УДК 621.05

К.А. ПОЛУШКИН, магистр НТУ «ХПИ»

К ВОПРОСУ СИНТЕЗА СХЕМ ГИДРОПНЕВМОАГРЕГАТОВ

Описывается разработанный автором алгоритм безраздельной декомпозиции уравнения по двум переменным с выбором рациональной схемы разложения. Алгоритм разрешает исключить перебор схемных решений и избрать наиболее приемлемую схему только по виду остаточных функций, который можно получить вследствие разложения данной функции за формулой Шеннона. Применение алгоритма продемонстрирован на конкретном примере.

Описується розроблений автором алгоритм безроздільної декомпозиції рівняння по двом змінним з вибором раціональної схеми розкладання. Алгоритм дозволяє виключити перебір схемних рішень та обрати найбільш прийнятну схему тільки по виду залишковим функціям, що можна отримати внаслідок розкладання даної функції за формулою Шеннона. Застосування алгоритму продемонстровано на конкретному прикладі.

The algorithm of undivided decomposition of equations by two variables with the choice of the rational scheme of decomposition developed by the author is described. The algorithm allows to eliminate the surplus of scheme decisions and choose the most acceptable scheme only according to the form of remaining functions that can be got as a result of decomposition of this function after the Shannon's formula. Application of the algorithm is shown on the concrete example.

Введение. Впервые метод безраздельной декомпозиции с использованием распределительной аппаратуры был предложен в [1]. Основан на разложении функции по двум переменным с использованием одного распределителя для реализации функции разложения. Появление многофункциональных модулей [2–4] предопределило развитие данного метода, что нашло отражение в работах [5, 6].

Целью данной статьи является описание разработанного автором алгоритма безраздельной декомпозиции уравнения по двум переменным с выбором рациональной схемы разложения по виду остаточных функций, исключающий перебор схемных решений.

Основная часть. Главными критериями являются:

1) Минимальное число аппаратов в схеме.

2) Наименьшее количество пневмолиний.

Выбраны три схемы [1, 3, 4] для безраздельной декомпозиции функции (см. рис. 1) по двум переменным в соответствии с формулой Шеннона:

$$f = \bar{x}_i\bar{x}_j f_0(0,0) + \bar{x}_i x_j f_1(0,1) + x_i\bar{x}_j f_2(1,0) + x_i x_j f_3(1,1).$$

Автор рассматривает случаи, когда переменные разложения x_i и x_j имеют прямые значения.

Функция входов и остаточные функции для соответствующих схем приведены в табл.

Для выбора рационального алгоритма в каждом конкретном случае введем понятие «заполненной» функции.

Пусть есть некоторая функция y, для реализации которой требуется n аппаратов.

Если после прибавления к этой функции или умножения на нее какой-либо переменной x полученное выражение требует для реализации минимум $(n + 1)$ аппарат, т.е. на один больше исходной, то данная функция y будет называться «заполненной».

Таблица

Функция входов и остаточные функции

Функция входов	Остаточные функции
$y=(\bar{x}_i + x_j)a + x_i\bar{x}_j b$ (см. рис. 1*а*)	$b=f_2(1,0);\ a=\bar{x}_j f_0(0,0)+x_i f_3(1,1)+\bar{x}_i x_j f_1(0,1)$
$y=(\bar{x}_i\bar{x}_j + x_i x_j)d + \bar{x}_i x_j c + x_i\bar{x}_j b$ (см. рис. 1*б*)	$b=f_2(1,0);\ c=f_1(0,1);\ d=\bar{x}_i f_0(0,0)+x_i f_3(1,1)$
$y=\bar{x}_i\bar{x}_j a+\bar{x}_i x_j b + x_i\bar{x}_j c + x_i x_j d$ (см. рис. 1*в*)	$a=f_0(0,0);\ b=f_1(0,1);\ c=f_2(1,0);\ d=f_3(1,1)$

