

Министерство образования и науки Российской Федерации

Калужский филиал
федерального государственного бюджетного образовательного
учреждения высшего образования
**«Московский государственный технический университет
имени Н.Э. Баумана
(национальный исследовательский университет)»**
(КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана)

Ю.Е. Гагарин, И.В. Чухраев, О.О. Козеева

ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ КОДОВ

Методические указания к выполнению домашней работы
по дисциплине «Основы электроники»

Калуга, 2022

УДК 621.38

Методические указания составлены в соответствии с учебным планом КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана по направлениям подготовки 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника», 09.03.03 «Прикладная информатика», 09.03.04 «Программная инженерия».

Методические указания рассмотрены и одобрены:

-кафедрой «Информационные системы и сети» (ИУК2)

Протокол № _____ от _____ 20__ г.

Зав. кафедрой ИУК2 _____ к.т.н., доцент И. В.Чухраев

-методической комиссией факультета ИУК

Протокол № _____ 20__ г.

Председатель методической комиссии

_____ к.т.н., доцент М. Ю.Адкин

-методической комиссией Калужского филиала МГТУ им.Н.Э.Баумана

Протокол № _____ 20__ г.

Председатель методической комиссии

_____ д.э.н., профессор О. Л. Перерва

Рецензенты:

Автор(ы) _____ к.т.н., доцент Чухраев И. В.

_____ ст. преподаватель Козеева О.О.

Методические указания содержат цели и задачи домашней работы, основные теоретические сведения, дается описание порядка выполнения, приведены варианты задания и контрольные вопросы. Выполнение домашнего задания позволит студентам закрепить знания, умения и навыки, полученные при освоении дисциплины «Основы электроники».

© Гагарин Ю.Е., Чухраев И. В., Козеева О.О., 2022 г.

© КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2022 г.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДОМАШНЕЙ РАБОТЫ, ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ЕГО ВЫПОЛНЕНИЯ	4
ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ	5
ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ ДОМАШНЕЙ РАБОТЫ	10
ВАРИАНТЫ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ЗАДАНИЙ	13
КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ	14
ФОРМА ОТЧЕТА ПО ДОМАШНЕЙ РАБОТЕ.....	14
ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА	16
ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА	16

ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДОМАШНЕЙ РАБОТЫ, ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ЕГО ВЫПОЛНЕНИЯ

Целью выполнения домашней работы является формирование у студентов практических навыков построения и исследования работы схем преобразования кодов.

Основными задачами выполнения домашней работы являются:

1. построение таблицы истинности для четырехразрядного преобразователя кода 8421 в код, указанный в варианте задания;
2. формирование карт Карно для функций, соответствующим выходному коду;
3. получение минимизированных выражений для выходных функций;
4. построение схемы преобразователя кода, обеспечивающего перевод информации из кода 8421 в код, указанный в варианте задания.

Результатами работы являются:

- Таблица истинности для преобразователя кода с дополнительным столбцом, отражающим выходной код в шестнадцатеричном счислении.
- Карты Карно для выходных функций.
- Минимизированные выражения для выходных функций.
- Логическая схема преобразователя кодов.
- Подготовленный отчет.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

Двоично–десятичный код 8421

Для представления информации используются разнообразные коды. Рассмотрим некоторые из них.

Из двоичных кодов наиболее известным является код 8421, который применяется в декадных счетчиках, частотомерах и других цифровых приборах в сочетании с 7 – сегментными индикаторами.

В двоично-десятичном коде 8421, каждая десятичная цифра задается группой из 4 двоичных цифр. В этом состоит принципиальная разница между двоичными числами и двоично-десятичным кодом. Например, десятичное число 341 даст двоичное число 101010101. Преобразование десятичного числа 341 в двоично-десятичный код 8421 показано в таблице 1.

Десятичное число	3	4	1
Число в коде 8421	0011	0100	0001

Таблица 1 – Преобразование десятичного числа в код 8421

Десятичное число 341 соответствует двоичному числу 101010101, а в двоично-десятичном коде 8421 имеет вид: 0011 0100 0001.

При обратном преобразовании, из кода 8421, в десятичное число, каждая группа из четырех двоичных цифр заменяется соответствующей десятичной цифрой. Пример такого преобразования показан в таблице 2. Число 1001 0101 0001 0011 в коде 8421 соответствует десятичному числу 9523.

