

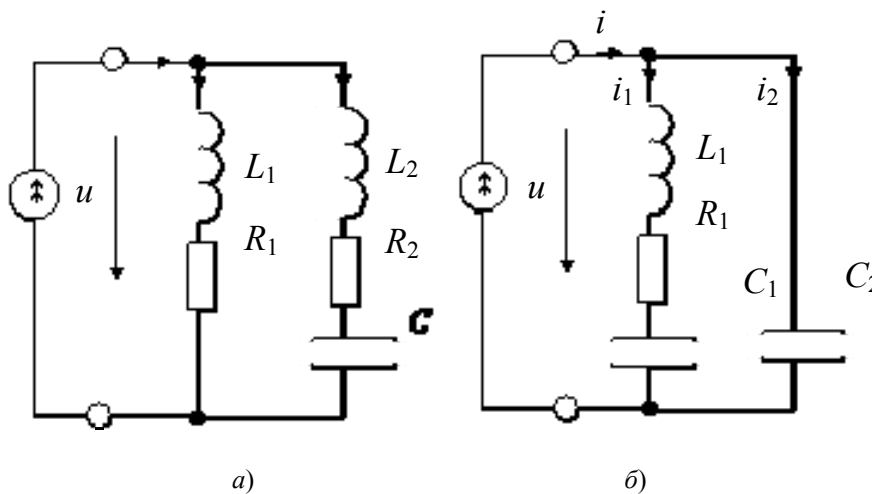
ДАСЛЕДАВАННЕ ПАРАЛЕЛЬНЫХ КАЛЫХАЛЬНЫХ КОНТУРАЎ З НЯПОЎНЫМ УКЛЮЧЭННЕМ ІНДУКТЫЎНАГА ЭЛЕМЕНТА Ў ЯКАСЦІ ФІЛЬТРА

Ф. В. Белакузаў

*Установа адукацыі «Гомельскі дзяржаўны тэхнічны
ўніверсітэт імя П. В. Сухого», Рэспубліка Беларусь*

Навуковы кіраўнік Ю. В. Крышнёў

На практыцы шырока прымяняюцца калыхальныя контуры з няпоўным уключэннем рэактыўнага элемента – з няпоўным уключэннем індуктыўнасці і з няпоўным уключэннем ёмістасці (мал. 1, а, б)



Мал. 1. Контур з няпоўным уключэннем:
а – індуктыўнасці, б – ёмістасці

Для характарыстыкі «непаўнаты» ўключэння рэактыўнага элемента выкарыстоўваецца каэфіцыент ўключэння:

$$p_L = \frac{x_{L_1}}{x_L} = \frac{\omega L_1}{\omega(L_1 + L_2)} = \frac{L_1}{L_1 + L_2};$$

$$p_C = \frac{x_{C_1}}{x_C} = \frac{1/\omega C_1}{1/\omega C_1 + 1/\omega C_2} = \frac{C_2}{C_1 + C_2}.$$

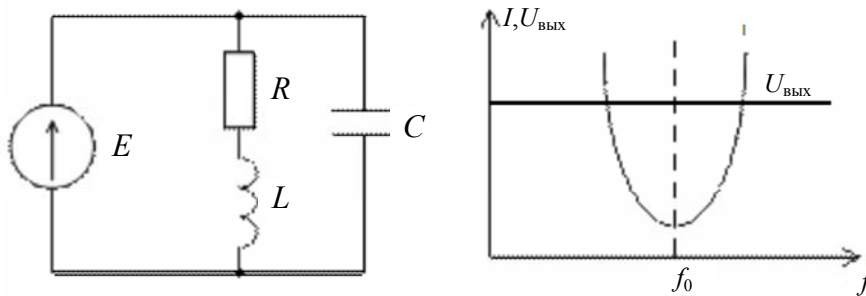
Каэфіцыент ўключэння змяняецца ў межах ад нуля да адзінкі. У апошнім выпадку разгляданы калыхальны контур выраджаецца ў паралельны асноўнага віду. У сувязі з тым, што адна з галін паралельнага калыхальнага контура з няпоўным уключэннем рэактыўнага элемента ўяўляе сабой паслядоўнае ўключэнне кандэнсатара і індуктыўнай шпулькі, у контуры гэтага віду нароўні з рэзанансам токаў мае месца рэзананс напружанняў.

У паралельным калыхальным контуры ўзнікае рэзананс токаў пры ўмове $b_L = b_C$: індуктыўная праводнасць роўная ёмістаснай. У момант рэзанансу токаў ўваходны супраціў контура максімальны і роўны:

$$Z_{\text{вх}} = Q\rho,$$

дзе $Q = \frac{b_L = b_C}{g}$; $\rho = \sqrt{\frac{L}{C}}$ – адпаведна дыхтоўнасць іхвалевы супраціў.

