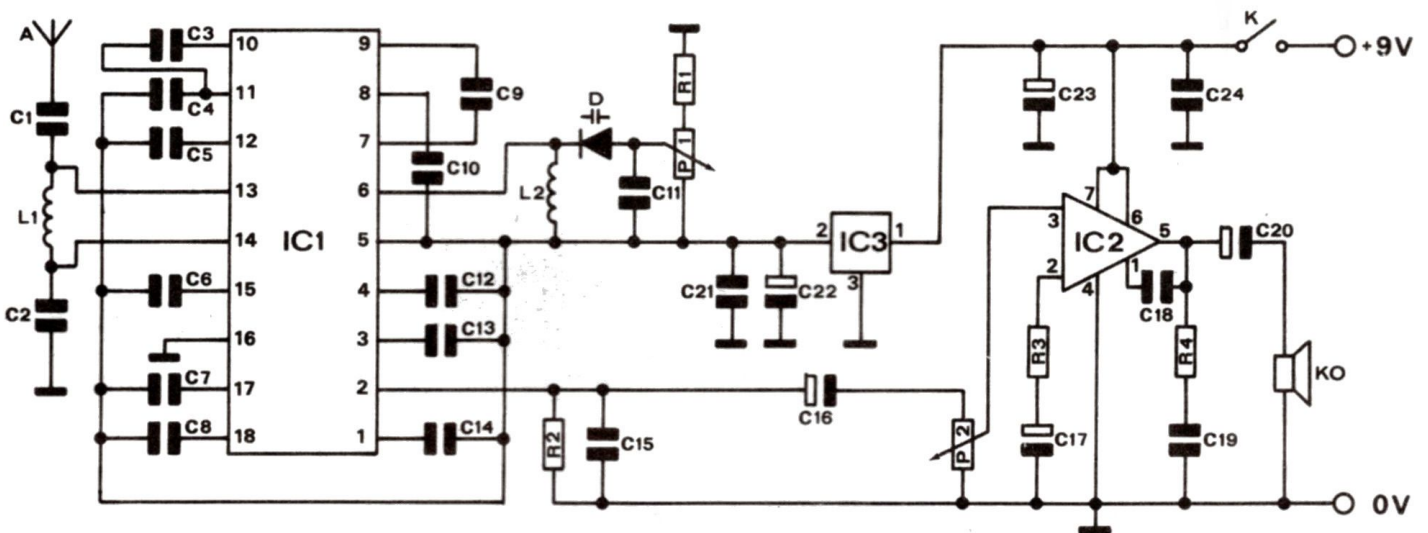
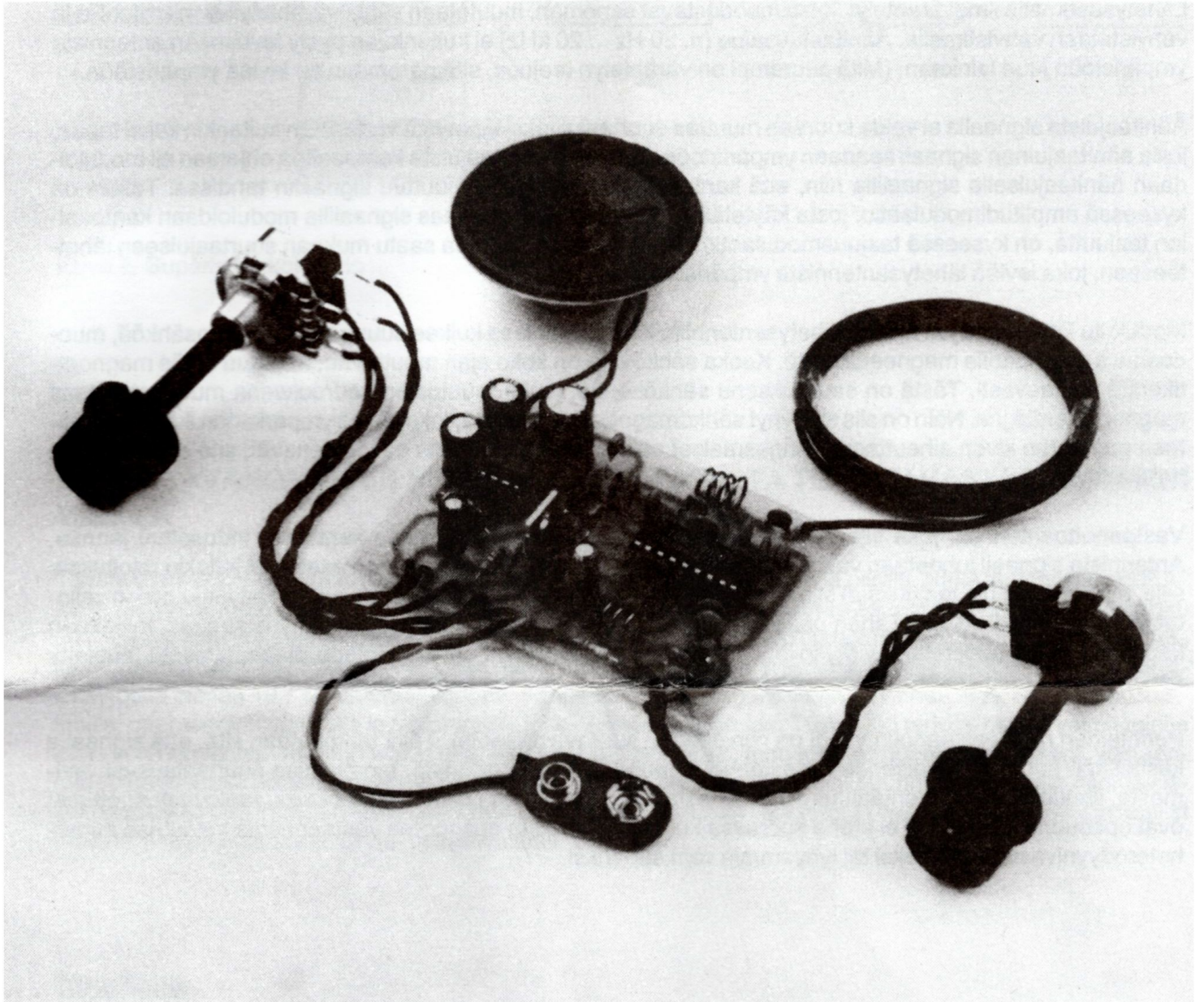


