

УДК 621.3

ВИСОКОЧУТЛИВИЙ АКТИВНИЙ LRC-ФІЛЬТР НИЖНІХ ЧАСТОТ З МАЛИМ ВХІДНИМ ОПОРОМ

Рогальський Ф.Б., Корніловська Н.В., Рогальський О.Ф., Лур'є І.А.

Вступ. Сучасні системи промислової автоматики потребують високонадійних засобів приймання-передачі інформації. Для забезпечення необхідних параметрів каналів приймання-передачі таких систем необхідно отримати конкретні рішення щодо створення електронної апаратури телекомунікаційних каналів. Незважаючи на значну кількість публікацій, присвячених дослідженню радіотехнічних ланцюгів і їх компонентів[1-3], можливості удосконалення каналів далеко не вичерпані.

Постановка задачі. Важливе місце серед компонентів каналів займають фільтри низьких частот (ФНЧ). В роботі розглядається частотно-залежний LRC – двополюсник з властивостями фільтра нижніх частот, що забезпечує вимоги високонадійного процесу приймання-передачі інформації. Мета роботи – дослідження параметрів і характеристик такого фільтра.

Викладення основного матеріалу. Спеціальні вимоги до високочутливих активних LRC-фільтрів нижніх частот з малим входним опором можуть бути сформульовані наступним чином:

- висока чутливість зумовлює вимогу малого коефіцієнту шуму;
- в основу побудови фільтра нижніх частот повинні бути покладені принцип побудови підсилювачів постійного струму, які характеризуються високим рівнем „дрейфування нуля”; отже, необхідно забезпечити мінімальне „дрейфування нуля”;
- необхідні спеціальні рішення для забезпечення малого входного опору;
- необхідні спеціальні рішення для забезпечення великих коефіцієнтів передачі;
- при необхідності забезпечення невеликих смуг прозорості ФНЧ, проблемою стає забезпечення великих коефіцієнтів передачі з огляду на те, що зменшення смуги прозорості забезпечується, як правило, підключенням ємності в зворотному зв'язку, що веде до зменшення коефіцієнта передачі.

Сучасні методи створення і вдосконалення ФНЧ [4] дозволяють отримати фільтри, що задовольняють наведеним вимогам.

Вказані двополюсники складаються з паралельно підключених один до одного паралельного та послідовного резонансних контурів, налаштованих на одну й ту ж резонансну частоту. Причому, в послідовному контурі послідовно з індуктивністю та ємністю включається резистор R_0 , величина опору якого визначає міру зв'язку між резонансними контурами. Активний опір індуктивностей контурів r_L значно менший опору резистора R_0 . Індуктивності та ємності паралельного та послідовного контурів взаємно рівні. При додержанні співвідношення $R_0 = 1,4 \rho_0$, де ρ_0 - характеристичний опір контурів, в амплітудно-частотній характеристиці з'являється “полічка” – незалежність коефіцієнта передачі фільтра від частоти. У випадку підключення додаткового резистора R послідовно з індуктивностями, а також при виконанні умови $R > R_0$ двополюсник набуває властивостей фільтра нижніх частот. Регулювання смуги прозорості такого фільтра виконують зміною одного відносно іншого характеристичних опорів послідовного та паралельних контурів $\rho_{\text{посл.}}$ та $\rho_{\text{пар.}}$ з однаковою швидкістю та протилежними знаками. Такий двополюсник доцільно включити в якості колекторного навантаження каскаду з загальною базою.

Відомо [5], що високочутливі, тобто з малим коефіцієнтом шуму, підсилювачі

доцільно будувати на дискретних малошумливих транзисторах, особливо на польових. Проте, польові транзистори погано узгоджуються з вищими входними сигналами з малим внутрішнім опором. Тому вхідний каскад має бути побудований на малошумливому біполярному транзисторі, підключеному по схемі з загальною базою (ЗБ). Для забезпечення високого коефіцієнта передачі пристрою послідовно з вхідним каскадом на біполярному транзисторі доцільно підключити підсилювальний каскад на операційному підсилювачі (ОП). А для зменшення впливу каскаду на ОП на каскад з ЗБ їх треба розділити буферним каскадом – емітерним повторювачем. Згідно з вищезазначеним схему високочутливого активного LRC-фільтра нижніх частот з малим входним опором можна представити так, як вона зображена на рис.1.

