

Банк заданий по профильной части вступительного испытания в магистратуру

| Задание №1 – задача (50 баллов) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--|---------------------------------|-----|-----|---|---|--|------|-----|-----|-----|-----------------------------|----|----|----|----|--|--|--|
| 1.1 | <p>Медный кабель, питает осветительную нагрузку мощностью $P = 4$ кВт, $\cos\varphi = 0,95$. Необходимо выбрать сечение кабеля, рассчитать ожидаемый ток короткого замыкания в конце линии длиной 150 м, выбрать номинальный ток и характеристику срабатывания модульного автоматического выключателя для защиты кабеля. Обосновать выбор, используя времятоковую характеристику аппарата с нанесёнными на неё рассчитанными значениями.</p> <p>Напряжение на зажимах аппарата $U_n = 220$ В. Реактивным сопротивлением кабеля пренебречь.</p> <p>Стандартный ряд номинальных токов модульных автоматических выключателей: 6, 10, 16, 20, 25, 32, 40 А</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">Сечение кабеля, мм²</td> <td style="text-align: center;">1,5</td> <td style="text-align: center;">2,5</td> <td style="text-align: center;">4</td> <td style="text-align: center;">6</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Удельное активное сопротивление, мОм/м</td> <td style="text-align: center;">15,3</td> <td style="text-align: center;">9,2</td> <td style="text-align: center;">5,9</td> <td style="text-align: center;">4,0</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Длительно допустимый ток, А</td> <td style="text-align: center;">19</td> <td style="text-align: center;">27</td> <td style="text-align: center;">38</td> <td style="text-align: center;">50</td> </tr> </table> | Сечение кабеля, мм ² | 1,5 | 2,5 | 4 | 6 | Удельное активное сопротивление, мОм/м | 15,3 | 9,2 | 5,9 | 4,0 | Длительно допустимый ток, А | 19 | 27 | 38 | 50 | | | |
| Сечение кабеля, мм ² | 1,5 | 2,5 | 4 | 6 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Удельное активное сопротивление, мОм/м | 15,3 | 9,2 | 5,9 | 4,0 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Длительно допустимый ток, А | 19 | 27 | 38 | 50 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.2 | <p>Медный кабель, питает двигатель мощностью $P = 5$ кВт, $\cos\varphi = 0,86$. Необходимо выбрать сечение кабеля, рассчитать ожидаемый ток короткого замыкания в конце линии длиной 50 м, выбрать модульный автоматический выключатель для защиты линии. Обосновать выбор, используя времятоковую характеристику аппарата с нанесёнными рассчитанными значениями.</p> <p>Напряжение на зажимах аппарата $U_n = 380$ В. Реактивным сопротивлением кабеля пренебречь.</p> <p>Стандартный ряд номинальных токов модульных автоматических выключателей: 6, 10, 16, 20, 25, 32, 40 А</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">Сечение кабеля, мм²</td> <td style="text-align: center;">1,5</td> <td style="text-align: center;">2,5</td> <td style="text-align: center;">4</td> <td style="text-align: center;">6</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Удельное активное сопротивление, мОм/м</td> <td style="text-align: center;">15,3</td> <td style="text-align: center;">9,2</td> <td style="text-align: center;">5,9</td> <td style="text-align: center;">4,0</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Длительно допустимый ток, А</td> <td style="text-align: center;">19</td> <td style="text-align: center;">27</td> <td style="text-align: center;">38</td> <td style="text-align: center;">50</td> </tr> </table> | Сечение кабеля, мм ² | 1,5 | 2,5 | 4 | 6 | Удельное активное сопротивление, мОм/м | 15,3 | 9,2 | 5,9 | 4,0 | Длительно допустимый ток, А | 19 | 27 | 38 | 50 | | | |
| Сечение кабеля, мм ² | 1,5 | 2,5 | 4 | 6 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Удельное активное сопротивление, мОм/м | 15,3 | 9,2 | 5,9 | 4,0 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Длительно допустимый ток, А | 19 | 27 | 38 | 50 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.3 | <p>Медный кабель, питает нагрузку мощностью $P = 1$ кВт, $\cos\varphi$ нагрузки равен 0,95. Необходимо выбрать сечение кабеля, рассчитать ожидаемый ток короткого замыкания в конце линии длиной 100 м, выбрать модульный автоматический выключатель для защиты линии. Обосновать выбор, используя времятоковую характеристику аппарата с нанесёнными рассчитанными значениями.</p> <p>Напряжение на зажимах аппарата $U_n = 220$ В. Реактивным сопротивлением кабеля пренебречь.</p> <p>Стандартный ряд номинальных токов модульных автоматических выключателей: 6, 10, 16, 20, 25, 32, 40 А</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">Сечение кабеля, мм²</td> <td style="text-align: center;">1,5</td> <td style="text-align: center;">2,5</td> <td style="text-align: center;">4</td> <td style="text-align: center;">6</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Удельное активное сопротивление, мОм/м</td> <td style="text-align: center;">15,3</td> <td style="text-align: center;">9,2</td> <td style="text-align: center;">5,9</td> <td style="text-align: center;">4,0</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Длительно допустимый ток, А</td> <td style="text-align: center;">19</td> <td style="text-align: center;">27</td> <td style="text-align: center;">38</td> <td style="text-align: center;">50</td> </tr> </table> | Сечение кабеля, мм ² | 1,5 | 2,5 | 4 | 6 | Удельное активное сопротивление, мОм/м | 15,3 | 9,2 | 5,9 | 4,0 | Длительно допустимый ток, А | 19 | 27 | 38 | 50 | | | |
| Сечение кабеля, мм ² | 1,5 | 2,5 | 4 | 6 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Удельное активное сопротивление, мОм/м | 15,3 | 9,2 | 5,9 | 4,0 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Длительно допустимый ток, А | 19 | 27 | 38 | 50 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.4 | <p>Медный кабель, питает нагрузку мощностью $P = 5$ кВт, $\cos\varphi$ нагрузки равен 0,95. Необходимо выбрать сечение кабеля, рассчитать ожидаемый ток короткого замыкания</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

