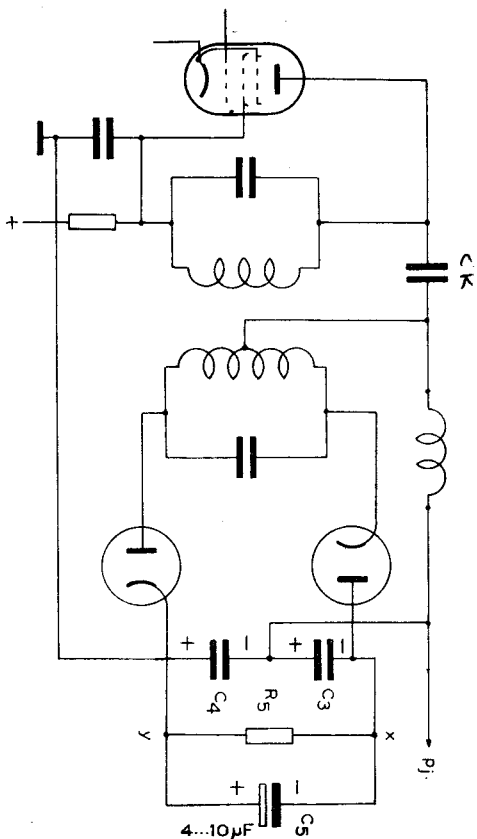


jaksolla on tilanne päinvastainen. Vaihdelu, joka syntyy en. jännitteiden erotuksesta on pienenjaksosoinen äänijännite.

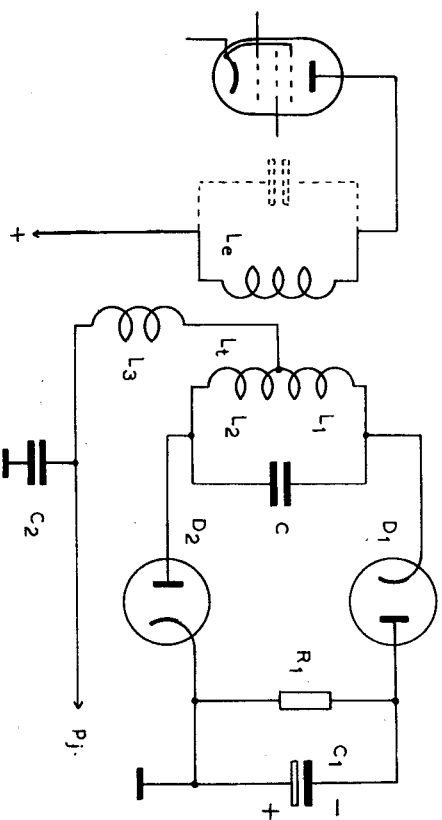
Kuva 32-5 esittää vaiheilmaisen työskentelykäyrää, josta voidaan lukea tietyn jaksoluvinpoikkeaman synnyttämä äänijännite. Jos poikkeama on esim. +25 khz, on äänijännite navoissa x—y +5 voltia. +50 khz:n poikkeamalla olisi äänijännite vastaavasti +10 voltia jne. Edellinen ilmaisin toimii tällöin suoraviivaisesti. Näin moitteetonta ilmaistinta lienee kuitenkin melko vaikea rakentaa.

