

En mikrofonforstærker med muligheder

Af OZ2UA Poul Skelmoser, Brosbølvej 25, 6880 Tarm

Det var ønsket om at have frit mikrofonvalg, der førte til denne udgave af en mikrofonforstærker.

Dens meget høje indgangsimpedans, 5 Mohm, gør det muligt at tilslutte næsten enhver type mikrofon.

Da forstærkerens frekvensgang kan ændres, er der rige muligheder for at tilpasse og justere forstærkeren, så den passer optimalt til stemmen og den aktuelle mikrofon. Konstruktionen er tænkt koblet ind mellem en bordmikrofon og senderens mikrofonstik. Der er altså ikke behov for den helt store forstærkning.

Kredsløbet

Den første transistor giver da heller ikke nogen spændingsforstærkning, men fungerer som impedansomsætter. Det klarer den så til gengæld med bravour: Fra 5 millioner ohm og ned til 200 ohm, det er der næppe nogen transformator, der kan gøre den efter.

En transistor er ikke umiddelbart verdensmester i at forstærke forvrængningsfrit; men den kan tvinges til det ved hjælp af modkobling. Men kvalitetsforbedringen har sin pris - den koster forstærkning.

Den første transistor er så kraftigt modkoblet, at den som tidligere nævnt, overhovedet ikke forstærker.

Modkoblingen i transistor B, tager en god bid af dens „råforstærkning“, men alligevel forstærker den nok til at udstyre senderens mikrofonindgang.

Modkobling

Ved spændingsmodkobling føres en del af signalspændingen fra forstærkerens udgang tilbage til dens indgang.

Et eksempel på spændingsmodkoblingen har vi gennem basemodstanden R17 på transistor B. Virkningen på signalet er dog ret beskeden, og er nærmest kun en sidegevinst til modstandens hovedopgave, som er at give basen den forspænding der skal til for at transistoren kan trække strøm.

Sådan nedsætter modkoblingen forvrængningen

Forestil dig, at en sinuskurve på udgangssignalet krummer for meget på grund af forvrængning. En del af det forvrængede signal føres tilbage til indgangen.

Når signalet igen når frem til udgangen, er det blevet forstærket. Da det samtidig er blevet fasevendt, er krumningen blevet til et svaj.

Svajet ophæver den oprindelige krumning, og fluks har vi fået en pæn retlinet forstærkning.

Foruden metoden med spændingsmodkobling, er det også muligt at lave strømmodkobling.

Strømmodkobling kan opnås ved at lade transistorens emittermodstand være uafkoblet, som R13 ved transistor A, og R23 ved transistor B.

Den manglende afkoblingskondensator gør, at emitterspændingen vil variere i takt og i fase med indgangssignalet.

På en NPN-transistor vil en positiv gående signalimpuls på basen få transistoren til at trække mere strøm. Det er spændingsforskellen mellem basen og emitteren, der bestemmer strømmen i transistoren.

Men da spændingen stiger samtidig på emitter og base, reduceres spændingsforskellen og dermed transistorens forstærkning. Resultatet er som ved spændingsmodkobling - en forbedret gengivelse, men mindre forstærkning.

Diagrammet

Transistorerne: Typerne, der er angivet på diagrammet er støjsvage, men kan udmærket erstattes af standardtyper. Efter typebetegnelsen f.eks. BC559, kan der stå et bogstav A, B eller C. C-typen har størst forstærkning.

Modstands-rækken, der sidder fra plus til stel, helt henne ved indgangen, vil blive omtalt senere.

C6 er indgangskondensatoren; i serie med den sidder modstanden R4 på 47 kohm; den skal sikre, at transistorens base, under alle omstændigheder, vil „se ud“ i en rimelig høj impedans.

