

Федеральное агентство связи  
КОЛЛЕДЖ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ  
ордена Трудового Красного Знамени федерального государственного  
бюджетного образовательного учреждения высшего образования  
«Московский технический университет связи и информатики»  
(КТ МТУСИ)

Рассмотрено и одобрено  
Председателем ЦК «МТС»  
\_\_\_\_\_ О.В.Родина.

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2022г.

« Утверждаю»  
Зам. директора УПР КТ МТУСИ  
\_\_\_\_\_ С.Г.Алюшина

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2022

**Сборник практических работ по дисциплине ОП.07  
«Энергоснабжение телекоммуникационных систем»  
(очная форма обучения)**

1. Расчет однофазного трансформатора
2. Расчет емкости аккумулятора и выбор типа аккумулятора
3. Расчет преобразователя напряжения на транзисторах
4. Расчет параметров сглаживающего LC-фильтра

Федеральное агентство связи  
КОЛЛЕДЖ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ  
ордена Трудового Красного Знамени федерального государственного  
бюджетного образовательного учреждения высшего образования  
«Московский технический университет связи и информатики»  
(КТ МТУСИ)

Рассмотрено и одобрено  
Председателем ЦК «МТС»  
\_\_\_\_\_ О.В.Родина.

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2022г.

« Утверждаю»  
Зам. директора УПР КТ МТУСИ  
\_\_\_\_\_ С.Г.Алюшина

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2022

**ОП.07 Энергоснабжение телекоммуникационных систем**

**Раздел 2. Электромагнитные устройства электропитания**

**Практическая работа № 1**

**Расчёт однофазного трансформатора.**

ОК 2. Организовывать собственную деятельность, определять методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество.

ОК 4. Осуществлять поиск, анализ и оценку информации, необходимой для постановки и решения профессиональных задач, профессионального и личностного развития.

Специальности: 11.02.09; 11.02.10,11.02.11

Москва, 2022г

# Практическая работа № 1

## Расчёт силового однофазного трансформатора.

### 1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ:

Овладение способом решения инженерной задачи.

### 2. ЛИТЕРАТУРА:

2.1. Щедрин Н.Н. Энергоснабжение телекоммуникационных систем. Учебное пособие. Москва, КТ МТУСИ, 2015, стр. 11 – 17.

### 3. ЗАДАНИЕ:

Расчитать число витков первичной и вторичной обмоток трансформатора, выбрать тип стандартных пластин магнитопровода.

Вариант задания соответствует номеру фамилии студента в журнале. Данные для расчёта согласно вариантам приведены в таблице 1. Напряжение сети  $U_C = 220\text{В}$ .

Таблица 1.

№вар.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$U_2, \text{В}$	12	24	48	12	48	24	60	12	24	12
$I_{H2}, \text{А}$	9	6,25	2,25	16	1,2	2	1,44	6,25	2,25	6,25

№вар.	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
$U_2, \text{В}$	5	4	7	42	40	55	70	60	70	56
$I_{H2}, \text{А}$	5,35	4,48	3,35	8,50	7,35	6,66	8,95	8,26	7,65	8

### 4. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЗАДАНИЯ

Точный расчёт трансформатора довольно сложен, но можно с достаточной эффективностью пользоваться упрощёнными формулами. Предположим, следует рассчитать трансформатор средней мощности с сердечником, набираемым из Ш-образных пластин.

Для расчёта необходимо знать напряжение на каждой из вторичных обмоток трансформатора  $U_2, U_3, U_4 \dots$  и максимальный ток нагрузки  $I_H$ .

1. По условию трансформатор имеет одну вторичную обмотку. Определяем мощность вторичной обмотки трансформатора:

$$P_2 = U_2 \cdot I_{H2}$$

2. Мощность, потребляемая трансформатором (ВА):

$$P_{TP} = P_2 / \eta,$$

где  $\eta$  - коэффициент полезного действия трансформатора, если  $\eta$  неизвестен, то можно воспользоваться приближённой формулой

$$P_{TP} = 1,25 P_2$$

3. Сечение сердечника трансформатора ( $\text{см}^2$ ):

$$S_{TP} = 1,2 \sqrt{P}$$

4. Определяем число витков, приходящихся на 1 вольт напряжения обмотки:

$$W_0 = 50/S_{TP},$$

где 50 – средняя величина коэффициента, зависящего от свойств электротехнической стали сердечника.

