

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕМПЕРАТУРНИХ ХАРАКТЕРИСТИК АКТИВНОГО НВЧ ФІЛЬТРА

Вінницький національний технічний університет

Анотація – В роботі представлено експериментальні дослідження температурних характеристик активного НВЧ фільтра на основі транзисторного аналога індуктивності. Показано, що зміна квазірезонансної частоти активного НВЧ фільтра не перевищує $0,2 \text{ МГц}/^\circ\text{C}$, а коефіцієнта передачі $0,25 \text{ дБ}/^\circ\text{C}$.

Ключові слова: активний фільтр, транзисторний аналог індуктивності, активна індуктивність, температурна залежність.

Abstract - The paper presents experimental studies of the temperature characteristics of an active microwave filter based on a transistor inductance analogue. It is shown that the change in the quasi-resonant frequency of the active microwave filter does not exceed $0.2 \text{ MHz}/^\circ\text{C}$, and the transfer coefficient is $0.25 \text{ dB}/^\circ\text{C}$.

Keywords: active filter, transistor analog of inductance, active inductance, temperature dependence.

Вступ

Проблема мікромініатюризації селективних кіл особливо в низькочастотній області НВЧ діапазону та близької до неї високочастотної області на теперішній час повністю не вирішена. Це пов'язано з тим, що розміри реактивних елементів, роль яких виконують розімкнені або закорочені відрізки ліній передачі досить великі. Ця проблема стоїть при мікромініатюризації індуктивної компоненти [1–3]. У бездротовому зв'язку конденсатор та індуктивність є найбільш важливими реактивними елементами для вибору частоти [4 – 6]. Як результат, будь-яка схема, що містить пасивну індуктивність, такий пристрій, як генератор керований напругою, підсилювач з низьким рівнем шуму чи активний фільтр, займає значний розмір у структурі мікросхеми. Для вирішення цієї проблеми можуть застосовуватися активні індуктивності на основі біполярних транзисторних структур або інших схемотехнічних реалізацій на параметри яких впливають різноманітні зовнішні фактори [6, 7]. Тому дослідження температурних характеристик активного НВЧ фільтра наразі є актуальним.

Теоретичні та експериментальні дослідження

Дослідження температурних характеристик активного НВЧ фільтра проводилися в діапазоні температур від $-50 \text{ }^\circ\text{C}$ до $+60 \text{ }^\circ\text{C}$. Структурна схема експериментальної установки представлена на рис. 1. Необхідний температурний режим забезпечувався шляхом пом'якшення досліджуваного елемента в термокамеру типу ТХВ-150. Зміни амплітудно-частотної характеристики АПФ спостерігалось за допомогою автоматичного вимірювача АЧХ типу ХІ-42, вимірювання проводилося по точках за допомогою мікрівольтметра ХДМ2041.

У режимі вимірювань прилад ХІ-42 використовувався, як генератор стандартних сигналів. Вимірювання температури здійснювалося транзисторним термосенсором. Який встановлювався на корпусі активного фільтра на основі транзисторного аналога індуктивності. Градувальна крива і схема термосенсора представлені на рис.2 і рис.3. Результати експериментальних досліджень температурної залежності квазірезонансної частоти і коефіцієнта передачі на цій частоті представлені на рис. 4, а зміна АЧХ на рис. 5. Як видно з графіків зміна квазірезонансної частоти не перевищує $0,2 \text{ МГц}/^\circ\text{C}$, а коефіцієнта передачі $0,25 \text{ дБ}/^\circ\text{C}$. З ростом температури відбувається зменшення квазірезонансної частоти, що обумовлено зростанням реактивної складової повного опору кола "емітер-колектор" транзистора.

