

КАМП'ЮТЭРНЫ АНАЛІЗ RC-ФІЛЬТРАЎ У СІСТЭМЕ MICRO-CAP

Вывучэнне курса па радыёэлектроніцы звязана з правядзеннем аналізу розных характарыстык электрычных ланцугоў. Звычайна іх разлік і вызначэнне параметраў праводзіцца метадам камплексных амплітуд, а вымярэнне — на лабараторным абсталяванні, на што траціцца шмат часу. Сучасныя камп'ютэрныя сістэмы дазваляюць пасля невялікага разліку мадэліраваць электрычныя схемы і хутка, рознабакова і практычна, без абмежавання колькасці графікаў праводзіць аналіз іх работы.

Для мадэліравання і аналізу электрычных схем існуе шэраг камп'ютэрных сістэм, якія шырока выкарыстоўваюцца ў вучэбнай, навукавай і практычнай дзейнасці. Адна з такіх — сістэма схематэчнага мадэліравання **Micro-Cap**, распрацаваная фірмай Spectrum Software [1—5].

Разгледзім выкарыстанне сістэмы **Micro-Cap** пры вывучэнні ў курсе радыёэлектронікі RC-фільтраў. Аналіз схем фільтраў можна пачаць са схемы электрычнага ланцуга, складзенага з рэзістара і ёмістасці, паказанага на рыс. 1, на які дзейнічае напружанне ад крыніцы гарманічнага вагання (генератара) V_1 .

У рэжыме **AC Analysis** атрымаем графік амплітудна-частотнай характарыстыкі (АЧХ) пры рознай частаце генератара і аднолькавай амплітудзе напружання вагання генератара ($U_r = 1\text{В}$). На рыс. 2 паказаны графік АЧХ гэтага ланцуга пры $R_1 = 10\text{кОм}$ і $C_1 = 10\text{нФ}$.

Як бачна з графіка АЧХ, напружанне $U_{\text{ВЫХ}}$ з павелічэннем частаты генератара памяншаецца, адпаведна памяншаецца каэфіцыент перадачы ($K(f) = U_{\text{ВЫХ}} / U_r$). Межавая частата (адзначана на графіку) паміж паласой прапускання і частотамі паслаблення вызначана на ўзроўні 0,7 ад максімальнай выхадной амплітуды і роўна 1627 Гц. У паласу частот прапускання ўваходзяць частоты, каэфіцыент прапускання якіх большы за 0,7. Паколькі ў паласу прапускання ўваходзяць ніжэйшыя частоты ад межавай частаты, то гэты фільтр з'яўляецца фільтрам ніжэйшых частот. Паласа прапускання вызначаецца

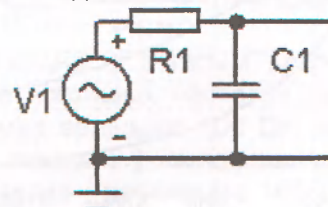
па формуле $\Gamma_f = f_{\text{MAX}} - f_{\text{MIN}}$. Згодна з графікам, $f_{\text{MIN}} = 0$. Таму паласа частот прапускання роўна $f_{\text{MAX}} = 1627$ Гц.

Відавочна, што каэфіцыент перадачы напружання частот у паласе прапускання неаднолькавы. Напружанне з частатой да 10 Гц перадаецца з каэфіцыентам амаль 1 (0 дэцыбелаў), а напружанне межавай частаты з каэфіцыентам 0,7 (–3 дэцыбелы). Неаднолькавасць каэфіцыента перадачы складае 3 дэцыбелы.

