

ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІЧНОГО ДІАПАЗОНУ SDR-ПРИЙМАЧА ПРЯМОГО ПЕРЕТВОРЕННЯ

Бонебрюх К.К., магістрант

(Донецький національний технічний університет, м. Донецьк, Україна)

Програмно визначена радіосистема (Software Defined Radio, SDR) є однією з форм трансівера, в якому, обробка сигналів реалізується програмно і усі аспекти його роботи, визначаються за допомогою універсальних апаратних засобів загального призначення, що конфігуруються за допомогою програми.

Ідеальне SDR повинно мати у своєму складі АЦП/ЦАП, антену та пристрій програмної обробки сигналів (рис. 1).

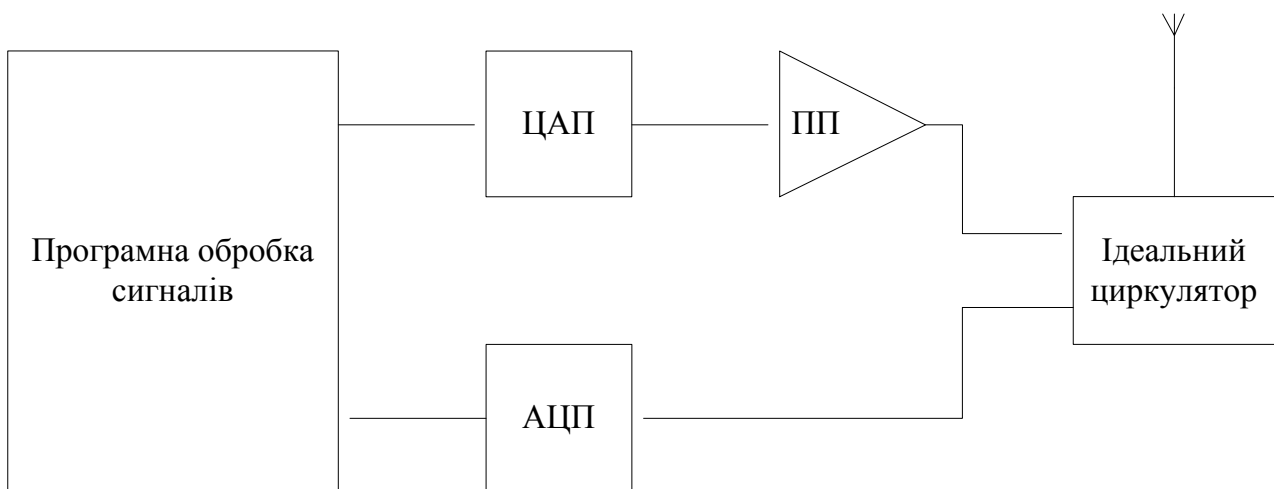


Рисунок 1 – Структурна схема ідеального SDR

Однією із найважливіших характеристик SDR є його динамічний діапазон (ДД).

Динамічний діапазон радіоприймача взагалі — це відношення максимальної потужності вхідного сигналу, відтворюваного пристроєм із задовільною якістю до порогової чутливості радіоприймача [1]. Зазвичай динамічний діапазон виражається у децибелах.

Динамічний діапазон впливає на чутливість та вибірковість, а також на параметри радіосистем, такі як точність відтворення сигналів, пропускну здатність, електромагнітну сумісність тощо. Тому актуальною задачею радіоприймальної техніки є задача розширення ДД радіоприймачів та приведення його до відповідності з вхідними впливами в умовах реальних електромагнітних обставин.

Динамічний діапазон приймача залежить від факторів, які впливають на рівні сигналів, що приймаються. Отже динамічний діапазон визначається декількома чинниками. Розглянуто основні з них:

1. Чутливість. Чутливість характеризує здатність пристрою приймати слабкі сигнали.

2. Динамічний діапазон за інтермодуляційними завадами (вільний від інтермодуляційних завад, Spurious Free Dynamic Range, SFDR). Дорівнює величині динамічного діапазону, за якого подальше збільшення амплітуди вхідного двотонного сигналу призводить до утворення їх продуктів інтермодуляції в смузі прийому.

SDR-приймачі для телекомунікацій найчастіше будуються за принципом прямого перетворення (ПП) (рис. 2).

