

„Up-to-the-Minute” ontwerp voor 10 Watt Balansversterker

MK MODELVERSTERKER HV 210-C

*Eenvoudig opgezet Slechts 4 buizen plus gelijkrichter
 „W W” benaderende weergavekwaliteit . . . Nieuw fase-omkeersysteem . . .
 Complicatievrije constructie . . . Afzonderlijke microfoon- en pickup kanalen*

ZIEHIER het eerste ontwerp van de nieuwe serie MK model-versterkers: een populaire 10 Watter, met het nieuwe fase-omkeersysteem, waarvan elders in dit nummer een uitvoerige uiteenzetting werd gegeven.

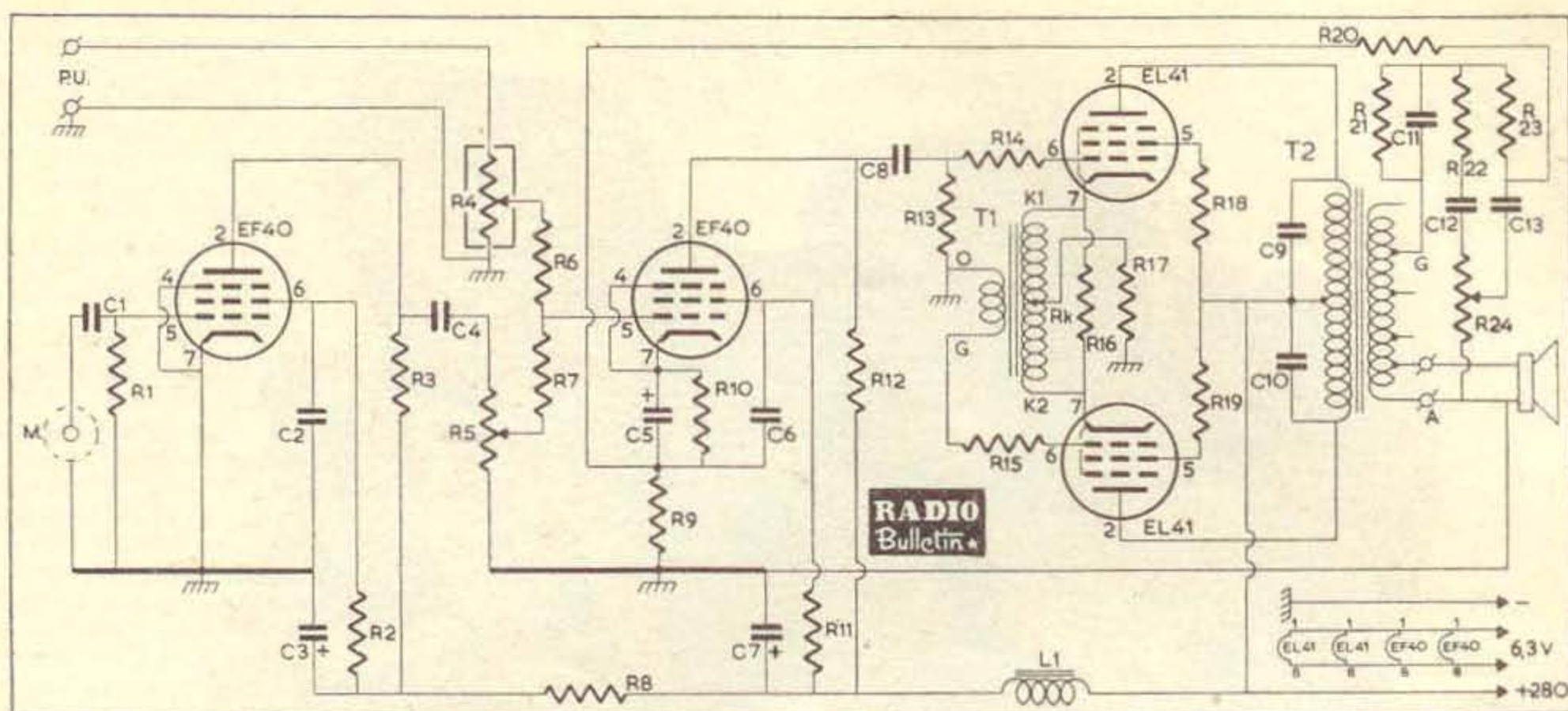
Opzet

Wij kozen deze nieuwe schakeling niet zo maar vanwege de „nieuwigheid” maar uitsluitend omdat zij de mogelijkheid opent om met een minimum aantal buizen een versterker te construeren, die een behoorlijk vermogen afgeeft en tevens een grote ingangsevoeligheid bezit. Om dit voordeel ten volle tot zijn recht te doen komen, hebben wij ons niet laten verleiden tot het toevoegen van extra franje in de vorm van bijzondere klankregelorganen of speciale correctieschakelingen.

Dit streven naar eenvoud werd boven-

dien ingegeven door de overweging, dat de tegenwoordig zo talrijke en uiteenlopende toepassingsmogelijkheden van versterkers het vrijwel onmogelijk maken een universeel bruikbaar apparaat te ontwerpen.

