

Lähettimen ohjain

Legal Notice

By using these Nokia Documents, you agree to the following terms and conditions. If you do not agree with these terms and conditions, please do not use the documents.

Restricted Use:

Reproduction, transfer, distribution or storage of part or all of the contents in any form without the prior written permission of Nokia is prohibited except in accordance with the following permission. Nokia consents to you the using of these documents for your personal radio amateur hobby use only (if permitted by applicable law) and not for redistribution without prior written consent of Nokia. Individual documents may be subject to additional terms indicated in those documents. You must follow the applicable legislations and you are subject to the restrictions of use that those legislations may contain.

Disclaimer:

These documents and the contents herein are provided as a convenience to you. The contents of Nokia's Documents are provided on an "as is" and "as available" basis. Nokia does not warrant that its Documents will be error-free. NO WARRANTY OF ANY KIND, EITHER EXPRESS OR IMPLIED, INCLUDING BUT NOT LIMITED TO WARRANTIES OF TITLE OR NON-INFRINGEMENT OR IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY OR FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE, IS MADE IN RELATION TO THE ACCURACY, RELIABILITY OR CONTENT OF THESE DOCUMENTS. NOKIA SHALL NOT BE LIABLE FOR ANY DIRECT, INDIRECT, INCIDENTAL, LOST PROFITS, SPECIAL OR CONSEQUENTIAL DAMAGES, OR FOR BUSINESS INTERRUPTION ARISING OUT OF THE USE OF OR INABILITY TO USE THESE DOCUMENTS, EVEN IF NOKIA HAS BEEN ADVISED OF THE POSSIBILITY OF SUCH DAMAGES. SOME STATES OR JURISDICTIONS DO NOT ALLOW EXCLUSION OF CERTAIN WARRANTIES OR LIMITATIONS OF LIABILITY, SO THE ABOVE LIMITATIONS OR EXCLUSIONS MAY NOT APPLY TO YOU. THE LIABILITY OF NOKIA WOULD IN SUCH CASE BE LIMITED TO THE GREATEST EXTENT PERMITTED BY LAW.

1. YLEISTÄ

Kyseessä oleva lähettimen ohjain, tyyppi 800-213C, on Telenokian 800-sarjaan tukiasemajärjestelmään kuuluva alayksikkö. Pistoyksikkörakenteisen ohjaimen toimintataajuusalue on 146 MHz... 175 MHz. Äärikanavien väli on noin 3 MHz ja kanavaväli joko 12,5 kHz tai 25 kHz. Nimellinen ulostuloteho on 150 mW.

Ohjaimen lopputaajuus, so. kanavataajuus, on kehitetty syntetoimalla kahdesta kideoskillaattorista. Jakolukua, toista oskillaattoritaaajuutta sekä eräitä perusvirityskomponentteja muuttamalla voidaan toimintataajuudeksi valita mikä tahansa 12,5 kHz:llä jaollinen taajuus edellä olevat taajuusehdot huomioiden.

Ennalta asetettuja kanavataajuuksia voi olla kaksi. Toisen jakoluku asetetaan kiinteäksi diodikoodauksen avulla, mutta toisen kanavan jakoluku on helposti muutettavissa irroitettavien oikosulkukappaleiden avulla. Kanavaohjaus voi tapahtua joko takaliittimen kautta tulevalla kauko-ohjaussignaalin tai pistoyksikön etulevyssä olevan pakko-ohjauskytkimen avulla. Pakko-ohjaustoimintamuodossa myöskin lähetin voidaan käynnistää etulevyssä olevalla kytkimellä; kauko-ohjausasennoissa lähettimen käynnistyskytkin ei toimi.

Pientaajuinen liittymätaso, eli se taso, joka aikaansaa nimellisdeviaation 1000 Hz:n taajuudella, voi olla välillä -30 dBm...+10 dBm. Haluttu liittymätaso voidaan asettaa pistoyksikön etulevyssä olevalla mutterilukitteisella potentiometrillä.

Ohjaimen linjavahvistin on siten toteutettu, että modulaattorille menevä signaali pysyy säröytymättömänä 35 dB asetettua liittymätasoa suuremmilla tulosignaalisuureilla. Näin ollen ohjaimen linjavahvistin voidaan asettaa toimimaan niinsanottuna kompressorina. Kompressoritoiminnassa palautumisaikavakio on noin yksi sekunti ja reagointiaikavakio noin 100 ms.

Ohjaimen toimintatilaa voidaan tarvittaessa tutkia ko. järjestelmän huoltoyksikön avulla. Ohjaimen ulostulotehoon verrannollinen tasajännite on viety huoltoyksikköön kiinteästi takaliittimen kautta. Muut toimintatilatiedot voidaan mitata ohjaimen etulevyssä olevasta moninapaliittimestä.

Ohjain muodostuu kahdesta erillisestä komponenttilevystä, niitä yhdistävästä johdotuksesta sekä suurtaajuusastiivisti tiiviistä kotelosta. Tämä toimintaseloste kohdistuu koko laitteeseen edeten toiminnallisesti läpi koko ohjaimen. Komponenttiviitteet (esim. W1/14) viittaavat isomman komponenttilevyn komponentteihin mikäli ei tekstissä ole toisin tarkennettu.

2. PIENTAAJUUSTOIMINNOT

2.1 Virransyöttö

Ohjaimen nimellinen syöttöjännite on 12 V, josta muodostetaan laitteen sisäiset toimintajännitteet. Sellaisenaan sisääntuleva 12 V:n syöttöjännite viedään kiteenlämmityspiirille ja tarkkuuskideoskillaattorille. Nämä piiritoiminnot sallivat noin $\pm 0,5$ V:n syöttöjännitevaihtelun.

Kummallakin komponenttilevyllä on oma 9 V:n stabilisaattori, jonka ulostulojännite määräytyy isomman komponenttilevyn (F665) komponenttitunnuksia käyttäen seuraavasti:

$$U_{ov} = \frac{R_1 + R_2}{R_1} \cdot 5V$$

Kaavassa mainittu 5 V:n jännite on stabilisaattori-piirin sisäinen referenssijännite, jonka tarkkuus on muutaman prosentin luokkaa. Näin ollen ulostulojännitteen tarkkuus on $\pm 0,3$ V.