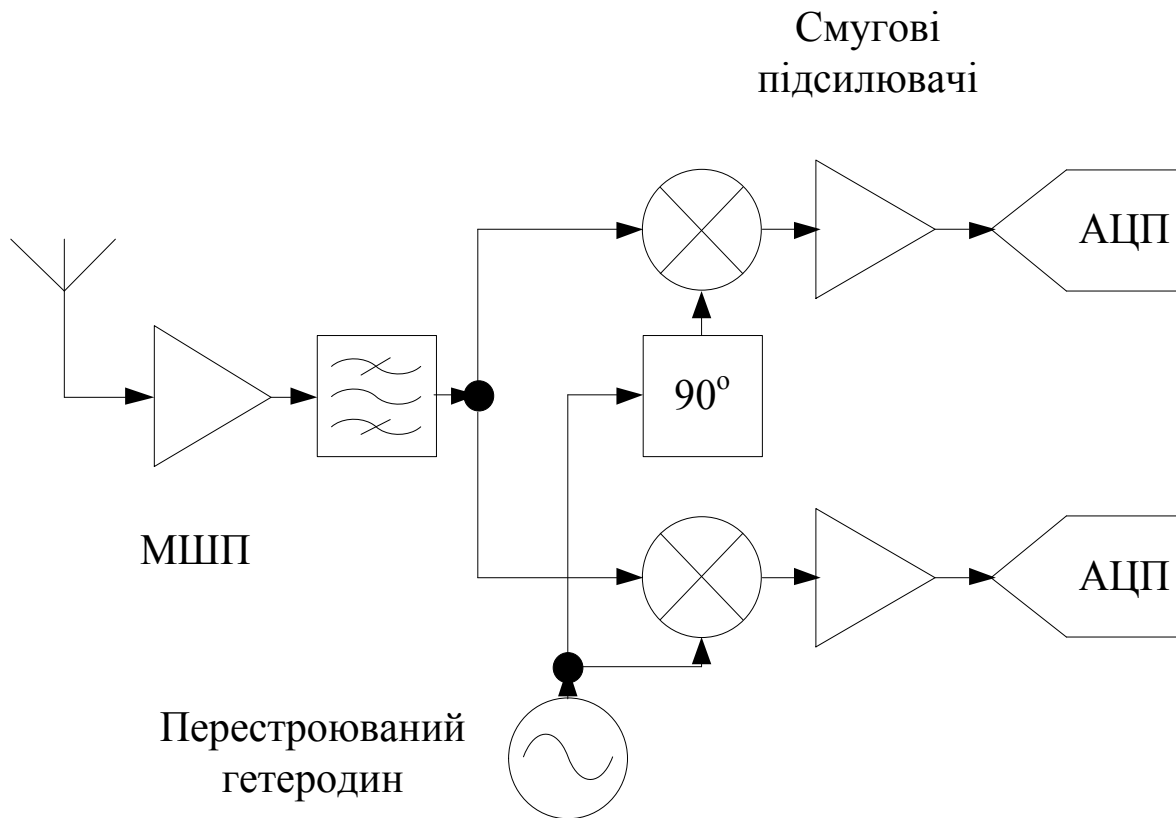


Рисунок 2 – Структурна схема приймача прямого перетворення

Приймач прямого перетворення є найпростішим, тому найкраще підходить до реалізації концепції SDR. Має в своєму складі мінімальну кількість вузлів, необхідних саме для прийому сигналів.

Переваги такого SDR:

- 1) низька складність побудови;
- 2) придатність до побудови на інтегрованих схемах;
- 3) наявність одного гетеродина.

Використовуючи ключові схеми перемішувачів, та балансні схеми включення дозволяє покращити динамічний діапазон SDR-приймача прямого перетворення.

Прикладом схематичного рішення такого принципу може бути розробка [4]. Цю схему було обрано прототипом для створення моделі для досліджень динамічного приймача ПП у пакеті SystemView (рис. 3).

Виявлено сильну залежність якості відтворення сигналу від порядку відтворюючого фільтру.

Для цього дослідження побудовану модель (рис. 3) було спрощено. Вхідний сигнал до АЦП наводиться ідеальним, з ідеальним зсувом по фазі на 90° і частотою 10 кГц. Параметри АЦП було задано такими: частота дискретизації 200 кГц, розрядність 16 біт.

Спектр відтвореного сигналу за використання ФНЧ Баттерворта 5-го порядку з частотою зрізу 100 кГц наведено на рис. 4.

Спектр відтвореного сигналу за використання ФНЧ Баттерворта 15-го порядку з частотою зрізу 100 кГц наведено на рис. 5.

Таким чином, використання відтворюючого ФНЧ відносно низького порядку дозволяє покращити стан динамічного діапазону. Частотна характеристика відтвореного сигналу виглядає «рівнішою», що може стати ключовим моментом у прийнятті рішення щодо сигналу, що приймається.