5. Определяем число витков каждой из обмоток. Для первичной сетевой обмотки с учётом потерь напряжения число витков:

$$W_1 = 0,97 \cdot W_0 \cdot U_1, \text{ где } U_1 = U_C - \text{напряжение сети.}$$

Для вторичной обмотки с учётом потерь напряжения:

$$W_2 = 1,03 \cdot W_0 \cdot U_2;$$

6. Ток первичной обмотки трансформатора:  $I_1 = P_{\text{ТР}} / U_1$ .

7. Диаметр провода любой обмотки трансформатора (мм) можно определить по формулам:  $d_M = 0,632 \sqrt{I}$  для обмотки из медного провода, или  $d_A = 0,8 \sqrt{I}$  для обмотки из алюминиевого провода.

Выбор материала провода производится студентом произвольно. Обе обмотки наматываются проводом из одного материала.

8. Выбор типоразмера пластин сердечника. Площадь, занимаемая всей обмоткой в окне сердечника:

$$S_M = 4(d_1^2 \cdot W_1 + d_2^2 \cdot W_2),$$

где  $S_M$  – площадь (в  $\text{мм}^2$ ), занимаемая всеми обмотками в окне,

$d_1, d_2$  - диаметры проводов обмоток (в мм),

$W_1, W_2$  -- число витков соответствующей обмотки.

Этой формулой учитывается толщина изоляции проводов, неравномерность намотки, а также место, занимаемое каркасом в окне сердечника.

По полученной величине  $S_M$  выбирается типоразмер пластины с таким расчетом, чтобы обмотка свободно разместилась в окне выбранной пластины.

Для выбора типа пластины следует сначала рассчитать площадь окна для всех предлагаемых вариантов по формуле:

$$S_{\text{ТР}} = b' \cdot h$$

Затем сравниваем величины  $S_{\text{ТР}}$  и  $S_M$ . Должно соблюдаться неравенство:

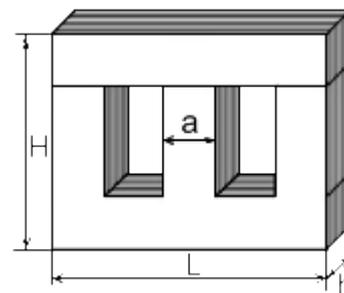
$$S_{\text{ТР}} > S_M$$

Выбираем **ближайшее** большее значение  $S_{\text{ТР}}$ . Выбирать пластины со значительно большим окном, чем необходимо, не следует, так как при этом ухудшаются общие качества трансформатора.

По выбранной площади окна находим величину  $a$  в соответствующей строке таблицы.

Наконец, определяем толщину набора сердечника - величину  $b$ , которую подсчитывают по формуле:

$$b = 100 \cdot S_{\text{ТР}} / a,$$



Федеральное агентство связи  
КОЛЛЕДЖ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ  
ордена Трудового Красного Знамени федерального государственного  
бюджетного образовательного учреждения высшего образования  
«Московский технический университет связи и информатики»  
(КТ МТУСИ)

Рассмотрено и одобрено  
Председателем ЦК «МТС»  
\_\_\_\_\_ О.В.Родина.

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2022г.

« Утверждаю»  
Зам. директора УПР КТ МТУСИ  
\_\_\_\_\_ С.Г.Алюшина

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2022

**ОП.07 Энергоснабжение телекоммуникационных систем**  
**Раздел 3. Автономные источники питания**  
**Практическая работа № 2**  
**Расчёт ёмкости, количества элементов и выбор типа свинцово-кислотного аккумулятора.**

ОК 2. Организовывать собственную деятельность, определять методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество.  
ОК 4. Осуществлять поиск, анализ и оценку информации, необходимой для постановки и решения профессиональных задач, профессионального и личностного развития.