Meer en meer is het dan ook practijk geworden om de apparatuur te splitsen in een hoofdversterker en één of meerdere afzonderlijke voorversterkers. Laatstgenoemden kunnen dan van verschillende opzet zijn, al naar gelang het doel waarvoor men de installatie wenst te gebruiken, bv. gramfoonweergave van standaard- (78 o. p. m.) dan wel LP- of microgroef-platen, bandrecorder, e.d. Een voorbeeld van zo'n speciale voorversterker is bv. de „Phono-tender” (zie RB Dec. '50 en Jan. '51), die men dan ook met de hier te beschrijven versterker kan gebruiken, indien enkele wijzigingen worden aangebracht.



SCHEMASLEUTEL

CONDENSATOREN

C 1	0,01 μ F papier
C 2	0,25 μ F papier
C 3-7	32 + 32 μ F/450 V elco (Novocon)
C 4-8	0,02 μ F papier
C 5	100 μ F/12,5 V elco (koker)
C 6-13.....	0,1 μ F papier
C 9-10.....	2000 pF papier
C 11.....	0,05 μ F papier
C 12	5000 pF papier

WEERSTANDEN

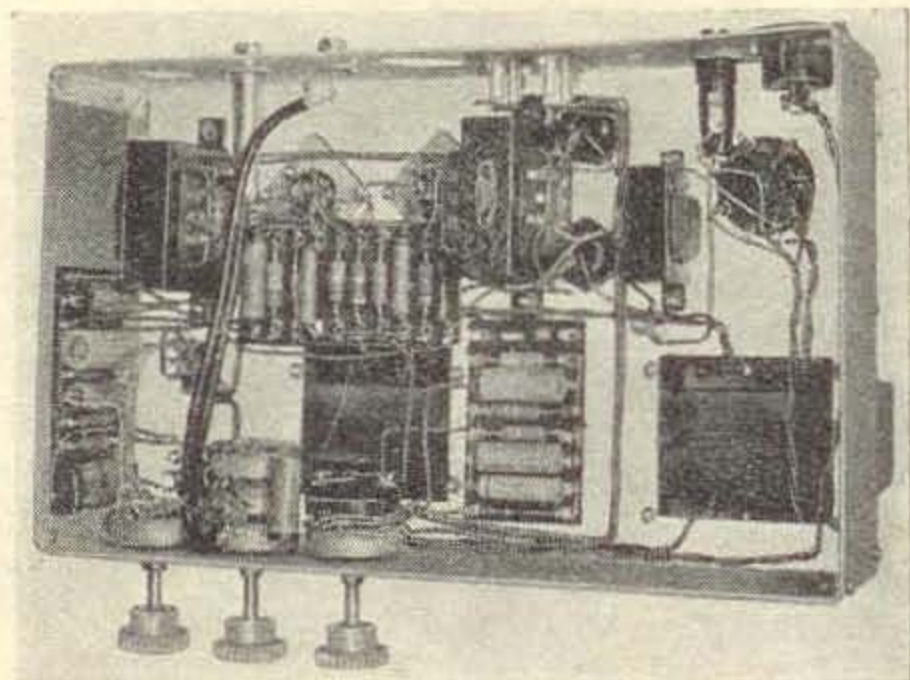
(alle $\frac{1}{2}$ W, 20 %, tenzij anders aangegeven)

R 1	10 M Ω
R 2	1,2 M Ω 1 W
R 3-12.....	220 k Ω 1 W
R 4	470 k Ω physiolog. sterkteregelaar, Vitrohm type A

R 5	470 k Ω pot.meter
R 6-7-13.....	470 k Ω
R 8	22 k Ω 1 W
R 9	33 Ω
R 10.....	1,5 k Ω
R 11.....	1 M Ω 1 W
R 14-15-22.....	1 k Ω
R 16.....	600 à 1000 Ω , zie tekst
R 17.....	75 Ω , 1 W, 5 % (2 x 150 Ω , parallel)
R 18-19	100 Ω
R 20.....	560 Ω
R 21	18 k Ω
R 23.....	6,8 k Ω
R 24.....	15 k Ω pot.m. curve I, m. schak.

L1 =	smoorspoel 60 mA (Muvolett type 6006)
T1 =	faze-omkeertrafo Mu-Zed type BI-42
T2 =	uitgangstrafo Mu-Zed type U-70-B

Toch huldigen wij het standpunt, dat een „populaire” versterker ook zonder hulpapparaten bevredigende prestaties



Sterk vereenvoudigde bedrading door het gebruik van montagestrips

moet kunnen leveren en zo baseerden wij ons ontwerp op de klassieke normen: „Gramfoon-weergave van standaardplaten (78 o.p.m.) met toepassing van kristal-pick up, benevens een microfoon-ingang met extra versterkertrap; onafhankelijk sterkteregeling voor beide kanalen; eenvoudige, effectief werkende klankregeling”.

