

УДК 621.05

К.О. ПОЛУШКІН, аспірант НТУ «ХПІ»

АЛГОРИТМ РЕАЛІЗАЦІЇ СХЕМ ГІДРОПНЕВМОАВТОМАТИКИ

Виконано порівняння існуючих схем розкладання функції по двом змінним з використанням методів безроздільної декомпозиції для синтезу мінімальних схем гідропневмоагрегатів. Отримано алгоритм вибору схеми розкладання, що забезпечує найменшу кількість елементів у випадку реалізації рівняння.

Ключові слова: синтез схем гідропневмоагрегатів, безроздільна декомпозиція, залишкові функції, логічний елемент, пневмолінія, розподільник.

Вступ. Більшість гідропневмоагрегатів у промисловості складають системи з дискретним управлінням, швидкість, якість і вартість проектування яких значно впливають на ефективність комплексної автоматизації в країні.

Серед систем гідропневмоагрегатів розрізняють пневматичні, гідравлічні, пневмогідравлічні тощо. Останнім часом відбувається широке впровадження в промисловість гідропневмоагрегатів з пневматичним управлінням, промислових роботів, підйомно-транспортних машин, автоматичних ліній та інших складних машин-автоматів.

Схема управління, що синтезується і відповідає технічному завданню, може мати різну кількість апаратури. Це пов'язано з багатьма факторами: використання різноманітних методів проектування; досвід та навички проектувальника; рівень підготовки і здатності проектувальника тощо. Складність схеми впливає на швидкодію, вартість, надійність, простоту обслуговування, ремонт і експлуатацію об'єкта автоматизації.

Аналіз попередніх досліджень і публікацій. Як показав аналітичний огляд і аналіз, у практиці проектування схем використовуються методи роздільної й безроздільної декомпозиції рівнянь, що описують схему. Методи роздільної декомпозиції застосовуються для неповторних рівнянь, а методи безроздільної декомпозиції й комбіновані – для повторних функцій.

У роботі [1] розглянуто теоретичні основи розробки алгоритму безроздільної декомпозиції з вибором раціональної схеми розкладання рівняння по двом змінним, що дозволяє виключити перебір схемних рішень та обрати найбільш прийнятну схему після отримання залишкових функцій. Вводиться поняття «незаповненої» функції. Наприклад, за визначенням, функції $y = 0$ і $y = 1$ – «незаповнені».

Основний матеріал. Синтезуємо алгоритм реалізації схем з мінімальною кількістю логічних елементів.

Існують три схеми розкладання по двом змінним [2–5] для безроздільної декомпозиції функції (див. рис. 1). Функція входів і залишкові функції для відповідних схем наведені в табл.

Припустимо, що:

- змінні розкладання x_i і x_j обрані й мають прямі значення;
- усі залишкові функції подані в диз'юнктивній нормальній формі і мінімальні.

Основними критеріями при порівнянні схем є кількість:

- 1) логічних елементів;
- 2) пневматичних ліній.

Функція входів	Залишкові функції
$y = (\bar{x}_i + x_j)a + x_i\bar{x}_j b$ (див. рис. 1а)	$b = f_2(1,0); a = \bar{x}_j f_0(0,0) + x_i f_3(1,1) + \bar{x}_i x_j f_1(0,1)$
$y = (\bar{x}_i\bar{x}_j + x_i x_j)d + \bar{x}_i x_j c + x_i\bar{x}_j b$ (див. рис. 1б)	$b = f_2(1,0); c = f_1(0,1); d = \bar{x}_i f_0(0,0) + x_i f_3(1,1)$
$y = \bar{x}_i\bar{x}_j a + \bar{x}_i x_j b + x_i\bar{x}_j c + x_i x_j d$ (див. рис. 1в)	$a = f_0(0,0); b = f_1(0,1); c = f_2(1,0); d = f_3(1,1)$