# ULA-VASTAANOTIN



Kuva 1. ULA-vastaanottimen piirikaavio

## RADIOLÄHETYSTOIMINTA

Radiolähetystoimintaa voidaan ajatella ketjuna: sanoma, lähetin, lähetysantenni, sähkömagneettinen kenttä, vastaanottoantenni, vastaanotin ja sanoma. Jos kaikki nämä ovat kunnossa, on vastaanottimesta saatu sanoma jokseenkin samanlainen kuin lähetettykin sanoma.

Lähetysasemalla ilmvärähtelyt, jotka muodostavat sanoman, muutetaan sähkövärähtelyiksi mikrofonilla ja vahvistetaan vahvistimella. Äänitaajuusalue (n. 20 Hz ... 20 kHz) ei kuitenkaan pysty leviämään antennista ympäristöön juuri lainkaan. (Mitä suurempi on värähtelyn taajuus, sitä paremmin se leviää ympäristöön.)

Äänitaajuisia signaalia ei voida suoraan muuttaa suurtaajuiseksi lähetystä varten. On kuitenkin kaksi tapaa, joilla äänitaajuinen signaali saadaan ympäristöön. Toisessa suurtaajuisia kantoaaltoa ohjataan eli moduloidaan äänitaajuisella signaalilla niin, että kantoaallon voimakkuus muuttuu signaalin tahdissa. Tällöin on kyseessä amplitudimodulaatio, josta käytetään lyhennettä AM. Jos taas signaalilla moduloidaan kantoaallon taajuutta, on kyseessä taajuusmodulaatio eli FM. Näin on sanoma saatu mukaan suurtaajuiseen lähettyeseen, joka leviää lähetysantennista ympäristöön.

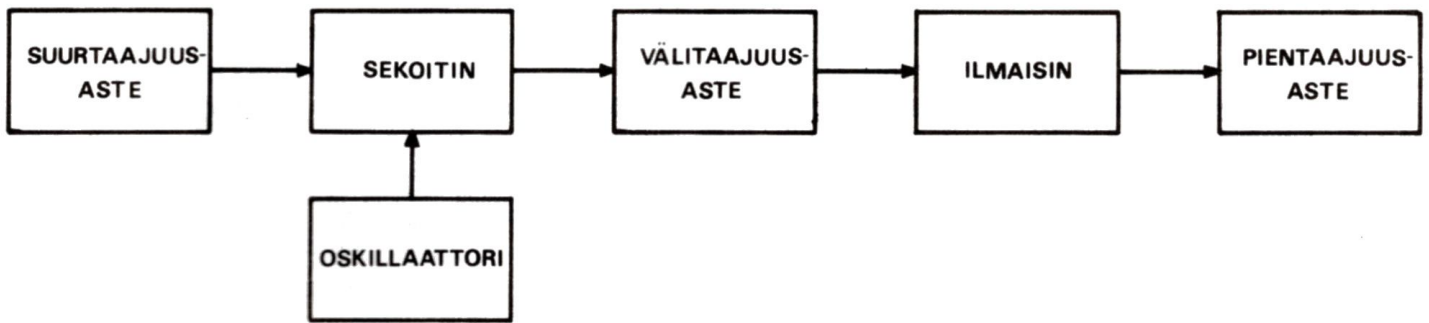
Moduloitu kantoaalto johdetaan lähetysantenniin. Kun antennissa kulkee suurtaajuisia vaihtosähköä, muodostuu sen ympärille magneettikenttä. Koska sähkövirta on koko ajan muuttuvaa, muuttuu myös magneettikenttä vastaavasti. Tästä on seurauksena sähkökenttä, jonka muutosten seurauksena muodostuu taas magneettikenttä jne. Näin on siis syntynyt sähkömagneettinen kenttä, joka leviää ympäristöön ikään kuin veden pudotetun kiven aiheuttamat rengasmaiset aallot. Mitä pidemmälle aallot etenevät, sitä enemmän ne heikkenevät.

