



C

**[B] (11) KUULUTUSJULKAISU 62917**  
**UTLÄGGNINGSSKRIFT**

Patentti myönnetty 10 03 1983

Patent meddelat

(51) Kv.Hk.<sup>3</sup>/Int.Cl.<sup>3</sup> H 03 F 3/26**SUOMI—FINLAND****(FI)****Patentti- ja rekisterihallitus**  
**Patent- och registerstyrelsen**

(21) Patentihakemus — Patentansöknung	762408
(22) Hakemispäivä — Ansökningsdag	23.08.76
(23) Alkupäivä — Giltighetsdag	23.08.76
(41) Tullut julkiseksi — Blivit offentlig	24.02.78
(44) Nähtävääsiannon ja kuuljulkaisun pvm. — Ansökan utlagd och utskriften publicerad	30.11.82
(32)(33)(31) Pyydetty etuoikeus — Begärd prioritet	

(71)(72) Tapio Matti Köykkä, Liesipolku 5 E, 00630 Helsinki 63, Suomi-Finland(FI)

(54) Puolijohteilla toimiva symmetrinen vahvistin - Med halvledare fungerande symmetrisk förstärkare

Transistori toimii vahvistimena oleellisesti toisin kuin putki. Putken tulovastus on etenkin pienehköillä taajuuksilla (< 1...10 MHz) hyvin suuri, se ei siis ota tehoa signaalilähteestä. Transistori sitävastoin vaatii ohjaukseen virtaa. Transistorin emitterin ja kannan väli onkin itse asiassa diodi. Sen vastus on pieni - ja mikä pahinta, tämä vastus ei ole vakio, vaan se muuttuu jyrkästi virran tai jännitteen mukaan. Tästä seuraa, että transistorille tuotu signaali pyrkii säröytymään pahasti jo tulopuolella.

Transistoreilla toimivissa vahvistimissa käytetään hyvin voimakkaita vastakytkentöjä särön pienentämiseksi jo alku- eli piensignaaliasteissa. Harmoninen särö saadaan kyllä tällä tavalla pieneksi, mutta toisto voi siitä huolimatta olla huono, koska varsinainen musiikin informatio vääristyy ja nimenomaan voimakkaan vastakytkennän takia. Tämä ilmiö, katkoäänien rikkoutuminen eli "transient intermodulation distortion", "TIM" on tullut kaikkialla maailmassa tunnetuksi prof. Otalan tutkimuksista (1 ja 2 ym) ja se selittää miksi transistoroidut laitteet soivat epäpuhtaasti vaikka suoritussarvot ovat hyvätkin.

1 Jos transistoreilla halutaan puhdas toisto, on niitä jo alku-  
asteissa käytettävä vuorovaihekytkennässä ("Push-Pull"), (kirjal-  
lisuusviitteet 3 ja 4), koska silloin saadaan särö pieneksi il-  
man vastakytkentääkin. Vuorovaihe- eli oikeastaan "vastavaihe-  
5 periaatteen" soveltaminen onkin transistoreilla helpompaa kuin  
putkilla, koska on olemassa n.s. komplementtiparisia transisto-  
reja. Kuva 1 näyttää miten rinnakkain kytkettyjen komplementti-  
parien käyrät oikaisevat toisensa, tätä tapahtuu jo tulopuo-  
lolla, jossa säröytyminen onkin pahimmillaan. [B 1] ja [B 2] esit-  
10 tävät vastakkain kytkettyjen diodien virtoja jännitteen muuttu-  
essa, katkoviiva niiden yhtymistä. Tuloksena on suora viiva jos  
virrat ovat täsmälleen samat. Jos kantavirrat asetetaan taval-  
lisella tavalla, vastuksia käyttämällä, työskentelypiste on sää-  
dettävä vastuksilla kohdalleen, koska npn- ja pnp-transistorit  
15 ovat luontojaan hieman erilaisia ja asiaan vaikuttaa lisäksi  
kappalekohtainen hajonta.

Tämän keksinnön tarkoituksena on komplementtiparisen vahvistin-  
asteen transistorien kantatasavirtojen tekeminen tarkkaan yhtä-  
suuriksi siten, että sama tasavirta pannaan kulkemaan kum-  
20 mankin transistorin kanta-emitterivälin kautta. Tämä saadaan  
aikaan sillä, että kaksiaasteisen komplementtiparisen vahvisti-  
men ensimmäisen asteen transistorien (T1 ja T2 kuvassa 2) kannat  
yhdistetään suoraan toisiinsa ja pnp-transistorin (T2) emitteri  
tehdään vastaavan npn-transistorin (T1) emitteriin nähden posi-  
25 tiiviseksi niin, että pnp-transistorin (T2) kannalta tuleva ja  
npn-transistorin (T1) kannalle menevä virta on kummankin transis-  
torin tarvitsema kantavirta eikä kannoille tarvitse yhdistää  
vastuksia eikä mitään muutakaan kantavirtojen aikaansaamiseksi.