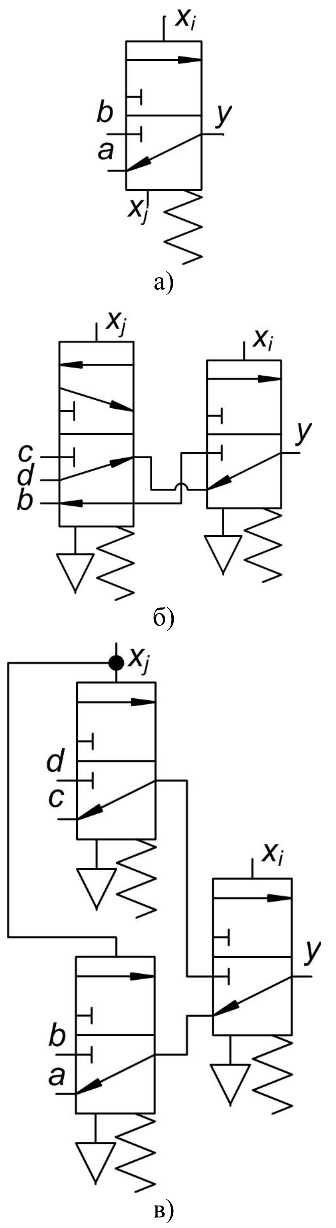


Рис. 1. Схемы безраздельной декомпозиции функции

Если число аппаратов для реализации не изменится (останется *n*), то функция *y* будет «незаполненной».

Простые «заполненные» функции:

1) x_1 – переменная.

2) Функция вида $\bar{x}_1 A + x_1 B$ (*A* и *B* – некоторые функции).

3) Функция вида $(\bar{x}_1 + x_2)A + x_1\bar{x}_2 B$, где *A* и *B* – некоторые функции.

Отдельно стоит рассмотреть выражение, которое в одних случаях является «заполненным», а в других – «незаполненным»:

$$x_1 x_2 \ldots x_n + x_1' x_2' \ldots x_m' + \ldots,\ n = 2k,\ m = 2t,$$

где *k*, *t* – натуральные числа.

Если это выражение прибавляется к некоторой функции, то его следует считать «незаполненным»; если домножается на функцию, то «заполненным».

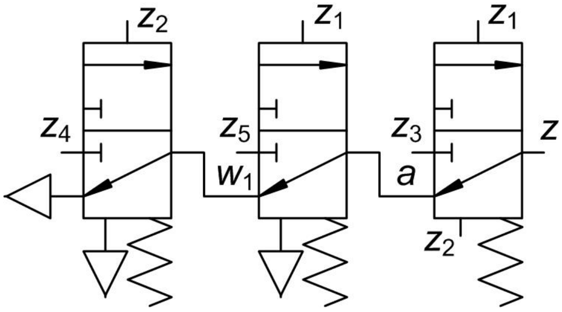
Определим «заполненность» сложной функции. Любую функцию можно представить как сумму или произведение простых. При этом нужно провести факторизацию логических уравнений.

Если количество простых «заполненных» функций, входящих в состав данной функции, – число нечетное, то функция будет «заполненной»; если же – число четное, то «незаполненной».

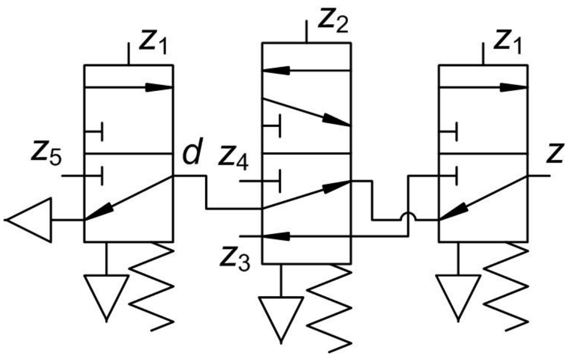
Выбор алгоритма безраздельной декомпозиции функции для реализации схемы с минимальным количеством элементов. Как было отмечено выше, при количестве повторяющихся переменных $n \geq 2$ остаточные функции $f_0(0,0)$, $f_1(0,1)$, $f_2(1,0)$, $f_3(1,1)$ находятся по формуле Шеннона.

Исследования автора показали, что выбор схемы (см. рис. 1) не зависит от функции $f_2(1,0)$.

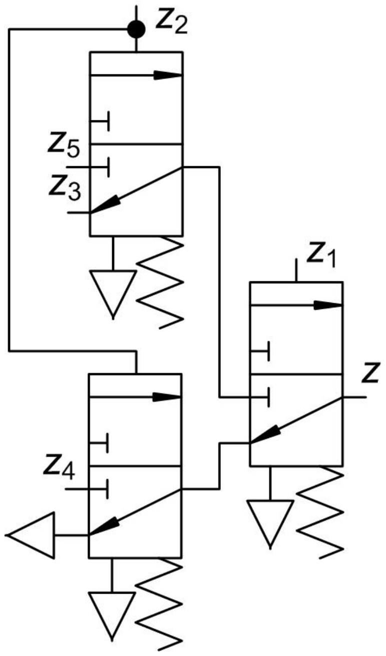
Рассмотрим, какие значения могут принимать остаточные функции:



а)



б)



в)

Рис. 2. Схемы реализации функции *z*

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

1 $f_0 = f_3$. Используется схема *а* или *б*.