в конце линии длиной 60 м, выбрать модульный автоматический выключатель для защиты линии. Обосновать выбор, используя времятоковую характеристику аппарата с нанесенными рассчитанными значениями.

Напряжение на зажимах аппарата $U_n = 220$ В. Реактивным сопротивлением кабеля пренебречь.

Стандартный ряд номинальных токов модульных автоматических выключателей: 6, 10, 16, 20, 25, 32, 40 А

| | | | | |
|--|------|-----|-----|-----|
| Сечение кабеля, мм ² | 1,5 | 2,5 | 4 | 6 |
| Удельное активное сопротивление, мОм/м | 15,3 | 9,2 | 5,9 | 4,0 |
| Длительно допустимый ток, А | 19 | 27 | 38 | 50 |

1.5 Медный кабель, питает нагрузку мощностью $P = 6$ кВт, $\cos\varphi$ нагрузки равен 0,95. Необходимо выбрать сечение кабеля, рассчитать ожидаемый ток короткого замыкания в конце линии длиной 80 м, выбрать модульный автоматический выключатель для защиты линии. Обосновать выбор, используя времятоковую характеристику аппарата с нанесенными рассчитанными значениями.

Напряжение на зажимах аппарата $U_n = 220$ В. Реактивным сопротивлением кабеля пренебречь.

Стандартный ряд номинальных токов модульных автоматических выключателей: 6, 10, 16, 20, 25, 32, 40 А

| | | | | |
|--|------|-----|-----|-----|
| Сечение кабеля, мм ² | 1,5 | 2,5 | 4 | 6 |
| Удельное активное сопротивление, мОм/м | 15,3 | 9,2 | 5,9 | 4,0 |
| Длительно допустимый ток, А | 19 | 27 | 38 | 50 |

Пример выполнения Задания 1.1

Рабочий ток линии с однофазной нагрузкой, I_B А

$$I_B = \frac{P}{U_n \cdot \cos\varphi} = \frac{4000}{220 \cdot 0,95} = 19,1 \text{ А}$$

Выбираем автоматический выключатель с номинальным током расцепителя больше рабочего тока в линии $I_n > I_B$; 20 А

Выбираем сечение кабеля, таким образом, чтобы его длительно допустимый ток был больше номинального тока расцепителя, $I_n < I_z$; 2,5 мм², 27 А