2.2 Linjavahvistin ja alipäästösuodatin

Linjavahvistimelle tuleva signaali ei välttämättä tule suoraan kauko-ohjauslinjalta. Telenokian useimmissa sovellutuksissa ohjaimen tuleva pientaajuus tulee tukiaseman kauko-ohjauslaitteen kautta, joten tämä tulee muistaa huolto- ja asennustoiminnan yhteydessä. Tarkemmin asia selviää ko. järjestelmän toimintakuvauksesta. Jatkossa on kuitenkin käytetty nimitystä linjasignaali erotukseksi ns. signaalointitien kautta tulevasta signaalista.

Takaliittimen kautta tuleva linjasignaali kytkeytyy linjamuuntajan (T1) kautta ohjaimen etulevyssä olevalle potentiometrille. Linjasisäänmeno on symmetrinen ja nimellisimpedanssi on 600 ohmia. Muuntajan jännitemuuntosuhde on 0,707, joten toisiojännite on noin 3 dB pinempi kuin linjanpuolella. Potentiometrin avulla kaikki tai osa tulevasta signaalista viedään linjavahvistimelle. Linjavahvistimen sisäänmenossa, suojausdioidien G1 ja G2 navoissa, nimellistaso on -37 dBu:ta, eli loppupään toiminnan ollessa kunnossa tällä tasolla saavutetaan nimellisdeviaatio 1000 Hz taajuudella mitattuna. Nimellisdeviaatio voi olla joko $\pm 3,0$ kHz tai $\pm 1,5$ kHz järjestelmästä riippuen.

Oletetaan aluksi, että raja-arvoilmaisimen ulostulo (W1/1) on tilassa "0". Tällöin fetin (Y1) hilan jännite on noin -4 V verrattuna fetin kanavaan (S ja D). Näin suurella negatiivisella hilajännitteellä fetin vastus on megaohmien luokkaa, joten fetin (Y1) ja operaatiovahvistimen plus(+)sisäänmenoon (W1/12) kytkeytyvän vastuksen (R5) kesken ei synny jännitteenjakoa. Tässä tilanteessa linjavahvistimen jännitevahvistus välillä G1 - W1/14 määräytyy seuraavasti:

$$A[db] = 20 \cdot \lg \left(1 + \frac{R_{eq}}{R_1} \right)$$

Linjavahvistimen ulostulo (W1/14) on biassoitu dynamiikkaoptimiin, eli syöttöjännitteen puoleen väliin. Toimintapiste määräytyy vastuksista R11 ja R12 muodostuvan jännitteenjaon perusteella. Operaatiovahvistimen merkityksettömästä dc-offsetista johtuen ulostulon (W1/14) dc-taso on tarkalleen sama kuin jännitteenjaon antama jännite C8:n navoissa. Huomaa, että piirikaavioon merkityt dc-tasot ovat ohjeellisia nimellisarvoja.

Raja-arvoilmaisimen ulostulo (W1/1) voi olla ainoastaan tilassa '0' tai tilassa '1' riippuen siitä, onko raja-arvoilmaisimen +(plus)sisäänmenoon (W1/3) tuleva jännite suurempi vai pienempi kuin -(miinus)sisäänmenoon asetettu vertailujännite. Oletetaan, että ohjaimen tulee jatkuvaa sinimuotoista signaalia, jonka taajuus on alle 3000 Hz. Tämä taajuusehto siksi, koska raja-arvoilmaisimelle viety ohjaus on otettu linjavahvistinta seuraavan alipäästösuodattimen ulostulosta (W1/7). Suodattimen vahvistus on päästöalueella lähes 0 dB, joten sen ulostulossa (W1/7) signaalin nimellistaso on sama kuin linjavahvistimen ulostulossa (W1/14) eli 0 dBu:ta.

Raja-arvoilmaisimen toiseen sisäänmenoon tulee siis valvottava linjasignaali ja toiseen sisäänmenoon trimmeripotentiometrillä (KOMPR. = R14) muodostettu vertailujännite. Tarkastellaan tilannetta olettaen, että referenssijännite (W1/2) on 1,46 V suurempi kuin alipäästösuodattimen ulostulossa (W1/7) oleva tasajännite (joka on sama kuin W1/14:ssä). Jos nyt alipäästösuodattimen ulostulossa vaikuttavan sinisignaalin positiivinen huippuarvo ylittää mainitun vertailuarvon, raja-arvoilmaisijan ulostulo asettuu ylityksen ajaksi tilaan '1'. Tämän seurauksena fetin (Y1) hilajännite alkaa nousta R8:n ja C6:n määräämällä aikavakiolla, jonka seurauksena fetti alkaa vaihtaa operaatiovahvistimen sisäänmenoon (W1/12) menevää signaalia.

Voidaan siis todeta, että alipäästösuodattimen lähtösignaalin (W1/7) huippuarvo asettuu 1,46 V:ksi, ja kun kysymyksessä on sinimuotoinen signaali tehollisarvoksi tulee

$$U = \frac{U_p}{\sqrt{2}} = \frac{1,46 \text{ V}}{\sqrt{2}} = 1,03 \text{ V} \approx 20 \cdot \lg \frac{1,03 \text{ V}}{0,775 \text{ V}} = 2,5 \text{ dBu}$$

Kun toisaalta tiedetään, että 0,775 V:n suuruinen sinisignaali 1000 Hz:n taajuudella mitattuna aiheuttaa nimellisdeviaation, esim. ± 3 kHz, niin tällöin 1,03 V:n suuruinen sinisignaali aikaansaa samassa suhteessa suuremman deviaation, eli

$$df_{\text{kompr}} = \frac{U_{\text{kompr}}}{U_{3\text{kHz}}} \cdot 3,0 \text{ kHz} = \frac{1,03 \text{ V}}{0,775 \text{ V}} \cdot 3,0 \text{ kHz} = 4,0 \text{ kHz}$$

Säätöpiirin dynamiikka on noin 35 dB, joten alipäästösuodattimen lähtösignaali pysyy sinimuotoisena vastaavalla nimellistasoylityksellä. Näin tietenkkin vain silloin, kun toimintaa mitataan sinimuotoisella signaalilla. Normaali-toiminnassa säätöpiiri huolehtii siitä, että puhesignaalin huippuarvot rajoittuvat edellä tarkasteltuun arvoon. Reagointi-aikavakio, joka muodostuu lähinnä R8:sta ja C6:sta, on noin 100 ms. Palautumisaikavakio, eli se aika jonka kuluttua linjavahvistimen vahvistus palautuu noin 35 dB:n kompressiotilasta maksimivahvistukseen, määräytyy R7:stä ja C6:sta. Palautumisaikavakio on noin sekunti.

