

ЦИФРОВЫЕ КОМПАРАТОРЫ

А.А. Рогозин, В.С. Шапкин

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет
имени Г.Ф. Морозова»

Аннотация. В ходе работы был проведён анализ выбранной темы. Были изучены теоретические материалы по выбранной теме. Была определена структура компаратора и составлены таблица истинности. Было сравнение однобитного и двухбитного компаратора, а также выявлены свойства компараторов.

Ключевые слова: компараторы, виды компараторов, однобитные компараторы, двухбитные компараторы, свойства компараторов, сравнение чисел.

DIGITAL COMPARATORS

A.A. Rogozin, V.S. Shapkin

Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

Abstract. In the course of the work, an analysis of the chosen topic was carried out. Theoretical materials on the chosen topic were studied. The comparator structure was determined and a truth table was compiled. A one-bit and two-bit comparator were compared, as well as the properties of comparators were revealed.

Keywords: comparators, types of comparators, one-bit comparators, two-bit comparators, properties of comparators, comparison of numbers.

Введение

Цифровой компаратор – это логическое устройство (что подразумевает собой реализацию функций алгебры логики через определенные уровни напряжения с выходом низкого или высокого напряжения), имеющее два словарных входа с подающимися в них двумя двоичными словами (т.е. единицей данных, нормальных для данной архитектуры процессора) и равной в битах длиной. На выходе же нормальным считается три двоичных выхода, осуществляющие сравнение входных слов. К ним относятся:

- Первое слово меньше второго;
- Второе меньше первого;
- Слова равны между собой.

Основной выход – «равно». Выходы «больше» и «меньше» встречаются гораздо реже.

Способы применения цифровых компараторов крайне широки. Их используют как датчики напряжения (сравнивают несколько напряжений, и по результату определяют – повышенное или пониженное изначальное напряжение), как детекторы пересечения нуля (при отрицательном импульсе показывает низкое напряжение, а при положительном – высокое), ну и в повседневной жизни каждого из нас – в цифровых часах с будильником, радио, микропроцессорах, центральных процессорах и другой электронике и технике.

В данной работе мы рассмотрим типы компараторов, сравним их работу и предназначение.

Цифровые компараторы можно разделить на последовательные, встроенные и параллельные.

Параллельные – сравнивают сразу все разряды числа, а последовательные – поочередно. Встроенные же просто установлены непосредственно в саму интегральную схему.

Цифровые компараторы так же делятся на однобитные и многобитные (зачастую – двухбитные). При сравнении однобитный компаратор получает 3 результата ($A > B$, $A < B$, $A = B$), но сравнивать может одновременно не более двух битов. Двухбитный же компаратор позволяет работать одновременно с несколькими двухбитными числами. Наглядны результаты обоих компараторов видны в рис. 1 и 2.

Входы		Выходы		
A	B	$A < B$	$A = B$	$A > B$
0	0	0	1	0
0	1	1	0	0
1	0	0	0	1
1	1	0	1	0

Рисунок 1 – Таблица истинности однобитного цифрового компаратора

Входы				Выходы		
A_1	A_0	B_1	B_0	$A < B$	$A = B$	$A > B$
0	0	0	0	0	1	0
0	0	0	1	1	0	0
0	0	1	0	1	0	0
0	0	1	1	1	0	0
0	1	0	0	0	0	1
0	1	0	1	0	1	0
0	1	1	0	1	0	0
0	1	1	1	1	0	0
1	0	0	0	0	0	1
1	0	0	1	0	0	1
1	0	1	0	0	1	0
1	0	1	1	1	0	0
1	1	0	0	0	0	1
1	1	0	1	0	0	1
1	1	1	0	0	0	1
1	1	1	1	0	1	0

Рисунок 2 – Таблица истинности двухбитного цифрового компаратора

Как видно из сравнения однобитного и двухбитного компаратора, в обоих случаях на выходе мы получаем три результата, однако у второго получается сравнивать больше чисел – 4 бита одновременно. Но и схема (таблица истинности) получается более сложной. Как итог – при необходимости сравнивать не более двух битов – можно использовать однобитный компаратор, а при увеличении переменных нужно переходить на более сложные компараторы, или допускается реализация каскадирования двух однобитных компараторов.