Специальности: 11.02.09; 11.02.10;11.02.11

Москва, 2022г.

## Практическая работа № 2

### Расчёт ёмкости, количества элементов и выбор типа свинцово-кислотного аккумулятора.

#### 1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ:

Овладение способом решения инженерной задачи.

#### 2. ЛИТЕРАТУРА:

2.1. Щедрин Н.Н. Энергоснабжение телекоммуникационных систем. Учебное пособие. Москва, КТ МТУСИ, 2015, стр. 18 – 30.

#### 3. ЗАДАНИЕ:

3.1. Выбрать тип элемента аккумулятора по таблице 2.

3.2. Расшифровать условное обозначение выбранного элемента, определить тип пластины.

3.3. Рассчитать необходимое количество элементов в батарее.

3.4. Пояснить, для чего необходимы дополнительные элементы.

Исходные данные:

Таблица 1.

Вар.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>I<sub>AB</sub>, А</b>	100	200	300	150	250	350	120	180	240	400
Время разряда	2 часа			0,5 часа			1 час			
<b>U<sub>max</sub>, В</b>	66	26	64	66	26	26	52	52	66	66
<b>U<sub>min</sub>, В</b>	58	22	58	58	22	22	46	46	58	58
<b>U<sub>кр</sub>, В</b>	1,8	1,75	1,75	1,8	1,8	1,75	1,8	1,8	1,75	1,75

Допустимые потери  $\Delta U_{пр} = 2,4 \text{ В}$ ; напряжение непрерывного подзаряда  $U_{нп} = 2,2 \text{ В}$  для всех вариантов.

#### 4. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЗАДАНИЯ

При выборе аккумулятора следует соблюдать условие:

$$I_{РАЗР} > I_{AB},$$

где  $I_{РАЗР}$  – величина разрядного тока выбранного аккумулятора,  $I_{AB}$  – величина тока, необходимого для обеспечения работоспособности оборудования и средств жизнеобеспечения (например, аварийного освещения) при отсутствии внешнего электроснабжения.

Разрядные токи элементов различных типов определяются по таблицам, которые предоставляют производители (например, табл.2).

Количество элементов в аккумуляторной батарее определяется по формуле

$$n_A = (U_{min} + \Delta U_{пр}) / U_{кр},$$

где  $U_{min}$  - наименьшее допустимое напряжение на входе питаемого оборудования;

$\Delta U_{пр}$  - допустимые потери напряжения в токораспределительной проводке и коммутационно-защитной аппаратуре;

$U_{кр}$  - конечное разрядное напряжение одного элемента.

В типовых схемах автоматизированных ЭПУ батареи секционируются, т. е. делятся на основные и дополнительные элементы.

Количество элементов в основной группе аккумуляторной батареи определяется по формуле (значения следует округлить до целого числа):

$$n_{осн} = (U_{min} + U_{max} + \Delta U_{пр}) / 2 U_{нп},$$

где  $U_{max}$  – наибольшее допустимое напряжение на зажимах питаемой аппаратуры;

$U_{нп}$  – напряжение на одном элементе аккумуляторной батареи в режиме непрерывного подзаряда.

