

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕТОДОВ СИНТЕЗА ДЕШИФРАТОРОВ РАВНОВЕСНЫХ КОДОВ

Д.В. Гутенко, аспирант,

Сумский государственный университет, г. Сумы

В статье рассмотрен синтез дешифраторов равновесных кодов. Приведены примеры синтеза таких дешифраторов для конкретного равновесного кода. Также проведена оценка аппаратных затрат и сравнение с аппаратными затратами одноступенчатых дешифраторов, решающих ту же задачу.

Ключевые слова: *дешифратор, равновесные коды, сочетания, аппаратные затраты.*

У статті розглянутий синтез дешифраторів рівноважних кодів. Наведені приклади синтезу таких дешифраторів для конкретного рівноважного коду. Також проведена оцінка апаратурних витрат і порівняння з апаратурними витратами одноступеневих дешифраторів, які вирішують таке саме завдання.

Ключові слова: *дешифратор, рівноважні коди, поєднання, апаратурні витрати.*

ВВЕДЕНИЕ И ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

В цифровой схемотехнике особое место занимают специализированные устройства, предназначенные для решения определённого вида задач. К таким задачам относятся задачи дешифрации равновесных кодов, которые реализуются с помощью специальных дешифраторов, как, например в [1]. Эти дешифраторы для своей реализации потребляют различное количество аппаратных затрат. Поэтому ставится задача оценки этих аппаратных затрат и сравнение с аппаратными затратами дешифраторов при других способах построения.

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ

Равновесным кодом считается код, все комбинации которого содержат одинаковое количество единиц [2]. Например, равновесный код 2 из 5 будет содержать комбинации: 11000, 10100, 10010, 10001, 01100, 01010, 01001, 00110, 00101, 00011. В общем случае дешифратор равновесных кодов имеет количество выходов, равное количеству сочетаний C_n^k , где n – разрядность равновесных кодовых комбинаций, а k – количество единиц в каждой из них. Обозначим функции выходов дешифратора как $F_1, F_2, \dots, F_{C_n^k}$ (табл. 1). Всего их будет C_n^k , поскольку каждая функция соответствует определённому выходу дешифратора. При поступлении комбинации с k -единицами на вход такого дешифратора, на соответствующем выходе будет единица, а на всех остальных выходах – нули.

Представим функцию на выходе дешифратора равновесных кодов для какой-либо входной комбинации в виде конъюнкты СДНФ:

$$F_j = \bigwedge_{i \in B_j} x_i \cdot \bigwedge_{i \in C_j} \bar{x}_i, \quad (1)$$

где j – номер входной комбинации; x_i ($i=1 \dots n$) – входные переменные; B_j – множество номеров разрядов кодовой комбинации, на которых эта комбинация принимает единичное значение, а C_j – множество номеров

разрядов, на которых комбинация принимает нулевое значение. Для разных входных комбинаций номера разрядов, принимающих единичное значения, будут разными, а значит каждой входной комбинации будет соответствовать определенное V_j и C_j .

Таблица 1 – Таблица значений функций выходов дешифратора

Номер комбинации	x_1	x_2	...	x_{n-1}	x_n	F_1	...	$F_{C_n^k-1}$	$F_{C_n^k}$
1	0	0	...	1	1	1	...	0	0
...
$C_n^k - 1$	1	0	...	1	0	0	...	1	0
C_n^k	1	1	...	0	0	0	...	0	1

На рисунке 1 в качестве примера приведён одноступенчатый дешифратор для равновесного кода 2 из 5.

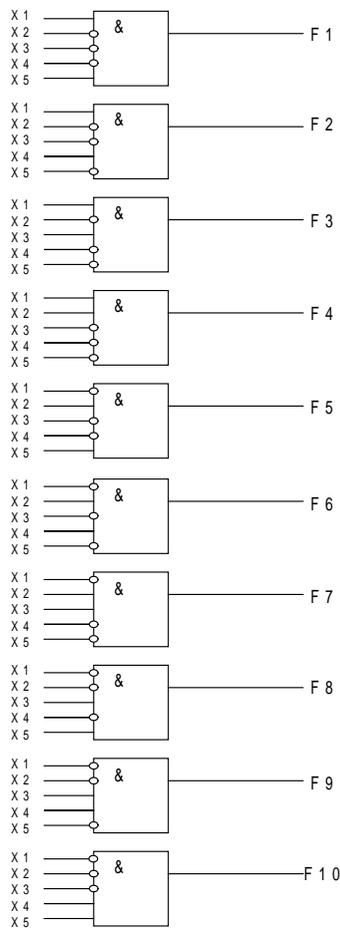


Рисунок 1 – Двоичный неполный одноступенчатый дешифратор равновесного кода 2 из 5