Тут на транзисторі VT1 зібрано каскад з ЗБ та частотнозалежним колекторним навантаженням з властивостями ФНЧ, на транзисторі VT2 – емітерний повторювач, на операційному підсилювачі DA1 – підсилювач з мінімізацією „дрейфування нуля”, а також з компенсацією „провалу” амплітудно-частотної характеристики всього пристрою на нульовій частоті. Елементи C1 та Rш1 забезпечують мінімізацію „дрейфування нуля”. Елементи C2 та Rш2 забезпечують компенсацію „провалу” амплітудно-частотної характеристики всього пристрою на нульовій частоті.

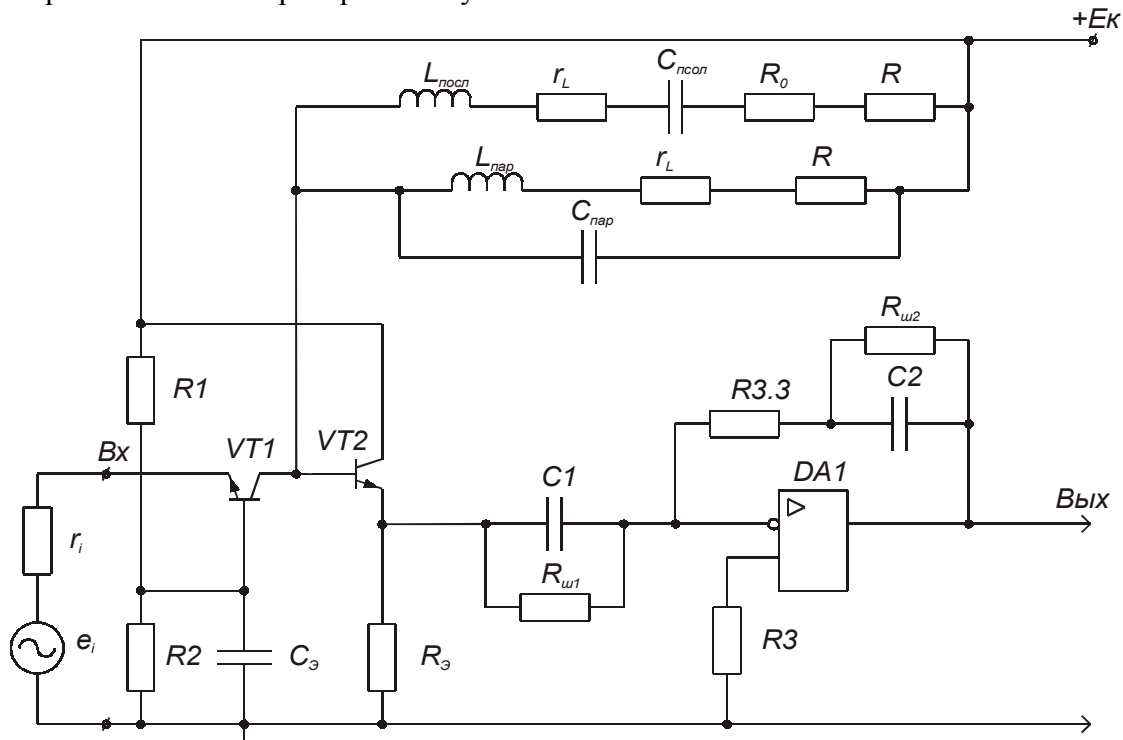


Рис.1.

На рис.2 та рис.3 представлені електрична принципова схема вхідного каскаду, що забезпечує всьому пристрою властивості ФНЧ, та його амплітудно-частотна характеристика відповідно.