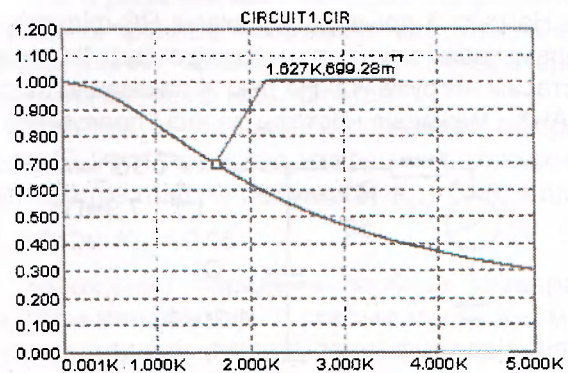
Адзначым, што паслабленне напружання частот вышэй межавай частаты — малое, і яно памяншаецца прапарцыянальна $1/f$. У межах адной актавы (змяненне частаты ў 2 разы) напружанне паслабляецца таксама ў 2 разы (–6 дэцыбел / на актаву).

Разгледжаны электрычны ланцуг, схема якога паказана на рыс. 1, уяўляе пасіўны (магутнасць сігнала на выхадзе менш магутнасці сігнала на ўваходзе) фільтр ніжэйшых частот першага парадку (адзін частотназалежны элемент — ёмістасць). Падобны фільтр можна атрымаць з дапамогаю RL-ланцуга.

Пры ўключэнні RC-фільтра ў электрычную схему да яго далучаецца супраціўленне рэзістара на грузкі, якое дзейнічае на паказчыкі фільтра.

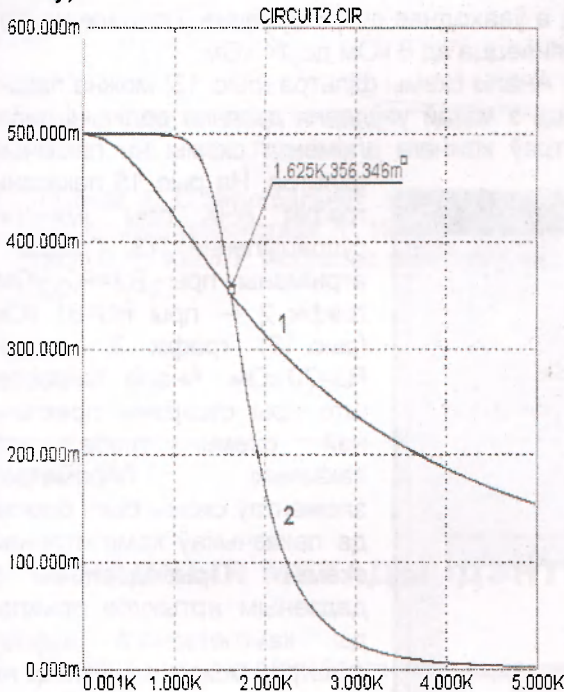


Рыс. 1



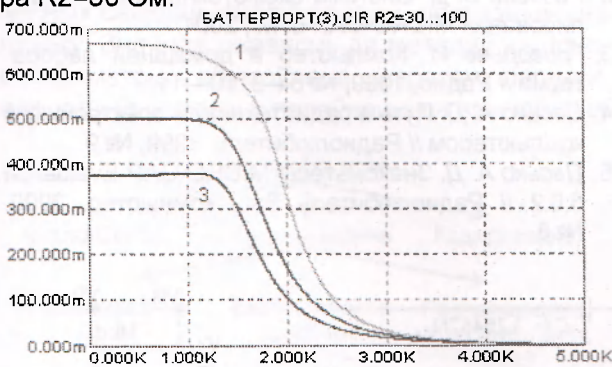
Рыс. 2

На рис. 8 приведены графік АЧХ гэтага фільтра (графік 2), а таксама графік АЧХ RC фільтра па рис. 1 (графік 1). Фільтры маюць аднолькавыя межавыя частоты і паласы прапускання. Як бачна на графіку 2, паслабленне напружання на частотах вышэй межавай частаты значна большае, чым на графіку 1. У прыватнасці, на частаце $2f_{\text{межавая}}$ паслабленне большае ў 32 разы (-30 дэцыбелаў / на актаву).



Рыс. 8

Графікі залежнасці АЧХ фільтра пры змяненні велічыні супраціўлення нарузкі R2, атрыманыя ў рэжыме **Stepping**, паказаны на рыс. 9. Графік 1 атрыманы для R2=100 Ом, графік 2 для R2=50 Ом, графік 3 для R2=30 Ом. Як бачна з графікаў, аптымальная нарузка фільтра R2=50 Ом.