Когда происходит сравнение двоичных кодов больших, чем 4 или 8 бит, то сравниваемые компаратором слова разделяются на группы с фиксированной разрядностью, т.е. на функции $F(A=B)$ и $F(A>B)$.

По итогу появляется результат сравнения кодов всей длины. Такая функция обозначается как $COMP$, или же просто « $=$ ».

Такую схему использует, например, компаратор К561ИП2, имеющий четырехразрядную структуру. Микросхема подразумевает собой сравнение только « $<$ » и « $=$ », а вход « $>$ » не переходит на следующий уровень, так как он избыточен и постоянно требует подавать потенциал логической единицы. На вход « $<$ » при этом подается ноль, а на « $=$ » - единица.

Схемы обычного компаратора и К561ИП2 показаны на рис. 3 и 4.

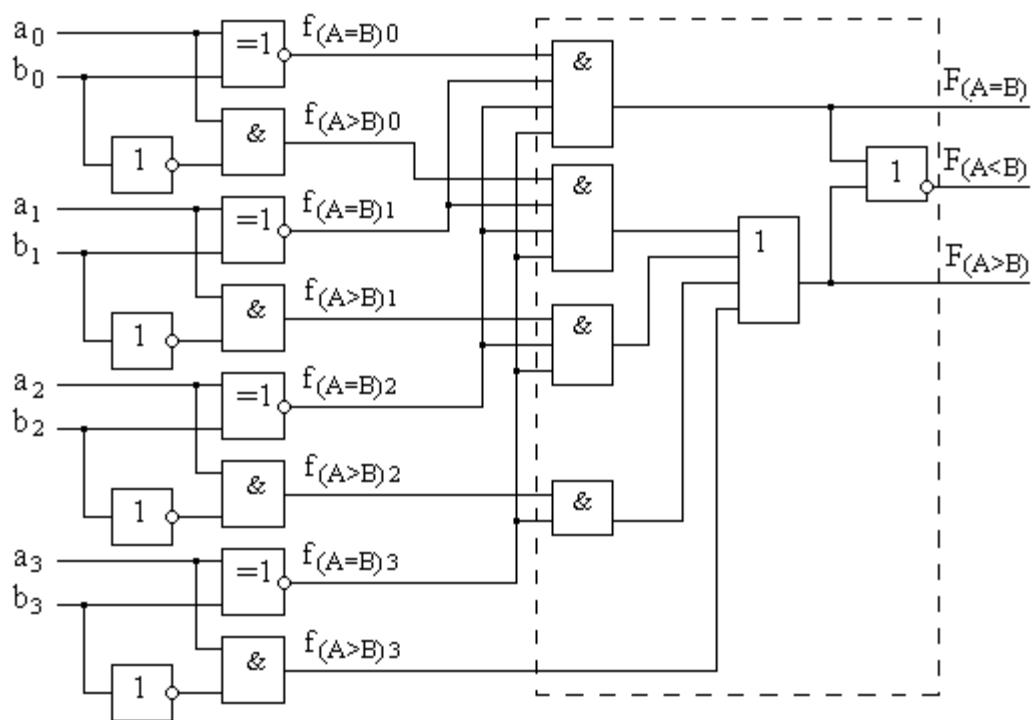


Рисунок 3 – Обычная схема компаратора

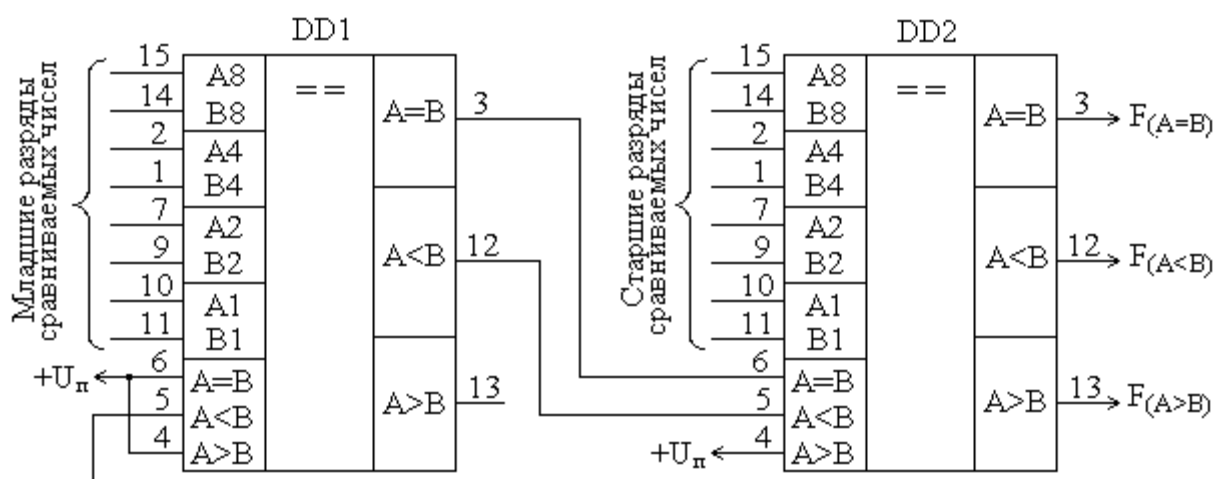


Рисунок 4 – Схема компаратора с микросхемой К561ИП2

Как видно по примерам, микросхема К561ИП2 может быть использована для сравнения кодов разных разрядностей, разделяя их на старшие и младшие разряды, что значительно упрощает работу, делает ее более структурированной.

Исходя из вышепоказанных примеров, можно выделить несколько свойств компараторов, наиболее влияющих на работу:

1) Скорость работы компаратора.

Данный показатель зависит от того, какая сложность у схемы и какие логические элементы используются

2) Мощность потребления.

Так же зависит от того, сколько одновременно операций производится.

3) Точность.

Влияет, насколько правильно и точно компаратор будет и может сравнивать числа. На этот показатель влияет то, сколько имеется исходных разрядов.

