УДК 621.391.822

О.П. Остап
Національний університет "Львівська політехніка",
кафедра радіоелектронних пристроїв та систем

АНАЛІТИЧНИЙ РОЗРАХУНОК ЧАСТОТНИХ ЗАЛЕЖНОСТЕЙ ШУМОВИХ ПАРАМЕТРІВ КАНОНІЧНОЇ МОДЕЛІ ПІДСИЛЮВАЛЬНОГО ПРИСТРОЮ

© Олег О.П., 2002

Представлено спосіб аналітичного розрахунку частотних залежностей шумових параметрів канонічної шумової моделі підсилювального пристрою, який дозволяє за виміряними шумовими параметрами на низьких частотах розраховувати їх значення у високочастотному діапазоні.

A new method for analytical calculating the frequency dependencies of canonical model noise parameters of amplifier devices is represented, that allows computing the high-frequency noise parameters from measured low-frequency parameters.

Порогова чутливість більшості інформаційно-вимірювальних систем (ІВС), значною мірою залежить від шумових властивостей первинного підсилювального пристрою, який здійснює початкове підсилення сигналу. Отже, покращення його шумових характеристик – зменшення впливу його власних шумів на корисний сигнал, позитивно впливає на поріг чутливості ІВС. Серед напрямків зменшення впливу власних шумів попереднього підсилювача можна виділити такі дві групи методів: зменшення власних шумів елементів схеми підсилювача на етапі виробництва або вибір імпедансу джерела сигналу так, щоб співвідношення сигнал-шум було максимальним. Перша група методів потребує більш складних операцій, оскільки вимагає впровадження змін у технологічні процеси виробництва і, крім цього, використання високоякісних матеріалів та високотехнологічних операцій виготовлення. Методи вибору джерела сигналу при вже вибраному підсилювальному пристрої дозволяють додатково суттєво покращити співвідношення сигнал-шум простим і економічним шляхом. Існує два методи вибору джерел сигналу: шумове узгодження (підбирається лише модуль імпедансу джерела сигналу) і шумове спряження (підбирається як активна, так і реактивна складові імпедансу джерела сигналу) [1-3].

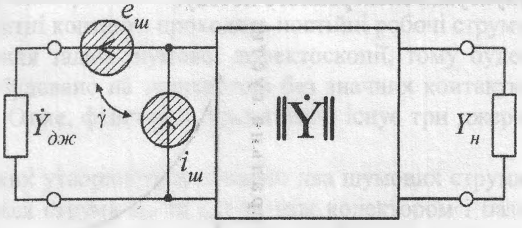

Рис. 1. Канонічна шумова еквівалентна схема заміщення реального підсилювального пристрою.

Однак для ефективного проведення шумового узгодження чи спряження насамперед потрібно мати модель поведінки власних шумів підсилювального пристрою залежно від імпедансу джерела сигналу. Найзручнішою і найпростішою шумовою моделлю, як для експериментального вимірювання, так і для подальших математичних операцій з нею, є канонічна еквівалентна схема заміщення реального підсилювального пристрою [3-5] (рис.1), шумовими параметрами якої є еквівалентна шумова напруга $e_ш$, еквівалентний шумовий струм $i_ш$ та коефіцієнт кореляції між ними $\dot{\gamma}$, який визначається так:

при використанні методики, описаної в [7], цього і не потрібно робити, оскільки вимірювання шумових параметрів проводиться одночасно в цілому низькочастотному діапазоні включно з частотним діапазоном, де починають переважати білі шуми. З іншого боку вимірювання шумів в низькочастотному діапазоні, крім наднизьких частот, є значно простішою задачею порівняно з їх вимірюванням у високочастотному діапазоні, оскільки дозволяє пряме перетворення аналогового сигналу у цифрову форму з подальшою його обробкою і аналізом за допомогою програмних засобів [7].

Проведена робота показала:

1. Відсутність комплексної корельованості еквівалентних шумових джерел канонічної моделі у низькочастотному діапазоні.
2. Можливість аналітичного розрахунку спектральних густин еквівалентних джерел і спектральної залежності коефіцієнта кореляції можна використовувати при шумовому узгодженні у смузі частот.
3. Розрахунок значення фізичних шумових струмів дає можливість проводити аналіз природи флуктуаційних процесів у транзисторах.

1. Мизюк Г.Л., Мизюк Л.Я., Способы реализации шумового согласования источника сигнала с усилителем // Отбор и передача информации. Вып.64, 1981, С89-95. 2. Мошинский А.Е., О согласовании усилителя с входным преобразователем сигнала // Отбор и передача информации. Вып.70, 1984, С69-73 3. P. Dub, V. Nichoga, L. Mizuk, On a New Approach to an Evaluation of Noise Parameters of Amplifiers for Signal Preliminary Processing // Proceedings of the EURASIP Conference on DSP for Multimedia Communications and Services (ECMCS'99) (CD-ROM, paper 14), Krakow, Poland, 1999. 4. . Нічога В., Остап О., Дуб П., Аналіз шумових параметрів та еквівалентних шумових схем підсилювальних пристроїв (огляд) // Вісник НУ "Львівська політехніка", 2000, №399, С. 65-75. 5. Мизюк Г.Л., О сравнении двух вариантов эквивалентной шумовой схемы усилителя // Отбор и передача информации. 1980, Вып.61, С.73-79. 6. Громов В.И., Мошинский А.Е., Измерение первичных шумовых параметров усилителей различных типов // Отбор и передача информации. 1985, Вып.71, С. 93-99. 7. Нічога В.О., Остап О.П., Дуб П.Б., Новий підхід до вимірювання шумових параметрів підсилювальних пристроїв // Электроника и связь, 2000, №9, С. 34-38. 8. Нічога В.О., Остап О.П., Дуб П.Б., Вплив типу та локалізації дефекту в транзисторах на шумові параметри підсилювачів // Вісник НУ "Львівська політехніка", 2000, № 428, С. 65-75. 9. Некрасов М.М., Платонов В.В., Дадеко Л.И., Испытания элементов радиоэлектронной аапаратуры. К., 1981. 10. Неразрушающий контроль элементов и узлов радиоэлектронной аппаратуры Под ред. Бердычевского Б.Е., М., 1976. 11. Придорогин В.М., Шумовые свойства транзисторов на низких частотах. М., 1976. 12. Коган Ш.М., Низкочастотный шум со спектром 1/f в твердых телах // Успехи физических наук 1985, Вып.2., Т.45., С. 285-325. 13. Лукьянчикова Н.Б., Гарбар Н.П., Партыка М.В и др. Источники избыточного шума в транзисторных элементах микросхем. // Радиотехника и электроника., 1988, Вып. 2, С. 400-408. 14. . Дементьев Е.Г., Элементы общей теории и расчета шумящих линейных цепей. М., Л., 1963. 15. Мизюк Л.Я. Измерения параметров корреляции эквивалентных генераторов шума усилителей. // Радиотехника, 1997, №3, С. 64-68.