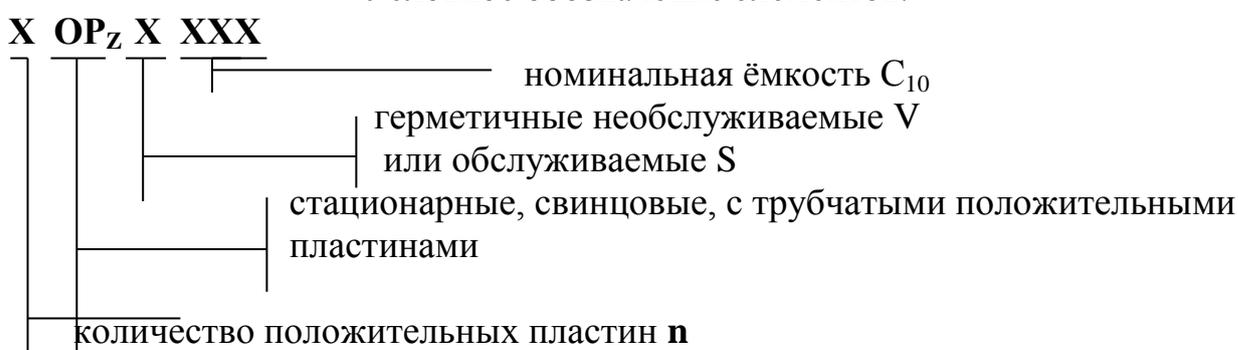
Количество элементов в дополнительной группе аккумуляторной батареи определяется по формуле:

$$n_{доп} = n_A - n_{осн}.$$

Таблица 2.

Тип элемента	Ток разряда $I_{разр}$ , А при UKP=1,8 В/эл за время разряда $t_p$ , ч							Ток разряда $I_{разр}$ , А при UKP = 1,75 В/эл за время $t_p$ , ч						
	0,5	1,0	2,0	3,0	5,0	8,0	10,0	0,5	1,0	2,0	3,0	5,0	8,0	10,0
4OPzV200	153	108	71	54	37	25	22	171	116	74	55	38	27	22
5OPzV250	183	132	88	67	46	32	27	207	143	92	69	48	33	28
6OPzV300	210	154	104	80	56	39	33	239	169	109	83	57	39	33
5OPzV350	221	164	111	85	59	42	35	253	180	117	88	61	41	35
6OPzV420	250	189	131	101	71	50	42	288	211	139	105	73	50	42
7OPzV490	274	212	150	117	82	58	49	318	239	161	123	84	58	49
6OPzV600	320	255	185	147	105	73	62	373	289	202	155	106	75	63
8OPzV800	500	380	261	202	141	96	83	580	422	277	210	144	99	84
10OPzV1000	586	453	319	249	176	122	102	679	510	343	261	180	126	105
12OPzV1200	655	518	374	295	210	144	120	763	589	406	308	216	147	124
12OPzV1500	737	601	447	359	259	180	153	864	691	495	385	269	184	157
16OPzV2000	982	801	596	478	345	240	204	1152	921	660	513	358	245	209
20OPzV2500	1228	1002	745	598	432	300	255	1440	1152	825	640	448	306	262
24OPzV3000	1473	1202	894	717	518	360	306	1728	1382	990	768	537	367	314

Условное обозначение элементов.



Тип пластины рассчитывается по формуле:  $S_{пласт} = C_{10} / n$ .

Выпускаются пластины следующих номиналов: **50; 70; 100; 125 Ач**.

Федеральное агентство связи  
КОЛЛЕДЖ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ  
ордена Трудового Красного Знамени федерального государственного  
бюджетного образовательного учреждения высшего образования  
«Московский технический университет связи и информатики»  
(КТ МТУСИ)

Рассмотрено и одобрено  
Председателем ЦК «МТС»  
\_\_\_\_\_ О.В.Родина.

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2022г.

« Утверждаю»  
Зам. директора УПР КТ МТУСИ  
\_\_\_\_\_ С.Г.Алюшина

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2022

**ОП.07 Энергоснабжение телекоммуникационных систем**  
**Раздел 5. Преобразователи напряжения**  
**Практическая работа № 3**  
**Расчёт преобразователя напряжения на транзисторах.**

ОК 2. Организовывать собственную деятельность, определять методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество.  
ОК 4. Осуществлять поиск, анализ и оценку информации, необходимой для постановки и решения профессиональных задач, профессионального и личностного развития.

Специальности: 11.02.09; 11.02.10; 11.02.11

Москва, 2022г.

**Практическая работа № 3**  
**Расчёт преобразователя напряжения на транзисторах.**

**1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ:**

Овладение способом решения инженерной задачи.