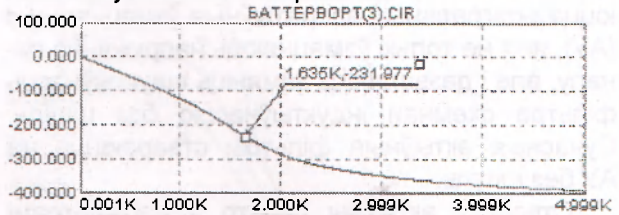


Рыс. 9

Аналіз залежнасці АЧХ фільтра пры змяненні велічыні супраціўлення R1 ад 100 Ом да 30 Ом паказаў малое змяненне характарыстык. Павелічэнне значэння індуктыўнасці кожнай шпулі на 1 мГн прыводзіць да зніжэння межавай частаты на 118 Гц, а павелічэнне значэння

ёмкасці кожнага кандэнсатара на 0,1 мкФ практычна не змяніла АЧХ.

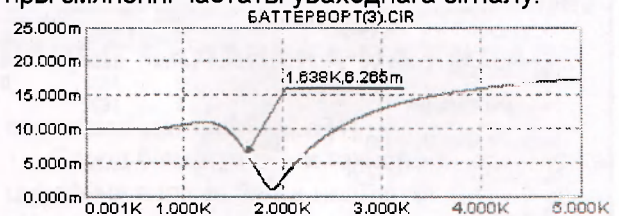
Фазавая характарыстыка напружання выхаднага сігналу адносна напружання ўваходнага сігналу паказана на рыс. 10.



Рыс. 10

Як бачна па характарыстыцы, на частаце 1635Гц (адзначана на графіку) напружанне на выхадзе фільтра зрушана па фазе на -232° , што азначае затрымку ў фільтры сігналу гэтай частаты на 0,39 мс. Фазавая характарыстыка ў паласе прапускання фільтра крыху нелінейная, што прыводзіць да невялікіх скажэнняў формы сігналу.

На рыс. 11 паказан графік частотнага змянення ўваходнага супраціўлення фільтра. Графік паказвае змяненне напружання на рэзістары 1 Ом, уключаным паміж генератарам і фільтрам, пры змяненні частаты ўваходнага сігналу.



Рыс. 11

Па напружанні на рэзістары 1 Ом праводзіцца разлік ўваходнага супраціўлення фільтра:

$$R_{\text{УВАХ}} = \frac{(U_r = 1B)}{U_{r=1\text{Ом}}} (R = 10\text{М}).$$

У адпаведнасці з гэтым разлікам $R_{\text{увах}}$ фільтра на ніжэйшых частотах паласы прапускання мае велічыню 100 Ом, потым крыху памяншаецца і ў канцы паласы прапускання ўзрастае і раўняецца 160 Ом на частаце 1635 Гц.

Для атрымання максімальнага каэфіцыента перадачы фільтра неабходна, каб унутранае супраціўленне крыніцы сігналу (генератара) было значна менш $R_{\text{увах}}$ фільтра.