Каждая функция выхода этого дешифратора является конституентой единицы для соответствующей комбинации равновесного кода 2 из 5 и содержит в себе как инверсные, так и неинверсные переменные, соответствующие нулям и единицам дешифруемой комбинации. Так

как для данного равновесного кода все комбинации содержат 2 единицы и 3 нуля, то каждая функция дешифратора будет содержать 3 инверсных переменных и 2 неинверсных.

Такие дешифраторы способны обнаруживать переходы равновесных кодовых комбинаций в остальные возможные комбинации и в результате выявлять ошибки.

Однако, учитывая, что функции выходов не минимизировались, то количество аппаратурных затрат синтезируемого дешифратора достигает максимума.

Оценка количества аппаратурных затрат по входам (оценка Квайна) для дешифратора такого типа равна

$$C_1 = n \cdot C_n^k. \quad (2)$$

Поскольку предполагается, что на вход дешифратора поступают только комбинации, содержащие k -единиц, то для минимизации функций выходов дешифратора можно использовать запрещённые комбинации кода k из n , что позволит уменьшить количество аппаратурных затрат, необходимых для синтеза дешифратора.

Другой возможный вариант построения дешифратора равновесных кодов предложен в статье [1]. Согласно этому методу для построения дешифратора равновесных кодов достаточно учитывать или единицы кодовых комбинаций, или нули. На рисунке 2 а изображен дешифратор для кода 2 из 5, использующий только сочетания единиц, а на рисунке 2 б – сочетания нулей.

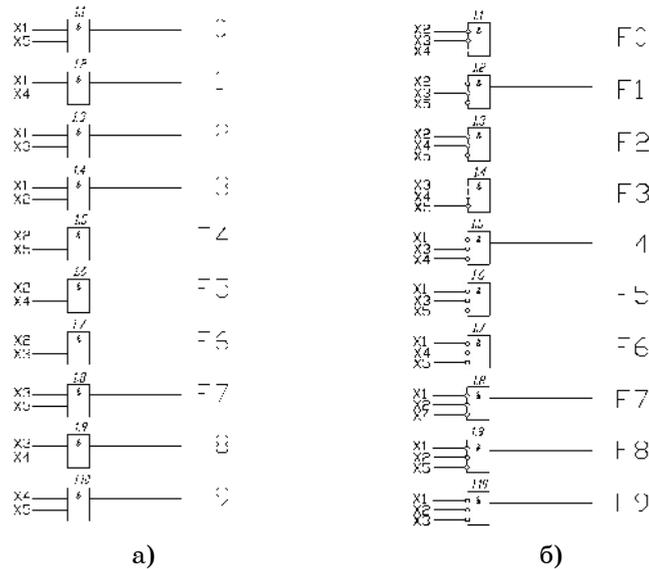


Рисунок 2 – Дешифраторы равновесного кода 2 из 5

Оценка Квайна для дешифраторов, использующих сочетания нулей, будет равна

$$C_2 = (n - k) \cdot C_n^k, \quad (3)$$

а для дешифраторов по сочетаниям единиц

$$C_3 = k \cdot C_n^k. \quad (4)$$

Для дешифраторов, приведенных на рисунках 2 а и 2 б, оценки Квайна будут соответственно равны 20 и 30 входам.

При увеличении k и фиксированном n значение C_3 будет увеличиваться, а значение C_2 будет уменьшаться. При $k = n/2$, значение C_3 достигнет значения C_2 , а при дальнейшем увеличении k , значение C_3 всегда будет больше, чем у C_2 . Ориентируясь на минимальное значение оценки Квайна для обоих способов построения дешифратора, при $k < n/2$ выгоднее выбирать схему построения на основе неинверсных входов, а при $k > n/2$ – схему построения на основе инверсных входов. Учитывая данный принцип, суммарная оценка Квайна при выборе лучшей схемы будет иметь вид

$$C_4 = \begin{cases} k \cdot C_n^k, k \leq \frac{n}{2} \\ (n - k) \cdot C_n^k, k > \frac{n}{2} \end{cases} \quad (5)$$