Число в коде 8421	1001	0101	0010	0011
Десятичное число	9	5	2	3

Таблица 2 – Преобразование числа из кода 8421 в десятичное число

В коде 8421 никогда не используются следующие группы из четырех двоичных цифр: 1010, 1011, 1100, 1101, 1110, 1111. Эти числа в указанном коде запрещены. Цифры от 0 до 9 и соответствующие им цифры в двоично-десятичном коде 8421 приведены в таблице 3.

Десятичное число	Число в коде 8421	Числа в коде «с избытком 3»
0	0000	0011
1	0001	0100
2	0010	0101
3	0011	0110
4	0100	0111
5	0101	1000
6	0110	1001
7	0111	1010
8	1000	1011
9	1001	1100

Таблица 3 – Различные коды цифр от 0 до 9

Код с «избытком 3»

Код с «избытком 3» также является двоично-десятичным кодом, однако веса, соответствующие каждому биту, в нем не являются степенями 2. К каждой группе из 4 битов, соответствующей десятичной цифре, в этом коде добавляется число 3.

Цифры от 0 до 9 и соответствующие им цифры в коде с «избытком 3» приведены в таблице 3. Используя таблице 3, можно преобразовать десятичное число 571 в код с «избытком 3», что даст результат 1000 1010 0011. При обратном преобразовании, для группы двоичных цифр сначала производится уменьшение двоичного числа на 3, а затем результат преобразуется в десятичное число. Код с «избытком 3» является самодополняющим, т.е. верхние пять цифр (таблица 3) являются зеркальным отображением нижних пяти цифр. Кроме этого, каждая цифра содержит как единицы, так и нули, что создает определенные преимущества при передаче информации, поскольку десятичный ноль также представляет собой группу нулей и единиц.

Помимо рассмотренных кодов существуют и другие. Например, для представления чисел со знаком в цифровых системах используется дополнительный код. Буквенно-цифровые коды используются для кодирования в двоичной форме, как цифр, так и букв, знаков препинания и управляющих символов. Примером такого кода является 7 – разрядный буквенно-цифровой код ASCII (American Standard Code for Information Interchange – американский стандартный код для обмена информацией).

Преобразователи кодов

Преобразователи кодов используются для перевода информации из одной формы в другую. Например, рассмотрим каким образом можно осуществить преобразование чисел прямого кода в обратный. **Обратный код** используется для представления отрицательных чисел. При этом положительные числа представляются в обычном двоичном коде. Обратный код отрицательного числа образуется путем замены 0 во всех разрядах исходного двоичного числа $A = a_k \dots a_1 a_0$ на 1 в обратном числе $B = b_k \dots b_1 b_0$ и наоборот.

Для представления знака числа используется знаковый разряд z , который обычно располагается перед числовыми разрядами. В зависимости от знакового разряда z , отрицательное число ($z=1$) переводится в обратный код $B = \bar{A}$, а положительное ($z=0$) передается без изменения $B = A$. Такое преобразование реализуется с помощью схемы исключающее ИЛИ: $b_i = z * \bar{a}_i \oplus \bar{z} * a_i$.

Построим логическую схему для преобразования двоично-десятичного кода 8421 в код с «избытком 3». Таблицу 3 примем за таблицу истинности. Входными функциями, в данном преобразователе, является C_0, C_1, C_2, C_3 . Для выходных функций получим карты Карно.

$a_1 a_0$ $a_3 a_2$	00	01	11	10
00	1			1
01	1			1
11				
10	1			

C_0

$a_1 a_0$ $a_3 a_2$	00	01	11	10
00	1		1	
01	1		1	
11				
10	1			

C_1

a_1a_0 a_3a_2	00	01	11	10
00		1	1	1
01	1			
11				
10		1		

C_2

a_1a_0 a_3a_2	00	01	11	10
00				
01		1	1	1
11				
10	1	1		

C_3

Рис.1 – Карты Карно выходных функций преобразователя кода 8241 в код с «избытком 3»

Выходные функции C_0, C_1, C_2, C_3 являются **частично определенными**, поскольку значения этих функций определены только для части наборов переменных a_0, a_1, a_2, a_3 (таблица 3). Кроме этого имеется класс **положительно определенных функций**, которые имеют определенное значение (0 или 1) при всех возможных наборах переменных. Наборы переменных, для которых выходная функция определена, называются рабочими, а для которых не определена – **безразличными**. На рис. 1 кроме рабочих наборов переменных, знаком **x** показаны безразличные наборы. Безразличные наборы введены для упрощения логических функций.