Suhdeilmaisin. — Vaiheilmaisin toistaa luonnollisesti myöskin AM-luontoiset häiriöjännitteet, joita antennin indusoituu elleivät ne esiinny nimenomaan kantoaallon jaksoluvinulla. Sen johdosta kytketään ilmaistinta edeltävä vj.-aste amplitudin rajoittajaksi. Suhdeilmaisen etuna on, ettei rajoittajaa useinkaan tarvita, koska se voi toimia samalla myös rajoittajana. Vastanottimen rakenne tulee tällöin yksinkertaisemmaksi, vaikkakaan hyvän suhdeilmaisen rakentaminen ei ole mikään helppo tehtävä. Kuva 31-5 vaiheilmaisin voidaan muuttaa suhdeilmaisimeksi kääntämällä ylempi diodi toisin päin sekä irrottamalla piste Z R_3/R_4 :n liitoskohdasta. Vastukset voidaan tällöin korvata yhdellä vastuksella R_5 . Kuva 33-5 esittää kytkentää, jossa en. muutokset on tehty. Siinä herättää huomiota ennenkaikkea suurehko elektrolyyttikondensaattori C_{55} , joka on kuormitusvastuksen rinnalla. Sen tarkoituksena on aikaansaada muuttuva vaimennus ilmaisen virityspiireille. Jos vj.-lähde on amplitudi esim. häiriömodulation johdosta hetkeellisesti kasvava, ottaa C_5 osan virityspiiriin tuodusta suurjaksovirrasta, jolloin välijaksolähtöteen



Kuva 33-5

Kuvan 31-5 vaiheilmaisin muutettuna suhdeilmaisimeksi.



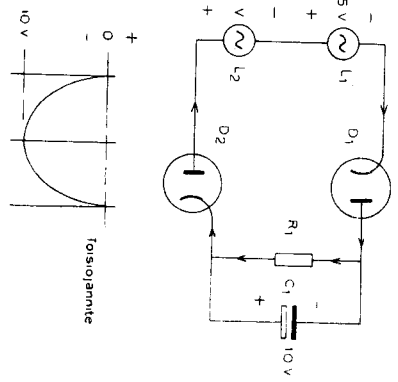
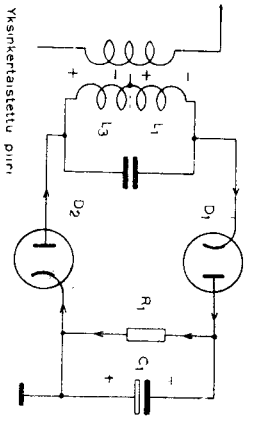
Kuva 34-5

Käytännössä esiintyvä suhdeilmaisen kytkentäkaavio. Katkoviivalla piirretty kondensaattori muodostuu putki-, johdotus-, ja kelan omakapasitaansista.

jännite laskee. Päinvastaisessa tapauksessa se luovuttaa virtaa kuormitusvastukseen, jolloin vaimennus pienenee. Tällätavoin suhdeilmaisimessa aikaansaadaan rajoitusvaikutus, vaikkakin asiaan vaikuttaa myös eräät muut tekijät kuten myöhemmin ilmenee.

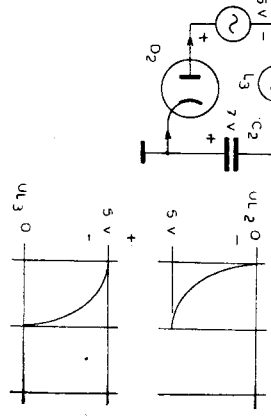
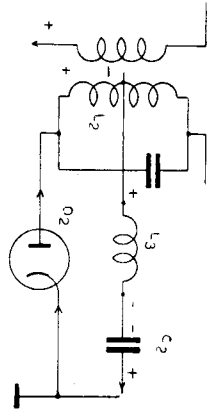
Kun diodit kuvassa 33-5 ovat sarjassa, on jännitteillä C_3 :n ja C_4 :n navoissa sama suunta. Jännitteet ovat resonanssijaksoluvinulla yhtä suuret ja niiden summa pisteitten x—y välillä saavuttaa tällöin suurimman arvonsa (vaiheilmaisimessa jännitteet kumoisivat toisensa). Jännite kondensaattorin C_5 navoissa pysyy muuttumattomana. Se pystyy seuraamaan vain hitaita kenttävoimakkuuden vaihteluita. Tästä syystä ei äänijännitettä voida ottaa pisteessä X, kuten vaiheilmaisimessa, vaan tasavirtapiiriin jostakin toisesta kohdasta.