**2. ЛИТЕРАТУРА:**

2.1. Щедрин Н.Н. Энергоснабжение телекоммуникационных систем. Учебное пособие. Москва, КТ МТУСИ, 2015, стр. 58 – 67.

**3. ЗАДАНИЕ:**

3.1. Рассчитать параметры и выбрать тип транзисторов преобразователя.

3.2. Рассчитать параметры входной цепи:  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $C$ .

Исходные данные:

Таблица 1

вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$U_n$ , В	12,0	5,0	220	60	24	48	12	60	24	48
$\alpha_{\min}$	0,05	0,05	0,15	0,1	0,05	0,1	0,1	0,05	0,05	0,1
$\alpha_{\max}$	0,05	0,05	0,1	0,1	0,05	0,1	0,1	0,05	0,05	0,1
$U_2$ , В	5,0	15	60	12	12	12	24	48	5,0	5,0
$I_2$ , А	0,45	0,45	5,0	1,0	2,0	1,0	0,5	3,0	0,5	1,0
$\eta_n$	0,85	0,9	0,85	0,87	0,86	0,88	0,89	0,9	0,85	0,9
$U_{KЭ\text{нас}}$ , В	2,0	2,0	3,0	2,5	2,5	3,0	2,0	3,0	2,0	2,5
$K_{НАС}$	1,3	1,4	1,5	1,3	1,4	1,5	1,3	1,5	1,3	1,4
$f$ , кГц	20	20	10	10	20	10	5	20	5	15
$U_{РБ}$ , В	1,5	2,0	2,0	1,6	1,8	2,0	1,5	2,0	1,5	1,8
$U_B$ , В	6,0	8,0	12,0	10	10	15,0	6,0	12,0	8,0	10,0

Условные обозначения величин в таблице 1:

Напряжение питания  $U_n$ , В

Относительные отклонения напряжения питания  $\alpha_{\min}$ ;  $\alpha_{\max}$

Выходное напряжение  $U_2$ , В

Ток нагрузки  $I_2$ , А

Коэффициент полезного действия преобразователя  $\eta_n$

Напряжение на переходе коллектор-эмиттер транзистора в режиме насыщения  $U_{KЭ\text{нас}}$ , В

Напряжение базовой обмотки трансформатора  $U_B$ , В

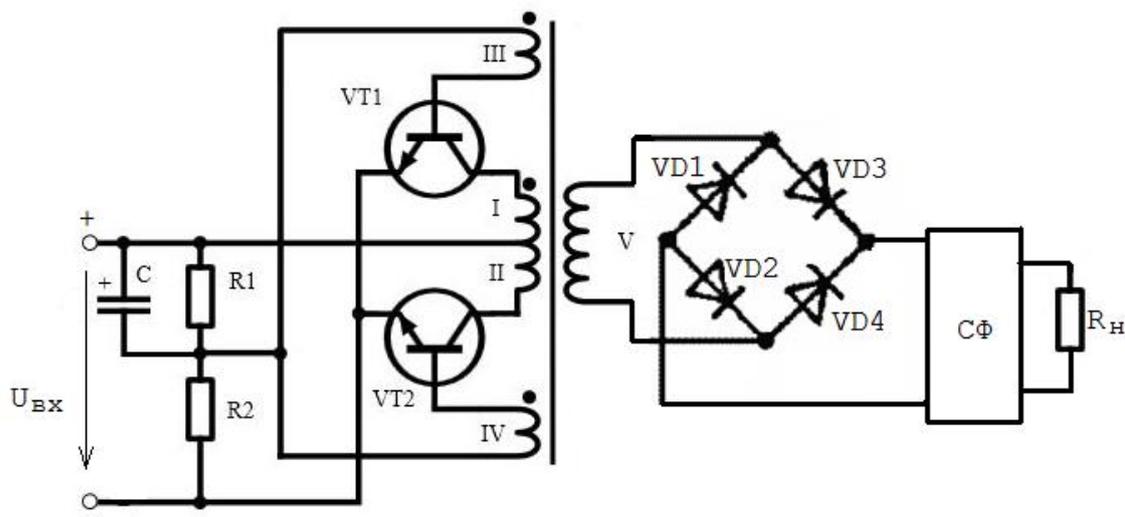
Коэффициент насыщения транзистора  $K_{НАС}$