Het schema

De balans eindtrap bestaat uit twee in klasse-A ingestelde penthoden van het type EL41, die bij een belasting van 10 kilo-Ohm tussen de platen een max. vermogen van ca. 9 Watt kunnen afgeven. Dank zij het goede rendement van de toegepaste uitgangstrafo, de nieuwe Mu-zed type U-70-B, wordt aan de luidspreker een vermogen van max. 7,5 W

afgegeven bij een vervorming van minder dan 5 %.

De „clou” van deze versterker is het nieuwe faze-omkeersysteem: Een der eindbuizen wordt op normale wijze door de voorgaande versterkertrap gestuurd, terwijl de andere zijn excitatie in tegenfaze ontvangt vanuit de secundaire wikkeling van de trafo T_1 , wiens primaire is geschakeld tussen de kathoden van de eindbuizen.

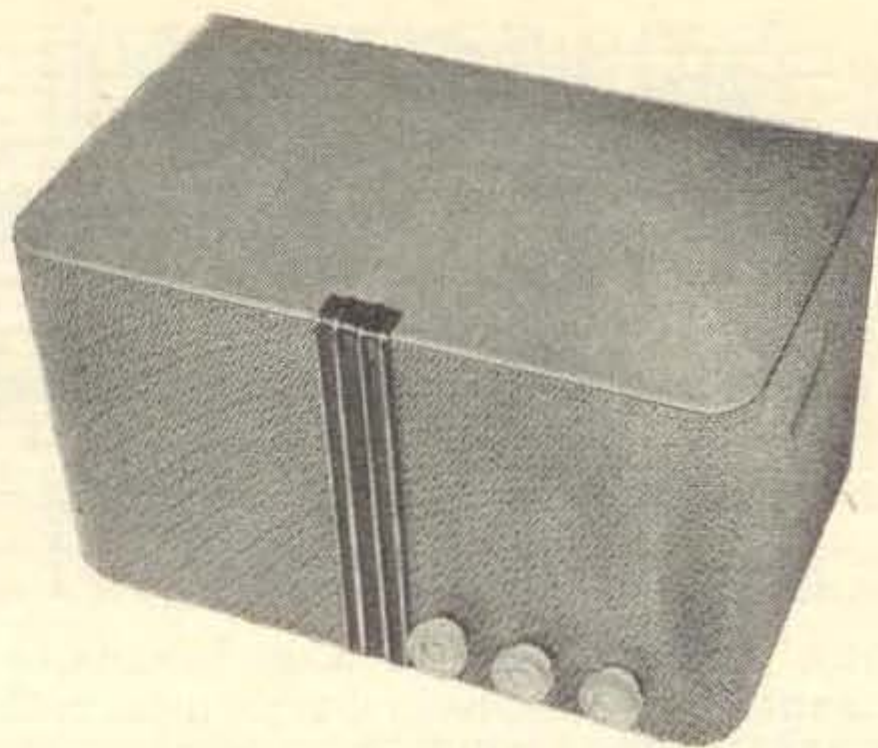
De gemeenschappelijke kathodeweerstand R_{17} is verbonden met het midden van de primaire van T_1 en aangezien deze wikkeling uiteraard ook weerstand bezit — bij de hier toegepaste „Mu-Zed” type BI-42, is dit 18 Ohm per helft — moet R_{17} een waarde hebben van 75 Ω , om in combinatie met de trafoweerstand de vereiste totale kathodeweerstand van 85 Ω te verkrijgen.

Een enkele penthode-spanningsversterker vóór de eindtrap is voldoende om laatstgenoemde volledig uit te sturen; er is dan zelfs nog een behoorlijk versterkingsoverschot beschikbaar, ten dienste van tegenkoppeling en klankregeling. Deze reserve werd uitgebuit door een frequentie-afhankelijke tegenkoppeling toe te passen vanuit de secundaire van de uitgangstrafo T_2 naar de kathode van de voorversterker via C_{11} , R_{23} en R_{20} .

R_{21} parallel aan C_{11} voorkomt een te sterk „ophalen” van de lage frequenties, het netwerk R_{22} , C_{12} , R_{24} en C_{13} dient voor de klankregeling. Met R_{24} in de stand „naar beneden” vormt C_{13} met R_{23} een onderdoorlaatfilter dat de tegenkoppeling voor de hoge frequenties verzwakt, zodat de hoge tonen worden opgehaald. In tegenovergestelde stand van R_{24} worden de hoge tonen verzwakt, omdat dan de serieschakeling van C_{13} , C_{12} en R_{22} parallel aan R_{23} komt te staan, waardoor de tegenkoppeling voor hoge frequenties sterker is.