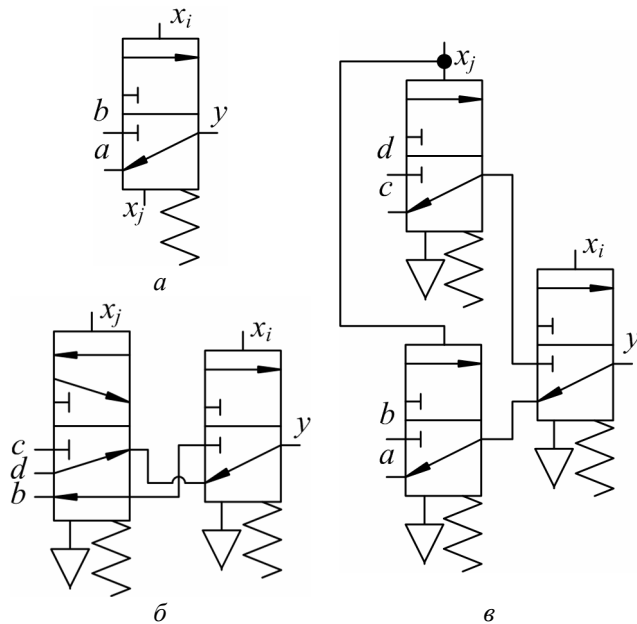


Рис. 1 – Схеми безроздільної декомпозиції функції

Враховувати апарати, за допомогою яких реалізуються функції $f_0(0,0), f_1(0,1), f_2(1,0), f_3(1,1)$, не треба, оскільки вони мають місце в усіх схемах. Позначимо загальну кількість додаткових елементів, необхідних для реалізації схем рис. 1а–в, відповідно m_1, m_2, m_3 .

Потрібно зазначити, що схема рис. 1а на початку вже має трилінійний розподільник ($m_{10} = 1$); схема рис. 1б – трилінійний та п’ятилінійний розподільники ($m_{20} = 2$); схема рис. 1в – три трилінійні розподільники ($m_{30} = 3$).

Входи схеми рис. 1в не містять виразів, що пов’язують залишкові функції між собою, і кожна з них реалізується окремо. Тому в цій схемі

кількість додаткових елементів для реалізації дорівнюватиме початковій: $m_3 = m_{30} = 3$. З тієї ж причини можна не досліджувати вхід b для схем рис. 1а і рис. 1б, а також вхід c для рис. 1б. Отже, функція $f_2(1,0)$ на вибір раціональної схеми розкладання впливати не буде.

Розглянемо можливі співвідношення між функціями $f_0(0,0), f_1(0,1), f_3(1,1)$.

1 Нехай відсутні залишкові функції, що рівні між собою та дорівнюють нулю або одиниці.

1.1 Усі дані функції – «заповнені».

Маємо для схеми рис. 1а

$$a = \bar{x}_j f_0(0,0) + x_i f_3(1,1) + \bar{x}_i x_j f_1(0,1).$$

Функцію a реалізуємо методом роздільної декомпозиції:

$$w_1 = x_j f_1(0,1); w_2 = x_i f_3(1,1) + \bar{x}_i w_1; a = \bar{x}_j f_0(0,0) + w_2.$$

Для реалізації функції потрібні три трилінійні розподільники (див. рис. 2а).

Для схеми рис. 1б:

