



**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ПОЛТАВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА
ІМЕНІ ЮРІЯ КОНДРАТЮКА**

ЗБІРНИК МАТЕРІАЛІВ

**76-ї НАУКОВОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ ПРОФЕСОРІВ,
ВИКЛАДАЧІВ, НАУКОВИХ ПРАЦІВНИКІВ,
АСПІРАНТІВ ТА СТУДЕНТІВ УНІВЕРСИТЕТУ**

ТОМ 1

14 травня – 23 травня 2024 р.

коефіцієнт w досягає оптимального значення, але в момент ТЗ відбувається також переналаштування за рахунок впливу чергового "стрибка"[2].

Загалом результати теоретичного аналізу та математичного моделювання свідчать про слабкий вплив нестационарного характеру перешкод на ефективність функціонування адаптивного алгоритму.

Література

1. Ильченко М.Ю., Кравчук С.О. Телекоммуникаційні системи широкосмугового радіодоступу. – К.: Наукова думка, 2009. – 312 с.

2. Мережі та обладнання широкосмугового доступу за технологіями xDSL: [Навч. посібник] / В.О. Балашов, П.П. Воробієнко, А.Г. Лашко, Л.М. Ляховецький. – Одеса: Вид. центр ОНАЗ ім. О.С. Попова, 2010. – 208 с.

УДК 621.376.4

*Н.В. Єрмілова, к.т.н., доцент,
Р.М. Царьков, аспірант,
А.Г. Гончаров, студент
Національний університет
«Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»*

МЕТОДИ ВДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМ ФАЗОВОГО АВТОПІДСТРОЮВАННЯ ЧАСТОТЫ З КОМБІНОВАНИМ УПРАВЛІННЯМ

Система фазового автопідстроювання частоти (ФАПЧ) – це система, що має зворотний зв'язок, основним завданням якої є синхронізація частоти (фази) наявного у складі самої системи осцилятора з частотою (фазою) вхідного опорного сигналу. Тобто ФАПЧ є системою, що стежить, в якій частота внутрішнього осцилятора змінюється слідом за зміною частоти опорного сигналу[1]. ФАПЧ є одним з найважливіших етапів слідкуючого прийому та обробки сигналів у радіолокаційних та радіонавігаційних фазових системах вимірювання дальності та кутових координат, а також при формуванні опорного когерентного сигналу в цифрових системах зв'язку та телеметрії з фазовою та частотною модуляцією.

Однією з перспективних областей розвитку ФАПЧ є впровадження систем з комбінованим управлінням. Такі системи характеризуються тим, що на керований об'єкт, а саме генератор, впливають не лише за допомогою традиційного кола зворотного зв'язку, але й шляхом корекції від додаткового пристрою, який вимірює величину зовнішніх збурень вхідного сигналу. Це може бути, наприклад, частотний дискримінатор, який реагує на зміни частоти вхідного сигналу. Введення цього параметра впливу в коло зворотного зв'язку дозволяє значно покращити такі показники якості роботи

ФАПЧ, як швидкодія, стійкість та динамічна точність, порівняно з системами, що не мають зворотного зв'язку.

Дослідження показують, що можливий й інший варіант побудови комбінованої ФАПЧ, у якому використовують прямий вплив вхідним сигналом і вплив з боку вимірювача зовнішнього збурення, тобто частотного дискримінатора з інерційним фільтром нижніх частот (ФНЧ), котрий виділяє тільки повільні зміни частоти вхідного сигналу [2]. У таких комбінованих ФАПЧ об'єктом керування є синхронізований генератор. Докладний аналіз якісних показників комбінованих ФАПЧ показує, що другий варіант побудови ФАПЧ з комбінованим керуванням синхронізованим генератором дає змогу реалізувати досконаліші системи фазового автопідстроювання частоти [3].

Основною метою досліджень у цій області є розробка системи, яка б забезпечувала підвищення ключових показників якості її роботи, особливо у складі слідкувальних вимірників. Особливий інтерес представляють вимірники, які використовуються в радіолокаційних, радіонавігаційних, зв'язкових та інших радіотехнічних системах для приймання та обробки сигналів з регулярною частотною складовою, яка повільно змінюється, наприклад, доплерівських сигналів, що спостерігаються на тлі адитивної нормальної завади.

