

Методические указания по выполнению контрольной работы
по дисциплине

ЭЛЕМЕНТНАЯ БАЗА ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Новосибирск 2021

1. Методические рекомендации к выполнению КР

Методические указания содержат исходные данные задач контрольного задания и справочный материал, необходимый для их решения.

Дисциплина «Элементная база телекоммуникационных систем» должна обеспечить естественнонаучную подготовку студентов, необходимую для усвоения курсов «Схемотехника телекоммуникационных устройств».

В контрольную работу входят вопросы и задачи различной сложности, однако для их решения не требуется знаний, выходящих за рамки типовой программы и учебников по курсу «Элементная база телекоммуникационных систем»

Прежде, чем приступать к решению задач, следует изучить материал конспекта лекций.

При решении задачи необходимо, прежде всего, установить, какие физические закономерности лежат в основе. Затем с помощью формул, выражающих эти закономерности, следует найти решение задачи, или ее части в общем виде (т.е. в буквенных обозначениях), причем искомая величина должна быть выражена через заданные величины. После этого можно перейти к подстановке числовых данных, выраженных обязательно в одной и той же системе единиц. Как правило, следует пользоваться единицами системы СИ. Числовой ответ обязательно должен иметь наименование единицы измерения (размерность).

При получении числового ответа следует обращать внимание на точность окончательного результата. Большую часть задач достаточно решать с точностью до двух-трех знаков после запятой.

В контрольной работе каждому студенту предлагается выполнить 3 задачи. ***Работа будет зачтена, если задачи будут решены, но допускаются незначительные неточности не существенно влияющие на конечный результат.***

Номер варианта для решения задач должен выбирается по двум последним цифрам пароля

ЗАДАЧА № 1

ВЫБОР СТАБИЛИТРОНОВ ДЛЯ ВТОРИЧНЫХ ИСТОЧНИКОВ ПИТАНИЯ

Задание:

1. Осуществить выбор стабилизатора из Приложения Б.
2. Осуществить проверку схемы по алгоритму, приведенному ниже.

Таблица 2.1 - Варианты задания

№ ВАРИАНТЫ	Последняя цифра	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
		Предпоследняя цифра									
0	К-т передачи стабилизатора $n_{ст}$	1,8	2,4	1,6	1,8	2,5	1,2	1,1	1,2	1,5	1,9
	$\delta, \%$	5	10	10	5	15	12	15	20	50	20
	$I_{н, мА}$	100	50	10	100	20	150	90	200	250	100
	$\Delta I_{н, мА}$	10,5	0,5	0,5	10,5	5,5	15	9	20	25	10,5
1	К-т передачи стабилизатора $n_{ст}$	1,2	1,5	2,1	2,0	1,7	1,9	2,2	1,5	2,5	1,3
	$\delta, \%$	20	50	20	15	12	15	20	50	20	30
	$I_{н, мА}$	200	250	100	20	150	90	200	250	100	300
	$\Delta I_{н, мА}$	20	25	10,5	5,5	15	9	20	25	10,5	30,5
2	К-т передачи стабилизатора $n_{ст}$	2,0	1,8	2,2	2,1	1,5	1,9	2,0	1,8	1,4	1,6
	$\delta, \%$	15	5	15	20	50	20	15	5	10	10
	$I_{н, мА}$	90	100	20	200	250	100	20	100	50	10
	$\Delta I_{н, мА}$	9	10,5	5,5	20	25	10,5	5,5	10,5	0,5	0,5
3	К-т передачи стабилизатора $n_{ст}$	1,6	2,3	1,8	2,5	1,9	1,8	1,7	1,6	1,6	2,5
	$\delta, \%$	10	30	5	15	12	15	20	50	20	30
	$I_{н, мА}$	10	300	100	20	150	90	200	250	100	300
	$\Delta I_{н, мА}$	0,5	30,5	10,5	5,5	15	9	20	25	10,5	30,5
4	К-т передачи стабилизатора $n_{ст}$	1,7	2,1	1,6	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,1
	$\delta, \%$	15	20	50	20	15	12	15	20	50	20
	$I_{н, мА}$	90	200	250	100	20	150	90	200	250	100
	$\Delta I_{н, мА}$	9	20	25	10,5	5,5	15	9	20	25	10,5
5	К-т передачи стабилизатора $n_{ст}$	1,5	1,6	1,7	1,8	1,7	1,2	1,3	1,34	1,32	1,63
	$\delta, \%$	15	20	50	20	15	5	10	10	5	15
	$I_{н, мА}$	90	200	250	100	20	100	50	10	100	20
	$\Delta I_{н, мА}$	9	20	25	10,5	5,5	10,5	0,5	0,5	10,5	5,5

6	К-т передачи стабилизатора n_{CT}	1,18	1,24	1,16	1,78	1,85	1,82	1,91	1,92	1,95	1,79
	δ , %	20	50	20	15	12	15	20	50	20	30
	$I_{H, MA}$	200	250	100	20	150	90	200	250	100	300
	$\Delta I_{H, MA}$	20	25	10.5	5.5	15	9	20	25	10.5	30.5
7	К-т передачи стабилизатора n_{CT}	1,62	1,75	1,85	1,82	1,98	1,94	1,86	1,88	1,9	1,88
	δ , %	20	50	20	15	5	10	10	5	15	5
	$I_{H, MA}$	200	250	100	20	100	50	10	100	20	100
	$\Delta I_{H, MA}$	20	25	10.5	5.5	10,5	0,5	0.5	10.5	5.5	10,5
8	К-т передачи стабилизатора n_{CT}	1,62	1,75	1,85	1,82	1,98	1,94	1,86	1,88	1,9	1,88
	δ , %	10	30	5	15	12	15	20	50	20	30
	$I_{H, MA}$	10	300	100	20	150	90	200	250	100	300
	$\Delta I_{H, MA}$	0.5	30.5	10.5	5.5	15	9	20	25	10.5	30.5
9	К-т передачи стабилизатора n_{CT}	1,5	1,6	1,7	1,8	1,7	1,2	1,3	1,34	1,32	1,63
	δ , %	15	20	50	20	15	12	15	20	50	20
	$I_{H, MA}$	90	200	250	100	20	150	90	200	250	100
	$\Delta I_{H, MA}$	9	20	25	10.5	5.5	15	9	20	25	10.5

Алгоритм решения

1. Выбор стабилизатора из Приложения Б

- если в технических характеристиках приведены значения минимально допустимого и максимально допустимого тока стабилизации стабилизатора, то выбор осуществляется по формуле (2.1).

$$\begin{aligned}
 I_{CT\min} &< I_H - \Delta I_H \\
 I_{CT\max} &> I_H + \Delta I_H
 \end{aligned}
 \tag{2.1}$$

где $I_{CT\min}$ - минимально допустимый ток стабилизации стабилизатора;
 $I_{CT\max}$ - максимально допустимый ток стабилизации стабилизатора.

Выбрать из Приложения Б и занести в таблицу 2.2 типы стабилизаторов основные характеристики которых удовлетворяют условию (2.1).

Таблица 2.2 – Основные технические характеристики стабилизаторов

№	Тип (марка) стабилизатора	Минимальное напряжение стабилизации (при наличии)	Максимальное напряжение стабилизации (при наличии)	Номинальное напряжение стабилизации (при наличии)	Ток стабилизации стабилизатора (при наличии)	Минимально допустимый ток стабилизации стабилизатора	Максимально допустимый ток стабилизации стабилизатора
1							
2							

Сделать проверку для стабилизатора, приведенного в таблице 2.2 под номером 1.

Если в технических характеристиках не приведено номинальное напряжение стабилизации, то его рассчитывают по формуле (2.2).

$$U_{ном ст} = \frac{U_{мин ст} + U_{макс ст}}{2} . \quad (2.2)$$

Причем $U_{вых} \approx U_{ном ст} , \quad (2.3)$

$$U_{вх} = n_{ст} \cdot U_{вых} . \quad (2.4)$$

2. Расчет балластного сопротивления

$$R_{б} \approx R_0 = \frac{U_{вх} - U_{вых}}{I_n + I_{СТ}} , \quad (2.5)$$

$R_{б}$ – выбирается из стандартного ряда сопротивлений.

3. Расчет потребляемой мощности

$$P_{СТ} = R_0 \cdot I_{СТ} . \quad (2.6)$$

4. Проверка схемы

$$I_{р min} = \frac{U_{вх} - \Delta U_{вх} - U_{вых}}{R_0} - (I_n + \Delta I_n) , \quad (2.7)$$

$$I_{p \max} = \frac{U_{\text{вх}} + \Delta U_{\text{вх}} - U_{\text{вых}}}{R_0} + (I_H + \Delta I_H), \quad (2.8)$$

$$\Delta U_{\text{вх}} = \frac{\delta \cdot U_{\text{вх}}}{100}. \quad (2.9)$$

5. Если выполняется условие (2.11), то стабилитрон выбран верно.

$$\begin{aligned} I_{p \min} &> I_{CT \min}, \\ I_{p \max} &< I_{CT \max}. \end{aligned} \quad (2.10)$$

Если неравенство (2.10) не выполняется, то из таблицы 2.2 выбрать стабилитрон под номером 2 и сделать повторную проверку схемы. Повторять данную проверку до того номера стабилитрона, при котором выполняется условие (2.10).