Объединение клеток на картах Карно дает следующие минимизированные выражения выходных функций:

$$C_0 = \bar{a}_0;$$

$$C_1 = \bar{a}_1 * \bar{a}_0 + a_1 * a_0;$$

$$C_2 = a_0 * \bar{a}_2 + a_1 * \bar{a}_2 + \bar{a}_0 * \bar{a}_1 * a_2;$$

$$C_3 = a_3 + a_0 * a_2 + a_1 * a_2;$$

где a_0, a_1, a_2, a_3 значения разрядов кода 8421. Полученные выражения выходных функций используются для построения логической схемы преобразователя. Так младший разряд C_0 в коде с «избытком 3» получается с помощью инверсии младшего разряда a_0 кода 8421.

Следует отметить, что преобразование двоично-десятичного кода 8421 в код с «избытком 3» обычно производится с помощью

сумматора, прибавляющего 3 (11 в двоичном коде) к младшим разрядам числа.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ ДОМАШНЕЙ РАБОТЫ

1. Изучить краткий теоретический материал.
2. Составить таблицу истинности для четырехразрядного преобразователя кода 8421 в код, указанный в варианте задания. В дополнительном столбце указать число в шестнадцатеричном счислении, соответствующее выходному коду.
3. Заполнить карты Карно для функций, соответствующим выходному коду.
4. Получить минимизированные выражения для выходных функций.
5. По полученным выражениям для выходных функций построить логическую схему преобразователя.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Для генерации различных последовательностей сигналов (например, чтобы автоматически перебирать все возможные комбинации входов x_1 , x_2 , x_3 , x_4 исследуемой схемы) используются генераторы дискретных последовательностей *Stim1*, *Stim2*, *Stim4*, *Stim8*, *Stim16*. Они имеют разное количество выходов, сигналы на которых можно запрограммировать в соответствии с требованиями. Программирование проводится в окне свойств генераторов.

Так, для формирования входного сигнала в виде кода 8421 можно воспользоваться компонентом *Stim4* из меню *Component – Digital primitives – Stimulus Generators*. В окне свойств данного компонента можно выбрать готовый шаблон для генерирования кода *TenCount* (рис.2):

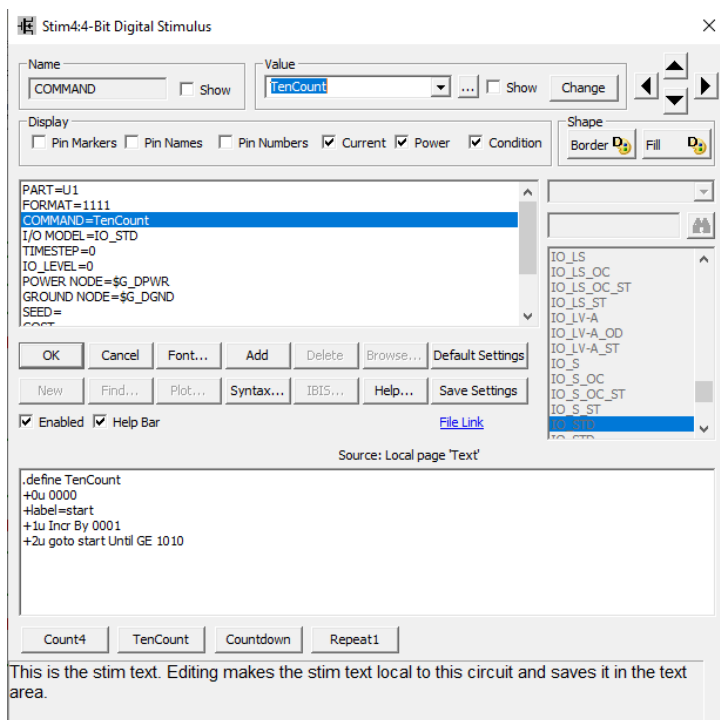


Рис. 2 – Окно свойств компонента Stim4

Для задания последовательности выходных сигналов нужно выбрать свойство *COMMAND*. В текстовом окне пишется сама последовательность после фразы «*.define TenCount*». Команды последовательности начинаются с символа «+», после которого пишется время относительно начала последовательности. Самый простой вариант команды – непосредственное задание выходного значения сигналов генератора. Например *+0u 0000* – через 0 микросекунд после начала последовательности на выходах будут сигналы 0, 0, 0, 0 (слева – старший разряд, на обозначении генератора вывод старшего разряда отмечен точкой). Задавая последовательно несколько команд, можно задать любые последовательности. Команда *+label=start* задает метку *start*, на которую происходит переход командой *+2u goto start*. В данном случае переход осуществляется пока не будет получена комбинация 1010. В теле цикла выполняется инкремент исходной комбинации через каждую микросекунду *+1u Incr By 0001*.