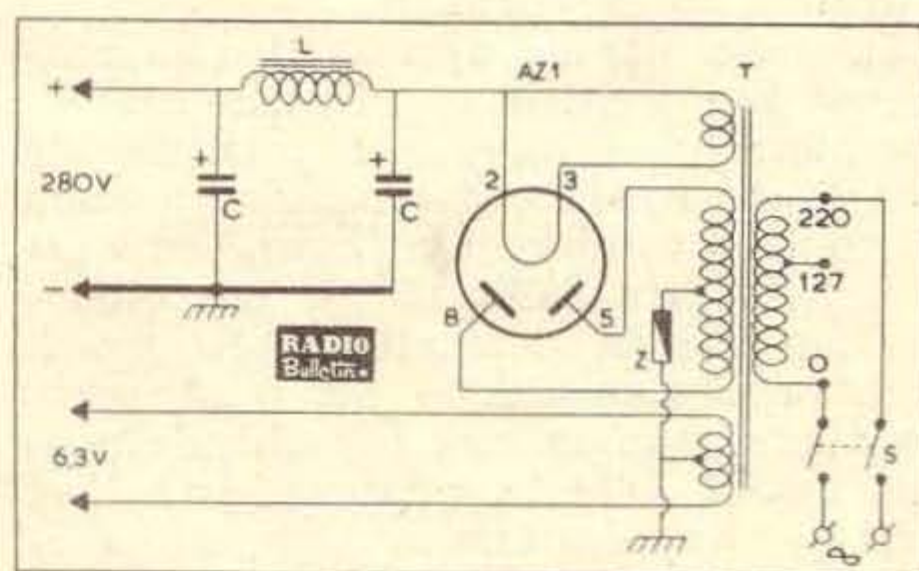
De condensatoren C_9 en C_{10} parallel aan de primaire helften van de uitgangstrafo dienen voor correctie van fazedraaiingen bij zeer hoge frequenties, veroorzaakt door 't tegenkoppelsysteem en de fazeomkeertrafo. Zonder genoemde capaciteiten kan nl. in sommige gevallen genereren optreden in een frequentie van ca. 45 kHz.

Het rooster van de aan de eindtrap voorafgaande EF40 is via de scheidingsweerstand R_6 en R_7 aangesloten op de beide sterkteregelaars R_4 en R_5 . Alhoewel men voor R_4 vanzelfsprekend een normale potentiometer van 470 k Ω kan



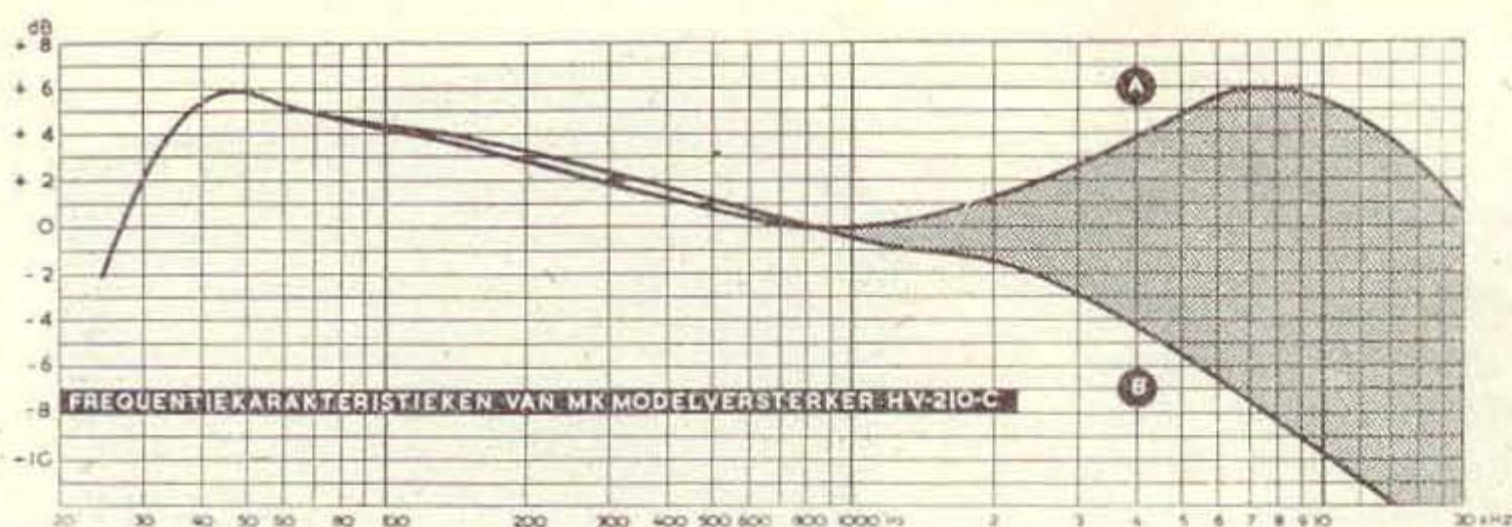
gebruiken, geven wij de voorkeur aan toepassing van de thans verkrijgbare Vitrohm physiologische sterkteregelaar type P60, omdat anders bij instelling op lager geluidsniveau (normale kamersterkte) de volle toonvang van het geproduceerde geluid verloren gaat. Deze speciale regelaar bestaat uit drie verschillende potentiometers, achter elkaar gemonteerd op één as en reeds op de fabriek samengebouwd met enkele weerstandjes en condensatoren tot een eenheid, welke evenals een „normale” sterkteregelaar met drie aansluitingen in de schakeling wordt opgenomen.

