УДК 62.522

Черкашенко М.В., Гринберг Ю.И.

СИНТЕЗ СХЕМ ГИДРОПНЕВМОАГРЕГАТОВ

Синтез схем является одним из важнейших этапов проектирования гидропневмоагрегата, так как влияет на основные его характеристики, такие как увеличения надежности, уменьшения стоимости, уменьшения габаритов, увеличения быстродействия, упрощения монтажа и наладки, упрощения эксплуатации.

При реализации схемы существует ряд нерешенных в настоящее время проблем, а именно не существует критериев формальной оценки: выбора алгоритма реализации схемы с минимальным количеством логических элементов; при каких условиях целесообразно применение методов безраздельной и раздельной декомпозиции логических функций; системы логических функций (являющейся математической моделью схемы системы управления), приводящей к минимальной реализации; совокупного выбора – вида системы логических функций и алгоритма реализации схемы с минимальным числом логических элементов [1,2].

Целью настоящей работы является метод, основанный на совмещении способов раздельной и безраздельной декомпозиции уравнений.

Логическое уравнение представляется в минимальной дизъюнктивной нормальной форме. Затем подсчитывается число аппаратов, необходимое для реализации с использованием раздельной декомпозиции, исходя из данных для реализации функций 3-х переменных (табл. 1) распределителем (рис. 1).

Таблица 1

Функция входов	Настройка входов				Функция на выходе
	12	1	3	32	2
$y = x_3(\bar{x}_1 + x_4) + x_1x_2\bar{x}_4$	x_1	x_2	x_3	x_4	$y = x_3(\bar{x}_1 + x_4) + x_1x_2\bar{x}_4$
	x_1	x_2	x_3	0	$y = \bar{x}_1 x_3 + x_1x_2$
	x_1	x_2	0	x_4	$y = x_1x_2\bar{x}_4$
	x_1	0	x_3	x_4	$y = x_3(\bar{x}_1 + x_4)$
	x_1	x_2	1	x_4	$y = \bar{x}_1 + x_4 + x_2$
	x_1	1	x_3	x_4	$y = x_3 + x_1\bar{x}_4$

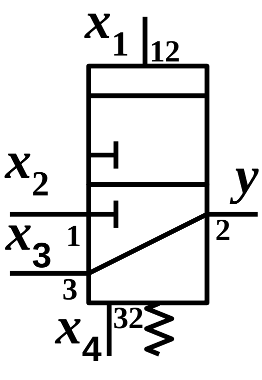


Рисунок 1 – Схема включения распределителя: цифрами 1,2,3,12,32 обозначены номера каналов по международной маркировке

Либо с использованием раздельной декомпозиции, исходя из данных для реализации функций 2-х переменных (табл. 2) распределителем (рис.1).

Таблица 2

Функция входов	Настройка входов				Функция на выходе 2
	12	1	3	32	
$y = \bar{x}_1 x_3 + x_1 x_2$	x_1	x_2	x_3	0	$y = \bar{x}_1 x_3 + x_1 x_2$
	x_1	x_2	0	0	$y = x_1 x_2$
	x_1	0	x_3	0	$y = \bar{x}_1 x_3$
	x_1	x_2	1	0	$y = x_2 + \bar{x}_1$
	x_1	1	x_3	0	$y = x_1 + x_3$

Далее проверяется целесообразность использования безраздельной декомпозиции, для чего далее в табл. 3 приводятся используемые для разложения схемы.

Основанием для безраздельной декомпозиции является формула Шеннона разложения логической функции по двум и одной переменным [1].

Формула разложения функции по двум переменным имеет вид:

$$y = \bar{x}_i \bar{x}_j g + \bar{x}_i x_j c + x_i \bar{x}_j b + x_i x_j q. \quad (1)$$

Здесь $g = f_0(0,0)$; $c = f_1(0,1)$; $b = f_2(1,0)$; $q = f_3(1,1)$ – остаточные функции от разложения, меньшие исходной на два порядка.

Схема представленная на рис.2 *а* приводится здесь впервые. На рис.2,*б* представлена известная схема логического модуля, реализующего все функции трех переменных [3].