Alipäästösuodattimen vahvistus on 0 dB. Toistokais-tassa esiintyy noin 0,5 dB:n ylitys hieman ennen rajataajuutta 3000 Hz:n kohdalla. 10 kHz:n kohdalla vaimennus on yli 40 dB, joten suodatin vaimentaa tehokkaasti johtumalla tulevia häiriösignaaleja, esim. pitkäaalto-lähetteitä ja kanavointilaitteen kantoal-tovuotoa. Juuri tästä syystä raja-arvoilmaisimelle viety signaali on otettu alipäästösuodattimen ulostu-losta, jotta linjalta mahdollisesti tuleva häiriösig-naali ei painaisi hyötysignaalin tasoa alas.

Suodattimen lähtösignaali on viety sekä ohjaimen ta-ka- että etuliittimelle, joten vakiotasolle nostettu linjasignaali on mitattavissa huoltoyksikön avulla tai käytettävissä järjestelmän muuhun toimintaan.

2.3 Esikorostusaste

Tämän ohjaimen modulaattori tuottaa puhtaasti taa-juusmoduloidun lähetteen, joten radiopuhelinnormien määrittelyä vaihemodulaatio on toteutettava muulla tavalla. Vaihemodulaatioissa modulaatiodeksin tulee nousta suoraan verrannollisesti modulointitaajuuteen, eli 6 dB/oktaavi tai 20 dB/dekadi miten vain asia halutaan ilmaista.

Esikorostusasteen ulostulon (W2/14) nimellistaso on -35 dBu:ta 1000 Hz:llä. Toisin sanoen tällä tasolla ja taajuudella deviaatio asettuu nimellisarvoon. Esi-korostusasteen vahvistus, tai vaimennus kuten tässä, välillä W1/7 - Wa/14 määräytyy seuraavasti:

$$A[\text{dB}] = 20 \cdot \lg \frac{R_{24}}{\sqrt{R_{23}^2 + X_{C16}^2}}$$

Taajuusalueella alle 3000 Hz kondensaattorin C16 reaktanssi on huomattavasti suurempi kuin vastus R23, joten kaava pelkistyy muotoon

$$A[\text{dB}] = 20 \cdot \lg \frac{R_{24}}{X_{C16}} = 20 \cdot \lg(R_{24} \cdot 2\pi f \cdot C_{16})$$

eli lähtötaso on suoraan verrannollinen taajuuteen. Laskemalla saadaan seuraavat esikorostusarvot:

300 Hz:	-35 dBu - 10,5 dB = -45,5 dBu
1000 Hz:	-35 dBu - 0,0 dB = -35,0 dBu
3000 Hz:	-35 dBu + 9,5 dB = -25,5 dBu

Takaliittimen kautta kytkeytyvä signalointisisäänmeno, jonka nimellistaso 0 dBu:ta, summautuu linjasignaalin kanssa tässä esikorostusasteessa. Signalointisisäänmenon kautta tuleva signaali esikorostuu vastaavalla tavalla (R22 ja C15).

Esikorostusaste on biassoitu syöttöjännitteen puoleen väliin. Etujännite saadaan vastuspylvään R31, R33, R34 ja R32 keskipisteestä, joten esikorostusasteen ulostulon (W2/14) tasajännitetaso tulee olla tarkalleen sama kuin C19:n navoissa vaikuttava jännite.

2.4 Rajoitusvahvistin

Radiopuhelinnormien mukaan lähetteen deviaatio ei saa ylittää normin sanelemaa maksimideviaatioarvoa millään modulointitaajuudella tason ollessa huomattavasti nimellistasoa suurempi. Kyseessä olevassa ohjaimessa maksimideviaation rajoitus on toteutettu säätöpiirin avulla. Säätöpiiri toimii täysin samalla periaatteella kuin kohdassa 2.2 esitetty kompressoripiiri. Erona on kuitenkin se, että maksimideviaatio-säätöpiirin toimintanopeus on huomattavasti suurempi ja että moduloivan signaalin sekä positiivista että negatiivista huippuarvoa valvotaan.

Oletetaan aluksi, että kummankin raja-arvoilmaisimen ulostulo (W2/1 ja W2/7) on tilassa "0". Näin ollen fetin (Y2) hilajännite on noin -4 V verrattuna fetin kanavaan, joten fetin vastus on useita megaohmeja ja esikorostusasteen ulostulojännite (W1/7) pääsee vaimentumattomana operaatiovahvistimen (+)sisäänmenoon (W2/10). Asteen vahvistus välillä W2/14 - W2/8 määräytyy tässä tilanteessa seuraavasti:

$$A_{[dB]} \approx 20 \cdot \lg \left(1 + \frac{R_{22}}{R_{21}} \right)$$

Rajoitusasteen ulostulon (W2/8) nimellistasoiksi saadaan siis 30 dB suuremmat arvot kuin esikorostusasteen ulostulossa (W2/14), eli

300 Hz: -45,5 dBu + 30 dB = -15,5 dBu
1000 Hz: -35,0 dBu + 30 dB = - 5,0 dBu
3000 Hz: -25,5 dBu + 30 dB = (+ 4,5 dBu)

Viimeisenä oleva 3000 Hz:n arvo on suluissa, koska signaali pääsee nousemaan tähän tasoon vain silloin, kun rajoitustoiminta on estetty, ei koskaan normaali-tilanteessa.

MAX.DEV-trimmerillä (R30) osa operaatiovahvistimen lähtösignaalista on viety raja-arvoilmaisimille. Toisen raja-arvoilmaisimen vertailujännite on -0,5 V ja toisen +0,5 V verrattuna rajoitusvahvistimen lähdössä olevaan tasajännitetasoon, joka on tarkalleen sama kuin C19:n navoissa oleva jännite. Aina silloin, kun raja-arvo ylittyy, jompi kumpi raja-arvoilmaisimista asettuu tilaan "1". Tämän seurauksena fetin (Y2) hilajännite alkaa nousta R28:n ja C17:n määräämällä aikavakioilla kunnes fetti on vaimentanut operaatiovahvistimen sisäänmenoon (W2/10) menevää signaalia riittävästi.

