



УКРАЇНА

(19) UA (11) 54476 (13) U
(51) МПК (2009)
G06G 7/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під
відповідальність
власника
патенту

(54) ПРИСТРІЙ ДЛЯ МОДЕЛЮВАННЯ У VisSim Comm ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ ГИЛЬБЕРТА

1

2

(21) u201005740

(22) 12.05.2010

(24) 10.11.2010

(46) 10.11.2010, Бюл.№ 21, 2010 р.

(72) ТУНИК ВОЛОДИМИР ФЕДОТОВИЧ

(73) ДНІПРОПЕТРОВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ
ІМЕНІ АКАДЕМІКА В.ЛАЗАРЯНА

(57) Пристрій для моделювання у VisSim Comm перетворювачів Гільберта, який містить фазорізнлицеве коло (ФРК), у яке входять паралельно з'єднані за входом два фазообертачі, вихід кожного з яких є виходами пристрою, входом якого є вхід ФРК, який **відрізняється** тим, що ФРК є смуговим колом, що перестроюється, його обидва фазообертачі є фільтрами з обмеженою імпульсною харак-

теристикою і з лінійною фазочастотною характеристикою (ФЧХ) з однаковою від'ємною крутизною, одна з яких зміщена на -90° ; один з фазообертачів має амплітудно-частотну характеристику (АЧХ) фільтра нижніх частот (ФНЧ) - Lowpass FIR, а другий - фільтр Гільберта - Hilbert FIR - має постійну АЧХ фільтра верхніх частот (ФВЧ), при цьому фільтр ФНЧ може у результаті перестройки мати чи практично постійну АЧХ, чи АЧХ з певним рівнем хвиль, який змінюється вибором одного з шести типів вікон - Window Type, а ширина смуги частот та середня частота усього пристрою змінюються вибором значення кроку моделювання, встановленням числа 2^n у векторі швидкого перетворення Фур'є (кількість вибірок - Number of Nang) та частоти зрізу ФНЧ - Cutoff Fred 1.

Корисна модель відноситься до техніки комп'ютерного математичного моделювання пристроїв для формування спряжених гільбертових складових комплексного сигналу за вимірним сигналом інформації про короткочасне порушення безперервного функціонування реальних фізичних об'єктів.

Відомі простіші математичні моделі перетворювачів Гільберта на основі використання диференціаторів [Костыгов К.И. Дифференциальные приближения преобразования Гильберта. «Радиотехника и электроника», т.13, №6, 1968г.]. Але, як відомо, використання диференціаторів більше двох підвищує рівень флуктуаційного шуму на високочастотній частині діапазону і існує необхідність перерахунку коефіцієнтів при похідних кожен раз при зміні структури реалізації пристрою.

Відомі також простіші математичні моделі перетворювачів Гільберта на основі використання як диференціаторів, так і інтеграторів [Одесский В.Я.. Построение безындуктивного преобразователя Гильберта по условию минимума квадратичной ошибки. «Радиотехника», т.24, №5, 1969г, рис.1.]. У цьому перетворювачі краще використовувати лише інтегратори, але і у ньому також існує необхідність перерахунку коефіцієнтів інтеграторів

кожен раз, коли змінюється структурна схема реалізації пристрою.

Частіше використовують у досить великій кількості широко відомих пристроїв більш ефективну математичну (ідеальну) модель перетворювачів Гільберта, яка містить фазорізнлицеве коло (ФРК), у яке входять паралельно з'єднані за входом два фазообертачі з фазовими контурами. [Аврамкнко В.Л., Галямичев Ю.П., Ланнэ А.А.. Элетрические линии задержки и фазовращатели. - М.: «Связь», 1973г., Гл.4].

Але, ці перетворювачі мають велику кількість фазових контурів, яка досягає дванадцяти. Крім того, із-за нелінійності фазочастотної характеристики (ФЧХ) фазообертача, вихідні сигнали мають частотні перекручування, що для деяких пристроїв недопустимо.

Найбільш близьким аналогом до технічного рішення, що заявляється, є відома більш досконала математична модель, яка крім ФРК, на його вході має фазовий коректор для одержання лінійної ФЧХ [Трифонов И.И.. Расчёт электронных цепей с заданными частотными характеристиками. - М: «Радио и связь», 1988г., п.2.7,б)].

Але, по відношенню до попередньої моделі, вона ще більш складна, тому також кожен раз при зміні структури пристрою необхідно виконувати ще

(19) UA (11) 54476 (13) U

більш складні перерахунки ще більшої кількості фазових контурів, що для заданих умов конкретної технічної задачі суттєво заважає визначити оптимальний за складністю перетворювач Гільберта. З цієї причини у теперішній час мабуть єдиною залишається можливість комп'ютерного математичного моделювання цих перетворювачів.

Відомі особливості комп'ютерного аналогового математичного моделювання різних систем [Тетельбаум И.М., Шнейдер Ю.Р.. Практика аналогового моделирования динамических систем. Справочное пособие. -М.: «Энергоиздат», 1987г.]. Але аналогове моделювання за своїми можливостями та ефективністю значно поступає цифровому моделюванню.