При сравнении оценки Квайна дешифратора равновесных кодов с простым одноступенчатым дешифратором получим соотношение

$$l = \frac{C_4}{C_1} = \begin{cases} z_1 = \frac{k}{n}, k \leq \frac{n}{2} \\ z_2 = \frac{n - k}{n} = 1 - \frac{k}{n} = 1 - z_1, k > \frac{n}{2} \end{cases} \quad (6)$$

Из выражения (6) следует, что $0 \leq l \leq \frac{1}{2}$. При k , близких к $\frac{n}{2}$, значение l приближается к $\frac{1}{2}$ и достигает своего максимального значения, а при увеличении или уменьшении k относительно $\frac{n}{2}$, значение l убывает. То есть согласно оценке Квайна аппаратные затраты для равновесного дешифратора будут всегда меньше, чем у простого одноступенчатого дешифратора и в худшем случае будут достигать половины значения его аппаратных затрат. На рисунке 3 изображены графики изменения l при различном k для выбранных значений $n = 5, 6, 7$.

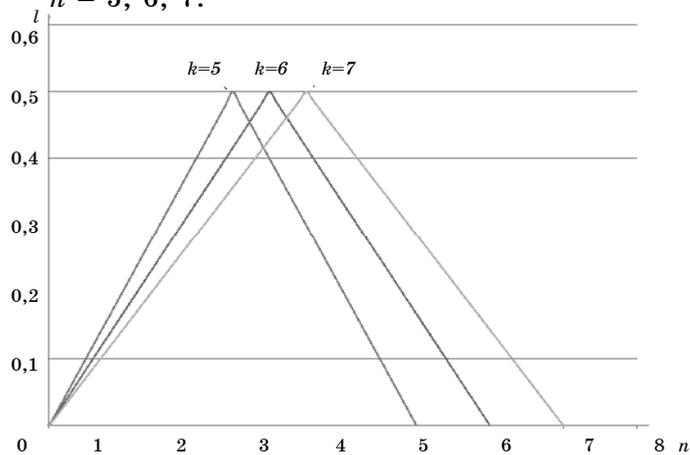


Рисунок 3 – Изменение значения l при различных k

Примеры оценок Квайна для неполных одноступенчатых дешифраторов и дешифраторов сочетаний приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Сравнение оценок Квайна для неполных одноступенчатых дешифраторов и дешифраторов сочетаний

n	k	Неполный одноступенчатый дешифратор	Дешифратор сочетаний единиц	Дешифратор сочетаний нулей
3	2	9	6	3
4	1	16	4	12
4	2	24	12	12
6	2	90	30	60
6	3	120	60	60
8	1	64	8	56
8	4	560	280	280

ВЫВОДЫ

Таким образом, равновесные коды можно дешифровать с помощью неполных одноступенчатых дешифраторов или дешифраторов сочетаний. При этом дешифратор сочетаний потребляет меньшее количество аппаратных затрат, однако снижается его возможность обнаруживать ошибки в дешифрируемых кодовых комбинациях. При использовании дешифраторов сочетаний в случае $k > n/2$ лучше использовать дешифратор сочетаний единиц, в случае $k < n/2$ – дешифратор сочетаний нулей, а в случае $k = n/2$ использование обоих дешифраторов – равноценно.

SUMMARY

ESTIMATION OF EFFECTIVENESS FOR METHODS OF DECODERS OF EQUILIBRIUM CODES

D.V. Gutenko,
Sumy State University, Sumy

In this article the synthesis of decoders of equilibrium codes was considered. The examples of the synthesis of such decoders for the specific equilibrium code were given. Also the hardware costs were estimated and a comparison with the hardware costs of one-stage decoder solving the same problem, was made.

Key words: decoder, equilibrium codes, combination, hardware costs.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Борисенко А.А. Построение экономичных дешифраторов / Борисенко А.А., Лопатченко Б.К., Бражник И.Е., Гриненко В.В. // В сник СумДУ. – 2006. - 10. - С. 75 – 80.
2. Березюк Н.Т. Кодирование информации: справочник / Н.Т. Березюк. – Харьков: Вища школа, 1978. - С. 139

Поступила в редакцию 27 апреля 2011 г.