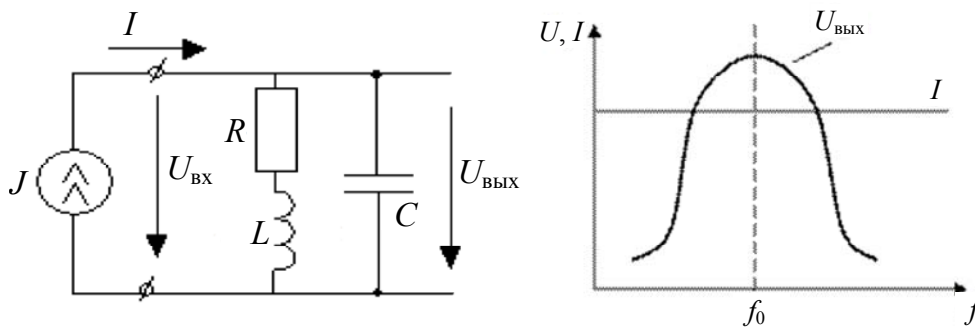
Такім чынам, ток у неразгалінаванай частцы ланцуга будзе мінімальным.



Мал. 2. Паралельны контур, які сілкуецца ад крыніцы напружання

Калі паралельны контур сілкуецца ад крыніцы напружання з малым унутраным супрацівам (мал. 2), то ён мае абіральнасць па току, але не мае абіральнасці па напрузе, што відаць з графікаў (мал. 2).

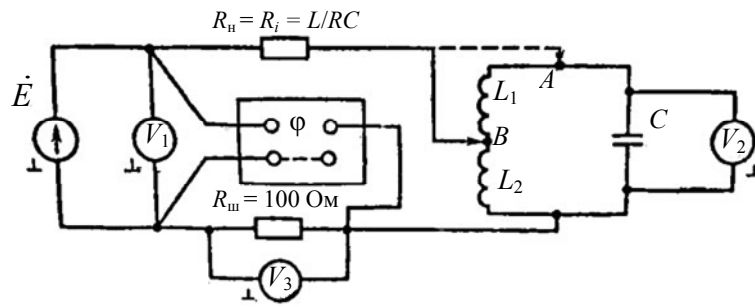
Пры падключэнні паралельнага калыхальнага контура да крыніцы току, напружанне, якое здымаецца з ёмістасці, паўтарае форму ўваходнага супраціву: $U_{\text{вых}} = IZ_{\text{вх}}$, і мы маем такі ж паласавы фільтр, як і пры рэзанансе напружанняў (мал. 3).



Мал. 3. Паралельны контур, які сілкуецца ад крыніцы току

Недахопам такога фільтра з'яўляецца вялікі ўваходны супраціў і, такім чынам, неабходнасць высокага супраціву крыніцы току, пры гэтым сам ток крыніцы аказваецца невялікім. Для зніжэння ўваходнага супраціву ўжываюць контур з няпоўным уключэннем індуктыўнасці або ёмістасці (мал. 1). Пры няпоўным уключэнні рэзанансная частата захоўвае сваё значэнне, а супраціў контуру памяншаецца: $Z_{\text{вых}} = Z_{\text{вх}} p_L^2$. Гэта, у сваю чаргу, дазваляе зменшыць супраціў крыніцы току.

Даследуем уваходныя і перадачковыя ўласцівасці паралельнага калыхальнага контуру з няпоўным ўключэннем індуктыўнага элемента. Схема эксперыменту прадстаўлена на мал. 4.



Мал. 4. Схема эксперименту

Зыходныя даныя: $R_{ш} = 100 \text{ Ом}$; $L_1 = 44,5 \text{ мГн}$; $L_2 = 41,3 \text{ мГн}$; $C = 102,5 \text{ нФ}$; $f_{пр} = 2,4 \text{ Гц}$; $U_1 = 2 \text{ В}$.

Комплексны ўваходны супраціў пры поўным уключэнні:

$$Z = \frac{(2R + j\omega(L_1 + L_2))(-jX_c)}{2R + j\omega(L_1 + L_2) + (-jX_c)} =$$

$$= \frac{(100 + j11304(44,5 \cdot 10^{-3} + 41,3 \cdot 10^{-3}))\left(-j \frac{1}{11304 \cdot 102,5 \cdot 10^{-9}}\right)}{100 + j11304(44,5 \cdot 10^{-3} + 41,3 \cdot 10^{-3}) + \left(-j \frac{1}{11304 \cdot 102,5 \cdot 10^{-9}}\right)} = 7837,04.$$

Комплексны ўваходны супраціў пры няпоўным уключэнні:

$$Z = \frac{(R + j\omega L_1)\left(R + \omega L_2 - j \frac{1}{\omega C}\right)}{2R + j\omega L_1 + j\omega L_2 - j \frac{1}{\omega C}} =$$