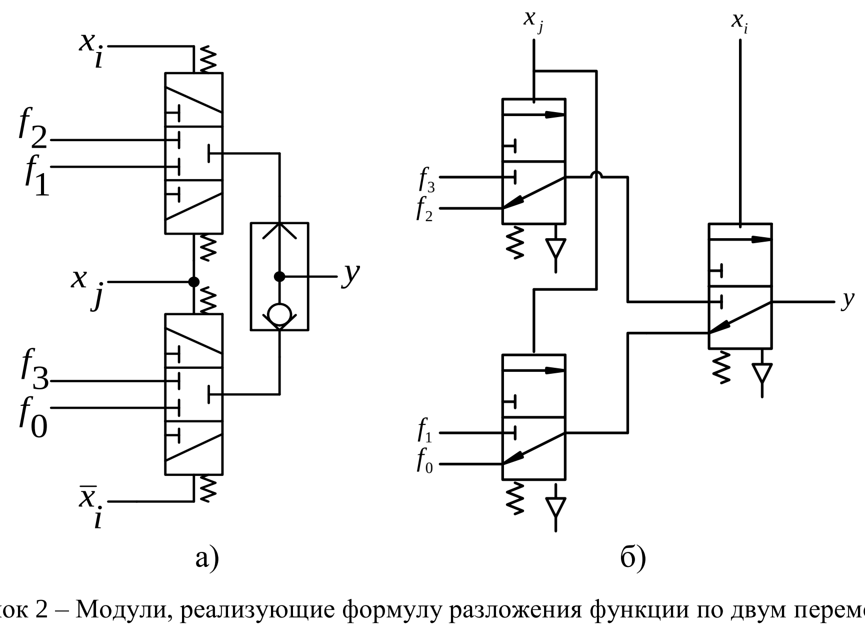


Рисунок 2 – Модули, реализующие формулу разложения функции по двум переменным

Схема 3 в табл. 3 [4] реализует уравнение [5]:

$$y = (\bar{x}_i \bar{x}_j + x_i x_j) d + \bar{x}_i x_j c + x_i \bar{x}_j b. \quad (2)$$

Если принять $d = \bar{x}_i g + x_i q = \bar{x}_i f_0(0,0) + x_i f_3(1,1)$; $c = f_1(0,1)$; $b = f_2(1,0)$ и подставить в уравнение (2) выражения для d, c и b, то получаем

$y_2 = (\bar{x}_i\bar{x}_j + x_i x_j)(\bar{x}_i g + x_i q) + \bar{x}_i x_j c + x_i \bar{x}_j b$, и далее, раскрывая скобки, имеем уравнение (1).

Схема 2 в табл.3 реализует уравнение [6]:

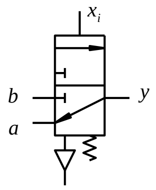
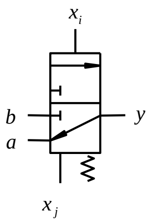
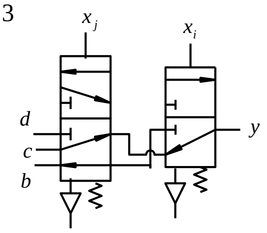
$$y = (\bar{x}_i + x_j)a + x_i\bar{x}_j b. \tag{3}$$

Если принять $a = \bar{x}_j g + x_i q + \bar{x}_i x_j c = \bar{x}_j f_0(0{,}0) + x_i f_3(1{,}1) + \bar{x}_i x_j f_1(0{,}1)$; $b = f_2(1{,}0)$ и подставить в уравнение (3) выражения для a и b, то получаем $y = (\bar{x}_i + x_j)(\bar{x}_j g + x_i q + \bar{x}_i x_j c) + x_i\bar{x}_j b$, и далее, раскрывая скобки, имеем уравнение (1).

Схема 1 в табл.3 реализует уравнение:

$$y = \bar{x}_i a + x_i b. \tag{4}$$

Таблица 3

Схема реализации функции	Функция входов	Остаточные функции
1 	$y = \bar{x}_i a + x_i b$	$a = f_0(0)$; $b = f_1(1)$
2 	$y = (\bar{x}_i + x_j)a + x_i\bar{x}_j b$	$b = f_2(1{,}0)$; $a = \bar{x}_j f_0(0{,}0) + x_i f_3(1{,}1) + \bar{x}_i x_j f_1(0{,}1)$
3 	$y = (\bar{x}_i\bar{x}_j + x_i x_j)d + \bar{x}_i x_j c + x_i\bar{x}_j b$	$b = f_2(1{,}0)$; $c = f_1(0{,}1)$; $d = \bar{x}_i f_0(0{,}0) + x_i f_3(1{,}1)$