Käytännössä esiintyy suhdeilmaisin kuitenkin jonkin verran yksinkertaisemmassa muodossa. Tällaisia kytkentää esittää kuva 34-5. Toisokäämin keskipisteseen on yhdistetty kela L_3 , joka on käämity ensio-käämin päälle. Kelan L_3 tehtävä on sama kuin kondensaattorilla C_k kuvassa 31-5 ja 33-5. Sen tehtävänä on tässä tapauksessa myös tasasuuntauskytkemän soveltaminen ensio-käämiin. Suhdeilmaisimessa on tasasuuntaajien vaimennus jo yksistään paljon suurempi kuin vaiheilmaisimessa AM-rajoituksen vuoksi, ja kelan L_3 suuruus loppujen lopuksi määrää rajoituksen tehokkuuden. Resonanssijaksoluvin on L_3 :n ja toisokäämin jännitteiden välillä nimikään $\pm 90^\circ$ vaihesiirto, joka jaksoluvin vaihdellessa muuttuu em. arvon molemmin puolin.



Kuava 35-5

Kun diodien kautta kulkee virta, varauvu C_1 toisiojanneiteen huippuarvolla. Virranpäänti on esitetty yksinkestäettuna, sekä piiriin ns. vastikepiirros ja toisiojanneitettä puolijaksoson aikana esittävä käyrä.

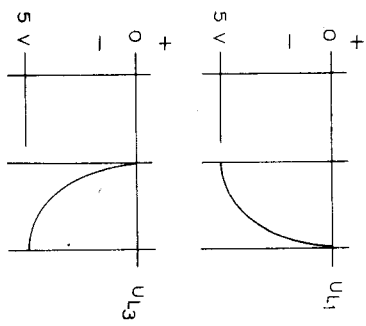
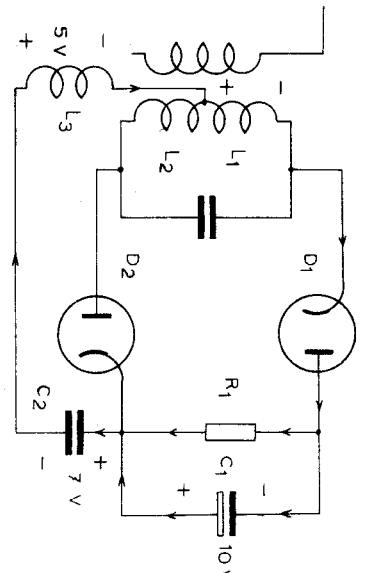


Kuava 36-5

Kelojen L_2 ja L_3 summaajanneiteellä on sellainen suunta, että virta 1 neljännesjaksoson aikana kulkee myös D_2 :n kautta. C_2 varautuu tällä jännitteellä.

Kun diodit kuvassa 34-5 ovat sarjassa, voi virta kulkea niiden kautta vain sellaisen puolijaksoson aikana, jolloin D_1 :n katodi on negatiivinen ja D_2 :n anodi positiivinen. Seuraavassa tarkastellaan lukuesimerkkien avulla virta- ja jännitesuhteita ilmaissinen eri piireissä yhden puolijaksoson aikana kun väljijaksolähete on moduloinaton.

Oleetaan, että toisiojanneite puolijaksoson L_1 ja L_2 sekä kehoan L_3 induksioitu jännite, jonka huippuarvo on 5 voltia. Toisiojanneite ääripäitten välillä on tällöin 10 voltin jännite. Virta kulkee diodien ja vastuksen R_1 kautta kuvan 35-5 esittämällä tavalla. Diodien jännitehäviö on siksi vähäinen, että se voidaan jättää huomioonottamatta. Tällöin koko toisiojanneite vaikuttaa R_1 :n navoissa, ja kondensaattori C_1 varautuu myös 10 voltin jännitteellä. Kuitenkin samanaikaisesti 1 nel-