Vastaanottoantenniin, joka sijaitsee lähetysaseman sähkömagneettisessa kentässä, indusoituu jännite. Antennista signaali johdetaan vastaanotininduktoriin (kelaan). Induktorin arvot asettavat joitakin rajoituksia sille, mitä asemia (ts. taajuuksia) siihen pääsee. On kuitenkin tarpeellista saada aikaan eri taajuuksien valintatarkkuus, selektiivisyys. Tähän päästään, kun induktorin kanssa rinnan, joskus myös sarjaan, kytketään kapasitori eli muodostetaan virityspiiri. Jos virityspiirin arvot ovat sopivat, saadaan lähettimestä lähetetty sanoma vastaanottimeen. Sanoma on kuitenkin edelleen mukana kantoaallossa.

Perinteinen radiovastaanotintyyppi on niin sanottu suoravastaanotin. Tällä tarkoitetaan sitä, että signaalia käsitellään suoraan sellaisenaan. Vastaanotin muodostuu virityspiiristä, tarvittaessa suurtaajuusvahvistimesta, ilmaisimesta ja pientaajuusvahvistimesta. Nykyään lähes poikkeuksetta kaikki radiovastaanottimet ovat epäsuoria eli signaali ei etene suorassa ketjussa. Tällaista epäsuoraa vastaanotinta kutsutaan superheterodynivastaanottimeksi tai lyhyemmin vain superiksi.

## SUPERI

Pelkistettynä superin toiminta on seuraava (kuva 2): Vastaanottimeen saapuu suurtaajuinen signaali. Tämä signaali vahvistetaan edelleen suurtaajuusvahvistimessa (ei tosin aina), jonka jälkeen signaali sekoitetaan superin oman säädettävän oskillaattorin taajuuden kanssa sekoittimessa. Oskillaattorilla muodostetaan signaali, joka poikkeaa suurtaajuusasteesta tulleesta signaalista aina saman verran (vakiotajuuden verran). Oskillaattorin signaali voi olla taajuudeltaan joko suurempi tai pienempi kuin suurtaajuusasteesta tullut signaali. Sekoittimella muodostetaan suurtaajuusasteen ja oskillaattorin signaalien summa- ja erotustaajuuDET. Välitaajuusasteella vahvistetaan sekoittimesta tullut signaali, tarpeettomat suodatetaan pois. Näin syntynyt välitaajuus, josta käytetään lyhennettä IF, on yleensä suurtaajuutta paljon pienempi ja vakio. Tämä uusi taajuus sisältää kuitenkin edelleen saman äänitaajuisen signaalin, joka viedään ilmaisimeen (demodulaattoriin), jossa äänitaajuussignaali erotetaan välitaajuudesta. Tämän jälkeen signaali vahvistetaan pientaajuusvahvistimessa korvinkuultavaksi. Tällä järjestelyllä päästään mm. parempaan asemien valintatarkkuuteen eli selektiivisyyteen.



Kuva 2. Superin lohkokkaavio

## EROJA TAVANOMAISEN SUPERIN JA TDA 7000:STA TEHDYN VASTAANOTTIMEN VÄLILLÄ

Tavanomaisessa ULA-supervastaanotimessa käytetään useita viritettäviä piirejä. Näitä tarvitaan suodatukseen radio(=suur)taajuus(RF)-, oskillaattori-, välitaajuus(IF)- ja ilmaisinateessa. TDA 7000 on integroitu piiri, joka tarjoaa uutta tekniikkaa ja on hyvälaatuinen FM-yleisradiovastaanotinpiiri. TDA 7000 tarvitsee vain kaksi viritettävää piiriä. Induktorit voidaan eliminoida välitaajuus- ja ilmaisinateessa alentamalla normaalisti käytössä olevaa 10,7 MHz:n välitaajuutta. Tämä matala välitaajuus voidaan viritellä aktiivisilla RC-suodattimilla, operaatiovahvistimilla ja resistoreilla, jotka voidaan integroida. TDA 7000 tarjoaa radion valmistajalle etuja tavanomaiseen radioon verrattuna: alemmat kustannukset, pienempi komponenttien määrä, vastaanotin voidaan koota nopeammin ja se on helpompi viritellä. Viritettävyyden suurimpia ongelmia perinteisistä komponenteista itsevalmistetuissa vastaanottimissa. TDA 7000:sta tehdyn vastaanottimen viritämiseksi oikealle taajuusalueelle ei tarvita mitään mittalaitteita.

