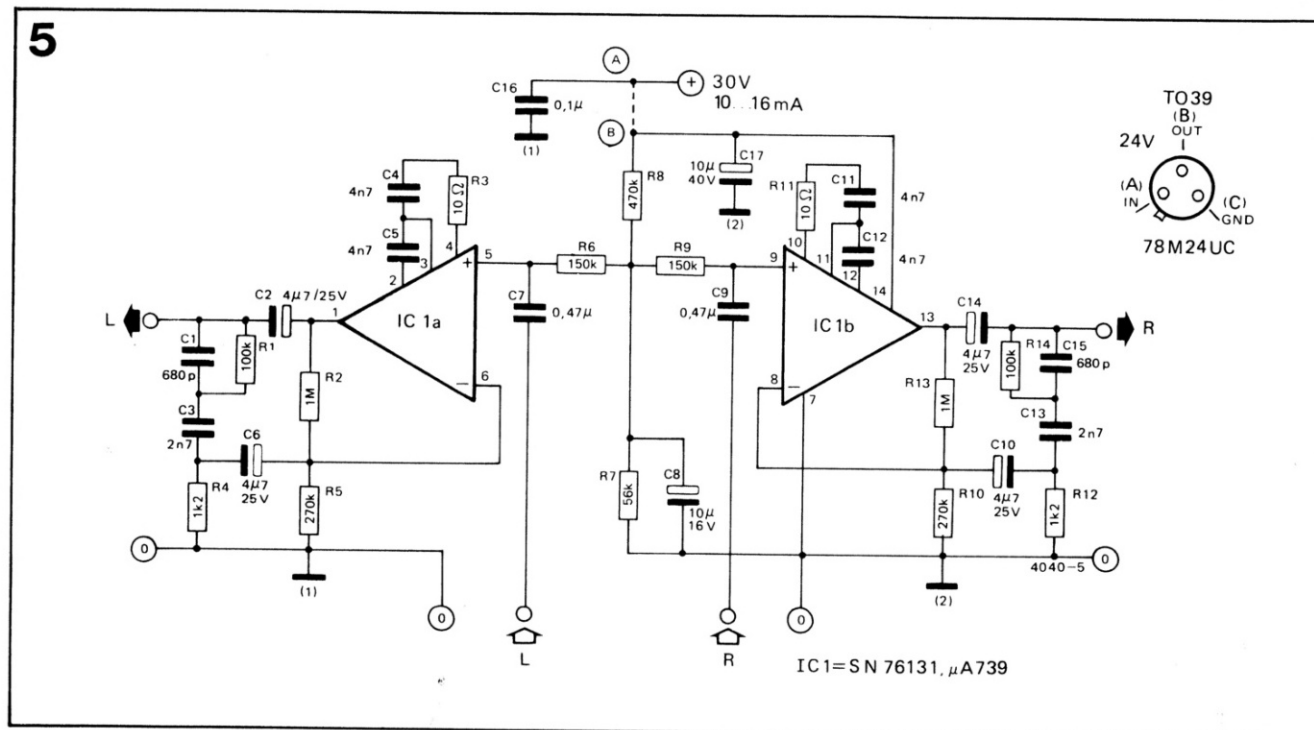
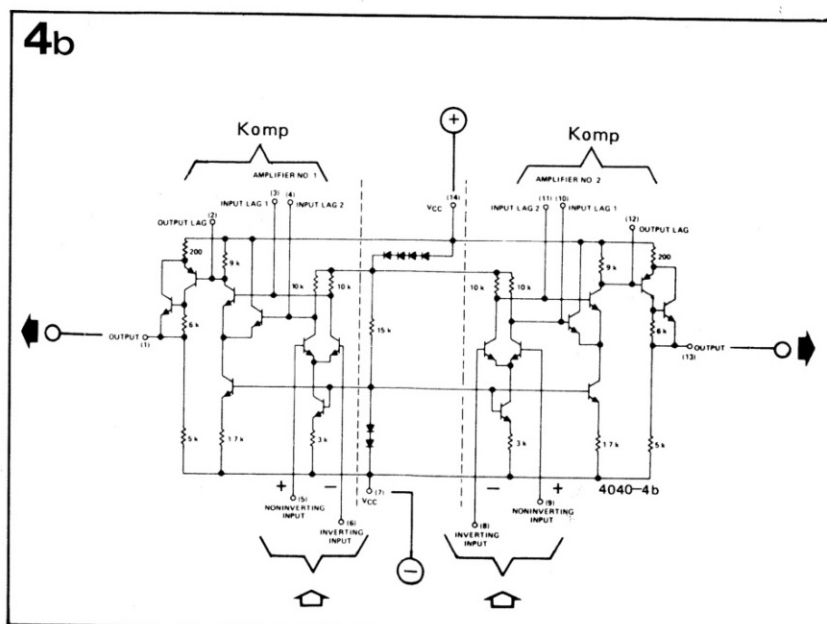
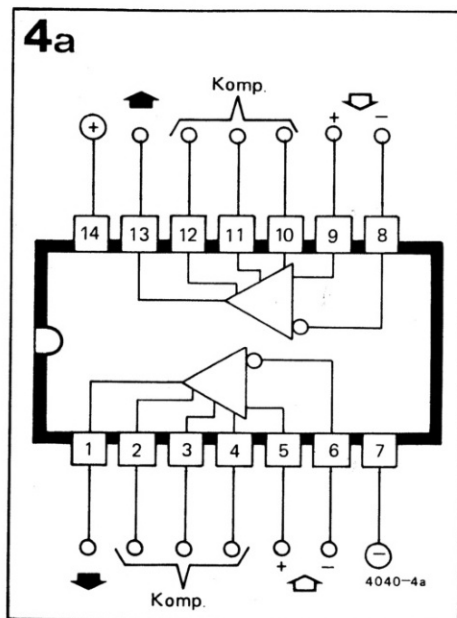
Figuur 3. Het maximale uitgangsnivo van de korrektieversterker met een gevoelig MD-element verloopt volgens de dik getrokken lijn. De oversturingsgrens is aangegeven met een stippellijn. Ook hier is de oversturingsreserve ca. 10 dB.