Аналіз наявних систем ФАПЧ із комбінованим керуванням генератора, що підлаштовується, та астатичної системи ФАПЧ першого порядку з інтегрувальною ланкою у колі слідкувального зворотного зв'язку показує, що можна синтезувати таку систему фазового автопідстроювання частоти синхронізованого генератора, яка б реалізувала найкращі показники якості роботи кожної з розглянутих систем фазового автопідстроювання.

Розглянутий аналог структурно-фізичної моделі ФАПЧ у вигляді системи двох взаємно пов'язаних кілець ФАПЧ, одне з яких представлено комбінованою системою, а друге – слідкуючою системою ФАПЧ першого порядку. На основі логічного поєднання однотипних блоків обох систем можна синтезувати нову систему ФАПЧ із комбінованим керуванням генератором, яка матиме швидкодію та динамічну точність, що визначаються системою із синхронізованим генератором, а завадостійкість та фазову стабільність – визначатиме астатична ФАПЧ із одночасним розширенням смуги захоплення та смуги утримання.

Література

1. Best R. E. *Phase-Locked Loops. Design, simulation, and applications* / Roland E. Best. – McGraw-Hill, 2004. – 424 p.

2. Печенін В.В., Щербина К.А., Вонсович М.А., Мсаллам Е.П. Структурний синтез комбінованої системи частотно-фазової автопідстройки частоти, яка суміщена зі схемою спектра вхідного сигналу, що фільтрує // Системи управління навігації та зв'язку/ Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка». Полтава. – 2015. – Випуск 4 (36) – С. 38-44.

3. Collins I. *Phase-Locked Loop (PLL) Fundamentals [Електронний ресурс]* / Ian Collins // *Analog Dialogue* – 2018. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.analog.com/media/en/analog-dialogue/volume-52/number-3/phase-locked-loop-pll-fundamentals.pdf>

4. Bakic D., Wu J. *Pll For Mmwave 5g* / Daniel Bakic, Jinzhuo Wu // *Lund University Lund University Publications. – Department Of Electrical And Information Technology Lund University* – 2020. – P. 5-10.

5. Zhibin Luo Jicheng Dingand Lin Zhao *Adaptive Gain Control Method of a Phase-Locked Loopfor GNSS Carrier Signal Tracking [Електронний ресурс]* / Zhibin Luo Jicheng Dingand Lin Zhao // *Hindawi*. – 2018. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.hindawi.com/journals/ijap/2018/6841285/>

УДК 661.9

О.Г. Дрючко, к. х. н., доцент,
О.В. Шефер, д. т. н., професор,
Р.В. Захарченко, к. т. н., доцент,
В.В. Панич, студент гр. 501 ТТ,
С.С. Удовик, студент гр. 501 ТТ,
Є.О. Ошкодьоров, студент 201 ТТ
Національний університет

«Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»

БАЗОВІ ТЕХНІЧНІ АСПЕКТИ В РЕМ ТЕХНОЛОГІЇ ОДЕРЖАННЯ ВИСОКОЧИСТОГО ВОДНЮ

Водень є ключовим елементом на шляху до безвуглерожування енергетичних секторів—електроенергетики, промисловості, транспорту, будівель. З одного боку, водень служить вторинним енергоносієм і накопичувачем, з іншого боку, він використовується як сировина для заміни викопних вуглеводнів. Очікувані великі кількості водню вимагають великомасштабного його зберігання. Вони також служать для узгодження коливань вироблення вітрової та сонячної енергії з фактичним попитом і як буфер для безперебійного постачання безперервних промислових процесів.

Відомо, що 8 липня 2020 р. ЄС ухвалив стратегію розвитку водневої енергетики до 2050 г. З метою зменшення викидів вуглекислого газу, у програмі пріоритет віддається виробленню водню методом електролізу води за допомогою електроенергії, отриманої з відновлюваних джерел енергії – сонячної та вітряної енергії. За перші 5 років, з 2020 по 2024 роки. заплановано ввести в дію електролізери для одержання водню загальною потужністю 6 ГВт для одержання 1 мільйона тонн водню щорічно. Технології одержання водню існують, але вони дуже затратні. ЄС сподівається інвестувати в інфраструктуру та за рахунок держпідтримки здешевити та зробити рентабельним випуск водневих паливних елементів та виробництво водню з відновлюваних джерел.