## TDA 7000

Kuvasta 3 nähdään lohkot, jotka TDA 7000 sisältää sekä erilliskomponentit, joita tarvitaan. Annossa (tulossa) oleva viritetty piiri muodostuu  $L_a$ ,  $C_e$  ja  $C_f$ :stä. TDA 7000:n integroidut resistorit vaimentavat vahvasti tätä suodatinta niin, että sillä on erittäin suuri kaistanleveys ja RF-viritystä ei tarvita. Jännitesäätöinen oskillaattori (VCO) syöttää toista sekoittimen tuloa. Oskillaattorissa käytetään kahta säädettävää kapasitanssiodia.

Piirissä on kolme IF-suodatinastetta. Ensimmäinen näistä on alipäästösuodatin.  $C_r$  ja  $C_s$  ovat suodatuskapasitoreja, mutta suodatusresistorit ja muut komponentit ovat osana TDA 7000:ää. Toinen suodatin on yksinkertainen kaistanpäästösuodatin, erilliskomponentteja ovat kaksi kapasitoria. Kaistan alarajan määrää resistori ja  $C_h$  sekä ylärajan määrää resistori ja  $C_i$ . Viimeinen suodatin on alipäästösuodatin, joka käsittää resistorin ja kapasitorin  $C_g$ . Syy erillisten komponenttien käyttöön on yksinkertainen, koska on vaikeaa ja kallista sisällyttää pieniäkin kapasitoreja integroituun piiriin. Suodattimien -60 dB:n kaistanleveys on suunniteltua 500 kHz, joka on riittävän kapea FM-yleisradiovastaanottimelle.

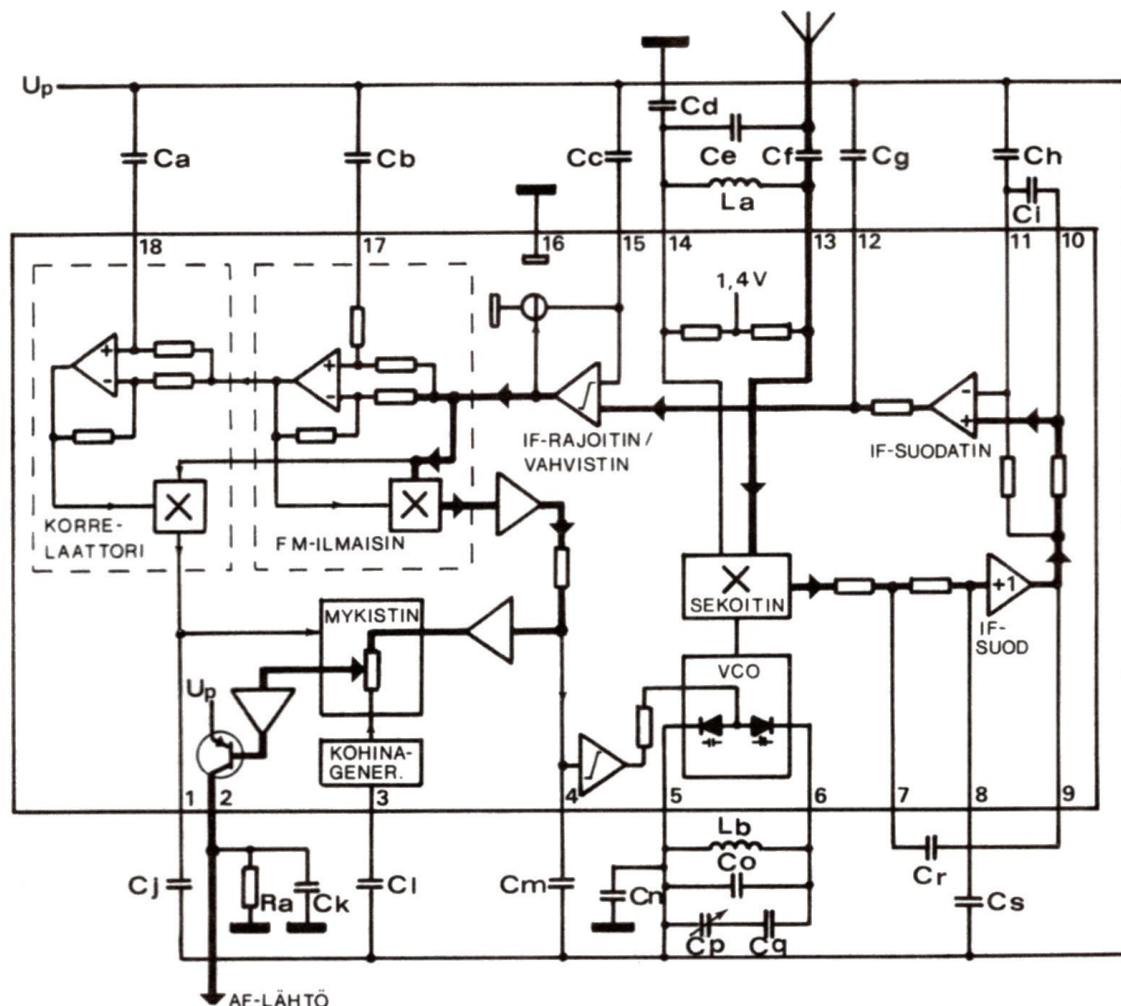
Suodatuksen jälkeen signaali vahvistetaan ja rajoitetaan tavalliseen tapaan ja ilmaistaan kvadratuuri-ilmaisimella. Toisin kuin tavallisella 10,7 MHz:n ilmaisimella, viritettävää piiriä ei tarvita, vain vaihesiirtokapasitori  $C_b$ . FM-kvadratuuri-ilmaisimella muuttuu modulaatiosta johtuvat IF-vaihtelut äänitaajuiseksi jännitteeksi. Muuntokerroin on -3,6 V/MHz. Ilmaisimella vaatii 90 asteen vaihe-eron tulojen välillä. 90° vaihesiirrosta huolehtii päästösuodatin, jonka vahvistus on noin yksi kaikilla taajuuksilla.