ЗАДАЧА 2

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ ПОИСК ТРАНЗИСТОРА

По заданным характеристикам, приведенным в таблице 2.1 выбрать транзисторы. Для выбора транзисторов использовать справочник транзисторов (для выхода в справочник необходимо пройти по ссылке: <https://alltransistors.com/ru/>) и найти типы транзисторов, удовлетворяющих заданным условиям.

Таблица 2.1 – Исходные данные для поиска транзистора

Варианты		Транзисторы									
		Последняя цифра номера									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Предпоследняя цифра номера	0	$U_{ds} = 100 \text{ В}$ $I_d = 14 \text{ А}$ $U_{gs} = 20 \text{ В}$	$U_{ds} = 20 \text{ В}$ $I_d = 0,03 \text{ А}$ $U_{gs} = 7 \text{ В}$	$U_{ds} = 500 \text{ В}$ $I_d = 53 \text{ А}$ $U_{gs} = 30 \text{ В}$	$U_{ds} = 300 \text{ В}$ $I_d = 33 \text{ А}$	$U_{ds} = 500 \text{ В}$ $I_d = 30 \text{ А}$ $U_{gs} = 30 \text{ В}$	$U_{ds} = 600 \text{ В}$ $I_d = 8,1 \text{ А}$ $U_{gs} = 20 \text{ В}$	$U_{ds} = 600 \text{ В}$ $I_d = 7 \text{ А}$ $U_{gs} = 30 \text{ В}$	$U_{ds} = 30 \text{ В}$ $I_d = 11,5 \text{ А}$ $U_{gs} = 20 \text{ В}$	$U_{ds} = 100 \text{ В}$ $I_d = 9,4 \text{ А}$ $U_{gs} = 20 \text{ В}$	$U_{ds} = 20 \text{ В}$ $I_d = 3,7 \text{ А}$ $U_{gs} = 8 \text{ В}$
	1	$U_{ds} = 40 \text{ В}$ $I_d = 3 \text{ А}$ $U_{gs} = 10 \text{ В}$	$U_{ds} = 650 \text{ В}$ $I_d = 5 \text{ А}$ $U_{gs} = 30 \text{ В}$	$U_{ds} = 200 \text{ В}$ $I_d = 9 \text{ А}$ $U_{gs} = 30 \text{ В}$	$U_{ds} = 100 \text{ В}$ $I_d = 9,4 \text{ А}$ $U_{gs} = 20 \text{ В}$	$U_{ds} = 30 \text{ В}$ $I_d = 3,4 \text{ А}$ $U_{gs} = 20 \text{ В}$	$U_{ds} = 30 \text{ В}$ $I_d = 100 \text{ А}$ $U_{gs} = 16 \text{ В}$	$U_{ds} = 100 \text{ В}$ $U_{gs} = 80 \text{ В}$	$U_{ds} = 250 \text{ В}$ $I_d = 6,5 \text{ А}$ $U_{gs} = 30 \text{ В}$	$U_{ds} = 30 \text{ В}$ $I_d = 3 \text{ А}$ $U_{gs} = 20 \text{ В}$	$U_{ds} = 80 \text{ В}$ $I_d = 73 \text{ А}$

2	Ucb = 5 B Uce = 50 B Ic = 0,1 A	Ucb = 50 B Uce = 50 B Ic = 0,1 A	Ucb = 50 B Uce = 45 B Ic = 0,8 A	Ucb = 80 B Uce = 80 B Ic = 1 A	Ucb = 60 B Uce = 40 B Ic = 0,6 A	Ucb = 250 B Uce = 250 B Ic = 17 A	Ucb = 160 B Uce = 160 B Ic = 16 A	Ucb = 60 B Uce = 40 B Ic = 0,6 A	Ucb = 30 B Uce = 20 B Ic = 0,2 A	Ucb = 25 B Uce = 25 B Ic = 0,4 A
3	$U_{ds} =$ 55 B $I_d =$ 98 A $U_{gs} =$ 10 B	$U_{ds} =$ 55 B $I_d =$ 41 A $U_{gs} =$ 10 B	$U_{ds} =$ 400B $I_d =$ 10 A $U_{gs} =$ 20B	$U_{ds} =$ 500B $I_d =$ 8 A $U_{gs} =$ 20B	$U_{ds} =$ 60B $I_d =$ 0,2 A $U_{gs} =$ 40B	$U_{ds} =$ 200B $I_d =$ 10 A $U_{gs} =$ 20B	$U_{ds} =$ 500B $I_d =$ 20 A $U_{gs} =$ 10B	$U_{ds} =$ 40B $I_d =$ 162 A $U_{gs} =$ 20B	$U_{ds} =$ 60B $I_d =$ 50 A $U_{gs} =$ 20B	$U_{ds} =$ 500B $I_d =$ 14 A $U_{gs} =$ 20B
4	Uce = 300 B Ic = 70 A	Uce = 900 B Ic = 60 A	Uce = 330 B Ic = 70 A	Uce = 600 B Ic = 70 A	Uce = 600 B Ic = 40 A	Uce = 600 B Ic = 56 A	Uce = 300 B Ic = 14 A	Uce = 360 B Ic = 30 A	Uce = 900 B Ic = 60 A	Uce = 600 B Ic = 12 A
5	Uce = 400 B Ueg = 20 B Ic = 10 A	Uce = 60 B Ueg = 20 B Ic = 30 A	Uce = 600 B Ueg = 20 B Ic = 250 A	Uce = 900 B Ueg = 27 B Ic = 30 A	Uce = 1700 B Ueg = 20 B Ic = 45 A	Uce = 600 B Ueg = 30 B Ic = 20 A	Uce = 360 B Ueg = 10 B Ic = 14 A	Uce = 100 B Ic = 20 A	Uce = 600 B Ueg = 20 B Ic = 75 A	Uce = 400 B Ueg = 20 B Ic = 121 A
6	Uce = 900 B Ic = 60 A	Uce = 330 B Ic = 70 A	Uce = 600 B Ic = 70 A	Uce = 600 B Ic = 40 A	Uce = 600 B Ic = 56 A	Ucb = 5 B Uce = 50 B Ic = 0,1 A	Ucb = 50 B Uce = 50 B Ic = 0,1 A	Ucb = 50 B Uce = 45 B Ic = 0,8 A	Ucb = 80 B Uce = 80 B Ic = 1 A	Ucb = 60 B Uce = 40 B Ic = 0,6 A
7	$U_{ds} =$ 600B $I_d =$ 8,1 A $U_{gs} =$ 20B	$U_{ds} =$ 600B $I_d =$ 7 A $U_{gs} =$ 30B	$U_{ds} =$ 30B $I_d =$ 11,5 A $U_{gs} =$ 20B	$U_{ds} =$ 100B $I_d =$ 9,4 A $U_{gs} =$ 20B	$U_{ds} =$ 20B $I_d =$ 3,7 A $U_{gs} =$ 8B	$U_{ds} =$ 200B $I_d =$ 9 A $U_{gs} =$ 30B	$U_{ds} =$ 100B $I_d =$ 9,4A $U_{gs} =$ 20B	$U_{ds} =$ 30B $I_d =$ 3,4 A $U_{gs} =$ 20B	$U_{ds} =$ 30B $I_d =$ 100 A $U_{gs} =$ 16B	$U_{ds} =$ 100B $U_{gs} =$ 80B
8	$U_{ds} =$ 500B $I_d =$ 8 A $U_{gs} =$ 20B	$U_{ds} =$ 60B $I_d =$ 0,2 A $U_{gs} =$ 40B	$U_{ds} =$ 200B $I_d =$ 10 A $U_{gs} =$ 20B	$U_{ds} =$ 500B $I_d =$ 20 A $U_{gs} =$ 10B	$U_{ds} =$ 40B $I_d =$ 162 A $U_{gs} =$ 20B	$U_{ds} =$ 500B $I_d =$ 8 A $U_{gs} =$ 20B	Uce = 900 B Ic = 60 A	Uce = 330 B Ic = 70 A	Uce = 600 B Ic = 70 A	Uce = 600 B Ic = 40 A
9	$U_{ds} =$ 40 B $I_d =$ 3 A $U_{gs} =$ 10 B	$U_{ds} =$ 650 B $I_d =$ 5 A $U_{gs} =$ 30 B	$U_{ds} =$ 200B $I_d =$ 9 A $U_{gs} =$ 30B	$U_{ds} =$ 100B $I_d =$ 9,4A $U_{gs} =$ 20B	$U_{ds} =$ 30B $I_d =$ 3,4 A $U_{gs} =$ 20B	$U_{ds} =$ 30B $I_d =$ 100 A $U_{gs} =$ 16B	$U_{ds} =$ 100B $U_{gs} =$ 80B	$U_{ds} =$ 40 B $I_d =$ 3 A $U_{gs} =$ 10 B	$U_{ds} =$ 500B $I_d =$ 8 A $U_{gs} =$ 20B	$U_{ds} =$ 60B $I_d =$ 0,2 A $U_{gs} =$ 40B

Занести все типы транзисторов и их технические характеристики в таблицу 2.2, выбранных из справочника.