Частота сигнала на выходе преобразователя  $f$ , кГц

Падение напряжения на базовом резисторе  $U_{РБ}$ , В

Нагрузка – активная,  $U_{BЭ\text{нас}} = U_{KЭ\text{нас}}$

#### 4. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЗАДАНИЯ



4.1. Определяем максимальное и минимальное значение напряжения питания:

$$U_{n \max} = U_n(1 + \alpha_{\max})$$

$$U_{n \min} = U_n(1 - \alpha_{\min})$$

4.2. Определяем ток коллектора открытого транзистора. Для преобразователей со средней точкой трансформатора:

$$I_{K \text{ нас}} = U_2 \cdot I_2 / \{ \eta_n (U_{n \min} - U_{KЭ \text{ нас}}) \}$$

4.3. Определяем максимальное напряжение на закрытом транзисторе преобразователя. Для схем преобразователей, в которых трансформатор имеет вывод средней точки:

$$U_{KЭ \max} = 2,4 \cdot U_{n \max}$$

4.4. По значениям тока  $I_{K \text{ нас}}$  и напряжения  $U_{KЭ \max}$  из таблицы 2 выбираем тип транзистора и определяем его основные параметры.

$$U_{KЭ \max}; I_{K \max}; P_{K \max}; h_{21Э}; f_{гр}$$

4.5. Задавшись минимальным коэффициентом насыщения транзистора  $K_{НАС}$ , определяем ток базы, необходимый для насыщения транзистора:

$$I_{B \text{ нас}} = I_{K \text{ нас}} \cdot K_{НАС} / h_{21Э \min}$$

4.6. В преобразователях с насыщающимся трансформатором, как только сердечник трансформатора входит в насыщение, индуктивное сопротивление первичной обмотки резко уменьшается, ток коллектора открытого транзистора начинает увеличиваться → рабочая точка транзистора входит в активную область. Максимальное значение тока коллектора  $I_{K \max}$  зависит от значения тока базы транзистора и коэффициента передачи тока в схеме с общим эмиттером  $h_{21Э}$ :

$$I_{K \max} = I_{K \text{ нас}} \cdot K_{НАС} \cdot h_{21Э \max} / h_{21Э \min}$$

Если в таблице приведено только одно значение  $h_{21Э}$ , то отношение  $h_{21Э \max} / h_{21Э \min} = 1$ . Величина  $I_{K \max}$  не должна превышать предельно допустимое значение тока для выбранного типа транзисторов.

Проверяем, не превышает ли максимально допустимый ток коллектора выбранного транзистора значение  $I_{K \max}$ . Если превышает, следует выбрать другой транзистор.

4.7. Определяем значение мощности, рассеиваемой транзистором преобразователя:

$$P_K = 0,5 \cdot U_{KЭ \text{ нас}} \cdot I_{K \text{ нас}} + U_{n \max} \cdot I_{K \max} \cdot K_d \cdot f / 2 \parallel f_{гр}, \text{ Вт}$$

где  $f_{гр}$  – граничная частота коэффициента передачи тока в схеме с общим эмиттером,  $K_d$  – коэффициент динамических потерь (для рассматриваемой схемы  $K_d = 0,5$ ).

Определяем предельную мощность  $P_{K \max}$ , рассеиваемую транзистором без радиатора, по таблице 2. Если  $P_{K \max} < P_K$ , то транзисторы необходимо использовать с теплоотводом.

4.8. Определяем напряжение базовых обмоток  $U_B$  и значения сопротивлений резисторов  $R_B$  и  $R_1$ . Напряжение базовой обмотки выбирается из условия:  $U_B = (3 \dots 5) \cdot U_{БЭ НАС}$ . Для каждого варианта задано в таблице 1.

