

# Rakennusprojekti "QROlle"

## - SSB-transceiveri 80 ja 20 metrille

### Osa 3

Olof Holmstrand, SM6DJH

Suunnittelu ja rakennuskuvaus

Thomas Andersson, OH6NT

Käännökset ja puhtaaksi piirtäminen

oh6nt@sral.fi, 0500 665 601

### AGC-järjestelmä

Tätä kutsutaan myös AVS-järjestelmäksi (automaattinen voimakkuuden säätö).

Hyvän AGC-järjestelmän suunnittelu CW-tai SSB-vastaanottoon on vaikea tehtävä. Lopullinen tulos on aina eri ominaisuuksien kompromissi. Se että vastaanotinta, jossa ongelma on näennäisesti teknisesti hyvin ratkaistu, ei ole miellyttävää kuunnella, vaikeuttaa asiaa edelleen. Lopussa on aina tehtävä subjektiivinen säätö. Seuraavassa esimerkki:

Oletetaan että suunnitellaan täydellinen säätöjärjestelmä, ts. kaiuttimen voimakkuus on vakio riippumatta tulosignaalin voimakkuudesta. Sellaista vastaanotinta on väsyttävä kuunnella. Yksinkertaisesti halutaan että voimakas signaali kuulostaa voimakkaammalta kaiuttimessa. Sen lisäksi kohinan määrä mielletään suureksi ja voimakkaaksi. Käsi on koko ajan voimakkuussäädön nupissa. On siis etu pitää säätöjärjestelmän vahvistus alhaisena ja sallia pieni PT-tason nousu tulosignaalin noustessa.

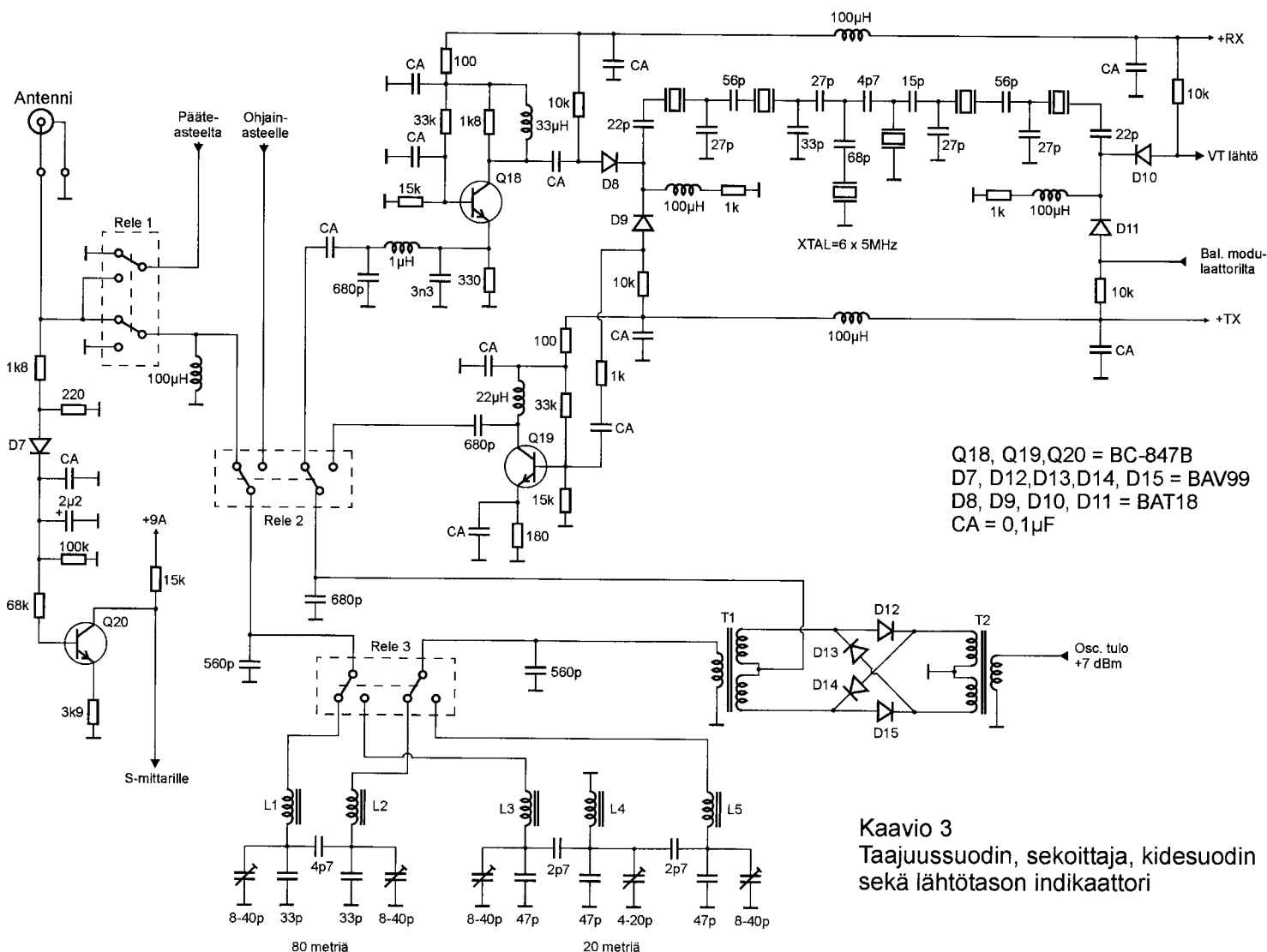
Keskustelua voidaan myös käydä AGC-järjestelmän kahdesta aikavakiosta.