Таблица 2.2 – Технические характеристики выбранных транзисторов

№п/п	1	2	3
Наименование			
Тип транзистора			
Полярность <i>(при наличии)</i>			
Максимально допустимое напряжение коллектор-база <i>(при наличии)</i>			
Максимально допустимое напряжение коллектор-эмиттер <i>(при наличии)</i>			
Максимальный постоянный ток коллектора <i>(при наличии)</i>			
Максимально допустимое напряжение эмиттер-база <i>(при наличии)</i>			
Максимальная рассеиваемая мощность <i>(при наличии)</i>			
Статический коэффициент передачи тока <i>(при наличии)</i>			
Предельно допустимое напряжение сток-исток <i>(при наличии)</i>			
Максимально допустимый постоянный ток стока <i>(при наличии)</i>			
Сопротивление сток-исток открытого транзистора <i>(при наличии)</i>			
Максимально допустимое напряжение эмиттер-затвор <i>(при наличии)</i>			

Вывод: Написать, для каких целей могут быть использованы транзисторы с приведенными характеристиками.

ЗАДАЧА № 3

РАЗРАБОТКА ИНТЕГРАЛЬНОГО УСТРОЙСТВА

Составить электрические схемы цифровых устройств на основе цифровых интегральных микросхем (ЦИМС). Осуществлять правильный выбор типа логики и конкретных ИМС.

ЗАДАНИЕ

В задании приведены уравнения с параметрами Y и X . В этих уравнениях Y_1, Y_2, Y_3, Y_4 – выходные логические сигналы устройства, $X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7, X_8$ – входные логические сигналы (их количество в разных вариантах может быть до восьми).

ПОЯСНЕНИЕ

1. Разработка электрической схемы цифрового устройства, выполняющего определенные заданием функции, и оценка параметров устройства:

1.1. На основе анализа исходных уравнений задания произвести их упрощение (если это возможно) и преобразование. Цель преобразования – привести уравнения к виду, удобному для реализации.

1.2. Составить формальную электрическую схему устройства и привести список необходимых базовых элементов. Количество типов ЦИМС и корпусов ИМС должно быть по возможности минимальным.

1.3. На основе анализа данных задания обосновать выбор типа логики (

1.4. Выводы о результатах выполненной работы (в частности, можно указать и другие варианты реализации устройства).

1.1 Подготовка к работе

Перед выполнением студент должен изучить основные вопросы, касающиеся устройства и работы ЦИМС (рекомендуемые источники приведены в конце 3 задания).

1.2 Упрощения и преобразования

Цель первого этапа - максимально упростить (если это возможно) и преобразовать исходные уравнения к виду, удобному для реализации.

Какие здесь возможны варианты?

1.2.1. Используя основные законы алгебры логики можно упростить исходные уравнения.

Например : $X \cdot X = X$; $X + X = X$; $X + 1 = 1$; $X + 0 = X$; $X \cdot 1 = X$ и т.д.

$X1 + X1 \cdot F(X) = X1 \cdot [1 + F(X)] = X1$ - использован один из законов поглощения.

$X1 \cdot [X1 + F(X)] = X1 \cdot X1 + X1 \cdot F(X) = X1 + X1 \cdot F(X) = X1$.

В этом варианте использован второй закон поглощения.

1.2.2. Базовыми элементами являются элементы НЕ, И-НЕ, ИЛИ-НЕ. Элементы И, ИЛИ получаются на практике соединением элементов И-НЕ и НЕ, ИЛИ-НЕ и НЕ. Поэтому элементы И, ИЛИ имеют обычно большее время задержки и большую потребляемую мощность. К тому же во многих сериях ИМС выбор элементов И, ИЛИ очень ограничен. Особенно ограничен выбор многоходовых ($M > 2$) элементов, а также элементов со специфическими требованиями (с повышенной нагрузочной способностью, с открытым коллекторным выходом, с тремя состояниями на выходе). Поэтому исходные функции лучше реализовать не на базе элементов И, ИЛИ, а на базе элементов И-НЕ, ИЛИ-НЕ, применяя законы дуальности, а именно:

$$\overline{\overline{X1 \cdot X2}} = \overline{\overline{X1} + \overline{X2}} \text{ или } X1 \cdot X2 = \overline{\overline{X1} + \overline{X2}}$$
$$\overline{\overline{X1} + \overline{X2}} = \overline{\overline{X1 \cdot X2}} \text{ или } X1 + X2 = \overline{\overline{X1} \cdot \overline{X2}}$$

1.2.3. При разработке схемы возможно использование не только простейших (базовых) элементов –НЕ, И-НЕ, ИЛИ-НЕ, И, ИЛИ, но и более сложных, например, И-ИЛИ, И-ИЛИ-НЕ, «исключающее ИЛИ» (рис.1) и т.д.

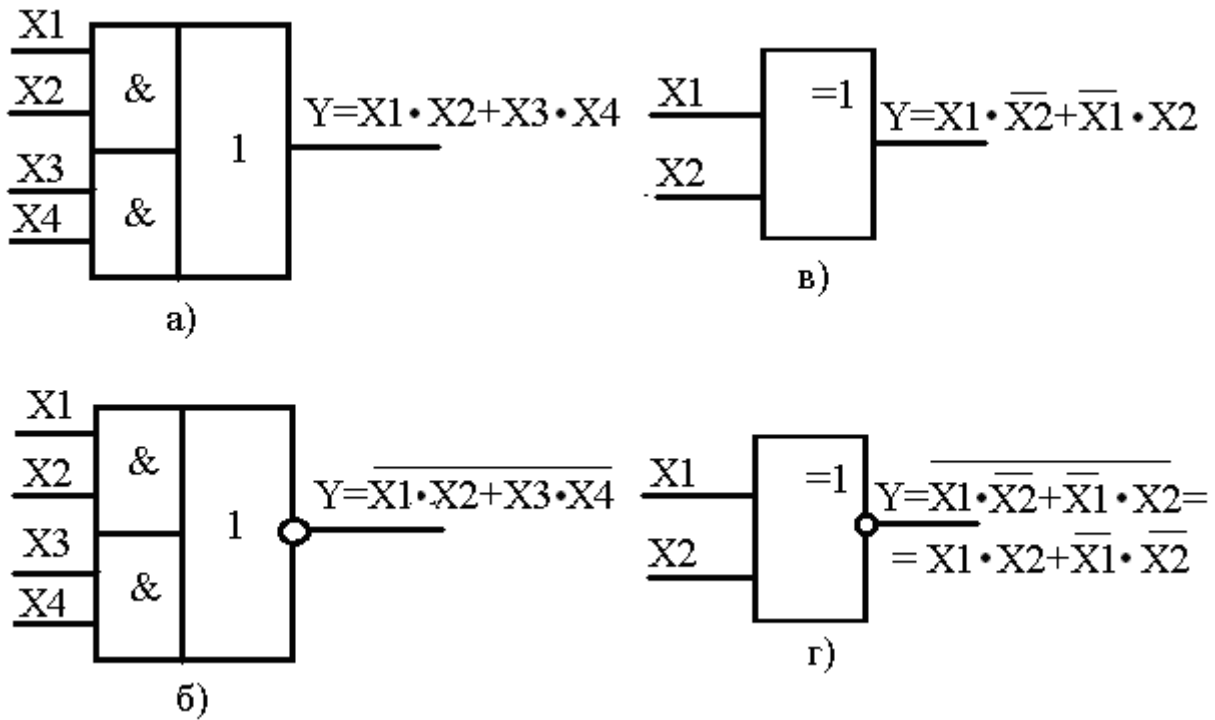


Рисунок 1 – Элементы И-ИЛИ (а), И-ИЛИ-НЕ (б), исключающее ИЛИ (в- без инверсии, г – с инверсией)

Возможно также применение любых других комбинационных схем, если они соответствуют заданию и удовлетворяют по параметрам.

1.2.4. В одном корпусе обычно содержится не один, а несколько базовых элементов (2÷6) . Для рационального использования ИМС можно предложить следующее:

–использовать, например, лишние трехходовые элементы как двухходовые или даже одноходовые (рис. 2,а, б). В качестве инверторов можно использовать и лишние элементы «исключающее ИЛИ» (рис.2,в);

- лишние элементы схемы с открытым коллекторным выходом (в некоторых вариантах они должны быть на выходах устройства) могут использоваться и в качестве промежуточных элементов, но требуется установка нагрузочного резистора (примерно 1 кОм).