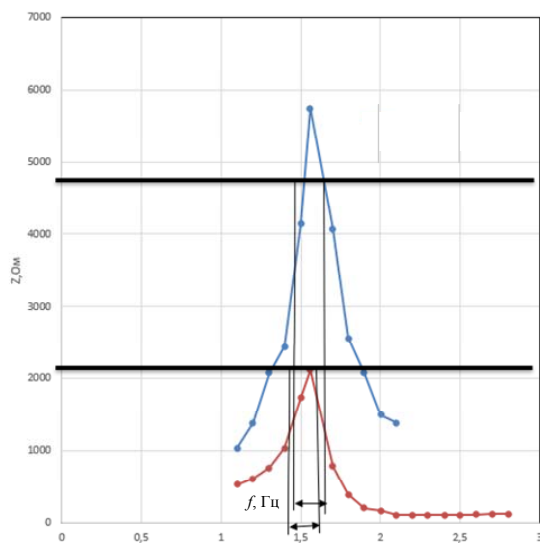
$$= \frac{(50 + j11304 \cdot 44,5 \cdot 10^{-3})\left(50 + j11304 \cdot 41,3 \cdot 10^{-3} \cdot j \frac{1}{11304 \cdot 102,5 \cdot 10^{-9}}\right)}{100 + j11304 \cdot 44,5 \cdot 10^{-3} + j11304 \cdot 41,3 \cdot 10^{-3} - j \frac{1}{11304 \cdot 102,5 \cdot 10^{-9}}} = 3776,8.$$

Рэзанансная частата токаў пры поўным і няпоўным уключэнні:

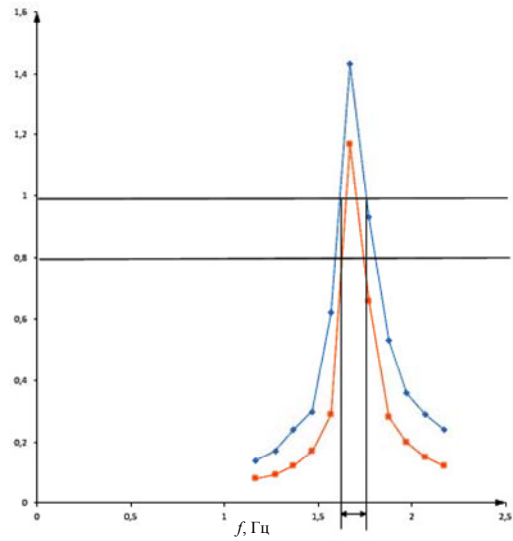
$$\omega_{пр} = \frac{1}{\sqrt{(L_1 + L_2)C}} = \frac{1}{\sqrt{(44,5 + 41,3)10^{-3} \cdot 102,5 \cdot 10^{-9}}} = 0,0107 \cdot 10^6 \frac{\text{рад}}{\text{с}}.$$

Калі пры поўным уключэнні выбраць $L = L_1 + L_2$, то частата рэзанансу токаў у абодвух выпадках зробіцца адной і той жа. Уваходны супраціў контуру пры няпоўным уключэнні зніжаецца. Тэарэтычны разлік пацвярджаецца эксперыментам.

На мал. 5 паказана залежнасць уваходнага супраціву контура пры поўным і няпоўным ўключэнні, на мал. 6 – напружанне, якое здымаецца з ёмістасці.



Мал. 5. Частотная залежнасць уваходнага супраціву контура:
 — поўная схема; — расшчэпленая схема



Мал. 6. Частотная залежнасць напружання, якое здымаецца з ёмістасці:
 — поўная схема; — расшчэпленая схема

Рэзананс у паралельным калыхальным контуры асноўнага віду наступае на той жа частаце, што і рэзананс у паслядоўным контуры, складзеным з такіх жа элементаў.

Найважнейшай уласцівасцю контура з няпоўным уключэннем з'яўляецца здольнасць зніжаць рэзанансны супраціў без пашырэння паласы прапускання і, такім чынам, без пагаршэння абіральных уласцівасцей ланцуга.

Літаратура

1. Нэйман, Л. Р. Тэарэтычнае кіраванне ў галінах / Л. Р. Нэйман, К. С. Демирчян. – 5-е выд. – СПб. : Піцер, 2014. – Т. 1. – 416 с.
2. Добротворская, І. М. Лабараторны практыкум па асновах тэорыі ланцугоў / І. М. Добротворская. – М. : Выш. шк., 1986. – 190 с.

АСАБЛІВАСЦІ І МАГЧЫМАСЦІ ПЛАТФОРМЫ Arduino

Д. В. Дубінін

Установа адукацыі «Гомельскі дзяржаўны тэхнічны ўніверсітэт імя П. В. Сухого», Рэспубліка Беларусь

Навуковы кіраўнік Ю. В. Крышнёў

Arduino – гэта гандлёвая марка апаратна-праграмных сродкаў для пабудовы і прататыпіравання простых сістэм, мадэляў і эксперыментаў у галіне электронікі, аўтаматыкі, аўтаматызацыі працэсаў і робататэхнікі.

Праграмная частка складаецца з бясплатнай праграмнай абалонкі (IDE) для напісання праграм, іх кампіляцыі і праграмавання апаратуры. Праграмаванне вядзецца цалкам праз уласную бясплатную праграмную абалонку Arduino IDE. У гэтай абалонцы маецца тэкставы рэдактар, працэсар, кампілятар, менеджэр праектаў і інструменты для загрузкі праграмы ў мікракантролер. Абалонка, напісаная на Java на аснове праекта Processing, працуе пад Windows, Mac OS X і Linux. Выкарыстоўваецца камплект бібліятэк Arduino.