

УДК 681.5.042

В.О. Сіріченко, А.М. Науменко

Харківський університет Повітряних Сил ім. Івана Кожедуба, Харків

СИНТЕЗ ПАРАМЕТРИЧНИХ СТРУКТУРНИХ СХЕМ ПОЛЯРИЗАЦІЙНИХ ОПТИЧНИХ ДАТЧИКІВ

Розглянуто структурне уявлення і методика проектування датчиків, що працюють на основі поляризаційних ефектів.

Ключові слова: оптичні датчики, ПСС, ФТЕ, структурна схема.

Вступ

Постановка задачі. Відомі на даний момент оптичні явища і ефекти, що лежать в основі побудови численних технічних пристроїв і їх елементів, дозволяють реалізувати реєстрацію усіх фізичних характеристик світлового потоку – амплітуди, інтенсивності, фази, частоти, поляризації і забезпечити керування ними. Тому виникає необхідність в синтезі параметричних структурних схем поляризаційних оптичних датчиків.

Аналіз літератури. В роботах [1, 2] наведено один з можливих підходів до опису структури оптичних датчиків, інваріантному до фізичної природи явищ і процесів, що використовуються – енергоінформаційний метод, а також методи і інструментальні засоби їх структурного проектування на основі параметричних структурних схем (ПСС) з наступною автоматизацією процесу.

В роботі [3, 4] запропоновано використовувати апарат матриць Джонса для опису оптичних фізико-технічних ефектів (ФТЕ) за допомогою енергоінформаційної моделі ланцюгів. Але в цій літературі не проведений синтез параметричних структурних схем поляризаційних оптичних датчиків”.

Мета статті При використанні ряду поляризаційних оптичних ефектів для синтезу на їх основі параметричних структурних схем необхідно враховувати особливості, що притаманні даному класу явищ:

– хвильовий характер оптичних поляризаційних явищ, що дозволяє описати вхідні і вихідні величини оптичної природи у векторній формі, а коефіцієнт перетворення – матрицею Джонсона;

– наявність поляризаційних ефектів, що залежить від двох величин, однієї – оптичної, а другої – електричної або магнітної (наприклад, ефекти Поккельса, Керра, Фарадея і т.д.). Врахуванню цих властивостей присвячена дана стаття.

Основний матеріал

Наведені особливості повинні враховуватися у структурі бази даних з паспортами фізико-технічних ефектів (параметричних структурних схем) що відображають принцип дії датчиків, а саме:

– необхідно вказувати, чи є даний фізичний ефект “скалярним” (тобто вхідна і вихідна величини – скаляри, а коефіцієнт ефекту – постійна величина) або векторним (тобто вхідна і вихідна величини представляються у векторній формі, а коефіцієнт ефекту – матрицею Джонса);

– якщо датчик на основі даного ефекту має два входи, необхідно ввести відповідну додаткову ознаку, до того ж в цьому випадку виникає необхідність провести синтез двох гілок параметричної структурної схеми для першого і другого входів, а сама параметрична структурна схема стає розгалуженою;

– для синтезу розгалуженої ПСС, що відображає фізичний принцип дії датчиків на поляризаційних оптичних ефектах, необхідно ввести додаткові види елементарних ланок: джерело і приймач оптичного випромінювання і відповідні додаткові ознаки.

Приклади графічного зображення різних типів елементарних ланок ПСС для деяких оптичних ФТЕ наведені на рис. 1. Процес пошукового проектування датчика ділиться на декілька етапів, перший з яких – вибір фізичного принципу дії чуттєвого елемента у відповідності з конкретними умовами. Ця задача вирішується шляхом підбору ФТЕ до знаходження найбільш ефективного їх поєднання у відповідності з функцією мети. Потім для заданого фізичного принципу дії підбирається найбільш раціональні технічні рішення, які можуть відрізнятися характером зв'язків і сполучень між елементами, формою функціональних елементів, їх розташуванням у просторі, підбором матеріалів деталей.

Вибір фізичного принципу дії чуттєвого елемента являє собою процедуру підбору варіантів параметричних структурних схем таким чином, щоб при заданих вхідних і вихідних величинах вхідна величина кожного ФТЕ у схемі співпадала з вихідною величиною попереднього ефекту. Для виключення таких структурних схем, принцип дії яких не задовольняє умовам, які висуваються до приладу, що проектується, необхідно ввести обмеження.

Такими обмеженнями можуть бути: заборона на повторення ефектів і величин; обмеження довжини ланцюга послідовних з'єднань ФТЕ; виклю-