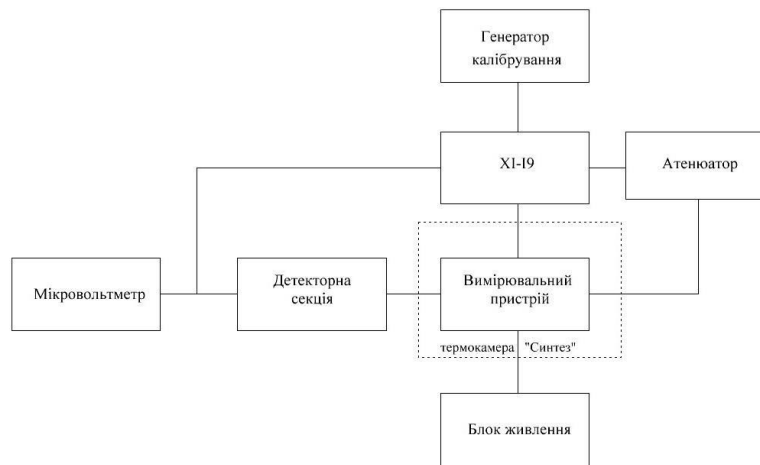


Рис. 1. Схема експериментальної установки для дослідження температурних властивостей активних НВЧ фільтрів

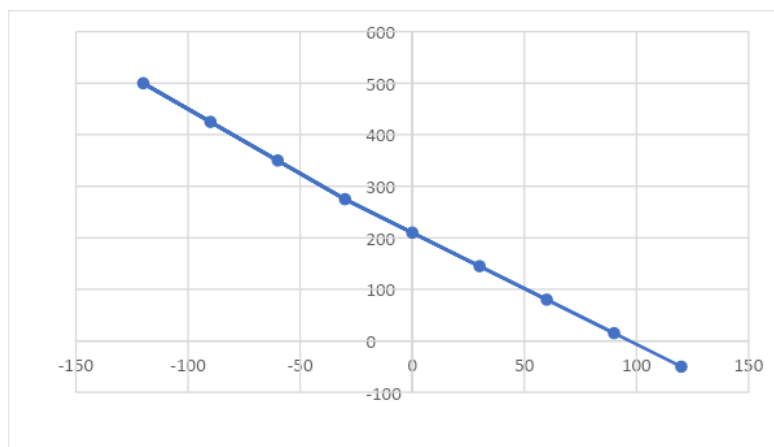


Рис.2. Температурна характеристика транзисторного термодатчика

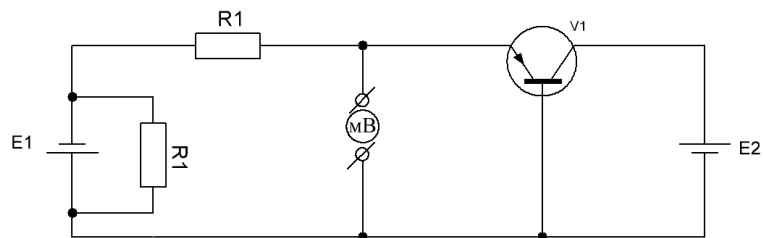


Рис. 3. Схема транзисторного термосенсора

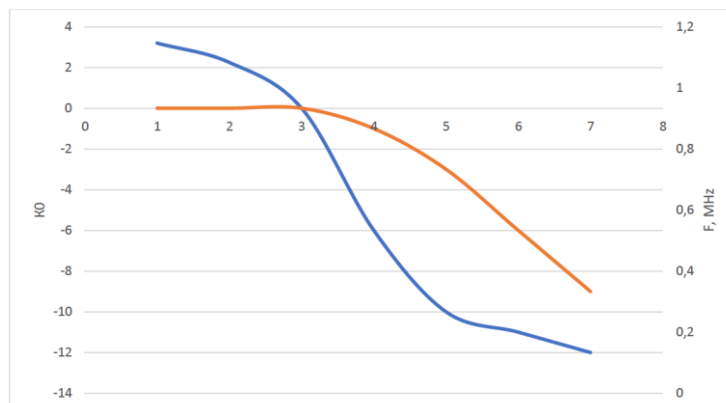


Рис. 4. Залежність девіації резонансної частоти і коефіцієнта передачі активного НВЧ фільтра K_0 від температури