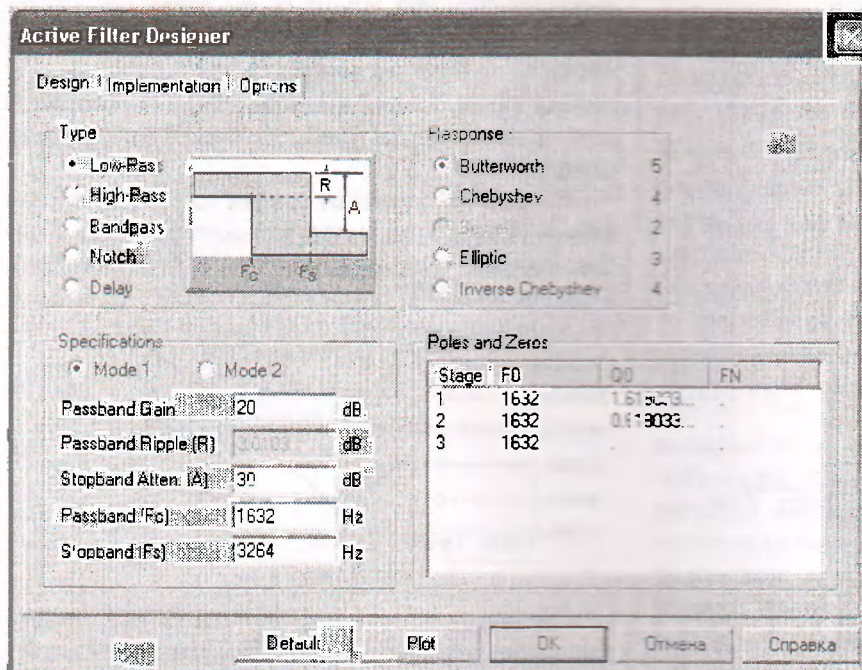
Так, пры ўнутраным супраціўленні генератара (R_r) роўным нулю каэфіцыент перадачы фільтра (па графіку рысунка 8) $K_{(f)} = 0.5$, а пры $R_r = 1\text{кОм}$ $K_{(f)} = 0.05$.

Каэфіцыент перадачы пасіўных фільтраў заўсёды меншы, чым 1, і вельмі малы пры малым уваходным супраціўленні фільтра і значным унутраным супраціўленні крыніцы сігналу. Выкарыстанне разам з пасіўным фільтрам

узмацняльных элементаў дазваляе атрымаць каэфіцыент перадачы большы за 1.

Фільтр называецца актыўным, калі ён пабудаваны разам з узмацняльнымі элементамі. На транзістарных узмацняльных элементах будуецца інтэгральныя апэратыўныя ўзмацняльнікі (АУ), якія не толькі ўзмацняюць напружанне сігнала, але і дазваляюць замяніць індуктыўнасць фільтра схемнай індуктыўнасцю без шпуль. Сучасныя актыўныя фільтры ствараюцца на АУ без шпуль.

Створым актыўны фільтр з параметрамі фільтра (рыс. 7). Для гэтага ў сістэме адчыняецца меню параметраў фільтра, паказанае на рыс. 12.



Рыс. 12

У меню трэба ўказаць тып фільтра **Low-Pass** — фільтр ніжэйшых частот, назву фільтра **Butterworth**, **Passband Gain** — узмацненне сігнала ў паласе прапускання, **Stopband Atten [A]** — паслабленне сігнала за паласой прапускання, **Passband (Fc)** — межавую частату паласы прапускання, **Stopband (Fs)** — межавую частату паласы паслаблення ад межавай частаты паласы прапускання. Калі зачынім меню сістэмай, то ствараецца схема актыўнага

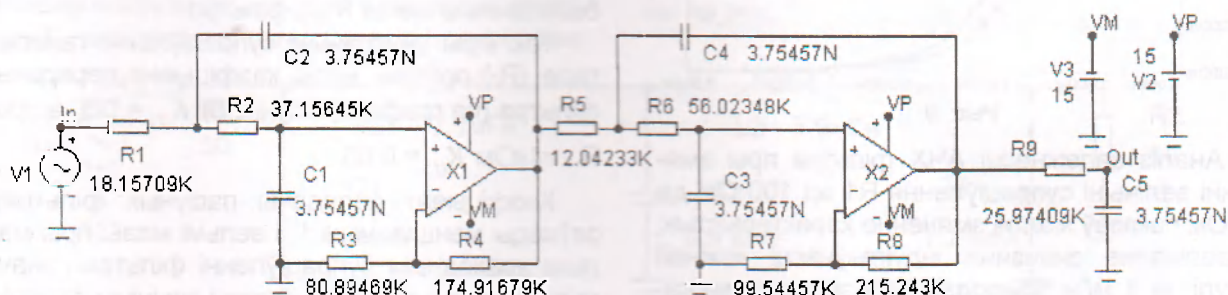
фільтра з параметрамі элементаў, паказаная на рыс. 13.