Tämän keksinnön mukaisen vahvistimen särö on kuulumattoman pieni  
30 ilman vastakytkentääkin, sen lisäksi tulovastus on mahdollisim-  
man suuri, koska kantapiirissä ei tarvita vastuksia kantavirtaa  
varten. Myös komponentteja säästyy, niinpä signaalin tuotta-  
miselle vahvistimeen tarvitaan vain yksi kondensaattori (Co),  
eikä senkään tarvitse olla iso elektrolyytti; 10...30 nF riit-  
35 tää koska tuloimpedanssi on suuri.

1 Kuva 2 esittää erästä tämän keksinnön sovellutusta, kaksiasteista  
piensignaali vahvistinta äänitaajuuksille. Vahvistettava signaali  
tuodaan pisteeseen 7, kummankin transistorin (T1 ja T2) kannalle.  
5 Ensimmäisen asteen npn-transistorin (T1) kollektori on yhdistetty  
suoraan toisen asteen pnp-transistorin (T3) kantaan ja tämän kollektori  
vastuksella (R1) takaisin edellisen emitteriin. Vastaavalla tavalla  
yhdistetään ensimmäisen asteen pnp-transistorin kollektori toisen as-  
teen transistorin (T4) kantaan ja tämän kollektori takaisin ensim-  
mäisen asteen pnp-transistorin (T2) emitteriin vastuksella (R2).  
10 Näin saadaan aikaan tasavirtavastakytkentä, joka vakavoi transisto-  
rien työskentelypisteet. Toisen asteen transistorien (T3 ja T4)  
virta määräytyy lähinnä niiden kollektoripiirien (välisen) tasa-  
virtavastuksen mukaan, eikä se saa piensignaali vahvistimessa  
olla pienempi kuin n. 500  $\Omega$ .

15 Ensimmäisen asteen emitteripiiriin voidaan liittää kummallekin tran-  
sistorille yhteinen vastus (R<sub>0</sub>). Tällä saadaan signaalitaajuinen vir-  
tavastakytkentä ensimmäiseen asteeseen ja jännitevastakytkentä mo-  
lempien vahvistinasteiden yli. Jos tämä vastus on nolla, kumpaakaan  
vastakytkentää ei ole ja vahvistus on mahdollisimman suuri. Vastusta  
20 (R<sub>0</sub>) suurennettaessa otto- eli tuloimpedanssi suurenee ja vahvistus  
pienenee. Ottoimpedanssi voi olla 2 M $\Omega$  kun jännitevahvistus on vie-  
lä n. 60-kertainen.

Pienohminen mikrofoni voidaan yhdistää myös ensimmäisen asteen  
emitteripiiriin, pisteeseen 8. Se voidaan liittää vahvistimeen myös  
25 symmetrisesti pisteisiin 7 ja 8. Pisteiden 7 ja "maan" välille on sil-  
loin pantava emitteripiirin impedanssia vastaava vastus.

Vahvistin voidaan tehdä symmetriseksi myös lähtöpuolelta. Toisen as-  
teen transistorien (T3 ja T4) emitteripiireihin on silloin pantava  
vastukset (ei kuvassa 2), jolloin emittereistä saadaan vastaisvaihei-  
30 nen jännite pisteeseen 9 (kollektoreihin) nähden.

Vahvistimien lähtöpuolelta saadut signaalit on yhdistettävä, jolloin  
etenkin parilliset harmoniset vähenevät. Yhdistäminen voidaan tehdä  
kapasitiivisesti, mutta käytännössä on todettu, että säröarvot putoavat  
puoleen jos tämä tehdään vastuksilla — tämä on myös huokeampi tapa ja  
35 vie vähemmän tilaa piirilevyillä.

Kuvan 2 esittämää vahvistinta voidaan tekniikasta tunnetuilla tavoilla muunnella. Niinpä kondensaattorit C1 ja C2 voidaan korvata vastuksilla, etenkin jos on käytettävissä kaksi virtalähdettä, toinen negatiivinen toinen positiivinen maahan nähden. Myös vahvistinasteita voi olla yksi tai useampia. Kuvan 2 esittämä suoritusmuoto on pelkistetty mahdollisimman yksinkertaiseksi ja selväpiirteiseksi.

