

Tentti

ELT-41710 Johdatus suurtaajuustekniikkaan
Karkauspäivänä 29.2.2016

Tentin laatija: Olli-Pekka Lundén

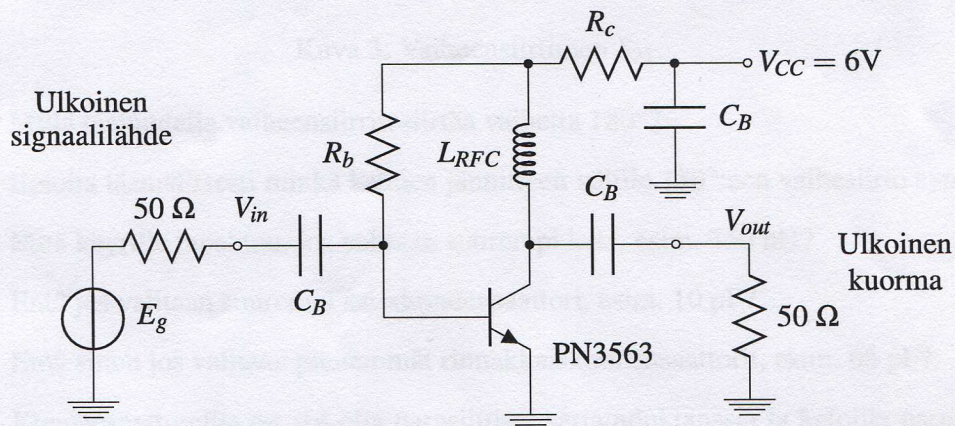
Laskimet: Omia laskimia, mukaanlukien ohjelmoitavia saa käyttää.

Paperi: Tehtäväpaperin saa pitää.

Vastausohjeita: Hyvä vastaus on paitsi täsmällinen, kattava ja perusteltu, myös helposti ymmärrettävä ja ytimekäs. Hyvässä vastauksessa on aina omaa ajatusta. Selkeä esitys on merkki selkeästä ajattelusta. Muista näyttää laskutehtävissä välivaiheet, pidä yksiköt mukana ja anna lopputulos järkevällä tarkkuudella. Pohdi lopuksi, vastasitko kysymykseen ja onko vastaus mielekäs.

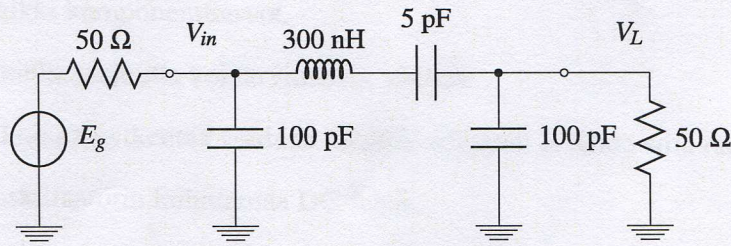
Tehtävä 1. RF-vahvistin. Kuvassa 1 on yksinkertainen RF-vahvistin.

- Mitota sen komponentit niin että se toimii hyvin taajuusalueella 120...150 MHz. Transistorin toimintapisteeksi pitäisi asettaa $I_c = 20$ mA ja $V_{ce} = 5$ V.
- Olkoon transistorin transadmittanssi itseisarvoltaan $|y_m| \approx 130$ mS ja dynaaminen sisäänmenoristanssi $r_\pi \approx 80$ Ω . Piirrä näiden tietojen pohjalta vahvistimelle yksinkertainen piensignaalijaisytkentä.
- Arvioi vahvistimen siirtotehovahvistusta $G_t = P_L/P_{avg}$, missä P_L on vahvistimen antama teho 50 Ω kuormaan silloin, kun sitä syöttää 50 Ω :n generaattori ja P_{avg} generaattorin yltöteho $P_{avg} = \frac{|e_g|^2}{4R_g}$. Tuossa $|e_g|$ on generaattorin sähkömotorisen voiman suuruus ja R_g on generaattorin sisäinen impedanssi $R_g = 50$ Ω .
- Arvioi myös jännitevahvistusta $A_v = V_{out}/V_{in}$?
- Miten sijaiskytkentää voisi täsmentää?
- Arvioi perustellusti sisäänmenosignaalin V_{in} amplitudialuetta, jolla piensignaalimallisi on pätevä.