Modstandene R8 og R10 udgør en spændingsdele, hvorfra basefor-spændingen tages ud. Spændingen går gennem R9 til basen. Samme R9 udgør, sammen med C11, en såkaldt „Bootstrap-kobling“. Udtrykket henviser til „at løfte sig selv i støvlestroppen“. Eller som vi normalt siger: „At løfte sig selv i håret“. Transistortrinet lever udmærket op til denne betegnelse. Den er nemlig i stand til at hæve sin indgangsimpedans ved egen hjælp. Som hjælp bruges den signal, som gennem C11 hentes nede fra emitteren, (værdien af R9 bestemmer hvor meget). Mikrofonen er nu ikke længere ene om at udstyre transistoren, og belastes derfor ikke så meget. Den opfatter derfor transistorens indgangsimpedans som værende meget høj.

C9 bestemmer, hvor langt ned i frekvens forøgelsen af impedansen skal være virksom. En meget lille kondensator på dette sted vil således kun give impedansforøgelse for diskantområdet.

Første transistor er emitterkoblet; det vil sige, at signalet til næste trin tages fra dens emitter.

Udgangsimpedansen er meget lav og afhængig af impedansen på den tilsluttede mikrofon. Med en mikrofonimpedans på 4,7 kohm er udgangsimpedansen 200 Ohm.

Hvis transistor B blev født fra denne lave impedans, ville signalet blive forvrænget. Modstanden R15 er derfor lagt i serie med overføringskonden-

satoren C14. Transistoren kommer derved til at se ud i en fornuftig indgangsimpedans.

Det, der er galt med den lave „generatorimpedans“ er, at den er i stand til at presse signalstrøm ind i næste transistors base, og det bryder den sig ikke om. For at den skal arbejde lineært må den spændingsfødes, så den selv kan tappe den nødvendige styrestrøm.

Udgangssignalet hentes på kollektoren af transistoren B, og føres gennem C22 til styrkepotentiometeret P24.

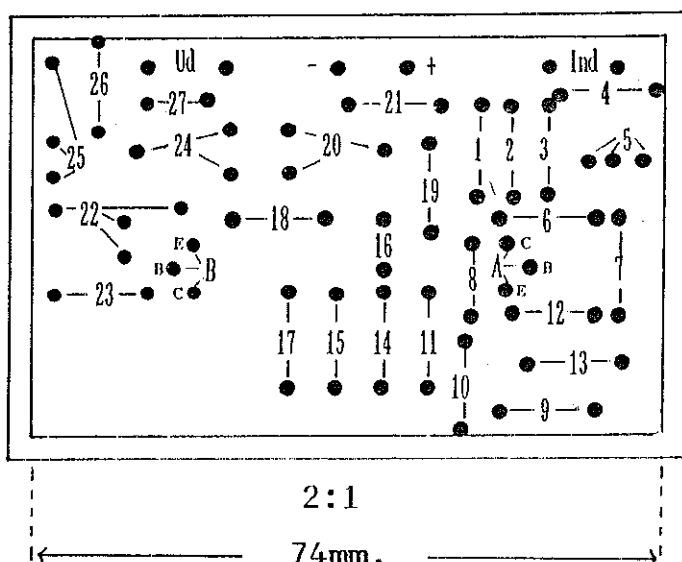
Fra udgangen til stel sidder modstanden R26. Den skal sikre, at der er afledning til stel i samlingspunktet mellem udgangskondensatoren C25, afkoblingskondensatoren C27, og en eventuel kondensator i senderens mikrofonindgang.

Tonekorrektio

Styrken af det lyse tonespekter reguleres med den variable modstand R20 (et prepotentiometer), der i serie med kondensatoren C19 er placeret tværs over transistor B's emittermodstand R18. C19 sørger for, at kun de lyse toner slipper med. Derved begrænses modkoblingen af dem, og de forstærkes derfor mere. Sættes R20 til minimum modstand, opnås maksimal lys modulation. For at sikre, at der i denne stilling stadig er nogen modkoblingsvirkning tilbage, er modstanden R21 indsat.