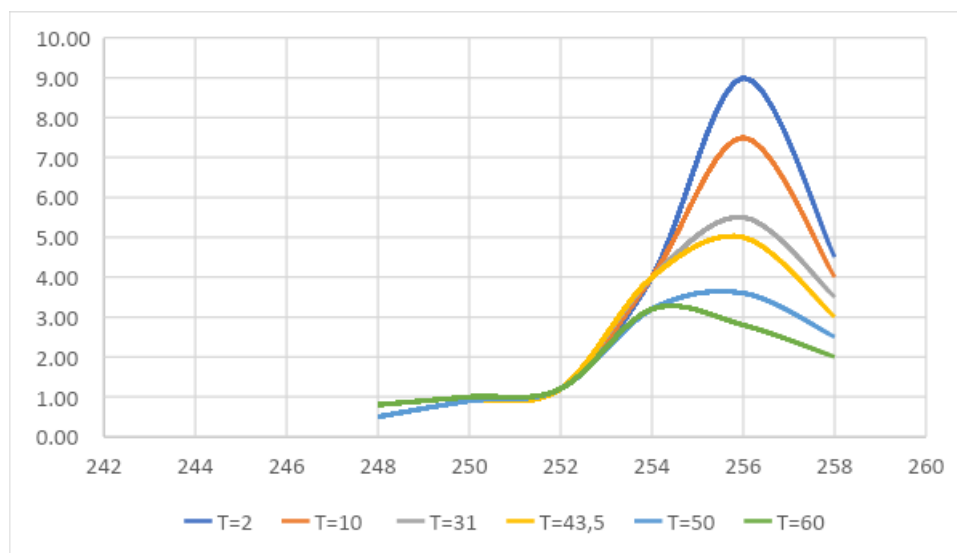


Рис. 5. АЧХ взаємного АФ при різних температурах

Коефіцієнт передачі активного фільтра з ростом температури зменшується і при температурі $+75\text{ }^{\circ}\text{C}$ стає негативним, тобто фільтр перестає посилювати сигнал. Ця залежність пояснюється зростанням диференціального опору емітерного і величини опору резистора R_3 в ланці емітера, що веде до зменшення добротності ланцюга емітер-колектор транзистора.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Y. Wu, M. Ismail and H. Olson, "A novel CMOS fully differential inductorless RF bandpass filter", IEEE International Symposium on Circuits and Systems (ISCAS 2000), Switzerland, pp. 149–152, 2000.
2. L.-H. Lu, H.-H. Hsieh and Y.-T. Liao, "A wide tuning-range CMOS VCO with a differential tunable active inductor", IEEE Microwave Theory and Techniques, vol. 54, pp. 3462-3468, Sept. 2006.
3. H. Xiao and R. Schaumann, "A 5.4-GHz high-Q tunable activeinductor bandpass filter in standard digital CMOS technology", Analog Integrated Circuits and Signals Processing, vol. 51, pp. 1-9, April 2007.
4. М. А. Філінюк, Л. Б. Ліщинська, Активні УВЧ і НВЧ фільтри. –Вінниця, Україна: ВНТУ, 2010, –396 с.
5. Y. Wu, M. Ismail and H. Olsson, "CMOS VHF/RF CCO based on active inductors", Electronics Letters, vol. 37, pp. 472-473, April 2001.
6. Осадчук В. С., Осадчук А. В. Реактивные свойства транзисторов и транзисторных схем. – Винница: «Универсум-Винница», 1999. - 275 с.
7. Осадчук В. С. Индуктивный эффект в полупроводниковых приборах. –К.: Высшая Школа, 1987. –154 с.

Осадчук Олександр Володимирович – доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри радіотехніки, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, Україна. e-mail: osadchuk.av69@gmail.com

Ліхашорський Сергій Володимирович – аспірант кафедри радіотехніки, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, Україна, e-mail: lihashorskiy@gmail.com

Червак Оксана Петрівна – провідний інженер кафедри радіотехніки, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, Україна, e-mail: oksana_chervak@ukr.net

Osadchuk Alexander Vladimirovich – Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Radio Engineering, Vinnitsa National Technical University, Vinnitsia, Ukraine. e-mail: osadchuk.av69@gmail.com

Likhashorsky Serhiy Volodymyrovych - graduate student of the Department of Radio Engineering, Vinnitsia National Technical University, Vinnitsia, Ukraine, e-mail: lihashorskiy@gmail.com

Chervak Oksana Petrivna - Leading Engineer of the Department of Radio Engineering, Vinnitsia National Technical University, Vinnitsia, Ukraine, e-mail: oksana_chervak@ukr.net