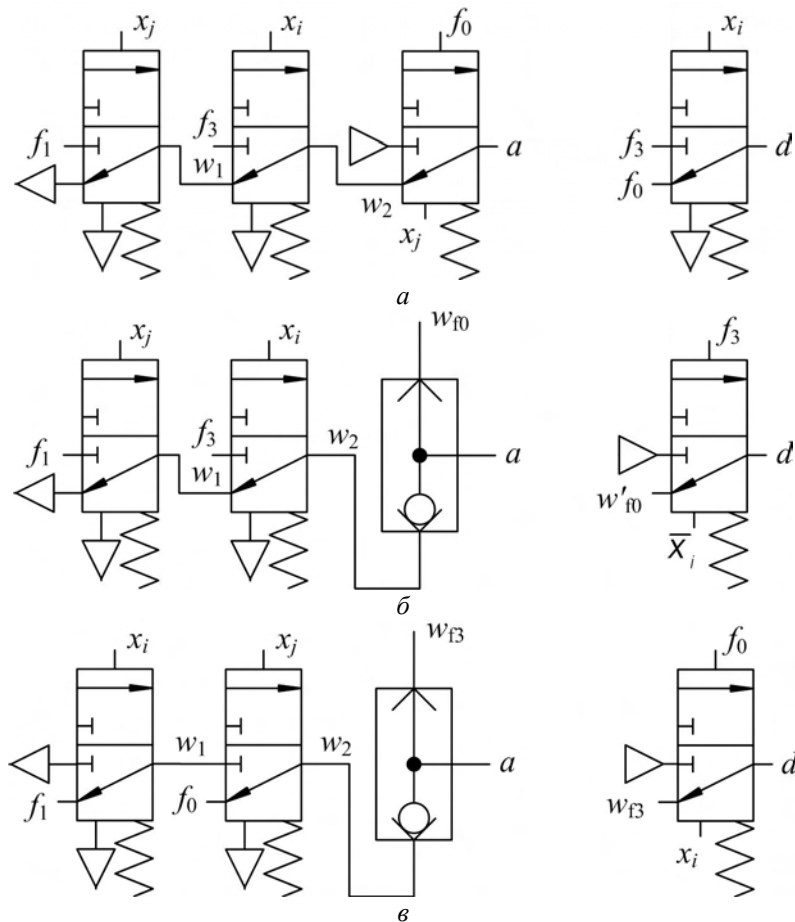


Рис. 2 – Схеми реалізації залишкових функцій a і d
 «незаповненої» функції, добутки $\bar{x}_j f_0(0,0)$ для схеми рис. 1а та $\bar{x}_i f_0(0,0)$ для схеми рис. 1б можна замінити на функції w_{f_0} і w'_{f_0} . Кількість апаратів при цьому не зміниться:

$$a = w_{f_0} + x_i f_3(1,1) + \bar{x}_i x_j f_1(0,1); \quad d = w'_{f_0} + x_i f_3(1,1).$$

Функція a реалізується за допомогою методу роздільної декомпозиції:

$$w_1 = x_j f_1(0,1); \quad w_2 = x_i f_3(1,1) + \bar{x}_i w_1; \quad a = w_{f_0} + w_2.$$

Для реалізації додатково потрібні два трилінійні розподільники і клапан АБО (див. рис. 2б).

Функція d вимагає додаткового трилінійного розподільника (див. рис. 2б).

Таким чином: $m_1 = m_{10} + 3 = 1 + 3 = 4$; $m_2 = m_{20} + 1 = 2 + 1 = 3$; $m_3 = 3$.

Ми бачимо, що в порівнянні з попереднім випадком тільки в схемі рис. 1а замість одного з трилінійних розподільників з'явився клапан АБО. Загальна ж кількість додаткових апаратів для кожної схеми не змінилася, і знову раціональною буде схема рис. 1в.

1.3 Функція $f_3(1,1)$ – «незаповнена», $f_1(0,1)$ і $f_0(0,0)$ – «заповнені».

Згідно з поняттям «незаповненої» функції, добуток $x_i f_3(1,1)$ для схем рис. 1а та рис. 1б можна замінити на функцію w_{f_3} і кількість апаратів від цього не зміниться

$$d = \bar{x}_i f_0(0,0) + x_i f_3(1,1).$$

Тут потрібний один трилінійний розподільник (див. рис. 2а).

Загальна кількість додаткових апаратів для кожної схеми:

$$m_1 = m_{10} + 3 = 1 + 3 = 4;$$

$$m_2 = m_{20} + 1 = 2 + 1 = 3;$$

$$m_3 = 3.$$

Схема рис. 1а не підходить згідно з першим критерієм. Схема рис. 1б містить стільки ж елементів, скільки і схема рис. 1в, але один з розподільників у ній є п'ятилінійним. За другим критерієм раціональною виявляється схема рис. 1в.

1.2 Функція $f_0(0,0)$ – «незаповнена», $f_1(0,1)$ та $f_3(1,1)$ – «заповнені».

