Электроника и схемотехника

Семинар №1.

Тема:

Полупроводниковые диоды – выбор, расчет параметров. Применение в конкретных схемах светодиодов, стабилитронов и выпрямительных диодов.

1. Расчет светодиодных схем.

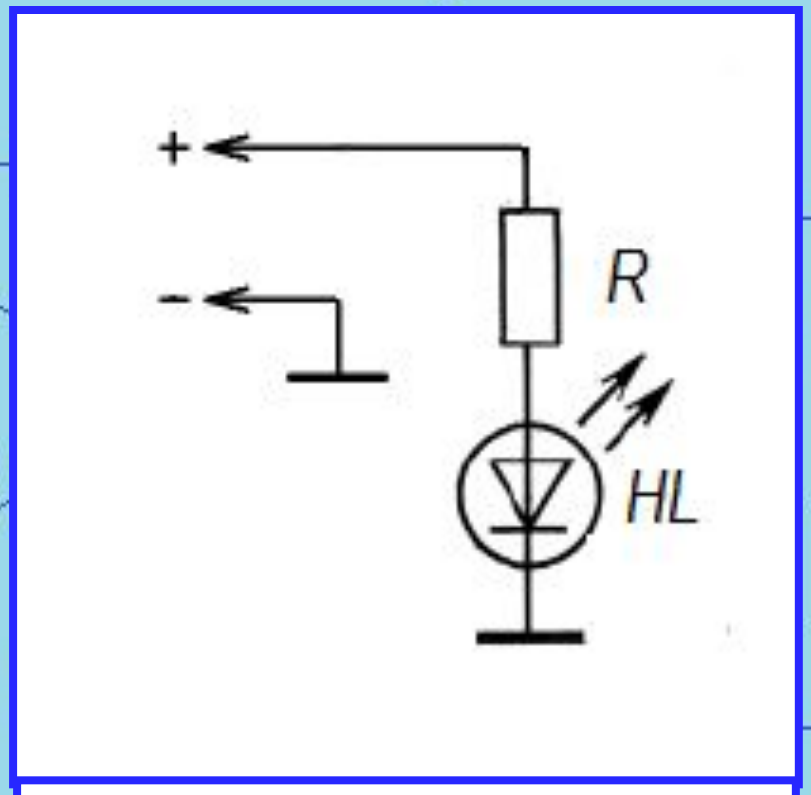
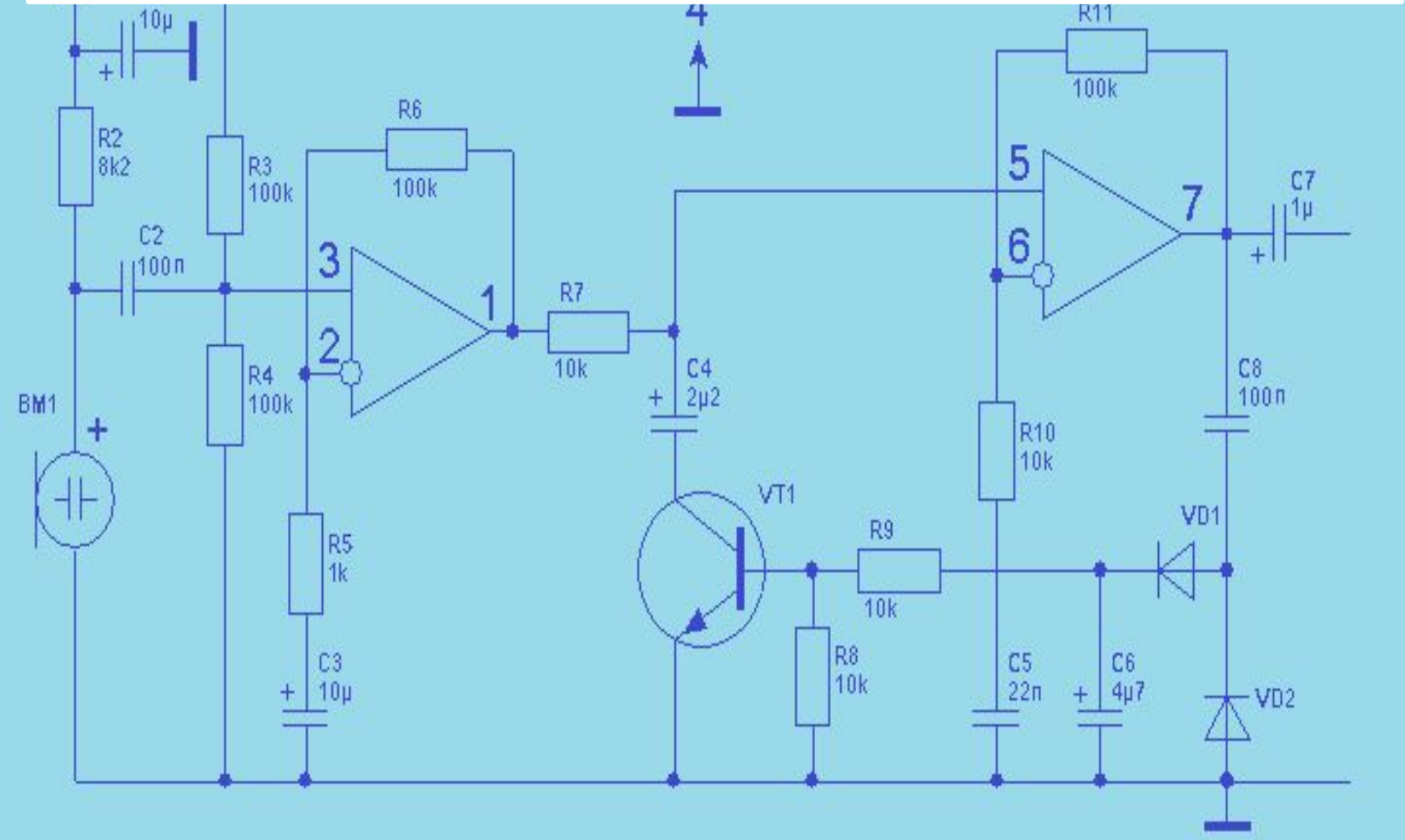


