

5. Silufiltrid

IRO0060 Infosüsteemide elektriseadmed
Ivo Mürsepp

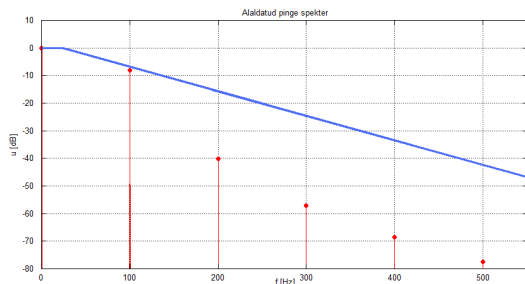
Alaldi pulsatsioonitegur

$$k_{pul} = \frac{U_m}{U_0}$$

- Aktiivkoormusel alaldi pulsatsioonitegur võib ulatuda kuni 1,57 ni.
- L või C koormusega alaldi puhul jääb väljundpinge pulsatsioonitegur vahemikku $k_{pul} \sim 0,1..0,01$
- Nõuded toitepinge lainjusele
 - HS võimendi vastastaktlõppaste $k_{pul} \sim 0,01..0,001$
 - HS võimendi eelastmed, KS võimendusastmed $k_{pul} \sim 0,001..0,0001$
 - HS eelvõimendid (mikrofonivõimendi) $k_{pul} \sim 0,0001..0,00001$

30.09.2014

Probleem



30.09.2014

Silutegur

- Tavaliselt järgneb alaldile **silufilter** mis vähendab pinge pulsatsiooniteguri soovitud väärtuseni.
- Pulsatsiooniteguri vähendamise määra nimetatakse filtri **siluteguriks**

$$q = \frac{k_{pul_s}}{k_{pul_v}} \quad q = \frac{U_{ms} U_{0v}}{U_{0s} U_{mv}}$$

- Juhul kui silufiltris ei teki märgatavat alalispingelangu, saab siluteguri leida sisend- ja väljundpinge vahelduvkomponentide amplituudide kaudu

$$q = \frac{U_{ms}}{U_{mv}}$$

30.09.2014

Passiivfiltrid

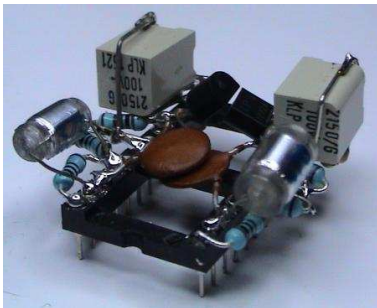
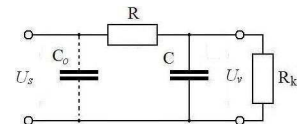


Foto: http://lea.hamradio.si/~s57muu/astro/sidi_L_1/index.htm

30.09.2014

RC-silufiltrid



- Kasutatakse üksnes mahtvusliku sisendiga filtritena
- RC filtri silutegur

$$q = \frac{m\omega R C R_k}{R + R_k}$$

30.09.2014

RC-silufiltri arvutus

- Variant I
 - Silufiltri parameetrid määratakse koos alaldi omadega
- Lähteandmeteks
 - Koormustakistus R_k
 - Väljundpinge U_v
 - Koormusvool I_k
 - Vajalik silutegur q
- Esmalt antakse ette filtri takistuse R ja koormustakistuse R_k suhte. Soovitavaks väärtuseks on $R/R_k \approx 0,25$ ehk siis

$$R = 0,25R_k = \frac{U_v}{4I_k}$$

30.09.2014

RC-silufiltri arvutus II

- Siluteguri q saavutamiseks vajalik filtri mahtuvus
- $$C = \frac{q(R + R_k)}{m\omega R R_k}$$
- Kondensaatori C nimipinge peab olema vähemalt $1,2 U_v$
 - Juhul kui leitud mahtuvus on liiga suur võib kasutada kaheastmelist silufiltrit valides $R_1 = R_2 = 0,5R$
 - Kahe järjestikuse RC lüli silutegur $q = q_1 q_2$
 - Vajalik silufiltri mahtuvused sellisel juhul

