

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ
СОБСТВЕННОСТИ

(19) ВУ (11) 11024

(13) С1

(46) 2008.08.30

(51) МПК (2006)

G 06F 7/00

(54) УСТРОЙСТВО ДЛЯ ВЫЧИСЛЕНИЯ ПОЛИНОМИАЛЬНЫХ СИММЕТРИЧЕСКИХ БУЛЕВЫХ ФУНКЦИЙ

(21) Номер заявки: а 20061289

(22) 2006.12.15

(43) 2007.06.30

(71) Заявитель: Белорусский государственный университет (ВУ)

(72) Авторы: Супрун Валерий Павлович;
Седун Андрей Максимович (ВУ)

(73) Патентообладатель: Белорусский государственный университет (ВУ)

(56) ВУ 8619 С1, 2006.

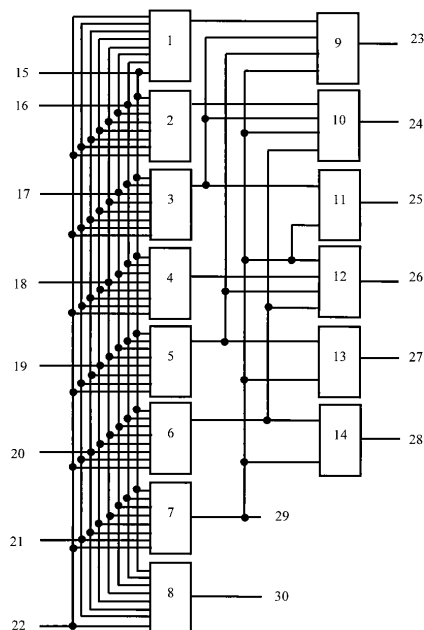
SU 1559337 А1, 1990.

SU 1676093 А1, 1991.

SU 1793542 А1, 1993.

(57)

Устройство для вычисления полиномиальных симметрических булевых функций, содержащее элемент ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ, элемент ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ с порогом два, отличающееся тем, что содержит элемент И, выход которого соединен с первым выходом устройства, элемент ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ с порогом три, элемент ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ с порогом четыре, элемент ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ с порогом пять, элемент ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ с порогом шесть, элемент ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ с порогом семь и шесть элементов ИЛИ, выход i -го, где $i = 1, 2, \dots, 6$, из которых соединен с $(i + 1)$ -м выходом устройства, восьмой выход которого соединен с выходом элемента ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ с порогом семь, j -й, где $j = 1, 2, \dots, 8$, вход которого соединен с j -м входом устройства, с j -м входом элемента И, с j -м входом элемента ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ, с j -м входом элемента ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ с порогом k , где $k = 2, 3, \dots, 6$, а его



ВУ 11024 С1 2008.08.30

выход соединен с первым входом i -го элемента ИЛИ, причем второй вход первого элемента ИЛИ соединен с выходом элемента ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ, третий вход соединен с выходом элемента ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ с порогом три и со вторыми входами второго и третьего элементов ИЛИ, а четвертый вход соединен с выходом элемента ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ с порогом пять, со вторым входом пятого элемента ИЛИ и со вторым входом четвертого элемента ИЛИ, третий вход которого соединен с выходом элемента ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ с порогом четыре, а четвертый вход соединен с выходом элемента ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ с порогом шесть, со вторым входом шестого элемента ИЛИ и с третьим входом второго элемента ИЛИ, четвертый вход которого соединен с выходом элемента ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ с порогом два.

Изобретение относится к области вычислительной техники и микроэлектроники и предназначено для вычисления полиномиальных симметрических булевых функций восьми переменных.

Известно устройство для вычисления фундаментальных симметрических булевых функций n переменных (многовходовый логический модуль), содержащее n групп элементов 2-И-ИЛИ, n элементов НЕ и $2n - 2$ элементов И [1].

Недостатками устройства являются низкое быстродействие и невозможность вычисления полиномиальных симметрических булевых функций.

Наиболее близким по функциональным возможностям и конструкции техническим решением к предлагаемому является устройство для вычисления симметрических булевых функций четырех переменных, которое содержит элемент ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ, элемент ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ с порогом два, элемент СЛОЖЕНИЕ ПО МОДУЛЮ ДВА, двенадцать входов и выход [2].

Недостатком устройства является невозможность вычисления полиномиальных симметрических булевых функций восьми переменных.

Изобретение направлено на решение задачи расширения функциональных возможностей устройства за счет вычисления полиномиальных симметрических булевых функций восьми переменных.

Устройство для вычисления полиномиальных симметрических булевых функций содержит элемент ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ и элемент ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ с порогом два. В отличие от прототипа устройство содержит элемент И, выход которого соединен с первым выходом устройства, элемент ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ с порогом три, элемент ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ с порогом четыре, элемент ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ с порогом пять, элемент ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ с порогом шесть, элемент ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ с порогом семь и шесть элементов ИЛИ. Выход i -го ($i = 1, 2, \dots, 6$) элемента ИЛИ соединен с $(i + 1)$ -м выходом устройства, восьмой выход которого соединен с выходом элемента ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ с порогом семь, j -й ($j = 1, 2, \dots, 8$) вход которого соединен с j -м входом устройства, с j -м входом элемента И, с j -м входом элемента ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ и с j -м входом элемента ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ с порогом k ($k = 2, 3, \dots, 6$), а его выход соединен с первым входом i -го элемента ИЛИ. Второй вход первого элемента ИЛИ соединен с выходом элемента ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ, третий вход соединен с выходом элемента ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ с порогом три и со вторыми входами второго и третьего элементов ИЛИ, а четвертый вход соединен с выходом элемента ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ с порогом пять, со вторым входом пятого элемента ИЛИ и со вторым входом четвертого элемента ИЛИ. Третий вход четвертого элемента ИЛИ соединен с выходом элемента ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ с порогом четыре, а четвертый вход соединен с выходом элемента ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ с порогом шесть, со вторым входом шестого элемента ИЛИ и с третьим входом второго элемента ИЛИ. Четвертый вход второго элемента ИЛИ соединен с выходом элемента ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ с порогом два.