Jos modulaattorin NIM.DEV-trimmeri (R40) on säädetty siten, että rajoitusvahvistimen ulostulotason ollessa -5 dBu:ta saavutetaan 3 kHz:n deviaatio, niin tällöin maksimideviaatiota vastaava taso rajoitusvahvistimen ulostulossa (W2/8) on

$$U_{3\text{kHz}} = \frac{5\text{ kHz}}{3\text{ kHz}} \cdot 0,436\text{ V} = 0,937\text{ V} \approx 2,05\text{ V}_{pp} \quad (-5\text{ dBu} = 0,436\text{ V})$$

MAKS.DEV-trimmeri säädetään siten, että signaali rajoitusvahvistimen ulostulossa ei millään taajuudella ylitä arvoa 2,05 V huipusta huippuun mitattuna. Käytännössä asetus kylläkin kannattaa suorittaa deviaatiomittarin avulla; tästä lisää kohdassa 4.4.

2.5 Alipäästösuodatin

Radiopuhelinnormeissa on vaatimus, joka määrittelee suurimman sallitun deviaation 3000 Hz suuremmilla taajuuksilla. Tämä vaatimus on toteutettu rajoitusvahvistimen ja modulointidiodin väliin sijoitetulla alipäästösuodattimella. Suodattimen rajataajuus on noin 3200 Hz ja jyrkkyys sellainen, että 6 kHz kohdalla vaimennus on yli 10 dB. Tätä suuremmilla taajuuksilla vaimennus kasvaa 18 dB/okt. Päästöalueella, eli alle 3000 Hz, suodattimen vaimennus on noin 0 dB.

3. SUURTAAJUUSTOIMINNOT

Tämän otsikon alla käsitellään itse suurtaajuustoimintojen lisäksi myös muut läheisesti suurtaajuuspiirien toimintaan liittyvät aputoiminnot, kuten kanavointi, kiteenlämmitys, lähettimen käynnistys jne.

3.1 Pääoskillaattori (TCXO)

Pääoskillaattorin tyyppi ja taajuus riippuvat halutusta lopputaajuustarkkuudesta ja taajuudesta. Yksinkertaisin oskillaattori on TELEVA-701-sarjan mukainen kideoskillaattoriyksikkö, jolla saavutetaan noin 10 ppm:n lopputaajuustarkkuus. Noin 3 ppm:n lopputaajuustarkkuuteen päästään saman tyyppisellä ratkaisulla NTC-vastusverkolla kompensoituna. Siinä tapauksessa kun asiakkaan vaatima lopputaajuustarkkuus on (0,5 + 0,5) ppm (lämpö + vanhentuminen) pääoskillaattorina on käytetty lämpötilakompensoitua tarkkuuskideoskillaattoria (TCXO). Oskillaattori ja taajuuskohtaiset komponenttiarvot selviävät piirikaavissa olevasta taulukosta sekä versiokohtaisesta osaluettelosta.

Pääoskillaattorin taajuus on 34...42 MHz lopputaajuudesta riippuen. Oskillaattorin taajuus määräytyy seuraavan kaavan mukaisesti, jossa N on syntetisaattorin jakoluku. Asiakaskohtaisen oskillaattoritaajuuden määrää ohjaimen valmistaja.

$$f_{\text{TCXO}} = \frac{f_{\text{VCO}}[\text{MHz}] - N \cdot 12,5}{4}$$

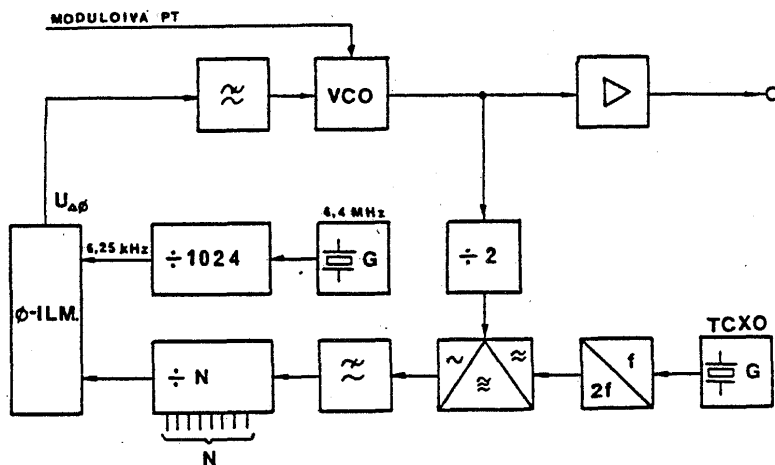
Pääoskillaattoria seuraava aste toimii joko vahvistimena tai vaimentimena riippuen käytetystä oskillaattorityypistä. Eräessä tapauksessa itse transistorikin (Y5) puuttuu. Tasosovituksen lisäksi asteen tehtävänä on aikaansaada riittävä selektiivisyys siten, että oskillaattorista mahdollisesti tulevat harmoniset ja ns. aliharmoniset eivät pääse VCO-piiriin.

Pääoskillaattorista tuleva signaali kerrotaan kahdella hybridin (HW1) sisällä olevassa kertojassa. Kertoja-asteen ulostulopiirissä oleva kela (L1) viritetään näin ollen maksimiin pääoskillaattorin ensimmäisellä harmonisella ($f_{L1} = 2 \cdot f_{TCXO}$).

3.2 Taajuudenmuodostuksen periaate

Ohjaimen lopputaajuus muodostetaan oheisen lohkokaa-
vion mukaisella syntetisaattoritoiminnalla. Synteti-
saattorin oleelliset lohkot ovat

- jänniteohjattu oskillaattori VCO (hybridissä)
- kahdella jakava esijakaja (hybridissä)
- erotajuuden muodostava sekoittaja (hybridissä)
- ohjelmoitava jakaja (W5)
- 6,25 kHz:n referenssin muodostus (W5+hybr+kide)
- vaihteilmaisoin (W5)



VCO:n taajuus jaetaan kahdella ja vietään sekoitusasteelle. Tämän taajuuden ja kaksinkertaisen pääoskillaattoritaajuuden erotus kytkeytyy alipäästösuodattimen kautta ohjelmoitavalle jalkajalle. Erotajuus vaihtelee jakoluvun mukaan ollen välillä 1,6 MHz... 3,2 MHz.