Сопротивления резисторов:  $R_B = (U_B - U_{БЭ НАС}) / I_{Б НАС}$

$$R_1 = R_B \cdot U_{п min} / U_{РБ}$$

4.9. Для улучшения условий запуска преобразователя и для уменьшения динамических потерь в транзисторах параллельно резистору  $R_B$  включается конденсатор  $C_B$ .

$$C_B \leq 1 / (2 \cdot R_B \cdot f)$$

4.10. Определение исходных данных для расчёта трансформатора преобразователя.

Исходными данными для расчёта трансформатора являются:

- действующие значения напряжения и тока вторичной обмотки  $U_2, I_2$

- действующие значения напряжения и тока первичной обмотки

$$U_1 = U_{п} - U_{КЭ НАС}; \quad I_1 = 0,707 \cdot I_{К НАС}$$

- действующие значения напряжения и тока в базовых обмотках

$$U_B; \quad I_B = 0,707 \cdot I_{Б НАС}$$

- расчётная мощность трансформатора при активной нагрузке

$$P_S = 1,3 \cdot U_2 \cdot I_2$$

при нагрузке на двухполупериодный выпрямитель  $P_S = 2,1 \cdot U_2 \cdot I_2$

Таблица 2

Параметры биполярных транзисторов (р – n – р)

Транзистор	$U_{КЭ МАХ}, В$	$I_{К МАХ}, А$	$P_{К МАХ}, Вт$	$h_{21Э}$	$f_{Гр}, МГц$
КТ 814 А	40	1,5	10	40	3
КТ 814 Г	100	1,5	10	30	3
КТ 816 А	40	3	25	20	3
КТ 932 А	80	2	10	18 ... 80	40
КТ 932 Б	60	2	10	36 ... 120	60
КТ 933 А	80	0,5	2,5	18 ... 80	90
2Т 914 А	65	0,8	0,4	10 ... 60	350
КТ 805 А	160	5	15	15	20
КТ 807 А	100	0,5	8	15 ... 45	5
2Т 808 А	120	10	50	10 ... 50	5
КТ 815 Г	100	1,5	10	30	11
КТ 817 Г	80	3	25	15	3
2Т 903 А	60	3	30	15 ... 70	40
2Т 912 Б	70	20	35	20 ... 100	40
КТ 935 А	80	20	60	20 ... 100	300
КТ 828А	800	5	50	4	3

Федеральное агентство связи  
КОЛЛЕДЖ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ  
ордена Трудового Красного Знамени федерального государственного  
бюджетного образовательного учреждения высшего образования  
«Московский технический университет связи и информатики»  
(КТ МТУСИ)

Рассмотрено и одобрено  
Председателем ЦК «МТС»  
\_\_\_\_\_ О.В.Родина.

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2022г.  
г

« Утверждаю»  
Зам. директора УПР КТ МТУСИ  
\_\_\_\_\_ С.Г.Алюшина

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2022г

**ОП.07 Энергоснабжение телекоммуникационных систем**  
**Раздел 5. Преобразователи напряжения**  
**Практическая работа № 4**  
**Расчёт параметров сглаживающего LC-фильтра.**

ОК 2. Организовывать собственную деятельность, определять методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество.

ОК 4. Осуществлять поиск, анализ и оценку информации, необходимой для постановки и решения профессиональных задач, профессионального и личностного развития.

Специальности: 11.02.09; 11.02.10;11.02.11

Москва, 2022г.

## Практическая работа № 4 Расчёт параметров сглаживающего LC-фильтра.

### 1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ:

Овладение способом решения инженерной задачи.

### 2. ЛИТЕРАТУРА:

2.1. Щедрин Н.Н. Энергоснабжение телекоммуникационных систем. Учебное пособие. Москва, КТ МТУСИ, 2015, стр. 58 – 67.