Et blik på frekvenskurvene afslører en overraskende virkning ved regulering af R20. Det, der var tænkt som udelukkende at være en variation af diskanten, viser sig også at have indflydelse på de lave toner.

Frekvenskurven vrider sig ligefrem omkring 1 kHz. Det skyldes formodentlig, at ændringen af modkob-



lingsgraden samtidig ændrer transistorens ind- og udgangsimpedanser.

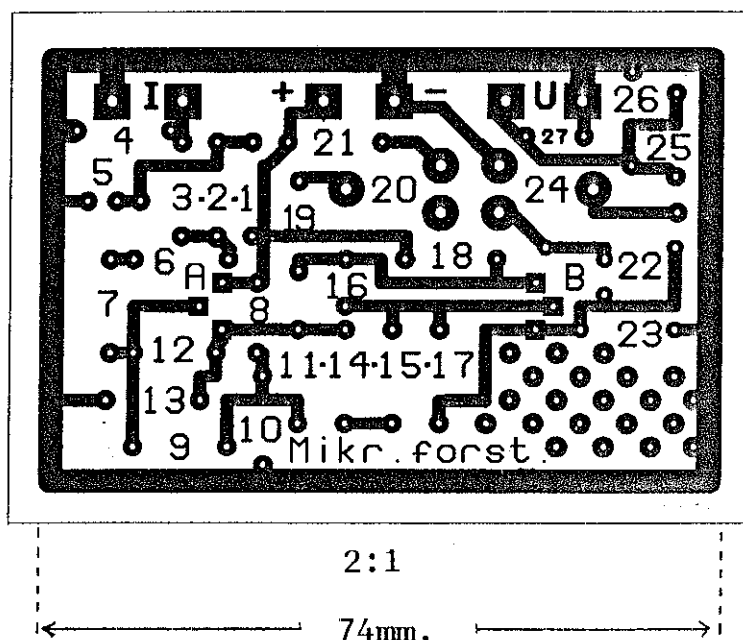
En ulykke er det nu ikke; tværtimod, for kurveforløbet med den vigende basgengivelse giver modulationen mere brillans.

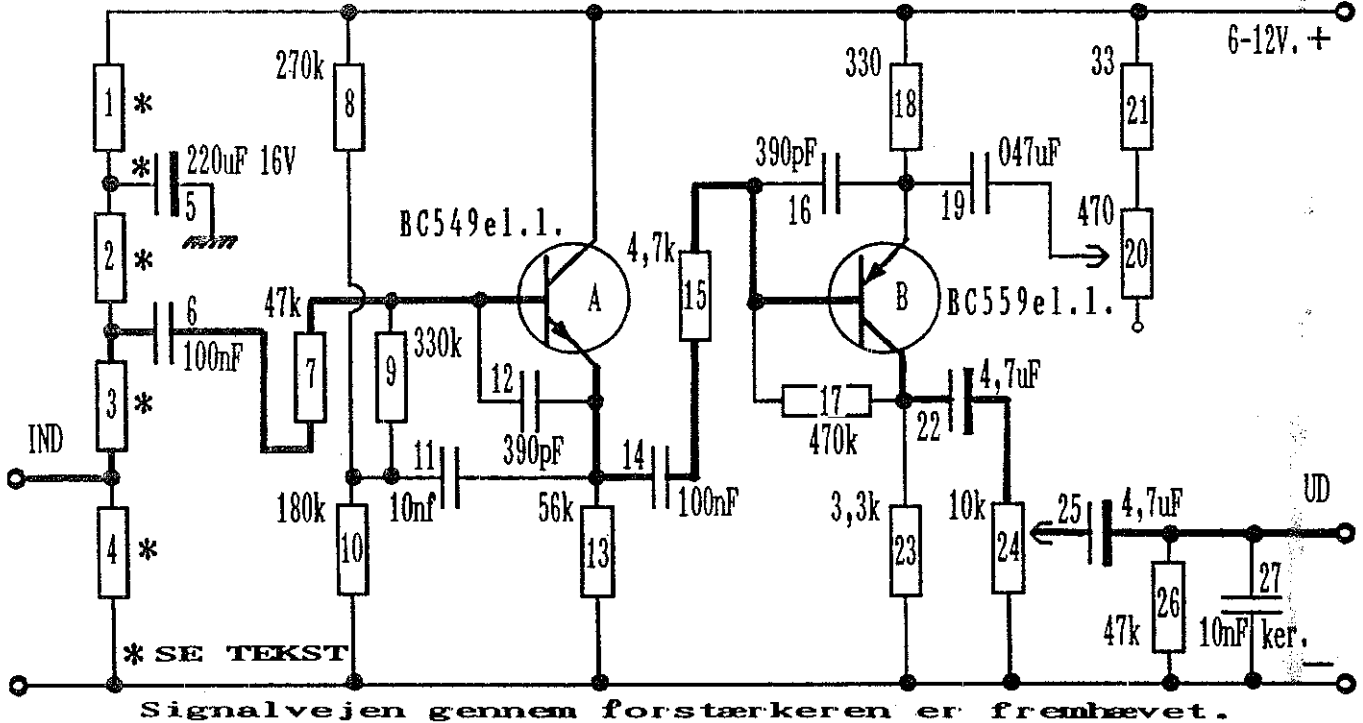
Det dybe toneleje kan yderligere korrigeres ved at ændre værdien på overføringskondensatoren i udgangen (C25).