Із методів цифрового моделювання відома комп'ютерна система блочного моделювання VisSim і, особливо, розширена система VisSim Comm є найбільш ефективною для моделювання перетворювачів Гільберта.

Технічною задачею, яка вирішується корисною моделлю, є задача одержання значно більш універсальної, ефективної та спрощеної моделі перетворювачів Гільберта саме за допомогою VisSim Comm.

Ця задача вирішується пристроєм для моделювання у VisSim Comm перетворювачів Гільберта, які містять фазорізничеве коло (ФРК), у яке входять паралельно з'єднані за входом два фазообертача, вихід кожного з яких є виходами пристрою, входом якого є вхід ФРК.

Новим є те, що ФРК є смуговим колом, що перестроюється, його обидва фазообертачі є фільтрами з обмеженою імпульсною характеристикою і з лінійною фазочастотною характеристикою (ФЧХ) з однаковою від'ємною крутизною, одна з яких зміщена на -90° ; один з фазообертачів має амплітудно-частотну характеристику (АЧХ) фільтра нижніх частот (ФНЧ) - Lowpass FIR, а другий - фільтр Гільберта - Hilbert FIR має постійну АЧХ фільтра верхніх частот (ФВЧ), при цьому фільтр ФНЧ може у результаті перестройки мати чи практично постійну АЧХ, чи АЧХ з певним рівнем хвиль, який змінюється вибором одного з шести типів вікон - Window Type, а ширина смуги частот та середня частота усього пристрою змінюються вибором значення кроку моделювання, встановленням числа 2^n у векторі швидкого перетворення Фур'є (кількість вибірок - Number of Nang) та частоти зрізу ФНЧ - Cutoff Fred 1.

На кресленні, що додається, наведена структурна електрична схема запропонованої моделі перетворювача Гільберта, на якій позначено фазорізничеве коло ФРК 1, фільтри ФНЧ 2 і Гільберта 3.

Входом запропонованої моделі є вхід фазорізничевого кола ФРК 1, тобто - об'єднаний вхід ФНЧ

2 та фільтра Гільберта 3, вихід якого є одним з виходів моделі, другий вихід якої є вихід ФНЧ 2.

Працює запропонований пристрій таким чином:

Миттєва напруга u інформаційного сигналу про короткочасне порушення нормального безперервного функціонування реального фізичного об'єкту надходить на вхід фазорізничевого кола ФРК 1, тобто - на об'єднаний вхід ФНЧ 2 та фільтра Гільберта 3, на виході кожного з яких одержується миттєва напруга дійсного сигналу g та уявного - h . Саме ці сигнали є складовими комплексного сигналу, який тут і потрібно було одержати.

Але, у залежності від умов конкретної технічної задачі, необхідно одержати оптимальний за складністю та за достатньою точністю одержаного комплексного сигналу перетворювач Гільберта. Розв'язанню саме таких задач суттєво повинна допомагати запропонована модель. Наприклад, не завжди необхідно використовувати фазовий коректор, чи для вузькосмугових сигналів можна зменшувати кількість фазових контурів, чи визначити допуски колювання АЧХ і др. Такі спрощення для отримання саме оптимальної моделі можна досягти лише за допомогою комп'ютерного моделювання. Для цього у системі VisSim з розширенням VisSim Comm проектування та аналіз фільтрів доведені до високої ступеню досконалості з досить простими, швидкими та надійними операціями.

Так, одержання АЧХ фільтра ФНЧ 2 з відповідним певним рівнем колювань та, як наслідок, з певною крутизною спаду АЧХ у перехідній області частот, у VisSim Comm досягається вибором відповідного типу вікна, наприклад, Бартлетта, Хеммінга, Хеннінга та іншого, всього шість вікон, а також встановленням його частоти зрізу - Cutoff Fred 1. А для одержання потрібної смуги частот та її середньої частоти усього пристрою необхідно встановити певне значення кроку моделювання, число 2^n у векторі швидкого перетворення Фур'є та частоти зрізу ФНЧ 2. При цьому існують досить прості та надійні можливості контролю одержаних частотних характеристик окремо для кожного з фільтрів ФНЧ 2 та Гільберта 3 активізацією вікна результатів - View Response, із якого одержуємо графіки АЧХ, ФЧХ та інших характеристик.

Таким чином, в залежності від умов конкретних технічних задач на шляху використання запропонованої моделі дійсно існують ефективні можливості створювати оптимальні перетворювачі Гільберта як на аналоговій, так і на цифровій елементній базі, і як наслідок, одержувати значно більш спрощені та достатньо точні вимірювальні пристрої, використання яких у системах функціонування реальних фізичних об'єктів дозволить суттєво поліпшувати їх основні характеристики, що саме і визначає практичну корисність упровадження таких пристроїв у науку і техніку.