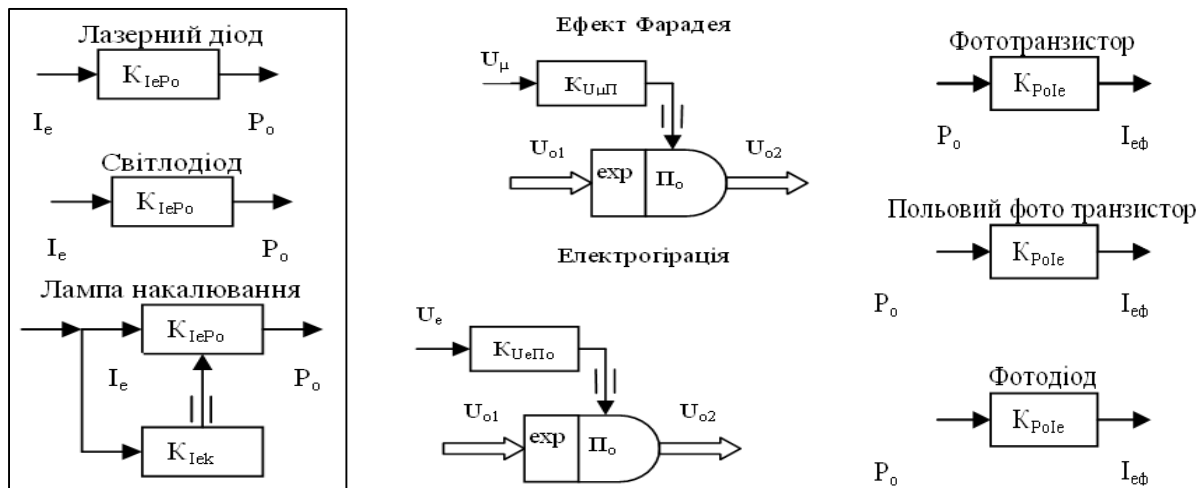


Рис. 1. Приклади графічного зображення різних типів елементарних ланок ПСС

чення ланцюга визначень фізичної природи і відповідно тих ФТЕ, які пов'язують цей ланцюг з іншими ланцюгами; виключення з пошуку частини ефектів, у яких або вхідна і вихідна величини, або одна з них співпадає з заданим користувачем критерієм пошуку; виключення варіантів за ознакою розбіжності діапазону зміни вихідної величини попереднього ФТЕ з діапазоном зміни вхідної величини наступного ефекту. У результаті синтезу виходять можливі варіанти використання фізичних принципів дії, кожному з яких зіставляється сукупність експлуатаційних характеристик (чутливість, діапазон, надійність, маса і т.д.), які розраховуються за значенням відповідних характеристик елементарних ланок, що реалізують ФТЕ, або параметрів. З безлічі рішень обираються один або деяка кількість альтернативних варіантів фізичного принципу дії, при реалізації

яких експлуатаційні характеристики будуть задовольняти заданим умовам.

Потім складається ПСС з заданим входом і виходом. Як було відмічено, особливістю перерахованих вище поляризаційних ефектів є наявність двох вхідних величин. Одна з них – завжди величина оптичної природи, а друга – будь-якої іншої фізичної природи: електрична (ефекти Керра або Погкельса), механічна (фотопружність), магнітна (ефект Фарадея). На рис. 2 показано ПСС оптичного чуттєвого елемента. Якщо при синтезі параметричної структурної схеми датчика, що послідовно перетворює вхідну величину однієї фізичної природи в вихідну величину іншої природи, зустрічається один з перерахованих вище поляризаційних ФТЕ, то виникає необхідність проведення зворотного синтезу по оптичному входу до джерела випромінювання.

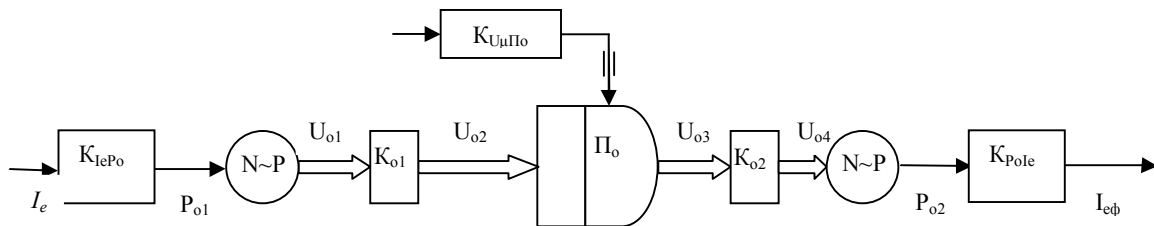


Рис. 2. Приклад параметричної структурної схеми

Висновки

1. Запропонована модифікація алгоритму синтезу параметричних структурних схем дозволяє реалізувати можливість синтезу розгалуженої структурної схеми.

2. Виконана модифікація алгоритму розрахунку коефіцієнта перетворення для параметричної структурної схеми, що містить фрагмент з декількох оптичних ланок.

Список літератури

1. Зарипов М.Ф. Энергоинформационный метод анализа и синтеза чувствительных элементов систем

управления / М.Ф. Зарипов, И.Ю. Петрова // Датчики и системы. – 1999. – № 5. – С. 10-17.

2. Петрова И.Ю. База данных для автоматизированного поискового конструирования / И.Ю. Петрова, О.В. Щербинина. – М.: Наука, 1988. – 224 с.

3. Петрова И.Ю. Энергоинформационная модель оптических поляризационных явлений / И.Ю. Петрова, А.А. Киселев // Датчики и системы. – 2005. – № 6. – С. 26.

4. Шерклифф У. Поляризованный свет / У. Шерклифф. – М.: Мир, 1965. – 188 с.

Надійшла до редколегії 7.03.2013

Рецензент: д-р техн. наук, проф. В.Б. Кононов, Харківський університет Повітряних Сил ім. Івана Кожедуба, Харків.

**СИНТЕЗ ПАРАМЕТРИЧЕСКИХ СТРУКТУРНЫХ СХЕМ
ПОЛЯРИЗАЦИОННЫХ ОПТИЧЕСКИХ ДАТЧИКОВ**

В.О. Сириченко, А.Н. Науменко

*Рассмотрено структурное представление и методика проектирования датчиков, работающих на основе поляриза-
ционных оптических эффектов.*

Ключевые слова: оптические датчики, ПСС, ФТЕ, структурная схема.

**PARAMETRIC SYNTHESIS OF STRUCTURAL SCHEMES
OF POLARIZATION OPTICAL SENSORS**

V.O. Sirichenko, A.N. Naumenko

Considered structural representation and method of design the sensors, that works on the basis polarization the optical effect.

Keyword: optical sensors, PSS, FTE, structural scheme.