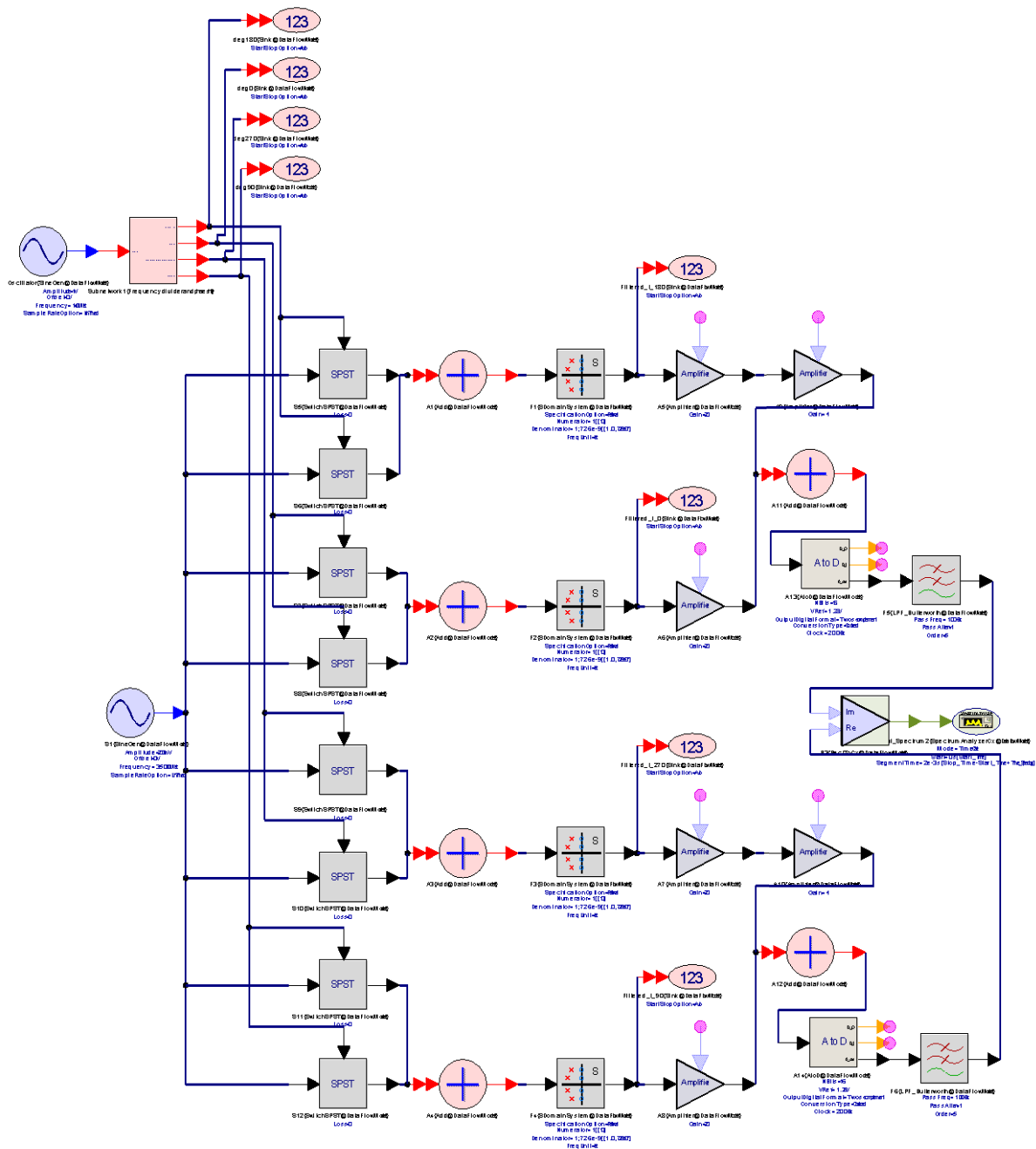


Рисунок 3 – Модель для дослідження динамічного діапазону SDR-приймача прямого перетворення