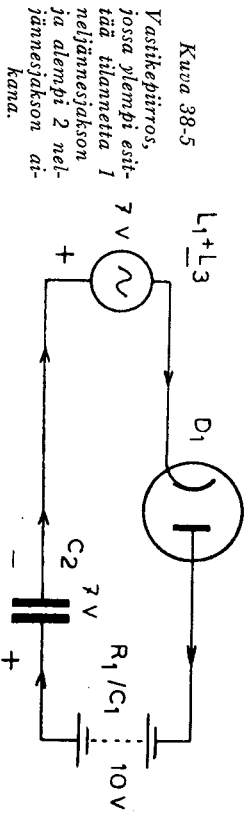


Kuava 37-5

Kelan L_3 jänniteen suunta on 2 neljännesjaksoson aikana päännassainen, jolloin sen ja L_1 :n summaajanneite aikansa virtan D_1 :n kautta.

jänniesjaksoson aikana kulkee virta myöskin sarjassa olevien L_2 :n, L_3 :n ja D_2 :n muodostamassa piirissä. Tämä on kondensaattori C_2 (n. 250 pF:n) varausvirta. Kuva 36-5 esittää virran kulua em. hetkellä. Jännite, jolla C_2 varautuu, on L_2 :n ja L_3 :n jänniteitten geometri-

nen summa eli ~ 7 V (kun vaihesiirto on 90°). Toisen neljännesjaksoson alkaessa (kun virta huippuarvonsa saavutettuun jälleen alkaa laskea) muuttuu jänniteen suunta L_2 :n navoissa päinvastaiseksi, koska induksioitunut smv. aina vastustaa virranmuutosta. Tällöin L_3 :n ja L_1 :n summaajanneiteen suunta on sellainen, että



Kuava 38-5

Vastikepiirros, jossa plempti esittää tilannetta 1 neljännesjaksoson ja alempti 2 neljännesjaksoson aikana.

virta alkaa kulkea piirissä, jonka muodostavat L_3 , L_1 , D_1 , R_1 , R_1/C_1 ja C_2 . Virtapiiriä esittää tällöin kuva 37-5. Nyt on muistettava, että C_2 :n navoissa on vielä —7 voltin ja R_1/C_1 :n navoissa 10 voltin jännitteet, jotka niihin muodostuvat 1 neljännesjakson aikana. 2 neljännesjakson summajännite on samansuuntainen ja -suurinen kuin C_2 :n jännite, mutta C_1 :n jännite on näille päinvastainen. Kun kaikki em. jännitteet ovat sarjassa 2 neljännesjakson aikana, on erotus 4 volttia. C_2 :n jännite laskee tällöin 4 voltilla eli —3 volttiin. Lyhyesti sanoen C_2 :n jännite muuttuu koko puolijaksoson aikana —7 voltista —3 volttiin. Muutos on siksi nopea, ettei sitä voida todeta esim. jännitemittauksella, vaan mittari osoittaa näitten keskiarvoa, joka on —5 volttia. Kuva 38-5 esittää viimeksimainittuja jännitesuhteita yksinkertaistettuna.

On mielenkiintoista todeta, että C_2 :n keskinääräinen jännite on tarkalleen puolet R_1/C_1 :n jännitteestä. Tämä pätee kaikille suhdelmaisimmille resonanssijaksoluuvilla. Niinpä suhdelmaisinta viritettäessä jaeetaan R_1/C_1 :n jännite kahtia jänniteenjakaajalla, jonka muodostaa 2 kpl. sarjassa olevia 0,1 megaohmin vastusta, jotka kytketään R_1 :n rinnalle. Vastusten keskipisteen ja C_2 :n välille yhdistetään mittari. Toisokäämin rautasydänruuvia säädetään, kunnes mittari osoittaa nollaa. Virityksessä käytetään modulaationta lähetettä.