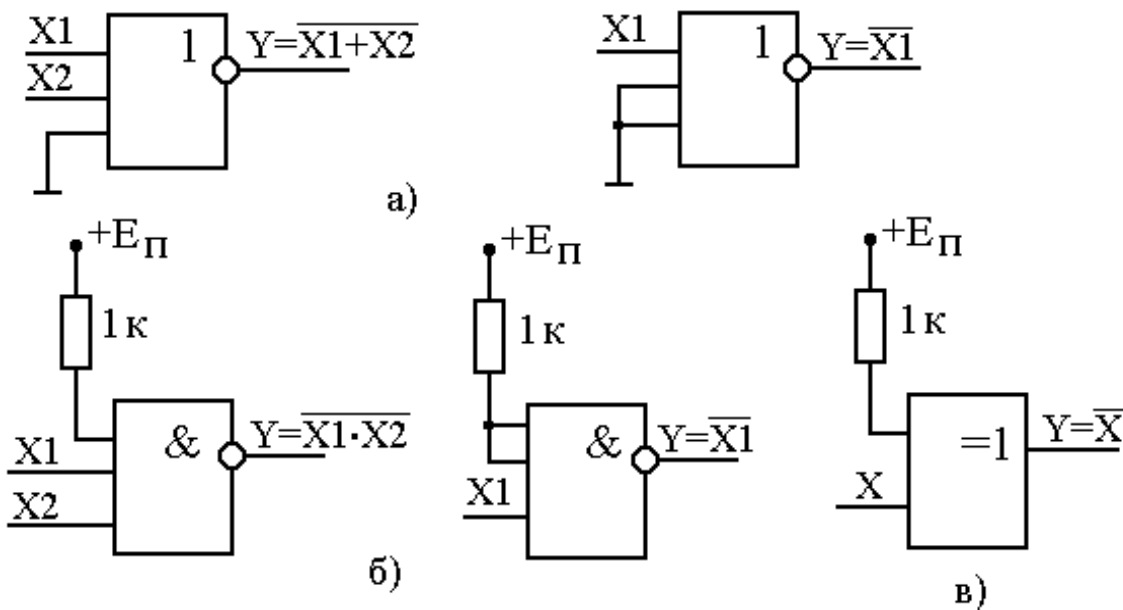


Рисунок 2 - Варианты использования многовходовых ИМС

1.3 Пример упрощений и преобразований исходных уравнений

$$Y_1 = X_1 \cdot X_2 + X_1 \cdot X_2 \cdot X_3 \cdot X_4 \quad (1)$$

$$Y_2 = \underline{X_1 \cdot X_2 \cdot X_3} + \underline{X_4 \cdot X_5 \cdot X_6} \quad (2)$$

$$Y_3 = \underline{X_1 \cdot X_2 \cdot X_3 \cdot X_4} + \underline{X_1 \cdot X_2 \cdot X_3 \cdot X_4} \quad (3)$$

Упрощаем уравнение (1) :

$$Y_1 = X_1 \cdot X_2 (1 + X_3 \cdot X_4) = X_1 \cdot X_2 \text{ (использован закон поглощения).}$$

Уравнение (2) лучше реализовать, используя элементы И-НЕ и ИЛИ-НЕ.

Обозначим $\underline{X_1 \cdot X_2 \cdot X_3} = \underline{Z_1}$, $\underline{X_4 \cdot X_5 \cdot X_6} = \underline{Z_2}$

$$\text{Тогда: } Y_2 = Z_1 + Z_2 = \underline{\underline{Z_1 \cdot Z_2}}, \text{ или } Y_2 = \underline{X_1 \cdot X_2 \cdot X_3 \cdot X_4 \cdot X_5 \cdot X_6}$$

В уравнении (3) обозначим $\underline{Z_3} = X_1 \cdot X_2$; $\underline{Z_4} = X_3 \cdot X_4$.

Тогда $Y_3 = \underline{Z_3 \cdot Z_4} + \underline{Z_3 \cdot Z_4} = Z_3 \oplus Z_4$ и функция Y_3 реализуется с использованием ЦИМС «исключающее ИЛИ»: $Y_3 = X_1 \cdot X_2 \oplus X_3 \cdot X_4$ (рис.3а).

Функцию Y_3 можно реализовать и в таком варианте: $\underline{Y_3} = \underline{X_1 \cdot X_2 \oplus X_3 \cdot X_4}$ (рис.3б) Дело в том, что одновременная инверсия сигналов на входе элемента «исключающее ИЛИ» не изменяет сигнал на выходе.

Согласно таблице истинности: $\underline{0 \oplus 0} = \underline{1 \oplus 1} = 0$, $\underline{0 \oplus 1} = \underline{1 \oplus 0} = 1$.

$$\text{Поэтому } Y_3 = X_1 \cdot X_2 \oplus X_3 \cdot X_4 = \underline{\underline{X_1 \cdot X_2}} \oplus \underline{\underline{X_3 \cdot X_4}}$$

Использование же элементов И-НЕ гораздо проще и рациональнее (см. выше), чем элементов И.

При составлении электрической схемы следует избегать дублирования. Так, реализованную функцию $Y_1 = X_1 \cdot X_2$ можно использовать и для получения Y_3 .

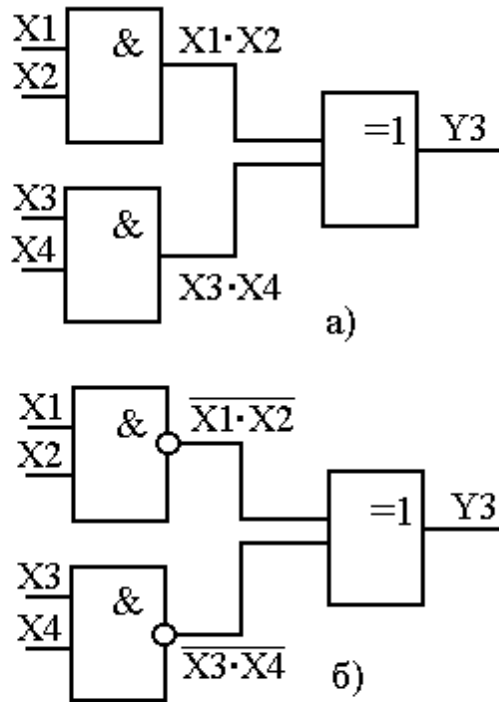


Рисунок 3- Реализация функции Y_3 с использованием элементов И (а) и И-НЕ (б)

Варианты для задания №4

Варианты	Последняя цифра номера				
	0	1	2	3	4
	0	1	2	3	4
Предпоследняя цифра номера	0	$Y_2 = X_1 \cdot X_2 \cdot X_3 + X_4 \cdot X_5 \cdot X_6$	$Y_3 = X_1 \cdot X_2 \cdot X_3 \cdot X_4 + X_1 \cdot X_2 \cdot X_3 \cdot X_4$	$Y_4 = X_1 \cdot X_2 \cdot X_3 \cdot X_4 + X_5 \cdot X_6 \cdot X_7 \cdot X_8$	$Y_2 = X_1 \cdot X_2 \cdot X_3 + X_4 \cdot X_5 \cdot X_6$
	1	$Y_2 = X_1 \cdot X_2 \cdot X_3 + X_4 \cdot X_5 \cdot X_6$	$Y_3 = X_1 \cdot X_2 \cdot X_3 \cdot X_4 + X_1 \cdot X_2 \cdot X_3 \cdot X_4$	$Y_4 = X_1 \cdot X_2 \cdot X_3 \cdot X_4 + X_5 \cdot X_6 \cdot X_7 \cdot X_8$	$Y_2 = X_1 \cdot X_2 \cdot X_3 \cdot X_4 + X_5 \cdot X_6 \cdot X_7 \cdot X_8$
	2	$Y_2 = X_1 \cdot X_2 \cdot X_3 + X_4 \cdot X_5 \cdot X_6$	$Y_3 = X_1 \cdot X_2 \cdot X_3 \cdot X_4 + X_1 \cdot X_2 \cdot X_3 \cdot X_4$	$Y_4 = X_1 \cdot X_2 \cdot X_3 \cdot X_4 + X_5 \cdot X_6 \cdot X_7 \cdot X_8$	$Y_2 = X_1 \cdot X_2 \cdot X_3 \cdot X_4 + X_5 \cdot X_6 \cdot X_7 \cdot X_8$
	3	$Y_2 = X_1 \cdot X_2 \cdot X_3 + X_4 \cdot X_5 \cdot X_6$	$Y_3 = X_1 \cdot X_2 \cdot X_3 \cdot X_4 + X_1 \cdot X_2 \cdot X_3 \cdot X_4$	$Y_4 = X_1 \cdot X_2 \cdot X_3 \cdot X_4 + X_5 \cdot X_6 \cdot X_7 \cdot X_8$	$Y_2 = X_1 \cdot X_2 \cdot X_3 \cdot X_4 + X_5 \cdot X_6 \cdot X_7 \cdot X_8$
	4	$Y_2 = X_1 \cdot X_2 \cdot X_3 + X_4 \cdot X_5 \cdot X_6$	$Y_3 = X_1 \cdot X_2 \cdot X_3 \cdot X_4 + X_1 \cdot X_2 \cdot X_3 \cdot X_4$	$Y_4 = X_1 \cdot X_2 \cdot X_3 \cdot X_4 + X_5 \cdot X_6 \cdot X_7 \cdot X_8$	$Y_2 = X_1 \cdot X_2 \cdot X_3 \cdot X_4 + X_5 \cdot X_6 \cdot X_7 \cdot X_8$

