Задача 1.

Рассчитать выпрямитель от сети 220 В, 50 Гц. Выбрать схему выпрямителя, выбрать вентили, определить вторичные ток I2, напряжение U2, мощность Р2 выпрямительного трансформатора.

Таблица 2

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Номер  варианта | *Iнd* , A | *Uнd*, B | *kn*1, % |
| 1  2  3  4  5  6  7  8  9  10 | 0,2  0,4  0,8  1,5  3  10  20  30  40  60 | 800  700  500  200  200  150  150  100  75  50 | 5  5  5  10  10  10  15  15  15  15 |

Принятые в табл. 2 обозначения: *Iнd* - среднее значение выпрямляемого тока, *Uнd* - среднее значение выпрямляемого напряжения, *kn*1 - коэффициент пульсации по первой гармонике в нагрузке. Температурный диапазон -40 – +40 оС.

Расчет выпрямителя имеется в приложении 2.

Задача2.

Определить параметры усилительного каскада (входное сопротивление *R*вх, выходное сопротивление *R*вых, коэффициенты усиления по току *Кi*, по напряжению *Кu*, по мощности *Кр*) для схемы, приведенной на рис. 2 приложения для области средних частот. Режимы транзистора и параметры элементов схемы приведены в табл. 3. Статические характеристики транзистора (выходные) приведены на рис. 3 приложения 3.

Для всех вариантов считать, что *R*1 >> *R*вх. При расчетах использовать внутренние малосигнальные параметры (*h*-параметры не применять).

Таблица 3

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вариант | Режим транзистора  *I*kA, МА ⏐ *U*кэА,В | | *Rг*,  кОм | *Rк*,  кОм | *Rн*,  кОм | *С*1,  мкФ | *С*2,  мкФ | *f*α,  мГц |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 1  2  3  4  5  6  7  8  9  10 | 3  4  5  6  8  10  12  14  15  16 | 15  15  10  10  10  10  5  5  5  5 | 3,0  2,5  2,0  1,5  1,0  0,5  0,4  0,3  0,2  0,1 | 5  4  3  2  1,5  1,2  1,0  0,8  0,7  0,6 | 3  2,5  2,0  1,5  1,0  0,8  0,7  0,6  0,3  0,3 | 5  5  5  5  5  5  5  5  5  5 | 5  5  5  5  5  5  5  5  5  5 | 1  1  1,5  1,5  2,0  2,0  3,0  3,0  3,5  3,5 |

Задача 3.

Для усилителя на базе ОУ, схема которого приведена на рис. 4 приложения, определить:

1. величины элементов схемы для получения заданной величины (в табл. 4) коэффициента усиления Кос;

2. низшую граничную частоту *f*н;

3. высшую граничную частоту *f*в.

Допустимое снижение коэффициента усиления на частотах *f*н, *f*в – не более -3дБ (Кн/Ко = Кв/Ко = 0,7).

Пояснения к таблице 4:

*f*1 – частота единичного усиления операционного усилителя (ОУ);

*С*ос – элемент схемы для формирования высокочастотной части амплитудно-частотной характеристики (АЧХ);

*R*1, *C*1 – элементы схемы для формирования низкочастотной части АЧХ.

### Таблица 4

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер  варианта | Кос | *R*1,  кОм | *C*1,  мкФ | *f*1,  МГц | *С*ос,  пФ |
| 1 | 10 | 10 | 0,1 | 0,5 | 50 |
| 2 | 20 | 10 | 0,2 | 0,6 | 50 |
| 3 | 30 | 10 | 0,3 | 0,6 | 50 |
| 4 | 40 | 10 | 0,4 | 0,8 | 30 |
| 5 | 50 | 10 | 0,5 | 1,0 | 30 |
| 6 | 60 | 5 | 0,6 | 1,2 | 30 |
| 7 | 70 | 5 | 0,7 | 1,4 | 30 |
| 8 | 80 | 5 | 0,8 | 1,6 | 20 |
| 9 | 90 | 5 | 0,9 | 1,8 | 20 |
| 10 | 100 | 5 | 1,0 | 2,0 | 20 |

Приложение 2

**Расчет выпрямителя и выбор элементов**

Все соотношения, необходимые для расчета, получены при рассмотрении различных схем выпрямителей. Однако при расчете целесообразно соблюдать определенную последовательность нахож­дения искомых величин, что при отсутствии опыта вызывает затруд­нения. Поэтому ниже приводится примерный порядок расчета, позво­ляющий достаточно быстро получить необходимые результаты. Но нужно иметь в виду, что возможен и иной порядок расчета.

Выпрямители всегда рассчитываются на определенную нагрузку. Поэтому перед расчетом бывают заданы параметры нагрузки - , ,  (другие способы задания нагрузки, например, **,  или ,  легко могут быть сведены к ,). По этим данным расчет может быть произведен в следующей последовательности.

1. Выбор схемы выпрямителя и фильтра. По величине ** выби­рается схема выпрямителя, а за­тем для этой схемы с учетом за­данной величины  определяет­ся тип фильтра с учетом реко­мендаций, приведенных в соответствующих разделах. В дальнейшем излагается порядок расчета наиболее распространенного выпрямителя с емкостным фильтром и с полупроводниковыми вентилями.