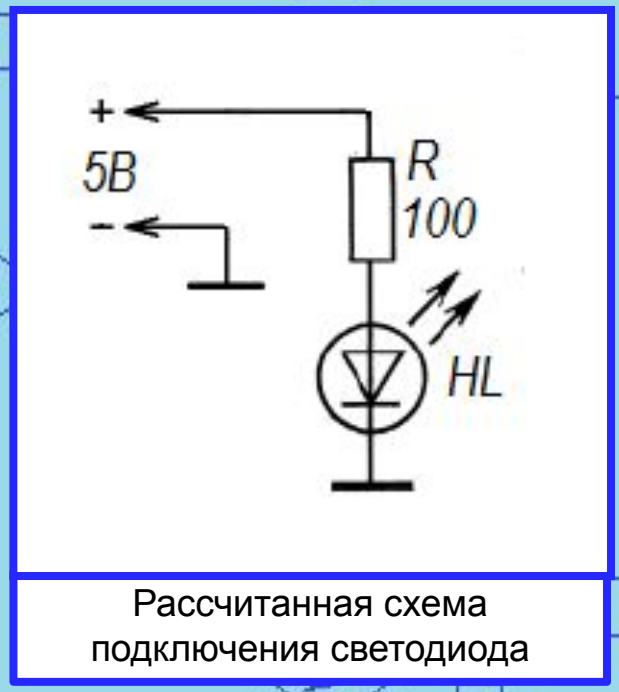
Схема подключения светодиода

Задача №1 Имеется один светодиод с прямым падением напряжения 3 В и номинальным прямым током 20 мА. Сделать расчёт токоограничивающего резистора при подключении светодиода к источнику с напряжением 5 вольт и нарисовать схему.



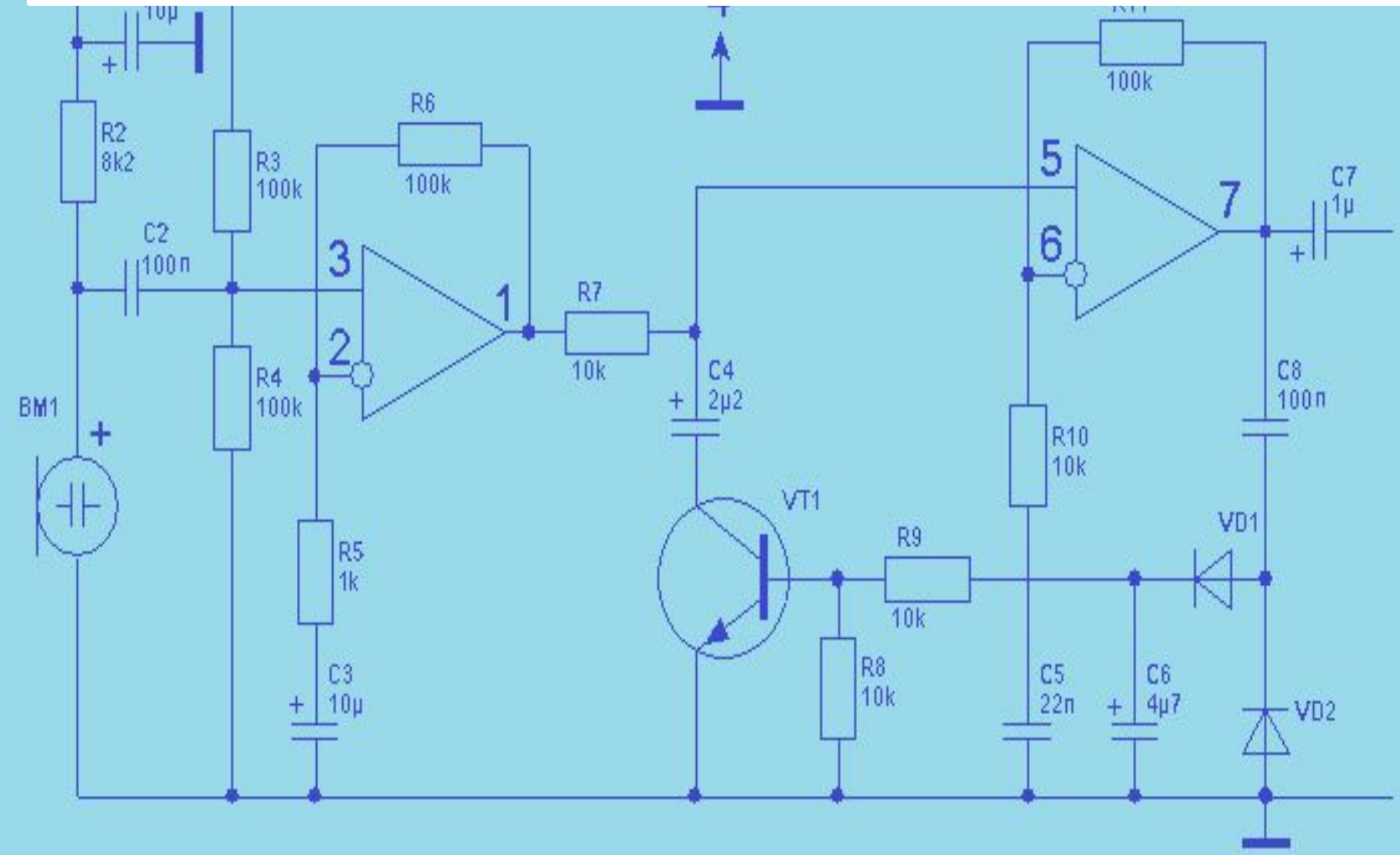
РЕШЕНИЕ:

$R=(U_{ип}-U_{HL})/I_{HL}= (5-3)/0,02=100$ Ом



Рассчитанная схема подключения светодиода

Задача №2 Имеются светодиоды с прямым падением напряжения 3 вольта и номинальным прямым током 20 мА. Необходимо подключить 4 светодиода к источнику 9 вольт, нарисовать схему и рассчитать токоограничивающие резисторы.