	$Y2 = X1 \cdot X2 \cdot X3 + X4 \cdot X5 \cdot X6$	$Y2 = X1 \cdot X2 \cdot X3 + X4 \cdot X5 \cdot X6$	$Y3 = X1 \cdot X2 \cdot X3 \cdot X4 + X1 \cdot X2 \cdot X3 \cdot X4$	$Y4 = X1 \cdot X2 \cdot X3 \cdot X4 \cdot X5 \cdot X6 \cdot X7 \cdot X$	$Y2 = X1 \cdot X2 \cdot X3 + X4 \cdot X5 \cdot X6$
	$Y2 = X1 \cdot X2 \cdot X3 + X4 \cdot X5 \cdot X6$	$Y2 = X1 \cdot X2 \cdot X3 + X4 \cdot X5 \cdot X6$	$Y3 = X1 \cdot X2 \cdot X3 \cdot X4 + X1 \cdot X2 \cdot X3 \cdot X4$	$Y4 = X1 \cdot X2 \cdot X3 \cdot X4 \cdot X5 \cdot X6 \cdot X7 \cdot X$	$Y2 = X1 \cdot X2 \cdot X3 + X4 \cdot X5 \cdot X6$
	$Y2 = X1 \cdot X2 \cdot X3 + X4 \cdot X5 \cdot X6$	$Y2 = X1 \cdot X2 \cdot X3 + X4 \cdot X5 \cdot X6$	$Y3 = X1 \cdot X2 \cdot X3 \cdot X4 + X1 \cdot X2 \cdot X3 \cdot X4$	$Y4 = X1 \cdot X2 \cdot X3 \cdot X4 \cdot X5 \cdot X6 \cdot X7 \cdot X$	$Y2 = X1 \cdot X2 \cdot X3 + X4 \cdot X5 \cdot X6$
	$Y2 = X1 \cdot X2 \cdot X3 + X4 \cdot X5 \cdot X6$	$Y2 = X1 \cdot X2 \cdot X3 + X4 \cdot X5 \cdot X6$	$Y3 = X1 \cdot X2 \cdot X3 \cdot X4 + X1 \cdot X2 \cdot X3 \cdot X4$	$Y4 = X1 \cdot X2 \cdot X3 \cdot X4 \cdot X5 \cdot X6 \cdot X7 \cdot X$	$Y2 = X1 \cdot X2 \cdot X3 + X4 \cdot X5 \cdot X6$
	$Y2 = X1 \cdot X2 \cdot X3 + X4 \cdot X5 \cdot X6$	$Y2 = X1 \cdot X2 \cdot X3 + X4 \cdot X5 \cdot X6$	$Y3 = X1 \cdot X2 \cdot X3 \cdot X4 + X1 \cdot X2 \cdot X3 \cdot X4$	$Y4 = X1 \cdot X2 \cdot X3 \cdot X4 \cdot X5 \cdot X6 \cdot X7 \cdot X$	$Y2 = X1 \cdot X2 \cdot X3 + X4 \cdot X5 \cdot X6$
	$Y2 = X1 \cdot X2 \cdot X3 + X4 \cdot X5 \cdot X6$	$Y2 = X1 \cdot X2 \cdot X3 + X4 \cdot X5 \cdot X6$	$Y3 = X1 \cdot X2 \cdot X3 \cdot X4 + X1 \cdot X2 \cdot X3 \cdot X4$	$Y4 = X1 \cdot X2 \cdot X3 \cdot X4 \cdot X5 \cdot X6 \cdot X7 \cdot X$	$Y2 = X1 \cdot X2 \cdot X3 + X4 \cdot X5 \cdot X6$
	$Y2 = X1 \cdot X2 \cdot X3 + X4 \cdot X5 \cdot X6$	$Y2 = X1 \cdot X2 \cdot X3 + X4 \cdot X5 \cdot X6$	$Y3 = X1 \cdot X2 \cdot X3 \cdot X4 + X1 \cdot X2 \cdot X3 \cdot X4$	$Y4 = X1 \cdot X2 \cdot X3 \cdot X4 \cdot X5 \cdot X6 \cdot X7 \cdot X$	$Y2 = X1 \cdot X2 \cdot X3 + X4 \cdot X5 \cdot X6$
	$Y2 = X1 \cdot X2 \cdot X3 + X4 \cdot X5 \cdot X6$	$Y2 = X1 \cdot X2 \cdot X3 + X4 \cdot X5 \cdot X6$	$Y3 = X1 \cdot X2 \cdot X3 \cdot X4 + X1 \cdot X2 \cdot X3 \cdot X4$	$Y4 = X1 \cdot X2 \cdot X3 \cdot X4 \cdot X5 \cdot X6 \cdot X7 \cdot X$	$Y2 = X1 \cdot X2 \cdot X3 + X4 \cdot X5 \cdot X6$
	$Y2 = X1 \cdot X2 \cdot X3 + X4 \cdot X5 \cdot X6$	$Y2 = X1 \cdot X2 \cdot X3 + X4 \cdot X5 \cdot X6$	$Y3 = X1 \cdot X2 \cdot X3 \cdot X4 + X1 \cdot X2 \cdot X3 \cdot X4$	$Y4 = X1 \cdot X2 \cdot X3 \cdot X4 \cdot X5 \cdot X6 \cdot X7 \cdot X$	$Y2 = X1 \cdot X2 \cdot X3 + X4 \cdot X5 \cdot X6$
5	$Y2 = X1 \cdot X2 \cdot X3 + X4 \cdot X5 \cdot X6$	$Y2 = X1 \cdot X2 \cdot X3 + X4 \cdot X5 \cdot X6$	$Y3 = X1 \cdot X2 \cdot X3 \cdot X4 + X1 \cdot X2 \cdot X3 \cdot X4$	$Y4 = X1 \cdot X2 \cdot X3 \cdot X4 \cdot X5 \cdot X6 \cdot X7 \cdot X$	$Y2 = X1 \cdot X2 \cdot X3 + X4 \cdot X5 \cdot X6$
6	$Y2 = X1 \cdot X2 \cdot X3 + X4 \cdot X5 \cdot X6$	$Y2 = X1 \cdot X2 \cdot X3 + X4 \cdot X5 \cdot X6$	$Y3 = X1 \cdot X2 \cdot X3 \cdot X4 + X1 \cdot X2 \cdot X3 \cdot X4$	$Y4 = X1 \cdot X2 \cdot X3 \cdot X4 \cdot X5 \cdot X6 \cdot X7 \cdot X$	$Y2 = X1 \cdot X2 \cdot X3 + X4 \cdot X5 \cdot X6$
7	$Y2 = X1 \cdot X2 \cdot X3 + X4 \cdot X5 \cdot X6$	$Y2 = X1 \cdot X2 \cdot X3 + X4 \cdot X5 \cdot X6$	$Y3 = X1 \cdot X2 \cdot X3 \cdot X4 + X1 \cdot X2 \cdot X3 \cdot X4$	$Y4 = X1 \cdot X2 \cdot X3 \cdot X4 \cdot X5 \cdot X6 \cdot X7 \cdot X$	$Y2 = X1 \cdot X2 \cdot X3 + X4 \cdot X5 \cdot X6$
8	$Y2 = X1 \cdot X2 \cdot X3 + X4 \cdot X5 \cdot X6$	$Y2 = X1 \cdot X2 \cdot X3 + X4 \cdot X5 \cdot X6$	$Y3 = X1 \cdot X2 \cdot X3 \cdot X4 + X1 \cdot X2 \cdot X3 \cdot X4$	$Y4 = X1 \cdot X2 \cdot X3 \cdot X4 \cdot X5 \cdot X6 \cdot X7 \cdot X$	$Y2 = X1 \cdot X2 \cdot X3 + X4 \cdot X5 \cdot X6$
9	$Y2 = X1 \cdot X2 \cdot X3 + X4 \cdot X5 \cdot X6$	$Y2 = X1 \cdot X2 \cdot X3 + X4 \cdot X5 \cdot X6$	$Y3 = X1 \cdot X2 \cdot X3 \cdot X4 + X1 \cdot X2 \cdot X3 \cdot X4$	$Y4 = X1 \cdot X2 \cdot X3 \cdot X4 \cdot X5 \cdot X6 \cdot X7 \cdot X$	$Y2 = X1 \cdot X2 \cdot X3 + X4 \cdot X5 \cdot X6$

ПРИЛОЖЕНИЕ А

СПРАВОЧНЫЕ ДАННЫЕ ПО ОТЕЧЕСТВЕННЫМИ ВЫПРЯМИТЕЛЬНЫМ ДИОДАМ

Таблица А1 -Справочные данные по отечественными выпрямительным диодам малой мощности.

Тип прибора	Предельные значения параметров при T=25C	
	<i>U_{обр.макс}</i> , В	<i>I_{пр.макс}</i> , mA
1	2	3
Д2Б	10	16
Д2В	30	25
Д2Г	50	16
Д2Д	50	16
Д2Е	100	16
Д2Ж	150	8
Д2И	100	16
МД3	15	12
Д10А	10	16
Д10Б	10	16
Д11	30	20

Д12	50	20
Д12А	50	20
Д13	75	20
Д14	100	20
Д14А	100	20
Д101	75	30
Д101А	75	30
Д102	50	30
Д102А	50	30
Д103	30	30
Д103А	30	30
Д104	100	30
Д104А	100	30
Д105	75	30
Д105А	75	30
Д106	30	30
Д106А	30	30
МД217	800	100
МД218	1000	100
МД218А	1200	100
Д223	50	50
Д223А	100	50
Д223Б	150	50
Д229А	200	400
Д229Б	400	400
Д229В	100	400
Д229Г	200	400
Д229Д	300	400
Д229Е	400	400
Д229Ж	100	700
Д229И	200	700
Д229К	300	700
Д229Л	400	700
АД110А	30	10
АД112А	50	300