Ensin on reaktioaika. Voidaan olla sitä mieltä että mitä lyhyempi reaktioaika, sen parempi. Tässä on ensinnäkin fysikaalinen rajoitus; reaktioaika ei voi olla lyhyempi kuin kaistanleveys sallii, meidän tapauksessamme n. 0,5 ms. Jos olemme lähellä tätä rajaa, ääni kaiuttimessa ei kuulosta

hyvältä. Erityisesti vastaanotetun signaalin bassopuolella kuuluu säröä. Jos aikavakiota nostetaan, särö häipyä asteittain. Jos sitä lisätään liikaa, alkaa kovaäänisestä kuulua napsutusta, erityisesti voimakkaammilla signaalitasoilla. Kompromissina on tapana käyttää n. 2 ms:n aikavakiota.

Toinen aikavakio määrää pitoajan. Liian lyhyt pitoaika ei kuulosta ollenkaan hyvältä. Kohina ja puhe "pumppaavat" koko ajan. Pitkä pitoaika kuulostaa hyvältä, mutta jos tulosignaali muuttuu yhtäkkiä esim. ukkoshäiriön takia, vastaanoton palautuminen kestää pitempään. Taas subjektiivinen kompromissi, joka on otettava huomioon.

Jos katsomme kytkentäkaaviota, huomaamme että signaali AGC-järjestelmän ohjaukseen otetaan ennen ilmaisinta. 5 MHz:n välitaajuussignaali sekoitetaan transistorissa Q10 noin 950 kHz:n taajuuteen (taajuus ei ole kriittinen). Sekoitus tapahtuu oskillaattorin avulla, joka muodos-



tuu transistorista Q9. Oskillaattoria ohjataan keraamisella resonaattorilla CSA6.00MG. Ulkoisilla kapasitansseilla resonanssitaajuus on aseteltu noin 5,95 MHz:iin. Jos tämä taajuus olisi tasan 6 MHz, harhataajuuksien esiintymisen riski kasvaisi. Tämän taajuusmuutoksen syynä on vaikeus säilyttää stabiiliisuus jos vahvistaisimme 5 MHz:n signaalin AGC-ilmaisimelle.

Vahvistinasteet (transistorit Q11 ja Q12) vahvistavat 950 kHz:n signaalin sopivalle tasolle AGC-ilmaisinta D4 varten. Transistorit Q13, Q14 ja Q15 muodostavat yhdessä tasajännitevahvistimen, jolla on hyvin korkea tuloimpedanssi ja matala lähtöimpedanssi. Muuttamalla 15 kΩ:n vastusta, joka on sarjassa D4:n kanssa, voidaan reaktioaikaa säätää. Muuttamalla 10 nF:n (CH) takaisinkytkentäkapasitanssia vaikutetaan pitoaikaan. Jos kapasitanssia pienennetään, pitoaika muuttuu lyhyemmäksi, mitä joku amatööri ehkä pitää parempana.