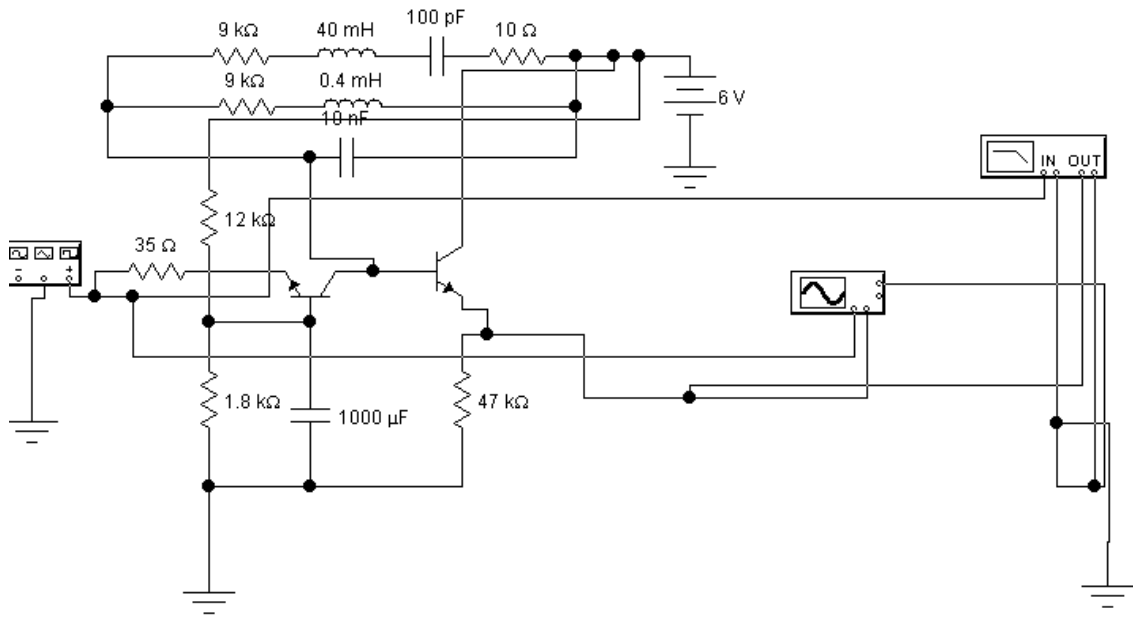


Рис.2.

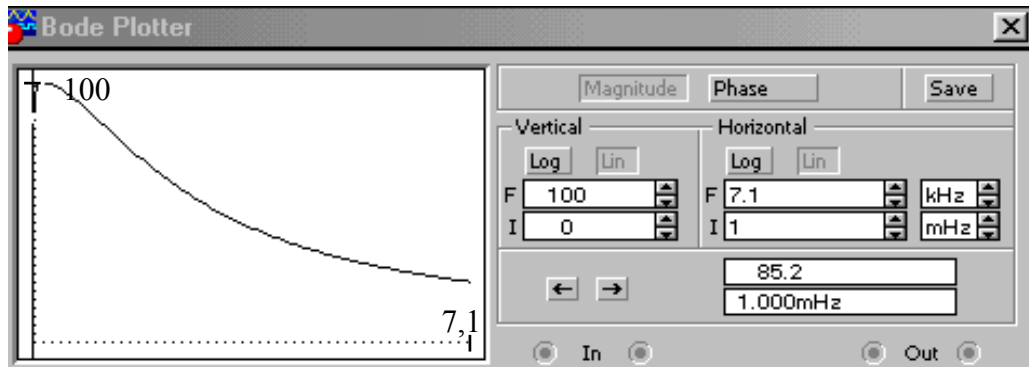


Рис.3.

На рис.4 та рис.5 представлені електрична принципова схема всього пристрою та його амплітудно-частотна характеристика відповідно.