Lad dig ikke friste til gøre kondensatoren alt for lille, det gør modulationen „flad“, og stemmen ukendelig.

Som ved enhver anden korrektion skal den bedste værdi findes ved forsøg, og resultatet bekræftes gennem rapporter.

Et forsøg med at rykke toppen af frekvenskurven ned i frekvens ved at forøge C27 blev mødt med protester i rapporterne. Stemmen mistede den oprindelige klang og „frigjorthed“. Det skyldes, at faldet i





Signalvejen gennem forstærkeren er fremhævet.

forstærkerens kurve adderer sig med det fald der er i gennemgangskurven i både senderens og modtagerens lavfrekvens. Slutresultatet bliver derfor en alt for voldsomt afskæring af lyse toner. Kun ved at lade mikrofonforstærkeren føre de lyse toner „helt til dørs“, får stemmen den ønskede fidelitet.

Højfrekvensindstråling

Som det fremgår af frekvenskurvene, er forstærkeren i stand til at behandle langt ud over, hvad der er fornuftig til formålet her. For at forhindre et uønsket og eventuelt forstyrrende frekvens måtte finde vej gennem forstærkeren og frem til senderen, er kondensatoren C27 monteret tværs over udgangsterminalerne. Kondensatoren vil også fjerne HF, der ad tilslutningskablet fra senderen måtte løbe tilbage i mikrofonforstærkeren.