Ohjelmoitava jakaja on siten kytketty, että jakoluvuksi voidaan asettaa mikä tahansa luku välillä 256.. 511 mainitut luvut mukaanlukien. Jakajan eniten merkitsevä bitti (P8 = 256) on asetettu kiinteästi tilaan yksi. Kanavataajuuden asetuksesta tarkemmin kohdassa 3.4.

Ohjelmoitavalta jakajalta saatu jakotulos on kytketty vaiheilmaisimen toiseen sisäänmenoon. Toiseen sisäänmenoon on tuotu 6,4 MHz:n kiteestä jakamalla kehitetty 6,25 kHz:n referenssitaajuus. Vaiheilmaisimen ulostulo on suurohmisessa tilassa silloin, kun kummankin sisäänmenon vaihe ja taajuus ovat samat. Muussa tapauksessa vaiheilmaisimen ulostulo antaa joko positiivisia tai negatiivisia (joko tila "1" tai tila "0") korjauspulsseja.

Vaiheilmaisimelta saatava korjausjännite on kytketty alipäästösuodattimen kautta jänniteohjatun oskillaattorin (VCO) kapasitanssidiodille. Säättöpiiri voi asettua vain yhteen stabiliin tilaan

$$f_{\text{VCO}}[\text{kHz}] = 4 \cdot f_{\text{CKO}}[\text{kHz}] + N \cdot 12,5$$

eli VCO:n taajuutta voidaan muuttaa sallitulla jakolukualueella 12,5 kHz:n portain.

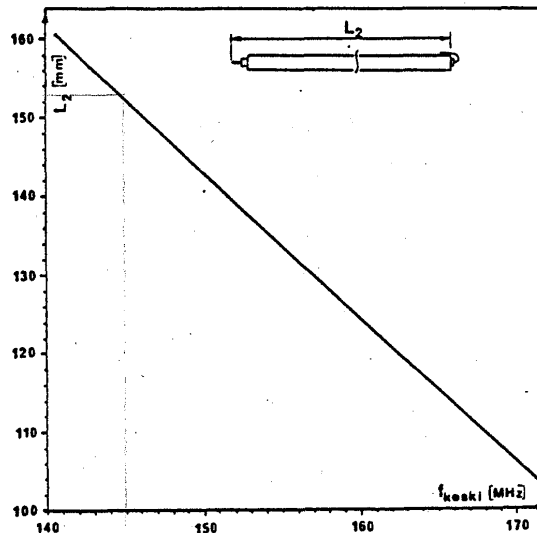
3.3 Jänniteohjattu oskillaattori (VCO)

Lopullinen kanavataajuus saadaan lopputaajuudella värähtelevästä oskillaattorista (VCO). VCO sijaitsee pääosin hybridin HW2:n sisällä. Oskillaattorin resonanssi-induktanssi, asetustrimmeri ja ns. siirtodiodei sijaitsevat hybridin välittömässä läheisyydessä. Modulointidiodi on myöskin hybridin ulkopuolella.

VCO:n eli siis jänniteohjatun oskillaattorin taajuutta säädetään hybridin sisällä olevan kapasitanssidiodin avulla. Säättöjännite saadaan vaiheilmaisimen ulostulosta (W5/7), jossa pisteessä korjausohjaus näkyy tasajännitteessä olevina positiivisina tai negatiivisina pulsseina. Korjauspulssien toistotaajuus on 6,25 kHz.

Vaihelukkotoiminnan edellyttämä suodatin sijaitsee pääosin hybridin sisällä. Vastus R45 ja kondensaattori C28 liittyvät mainittuun suodattimeen. Vaihelukkopiirin ollessa lukkeessa säättöjännitteen tasajännitekomponentti on välillä 1...7 V. Ääriarvot tulevat käytännössä kysymykseen vain laitteen toimiessa aivan äärikanavilla. Kondensaattorin C28 navoissa oleva säättöjännite on viety 470 kohmin vastuksen (R44) kautta laitteen etulevyssä olevalle liittimelle, joten jännite voidaan mitata esim. järjestelmään liittyvän huoltoyksikön avulla. Huolimatta 470 kohmin sarjavastuksesta ko. pistettä ei saa kuormittaa. Kuormitus nostaa naapurikanavan kohinatasoa. Sarjavastuksella on huolehdittu vain siitä, että liittimellä tai huoltoyksikössä tapahtuva oikosulku ei estä vaihelukkopiirin toimintaa.

VCO:n resonanssipiirin induktanssi muodostuu noin 130 mm pitkstä 50 ohmin kiinteävaippaisesta koaksiaalikaapelista (L2), joka on oikosuljettu toisesta päästä. Kaapelin pituus määräytyy oheisen käyrän mukaisesti.



Hybridipiirin sisällä oleva kapasitanssidiodi ei pysty yksin säätämään VCO:n taajuutta kaikissa tilanteissa riittävästi. Taajuusalueen alapäässä, 147 MHz, äärikanavien väli jäisi vain noin 1,5 MHz:iin ilman siirtodiodia. Siirtodiodi (G17), joka on myöskin kapasitanssidiodi, kytkeytyy resonanssipiirin rinnalle pienen kondensaattorin (C25) kautta. Diodi saa ohjauksjännitteen jakoluvun yhdestä bitistä (P7), joten siirtodiodin jännite on joko 0V tai noin 7V. Tällä jännitemuutoksella kapasitanssidiodin (G17) kapasitanssi muuttuu noin 10 pF, ja kun huomioidaan sarjassa oleva kondensaattori (C25), resonanssipiirin kapasitanssi muuttuu noin 0,4 pF. Tämä kapasitanssilisäys siirtää VCO:n taajuutta noin 1,5 MHz:llä alaspäin säätöjännitteen ollessa 1,5 V.