2 $f_0 \neq f_3$.

2.1 $f_1 = f_3$ ($f_1 = f_0$).

При выполнении какого-либо из условий:

а) f_0 – «незаполненная»;

б) f_3 – «незаполненная»;

в) $f_1 = 0$;

г) f_0 (f_3) = 0,

применяется схема *а*.

2.2 $f_0(f_3) = 0$.

Если при этом:

а) f_1 – «незаполненная», то применяется схема *а*;

б) f_1 – «заполненная» и $f_3(f_0)$ – «незаполненная», то применяется схема *б*.

2.3 $f_1 = 0$.

Если при этом выполняется какое-либо из условий:

а) f_0 – «незаполненная»;

б) f_3 – «незаполненная»;

в) функции имеют вид $f_0 = x$, $f_3 = \bar{x}$;

г) функции имеют вид $f_0 = \bar{x}_1 + x_2$, $f_3 = x_1\bar{x}_2$ или наоборот, то применяется схема *а*.

Во всех остальных случаях следует использовать схему *в*.

Пусть задано уравнение в минимальной дизъюнктивной нормальной форме в виде:

$$z = z_1\bar{z}_2 z_3 + \bar{z}_1 z_2 z_4 + z_1 z_2 z_5 .$$

Проведем декомпозицию данного уравнения. Поскольку переменные $\tilde{z}_1$ и $\tilde{z}_2$ входят во все слагаемые (здесь волнистой линией показано как прямое, так и инверсное значение переменной), то в качестве переменных разложения целесообразно выбрать $x_i = z_1$ и $x_j = z_2$.

Определим остаточные функции от разложения:

$$f_0(0,0) = 0;\ f_1(0,1) = z_4;\ f_2(1,0) = z_3;\ f_3(1,1) = z_5 .$$

В данном случае $f_0 \neq f_3$, $f_0 = 0$, поэтому в соответствии с пунктом 2.2 алгоритма определяем тип остаточных функций f_1 и f_3. Очевидно, что они обе «заполненные».

Значит, ни одно из указанных в текущем пункте условий не выполняется и рациональной будет схема разложения *в* (см. рис. 1).

Проверить это можно, построив схемы всеми тремя способами (см. рис. 2).

Для схемы *а* определим остаточные функции *a* и *b*:

$$b = z_3;\ a = z_1 z_5 + \bar{z}_1 z_2 z_4 .$$

Функцию *a* реализуем методом раздельной декомпозиции:

$$w_1 = z_2 z_4;\ a = z_1 z_5 + \bar{z}_1 w_1 .$$

Для схемы *б* найдем остаточные функции *d*, *c* и *b*:

$$b = z_3;\ d = z_1 z_5;\ c = z_4 .$$

Для схемы *в* определим остаточные функции *d*, *a*, *c* и *b*:

$$a = 0;\ b = z_4;\ c = z_3;\ d = z_5 .$$

Все полученные схемы состоят из трех распределителей, однако наименьшее число пневмолиний содержит схема *в*.

Список литературы: **1.** *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. **2.** *Cherkashenko, M.* Universal devices for building pneumatic control circuits for industrial robots and automatic Machines [Text] / M. Cherkashenko // Soviet engineering research (Great Britain). – 1985. – V5, N2. – P. 29-31. **3.** *Черкашенко, М.В.* Многофункциональный пневматический логический модуль [Текст] / М.В. Черкашенко. – А.С. СССР № 1015365. – Опубл. в Б.И. – № 16. – 1983. **4.** *Черкашенко, М.В.* Многофункциональный пневматический логический модуль [Текст] / М.В. Черкашенко. – А.С. СССР № 1140109. – Опубл. в Б.И. – № 6. – 1984. **5.** *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. **6.** *Черкашенко, М.В.* Синтез схем гидропневмоавтоматики [Текст] / М.В. Черкашенко // Інтегровані технології та енергозбереження. – 2011. – №1. – С. 113-118.

Поступила в редколлегию 22.02.12