Om met elk type microfoon geheel bevredigende resultaten te kunnen bereiken is nog een versterkertrap vóór de sterkteregelaar R_5 aangebracht. Deze trap is eveneens met een EF40 uitgerust, waarbij geen kathodeweerstand is toegepast, doch een lekweerstand van hoge waarde met roostercondensator (resp. R_1 en C_1) ter verkrijging van de vereiste negatieve roosterspanning.



SCHEMASLEUTEL VOEDINGSGEDEELTE

- C = 32 + 32 μ F/450 V elco (Novocon)
- L = smoorspoel 100 mA
(Muvolt type 1006)
- T = Trafo 2 x 280 V 100 mA, 6,3 V, 4 V
(Muvolt type P-141)
- Z = smeltveiligheid 200 mA



DE
KLANKREGELAAR
BESTRIJKT HET GE-
ARCEERDE GEBIED

A = max. hoog
B = min. hoog

Voeding

Het voedingsgedeelte is gemakshalve afzonderlijk getekend, maar is uiteraard op het versterkerchassis ingebouwd. De Muvolt P-141 kan de vereiste energie gemakkelijk leveren.

Als gelijkrichter is een AZ1 toegepast, aangezien een AZ41 slechts 70 mA mag leveren, terwijl het totaal anodestroomverbruik van de versterker ca. 90 mA bedraagt.

De smoorspoel L voert de volle stroomsterkte, voor de voorversterkingsbuizen is een apart filter $L_1 C_7$ (in versterkerschema) aangebracht, waardoor een uitzonderlijk laag bromniveau wordt verkregen, mede door toepassing van de hoge waarde — $32 \mu F$ voor de afvlakcondensatoren.

Constructie

De wel bijzonder ongecompliceerde opzet van de schakeling maakt, dat de constructie van de versterker geen hoofdbreken zal kosten. Aangezien de MK ook van dit ontwerp een bouwmap uitgeeft met werktekening en montageaanwijzingen (E-1) kunnen wij op deze plaats volstaan met vermelding van enkele bijzonderheden, waaraan men extra aandacht moet schenken.

De verschillende weerstanden en condensatoren worden op montagebordjes aangebracht, echter met uitzondering van C_1 en R_1 . Laatstgenoemden moeten nl. volledig worden afgeschermd en kunnen het beste dicht bij de microfooningang worden gemonteerd. R_1 wordt rechtstreeks geaard op het punt, waar de microfoonplug met het chassis contact maakt. Dit is bovendien het enige aardpunt voor de microfoonversterker.

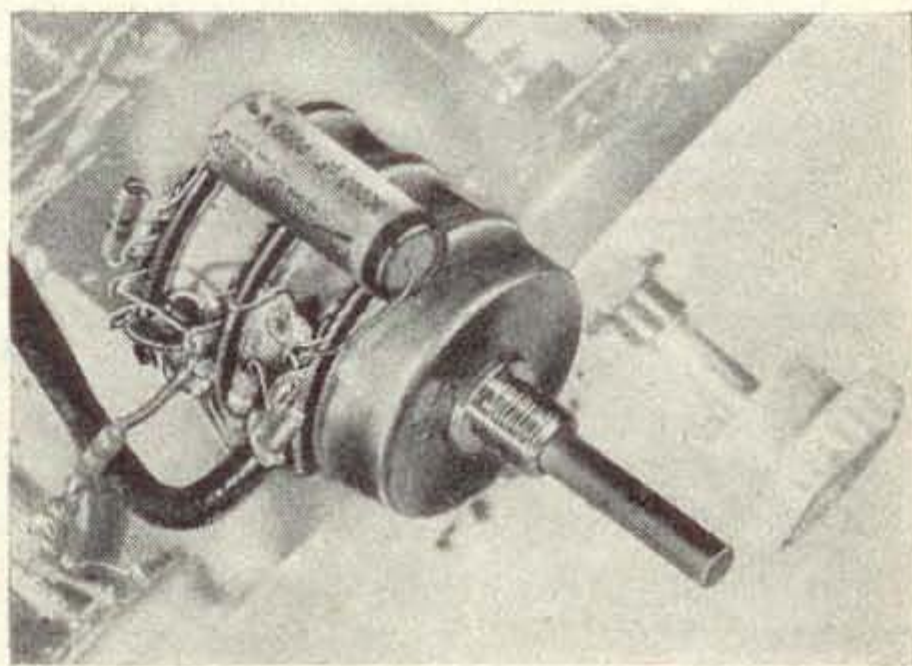
Indien men het ene einde van de schermmantel van de leiding van C_1 en R_1 naar het rooster van de EF40 bij de microfoonplug aan chassis verbindt en het andere einde aan het busje in het midden van de buishouder, dan kan men verder kathode en remrooster van de EF40, benevens de schermroosterontkoppelcondensator C_2 , weer op dit busje

aarden. Gloeistroomleidingen houde men zo ver mogelijk uit de buurt van de roosteraansluiting.