Välitaajuus (IF) voidaan asettaa valinnan mukaan käyttämällä sopivan arvoisia suodatuskapasitoreja, mutta 70 kHz:n taajuutta käytetään normaalisti. Tällaisen matalan IF:n käytön ongelma on, että se johtaa vaikeaan säröön RF-signaaleilla, jotka lähestyvät  $\pm 75$  kHz:n taajuuspoikkeamaa (deviaatiota). Tämä ongelma on ratkaistu vahvistamalla äänisignaali ja syöttämällä se VCO:hon. Näin saadaan negatiivinen takaisinkytkentä, jossa lähtö FM-ilmaisimesta (ääni- eli audiosignaali) siirtää oskillaattorin taajuutta kääntäenverrannollisena IF-deviaatioon. Tätä kutsutaan taajuuslukituksi silmukaksi, josta käytetään lyhennettä FLL. VCO:n deviaatio ei ole aivan yhtäsuuri kuin RF-signaalin deviaatio, siksi IF-signaalin taajuus vaihtelee vähän, mutta tämä on vain  $\pm 15$  kHz.

TDA 7000:n korrelaattoria ja mykistyspiiriä käytetään vaimentamaan peilitaajuustoista ja antamaan tavallinen kohinasalpatoiminto. Korrelaattori toimii viivästämällä IF-signaalia yhden IF:n puolijakson keston verran ( $180^\circ$ ). Tämä signaali on siten käänteinen ja verrannollinen käsittelemättömään IF-signaaliin. Jos viritys on oikein, nämä kaksi signaalia ovat itse asiassa samanlaiset ja korrelaatio (vastaavuussuhde) on korkea. Tällöin audiosignaalia ei ole mykistetty, vaan se syötetään lähtöön. Jos viritys ei ole tarkka, IF-signaali siirtyy pois normaalista 70 kHz:stä, jolloin viivästyspiiri ei anna puolijakson viivettä. Tämä saa aikaan vaihe-eron, heikon korrelaation ja mykistyspiiri kytkeytyy audiolähtöön (AF-lähtö). Jos signaali on kohinaa tai sisältää paljon kohinaa, se saa aikaan myös erittäin pienen korrelaation kahden signaalin välillä ja mykistää tällöin audiolähdön.

Taajuutta, joka on kahden välitaajuuden verran kuunneltavan taajuuden yläpuolella (eli tässä vastaanottimessa = kuunneltava taajuus + 140 kHz), kutsutaan peilitaajuudeksi. Jos jokin signaali on peilitaajuudella ja se pääsee vastaanottimen sekoittimelle, kuuluu peilitaajuussignaali ja haluttu signaali päällekkäin. Siksi peilitaajuusvaimennus on tärkeä ominaisuus vastaanottimessa. Korrelaattori ei yksin poista peilitaajuustoista TDA 7000:ssä, mutta se eliminoi peilitaajuuden VCO:n takaisinkytkennän yhteydessä. Mykistyssysteemi ei vaimenna peilitaajuustoista, kun taajuuslukittu silmukka on auki. Kun silmukka on suljettu, mykistyssysteemin aikavakio, jonka kapasitori  $C_j$  saa aikaan, estää peilitaajuustoiston pääsyn audiolähtöön.