Для расчета и отображения временных диаграмм сигналов в указанных точках схемы $\{x1, x2, x3, x4\}$, $\{y1, y2, y3, y4\}$ можно воспользоваться функцией *Transient analysis* – анализом переходных

процессов. В диалоговом окне *Transient Analysis Limits* задаются необходимые установки (рис. 3).

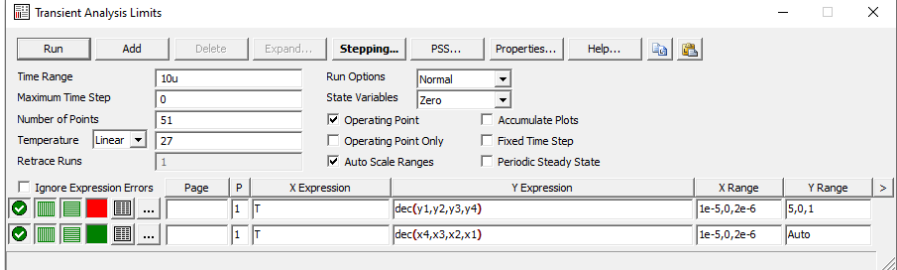


Рис. 3 – Окно настройки параметров анализа переходных процессов

В поле *Y Expression* выражение *dec(y1, y2, y3, y4)* и *dec(x1, x2, x3, x4)* позволяет выводить на графике двоичное число *x1x2x3x4* в десятичном формате (*x1* – старший разряд двоичного числа).

На рис.4 показана схема преобразования кода 8421 в код «с избытком 3».

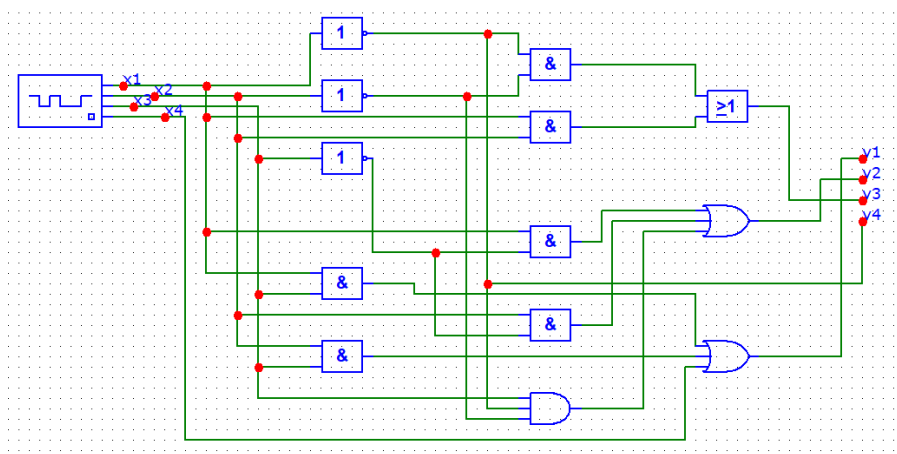


Рис. 4 – Логическая схема преобразователя кодов

На рис. 5 показаны диаграммы соответствия входных и выходных сигналов преобразованию из кода 8421 в код с избытком 3.