Jotta kaiuttimesta ei kuuluisi napsahdusta siirryttäessä lähetykselle, AGC-jännite oikosuljetaan Q17:n avulla lähetyksessä. Tällöin VT-vahvistus pienenee oleellisesti.

Diodit D5 ja D6 toimivat kytkiminä. Lähe-tyksessä D6 johtaa ja D5 on estotilassa. Vastaanotossa tilanne on päinvastainen. Tällä tavalla S-mittari kytketään lähtötasomittariksi lähetettäessä.

### Taajuusalue-suodatin ja sekoittaja

Kuten aikaisemmin mainittiin, transceiverin taajuusalue-suodatinta ja sekoittajaa käytetään sekä vastaanotossa että lähetyksessä. Sillä tavalla säästetään monta komponenttia, ja virityspisteiden määrä vähenee. Kaaviossa 3 näemme mm. miten nämä osat kytkeytyvät releen 2 avulla.

Aluesuodatin 80 metrille koostuu keloista L1 ja L2. Kahdellekymppille vaaditaan kolminapainen suodatin joka koostuu keloista L3, L4 ja L5. Vastaanottotilassa suodattimien pääasiallinen tehtävä on vaimentaa peilitaajuus ja suodattaa pois ko. taajuusalueen ulkopuoliset voimakkaat signaalit. Lähetystilassa ei-toivotut signaalit suodatuvat tehokkaasti pois. Taajuusalueen vaihto tapahtuu releen 3 avulla. Releellä on oltava hyvät RF-ominaisuudet, jotta virheellisiä signaaleja ei pääse vuotamaan yli.

Sekoittaja on ns. rengassekoittaja, joka koostuu neljästä diodista (D12, D13, D14 ja D15) jotka on kytketty renkaaksi. Se sisältää myös kaksi bifilaarisesti käämittyä muuntajaa T1 ja T2. Tällaisella sekoittajalla on monta hyvää ominaisuutta. Mm. eristys sekoittajan kolmen portin kesken on hyvä, ja se estää esimerkiksi oskillaattorisignaalin etenemisen ja tekee VT-vaimennuksesta todella hyvän. Toinen etu on hyvät ristimodulaatio-ominaisuudet. Oskillaattoritiedoilla +7 dBm ristimodulaatiota tapahtuu vasta noin -15 dBm tulosaatimella. Näin voimakas antennisignaali on erittäin harvinaisen amatööribandeillamme. Se vastaa signaalitasoa S9 +58 dB. Kehittelyn aikana kokeiltiin useita eri diodityyppejä. BAV99

osoittautui toimivan yhtä hyvin kuin muut, huomattavasti kalliimmat tyypit.

### Puskurivahvistimet

Sekoittajan ja kidesuodattimen välissä sijaitsee kaksi puskurivahvistinta. Ensimmäistä, joka muodostuu transistorista Q18, käytetään vastaanotossa mm. kompensoimaan n. 5-7 dB:n vaimennusta, joka syntyy sekoittajassa. Asteen kanta on maadoitettu ja vahvistus on 15 dB. Koska sekoittaja on matalaohminen ja kidesuodattimen on nähtävä 1 kΩ kuormana ja generaattorina, aste palvelee myös puskurina ja impedanssimuuntimena. Toista, joka muodostuu transistorista Q19, käytetään lähetyksessä vahvistamaan 5 MHz:n SSB-signaali oikealle -15 dBm:n tasolle sekoittajaa varten. Kannalla olevan 1 kΩ vastuksen vuoksi kidesuodatin näkee oikean kuormitusimpedanssin tässä asteessa.

### Kidesuodatin

Kidesuodatin kytketään toimintaan neljän kytkindiodin (D8, D9, D10 ja D11) avulla. Nämä diodit (BAT18) ovat erityisen sopivia kytkentäsovelluksiin. Niillä on pieni sisäinen resistanssi pienillä virroilla, ja ne toimivat estosuunnassa esijännitettynä hyvin. Suodattimessa käytetään 6 kpl 5 MHz:n ns. prosessorikidettä. Näitä valmistetaan isoja määriä, ja ne ovat siksi halpoja.