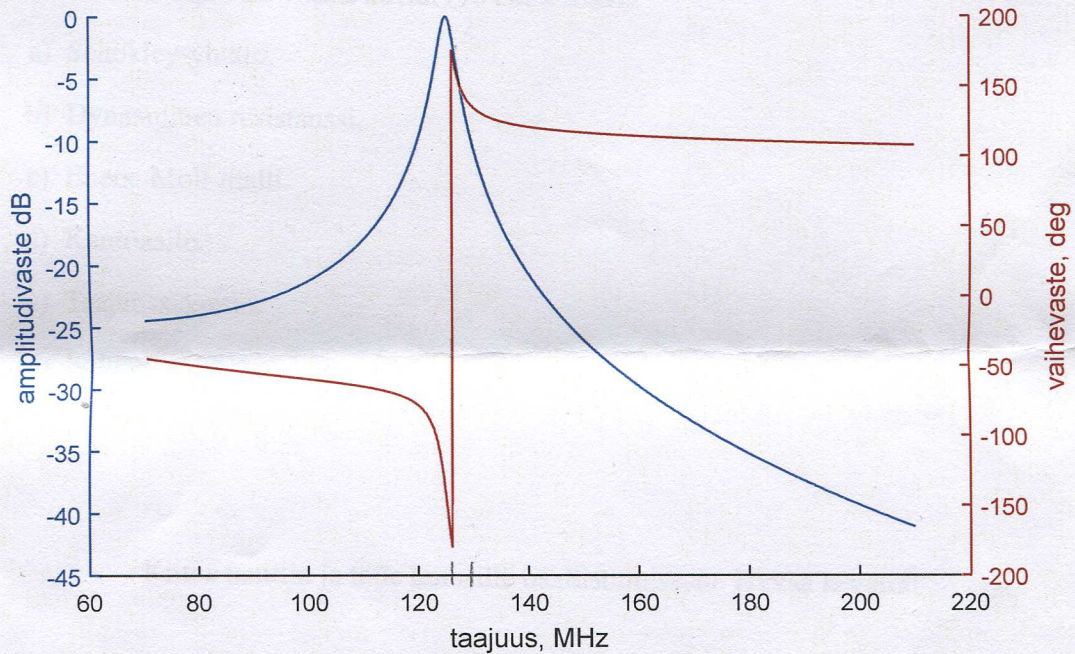


Kuva 1: RF-vahvistin.

Tehtävä 2. Vaiheensiirrin. Alla on vaiheensiirrimen piirikaavio ja piirikaavion mukaan laskettu kompleksinen (erään määrittelyn mukainen) "siirtofunktio" $S_{21} = 2V_L/E_g$. Kuva näyttää S_{21} :n itseisarvon desibeleissä eli siirtotehovahvistuksen 50 ohmin järjestelmässä ja S_{21} :n kulman asteissa.



Kuva 2: Vaiheensiirrin.



Kuva 3: Vaiheensiirrimen S_{21} .

- Millä taajuudella vaiheensiirrin siirtää vaihetta 180° ?
- Ilmoita täsmällisesti minkä kahden jännitteen välille 180° :een vaihesiirto syntyy.
- Mitä käyrille tapahtuu, jos valitaan suurempi kela, esim. 350 nH?
- Entä jos valitaan suurempi sarjakondensaattori, esim. 10 pF?
- Entä sitten jos valitaan pienemmät rinnakkaiskondensaattorit, esim. 68 pF?
- Kondensaattoreilla on voi olla parasiittista sarjainduktanssia ja keloilla parasiittista rinnakkaiskapasitanssia, jotka voivat olla suurilla taajuuksilla merkittäviä. Pohdi vaiheensiirtimien komponenttien parasiittien merkitystä: Mitkä parasiitit ovat merkittäviä? Mitkä eivät? Mitä vaikutuksia parasiiteilla voi olla vasteeseen?

Tehtävä 3. Oskillaattori Suunnittele 120 MHz:n LC-oskillaattori. Voit hyödyntää edellisissä tehtävissä tutkittuja piirejä.

- Piirrä oskillaattorin piirikaavio.
- Anna kaikki komponenttiarvot.
- Kerro kuinka taajuutta voi tarvittaessa virittää.
- Selosta kuinka kytkentää voidaan kehittää edelleen ja tehdä siitä radiolähtetin.
- Arvioi oskillaattorin kuluttamaa DC-tehoa.
- Arvioi mitä suuruusluokkaa oskillaattorin antoteho 50 ohmin kuormaan voisi olla.

Tehtävä 4. Käsitteet. Selitä seuraavat käsitteet niin, että *koneinsinööri* ymmärtäisi ja oppisi selostuksestasi mahdollisimman paljon. Voit käyttää jokaiseen selitykseen korkeintaan 50 sanaa ja piirtää yhden kuvan (18 cm x 8 cm).

- Schokley-yhtälö.
- Dynaaminen resistanssi.
- Ebers-Moll-malli.
- Kantoaalto.
- Taajuussekoitin.
- Solmupistemenetelmä.

Kiitos tenttiin ja tälle kurssille osallistumisesta. Hyvää kevättä!

Muista antaa palautetta Kaiku-järjestelmässä.

$$j\omega H = -j \frac{1}{\omega C}$$

$$C = \frac{1}{\omega^2 H}$$