

ЗВ'ЯЗОК МІЖ ПЕРЕТВОРЕННЯМИ RTF ТА ФУР'Є

*Іванюк Н.О., аспірантка; Рибін О.І., д.т.н. професор,
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна*

Перетворення Фур'є для розв'язання лінійних диференціальних рівнянь рівноваги лінійних кіл та систем є найбільш поширеним, економічним та зручним в сучасній практиці. В той самий час, існування великої кількості ортогональних перетворень, поширених в сучасних наукових дослідженнях, робить задачу створення методів аналізу лінійних систем на базі інших перетворень (споріднених з Фур'є та відмінних від нього) актуальною.

Операції диференціювання в області натуральних координат в області перетворення Фур'є відповідає множення на $j \cdot \omega$.

У випадку перетворення RTF операція диференціювання в області натуральних координат замінюється множенням на власне значення λ .

Таким чином перетворення RTF є аналогом перетворення Фур'є з усіма його позитивними властивостями.

Всі власні значення λ_i розташовані на комплексній площині в одиничному крузі (рис.1) з центром в точці (1,0).

Певним недоліком перетворення RTF є внесення додаткового затухання при зростанні частоти у порівнянні до класичного дискретного перетворення Фур'є. Тим не менше, при вірному виборі кроку дискретизації аналізованого сигналу саме додаткове загасання може стати перевагою RTF у порівнянні до класичного Фур'є.

Так, при диференціюванні сигналів класичне перетворення Фур'є дає додаткові осциляції, наявність яких зумовлена обмеженою кількістю трансформант. При тому самому форматі похідні від прямокутних імпульсів для перетворення RTF дають задовільний результат, в той час як похідні, обчислені за виразом класичного перетворення Фур'є мають значні паразитні осциляції.

При наявності функції кола (системи) в аналітичному вигляді перехід до перетворення Фур'є полягає в заміні операторів p на $j \cdot \omega$, а при переході до перетворення RTF – на λ . Складнішою є ситуація, коли функція надана своєю частотною характеристикою в області Фур'є.

В цьому випадку перехід від перетворення Фур'є до перетворення RTF можливий при використанні ряду Тейлора

Для переходу від частот $j \cdot \omega$ до комплексних частот λ необхідно за частотною характеристикою функції кола обчислити похідні та помножити кожен k – й відлік на корегуючий множник $(\lambda_k / j \cdot \omega_k)^b$.

Аналогічна процедура при переході від комплексних частот λ до частот $j \cdot \omega$. При цьому корегуючий множник має вигляд $(j \cdot \omega_k / \lambda_k)^b$

Перехід від перетворення Фур'є до перетворення RTF явище корисне, оскільки при цьому подавляються паразитні осциляції (рис.2), притаманні перетворенню Фур'є.

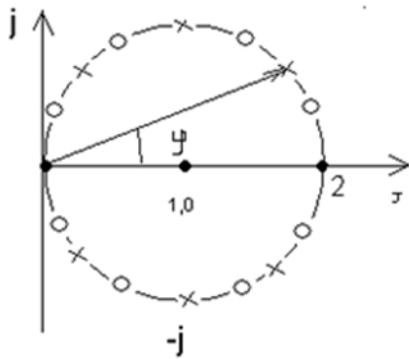


Рис.1

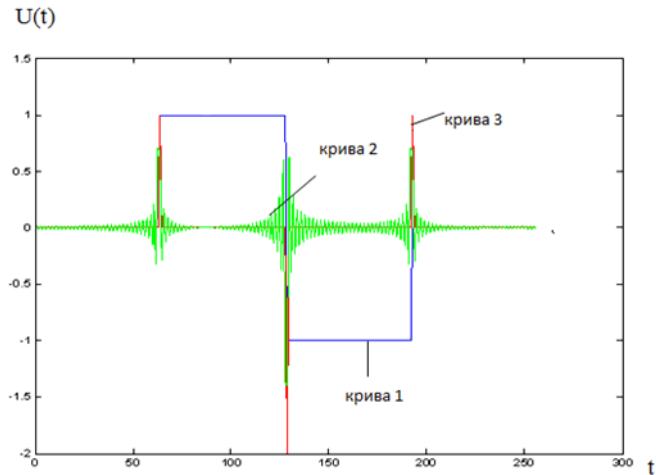


Рис.2

Висновки

1. При використанні перетворення RTF, яке є «калькою» різницевих методів в частотній області, відсутні негативні ефекти перетворення Фур'є, пов'язані з обмеженою кількістю членів ряду (обмеженим форматом перетворення Фур'є).
2. Велике «загасання» амплітудних характеристик перетворення RTF у порівнянні до перетворення Фур'є пов'язане з тим, що крок дискретизації різницевих методів може бути таким «великим», що дрібні деталі (наприклад, періоди осциляцій на високих частотах) стають сумірними з цим кроком. Але відповідне нормування спектрів або збільшення формату перетворення дозволяють компенсувати ці негативні властивості перетворення RTF.
3. Запропонований алгоритм переходу від спектрів перетворення RTF до спектрів перетворення Фур'є є достатньо простим і легко програмованим для обчислень на ПЕОМ.

Література

1. Рыбин А.И. Анализ электрических цепей в натуральных координатах на базе ортогональных преобразований с действительным ядром / А.И. Рыбин, В.В. Пилинский, М.В. Родионова // Праці Інституту електродинаміки НАНУ: Зб. наук. Праць. – 2004.— №1 (7).— С.7— 12.
2. Рибін О.І. Властивості перетворення RTF / О.І. Рибін, Ю.Х. Ніжебецька, С.С. Наталенко //Радіоелектроніка. Інформатика. Управління. —2010.—№1(20).—С.93—97.