РЕШЕНИЕ:

$R_1=R_2=(U_{ип}-2*U_{HL})/I_{HL}=(9-2*3)/0,02=150$ Ом

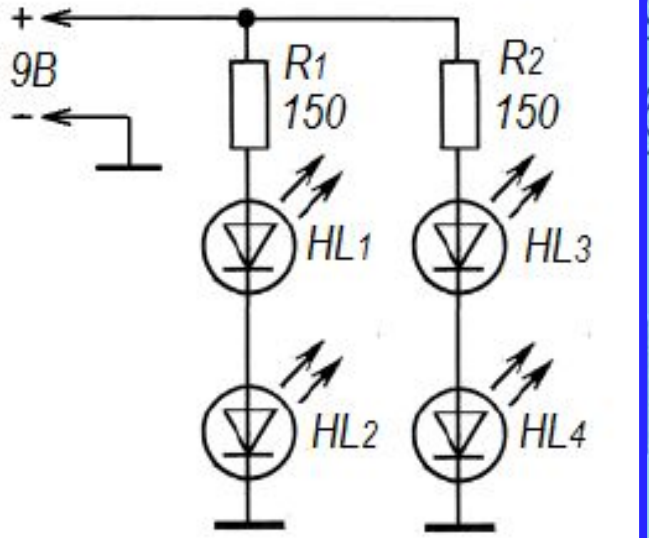
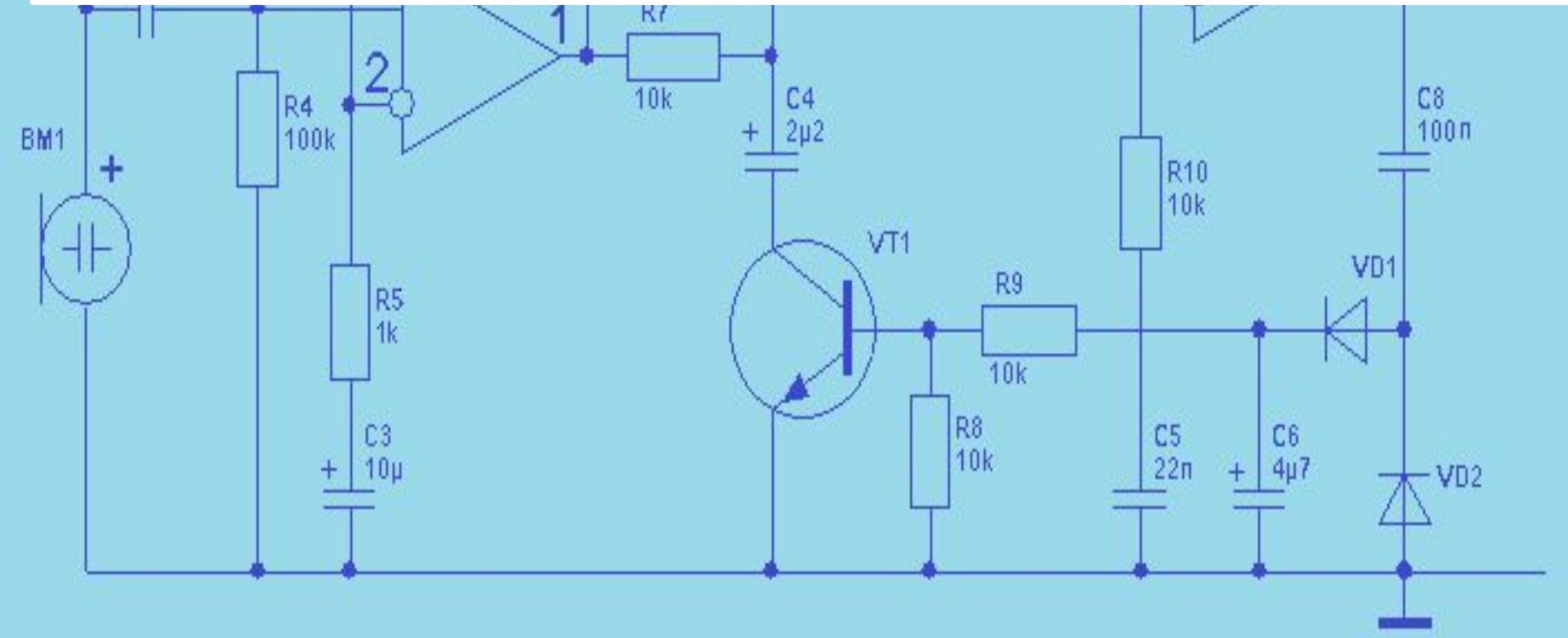


Схема подключения светодиодов

Задача №3 Имеются 10 разных светодиодов: один красный с прямым падением напряжения 3 В и номинальным прямым током 20 мА; два зелёных с прямым падением напряжения 2,5 В и номинальным прямым током 20 мА; три синих с прямым падением напряжения 3 В и номинальным прямым током 50 мА; два белых с прямым падением напряжения 2.7 В и номинальным прямым током 50 мА; два жёлтых с прямым падением напряжения 2.9 В и номинальным прямым током 30 мА.

Нарисовать схему подключения к источнику питания, напряжением 7В рассчитать токоограничивающие резисторы (подключение по цвету светодиодов).