De stopweerstand R_{14} en R_{15} , benevens R_{18} en R_{19} , moeten zo dicht mogelijk bij de betreffende buiscontacten worden aangebracht. Voor de anodeleidingen van de eindbuizen geldt daarentegen weer, dat men daarmee zo ver mogelijk uit de omgeving van hun roosterkringen (waartoe ook R_{12} , R_{13} en C_8 gerekend moeten worden) dient te blijven.

Om moeilijkheden met de tegenkoppeling te voorkomen, moet aansluiting A van de uitgangstransformator rechtstreeks verbonden worden met het aardpunt van R_9 , waarop tevens R_4 en R_5 geaard moeten worden. De weerstanden R_{20} t/m R_{23} en de condensatoren C_{11} t/m C_{13} kunnen het beste op een gemeenschappelijk montagebordje worden aangebracht; het knooppunt C_{11}/R_{21} wordt verbonden met contact G van de uitgangstrafo. Let goed op juiste aansluitingen van de fase-omkeertrafo.

De kathode van de door de EF40 gestuurde eindbuis komt aan KI, die van de andere buis — de onderste in het schema — aan KII. Van de secundaire wikkeling wordt 0 met aarde verbonden en G komt aan het rooster van laatstgenoemde eindbuis.



Hier de in deze versterker geïntroduceerde „loudness control”

[Zie verder blz. 164]

10 WATT MODELVERSTERKER

(Vervolg van pag. 149)

Inbedrijfstelling

Indien de versterker geheel en al volgens de in de bouwmap gegeven aanwijzingen is uitgevoerd, zal hij in de meeste gevallen reeds dadelijk goed functioneren. Mocht heftig gillen optreden, dan is dit het gevolg van verkeerde faze van de tegenkoppeling in welk geval men de verbindingen van de primaire van de uitgangstrafo met de anoden der eindbuizen moet omwisselen.

Verder is het van belang om de juiste instelling van het faze-omkeersysteem te controleren. De voor de dempweerstand R_{16} vereiste waarde is nl. afhankelijk van de steilheid van de eindbuizen, zodat het kan voorkomen, dat bij vervanging van de buizen door andere exemplaren van hetzelfde type ook een andere waarde voor R_{16} nodig is. Hier kan men als volgt te werk gaan: Men legt m.b.v. een toongenerator een signaal van 9 à 10 Volt direct aan de ingang van de eindtrap (d.i. het stuurrooster van de bovenste EL41 in het schema) en meet met een buisvoltmeter de wisselspanning aan het rooster van de andere eindbuis t.o.v. chassis. Deze moet uiteraard eveneens 10 V bedragen. Is deze spanning lager, dan R_{16} vergroten; in het tegenovergestelde geval zal een kleinere weerstand nodig zijn. Aangezien een iets te grote spanning op het rooster van de tweede buis veel minder kwaad kan (wat betreft vervorming en instabiliteit van de versterker) dan een te lage spanning, neme men bij voorkeur R_{16} iets „aan de grote kant”: 10 % meer sturing voor de tweede buis is zonder enig bezwaar toelaatbaar. Men kan ook een 50 Hz spanning aan de pick-up ingang toevoeren en parallel aan R_{17} 'n telefoon aansluiten. R_{16} wordt dan afgeregeld op min. geluidsterkte in de telefoon; de luidspreker moet natuurlijk even worden vervangen door een passende weerstand aan de uitgang van de versterker. Deze methode is minder nauwkeurig doch goed bruikbaar.

Prestaties

De prestaties van deze versterker zijn opvallend goed en doen zeker niet onder voor die van een heel wat uitgebreider apparaat. Bij gebruik van een goede speaker — aanbevolen wordt het gebruik van de „Peerless Concert”, gemonteerd in basreflexkast — zal de weergavekwaliteit ongetwijfeld veler verwachtingen overtreffen; zowel de

bijzonder geringe vervorming bij lage frequenties als de zuivere weergave van hoge tonen, dragen er toe bij dat verrassend volle klank wordt verkregen.

De gevoeligheid voor de pick-up ingang bedraagt 350 mV, ruim voldoende om met een standaard kristal-pickup de versterker volledig uit te sturen. Voor de microfoon-ingang is dit 2,5 mV voor volledige uitsturing van de versterker.

Het effect van de klankregeling is weergegeven in de hier afgedrukte frequentiekaracteristiek.

Andere uitvoering

Voor de WW enthousiasten opent deze versterker grote perspectieven indien men hem door enkele eenvoudige wijzigingen geschikt maakt als hoofdversterker, te gebruiken in combinatie met een afzonderlijke voorversterker.

De microfoontrap en beide sterktere-gelaars komen dan te vervallen. Het rooster van de overblijvende EF40 wordt direct aan een contact van de aan te brengen 5-polige plug gelegd en tevens via een weerstand van 220 k Ω aan het aard punt van R_9 .