### 3. ЗАДАНИЕ:

- 3.1. Рассчитать коэффициент сглаживания фильтра  $q$ .
- 3.2. Рассчитать количество звеньев и элементы фильтра.
- 3.3. Выбрать по таблице 2 тип конденсатора.
- 3.4. Начертить схему фильтра.

### 4. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЗАДАНИЯ

**Расчёт элементов сглаживающего LC – фильтра**, включённого на выходе выпрямителя, производится в следующем порядке.

4.1. Рассчитать коэффициент сглаживания фильтра  $q$  по формуле

$$q = K_{п1} / K_{п1 \text{ вых}},$$

где  $K_{п1}$  – коэффициент пульсации по первой гармонике напряжения на выходе выпрямителя (на входе фильтра);

$K_{п1 \text{ вых}}$  – коэффициент пульсации по первой гармонике на выходе фильтра (на нагрузке).

4.2. По рассчитанному значению  $q$  выбирается **количество звеньев** LC - фильтра.

Если  $q \leq 25$ , то применяется однозвенный LC - фильтр, и в этом случае

$$q_{зв} = q$$

где  $q_{зв}$  - коэффициент сглаживания одного звена LC - фильтра.

Если  $q > 25$ , то применяется двухзвенный LC - фильтр. Так как использование однотипных деталей более экономично, чем разнотипных, то в обоих звеньях двухзвенного фильтра включаются одинаковые элементы L и C. В этом случае коэффициент сглаживания каждого звена определяется по формуле

$$q_{зв} = \sqrt{q}.$$

4.3. Одним из условий выбора индуктивности дросселя фильтра является **обеспечение индуктивной реакции фильтра на выпрямитель.**

**Минимально допустимое значение индуктивности дросселя**, удовлетворяющее этому условию, определяется по формуле, Гн:

$$L_{др \text{ min}} = 2U_0 / (p^2 - 1) \cdot p \cdot I_0 \cdot 3,14 \cdot f_C$$

Определив значение минимальной индуктивности, рассчитывают **значение ёмкости фильтра** по формуле, мкФ:

$$C = 10(q_{зв} + 1) / p^2 \cdot L_{др \text{ min}}$$

Из таблицы 4 следует выбрать номинальную ёмкость конденсатора, исходя из рассчитанного значения ёмкости  $C$  и номинального напряжения конденсатора  $U_{ном}$ , величина которого должна быть:

$$U_{ном} > 1,2 U_0.$$

4.4. Изображая схему сглаживающего фильтра, следует показать такое количество звеньев и такое количество параллельно включённых конденсаторов в **каждом** звене фильтра, какое получилось в результате Вашего расчёта.

Вариант1	Вариант2	Вариант3	Вариант4	Вариант5	Вариант6	Вариант7	Вариант8	Вариант9
$K_{П1=150}$	$K_{П1=150}$	$K_{П1=150}$	$K_{П1=150}$	$K_{П1=150}$	$K_{П1=150}$	$K_{П1=150}$	$K_{П1=150}$	$K_{П1=150}$
$K_{П1}$ ВЫХ=300	$K_{П1}$ ВЫХ=34	$K_{П1}$ ВЫХ=40	$K_{П1}$ ВЫХ=2	$K_{П1}$ ВЫХ=7	$K_{П1}$ ВЫХ=14	$K_{П1}$ ВЫХ=16	$K_{П1}$ ВЫХ=15	$K_{П1}$ ВЫХ=250
$U_0=10$	$U_0=8$	$U_0=6$	$U_0=2$	$U_0=4$	$U_0=10$	$U_0=10$	$U_0=10$	$U_0=10$
$P=6$	$P=4$	$P=3$	$P=3$	$P=2$	$P=6$	$P=6$	$P=6$	$P=6$
$I_0=2$	$I_0=10$	$I_0=15$	$I_0=13$	$I_0=35$	$I_0=2$	$I_0=2$	$I_0=2$	$I_0=2$
$f_C=50$	$f_C=60$	$f_C=2$	$f_C=80$	$f_C=90$	$f_C=100$	$f_C=110$	$f_C=120$	$f_C=130$