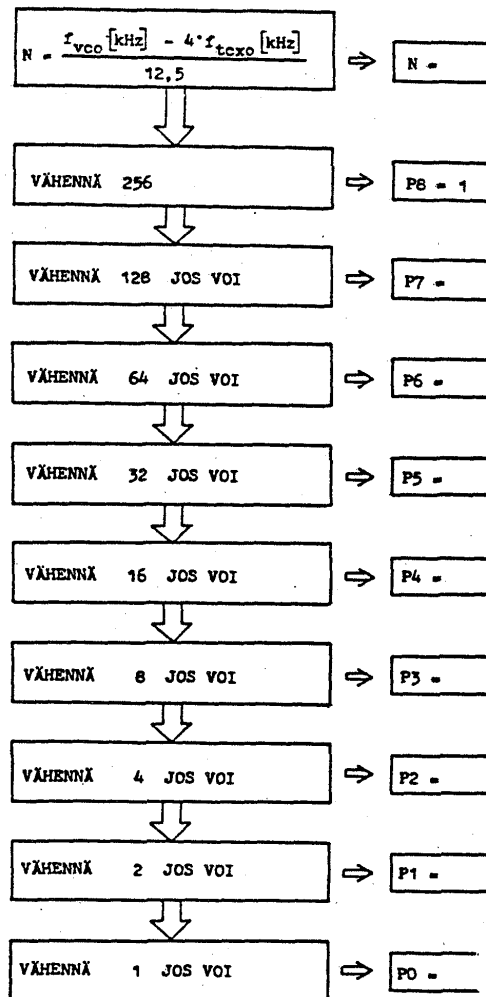
Moduloiva kapasitanssidiodi (G16) kytkeytyy resonanssipiiriin 1 pF:n kondensaattorin (C24) kautta. Pienen kytkentäkondensaattorin ansiosta kapasitanssidiodille tuleva ohjauksignaali voi olla suhteellisen suuri. Modulointidiodi on biassoitu sopivalle dc-tasolle alipäästösuodattimen ulostulosta (W3/6) tulevalla tasajännitteellä.

Modulointidiodi tuottaa puhtaasti taajuusmoduloidun lähetteen taajuusalueella 200...3000 Hz, eli deviaatio pysyy vakiona jos diodille tulevan ohjauksignaalin taso pysyy vakiona. Näin ollen radiopuhelinnormien mukainen 6 dB/okt esikorostus on tehtävä ennen modulaattoria, katso kohta 2.3.

3.4 Kanavointi

Ohjelmoitavan jakajan tarvitsemat jakoluvut kehitetään diodien sekä helposti irroitettavien oikosulkukappaleiden avulla kanavakoodauskentässä. Koodauskentässä on paikat yhteensä kuudelle erilliselle kanavalle, joista mikä tahansa voidaan valita komponenttilevylle annetun ohjauksen avulla. Komponenttilevyn ollessa asennettuna ohjaimen 800-213C kanavien määrä on kuitenkin rajoitettu kahteen, joista kanava K1 koodataan irroitettavien oikosulkukappaleiden avulla ja kanava K2 kiinteästi diodien avulla.

Ohjaimessa 800-213C kanavaohjaus tulee joko laitteen takana olevasta liittimestä tai etulevyssä olevasta pakko-ohjauskytkimestä. Eräissä sovellutuksissa vastaanottokanavan ohjaus tapahtuu ohjaimen kautta (takaliittimen navat 22 ja 23). Tämä ohjaus on aina samassa tilassa kuin ohjaimellekin menevä kanavaohjaus riippumatta pakko-ohjauskytkimen asennosta.



3.5 Suurtaajuusvahvistimet

Hybridistä (HW2) saatava lopputaajuinen ja moduloitu signaali vahvistetaan selektiivisesti Y3:n avulla ennen ohjaimen pääteasteelle vientiä. Hybridiltä saatava suurtaajuussignaalin taso riittäisi ilman lisävahvistintakin ohjaamaan pääteastelevyllä olevaa päätetransistoria (Y2), mutta tavanomaista suuremman spektripuhtausvaatimuksen johdosta signaalitielle on haluttu selektiivisyyttä ja suurtaajuista erotusta VCO:n ja ulkomaailman välille. Peruslevyltä (F665) saatava teho 50 ohmin kuormaan on noin 30 mW TEHO-trimmerin (R41) ollessa myötapäivään häriasenossa. TEHO-trimmeri säädetään siten, että ohjaimesta lähtävä teho on 150 mW.

Pääteastelevyllä (F669) oleva fetti (Y1) lisää ainoastaan selektiivisyyttä ja erotusta. Lisäksi tämän transistorin avulla tapahtuu suurtaajuussignaalin avainnus. Kytkintransistorin (Y3) ollessa vailla ohjausta, se on tila LÄH.EI, fetti ei saa syöttöjännitettä eikä myöskään jännitettä G2:lle. Tässä tilanteessa kantoaaltovaimennus on noin 60 dB. Kun kytkintransistori (Y2) saa ohjauksen lähettimen käynnistyspiiristä, päätetransistori asettuu C-luokasta B-luokkaan. Samalla fetti (Y1) saa syöttöjännitteen mutta hilan G2 jännite nousee hitaasti C1:n johdosta. Tämän toiminnan seurauksena lähtöteho nousee hieinan hidastettuna nimellisarvoonsa estäen spektrin leviämisen naapurikanavalle avainnuksen yhteydessä.

Päätevahvistimen ulostulossa oleva diodi-ilmaisoin (G1) antaa 0,45...0,55 V:n suuruisen tasajännitteen lähtötehon ollessa 150 mW. Jännite on viety ohjaimen takana olevaan liittimeen, josta se on useimmissa järjestelmissä johdotettu huoltoyksikköön. Päätetransistorin emitterijännite (R6) on viety etulevyssä olevaan liittimeen, jota kautta se voidaan mitata esim. järjestelmän huoltoyksiköllä. Emitterijännite on 0,35...0,45 V ulostulotehon ollessa 150 mW.

Ohjaimen pääteastelokeroon menevissä koaksiaalikaapeleissa ja muissa johdoissa olevat ferriittihelmet, sekä itse levyllä olevat kondensaattorit (esim. C15) liittyvät spektripuhtausvaatimuksiin. Suodatuksella on haluttu katkaista ei toivottujen signaalien kulku johtimissa ja koaksiaalikaapeleiden vaipoissa.

3.6 Lähettimen käynnistyspiiri

Lähettimen tulisi käynnistyä vain silloin kun ohjaimen tulee LÄH.ON-ohjaus ja kun ohjaimen syntetisaattori on lukkeessa. Viimeksi mainittu ehto ei täyty esimerkiksi kanavanvaihdon aikana, joten ohjaimesta lähtevä suurtaajuussignaali kytkeytyy automaattisesti pois päältä kanavanvaihdon ajaksi.