Графік АЧХ схемы паказаны на рысунку 14. Як бачна з графіка, АЧХ актыўнага фільтра па частаце супадае з графікам пасіўнага фільтра рысунка 8. Выхадное напружанне ў паласе прапускання 10В (пры $U_r = 1В$), што адпавядае каэфіцыенту перадачы, роўнаму 10. Аналіз частотна-фазавай характарыстыкі паказаў супадзенне яе з характарыстыкай пасіўнага фільтра, а ўваходнае супраціўленне ў паласе частот змяняецца ад 8 кОм да 14 кОм.

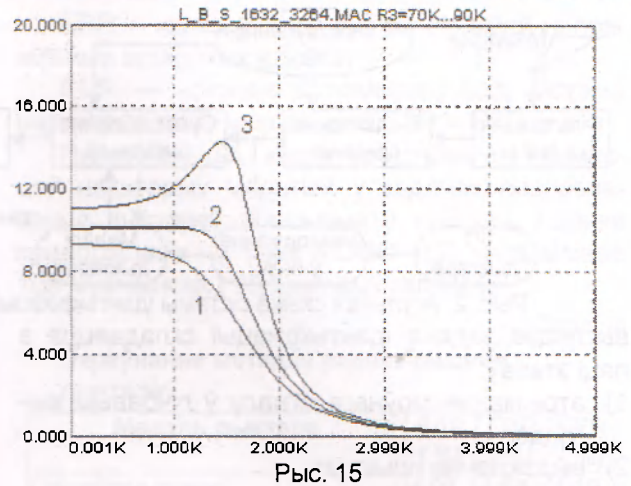
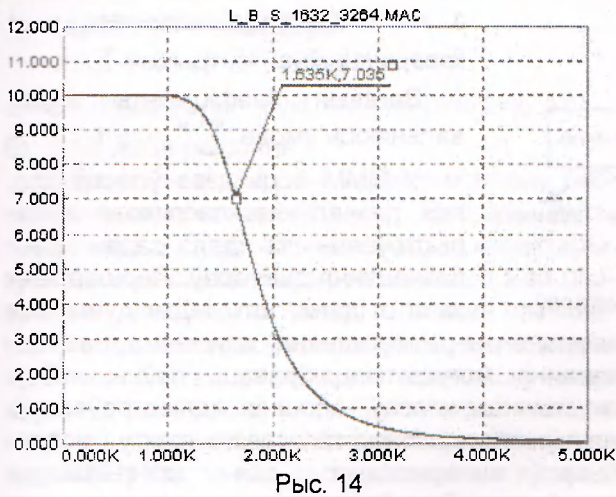
Аналіз схемы фільтра (рыс. 13) можна пашырыць з мэтай уяўлення дзеяння велічыні параметраў кожнага элемента схемы на паказчыкі фільтра. На рыс. 15 паказаны графікі АЧХ пры змяненні супраціўлення R3. Графік 1 атрыманы пры R3=90 кОм, графік 2 — пры R3=81 кОм (рыс. 13), графік 3 — пры R3=70 кОм. Аналіз паказвае, што пры стварэнні практычнай схемы трэба, каб паказчыкі параметраў элементаў схемы былі бліжэй да паказчыкаў камп'ютэрнай схемы. Прыведзеныя ў дадзеным артыкуле прыклады камп'ютэрнага аналізу фільтраў можна пашырыць на схемы іншых фільтраў, вызначыць іх характарыстыкі і параметры элементаў.

ЛІТАРАТУРА

1. Разевиг В. Д. Система схемотехнического моделирования MICRO-CAP V M., 1997.
2. Разевиг В. Д. Система схемотехнического моделирования MICRO-CAP 6. M., 2001.
3. Григорьев И. Компьютер в домашней лаборатории // Радио, 1999, № 5—8, 10—11.
4. Дасько А. Д. Путь в радиотехнику и электронику с компьютером // Радиолюбитель. 1999, № 9.
5. Дасько А. Д. Знакомьтесь! MICRO-CAP Evaluation 6.0.2 // Радиолюбитель Ваш компьютер. 2000. № 8.