1. Если реализуемая функция бесповторная, то в этом случае целесообразно использовать раздельную декомпозицию с использованием табл.1,2.
2. Если функция (или любая остаточная функция) содержит во всех слагаемых две одинаковые переменные или их инверсии, то следует провести безраздельную декомпозицию по формуле (1) с использованием одного из модулей (рис.2).
3. Если функция (или любая остаточная функция) содержит во всех слагаемых одну одинаковую переменную или ее инверсию, то следует провести безраздельную декомпозицию по формуле (4) с использованием модуля (табл.3., схема 1).
4. Применение формул (3) и (2) при безраздельной декомпозиции с использованием модулей (табл.3., схемы 2 и 3) соответственно требует проверки в каждом конкретном случае.

5. В качестве переменных разложения при безраздельной декомпозиции выбираются наиболее повторяющиеся в слагаемых переменные или их инверсные значения.

Пример. Функция задана следующим выражением

$$y = \bar{x}_1\bar{x}_2 x_3 + \bar{x}_1\bar{x}_2\bar{x}_4 x_5 + \bar{x}_1 x_2 x_6 + x_1\bar{x}_2 x_7 + x_1 x_2 x_8 .$$

Применяя метод раздельной декомпозиции к данному уравнению, получаем, что для его реализации требуется минимум 10 распределителей с учетом реализации по табл. 1,2.

Применяя уравнение (1) с использованием безраздельной декомпозиции получаем следующую реализацию модулями (рис. 2). В качестве переменных разложения выбираем переменные x_1 и x_2. Тогда остаточные от разложения функции имеют вид $f_0(0,0) = x_3 + \bar{x}_4 x_5$, $f_1(0,1) = x_6$, $f_2(1,0) = x_7$, $f_3(1,1) = x_8$. Пользуясь последней формулой в столбце 2 табл.1 получаем, что для реализации остаточной функции $f_0(0,0) = x_3 + \bar{x}_4 x_5$ требуется один распределитель. Таким образом, полученная схема представлена на рис. 3.

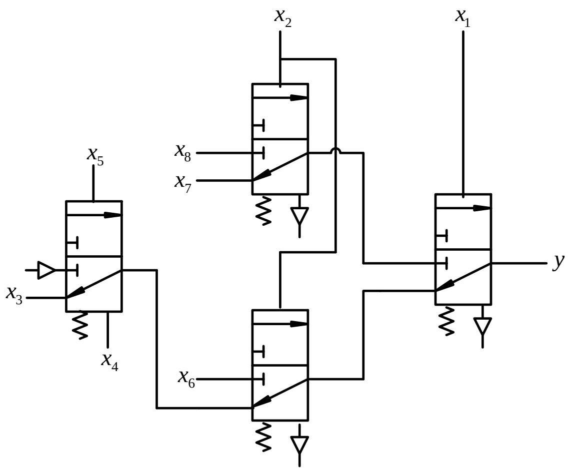


Рисунок 3 – Схема реализации

Литература

1. Черкашенко М.В. Автоматизація проектування систем гідро- і пневмоприводів з дискретним управлінням. Харків. НТУ «ХПІ».– 2001.– 182с.

2. Черкашенко М.В. Синтез логических схем пневмогидроавтоматики. Часть 1. Состояние проблемы. Математические модели. Часть 2. Методы, примеры реализации, рекомендации // Інтегровані технології та єнергозбереження.– 2001.–№4 .– С.83-91.

3. Черкашенко М.В. Многофункциональный пневматический логический модуль. А.с. №1140109 (СССР).– Опубл. в Б.И., 1985, №6.

4. Черкашенко М.В. Многофункциональный пневматический логический модуль. А.с. №1015365 (СССР).– Опубл. в Б.И., 1983, №16.

5. Черкашенко М.В. Автоматизация проектирования пневматических систем управления приводами // Механизация и автоматизация производства.– 1985. – № 6. – С. 14-15.

6. Черкашенко М.В. Синтез пневматических логических схем устройств управления системами пневмо- и гидроприводов.– В кн.: Пневматика и гидравлика. Приводы и системы управления.– М.: Машиностроение.– 1984.– Вып.10.– С.144-149.

7. Черкашенко М.В. Синтез схем гидропневмоавтоматики // Механіка та машинобудування.– 2003.– №1. Том 1.– С.110-118.