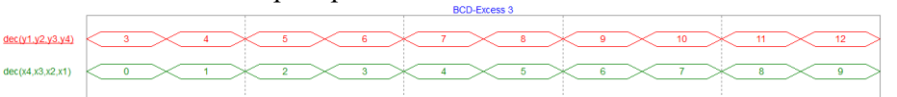


Рис.5 – Диаграммы сигналов

ВАРИАНТЫ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ЗАДАНИЙ

Код 8421	0000	0001	0010	0011	0100	0101	0110	0111	1000	1001
№										
1	0000	0001	0011	0010	0110	0111	0101	0100	1100	1101
2	0100	0101	0110	0111	1000	1001	1010	1011	1100	1101
3	0101	0110	0111	1000	1001	1010	1011	1100	1101	1110
4	1010	1011	1100	1101	1110	1111	0000	0001	0010	0011
5	0000	0001	0010	0011	0100	1011	1100	1101	1110	1111
6	1110	1111	0000	0001	0010	0011	0100	0101	0110	0111
7	1111	1110	1101	1100	1011	0100	0011	0010	0001	0000
8	1111	0000	0001	0010	0011	0100	0101	0110	0111	1000
9	0101	1100	0100	1101	0011	1110	0010	1111	0001	0000
10	0111	1000	1001	1010	1011	1100	1101	1110	1111	0000
11	1100	1101	1110	1111	0000	0001	0010	0011	0100	0101
12	0010	0011	0100	0101	0110	0111	1000	1001	1010	1011
13	1111	0110	1110	0111	1101	1000	1100	1001	1011	1010
14	1100	1101	1110	1111	0000	0001	0010	0011	0100	0101
15	0110	0111	1000	1001	1010	1011	1100	1101	1110	1111
16	1000	1001	1010	1011	1100	1101	1110	1111	0000	0001
17	0000	0111	1111	1000	1110	1001	1101	1010	1100	1011
18	1001	1010	1011	1100	1101	1110	1111	0000	0001	0010
19	1011	1100	1101	1110	1111	0000	0001	0010	0011	0100
20	0010	1001	0001	1010	0000	1011	1111	1100	1110	1101
21	1101	1110	1111	0000	0001	0010	0011	0100	0101	0110
22	1100	0101	1101	0100	1110	0011	1111	0010	0000	0001
23	0101	1100	0100	1101	0011	1110	0010	1111	0001	0000
24	1011	0010	1010	0011	1001	0100	1000	0101	0111	0110

25	0111	1110	0110	1111	0101	0000	0100	0001	0011	0010
26	0000	1111	0001	1110	0010	1101	0011	1100	0100	1011
27	1000	1111	0111	0000	0110	0001	0101	0010	0100	0011
28	0011	1010	0010	1011	0001	1100	0000	1101	1111	1110
29	0001	0010	0011	0100	0101	0110	0111	1000	1001	1010
30	1111	0000	1110	0001	1101	0010	1100	0011	1011	0100

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

1. Выполните перевод десятичных чисел в [код 8421](#).
2. Выполните перевод из кода 8421 в десятичное число.
3. Переведите десятичные числа в [код «с избытком 3»](#).
4. Перечислите булевы функции, которые используются для описания связи входов и выходов основных двоичных логических элементов.
5. Раскройте основные правила объединения клеток на картах Карно.
6. Объясните, какие наборы переменных на картах Карно называются [безразличными](#).
7. Раскройте понятие [частично определенных](#) выходных функций.
8. Дайте определение [положительно определенных](#) функций.
9. Разработайте алгоритм преобразования двоичных чисел в дополнительный код.

ФОРМА ОТЧЕТА ПО ДОМАШНЕЙ РАБОТЕ

Номер варианта студенту выдается преподавателем. Отчет на защиту предоставляется в печатном виде.

Структура отчета (на отдельном листе(-ах)):

- титульный лист;
- цели и задачи работы;
- формулировка задания (вариант);
- таблица истинности для преобразователя кода с дополнительным столбцом, в котором указать число в шестнадцатеричном счислении, соответствующее выходному коду;
- карты Карно для выходных функций;

- минимизированные выражения для выходных функций;
- логическая схема преобразователя кодов;
- выводы.

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Иванов, И.И. Электротехника и основы электроники / И.И. Иванов, Г.И. Соловьев, В.Я. Фролов – СПб.:Изд-во «Лань», 2012. –736 с.
2. Марченко, А.Л. Основы электроники: учебное пособие / А.Л. Марченко. – М.: ДМК Пресс, 2016. – 296 с.
3. Судоплатов, С.В. Дискретная математика: учебник / С.В. Судоплатов, Е.В. Овчинникова. - 4-е изд. - Новосибирск : НГТУ, 2012. - 278 с. [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=135675>.
4. Новиков, Ю.В. Введение в цифровую схемотехнику / Ю.В. Новиков. – М.: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), 2016.– 392 с. [Электронный ресурс] – URL: <http://www.iprbookshop.ru/52187.html> – ЭБС «IPRbooks».

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

5. Аристов, А.В. Физические основы электроники. Сборник задач и примеры их решения : учебно-методическое пособие / А.В. Аристов, В.П. Петрович ; Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», Министерство образования и науки Российской Федерации. - Томск : Издательство Томского политехнического университета, 2015. - 100 с. [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=442087>.
6. Федоров, С.В. Электроника: учебник / С.В. Федоров, А.В. Бондарев; Министерство образования и науки Российской Федерации. - Оренбург: ОГУ, 2015. - 218 с. [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=438991>.