У даному випадку, відповідно до визначення

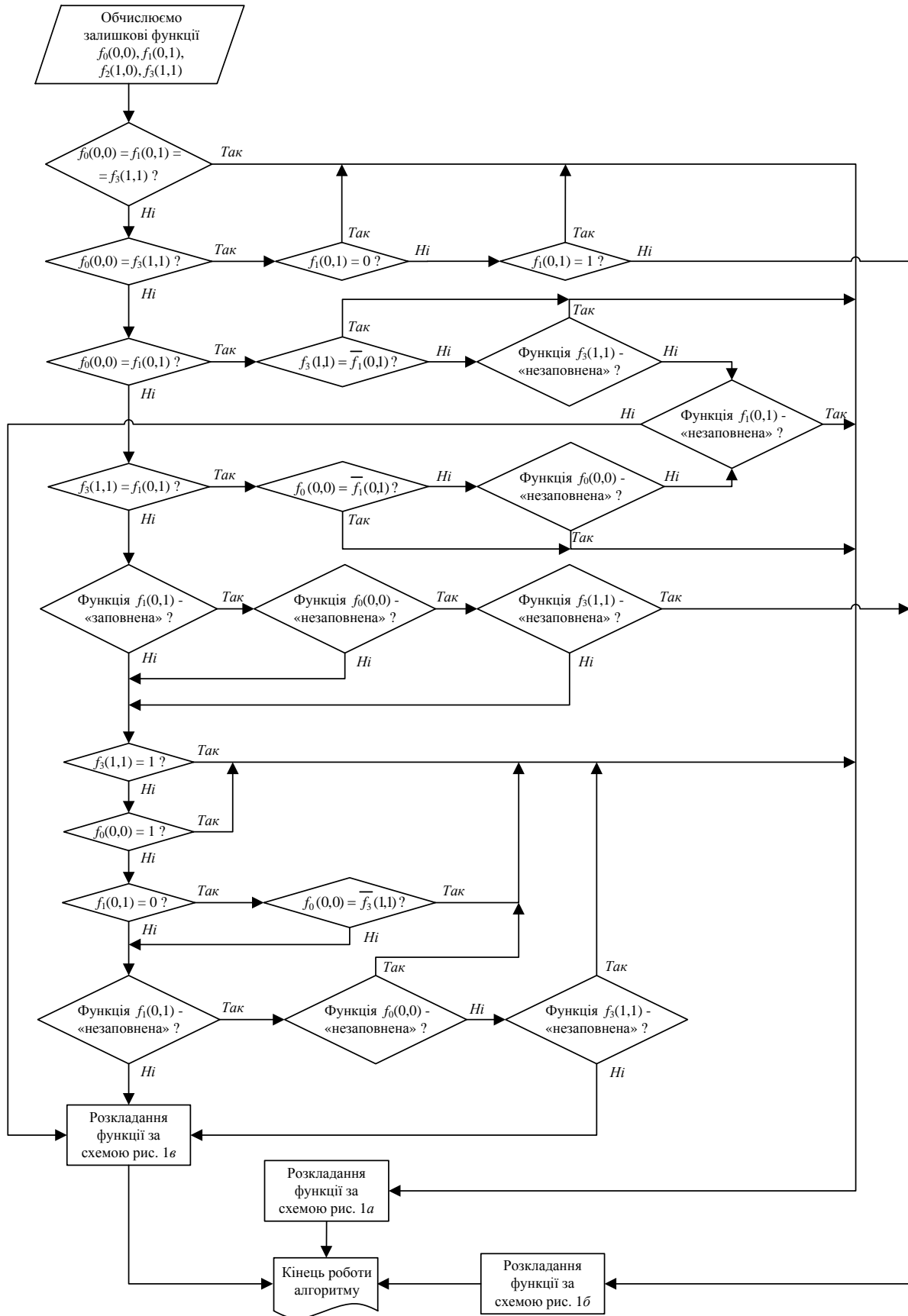


Рис. 3 – Алгоритм синтезу схем

$$a = \bar{x}_j f_0(0,0) + w_{f_3} + \bar{x}_i x_j f_1(0,1); d = \bar{x}_i f_0(0,0) + w_{f_3}.$$

Функцію a реалізуємо методом роздільної декомпозиції

$$w_1 = \bar{x}_i f_1(0,1); w_2 = \bar{x}_j f_0(0,0) + x_j w_1; a = w_{f_3} + w_2.$$

Для реалізації схеми, як і в попередньому пункті, потрібні додатково два трилінійні розподільники і клапан АБО (див. рис. 2в).