ГД107А	15	20
ГД107Б	20	20
ГД113А	115	15
КД102А	250	100
КД102Б	300	100
КД103А	50	100
КД103Б	50	100
КД104А	300	10
КД116А-1	100	25
КД116Б-1	50	100
КД204А	400	400
КД204Б	200	600
КД204В	50	1000
КД205А	500	500
КД205Б	400	500
КД205В	300	500
КД205Г	200	500
КД205Д	100	500
КД205Е	500	300
КД205Ж	600	500
КД205И	700	300
КД205К	100	700
КД205Л	200	700
КД209А	400	700
КД209Б	600	500
КД209В	800	500
КД212А	200	1000
КД212Б	200	1000
КД212В	100	1000
КД212Г	100	1000
КД212А-6	200	1000
КД212Б-6	200	1000
КД212В-6	100	1000
КД212Г-6	100	1000
КД257А	200	3000

КД257Б	400	3000
КД257В	600	3000
КД257Г	800	3000
КД257Д	1000	3000
КД258А	200	1500
КД258Б	400	1500
КД258В	600	1500
КД258Г	800	1500
КД258Д	1000	1500
2Д101А	30	20
2ДМ101А	30	20
2Д102А	250	100
2Д102Б	300	100
2Д103А	75	100
2Д104А	300	10
2Д106А	100	300
2Д115А	100	30
2Д118А-1	200	300
2Д120А	100	300
2Д120А-1	100	300
2Д123А-1	100	300
2Д204А	400	400
2Д204Б	200	600
2Д204В	50	1000
2Д212А	200	1000
2Д212Б	100	1000
2Д215А	400	1000
2Д215Б	600	1000
2Д215В	200	1000
2Д235А	40	1000
2Д235Б	30	1000
2Д236А	600	1000
2Д236Б	800	1000
2Д236А-5	600	1000
2Д236Б-5	800	1000

2Д237А	100	1000
2Д237Б	200	1000
2Д237А-5	100	1000
2Д237Б-5	200	1000

Таблица А2 - Справочные данные по отечественными выпрямительным диодам средней мощности

Тип прибора	Предельные значения параметров при T=25С	
	<i>Uобр.макс.В</i>	<i>Iпр.макс.А</i>
Д302	200	1,0
Д302А	200	1,0
Д332А	400	10,0
Д332Б	400	5,0
Д333	500	10,0
Д333Б	500	5,0
Д334Б	600	5,0
2Д202В	70	5,0
2Д202Д	120	5,0
2Д202Ж	210	5,0
2Д202К	200	5,0
2Д202М	350	5,0
2Д202Р	420	5,0
КД202А	35	5,0
КД202Б	35	3,5
КД202В	70	5,0
КД202Г	70	3,5
КД202Д	140	5,0
КД202Е	140	3,5
КД202Ж	210	5,0
КД202И	210	3,5
КД202К	280	5,0
КД202Л	280	3,5
КД202М	350	5,0
КД202Н	350	3,5
КД202Р	420	5,0
КД202С	480	3,5

2Д203А	420	10,0
2Д203Б	560	10,0
2Д203В	560	10,0
2Д203Г	700	10,0
2Д203Д	700	10,0
КД203А	420	10,0
КД203Б	560	10,0
КД203В	560	10,0
КД203Г	700	10,0
КД203Д	700	10,0
2Д204А	400	0,4
2Д204Б	200	0,6
2Д204В	50	1,0
КД204А	400	0,4
КД204Б	200	0,6
КД204В	50	1,0
2Д206А	400	5,0
2Д206Б	500	5,0
2Д206В	600	5,0
КД206А	400	10,0
КД206Б	500	10,0
КД206В	600	10,0
КД208А	100	1,5
КД208В	100	1,5
2Д210А	800	5,0
2Д210Б	800	10,0
2Д210В	1000	5,0
2Д210Г	1000	10,0
КД210А	800	5,0
КД210Б	800	10,0
КД210В	1000	5,0
КД210Г	1000	10,0
2Д212А	200	1,0
2Д212Б	100	1,0
КД212А	200	1,0

КД212Б	200	1,0
КД212В	100	1,0
КД212Г	100	1,0
2Д213А	200	10,0
2Д213А6	200	10,0
2Д213Б	200	10,0
2Д213Б6	200	10,0
2Д213В	100	10,0
2Д213Г	100	10,0
КД213А	200	10,0
КД213А6	200	10,0
КД213Б	200	10,0
КД213Б6	200	10,0
КД213В	100	10,0
КД213Г	100	10,0
2Д216А	100	10,0
2Д216Б	200	10,0
2Д217А	100	3,0
2Д217Б	200	3,0
2Д219А	15	10,0
2Д219Б	20	10,0
2Д219В	15	10,0
2Д219Г	20	10,0
2Д220А	400	3,0
2Д220Б	600	3,0
2Д220В	800	3,0
2Д220Г	1000	3,0
2Д220Д	400	3,0
2Д220Е	600	3,0
2Д220Ж	800	3,0
2Д220И	1000	3,0
КД223А	200	2,0
КД226А	100	1,7
КД226Б	200	1,7
КД226В	400	1,7

КД226Г	600	1,7
КД226Д	800	1,7
КД227А	100	5,0
КД227Б	200	5,0
КД227В	300	5,0
КД227Г	400	5,0
КД227Д	500	5,0
КД227Е	600	5,0
КД227Ж	800	5,0
2Д230А	400	3,0
2Д230Б	600	3,0
2Д230В	800	3,0
2Д230Г	1000	3,0
2Д230Д	400	3,0
2Д230Е	600	3,0
2Д230Ж	800	3,0
2Д230И	1000	3,0
2Д234А	100	3,0
2Д234Б	200	3,0
2Д234В	400	3,0

Таблица А3 - Справочные данные по отечественными выпрямительным диодам большой мощности

Тип прибора	Предельные значения параметров при T=25C	
	<i>Uобр.макс.В</i>	<i>Iпр.макс.А</i>
2Д2990А	600	20
2Д2990Б	400	20
2Д2990В	200	20
КД2994А	100	20
КД2995А	50	20
КД2995Б	70	20
КД2995В	100	20
КД2995Г	50	20
КД2995Е	100	20
2Д2997А	200	30 (100)
2Д2997Б	100	30 (100)

2Д2997В	50	30 (100)
КД2997А	200	30 (100)
КД2997Б	100	30 (100)
КД2997В	50	30 (100)
2Д2998А	15	30 (100)
2Д2998Б	25	30 (100)
2Д2998В	25	30 (100)
2Д2999А	200	20 (100)
2Д2999Б	100	20 (100)
2Д2999В	50	20 (100)
КД2999А	200	20 (100)
КД2999Б	100	20 (100)
КД2999В	50	20 (100)

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

ХАРАКТЕРИСТИКИ СТАБИЛИТРОНА

КС126Б

- Номинальное напряжение стабилизации **3 В**
- Ток стабилизации стабилизатора **5 мА**
- Температурный коэффициент напряжения стабилизации стабилизатора $TK_{H_{CT}} \mathbf{0,075 \% / C}$
- Дифференциальное сопротивление стабилизатора **120 (5 мА) Ом**
- Минимально допустимый ток стабилизации стабилизатора **1 мА**
- Максимально допустимый ток стабилизации стабилизатора **125 мА**
- Прямая рассеиваемая мощность **0,45 Вт**

КС124Д-1

- Минимальное напряжение стабилизации **2,2 В**
- Номинальное напряжение стабилизации **2,4 В**
- Максимальное напряжение стабилизации **2,6 В**
- Температурный коэффициент напряжения стабилизации стабилизатора **0,075 %/C**
- Временная нестабильность напряжения стабилизации стабилизатора **±1,5 мкс**
- Дифференциальное сопротивление стабилизатора **180 (3) Ом**
- Минимально допустимый ток стабилизации стабилизатора **0,25 мА**
- Максимально допустимый ток стабилизации стабилизатора **21 мА**
- Прямая рассеиваемая мощность **0,05 Вт**
- Рабочий диапазон температуры **-60...+ 125 гр.**

КС126А

- Номинальное напряжение стабилизации **2,7 В**
- Ток стабилизации стабилитрона **5 мА**
- Температурный коэффициент напряжения стабилизации стабилитрона **0,075 %/С**
- Дифференциальное сопротивление стабилитрона **120 (5 мА) Ом**
- Минимально допустимый ток стабилизации стабилитрона **1 мА**
- Максимально допустимый ток стабилизации стабилитрона **135 мА**
- Прямая рассеиваемая мощность **0,45 Вт**

Д808

- Минимальное напряжение стабилизации **7 В**
- Максимальное напряжение стабилизации **8,5 В**
- Ток стабилизации стабилитрона **5 мА**
- Температурный коэффициент напряжения стабилизации стабилитрона **0,07 %/С**
- Временная нестабильность напряжения стабилизации стабилитрона **±1 мкс**
- Постоянное прямое напряжение **1 (50) В**
- Дифференциальное сопротивление стабилитрона **12 (1) Ом**
- Минимально допустимый ток стабилизации стабилитрона **3 мА**
- Максимально допустимый ток стабилизации стабилитрона **33 мА**
- Прямая рассеиваемая мощность **0,28 Вт**
- Рабочий диапазон температуры **-60...+ 125 гр.**

Д813

- Минимальное напряжение стабилизации **11,5 В**
- Максимальное напряжение стабилизации **14 В**
- Ток стабилизации стабилитрона **5 мА**
- Температурный коэффициент напряжения стабилизации стабилитрона **0,095 %/С**
- Временная нестабильность напряжения стабилизации стабилитрона **±1 мкс**
- Постоянное прямое напряжение **1 (50) В**
- Дифференциальное сопротивление стабилитрона **350 (1) Ом**
- Минимально допустимый ток стабилизации стабилитрона **3 мА**
- Максимально допустимый ток стабилизации стабилитрона **20 мА**
- Прямая рассеиваемая мощность **0,28 Вт**
- Рабочий диапазон температуры **-60...+ 125 гр.**