ken; met 'normale' afvlakking vanaf een ruwe voeding zal het niet zo eenvoudig zijn.

Vastlopen van de uitgang

Het feit dat de ingang niet overstuurd wordt is nog geen garantie dat de versterker als geheel niet vastloopt. De uitgang mag immers ook niet vastlopen bij het maximale signaalnivo. Uitgaande van het gevoeligste MD-element en het maximale signaalnivo op een hedendaagse grammofoonplaat kan de maximale uitgangsspanning van de korrektieversterker worden bepaald. Door immers de versterkingskarakteristiek uit figuur 1 (dikke lijn) toe te passen op de maximale spanningsafgifte van het MD-element (dikke lijn uit figuur 2) ontstaat de maximale uitgangsspanning van de korrektieversterker. Deze is weergegeven in figuur 3 (dikke lijn). Uit deze figuur is het duidelijk dat het uitgangsnivo tot ca. 2,5 V kan oplopen. De oversturingsgrens van de SN 76131 is afhankelijk van voedingsspanning en belasting; bij $+U_b = 30$ V en $R_L = 10$ k ligt deze grens bij ongeveer 7 V (gestipeld in figuur 3). Er is dus een ruime reserve. Het uitgangsnivo mag nog altijd ca. 3 V zijn bij $+U_b = 18$ V, $R_L = 5$ k of $+U_b = 14$ V, $R_L = 10$ k of $+U_b = 12$ V, $R_L = 50$ k.





Het toegepaste IC

Bij het ontwerp is uitgegaan van de SN 76131 van Texas Instruments; volgens de fabrieksspecificaties is de $\mu A 739C$ van Fairchild nagenoeg identiek, en moet deze laatste ook zonder meer in dit ontwerp uitstekend volendoen. De aansluitingen van beide IC's zijn identiek; deze zijn aangegeven in figuur 4a. Ook de LM 1303 van National Semiconductors heeft dezelfde aansluitingen, maar van dit IC zijn de versterking, ruisafstand en uitstuurbaarheid alle iets slechter. In principe zou dit IC toch nog wel bruikbaar moeten zijn, maar dit werd door ons niet verder onderzocht.

Het inwendig schema van de SN 76131 is weergegeven in figuur 4b; de $\mu A 739C$ is identiek, op de uitgangstransistor na. In tabel 1 zijn de belangrijkste gegevens van het IC samengevat. Bij de LM 1303 ontbreken de stabilisatiediodes, alsook de stroombrontransistors in de uitgangsvoltersterkers.

De korrektieversterker

Het schema van de korrektieversterker is getekend in figuur 5. De open-loop frequentiearakteristiek wordt ingesteld met $C_4/C_5/R_3$ en $C_{11}/C_{12}/R_{11}$; deze verloopt zoals aangegeven in

figuur 1. De RIAA korrektie wordt verzorgd door de netwerken $R_1/R_2/R_4/C_1/C_3$ en $R_{12}/R_{13}/R_{14}/C_{13}/C_{15}$, terwijl R_5 en R_{10} de gelijkspanningsinstelling vastleggen. Met de aangegeven onderdelen wordt de RIAA-kromme binnen 1 dB gevolgd, mits onderdelen met 5% tolerantie worden gebruikt.

De ingangskondensatoren mogen niet groter gekozen worden, aangezien anders ongewenste inschakelverschijnselen kunnen optreden (inschakel-'plop', of zelfs kortstondige instabiliteit!). De aangegeven waarden zijn groot genoeg voor een onverminderde lage-tonen weergave: -1 dB bij 20 Hz. Eerder is reeds aangegeven dat de

Figuur 4. De aansluitgegevens van de IC's SN 76131 en μA 739 C (figuur 4a) zijn identiek. Het inwendige schema (figuur 4b) geldt echter alleen voor de SN 76131.