$$C_1 = C_2 = \frac{\sqrt{q}(R_1 + R_2 + R_k)}{m\omega R_k (R_1 + R_2)}$$

8

Ivo Müürsepp

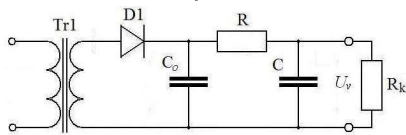
30.09.2014

RC-silufiltri arvutus III

- Pinge silufiltri sisendis U_s (alaldi väljundis) peab olema koormusele rakendatavast pingest U_v filtri takistusel R tekkiva pingelangu võrra suurem

$$U_s = U_v + RI_k$$

- RC filtri kasutegur
- $$\eta = \frac{P_k}{P_k + P_{filt}} = \frac{R_k}{R_k + R}$$



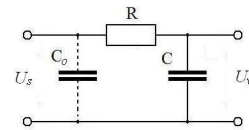
9

Ivo Müürsepp

30.09.2014

RC-silufilter - kokkuvõte

- Eelised
 - Lihtne
 - Kompaktne
 - Odav
- Puudused
 - Madal kasutegur
 - Sobilik nõrga koormusvoolu korral (kuni kümme mA)



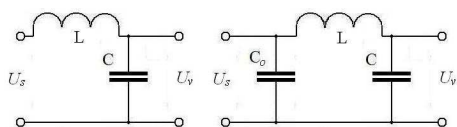
10

Ivo Müürsepp

30.09.2014

LC-silufiltrid

- Kasutatakse nii Γ kui Π konfiguratsioonid



11

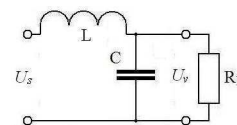
Ivo Müürsepp

30.09.2014

LC-silufilter

- LC filter on vaadeldav kui kahest elemendist koosnev vahelduvpingejaagur, eeldusel, et kehtib

$$X_C = \frac{1}{m\omega C} \ll R_k$$



12

Ivo Müürsepp

30.09.2014

LC-filtri silutegur

- LC filtri ülekanne

$$\frac{U_v}{U_s} = \frac{X_C}{X_L + X_C}$$

- Kuna alalispingelang on LC filtris väike, siis saame siluteguriks

$$q = \frac{U_s}{U_v} = \frac{X_L + X_C}{X_C} = \frac{m\omega L - \frac{1}{m\omega C}}{\frac{1}{m\omega C}} = m^2\omega^2 LC - 1$$

13

Ivo Müürsepp

30.09.2014

LC-silufiltri (Γ) arvutus

- Induktiivsisendiga filtri korral (Γ) tuleb arvestada, et filtri induktiivsus peab ületama kriitilist väärtust.

$$L \geq L_{kr} = \frac{R_k k_{pul}}{\omega}$$

- Filtri mahtvuse leiame sellisel juhul

$$C = \frac{q+1}{m^2\omega^2 L}$$

30.09.2014

LC-silufiltri (Γ) arvutus

- LC filtri arvutamisel tuleb vältida resonantsi olukorda ja tagada alaldile induktiivse iseloomuga koormus, selleks peab

$$m\omega > \frac{1}{\sqrt{LC}}$$

- ning

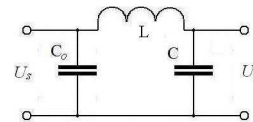
$$m\omega L \gg \frac{1}{m\omega C}$$

30.09.2014

LC-silufiltri (Π) arvutus

- Mahuvusliku sisendiga silufiltri korral on soovitatav valida $C = (0,5 \dots 2)C_0$
- Filtri induktiivsuse leiame sellisel juhul avaldisega

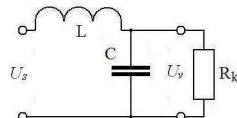
$$L = \frac{q+1}{m^2\omega^2 C}$$



30.09.2014

LC-silufilter - kokkuvõte

- Eelised
 - Lihtne
 - Väike pingelang
- Puudused
 - Vajadus koguka paispooli järele



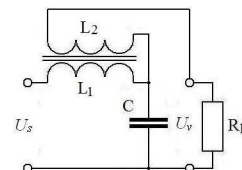
17

Ivo Müürsepp

30.09.2014

Kompensatsioonifiltrid

- Kompensatsioonifiltris toimub pulsatsiooni vähendamine faasi pöörmise abil.
- Vastavate ahelatega tekitatakse vahelduvkomponendis 180° faasiinihe. Kahe vastandsuunalise pinge liitumisel toimub osaline või täielik kompensatsioon.