Ожидаемый ток короткого замыкания в конце линии

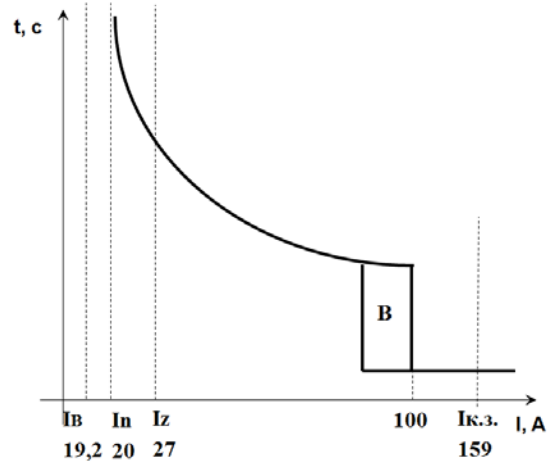
$$I_{K3} = \frac{U_n}{r_{y\partial} \cdot l} = \frac{220}{9,2 \cdot 10^{-3} \cdot 150} = 159 \text{ А},$$

Выбираем характеристику срабатывания автомата $I_{cp} < I_{K3}$ из стандартных кривых

$B (3 - 5)I_n$, $C (5 - 10)I_n$, $D (10 - 20)I_n$

Полученным данным удовлетворяет кривая B , т.к. этот аппарат обеспечит защиту линии от короткого замыкания при токе более 100 А.

Наносим полученные значения на времятоковую характеристику автоматического выключателя.



Задание №2 – задача (50 баллов)

| | |
|-----|---|
| 2.1 | Рассчитать частоту коммутации транзистора, при которой возникает граничный режим работы схемы понижающего импульсного регулятора, если входное напряжение $E = 200$ В, индуктивность дросселя $L = 14$ мкГн, среднее значение тока нагрузки $I_H = 30$ А, а коэффициент заполнения $\gamma = 0,7$. |
| 2.2 | Определить величину пульсации выходного напряжения повышающего импульсного регулятора $\Delta U_H = (U_{\max} - U_{\min})$, если входное напряжение $E = 800$ В, индуктивность дросселя $L = 400$ мкГн, сопротивление нагрузки $R_H = 100$ Ом, коэффициент заполнения $\gamma = 0,6$, частота коммутации транзистора $f = 30$ кГц, емкость конденсатора $C = 20$ мкФ. |
| 2.3 | Вычислить среднее значение тока нагрузки, соответствующее граничному режиму работы схемы инвертирующего импульсного регулятора, если входное напряжение $E = 50$ В, коэффициент заполнения $\gamma = 0,6$, индуктивность дросселя $L = 30$ мкГн, а частота переключения транзистора $f = 50$ кГц. |
| 2.4 | Определить емкость фильтрующего конденсатора в схеме понижающего импульсного регулятора, при которой обеспечивается заданная величина пульсации напряжения на нагрузке $\Delta U_H = (U_{\max} - U_{\min}) = 0,5$ В, если входное напряжение $E = 400$ В, коэффициент заполнения $\gamma = 0,5$, частота переключения транзистора $f = 50$ кГц, индуктивность дросселя $L = 200$ мкГн. |
| 2.5 | Рассчитать индуктивность дросселя, при которой возникает граничный режим работы схемы повышающего импульсного регулятора, если входное напряжение $E = 500$ В, коэффициент заполнения $\gamma = 0,6$, среднее значение тока дросселя $I_L = 50$ А, частота коммутации транзистора $f = 40$ кГц. |

Пример выполнения Задания 2.1

При анализе процессов в схеме импульсного регулятора (см. рис. 1) делается допущение об идеальной сглаженности напряжения на нагрузке, т.е. не учитывается влияние емкости конденсатора ($C = \infty$). Составляются эквивалентные схемы замещения регулятора для включенного и выключенного состояния транзистора, считая полупроводниковые приборы идеальными (см. рис. 2). В результате получают выражения $i_L(t)$ для режима работы с непрерывным током дросселя:

$$i_L^{(I)} = \frac{E - U_H}{L} t + I_{\min}, \quad i_L^{(II)} = -\frac{U_H}{L} t + I_{\max},$$

где $U_H = U_{\text{вых}} = \gamma E$ – напряжение на нагрузке (выходное напряжение регулятора), I_{\min} и I_{\max} – минимальное и максимальное значение тока. Соответствующая диаграмма тока показана на

рис. 3.