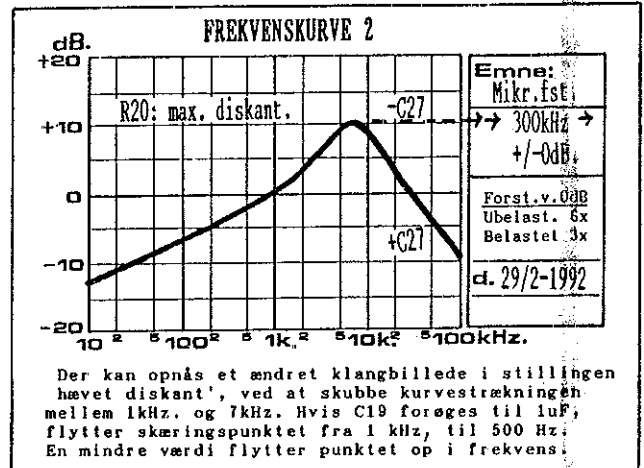
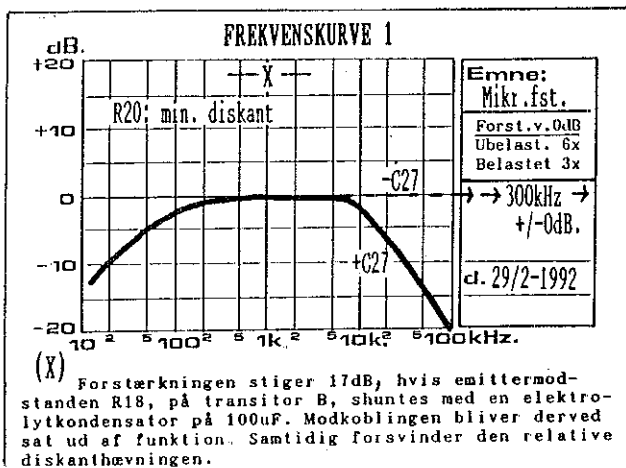
Fra base til emitter på transistorerne sidder en kondensator på 390 pF. Den skal forhindre, at signaler fra AM modulerede sendere bliver demoduleret i base-emitter diodestrækningen. Det er oftest Radio Moskva på kortbølge der slår igennem.

Mikrofontilpasning Elektret-kondensator-mikrofon

Med gavmild hånd er et utal elektret-kondensator-mikrofoner blevet spredt blandt amatører over det ganske land. Af den grund, og så fordi det er en aldeles udmærket mikrofon, er forstærkeren (også) forberedt til denne type. Modstandene R1, R2 og R3 skal kun monteres, hvis der anvendes en elektret-mikrofon.

R1: 10k, R2: 3k, R3: 2,2k, R4: Monteres ikke. C5: 220 uF, 16 V.

R1 er en „faldmodstand“; den reducerer forsyningsspændingen til en passende værdi for mikrofonen. C5 er en elektrolytkondensator, der gør tilslutningspunktet signalmæssigt „koldt“. R2 og R3 udgør drainmodstand for den FET, der sidder i mikrofonen. I samlingspunktet mellem de to tages indgangssignalet ud til forstærkeren. Modstandene fungerer som et fastindstillet potentiometer og reducerer det alt for kraftige signal, inden det går videre ind i forstærkeren.



Dynamisk mikrofon

Modstanden R4 fra indgangsbøsningen til stel skal kun monteres hvis det skønnes nødvendigt; dens værdi tilpasses den tilsluttede mikrofon. Pas lige på ordet „tilpasse“; der menes IKKE tilpasning til mikrofonens impedans.

Hvis du vælger en modstand med samme værdi som mikrofonens impedans, er der kun en ting du er sikker på, og det er, at den signalspænding, du har brug for, er faldet til det halve. Det er spild af signal. En mikrofonens impedans er kun opgivet ved en enkelt frekvens, nemlig 1 kHz.

Det er noget man internationalt er blevet enige om, for at have ens retningslinier at klassificere mikrofontyperne efter. Der er ingen mening i at tilstræbe impedanstilpasning (effekttilpasning) ved en enkelt frekvens.

Det der derimod er brug for, er at få overført den maksimale mikrofonSPÆNDING, derfor skal der være spændingstilpasning. Det er kun, hvis der er et ønske om at ændre klangbilledet, at det kommer på tale at belaste mikrofonen. Vil du gøre forsøg, så prøv først med en modstandsværdi på 5 gange mikrofonimpedansen.

R3 kortsluttes. R1, R2 og C5 monteres ikke.

Krystalmikrofon

En krystalmikrofon kræver en høj indgangsimpedans, 3-5 Mohm. Krystalmikrofoner afgiver en temmelig høj signalspænding. Derfor kan det, som omtalt ved elektret-mikrofoner, blive nødvendigt at dæmpe signalet.