30.09.2014

Transistorfilter

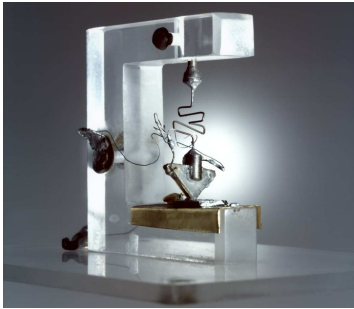


Foto: http://www.porticus.org/bell/belllabs_transistor.html

30.09.2014

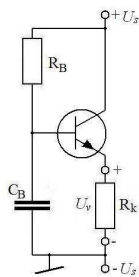
Transistorfiltrid

- Transistor- e aktiivfilter võimaldab saavutada kõrget silutegurit.
- Kasutatakse asjaolu, et aktiivrežiimis transistori kollektorsire avaldab vahelduvvoolule tuhandeid kordi suuremat takistust kui alalisvoolule.

30.09.2014

Emitterkoormusega transistorfilter

- Eelised
 - Ökonoomsem
 - Stabiilsem
 - Väiksem väljundtakistus
 - Lihtsama skeemiga
- Puudused
 - Väiksem silutegur
 - $q = 50 \dots 150$

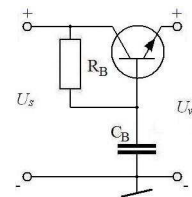


30.09.2014

Emitterkoormusega filtri arvutus

- Lähteandmeteks
 - Sisendpinge pulsatsiooni amplituud U_{\sim}
 - Alaldi väljundpinge pulsatsioonisagedus f_{pul}
 - Väljundpinge U_v
 - Koormusvool I_k
 - Vajalik silutegur q
- Filtri tarvilik sisendpinge

$$U_s = U_v + U_{\sim} + U_{CEmin}$$



30.09.2014

Emitterkoormusega filtri arvutus II

- Transistor valida lähtuvalt alljärgnevatest tingimustest
- $$I_{Cmax} = 5 \dots 10 I_k \quad U_{Cmax} > U_s \quad P_{Cmax} \geq 8 I_k U_s$$
- Baasitakisti takistus

$$R_B = \frac{(U_s - U_v) h_{21E}}{I_k}$$

- Baaskondensaatori mahtuvus

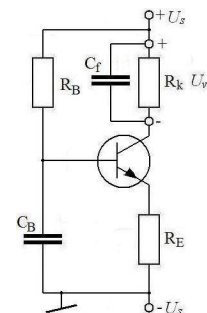
$$C_B \approx \frac{q(R_B + h_{21E} R_k)}{2\pi f_{pul} R_B h_{21E} R_k}$$



30.09.2014

Kollektorkoormusega transistorfilter

- Eelised
 - Suur silutegur
 - $q = 100 \dots 1000$
- Puudused
 - Väiksem kasutegur
 - Halvem stabiilsus
 - Suurem väljundtakistus
 - keerukam skeem



30.09.2014

Kokkuvõte

- Pulsatsioonitegur
 - Lubatavad väärtused
- Silutegur
- Passiivfiltrid
 - RC
 - LC
 - Γ
 - Π
- Kompensatsiooniskeemid
- Transistorfiltrid

30.09.2014

Täiendavaid materjale

- Peep Martverk. Elektritõiteseadmed. TTÜ kirjastus. Tallinn 1998. 3. Ptk Alaldid ja pingekordistid. Lk 12-32.
- Lembit Abo. Raadiolülitused. Valgus. Tallinn 1990. Ptk 8.2 Alaldid.

30.09.2014

Küsimused



30.09.2014