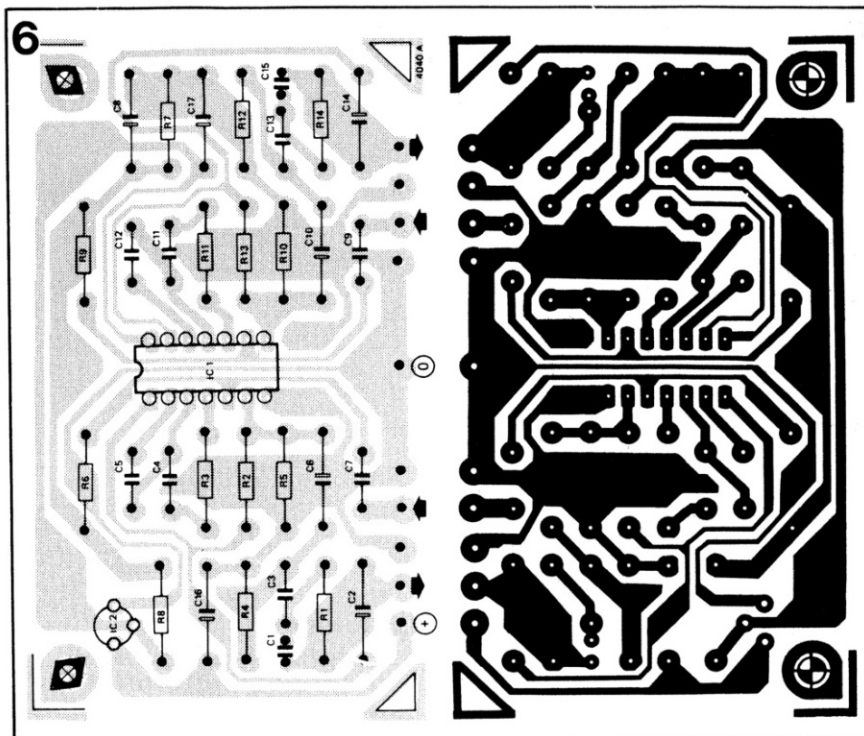
Figuur 5. Het schema van de correctieversterker. Tussen de punten A en B kan eventueel een spanningsstabilisator worden opgenomen (zie tekst).

Figuur 6. Print en componentenopstelling voor de correctieversterker. De aansluitingen zijn alle aan één printzijde uitgevoerd, zodat de complete unit als opsteekprint op regelversterkerprinten kan worden gemonteerd.

Figuur 7. Op deze manier kan de MD-versterker op een andere print worden gemonteerd.

Tabel 1. De belangrijkste specificaties van de SN 76131 en van de μA 739C.

Tabel 2. De belangrijkste specificaties van de hier beschreven correctieversterker.



Tabel 1.

$U_{b,max}$	36 V
$V_{in,max}$	± 5 V
Continu dissipatie, max.	500 mW
Uitgangsspanningszwaai	1 ... 26 V *
Open-loop versterking, typ	18.000 *
Open-loop versterking, min	6.500 *
Ingangsimpedantie, typ	150 k Ω *
Ingangsimpedantie, min	37 k Ω *
Uitgangsimpedantie, 1 kHz	5 k Ω *
Kanaalscheiding, 10 kHz	140 dB *

* Deze waarden gelden bij $+U_b = 30$ V, $R_L = 50$ k Ω .

Tabel 2.

Spanningsversterking, 1 kHz	40 dB
Afwijking van RIAA-korrektie	± 1 dB
Oversturingsgrens ingang	80 mV
Oversturingsgrens uitgang	7 V
Ingangsruiisnivo	2 μ V
Signaal/ruiis verhouding	55 ... 70 dB *
Kanaalscheiding, 1 kHz	80 dB
Vervorming	ca. 0,1 %

* Zie tekst.

voedingsrimpel klein moet zijn. Een normale gestabiliseerde voeding is al goed genoeg, maar een eenvoudig afgevlakte 'ruwe' voeding zal meestal te veel brom leveren. In dat geval kan een IC spanningsstabilisator toegepast worden, die 24 ... 30 V aflevert bij ca. 15 mA (of meer). Op de print (figuur 6) is hiervoor ruimte gelaten. Als een dergelijk IC niet wordt toegepast, worden de punten A en B op de print doorverbonden.

Om de montage te vergemakkelijken zijn alle aansluitingen op de print aan één zijde gehouden, met standaard steekafstand. Bij nog te publiceren regelversterkers zal de print zodanig worden ontworpen dat deze print als insteekunit gemonteerd kan worden (figuur 7).

Tenslotte zijn in tabel 2 de belangrijkste specificaties van de correctieversterker samengevat.

K