Oletetaan, että W14:n (F665) ulostulo on tilassa "1". Tällöin ko. ulostulo ei vaikuta diodin G6 johdosta kondensaattorin C43 varautumiseen eikä purkautumiseen. Komponenttilevyn liittimeen (Jk2/3) tuleva lähettimen käynnistyskäsky, joka on tila "0", etenee invertterin W6/15 ja operaatiovahvistimen W4/1 kautta diodille G7. Lähetyskäskyn tullessa W4/1:n tila vaihtuu tilasta "0" tilaan "1". Noin 20 ms kuluttua (C43, R52 ja R53) saadaan lähettimen käynnistysohjaus (W4/8) päätteastelevylle. Jos nyt syystä tai toisesta W4/14:n ulostulo käy tilassa "0", kondensaattorin C43 varaus purkaantuu ja lähetin kytkeytyy pois päältä vähintään 20 ms ajaksi. Tällainen tilanne syntyy esimerkiksi kanavanvaihdon yhteydessä, jolloin syntetisaattorin karkaa lukkeesta joksikin aikaa.

Vaihelukkopiirin ulostulosta W5/8 saadaan vaihtelevan pituisia, tilassa "0" käyviä pulsseja sen mukaan miten suuri on referenssisignaalin ja VCO:n taajuuteen verrannollisen signaalin välinen vaihe-ero. Pulssien toistotaajuus on 6,25 kHz, ja mitä pitempään ulostulo on tilassa "0" sitä suurempi on VCO:n taajuusvirhe.

Operaatiovahvistimen +(plus)sisäänmenossa (W4/12) olevan aikavakiopiirin arvo (C42, R48 ja R50) on siten valittu, että referenssinä toimiva 4,5 V:n jännite (W4/13) alittuu hetkeksi silloin, kun VCO:n taajuus hyppää yli 10 kHz sivuun. Tämä voidaan todeta esimerkiksi siitä, että lähetin kytkeytyy pois päältä hetkeksi siirryttäessä 12,5 kHz:n päässä olevalle naapurikanavalle.

3.7 Kiteenlämmityspiiri

Kiteenlämmityspiiri pitää 6,4 MHz:n (X1) referenssikiteen noin +40 °C lämpötilassa. Kiteenlämmitys on välttämätöntä ainoastaan silloin, kun tarvittava lopputaajuustarkkuus on (0,5 + 0,5) ppm (lämpö+vanh).

Referenssikiteen lämpötilasta johtuva ryömintä on pahimmillaan noin 10 ppm. Kuten aiemmin on esitetty, VCO:n taajuus on

$$f_{VCO} [Hz] = 4 \cdot f_{VCO0} [Hz] + N \cdot 12,5$$

Jos jakoluvuksi asetetaan suurin mahdollinen, eli 511, niin tällöin 10 ppm:n virhe referenssitaaajuudessa aiheuttaa 64 Hz:n virheen lopputaajuuteen. Jos kanavataajuus on esimerkiksi 147 MHz, tämä vastaa 0,44 ppm:n virhettä lopputaajuudessa. Lämmityspiirin ansiosta referenssioskillaattorin virhe on vain noin 2 ppm lämpötila-alueella -10...+50 C.

Kiteenlämmityspiiri muodostuu raja-arvoilmaisimesta (Vastusjako ja operaatiovahvistin), lämmönkehittimestä (transistori) sekä takaisinkytkennän suorittavasta komponentista (termistori). Sopivassa paikassa näiden välittömässä läheisyydessä on itse lämmitettävä kide.

Säätöpiirin kytkentälämpötila on +40 C. Tässä lämpötilassa termistorin vastus on 5,3 kohm. Vastus R56 ja termistori muodostavat jännitteenjakopiirin, jonka antama jännite on kytketty raja-arvoilmaisimen toiseen sisäänmenoon (W4/6). Säätö pelaa yksinkertaisesti seuraavasti: Jos termistorin (R60) yli vaikuttava jännite on suurempi kuin referenssijännite (W4/5), transistori Y5 johtaa ja kehittää noin 1 W:n lämpötehon, jonka seurauksena kide ja termistori alkavat lämmitä. Jossakin vaiheessa termistorin vastus pienentyy sellaiseen arvoon, että W4/6:n jännite on pienempi kuin referenssijännite (W4/5). Tällöin Y5 lakkaa johtamasta. Huoneenlämpötilassa (n.+20 C) säätäjä "nypyttää" noin 3 sekunnin tahdissa ollen lämmitystilassa 0,5 sekunnin ajan. Jos säätäjä toimii oikein, termistorin yli oleva jännite (W4/6) on tarkalleen sama kuin referenssijännite (W4/5).

4. OHJAIMEN VIRITYS JA TESTAUS

Tämä viritys ja testausohje tuottaa optimituloksen huomioiden koko käytettävissä olevan jakolukualueen. Jos viritys suoritetaan vain ohjaimen koodatuilla käyttökanavilla, ohjain tulee virittää tai ainakin tarkistaa uudelleen jokaisen kanavamuutoksen yhteydessä. Tässä tapauksessa ei myöskään VCO:n säätöjännitteelle annetut ohjearvot ole voimassa. Tekstissä olevat suoritusarvot ovat keskimääräisiä arvoja. Laitteen suoritusarvovaatimukset on esitetty ko. järjestelmän toimintakuvauksen yhteydessä.

4.1 VCO:n asetus

Aseta jakoluvuksi tila "0000000" ja kytke esim. digitaalinen volttimittari (DVM) ohjaimen etulevyssä olevan D-liittimen napaan 1 (VCO:n saatöjännite). Säädä säätöjännite 1,25 V:iin trimmerin C27 avulla.

Muuta jakolukua oheisen taulukon mukaisesti ja tarkasta jakolukua vastaavat säätöjännitearvot. Jakolukumerkinnöissä ensimmäinen bitti on enitenmerkittävä (P7).

0000000	1,2...1,3 V	(asetus)
0111111	4,0...6,0 V	
1000000	1,5...2,0 V	
1111111	5,0...7,0 V	

Aseta kanavaohjaus tilaan "1111111" ja kytke oskilloskooppi W6:n pintaan 2. Säädä erotaajuuden amplitudi maksimiin kelalla L2. Signaali saattaa olla alareunasta hieman säröytynyttä.