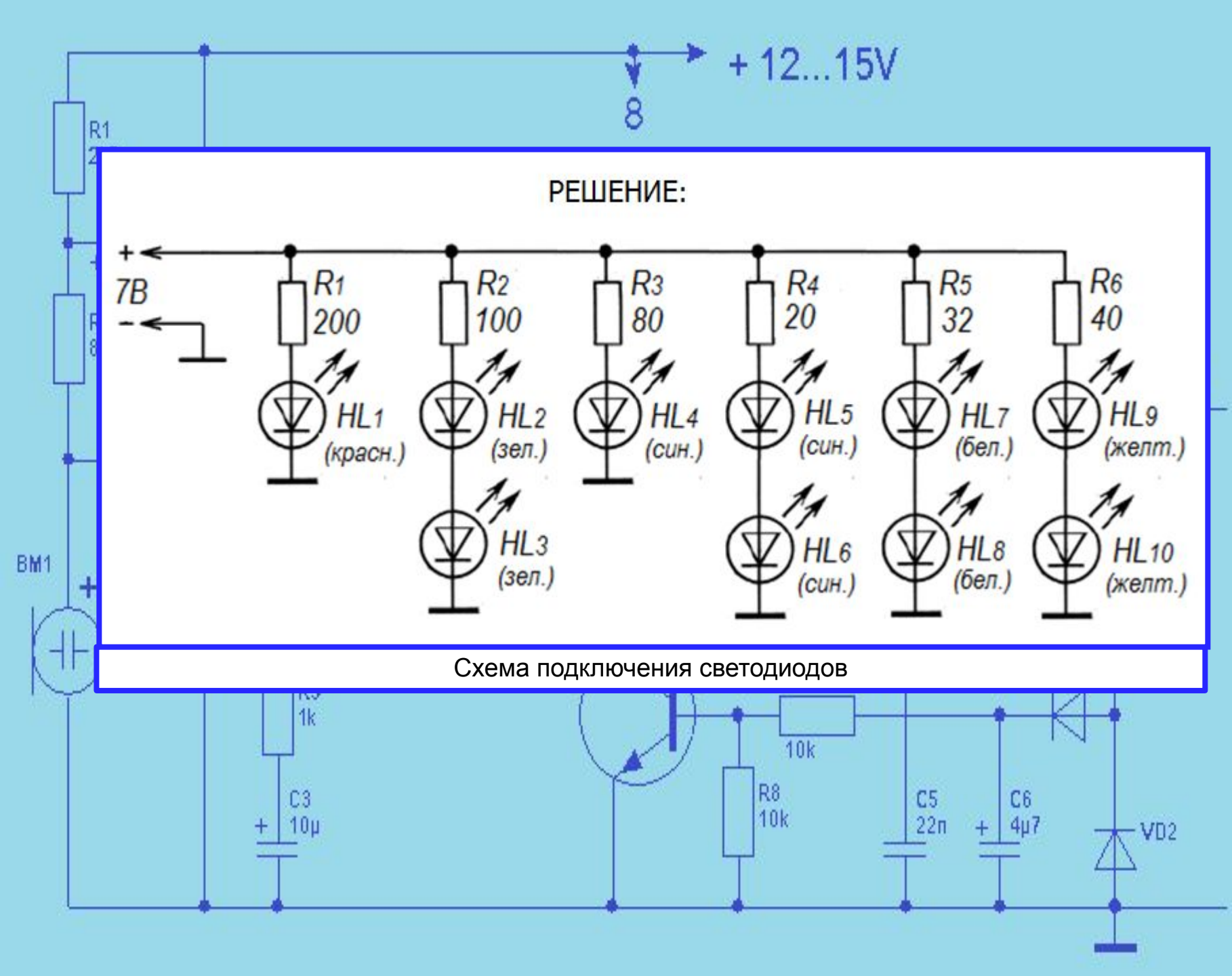
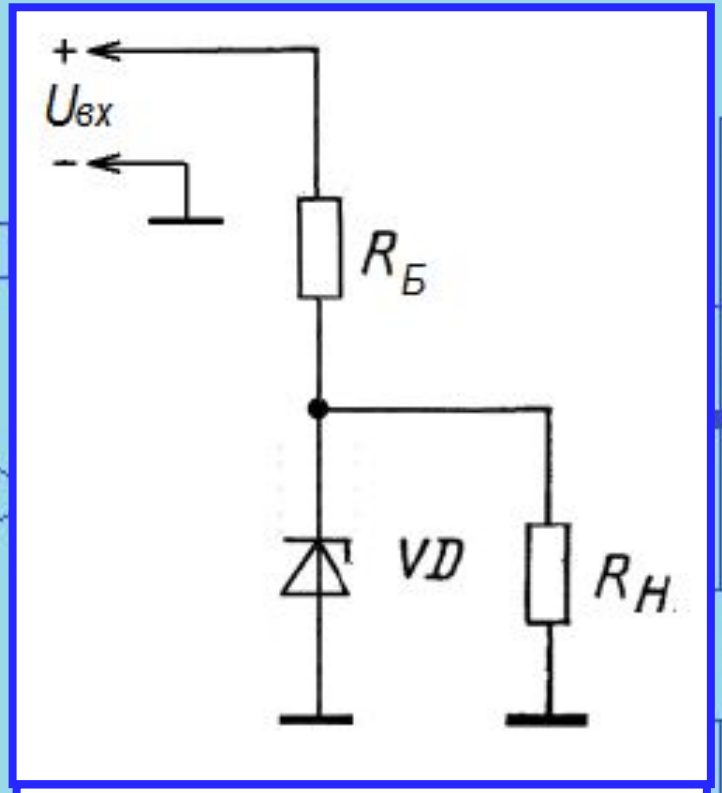