Д815Г

- Минимальное напряжение стабилизации **9 В**
- Максимальное напряжение стабилизации **11 В**
- Ток стабилизации стабилитрона **500 мА**
- Температурный коэффициент напряжения стабилизации стабилитрона **0,08 %/С**
- Временная нестабильность напряжения стабилизации стабилитрона **4 мкс**
- Постоянное прямое напряжение **1,5 (500) В**
- Дифференциальное сопротивление стабилитрона **1,8 (500) Ом**
- Минимально допустимый ток стабилизации стабилитрона **25 мА**
- Максимально допустимый ток стабилизации стабилитрона **800 мА**
- Прямая рассеиваемая мощность **8 Вт**
- Рабочий диапазон температуры **-60...+125 гр.**

Д816А

- Минимальное напряжение стабилизации **19,6 В**

- Максимальное напряжение стабилизации **24,2 В**
- Ток стабилизации стабилитрона **150 мА**
- Температурный коэффициент напряжения стабилизации стабилитрона **0,12 %/С**
- Временная нестабильность напряжения стабилизации стабилитрона **5 мкс**
- Постоянное прямое напряжение **1,5 (500) В**
- Дифференциальное сопротивление стабилитрона **7 (150) Ом**
- Минимально допустимый ток стабилизации стабилитрона **10 мА**
- Максимально допустимый ток стабилизации стабилитрона **230 мА**
- Прямая рассеиваемая мощность **5 Вт**
- Рабочий диапазон температуры **-60...+ 130 гр.**

Д816Б

- Минимальное напряжение стабилизации **24,2 В**
- Максимальное напряжение стабилизации **29,5 В**
- Ток стабилизации стабилитрона **150 мА**
- Температурный коэффициент напряжения стабилизации стабилитрона **0,12 %/С**
- Временная нестабильность напряжения стабилизации стабилитрона **5 мкс**
- Постоянное прямое напряжение **1,5 (500) В**
- Дифференциальное сопротивление стабилитрона **8 (150) Ом**
- Минимально допустимый ток стабилизации стабилитрона **10 мА**
- Максимально допустимый ток стабилизации стабилитрона **180 мА**
- Прямая рассеиваемая мощность **5 Вт**
- Рабочий диапазон температуры **-60...+ 130 гр**

Д816Д

- Минимальное напряжение стабилизации **42,5 В**
- Максимальное напряжение стабилизации **51,5 В**
- Ток стабилизации стабилитрона **150 мА**
- Температурный коэффициент напряжения стабилизации стабилитрона **0,12 %/С**
- Временная нестабильность напряжения стабилизации стабилитрона **5 мкс**
- Постоянное прямое напряжение **1,5 (500) В**
- Дифференциальное сопротивление стабилитрона **15 (150) Ом**
- Минимально допустимый ток стабилизации стабилитрона **10 мА**
- Максимально допустимый ток стабилизации стабилитрона **110 мА**
- Прямая рассеиваемая мощность **5 Вт**
- Рабочий диапазон температуры **-60...+130 гр.**

Д817А

- Минимальное напряжение стабилизации **50,5 В**
- Максимальное напряжение стабилизации **61,5 В**
- Ток стабилизации стабилитрона **50 мА**
- Температурный коэффициент напряжения стабилизации стабилитрона **0,14 %/С**
- Временная нестабильность напряжения стабилизации стабилитрона **6 мкс**
- Постоянное прямое напряжение **1,5 (500) В**
- Дифференциальное сопротивление стабилитрона **35 (50) Ом**
- Минимально допустимый ток стабилизации стабилитрона **5 мА**
- Максимально допустимый ток стабилизации стабилитрона **90 мА**
- Прямая рассеиваемая мощность **5 Вт**
- Рабочий диапазон температуры **-60...+130 гр.**

Д817Б

- Минимальное напряжение стабилизации **61 В**
- Максимальное напряжение стабилизации **75 В**
- Ток стабилизации стабилитрона **50 мА**
- Температурный коэффициент напряжения стабилизации стабилитрона **0,14 %/С**
- Временная нестабильность напряжения стабилизации стабилитрона **6 мкс**
- Постоянное прямое напряжение **1,5 (500) В**
- Дифференциальное сопротивление стабилитрона **40 (50) Ом**
- Минимально допустимый ток стабилизации стабилитрона **5 мА**
- Максимально допустимый ток стабилизации стабилитрона **75 мА**
- Прямая рассеиваемая мощность **5 Вт**
- Рабочий диапазон температуры **-60...+130 гр.**

Д817Г

- Минимальное напряжение стабилизации **90 В**
- Максимальное напряжение стабилизации **110 В**
- Ток стабилизации стабилитрона **50 мА**
- Температурный коэффициент напряжения стабилизации стабилитрона **0,14 %/С**
- Временная нестабильность напряжения стабилизации стабилитрона **6 мкс**
- Постоянное прямое напряжение **1,5 (500) В**
- Дифференциальное сопротивление стабилитрона **50 (50) Ом**
- Минимально допустимый ток стабилизации стабилитрона **5 мА**
- Максимально допустимый ток стабилизации стабилитрона **50 мА**
- Прямая рассеиваемая мощность **5 Вт**
- Рабочий диапазон температуры **-60...+130 гр.**

Д818Г

- Минимальное напряжение стабилизации **8,55 В**
- Номинальное напряжение стабилизации **9 В**
- Максимальное напряжение стабилизации **9,45 В**
- Ток стабилизации стабилитрона **10 мА**
- Температурный коэффициент напряжения стабилизации стабилитрона **0,005 %/С**
- Временная нестабильность напряжения стабилизации стабилитрона **±0,12 мкс**
- Дифференциальное сопротивление стабилитрона **18 (10) Ом**
- Минимально допустимый ток стабилизации стабилитрона **3 мА**
- Максимально допустимый ток стабилизации стабилитрона **33 мА**
- Прямая рассеиваемая мощность **0,3 Вт**
- Рабочий диапазон температуры **-60...+ 125 гр.**

КС126В

- Номинальное напряжение стабилизации **3,3 В**
- Ток стабилизации стабилитрона **5 мА**
- Температурный коэффициент напряжения стабилизации стабилитрона **0,075 %/С**
- Дифференциальное сопротивление стабилитрона **120 (5 мА) Ом**
- Минимально допустимый ток стабилизации стабилитрона **1 мА**
- Максимально допустимый ток стабилизации стабилитрона **115 мА**
- Прямая рассеиваемая мощность **0,45 Вт**

КС121А

- Минимальное напряжение стабилизации **7,1 В**
- Номинальное напряжение стабилизации **7,5 В**
- Максимальное напряжение стабилизации **7,9 В**

- Температурный коэффициент напряжения стабилизации стабилитрона **0,25 %/C**
- Временная нестабильность напряжения стабилизации стабилитрона **±0,5 мкс**
- Дифференциальное сопротивление стабилитрона **15 (5) Ом**
- Минимально допустимый ток стабилизации стабилитрона **0,5 мА**
- Максимально допустимый ток стабилизации стабилитрона **35 мА**
- Рабочий диапазон температуры **-60...+125 гр.**

КС108В

- Номинальное напряжение стабилизации **6,4 В**
- Ток стабилизации стабилитрона **7,5 мА**
- Температурный коэффициент напряжения стабилизации стабилитрона **0,0005 %/C**
- Временная нестабильность напряжения стабилизации стабилитрона **±1,3 мВ мкс**
- Дифференциальное сопротивление стабилитрона **15 (7,5 мА) Ом**
- Минимально допустимый ток стабилизации стабилитрона **3 мА**
- Максимально допустимый ток стабилизации стабилитрона **10 мА**
- Прямая рассеиваемая мощность **0,07 Вт**
- Рабочий диапазон температуры **-60...+ 125 гр.**

КС108В

- Номинальное напряжение стабилизации **6,4 В**
- Ток стабилизации стабилитрона **7,5 мА**
- Температурный коэффициент напряжения стабилизации стабилитрона **0,0005 %/C**
- Временная нестабильность напряжения стабилизации стабилитрона **±1,3 мВ мкс**
- Дифференциальное сопротивление стабилитрона **15 (7,5 мА) Ом**
- Минимально допустимый ток стабилизации стабилитрона **3 мА**
- Максимально допустимый ток стабилизации стабилитрона **10 мА**
- Прямая рассеиваемая мощность **0,07 Вт**
- Рабочий диапазон температуры **-60...+ 125 гр.**

2С133А

- Минимальное напряжение стабилизации **2,97 В**
- Номинальное напряжение стабилизации **3,3 В**
- Максимальное напряжение стабилизации **3,65 В**
- Ток стабилизации стабилитрона **10 мА**
- Температурный коэффициент напряжения стабилизации стабилитрона **0,11 %/C**
- Постоянное прямое напряжение **1 (50) В**
- Дифференциальное сопротивление стабилитрона **65 (10) Ом**
- Минимально допустимый ток стабилизации стабилитрона **3 мА**
- Максимально допустимый ток стабилизации стабилитрона **81 мА**
- Прямая рассеиваемая мощность **0,3 Вт**
- Рабочий диапазон температуры **-60...+125 гр.**