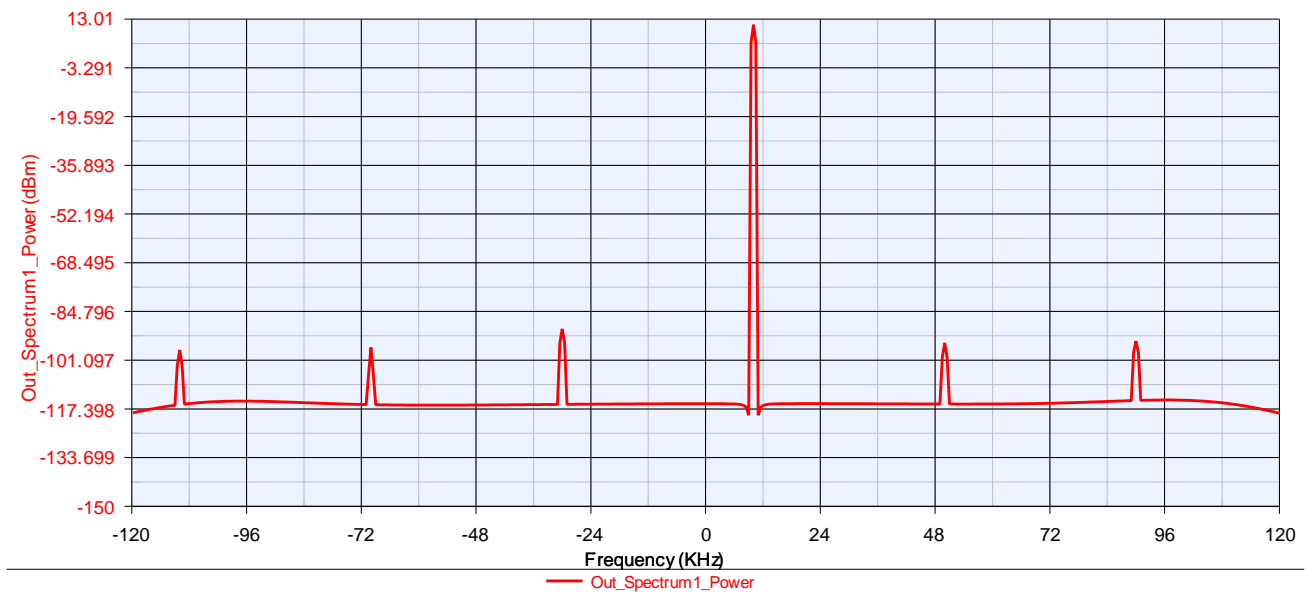


Рисунок 1 – Спектр відтвореного сигналу за використання ФНЧ Баттерворта 5-го порядку

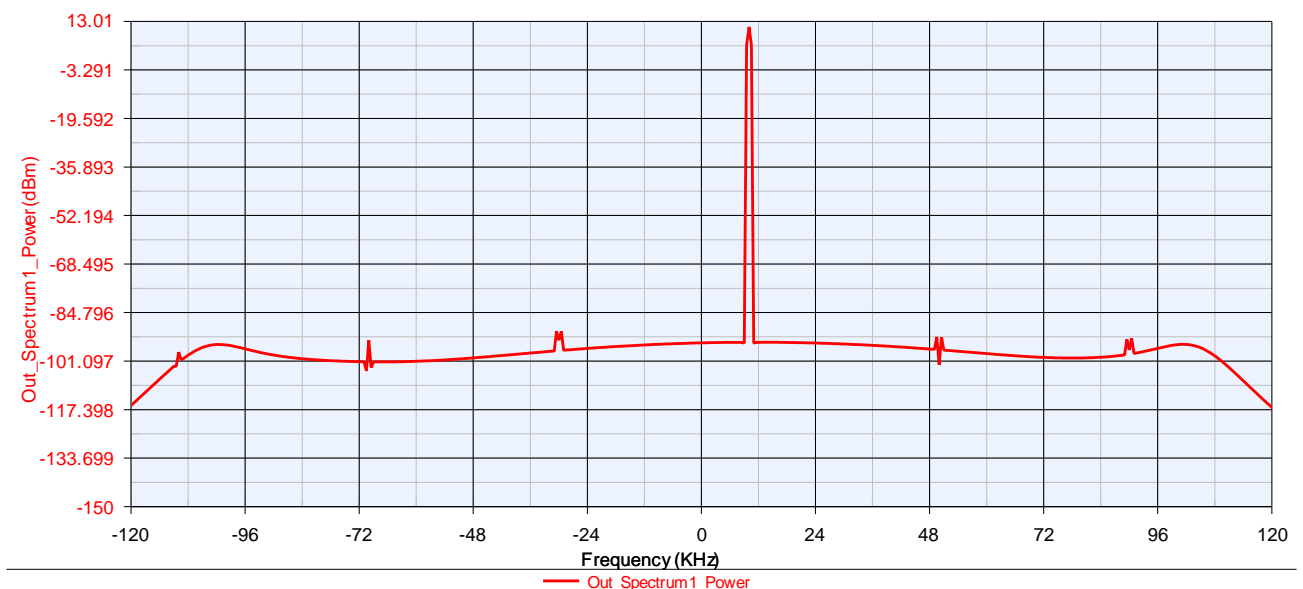


Рисунок 2 — Спектр відтвореного сигналу за використання ФНЧ Баттерворта 15-го порядку

Перелік посилань

1. Горохов П.К. Толковый словарь по радиоэлектронике. Основные термины: около 6 000 терминов / Горохов П.К. – М.: Рус. яз., 1993. -246 стр.
2. Проектирование радиоприемных устройств. Под ред. А.П. Сиверса. Учебное пособие для вузов. М., «Сов. радио», 1976.
3. Software Defined Radio. Edited by Walter Tuttlebee. John Wiley & Sons, Ltd, 2002
4. HF SDR (Software Defined Radio) receivers [Електронний ресурс] / Tasic Sinisa – Режим доступу до ресурсу <http://www.yu1lm.qrpradio.com/sdr%20rx%20yu1lm.htm>