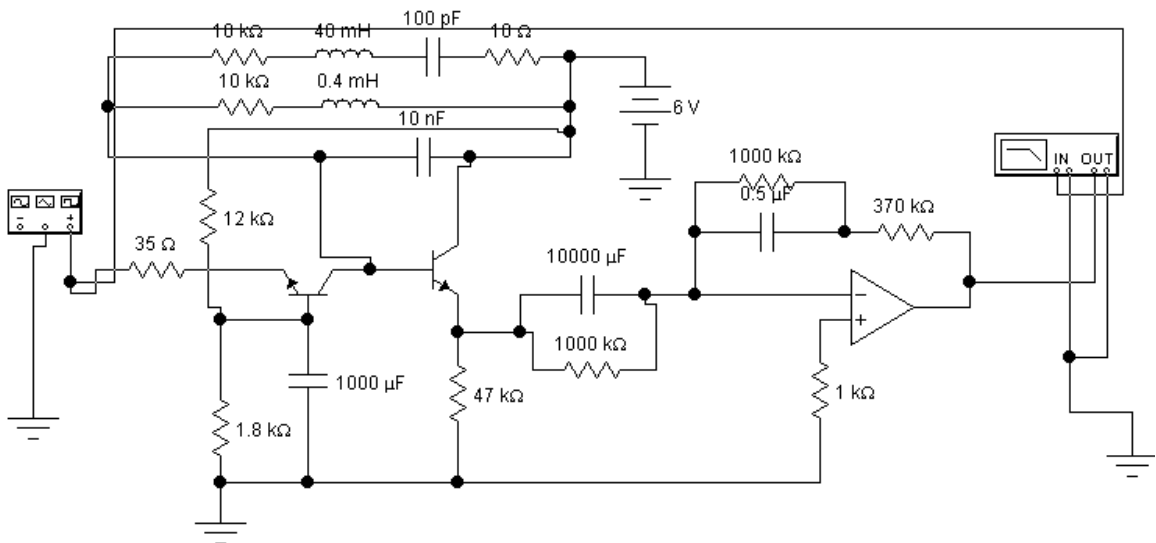


Рис.4.

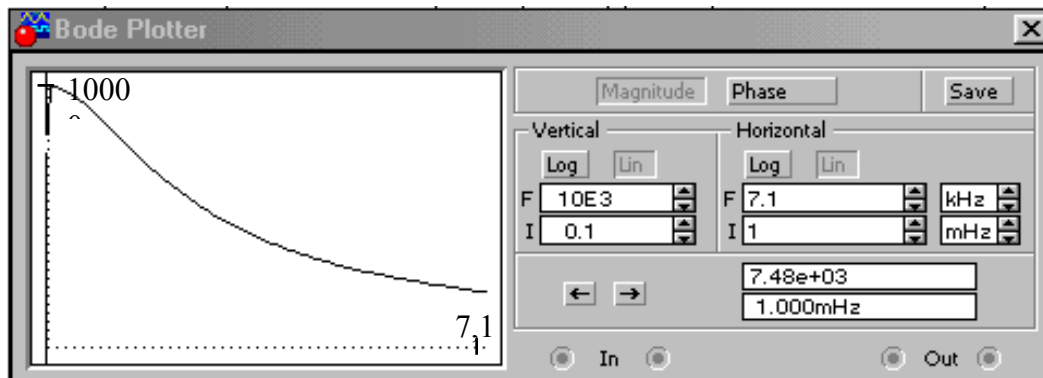


Рис.5.

Графічний матеріал на рис.2-рис.5 одержано моделюванням з використанням пакета прикладних програм Electronics Workbench.

Висновки. З порівнянь графічного матеріалу видно, що коефіцієнт передачі вхідного каскаду на нульовій частоті дорівнює приблизно $K_{U_{вв}} \cong 100$ (рис.3), а коефіцієнт передачі всього пристрою на нульовій частоті дорівнює приблизно $K_{U_{\Sigma}} \cong 10^4$ (рис.5). Смуга прозорості ФНЧ на рівні 0,7 від максимального коефіцієнта передачі дорівнює $\Delta F^{0,7} \cong 1,6 \text{ кГц}$ (рис.3, рис.5). Таким чином, запропонований пристрій забезпечує можливість регулювання коефіцієнта передачі та смуги прозорості. Схема характеризується малим вхідним опором, великим коефіцієнтом передачі та високою чутливістю.

The requirements to highly-sensitive filter of low frequencies with small input resistance and principles of their development are considered. The principles of the direct current amplifiers characterized by high level "driftage" zero are used as the basis of the low frequency filter design. The small input resistance and high transfer ratios are provided by special devices. The diagram of the filter specifications and results is given.

1. Баскаков С.И. Радиотехнические цепи и сигналы. – М.: Высш. шк., 2000.- 315 с.
2. Микропроцессоры. Средства сопряжения, контролирующие и информационно-управляющие системы / Под ред. Л.Н. Преснухина. – М.: Высш. шк., 1986.- 235 с.
3. Рогальский Ф.Б., Корниловская Н.В. Сравнительный анализ характеристик и параметров активных частотно-избирательных цепей RC и LRC типов // Автоматика. Автоматизация. Электротехнические комплексы и системы. – 1999. – №2(5). - С. 116 -122.
4. Корниловская Н.В. Использование информационных технологий для совершенствования телекоммуникационных трактов систем промышленной автоматизации // Вестник Херсонского государственного технического университета. – 2002. – № 1(14). – С.227-281.
5. Прянишников В.А. Электроника: Курс лекций. - СПб.: Корона принт, 1998. - 253 с.