Serjälkeen on vielä tarkasteltava mitä tapahtuu, kun lähete on moduloitu. Tällöinhän jaksoluuku poikkeaa 10,7 mhz:n molemmiin puoliin enintään $\pm 7/5$ khz. Poikkeaman laajuus riippuu äänijännitteen voimakkuudesta. Kun jaksoluuku poikkeaa jommalle puolelle, kasvava L_3 :n ja L_2 :n jännitteiden summa, ja C_2 varautuu esim. 8 voltin jännitteellä. L_3 :n ja L_1 :n jännitteiden summa seuraavan neljännesjakson aikana on kuitenkin tätä pienempi, esim. 6 volttia, koska vahesirto muuttuu. Kuten edellä, on C_1 :n jännite päinvastainen äskeitien jännitteiden summalle, ja erotus on 4 volttia. C_2 :n varaus laskee tällöin vastaavalla määrällä, 8:sta 4 voltiksi. Keskiarvo puolijaksoson aikana on tällöin 6 volttia. Poikkeaman kasvassa nousee jännite C_2 :n navoissa esim. 9 voltiksi, jolloin se 2 neljännesjakson aikana laskee 5 volttiin. Keskiarvo em. tapauksessa on 7 V. Poikkeaman tapahtuessa vastakkaiseen suuntaan C_2 :n jännite laskee lepojännitteen (—5 V) alapuolelle esim. —3 volttiin. Kun poikkeama jälleen pienenee nolliin, nousee jännite takaisin 5 voltiksi. Lopputuloksena on C_2 :n navoissa äänijaksoson, ts. modulaation mukaan vaihteleva tasajännite. Yksi välijaksoluuvun molemmiin puoliin tapahtuva jaksoluuvunheilahdus synnyttää C_2 :n napoihin yhden äänijaksoson.

Suhdelmaisimen kykyä rajoittaa amplitudivaihtelua voidaan myöskin tarkastella edellisten lukuesimerkkien avulla. Elektrolyytikondensattorin C_1 suuresta kapasitanssista johtuu, ettei jännite sen navoissa heiti nouse jos lähteen voimakkuus yhätkää kasvaa. Sensijaan siihen kulkee virta, joka vaimentaa ilmaisen suurijaksopiirejä. Jos jännite

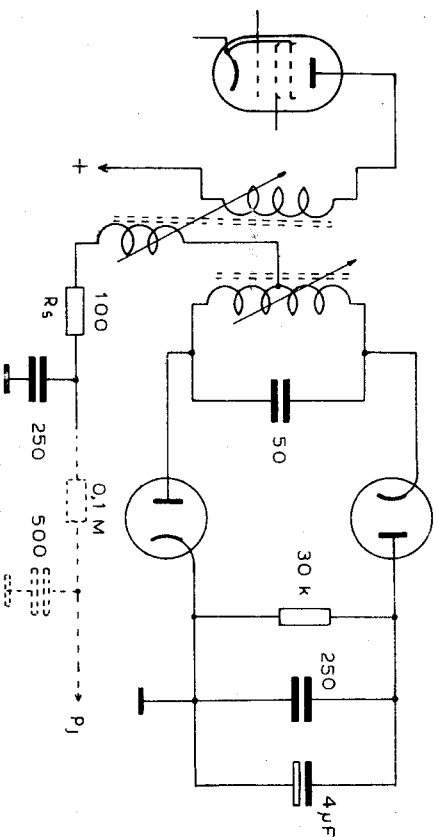
syystä tai toisesta laskee, kulkee virta kondensattorista kuormitusvastuksen R_1 , jolloin piirin vaimennus pienenee. Tästä luonnollisesti seuraa sj-jännitteen kasvaminen. Jos jännite hetkellisesti nousee toisokäämin navoissa 14 voltiksi (7 + 7), pysyy C_1 :n jännite edelleen 10 voltin suuruisena. L_3 :n jännite on tällöin myös 7 V. L_3 :n ja L_2 :n jännitteiden geometrinen summa on 10 volttia, jolla C_2 varautuu. 2. neljännesjakson aikana jännitteiden erotus on 10 volttia, ja C_2 :n varaus laskee nolliin. Jännitteiden keskiarvo on C_2 :n navoissa