Вывод

В ходе данной работы мы познакомились с понятием компаратора и узнали, какие бывают компараторы, посмотрели на примерах сравнения нескольких типов, а также узнали, как можно упростить работу компаратора, где они применяются, и какими свойствами обладает компаратор.

Список литературы

1. Цифровые компараторы. – URL: <https://studfile.net/preview/9444458/page:7/> (дата обращения: 20.10.2024).
2. Цифровой компаратор. – URL: https://ru.ruwiki.ru/wiki/Цифровой_компаратор (дата обращения: 20.10.2024).
3. Что такое цифровой компаратор? – URL: <https://inpromsintes.ru/blog/chto-takoe-tsifrovoy-komparator/> (дата обращения: 20.10.2024).
4. Реализация оптимального построения комбинационного устройства и оценка надежности по выходному напряжению / Ф.В. Макаренко, А.С. Ягодкин, К.В. Зольников, О.А. Денисова // Моделирование систем и процессов. – 2021. – Т. 14, № 4. – С. 130-139. – DOI: 10.12737/2219-0767-2021-14-4-130-139.

References

1. Digital comparators. – URL: <https://studfile.net/preview/9444458/page:7/> (date of access: 10/20/2024).
2. Digital comparator. – URL: https://ru.ruwiki.ru/wiki/Цифровой_компаратор (date of access: 10/20/2024).
3. What is a digital comparator? – URL: <https://inpromsintes.ru/blog/chto-takoe-tsifrovoy-komparator/> (date of reference: 10/20/2024).
4. Implementation of the optimal construction of a combination device and evaluation of reliability by output voltage / F.V. Makarenko, A.S. Yagodkin, K.V. Zolnikov, O.A. Denisova // Modeling of systems and processes. - 2021. – Vol. 14, No. 4. – pp. 130-139. – DOI: 10.12737/2219-0767-2021-14-4-130-139.