Het gehele klankregelsysteem — R_{20} t/m R_{24} en C_{11} t/m C_{13} — verdwijnt eveneens en in de plaats hiervoor komt een frequentie-onafhankelijke tegenkoppeling door een 1500 Ω weerstand tussen contact G van de uitgangstrafo en het knooppunt R_9-C_5 aan te brengen. Tenslotte worden de voor de voorversterker bestemde gloei- en anodespanning naar genoemde 5-polige plug gevoerd. Deze anodespanning neemt men af van C_3 , nadat R_8 is vervangen door een weerstand van 10 k Ω , 2 Watt.

Men heeft dan een versterker, waarvan de weergavekwaliteit slechts kan worden overtroffen door een super-de-luxe WW installatie! De freq.-karakteristiek is binnen 1 dB recht tussen 30 en 20.000 Hz, doorlopend tot 70 kHz met afwijkingen van max. 3 dB.

"Up-to-the-Minute" 10 Watt Push-pull
MK MODEL HV 210-C

Easy set up..... Only 4 tubes plus rectifier..... "Hi-Fi" approximate image quality ... New phase-inverter system ... Complication-free design ... Separate microphone - and pickup channels

Here is the first draft of the new series MK model amplifiers: a popular 10 Watter, with the new phase-inverter system, and a detailed explanation given elsewhere in this issue.

Design

We did not choose this new circuit because of the "novelty", but only because it has the ability to use a minimum number of tubes to construct an amplifier that delivers a decent performance and life, with a high input sensitivity.

For these benefits to fully do justice, we have not been tempted to add extra frills in the form of special sound control devices or special correction circuits.

This striving for simplicity was also motivated by the consideration that nowadays so many diverse applications of amplifiers make it virtually impossible to universally design a usable device.

More and more it is the practice to split the equipment into a main amplifier, and one or more other separate pre-amplifiers. The latter may then be of different design, according to the purpose for which it is desired to be used, for example, the installation of a gramophone of standard (78 rpm) or LP or micro-groove records, tape recorder, etc. An example of such is a special preamplifier eg. "Phono-tender" (see Radio Bulletin Dec. '50 and Jan. '51), which can also be used with the amplifier described here, if some changes are made.

Yet we celebrate the view that a "popular" amplifier without auxiliary devices must be able to reliably deliver satisfactory performance so we select our design on the classic standards: "Gramophone playback of standard records (78 rpm) using crystal pickup, in addition to a microphone input with additional amplifier stage, independent gain control for both channels: simple, effective working tone control."

The Schematic diagram

The balanced output stage consists of two pentode valves of type EL41 in Class-A, which at a load of 10 kilo-Ohm between the plates deliver max power of approximately 9 Watt. Thanks to the good performance of the applied output transformer, the new Mu-zed type U-70-B, the speaker can handle up to 7.5 W delivered with a distortion of less than 5%.

The "punch line" of this amplifier is the new phase-inverter system: One end of the tubes is controlled by the preceding amplifier stage in a normal way, while the other end is in phase opposition and receives excitation

from the secondary winding of the transformer T1, whose primary is connected between the cathodes of these output stage tubes.

The common cathode resistance R17 is connected to the middle of the primary of T1 and, of course, since this winding possesses resistance - when used here "Mu-Zed" type BI-42, this is 18 ohms per each part - R17 must have a value of 75 ohms, in order to obtain the required overall cathode resistance of 85 ohm in combination with the transformer.

A single pentode voltage amplifier before the output stage is sufficient to drive the stage completely: there is even a decent gain surplus available to service the feedback and tone control. This allows frequency-dependent negative feedback, as exploited worldwide, to be applied from the secondary winding of the output transformer T2 to the cathode of the preamplifier through C11, R23 and R20.

R21 parallel to C11 prevents the "gain" at low frequencies from being too strong, and network R22, C12, R24 and C13 is used for sound control. With R24 in the "down" position, then C13 with R23 forms a low-pass filter in the feedback that attenuates high frequencies to increase treble. In the opposite position of R24, because of the series connection of C13, C12 and R22 in parallel with R23, the negative feedback of high frequencies is stronger, so it reduces treble.

The capacitors C9 and C10, in parallel with the primary of the output transformer halves, are used for correction of phase shifts at very high frequencies from the phase-inverter transformer when using negative feedback. Without the capacities quoted, in some cases a frequency of approximately 45 kHz can be generated.

The grid of the EF40 prior to the output stage is through the mixer resistors R6 and R7 connected to both gain controls R4 and R5. Although obviously a normal potentiometer of 470 kohm can be used for R4, we prefer to use the currently available Vitrohm 'loudness' gain control type P60, otherwise when set to a lower level (normal room strength), the full tonal range of the sound produced is lost. This special controller consists of three potentiometers mounted on a tandem axle and already assembled at the factory with a few resistors and capacitors into a unit which, like a "normal" gain control, uses three connections into the circuit.