2С139А

- Минимальное напряжение стабилизации **3,51 В**
- Номинальное напряжение стабилизации **3,9 В**

- Максимальное напряжение стабилизации **4,29 В**
- Ток стабилизации стабилитрона **10 мА**
- Температурный коэффициент напряжения стабилизации стабилитрона **0,1 %/С**
- Постоянное прямое напряжение **1 (50) В**
- Дифференциальное сопротивление стабилитрона **60 (10) Ом**
- Минимально допустимый ток стабилизации стабилитрона **3 мА**
- Максимально допустимый ток стабилизации стабилитрона **70 мА**
- Прямая рассеиваемая мощность **0,3 Вт**
- Рабочий диапазон температуры **-60...+125 гр.**

2С147А

- Минимальное напряжение стабилизации **4,23 В**
- Номинальное напряжение стабилизации **4,7 В**
- Максимальное напряжение стабилизации **5,17 В**
- Ток стабилизации стабилитрона **10 мА**
- Температурный коэффициент напряжения стабилизации стабилитрона **0,09 %/С**
- Постоянное прямое напряжение **1 (50) В**
- Дифференциальное сопротивление стабилитрона **56 (10) Ом**
- Минимально допустимый ток стабилизации стабилитрона **3 мА**
- Максимально допустимый ток стабилизации стабилитрона **58 мА**
- Прямая рассеиваемая мощность **0,3 Вт**

2С156А

- Минимальное напряжение стабилизации **5,04 В**
- Номинальное напряжение стабилизации **5,6 В**
- Максимальное напряжение стабилизации **6,16 В**
- Ток стабилизации стабилитрона **10 мА**
- Температурный коэффициент напряжения стабилизации стабилитрона **0,05 %/С**
- Постоянное прямое напряжение **1 (50) В**
- Дифференциальное сопротивление стабилитрона **46 (10) Ом**
- Минимально допустимый ток стабилизации стабилитрона **3 мА**
- Максимально допустимый ток стабилизации стабилитрона **55 мА**
- Прямая рассеиваемая мощность **0,3 Вт**
- Рабочий диапазон температуры **-60...+125 гр.**

2С156А

- Минимальное напряжение стабилизации **5,04 В**
- Номинальное напряжение стабилизации **5,6 В**
- Максимальное напряжение стабилизации **6,16 В**
- Ток стабилизации стабилитрона **10 мА**
- Температурный коэффициент напряжения стабилизации стабилитрона **0,05 %/С**
- Постоянное прямое напряжение **1 (50) В**
- Дифференциальное сопротивление стабилитрона **46 (10) Ом**
- Минимально допустимый ток стабилизации стабилитрона **3 мА**
- Максимально допустимый ток стабилизации стабилитрона **55 мА**
- Прямая рассеиваемая мощность **0,3 Вт**
- Рабочий диапазон температуры **-60...+125 гр**

Д808

- Минимальное напряжение стабилизации **7 В**

- Максимальное напряжение стабилизации **8,5 В**
- Ток стабилизации стабилитрона **5 мА**
- Температурный коэффициент напряжения стабилизации стабилитрона **0,07 %/С**
- Временная нестабильность напряжения стабилизации стабилитрона **±1 мкс**
- Постоянное прямое напряжение **1 (50) В**
- Дифференциальное сопротивление стабилитрона **12 (1) Ом**
- Минимально допустимый ток стабилизации стабилитрона **3 мА**
- Максимально допустимый ток стабилизации стабилитрона **33 мА**
- Прямая рассеиваемая мощность **0,28 Вт**
- Рабочий диапазон температуры **-60...+ 125 гр.**

Д808

- Минимальное напряжение стабилизации **7 В**
- Максимальное напряжение стабилизации **8,5 В**
- Ток стабилизации стабилитрона **5 мА**
- Температурный коэффициент напряжения стабилизации стабилитрона **0,07 %/С**
- Временная нестабильность напряжения стабилизации стабилитрона **±1 мкс**
- Постоянное прямое напряжение **1 (50) В**
- Дифференциальное сопротивление стабилитрона **12 (1) Ом**
- Минимально допустимый ток стабилизации стабилитрона **3 мА**
- Максимально допустимый ток стабилизации стабилитрона **33 мА**
- Прямая рассеиваемая мощность **0,28 Вт**
- Рабочий диапазон температуры **-60...+ 125 гр.**

Д809

- Минимальное напряжение стабилизации **8 В**
- Максимальное напряжение стабилизации **9,5 В**
- Ток стабилизации стабилитрона **5 мА**
- Температурный коэффициент напряжения стабилизации стабилитрона **0,08 %/С**
- Временная нестабильность напряжения стабилизации стабилитрона **±1 мкс**
- Постоянное прямое напряжение **1 (50) В**
- Дифференциальное сопротивление стабилитрона **18 (1) Ом**
- Минимально допустимый ток стабилизации стабилитрона **3 мА**
- Максимально допустимый ток стабилизации стабилитрона **29 мА**
- Прямая рассеиваемая мощность **0,28 Вт**
- Рабочий диапазон температуры **-60...+125 гр.**

Д814А

- Минимальное напряжение стабилизации **7 В**
- Максимальное напряжение стабилизации **8,5 В**
- Ток стабилизации стабилитрона **5 мА**
- Температурный коэффициент напряжения стабилизации стабилитрона **0,07 %/С**
- Временная нестабильность напряжения стабилизации стабилитрона **±1 мкс**
- Постоянное прямое напряжение **1 (50) В**
- Дифференциальное сопротивление стабилитрона **6 (5) Ом**
- Минимально допустимый ток стабилизации стабилитрона **3 мА**
- Максимально допустимый ток стабилизации стабилитрона **40 мА**
- Прямая рассеиваемая мощность **0,34 Вт**
- Рабочий диапазон температуры **-60...+125 гр.**

Д814А2

- Минимальное напряжение стабилизации **7 В**

- Номинальное напряжение стабилизации **7,7 В**
- Максимальное напряжение стабилизации **8,5 В**
- Температурный коэффициент напряжения стабилизации стабилитрона **0,07 %/С**
- Временная нестабильность напряжения стабилизации стабилитрона **±1 мкс**
- Дифференциальное сопротивление стабилитрона **20(5) Ом**
- Минимально допустимый ток стабилизации стабилитрона **3 мА**
- Максимально допустимый ток стабилизации стабилитрона **40 мА**
- Прямая рассеиваемая мощность **0,34 Вт**
- Рабочий диапазон температуры **-60...+ 125 гр.**

Д815В

- Минимальное напряжение стабилизации **7,4 В**
- Максимальное напряжение стабилизации **9,1 В**
- Ток стабилизации стабилитрона **1 А**
- Температурный коэффициент напряжения стабилизации стабилитрона **0,07 %/С**
- Временная нестабильность напряжения стабилизации стабилитрона **4 мкс**
- Постоянное прямое напряжение **1,5 (500) В**
- Дифференциальное сопротивление стабилитрона **1 (1 А) Ом**
- Минимально допустимый ток стабилизации стабилитрона **50 мА**
- Максимально допустимый ток стабилизации стабилитрона **950 мА**
- Прямая рассеиваемая мощность **8 Вт**
- Рабочий диапазон температуры **-60...+125 гр.**

Д816В

- Минимальное напряжение стабилизации **29,5 В**
- Максимальное напряжение стабилизации **36 В**
- Ток стабилизации стабилитрона **150 мА**
- Температурный коэффициент напряжения стабилизации стабилитрона **0,12 %/С**
- Временная нестабильность напряжения стабилизации стабилитрона **5 мкс**
- Постоянное прямое напряжение **1,5 (500) В**
- Дифференциальное сопротивление стабилитрона **10 (150) Ом**
- Минимально допустимый ток стабилизации стабилитрона **10 мА**
- Максимально допустимый ток стабилизации стабилитрона **150 мА**
- Прямая рассеиваемая мощность **5 Вт**
- Рабочий диапазон температуры **-60...+ 130 гр.**

Список использованной литературы

1. Григорьев, Б. И. Элементная база и устройства цифровой техники [Электронный ресурс] : учебное пособие / Б. И. Григорьев. — Электрон. текстовые данные. — СПб. : Университет ИТМО, 2012. — 89 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/65394.html>
2. Легостаев, Н. С. Материалы электронной техники [Электронный ресурс] : учебное пособие / Н. С. Легостаев. — Электрон. текстовые данные. — Томск : Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2014. — 239 с. — 978-5-86889-679-8. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/72057.html>

1. Игнатов, А. Н. Полевые транзисторы и их применение в технике связи [Электронный ресурс] : монография / А. Н. Игнатов. — Электрон. текстовые данные. — Новосибирск : Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2008. — 317 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/55455.html>
2. Савиных В.Л., Удальцов А.Н. Цифровые интегральные микросхемы ТТЛ, ТТЛШ, КМДП – Новосибирск, 2001.
3. Цифровые и аналоговые интегральные микросхемы. Справочник под редакцией С. В. Якубовского. - М. : Радио и связь , 1989.
4. Пухальский Г.И., Новосельцева Т.Я. Проектирование дискретных устройств на интегральных схемах .- М.: Радио и связь, 1990.