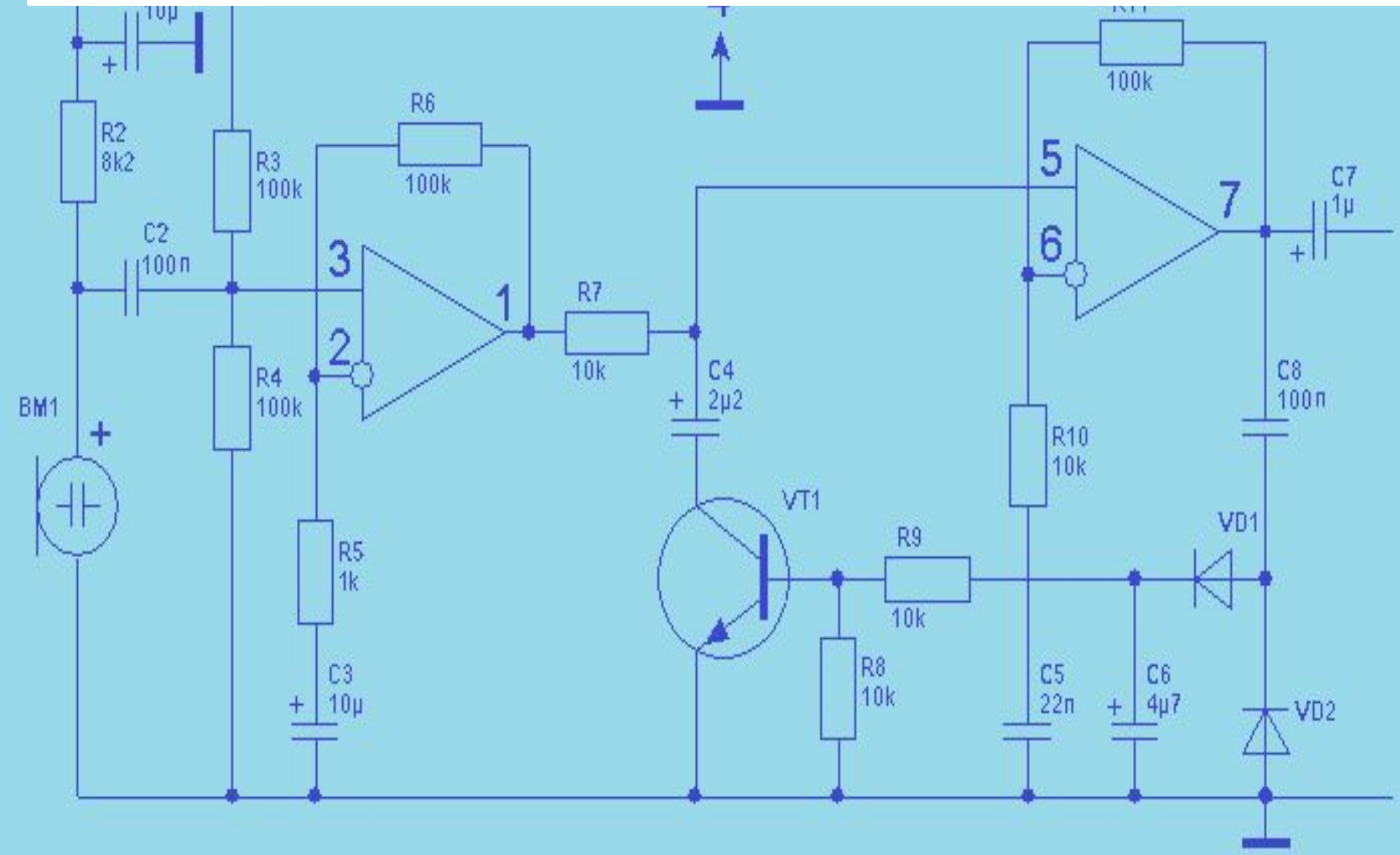
Схема подключения светодиодов

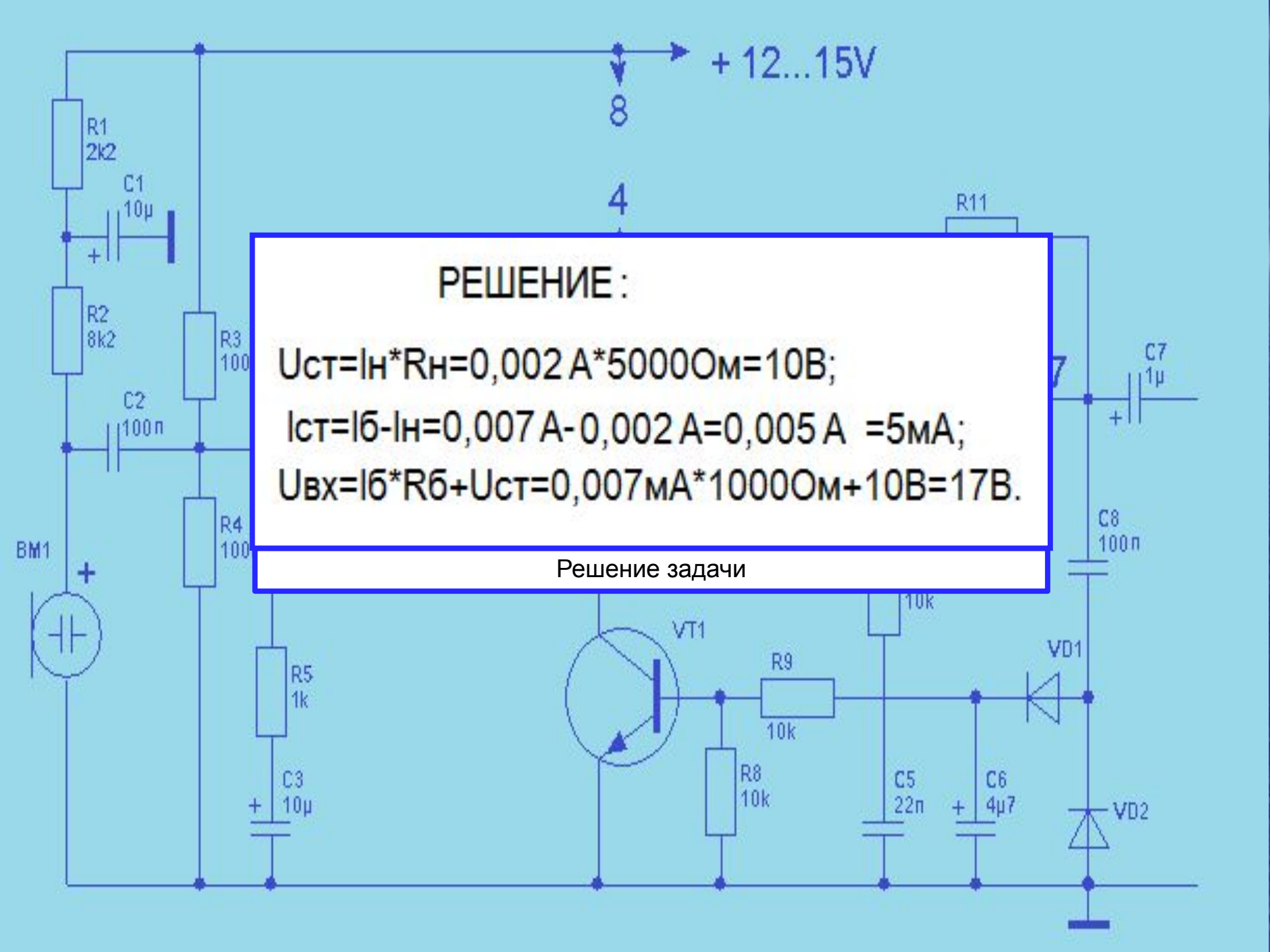
2. Расчет параметрических стабилизаторов.