$$\frac{-10 + 0}{2} = -5 \text{ V,}$$

eli sama kuin ennen jännitteen nousuakin. Tässä tapauksessa lähete oli moduloimaton, mutta moduloitulla läheteellä tapahtuu aivan samoin. Niin kauan kun jännite kondensattorin C_1 navoissa pysyy muuttumattomana, ei lähteen amplitudivaihtelu vaikuta C_2 :n jännitteeseen. Amplitudivaihtelu tapahtuessa hitaasti on tilanne toinen. Tällöin jännite C_1 :n navoissa pystyy seuraamaan sj-lähteen amplitudinvaihtelua. Vastoin kuin vaihtelmaisimessa, on suhdelmaisimessa mahdollisuus käyttää em. jännitettä mm. ohjamaan näkövirityspuketa, jota etua ei vaihtelmaisimella ole. Lepojännitteen suuruus sekä C_1 :n että C_2 :n navoissa riippuu lähteen kenttävoimakkuudesta. Olkoon em. jännitteiden suuruus mikä tahansa, on niiden suhde aina sama. Suhdelmaisimen toistoa voidaan esittää samantalaisella käyrällä kuin kuvassa 32-5. Äänijännitteen suuruus, joka suhdelmaisimesta voidaan saada, on vain puolet vastaavasta vaihtelmaisimen jännitteestä.

Suhdelmaisimen rajoitusvaikutus. — Kuten edellä jo useasti on mainittu, perustuu suhdelmaisimen rajoitusvaikutus «modulaationvaihtajan» piirin vaimennukseen. Kun virityspiirin rinnalle kytketään ohminen vastus, kuluttaa se luonnollisesti osan piiriin tuodusta suurjaksotehosta, ja jännite sen navoissa laskee. Suhdelmaisimessa tämä vaimennus muodostuu ensinnäkin virityspiirin omista häviöistä ja ohmisesta vastuksesta, jonka muodostavat sarjassa olevat diodit sekä R_1 . Viime-mainnitiin kanssa rinnan olevan kondensattorin C_1 varautuminen tai purkautuminen, amplitudin muuttuessa, aiheuttaa vaimennuksen ja vastaavasti vj-jännitteen pienenemisen tai suurenmisen.

Koska rajoituksen tehokkuus riippuu vaimennuksen muutoksen suuruudesta, on virityspiiriin L_2C_2 oman vaimennuksen oltava mahdollisimman vähäinen, mutta R_1 :n vaimennuksen suuri. Viimeksimainniti tavallisesti vain n. 20...30 kilo-ohmia. Kun diodien sisäinen vastus on pieni, muodostavat R_1 ja C_1 suurimman osan kokonaisvaimennuksesta. Tällä tavoin ei kuitenkaan ole mahdollista aikaansaada riittävää amplitudin rajoitusta. Edellyttäähän vaimennuksen muutos amplitudin muuttumista. Näitä molempia ehtoja on samantarkaisesti mahdottomata



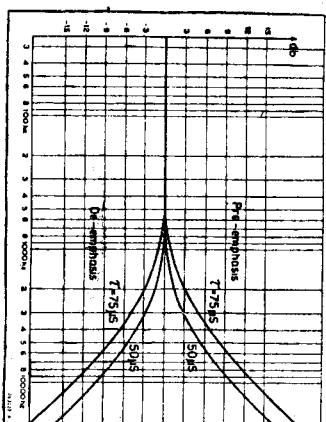
Kuva 39-5

Tavallinen suhdelmainsytkentä. Korkeitten äänien jälkikorjaukseen liittyvä vastus ja kondensattori piirretyt katkoviivalla.