TDA 7000:ssä on kohinageneraattori, joka aiheuttaa kohinasignaalin audiolähtöön, kun pääaudiosignaali on mykistetty. Kohinageneraattori on sisällytetty piiriin, koska muutoin viritys menee helposti ohi aseman.



Kuva 3. TDA 7000:n lohkokaavio ja erilliskomponentit

## ULA-VASTAANOTIN KOKONAISUUTENA

Kuvassa 1 näemme vastaanottimen kytkennän kokonaisuutena. TDA 7000:stä tuleva äänisignaali vahvistetaan mikropiirillä IC2, joka tarvitsee muutaman erilliskomponentin. Vahvistinpiiri IC2 ohjaa kovaäänistä KO. Äänenvoimakkuutta säädetään potentiometrillä P2.

Oskillaattorin virityspiiri ei ole toteutettu "peruskytkennän" mukaisesti, vaan siinä on käytetty kapasitanssidiodia D. Kapasitanssidiodin ohjausjännitettä säätämällä muuttuu diodin kapasitanssin arvo. Potentiometrillä P1 säädetään ohjausjännitettä eli suoritetaan asemansäätö. Kapasitanssidiodin ohjausjännitteen pienikin muuttuminen aiheuttaa valitun aseman "siirtymisen sivuun", joten ko. jännite on vakavoitava jollakin tavalla. Tässä vastaanottimessa jännite on vakavoitu regulaattorilla IC3. Vaikka pariston jännite laskisi n. 6,5 V:iin, on regulaattorin lähdössä (nasta 2) silti 5,0 V.

Kytkin K on vastaanottimen virtakytkin.

## KOKOAMINEN

Poraa piirilevyyden kaikki tarvittavat reiät.

Komponenttien johtimille ja piirilevyiltä lähteille johtimille Ø 1 mm:n reiät.

Levyn kulmiin Ø 3 mm:n reiät kiinnitystä varten.

Leikkaa valmiiksi 10 kpl 15 cm:n pituisia johtimia (KJ 0,15 monisäikeinen).

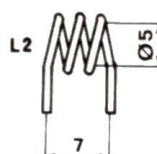
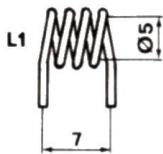
Asenna komponentit piirilevylle osasijoittelukuvan mukaisesti seuraavassa järjestyksessä:

ELEKTROLYTTIKAPASITOREJA, MIKROPIIREJÄ, POTENTIOMETREJÄ JA KAPASITANSSIDIODIA ASENTAESSASI HUOMIOI, ETTÄ NAPAISSUUDEN ON OLTAVA EHDOTTOMASTI OIKEIN.

- resistorit R1, R2, R3 ja R4
- hyppylanka. Käytä hyppylankana jostakin resistorista katkaistua johdinta.
- mikropiirien kannat. Asenna kannat oikein päin; lovi, maalitäplä tms. ilmaisee ykkösnastan paikan.
- kapasitorit C1 - C15, C18, C19, C21 ja C24
- elektrolyttikapasitorit C16, C17, C20, C22 ja C23
- induktorit L1 ja L2. Katso induktorien valmistusohjetta.
- kapasitanssidiodi D
- kovaääninen KO, potentiometri P1 ja kytkimellä K varustettu potentiometri P2 asennetaan johtimien päähän
- paristonepparin johtimet. Punainen on (+) -johdin ja musta on (-) -johdin.
- antenni A. 1 m:n mittainen kytkentälanka. Älä muotoile antennijohdinta millään tavoin (esim. spiraali), koska tällöin kuuluvuus heikkenee.
- jänniteregulaattori IC3
- mikropiirit IC1 ja IC2 kantoihinsa. Asenna mikropiirit oikein päin; lovi, syvennys tms. mikropiirin kotelossa ilmaisee ykkösnastan paikan.

## INDUKTORIEN VALMISTUS

Induktorit L1 ja L2 käämitään esimerkiksi 5 mm:n poran ympäri, L1:een 4 kierrosta ja L2:een 3 kierrosta käämilankaa. Induktorit venytetään n. 7 mm:n pituisiksi niin, että ne sopivat piirilevyille niille tarkoitettuihin reikiin. Poista induktorien juotettavista päistä eriste huolellisesti esimerkiksi varovasti veitsellä raaputtamalla.



## VIRITYS

Mikäli ULA-alue (87,5 ... 108 MHz) ei kokonaan saada kuuluviin potentiometrin P1 kierrosalueella, ainoa tarvittava säätötoimenpide on induktorin L2 säätäminen. L2:n venytys nostaa ja kokoon supistaminen laskee vastaanottoalueen taajuutta. Viritys voidaan tehdä vertaamalla tämän vastaanottimen taajuusalueetta johonkin valmiin vastaanottimen taajuusalueeseen. Tarkista viritys ennen koteloitua. Vastaanottimen johtimiin tai komponentteihin kosketus saattaa aiheuttaa häiriötä. Tämä ongelma luonnollisesti poistuu, kun vastaanotin on koteloitu.