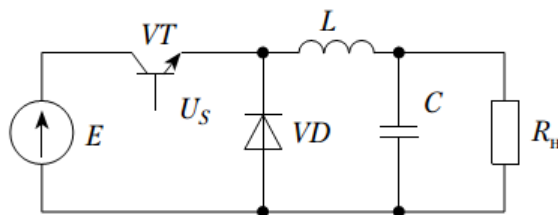


Рис. 1. Импульсный регулятор с последовательным ключом

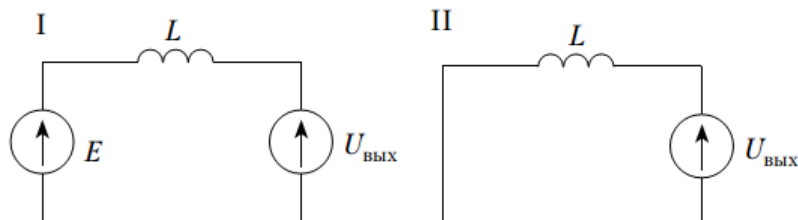


Рис. 2. Схемы замещения регулятора: I – VT включен; II – VT выключен

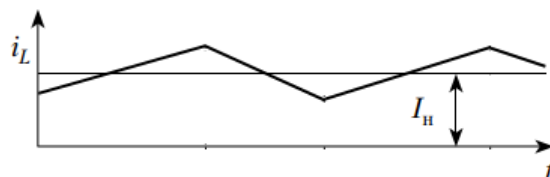


Рис. 3. Диаграмма тока дросселя

Граничный режим работы схемы регулятора – это режим, при котором ток дросселя спадает до нуля в момент включения транзистора (в конце интервала непроводящего состояния транзистора). Поэтому

$$I_{\min} = 0,$$

$$I_{\max} = \frac{E - U_H}{L} \cdot \gamma T = \frac{E(1 - \gamma)\gamma}{L \cdot f},$$

где $T = 1 / f$ – период переключения транзистора. Соответствующая диаграмма тока дросселя при коэффициенте заполнения $\gamma = 0,7$ представлена на рис. 4.

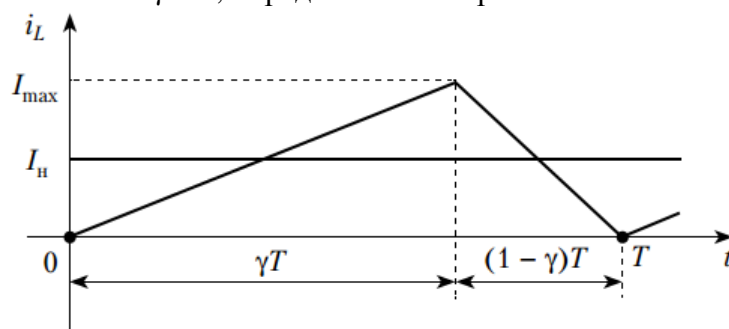


Рис. 4. Диаграмма тока дросселя в схеме понижающего регулятора при условии граничного режима работы ($\gamma = 0,7$)

Поскольку пульсацией выходного напряжения регулятора мы пренебрегаем, то ток нагрузки будет постоянным и равным среднему значению тока дросселя, т.е. его постоянной составляющей:

$$I_H = I_{L \text{ ср}} = \frac{1}{T} \int_0^T i_L(t) dt = \frac{1}{T} \left(\int_0^{\gamma T} \frac{E - U_H}{L} \cdot t \cdot dt + \int_0^{(1-\gamma)T} \left(I_{\max} - \frac{U_H}{L} \cdot t \right) dt \right).$$

Подставив выражения для U_H и проинтегрировав, получим:

$$I_H = \frac{1}{T} \left(\frac{E(1-\gamma)}{L} \cdot \frac{(\gamma T)^2}{2} + I_{\max} (1-\gamma) T - \frac{\gamma E}{L} \cdot \frac{((1-\gamma)T)^2}{2} \right).$$

Подставив выражение для I_{\max} , получим выражение, связывающее ток нагрузки и максимальный ток в граничном режиме работы схемы:

$$I_H = \frac{1}{T} \left(\frac{I_{\max}}{2} \gamma T + I_{\max} (1-\gamma) T - \frac{I_{\max}}{2} \cdot (1-\gamma) T \right) = \frac{I_{\max}}{2}.$$

Тогда требуемое значение частоты находится как

$$f = \frac{E(1-\gamma)\gamma}{L \cdot I_{\max}} = \frac{E(1-\gamma)\gamma}{2I_H \cdot L} = \frac{200(1-0,7)0,7}{2 \cdot 30 \cdot 14 \cdot 10^{-6}} = 50 \text{ кГц}.$$