Параметрический стабилизатор напряжения

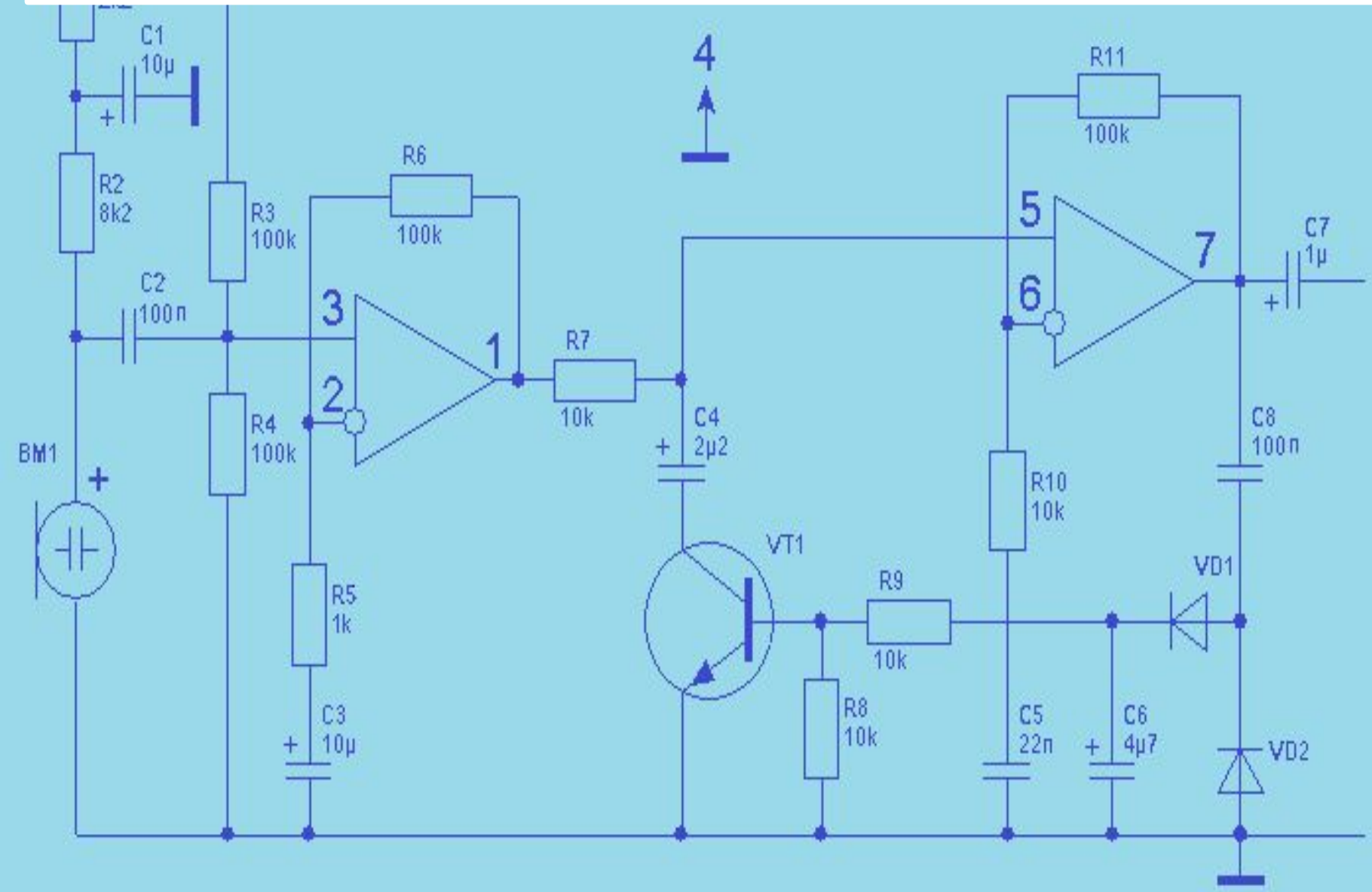
Задача №1 Сопротивление нагрузки равно 5 кОм. Ток через нагрузку 2 мА. Сопротивление балласта равно 1 кОм, ток, протекающий через сопротивление балласта равен 7 мА. На какое напряжение и ток нужно выбрать стабилитрон и каким по величине должно быть входное напряжение.