## MAHDOLLISIA MUUTOKSIA

Jos haluat kohinan pois asemaa vaihtaessasi, poista kapasitori C13.

Koteloituasi vastaanottimen äänenlaatu paranee oleellisesti ja edelleen, jos vaihdat pienoiskovaäänisen tilalle suuritehoisemman kovaäänisen, jonka impedanssi on 4 ... 80  $\Omega$ .

Haluttaessa liittää vastaanottimeen ulkopuolinen kovaääninen tai korvakuullokkeet on käytettävä kytkimellä varustettua monojakkia, jolloin vastaanottimen oma pienoiskovaääninen saadaan kytkeytymään irti.

Koska vastaanottimen virrankulutus on n. 20 mA (riippuen äänenvoimakkuudesta), on laitteessa käytettävä hyvälaatuista 9 V:n paristoa (alkali-paristo suositeltava). Paristojen vaihtoväliä voidaan pidentää käyttämällä kahta 4,5 V:n paristoa sarjaan kytkettynä. Maksimisyöttöjännite on 16 V.

## OSALUETTELO

R1	18 k $\Omega$	resistori (ruskea - harmaa - oranssi)
R2	22 k $\Omega$	resistori (punainen - punainen - oranssi)
R3	33 $\Omega$	resistori (oranssi - oranssi - musta)
R4	1 $\Omega$	resistori (ruskea - musta - kulta)
P1	10 k $\Omega$ lin.	potentiometri
P2	10 k $\Omega$ log.	potentiometri kytkimellä
C1	39 pF	kapasitori (39)
C2	2,2 nF	kapasitori (2n2 tai 222)
C3, C7	330 pF	kapasitori (n33, 330 tai 331)
C4, C9	3 nF tai 3,3 nF	kapasitori (3n, 302 tai 3n3, 332)
C5	150 pF	kapasitori (150 tai 151)
C6, C11, C14, C19, C24	100 nF	kapasitori (100n tai 104)
C8, C18	220 pF	kapasitori (n22, 220 tai 221)
C10	180 pF	kapasitori (n18, 180 tai 181)
C12, C21	10 nF	kapasitori (10n tai 103)
C13	20 nF tai 22 nF	kapasitori (20n, 203 tai 22n, 223)
C15	1,8 nF tai 2 nF	kapasitori (1n8, 182 tai .002, 2n, 202)
C16	1 $\mu$ F	elektrolyyttikapasitori
C17, C23	100 $\mu$ F	elektrolyyttikapasitori
C20	220 $\mu$ F	elektrolyyttikapasitori
C22	4,7 $\mu$ F	elektrolyyttikapasitori

L1	4 kierrosta
L2	3 kierrosta
D	BB 809
IC1	TDA 7000
IC2	TBA 820M
IC3	7805
KO	8 Ω
K	

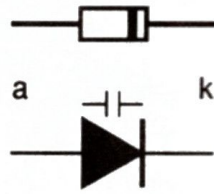
induktori  
induktori  
kapasitanssidiodi  
FM-vastaanotinpiiri  
vahvistinpiiri  
jänniteregulaattori  
pienoiskovaääninen  
kytkin potentiometrissä

Sarjaan sisältyy lisäksi: paristoneppari, mikropiirien kannat, nupit, 1,5 m kytkentäjohtinta KJ 0,15 (johdotus), 1 m kytkentälankaa KL 0,8 (antenni) ja käämilankaa.  
ULA-vastaanottimeen on saatavana valmis piirilevy (034P).