Kirjallisuutta:

1. Otala, M., "Transient Distortion in Transistorized Audio Power Amplifiers" IEEE Transactions on Audio and Electroacoustics, Vol AU-18, Number 3, Sept. 1970 pp 234-239.
2. Otala, M., "Transient Intermodulation Distortion in Commercial Audio Amplifiers" J.Audio Engr. Soc., Vol. 22, No. 4, pp 244-246, May, 1974
3. Köykkä, T., "Lineaarinen puolijohteilla varustettu piensignaali vahvistin" VIII Radiopäivien tutkimusraportit, 1973 U.R.S.I. Suomen Radiotieteen Kansalliskomitea. Sivut 339...341
4. Leach, W. M., "Transient IM Distortion in Power Amplifiers" AUDIO February 1975, sivut 34...40...41.

## P a t e n t t i v a a t i m u k s e t

Komplementtisilla transistoripareilla toimiva kaksiasteinen vahvistin, jossa vahvistettava signaali tuodaan ensimmäisen asteen kannoille ja otetaan vahvistettuna toisen asteen kollektoreilta, tunnettu siitä, että ensimmäisen asteen transistorien (T1 ja T2) kannat on kytketty suoraan yhteen ja PNP-transistorin (T2) emitteri tehdään NPN-transistorin (T1) emitteriin nähden positiiviseksi siten, että PNP-transistorin kannalta tuleva virta menee NPN-transistorin kannalle, että ensimmäisen asteen NPN-transistorin (T1) kollektori on yhdistetty toisen asteen PNP-transistorin (T3) kantaan ja viimeainitun transistorin kollektori on yhdistetty vastuksella (R1) ensimmäisen asteen NPN-transistorin (T1) emitteriin, että ensimmäisen asteen PNP-transistorin (T2) kollektori on vastaavasti yhdistetty toisen asteen NPN-transistorin (T4) kantaan ja viimeainitun kollektori vastaavalla tavalla ensimmäisen asteen PNP-transistorin (T2) emitteriin vastuksella (R2) ja että toisen asteen lähdöt on yhdistetty vaihtojännitteen suhteen säröjen kompensoimiseksi.

62917

## Patentkrav

Med komplementära transistorpar fungerande tvåstegig förstärkare, vari den signal, som skall förstärkas, tillförs första stegets baser och uttages förstärkt från andra stegets kollektorer, k ä n n e t e c k n a d av att baserna av första stegets transistorer (T 1 och T 2) är direkt sammankopplade och PNP-transistorerna (T 2) emitter görs positivt relativt NPN-transistorerna (T 1) emitter så att från PNP-transistorerna bas utgående ström leds till NPN-transistorerna bas, att kollektorn i första stegets NPN-transistor (T 1) är kopplad till basen av andra stegets PNP-transistor (T 3) och den sistnämnda transistorerna kollektor har kopplats med motstånd (R 1) till emittern i första stegets NPN-transistor (T 1), att kollektorn i första stegets PNP-transistor (T 2) är på motsvarande sätt kopplad till basen av andra stegets NPN-transistor (T 4) och den sistnämnda kollektor på motsvarande sätt till emittern i första stegets PNP-transistor (T 2) med motstånd (R 2) och att andra stegets utgångar är sammankopplade relativt växelspänningen för kompensering av klirr.

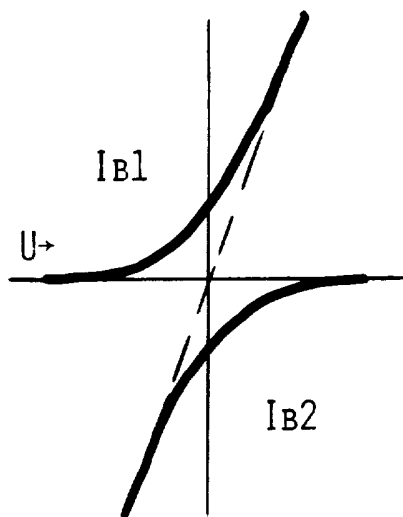
Viitejulkaisuja-Anförda publikationer

Patenttijulkaisuja:-Patentskrifter: Sveitsi-Schweiz(CH) 487 545 (H 03 f 3/18). USA(US) 2 860 193 (330-13), 3 418 589 (330-13).

TAPIO MATTI KÖYKKÄ  
 LIESIPOLKU 5 E  
 00630 HELSINKI 63  
 1976-08-20

62917

KUVA 1



KUVA 2