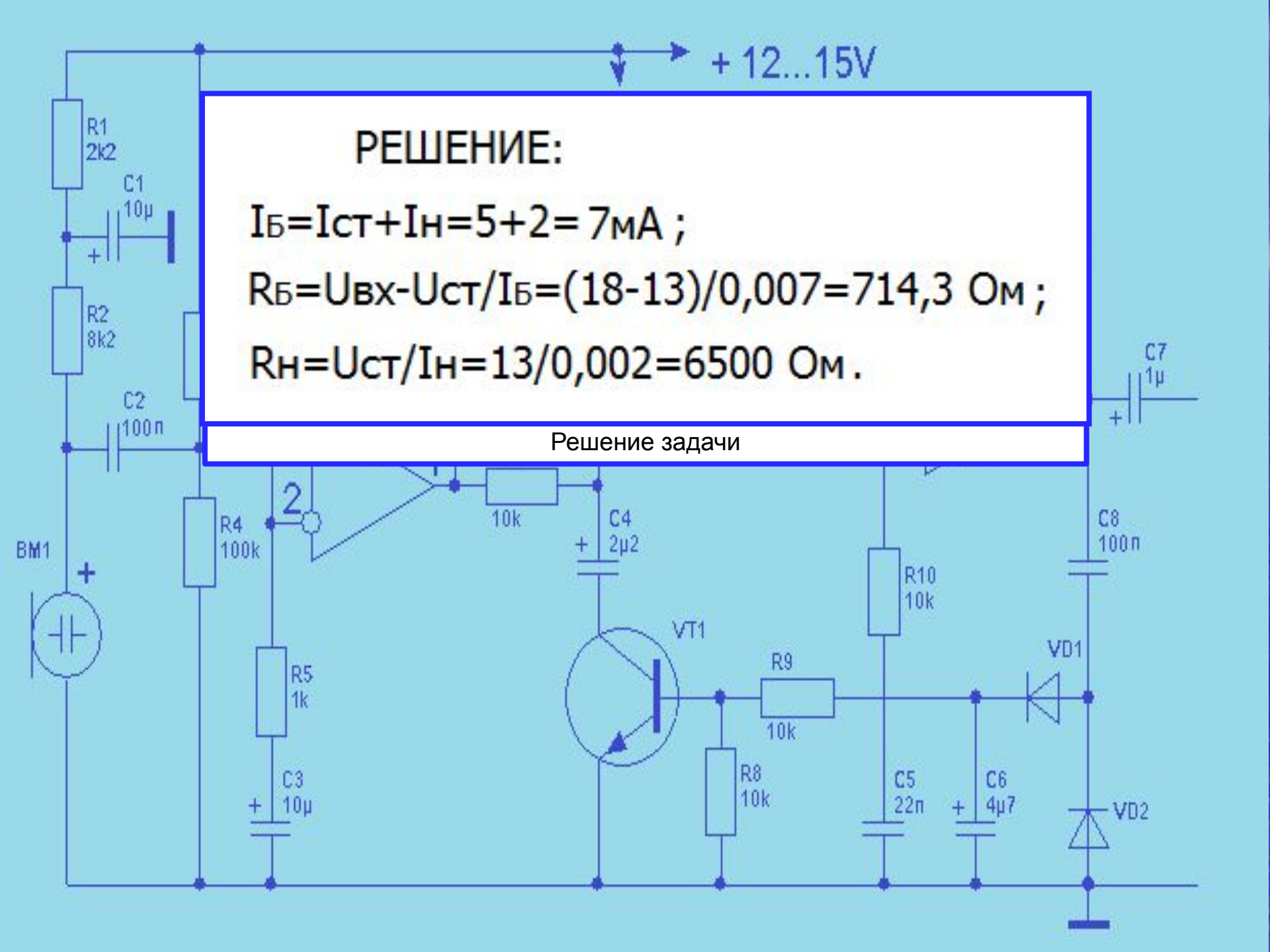




Решение задачи

Задача №2 Напряжение на стабилитроне равно 13 В, ток 5 мА. Ток через нагрузку равен 2 мА. Входное напряжение равно 18 В. Определить величины, включенных в схему, сопротивление нагрузки и сопротивление балласта.





РЕШЕНИЕ:

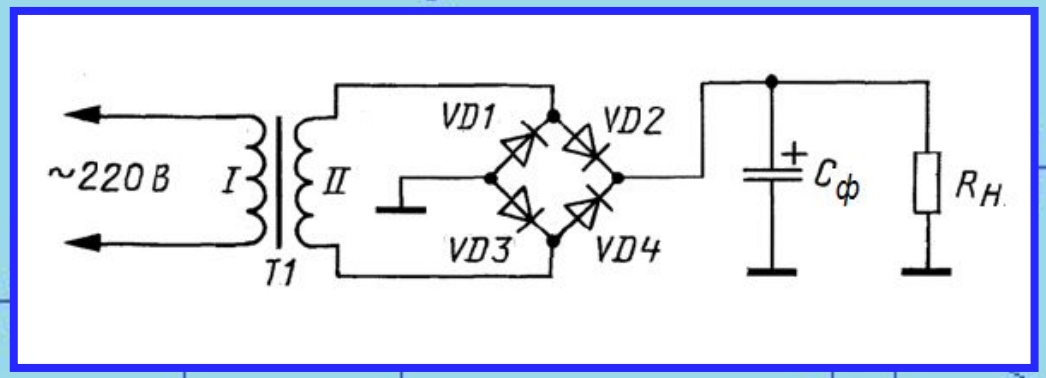
$I_Б = I_{ст} + I_н = 5 + 2 = 7$ мА ;

$R_Б = U_{вх} - U_{ст} / I_Б = (18-13)/0{,}007 = 714{,}3$ Ом ;

$R_н = U_{ст} / I_н = 13/0{,}002 = 6500$ Ом .