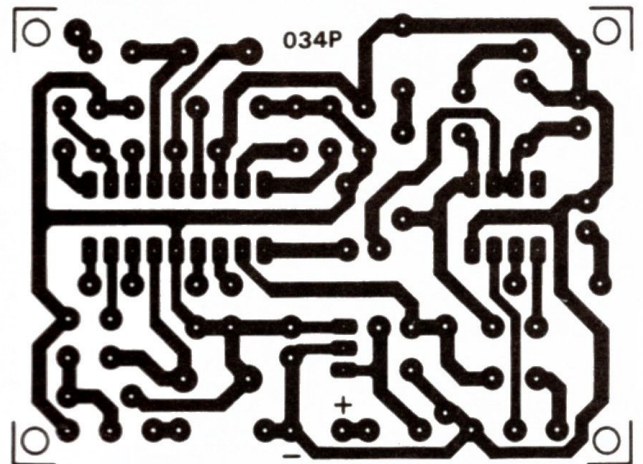
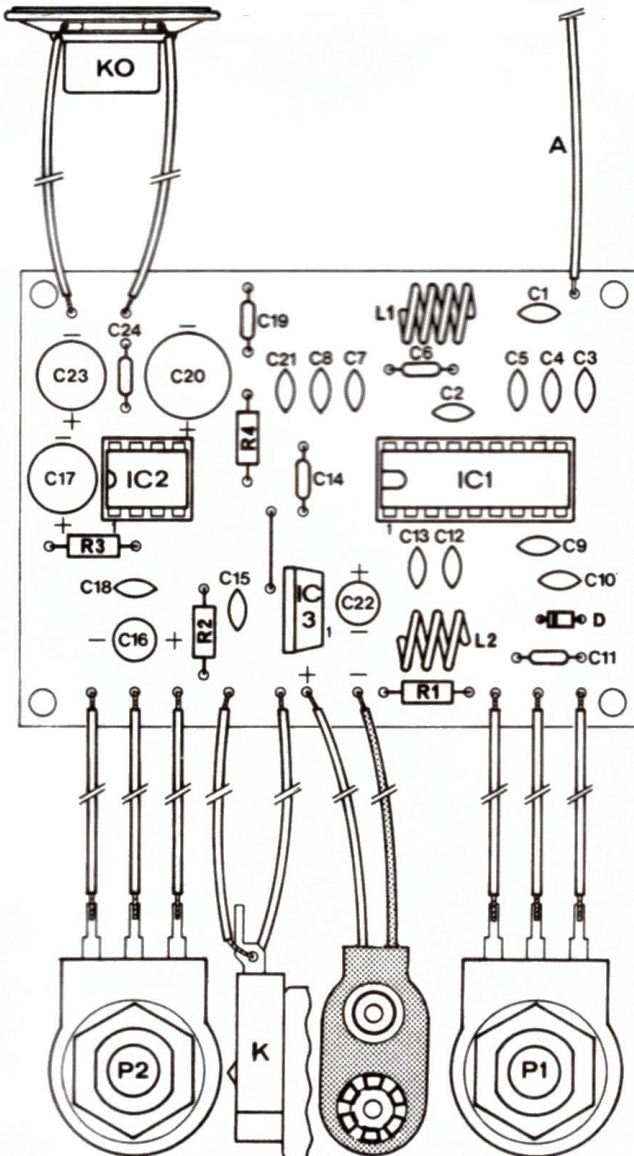
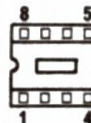
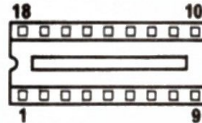
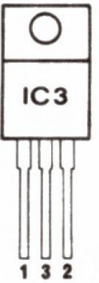
### ELEKTROLYYTTI-KAPASITORI



### KAPASITANSSIDIODI



### MIKROPIIRIT JA KANNAT

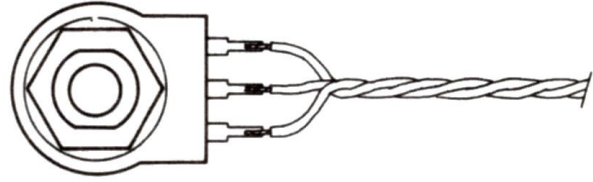


## KOTELOINNISTA

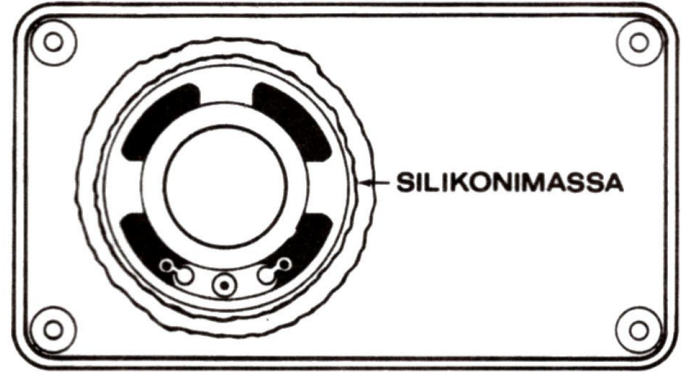
Häiriöttömän kuuluvuuden varmistamiseksi on tärkeää, että johtimet kotelon sisällä ovat mahdollisimman hyvässä järjestyksessä ja, että ne eivät ole kosketuksissa induktoreihin. Johtimien sijoittelua voit helpottaa kierteyttämällä kevyesti potentiometrille menevät johtimet juottamisen jälkeen (kuva 4) sekä erikseen kytkimelle menevät johtimet ennen juottamista.

Käytä tarvittaessa eristelevyä estämään mahdollisten oikosulkujen syntyminen piirilevyn kuparipuolella.

Kovaaänisen voit kiinnittää kotelon etuseinämään esim. silikonimassalla (kuva 5).



Kuva 4



Kuva 5