Рыс. 13



6. Гутников В. С. Интегральная электроника в измерительных устройствах. Л., 1988.
 7. Хоровиц П., Хилл У. Искусство схемотехники. М., 1986. Т. 1—2.

SUMMARY

The article describes analysis amplitude-frequency characteristic and other performances and parameters of passive and active RC filter with the Micro-Cap software.

УДК 530.1

Дз. Дз. Ладзееў

СУЧАСНЫЯ МЕТАДЫ ІДЭНТЫФІКАЦЫІ ЧАЛАВЕКА ПА ГОЛАСЕ

У наш час значная ўвага надаецца распрацоўцы надзейных сістэм ідэнтыфікацыі асобы на аснове біямэтрычных прыкмет. У аснове такога роду падыходаў ляжыць ідэя распазнавання людзей па іх псіхалагічных ці паводзінскіх характарыстыках. Існуюць розныя тэхналогіі біямэтрыі: распазнаванне твараў і адбіткаў пальцаў, аналіз геаметрыі пальцаў, аналіз радужнай абалонкі вока, аналіз рысунка крывяносных сасудаў, аналіз подпісу, распазнаванне голасу. Значная цікавасць да метадаў на аснове біямэтрыі абумоўлена шэрагам пераваг, якія яны ўяўляюць у параўнанні са звычайнымі

спосабамі ідэнтыфікацыі [1].

Сярод біямэтрычных тэхналогій ідэнтыфікацыі сёння вялікая ўвага надаецца распрацоўцы сістэм на аснове аналізу моўных сігналаў чалавека. Моўны сігнал — складаная структура, у якой адлюстроўваюцца фактары рознай прыроды — семантычнай, лінгвістычнай, артыкуляцыйнай, акустычнай [2—3].

Існуе некалькі асноўных напрамкаў апрацоўкі моўных сігналаў, класіфікацыя якіх прадстаўлена на рыс. 1.

Інфармацыяй высокага ўзроўню ў моўным сігнале з’яўляюцца дыялект, акцэнт, манера размаўляць. Дадзеныя асаблівасці распазнаюцца і аналізуюцца чалавекам. Нізкаўзроўневая інфармацыя ўключае рытм, тон, частату, спектр, паласу прапускання, гэта значыць акустычныя характарыстыкі моўнага сігнала. Гэтыя асаблівасці выкарыстоўваюцца ў аўтаматычных сістэмах распазнавання.

Сучасны падыход да аўтаматычнага распазнавання дыктараў заключаецца ў пабудове стахастычнай мадэлі дыктара з выкарыстаннем параметраў, якія атрыманы з навучальнай моўнай паслядоўнасці. Задача ідэнтыфікацыі дыктара ў тым, што неабходна вызначыць, ці адпавядае голас гаворачага голасу пэўнага дыктара з базы N дыктараў. У агульным

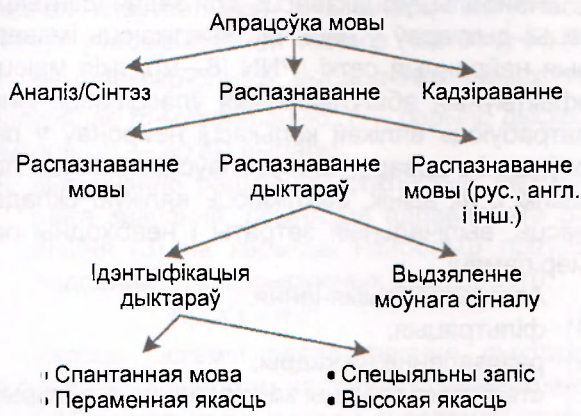


Рис. 1. Асноўныя задачы апрацоўкі мовы