Kiteissä on jonkin verran hajontaa. Olen rakentanut pari suodatinta, ja vaihtelua ominaiskäyrissä on nähtävissä. Toistaiseksi vaihtelu on ollut niin pientä, että suodatin on ollut hyväksyttävissä. Hajonnan riskin välttämiseksi kannattaa ostaa saman valmistajan kiteet ja myös ostaa ne samanaikaisesti. Sen lisäksi kiteiden on oltava hyvinlaatuisia. Valitettavasti maailmanmarkkinoilla on olemassa halpoja huonolaatuisia kiteitä.

Kiteessä on sarjaresonanssi ja rinnakkaisresonanssi. Rinnakkaisresonanssi on muutaman kHz:n ylempänä. Sarjaresonanssia käytetään tavallisesti hyväksi suunniteltaessa kidesuodatinta. Hyväksyttävä suodatin voidaan rakentaa kytkemällä useita kiteitä peräkkäin sarjaan. Suodattimen kaistanleveys määräytyy kiteiden välisen kytkennän tiukkuuden perusteella. Normaalisti kaistanleveyttä säädetään kytkemällä kondensaattori maata vasten sarjaan kytkettyjen kiteiden väliin. Kiteitä kuluu vähintään kuusi, jotta saadaan aikaan hyväksyttävä SSB-suodatin.

Tällaisella suodattimella on kuitenkin eräs suuri varjopuoli. Suodattimesta tulee epäsymmetrinen johtuen rinnakkaisresonansseista, jotka aiheuttavat vaimennusta. Ylemmän taajuuden puoleisesta sivusta muodostuu paljon jyrkempi kuin alemman taajuuden sivusta. Koska vaimennettu kantaalto useimmiten säädetään pienemmän taajuuden puoleiselle sivulle, sivunauhavaimennuksesta tulee aika

huono. Tämä ongelma voidaan ratkaista useammalla tavalla. Eräs tapa on tasapainottaa kiteiden rinnakkaisresonanssit neutraloimalla. Silloin suodattimesta tulee symmetrinen ja alemman taajuuden puoleisesta sivusta huomattavasti jyrkempi. Varjopuoli on kuitenkin erittäin bifilaarisesti käämittyjä keloja kuluu useampia tämän aikaansaamiseksi.

Meidän tapauksessamme asia on ratkaistu toisella tavalla. Kytkemme neljä kidettä sarjaan ja kaksi rinnakkain. Kytkemällä neljä kidettä sarjaan voimme nostaa sarjaresonanssitaajuuksia hieman. Toisaalta alennamme rinnakkaisresonansseja rinnan-kytketyissä kiteissä niin, että ne sijaitsevat päästökaistalla ja parantavat siten selektiivisyyttä. Näiden kahden kiteen sarjaresonanssit sijaitsevat nyt alemman taajuuden laidalla ja toimivat loukkuna. Tulosta voi tarkastella kaaviosta 4. Äänitaajuudella 1 kHz sivunauhavaimennus on parempi kuin 70 dB, mikä on erittäin hyvä tulos.

### Lähtötason indikaattori

Kytkentäkaavion (kaavio 3) vasemmassa laidassa näemme lähtötason indikaattorin. Diodissa D7 ilmaistaan pieni osa lähetteestä, ja sitä seuraavien kondensaattorien yli saadaan tasajännite, joka vaihtelee ohjauksen mukaan. Jännite transistorin Q20 kollektorilla laskee tällöin, ja S-mittari reagoi samoin kuin tapahtuu jos AGC-jännite laskee. Kuten aiemmin mainittiin, S-mittarin kytkentä tapahtuu diodien D5 ja D6 (kaavio 2) avulla automaattisesti.

*Seuraavassa numerossa tarkastellaan mm. transceiverin pääoskillaattoria ja miten eri taajuuslohkot kytketään käyttöön.*

**Kaavio 4. Kidesuodattimen amplitudiominaiskäyrä. 1 kHz:n äänitaajuudella sivunauhavaimennus on parempi kuin 70 dB - oikein hyvä tulos.**