4.2 Lähettimen käynnistysen esto

Aseta kanavaohjaus tilaan "10000000". Käännä etulevyn kiertokytkin asentoon 1 ja vipukytkin asentoon ON. Totea, että LÄH-merkkivalo syttyy.

Käännä etulevyn kiertokytkin asentoon KAUKO-OHJ. Totea, että lähettimen käynnistyskytkin ei vaikuta.

Kytke takana olevan D-liittimen napa 6 runkoon ja totea, että lähetin käynnistyy.

Muuta kanavaohjausta edestakaisin tilojen "10000000" ja "10000001" välillä (siis vain vähitenmerkittävä bitti muuttuu). Tarkasta, että lähetin kytkeytyy hetkeksi pois päältä vaihdon aikana.

Paina sormi hybridin HW2 trimmerinpuoleiseen päähän siten, että syntetisaattori "karkaa" lukkeesta. Totea samalla, että lähetinlamppu sammuu.

4.3 Suurtaajuusvahvistimet

Aseta kanavaohjaus tilaan "10000000" ja TEHO-trimmeri myötäpäivään ääriasentoon. Viritä ulostuloteho maksimiin sekä peruslevyn että pääteastelevyn trimmerikon-
densaattoreilla. Ulostulotehon tulee olla 180 mW...
250 mW 50 ohmin kuormaan mitattuna. Säädä ulostulo-
teho TEHO-trimmerillä arvoon 150 mW.

Kytke DVM takana olevan D-liittimen napaan 25 (ohjaimen lähtöteho). Kuormittamattoman jännitteen tulee olla 0,45...0,55 V ulostulotehon ollessa 150 mW.

Kytke DVM edessä olevan D-liittimen napaan 6 (päätetransistorin emitterijännite). Jännitteen tulee olla 0,35...0,45 V ulostulotehon ollessa 150 mW.

4.4 Deviaation asetus

Kytke pt-generaattori ($R_g = 600 \text{ ohm}$) takana olevan D-liittimen napojen 2 ja 3 välille. Aseta generaattorin taajuus $1000 \pm 10 \text{ Hz}$:ksi ja taso samaksi kuin kyseisen järjestelmän liittymätaso (esim. POVI -4 dBm).

Liitä pt-tasomittari ($R_{in} > 100 \text{ kohm}$) edessä olevan D-liittimen napaan 7. Säädä etulevyssä olevaa mutterilukitteista potentiometriä siten, että tasomittari osoittaa 0 dBu:ta (0,775 V). Jos taso ei nouse mainittuun arvoon, säädä KOMPR-trimmeriä myötäpäivään.

Kytke deviaatiomittari ja särömittari asianmukaisella tavalla ohjaimen ulostuloon. Aseta kanavaohjaus tilaan "10000000" sekä säädä MAKS.DEV-trimmeri myötäpäivään ääriasentoon. Tarkista, että pt-generaattorin taajuus on $1000 \pm 10 \text{ Hz}$ ja taso sellainen, että edessä olevan D-liittimen navassa 7 taso on tarkalleen 0 dBu:ta. Säädä deviaatio NIM.DEV-trimmerillä ko. järjestelmän nimellisdeviaatioarvoon (esim. 3 kHz).

Mittaa lähetteen särö edellä kuvatussa tilanteessa¹⁶
Ilman deviaatiomittarin jälkikorjauspiiriä särön tulee olla alle 3 %.

Poista ohjaimelle tuleva signaali hetkeksi ja mittaa ohjaimen häiriödeviaatio. Deviaation tulisi olla alle 40 Hz 300...3000 Hz:n kaistaleveydellä mitattuna.

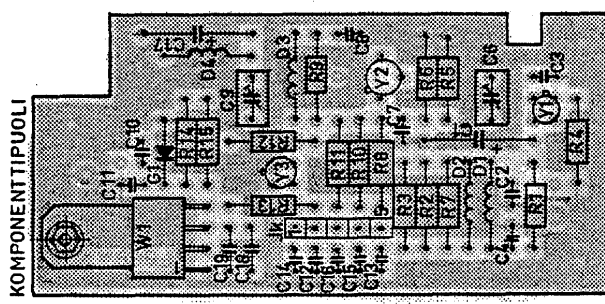
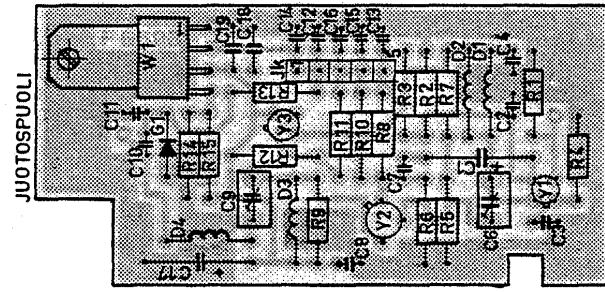
Nosta tulosignaalin tasoa 10 dB, taajuus edelleen 1000 Hz. Säädä KOMPR-trimmeri siten, että deviaatio on 4,0 kHz.

Etsi pt-generaattorin taajuutta muuttamalla se taajuus, joka tuottaa suurimman deviaation (n. 2000 Hz). Säädä maksimideviaatio arvoon 4,7 kHz MAKS.DEV-trimmerillä. Tarkista sekä +(plus) että -(miinus) deviaatio; valitse se joka antaa suuremman arvon.

4.5 Ohjaimen virrankulutus

Ohjaimen virrankulutuksen tulee olla eri tilanteissa oheisen taulukon mukainen 12 V:n syöttöjännitteellä mitattuna (lämmitys viittaa kiiteenlämmityspiirin toimintaan, katso kohta 3.7).

- lämmitys ON, lähetin EI:	220...250 mA
- lämmitys EI, lähetin EI:	120...150 mA
- lämmitys ON, lähetin ON:	280...310 mA
- lämmitys EI, lähetin ON:	180...210 mA



TELENOKIA	Suhde 2:1
Piirt. 82-82 <i>81</i>	St-vahvistin F669
Tark. 9.2.82 <i>Ju</i>	800 - 213C
Pyy. <i>AP</i>	N:o 4313914

Liitty piirikaavio 4613915