R1: monteres ikke. R2: 3,3 Mohm, R3: 2,2 Mohm.

R4: monteres ikke. C5: En kortslutning til stel.

Værdien af R2 kan ændres, hvis styrken ikke passer.

Printplader

Det, der nok først falder i øjnene når printet betragtes er den samling af „ubeboede“ øer, der er placeret nede i det syd-østlige hjørne. Øerne giver en bekvem mulighed for at montere ekstra komponenter, hvis der skulle blive behov for det.

Ved at placere spændingstilslutningen mellem forstærkerens ind- og udgangsterminaler er der opnået det, at signalets returstrømme ankommer til minuspunktet fra hver side. De får derved ikke mulighed for at blande sig og forårsage ustabilitet, eller en utilsigtet strømmodkobling.

Vær opmærksom på, at kondensatorerne C22 og C25 kan monteres både liggende og stående. For C23's vedkommende er der endda tre muligheder. C5 kan kun monteres lodret, men der er loddeøer til to forskellige benafstande.

Hvorfor netop denne forstærker?

Der findes et utal variationer af en mikrofonforstærker. At der nu kommer en ny(?) til, skyldes et

ønske om at afprøve nogle teknikker jeg ikke har arbejdet med før.

Først „Bootstrap“-koblingen, den har gennem lang tid tirret min nysgerrighed. Dernæst skulle tonekorrektionen i modkoblingskredsløbet afprøves.

Til sidst tvang jeg mig til at anvende en PNP-transistor i udgangen. Jeg har altid haft en aversion imod PNP-transistorer. Det er helt uden saglig begrundelse. Det har blot generet mig, at kollektoren skal forbindes til minus, og at alle spændingsmålinger derfor er det modsatte af hvad en indgroet rutine forventer.

Ved at se på signalets faseforløb gennem forstærkeren afslørede det, at på grund af PNP-transistoren var udgangssignalet i modsat fase med signalet på indgangen.

Det betyder, at forstærkeren har et medfødt „gen“, der gør den kronisk stabil. Dermed kunne jeg så konstatere, at der endda var en faglig begrundelse for at vælge en PNP-transistor på dette sted.

Efterskrift

Ulempen ved forstærkerens mange muligheder er, at kun en af dem er den optimale for din mikrofon - alle andre er mindre gode. Betragt derfor ikke komponentværdierne i diagrammet som den eneste sandhed. Sandheden for din mikrofon må du eksperimentere dig frem til.

Vær særlig opmærksom på tre ting:

1) Forstærkningen kan hæves ved at reducere R18. En halvering vil fordoble forstærkningen. Gå ikke gerne under 100 Ohm. Frekvensgangen ændres samtidig.

2) Det „klæder“ nogle mikrofoner, at forhøje C19 til 1 uF.

3) Forskellige typer dynamiske mikrofoner kræver vidt forskellige værdier af R4. Prøv først yderlighederne, og tag varsler efter dem.

Fra andre blade

Fembånds 2-element QUAD for 10 - 20 meter båndene

Den populære QUAD træffes i mange varianter; her er opskriften på en, der betegnes som lille for alle båndene fra 10 til 20 meter.

William A Stein, KC6T beskriver omhyggeligt sin konstruktion, og er du interesseret i at modificere en bestående 3-bånds QUAD eller bygge en ny fra grunden for de fem bånd, så er der ideer at hente i hans artikel.

A Five-Band Two-Element Quad for 20 through 10 Meters, QST APR 1992 pp 52-56

Båndfilteret

Selv om båndfilteret er populært blandt eksperimenterende amatører, så kan dets frekvenskurve undertiden være vildledende.

Wes Hayward, W7ZOI gennemgår i en grundig, fem og en halv sider lang artikel, hvordan et båndfilter behandles, så det bliver bragt til bedste virkning.

The Double-Tuned Circuit: An Experimenter's Tutorial, QST DEC 1991 pp 29-34.