

ВДОСКОНАЛЕННЯ ШУМОВОЇ МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ОПЕРАЦІЙНОГО ПІДСИЛЮВАЧА.

Михалевський Д.В.

Науковий керівник: докт. техн. наук, професор Кичак В.М.
 Вінницький національний технічний університет
 кафедра "Телекомунікаційних систем та телебачення"
 вул Хмельницьке шосе 95, м. Вінниця, 21021, Україна
 Тел.: +380638564680; e-mail: adotq@ukr.net

Abstract — The new noise mathematical models of operating strengthener are resulted for prognostication of reliability

1. Вступ

При прогнозуванні надійності операційних підсилювачів (ОП), першим етапом є створення математичної шумової моделі. В результаті невідповідності опису шумових процесів, апроксимуюча функція буде відрізнятися від результатів експерименту і в результаті цього з'являється похибка адекватності. Зменшуючи дану похибку можна отримати більшу вірогідність отриманих результатів. При дослідженні шумових характеристик ОП зазвичай використовується модель, шумові джерела якої приведені до входу ідеального підсилювача [1]. Вона є досить простою для оцінки шумів, але неоптимальною для оцінки надійності. В роботі проводиться аналіз отриманих нових шумових моделей, які надають можливість оцінювати надійність ОП із більшою точністю.

2. Основна частина

Надійність внутрішньої структури ОП можна визначити за рівнем низькочастотних шумів типу 1/f і контактних. Ці шуми є частотозалежними і проявляють себе у дефектах різного роду. Використовуючи еквівалентну схему [2] і виконуючи еквівалентну заміну внутрішніх каскадів шумова модель прийме вигляд як показано на рис. 1.

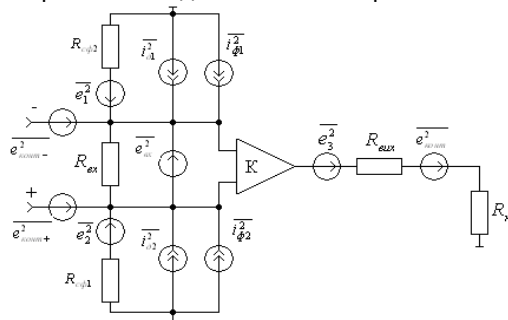


Рис. 1 – Шумова модель ОП

Вхідний каскад є диференціальним підсилювачем, має найбільший коефіцієнт підсилення і створює найбільший рівень шумів, тому при наявності дефектів структури на місцях з'єднання виводів можуть виникати частотозалежні контактні шуми e_{cti0}^2 . На кожному вході і на виході діють джерела теплових шумів e_1^2 і e_2^2 , а також джерело e_{ao}^2 – тепловий шум на вхідному опорі. Каскад може вміщувати два і більше транзисторів, тому на

кожному із входів прикладаються джерела дробового шуму e_{a1}^2 і e_{a2}^2 . В області емітерних переходів виникають шуми типу 1/f, які позначенні струмовими джерелами i_{o1}^2 і i_{o2}^2 . Вихідний каскад є узгоджувачем і його можна представити еквівалентним вихідним опором із тепловим шумом e_3^2 та джерелом контактного шуму.

При оцінці надійності, для вимірювання рівня вихідного шуму, ОП вмикать за відповідною схемою, як показано на рис. 2.

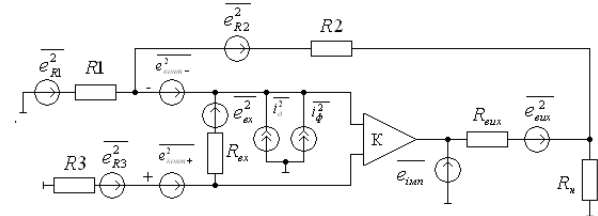


Рис. 2 – Шумові джерела при вимірюваннях

Враховуючи що e^2 і i^2 джерела які відображають внутрішні шуми, то еквівалентну шумову напругу можна визначити за виразом

$$\bar{E}^2 = \sqrt{4kT \Delta f (R_1 R_2 + R_2 + R_3 A^2) + e^2 + i^2 (R_2^2 + R_3^2 A^2)},$$

де $A = (R_1 + R_2) / R_1$ – характеристика білого шуму.

Як видно із формули, елементи схеми збільшують рівень шумів на величину, яка не залежить від частоти.

Ще один показник якості структури – імпульсний шум, який є проявом наявності небажаних домішок. Він може локалізуватись по всій напівпровідниковій структурі ОП, і його можна зобразити джерелом e_{z1}^2 .

3. Висновок

Таким чином запропонована шумова модель ОП є найбільш повною і враховує всі види шумів які проявляють себе на низьких частотах. Використання цієї моделі дає можливість зменшити похибку адекватності, що підвищує ефективність при безпосередньому прогнозуванні надійності.

4. Список літератури

- [1] Отт Г. Методы подавления шумов и помех в электронных системах / Г.Отт. – М.: Мир, 1979. – 320 с.
- [2] Фолкенберри Л. Применение операционных усилителей и линейных ИС / Л. Фолкенберри. – М.: Мир, 1985. – 572с.