Основной технической результат изобретения заключается в расширении функциональных возможностей устройства для вычисления симметрических булевых функций за счет вычисления (реализации) полиномиальных симметрических булевых функций восьми переменных. Названный эффект достигается путем введения в логическую схему устройства-прототипа новых логических элементов (элемента И, элементов ИЛИ, элементов ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ с порогами 3, 4, 5, 6 и 7).

На чертеже (фигура) представлена логическая схема устройства для вычисления полиномиальных симметрических булевых функций.

Устройство для вычисления полиномиальных симметрических булевых функций содержит элемент ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ 1, элемент ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ с порогом два 2, элемент ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ с порогом три 3, элемент ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ с порогом четыре 4, элемент ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ с порогом пять 5, элемент ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ с порогом шесть 6, элемент ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ с порогом семь 7, элемент И 8, шесть элементов ИЛИ 9...14, восемь входов 15, ..., 22 и восемь выходов 23...30.

Устройство для вычисления полиномиальных симметрических булевых функций работает следующим образом. На входы устройства 15, 16, ..., 22 поступают (в произвольном порядке) значения переменных x_1, x_2, \dots, x_8 . На выходах устройства 23, 24, ..., 30 реализуются полиномиальные симметрические булевы функции $E_8^1, E_8^2, \dots, E_8^8$, соответственно.

Поясним принцип построения и работы устройства для вычисления полиномиальных симметрических булевых функций восьми переменных.

Известно, что произвольная симметрическая булева функция n переменных $F = F(x_1, x_2, \dots, x_n)$ с рабочими числами a_1, a_2, \dots, a_r ($0 \leq r \leq n$) принимает значение 1 на тех и только тех наборах значений переменных $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$, которые содержат ровно a_j ($j = 1, 2, \dots, r$) единиц. Такая булева функция обозначается через $F = F_n^{a_1, a_2, \dots, a_r}(x_1, x_2, \dots, x_n)$. Если $r = 1$, то симметрическая булева функция $F = E_n^a(x_1, x_2, \dots, x_n)$ называется фундаментальной (или элементарной).

Симметрическая булева функция n переменных $F = F_n^{a_1, a_2, \dots, a_r}(X)$ называется полиномиальной, если ее полином Жегалкина содержит только элементарные конъюнкции, ранг которых равен k , где $1 \leq k \leq n$. Полиномиальная симметрическая булева функция n переменных обозначается через $F = E_n^k(X)$. Очевидно, что полином Жегалкина функции $F = E_n^k(X)$ содержит C_n^k ("число сочетаний из n по k ") элементарных конъюнкций ранга k , где $k = 1, 2, \dots, n$.

Предлагаемое устройство (фигура) синтезировано на основе применения следующих аналитических представлений полиномиальных симметрических булевых функций восьми переменных $E_8^k(X) = E_8^k(x_1, x_2, \dots, x_8)$:

$$\begin{aligned} E_8^1(X) &= F_8^1(X) \vee F_8^3(X) \vee F_8^5(X) \vee F_8^7(X), \\ E_8^2(X) &= F_8^2(X) \vee F_8^3(X) \vee F_8^6(X) \vee F_8^7(X), \\ E_8^3(X) &= F_8^3(X) \vee F_8^7(X), \quad E_8^4(X) = F_8^4(X) \vee F_8^5(X) \vee F_8^6(X) \vee F_8^7(X), \\ E_8^5(X) &= F_8^5(X) \vee F_8^7(X), \quad E_8^6(X) = F_8^6(X) \vee F_8^7(X), \\ E_8^7(X) &= F_8^7(X) \quad \text{и} \quad E_8^8(X) = F_8^8(X). \end{aligned}$$

При синтезе устройства использовался следующий факт: если на входы логического элемента ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ с порогом k подаются значения переменных x_1, x_2, \dots, x_8 , то на его выходе реализуется фундаментальная симметрическая булева функция

ВУ 11024 С1 2008.08.30

$F = F_8^k(x_1, x_2, \dots, x_8)$, где $k = 1, 2, \dots, 8$. Отметим также, что 8 - входовой элемент ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ с порогом восемь работает в режиме 8 - входового элемента И.

Дополнительным достоинством устройства для вычисления полиномиальных симметрических булевых функций восьми переменных является небольшая конструктивная сложность, которая (по числу входов логических элементов) равна 82. Также отметим высокое быстродействие устройства, которое равно 2τ , где τ - усредненная задержка на один логический элемент.

Источники информации:

1. А.с. СССР 1793547, МПК Н 03М 7/22, 1993.
2. Патент РБ 8619, МПК G 06F 7/00, 2006 (прототип).

Национальный центр интеллектуальной собственности.

220034, г. Минск, ул. Козлова, 20. □□□□□□ □□□□□□□□□□. □□□□□□□□□□.

□□□□□□□□□□ □□□□□□□□□□□□ □□□□□□□□□□ □□□□□□□□□□. □□□□□□□□□□.