totuttua. On löydettävä sellainen ratkaisu, jossa amplitudinvaihteluita rajoitetaan niin paljon, että vaimennuksen muutokset voidaan ylläpitää. Rajoitusvaikutus syntyy myös toisella tavalla, joka ei aikaisemman lukuesimerkin yhteydessä tullut esille. Tähän asti on jätetty ottamatta huomioon, että myöskin vaimennuksen (vastuksen) muutos synnyttää vaihesiirron muutoksia ensio- ja toisiojännitteiden välillä. Näistä johdetaan, että diodien vaihtojännitteiden keskinäinen suhde muuttuu. Tämä tarkoittaa sitä, että vj-amplitudin noustessa hetkellisesti esim. 2-kertaiseksi, eivät molempien diodien jännitteet nouse samassa suhteessa, vaan esim. D_1 :n jännite vähemmän kuin 2-kertaiseksi. Jos jännitteiden suhdetta voidaan muuttaa siten, että niiden erotus kuitenkin pysyy muuttamattomana, on äänijännite riippumaton amplitudinvaihtelusta. Tämä vaikutus saavutetaan kehojen L_e , L_1 , L_2 ja L_3 asiannukaisella rakenteella ja keskinäisellä sovituksella sekä ilmaisimen hyvällä sähköisellä symmetrialla. Lukuesimerkissämme ei en. vaihesiirtoa mainittu, vaan käytettiin oletettuja lukuja. Seurauksena kuitenkin on vaihtojännitteiden suhteen pieneneminen kasvavalla amplitudilla ja suureneneminen laskevalla amplitudilla.

Rajoitus on ns. ylikompensoitu, jos yhtäaikainen vj-amplitudin nousu aikansa äänijännitteiden pienenymisen ja alkompensoitu, jos seurauksena on äänijännitteiden kasvu. Ihanteellinen on rajoitus silloin, kun äänijännite ei muutu kumpaankaan suuntaan. Tätä on kuitenkin melko vaikea saavuttaa, koska rajoituksen tehokkuus riippuu kuunneltavan aseman kenttävoimakkuudesta. Suhdelmaisista voidaan tietysti rakentaa

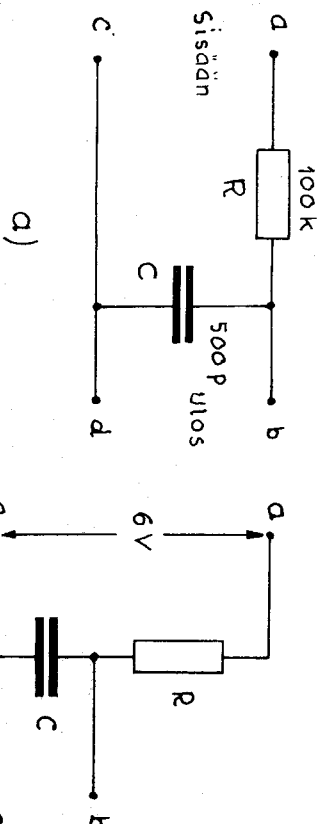
siten, että suurin rajoitusvaikutus esiintyy joko suurilla tai pienillä kenttävoimakkuuksilla. Kun rajoitus on ylikompensoitu, voidaan ihanteellista tilaa jonkin verran lähestyä hidastamalla tai rajoittamalla C_1 :n varautumista amplitudin kasvassa. Tämä aikaansaadetaan kytkemällä kelan L_3 kanssa sarjaan 50...300 ohmin vastuksen, jota esittää R_s kuvassa 39-5. Amplitudin las-
kiessa on R_s :n vaikutus pienempi, koska virtapiirin vastus tällöin nopeasti kasvaa, ja R_s :n osuus kokonaisvastuksesta on täl-



Kuva 40-5

löin myös pienempi. Jos käytetään apuna pentodirajoitajaa, voidaan suhdelmaisin rakentaa siten, että sen rajoitusvaikutus on suurin heikoilla läheteillä. Ilmaisinta edeltävä pentodirajoitaja kytketään siten, että se vaikuttaa pääasiassa voimakkailla läheteillä. Tällöin aikaansaadetaan riittävä rajoitus koko alueella.

Korkeitten äänien jälkikorjaus. — Jokainen kuuntelija ja radion pienen työskentelevä on voinut todeta, että radionhäiriöiden kuuluvuus pienenee säädettyssä äänenväri «tummaksi». Tämä johtuu siitä syystä, että häiriöiden aikaansaama rätinä sisältää pääasiassa korkeampia ääni-



Kuva 41-5

Jänniteenjakaja, jonka avulla vastaanotinnassa suoritetaan korkeitten äänien jälkikorjaus.