In order to be able to achieve fully satisfactory results with any type of microphone, an amplifier stage is placed in front of the gain control R5. This stage is also equipped with an EF40, with no cathode resistor used but a leakage resistance of high value with coupling capacitor (R1 and C1) to give the required bias.

Power Supply

The power supply part is for convenience drawn separately, but is of course built in to the amplifier chassis. The Muvolt P-141 easily delivers the required energy.

The AZ1 rectifier is used, since the AZ41 delivers only 70 mA, whilst the total power consumption of the amplifier anodes amounts to approximately 90 mA.

The inductor L carries the full current, with a separate filter, L1 C7 (in amplifier diagram) provided for the preamp tubes to obtain an extremely low noise level, partly by the application of the high value - 32uF for dc smoothing.

Construction

The very uncomplicated design of the circuit makes the construction of the amplifier low cost. The MK construction book includes issues with construction drawings and installation instructions (E-1), and we are able to make sufficient mention of some details, which one should pay extra attention.

The various resistors and capacitors are mounted on mounting boards, with the exception of C1 and R1. The latter should be fully protected and can be best mounted close to the microphone input. R1 is grounded directly at the point where the microphone plug makes contact to the chassis. This is also the only grounding point for the microphone amplifier.

The end of the screened cable connects to chassis at the microphone plug, and the other end connects via C1 and R1 to the grid and cathode of the EF40 at the tube holder. The cathode of the EF40, in addition to the screen grid decoupling capacitor C2, earth back via the screened cable. Power cables are placed as far away from the grid connection as possible.

The stopper resistors R14 and R15, and R18 and R19, should connect as close as possible to the associated tube terminals. For the anode wires of the power tubes should stay as far away as possible from the vicinity of the input circuits (which includes R12, R13 and C8).

To avoid coupling problems, point A of the output transformer must be directly connected to the ground point of R9, as well as ground point of R4 and R5. The resistors R20 - R23 and capacitors C11 - C13 are best mounted on a common tag board, with the node of C11/R21 taken to point G of the output transformer. Pay close attention to the proper terminals of phase inverter transformer.

The cathode of the driven EF41 tube goes to K1, with the cathode of the other tube going to K2. The secondary winding point O is connected to earth, and point G goes to the other tube.

Commissioning

If the amplifier is made wholly in accordance with the instructions given, it will function well in most cases. Should a violent scream occur, this is the result of incorrect phase of the feedback coupling, in which case the connections of the anodes of the output tubes to the primary of the output transformer need to be switched.

Furthermore, it is important to correctly set up the control of the phase-inverter system. The damping resistor R16 value depends on the transconductance of the output tubes, and needs to be set to the correct value when replacing tubes. Here one can proceed as follows: with a tone generator, a signal from 9 to 10 volts is applied directly to the input of the output stage (ie. the control grid of the upper EL41 in the diagram), and a tube voltmeter is used to measure the AC voltage from the grid of the other tube relative to chassis. This must, of course, also be 10 V. If this voltage is lower then increase R16, and in the opposite case a smaller resistance is required. Since a larger voltage on the grid of the second tube is of less harm (by distortion and instability of the amplifier) than too low a voltage, R16 is preferably made "a higher value": 10% more for the second tube is permissible without any objection. One can also apply a 50 Hz voltage on the pick-up input and connect an earphone in parallel with R17. R16 is then adjusted to minimum volume in the earphone, with the speaker replaced by a suitable resistor at the output of the amplifier. This method is less precise, but usable.

Performance

The performance of this amplifier is remarkably good, and certainly as good as a lot of more elaborate devices. When using a good speaker - it is recommended to use the "Peerless Concert", mounted bass-reflex style - it will undoubtedly display a quality exceeding expectations, with extremely low distortion at low frequencies and the pure high notes are there to help obtain a surprisingly full sound.

The sensitivity of the pick-up input is 350 mV, ample for that generated by a standard crystal pickup. For microphone input this is 2.5 mV for full-scale output of the amplifier.

The effect of the tone controls are shown in the frequency response printed here.

Other versions

For the Hi-Fi enthusiasts this amplifier opens great prospects if it is made with a few simple modifications to the main amplifier, to be used in combination with a separate preamplifier.

The microphone stage and both volume controls will then be deleted. The grid of the remaining EF40 is taken directly to the 5-pin plug and also connected via a resistance of 220 kohm to the earth point of R9.

The entire circuitry R20 - R24 and C11 - C13 - is removed and replaced by a frequency-independent negative feedback through a 1500 ohm resistor from the output transformer contact G to the R9-C5 node. Finally, the preamplifier heater and anode voltages are fed to the 5-pin plug. The anode voltage is taken from C3, where R8 is replaced by a resistor of 10 ohms, 2 watts.

The playback quality of this amplifier can be surpassed only by a super luxury Hi-Fi installation! The freq. characteristic is within 1 dB from between 30 and 20,000 Hz, extending to 70 kHz with deviations of up to 3 dB.