Для функції d потрібний один трилінійний розподільник (див. рис. 2в).

Маємо: $m_1 = m_{10} + 3 = 1 + 3 = 4$; $m_2 = m_{20} + 1 = 2 + 1 = 3$; $m_3 = 3$.

Отже, поточний випадок повністю аналогічний попередньому і раціональною буде схема рис. 1в.

2 Залишкові функції рівні між собою

$$f_0(0,0) = f_3(1,1) = f_1(0,1) = z.$$

Тоді

$$a = \bar{x}_j z + x_i z + \bar{x}_i x_j z = z(\bar{x}_j + x_i + \bar{x}_i x_j) = z; d = \bar{x}_i z + x_j z = z(\bar{x}_i + x_j) = z.$$

У даному випадку додаткові елементи для реалізації схем не потрібні: $m_1 = m_{10} = 1$; $m_2 = m_{20} = 2$; $m_3 = 3$. Отже, раціональною є схема рис. 1а.

Аналогічно розглядаються окремі випадки, коли деякі з функцій $f_0(0,0)$, $f_1(0,1)$, $f_3(1,1)$ рівні між собою, дорівнюють нулю або одиниці, а також усі можливі комбінації «заповнених» і «незаповнених» функцій.

Отримані результати відображені у вигляді підсумкового алгоритму на рис. 3.

Список літератури: 1. *Полушкин, К.А.* К вопросу синтеза схем гидропневоагрегатов [Текст] / К.А. Полушкин // Энергетичні та теплотехнічні процеси й устаткування. Вісник НТУ «ХП». Зб. наук. праць. – Х.: НТУ «ХП», 2012. – № 7. – С. 181-184. – ISSN 2078-774X. 2. *Черкашенко, М.В.* Автоматизация синтеза логических схем устройств управления системами пневмо- и гидроприводов [Текст] / М.В.Черкашенко // Приборы и системы управления. – 1983. – № 8. – С. 20–21. 3. *Cherkashenko, M.* Universal devices for building pneumatic control circuits for industrial robots and automatic Machines [Text] / M.Cherkashenko // Soviet engineering research (England). – 1985. – V5, N2. – P. 29–31. 4. *Cherkashenko, M.* Synthesis of schemes of hydraulic and pneumatic automation [Text] / M. Cherkashenko // International Fluid Power Symposium in Aachen, Germany, 20–22 March, 2006. – Fundamentals. The report N1. – P. 147-154. 5. *Черкашенко, М.В.* Синтез схем гидропневоавтоматики [Текст] / М.В.Черкашенко // Інтегровані технології та енергозбереження. – 2011. – № 1. – С. 113-118. – ISSN 2078-5364.

Надійшла до редколегії 15.02.13

УДК 621.05

Алгоритм реалізації схем гідро-пневоавтоматики [Текст] / **К.О. Полушкін** // Вісник НТУ «ХП». Серія: Энергетичні та теплотехнічні процеси й устаткування. – Х.: НТУ «ХП», 2013. – № 14(988). – С. 113-117. – Бібліогр.: 5 назв. – ISSN 2078-774X.

Выполнено сравнение существующих схем разложения функции по двум переменным с использованием методов безраздельной декомпозиции для синтеза минимальных схем гидропневоагрегатов. Получен алгоритм выбора схемы разложения, который обеспечивает наименьшее число элементов в случае реализации уравнения.

Ключевые слова: синтез схем гидропневоагрегатов, безраздельная декомпозиция, остаточные функции, логический элемент, пневмолиния, распределитель.

Comparison of existing schemes of two variables expansion of function using undivided decomposition methods for synthesis of minimum hydro-pneumoaggregates schemes is executed. The expansion scheme choice algorithm that provides the least number of elements in case of equation realization is obtained.

Ключові слова: синтез схем гідро-пневоагрегатів, безроздільна декомпозиція, залишкові функції, логічний елемент, пневмолінія, розподільник.