2. Определение параметра А. Для нахождения параметра *А* нужно знать величину  иди для мостовых схем . Сопротивление  находят из (2.8) или (2.7) .Для определения  необходима вольт-амперная характеристика вен­тиля, т.е. должен быть известен тип вентиля, который еще пред­стоит выбрать. Для преодоления этого противоречия производят предварительный выбор вентиля, принимая пока без расчета , 2,2, *F*68 (опытным путем установлено, что в большинстве случаев эти коэффициенты незначительно отличаются от приведенных предварительных значений) и руководствуясь формулами (2.5), (2.4), выбирают сначала тип вентиля, затем из (2.6) находят  и определяют параметр *А* из соотношения (2.4), для мостовых схем надо брать 2.

3. Электрический расчет трансформатора. Из графиков на рис. 1 (или в работах *[1, 2]*) по рассчитанному параметру *А* определяют коэффициенты *В*, *D*, , а затем по формулам (2.5), (2.1) находят , , ; для мостовых схем нужно учитывать и соотношение (2.3):

; ; ,

для мостовых схем

.

По найденным , ,  производят конструктивный расчет выпрямительного трансформатора.

4. Расчет и выбор вентилей. По рис. 1 определяют коэффициент *F* и по найденному ранее *В* из (2.2) - коэффициент *G.* Затем в соответствии с (2.1), (2.5) и (2.2) находят , , :

, , .

По , ,  проверяют, годится ли предварительно выбранный вентиль. При необходимости выбирают другой вентиль и снова определяют *А*. Если новый параметр *А* отличается от прежнего, вновь производят весь расчет.

5.Параллельное и последовательное соединение полупроводниковых вентилей. Из-за отсутствия вентилей с подходящими параметрами в выпрямителях нередко вместо одного вентиля применяют группу из нескольких вентилей, соединенных последовательно или параллельно.

Последовательное соединение используется при отсутствии вентиля с необходимой величиной допустимого обратного напряжения .*.*При этом вместо одного включается последовательно несколько однотипных вентилей с меньшей величиной .Нонужно иметь в виду, что из-за неидентичности обратных ветвей вольт-амперных характеристик обратное напряжение может распределиться между отдельными вентилями настолько неравномерно, что вся группа окажется пробитой. Для выравнивания обратных напряжений на последовательно включенных вентилях в статическом режиме каждый вентиль шунтируют сопротивлением, величина которого должна быть на порядок меньше обратного сопротивления вентиля. Для вентилей малой и средней мощности шунтирующее сопротивление не превышает десятков килоом.

Для выравнивания напряжений в переходном режиме вентили в последовательной группе шунтируют емкостями.

Параллельное соединение применяется при отсутствии вентиля с необходимой величиной допустимого прямого тока . При этом вместо одного вентиля включается параллельно несколько одно­типных вентилей с меньшей величиной . Но из-за неидентичности прямых ветвей вольтамперных характеристик ток может распределить­ся между отдельными вентилями настолько неравномерно, что вся группа может выйти из строя. Для выравнивания токов параллельно соединенных вентилей в маломощных выпрямителях последовательно с каждым вентилем включают небольшие выравнивающие активные сопротивления.

В мощных выпрямителях для выравнивания токов применяют индуктивные делители или же подбирают вентили по прямому напря­жению, а ток снижают на 1520 *%* против номинального.

6. Выбор величины емкости фильтра. По рис. 2 находят коэффициент *Н* для выбранной схемы выпрямителя и по формуле (2.9) или (2.10) определяют требуемую величину емкости. Выби­рают конденсатор с номинальным значением емкости по ГОСТу, близ­ким к расчетному. Обычно для этой цели используют электролити­ческие конденсаторы большой емкости.

; . (2.1)

, (2.2)

**,**

или

. (2.3)

. (2.4)

, , , . (2.5)

. (2.6)

, (2.7)

, (2.8)

. (2.9)

 . (2.10)



## Рис. 1

## Рис. 2

Прилож

Приложение 3

100

200

300

400

500

0

0,5

1,0

*I*a *A*

100

200

300

400

500

0

0,5

1,0

*I*a *A*

*U*a *, B*

*U*1

*R*1

*Rk*

*Rr*

*C*1

*VT*

*U*2

*C*2

**

*+E*п

*i*2

*R*н

# Рис. 1 Рис. 2

*I*км*A*

*I*б = 0

0,1 м*А*

0,2 м*А*

0,3 м*А*

0,4 м*А*

0,5 м*А*

4

12

8

0

15

12

9

6

3

*I*бм*A*

10 *В*

5 *В*

*U*кэ= 0

*U*б *, В*

1,2

1,0

0,5

0

1,0

0,8

0,6

0,4

0,2

*U*кэ

В

Рис. 3

*U*2

*C*2

1,0

*R*1

10к

*U*1

*C*ос

ОУ

*R*oc

*C*1

*R*1

Рис. 4