Решение задачи

3. Расчет однофазных мостовых схем выпрямителей.



Общее решение: Расчет ведут в таком порядке:

1.Определяют переменное напряжение, которое должно быть на вторичной обмотке сетевого трансформатора:

$$U_2 = B * U_н,$$

где: *Uн - постоянное напряжение на нагрузке, В:*

В - коэффициент, зависящий от тока нагрузки, который определяют по таблице, приведенной ниже.

Коэффициент	Ток нагрузки,А					
	0,1	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0
В	*0,8*	*1,0*	*1,9*	*1,4*	*1,5*	*1,7*
С	*2,4*	*2,2*	*2,0*	*1,9*	*1,8*	*1,8*

Таблица значений коэффициентов В и С, зависящих от тока нагрузки

2.По току нагрузки определяют максимальный ток, текущий через каждый диод выпрямительного моста:

$$I_{дmax}=0,5*C*I_{н},$$

где: *Iдmax - ток через диод, А;*

Iн - максимальный ток нагрузки, А;

С - коэффициент, зависящий от тока нагрузки (определяют по таблице, приведенной выше.

3.Подсчитывают максимальное обратное напряжение, которое будет приложено к каждому диоду выпрямителя:

$$U_{обр.макс.}=1,5 * U_{н},$$

где: *Uобр.макс. - максимально-допустимое постоянное обратное напряжение диода, В;*

Uн - постоянное напряжение на нагрузке, В.

4.Выбирают (по справочнику) диоды, у которых значения выпрямленного тока и допустимого обратного напряжения равны или превышают расчетные.

5.Определяют емкость конденсатора фильтра:

$$C_{ф}=3200\frac{I_{н}}{U_{н}*K_{п}},$$

где: Сф - емкость конденсатора фильтра, мкФ;

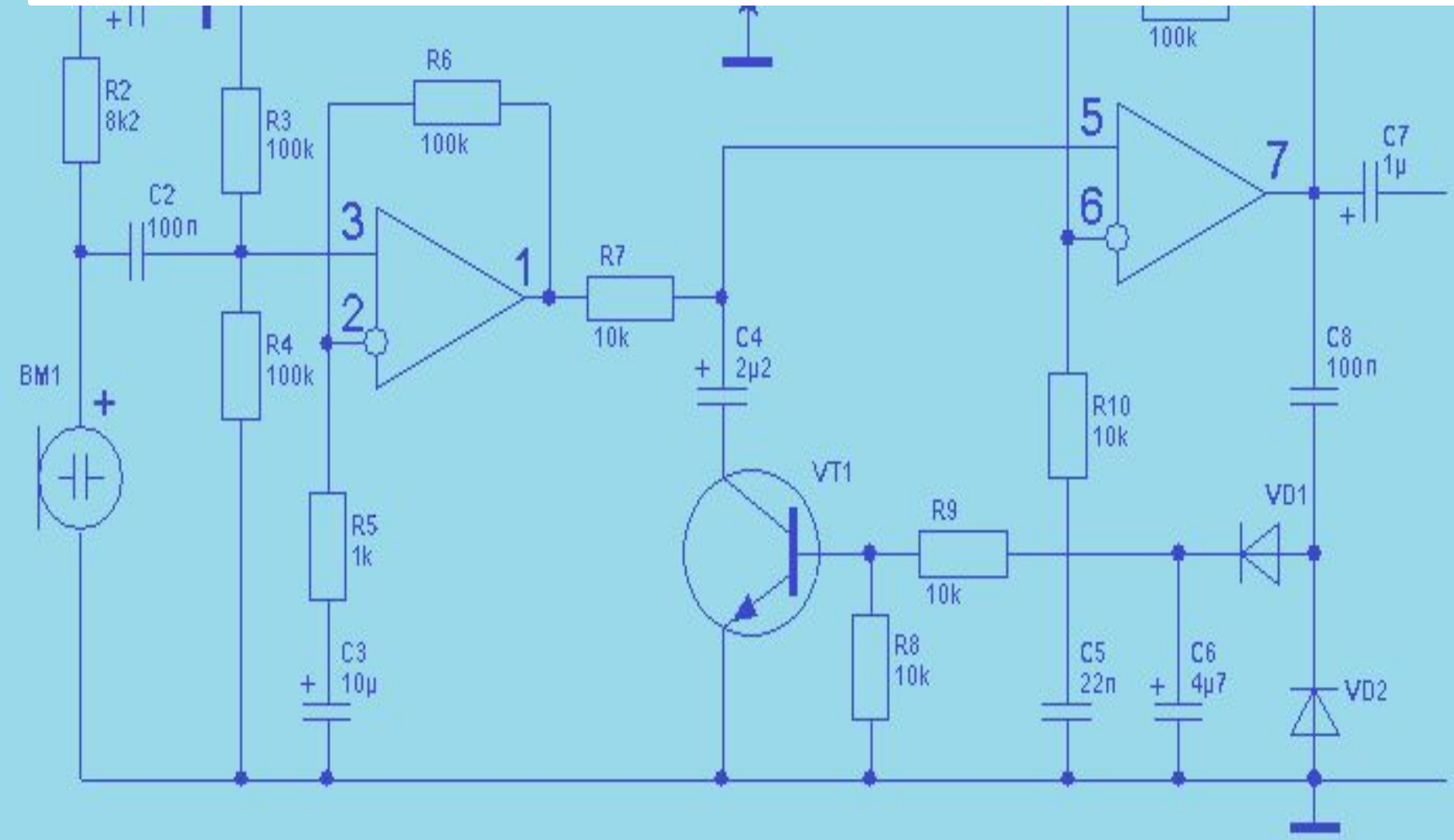
Iн - максимальный ток нагрузки. А:

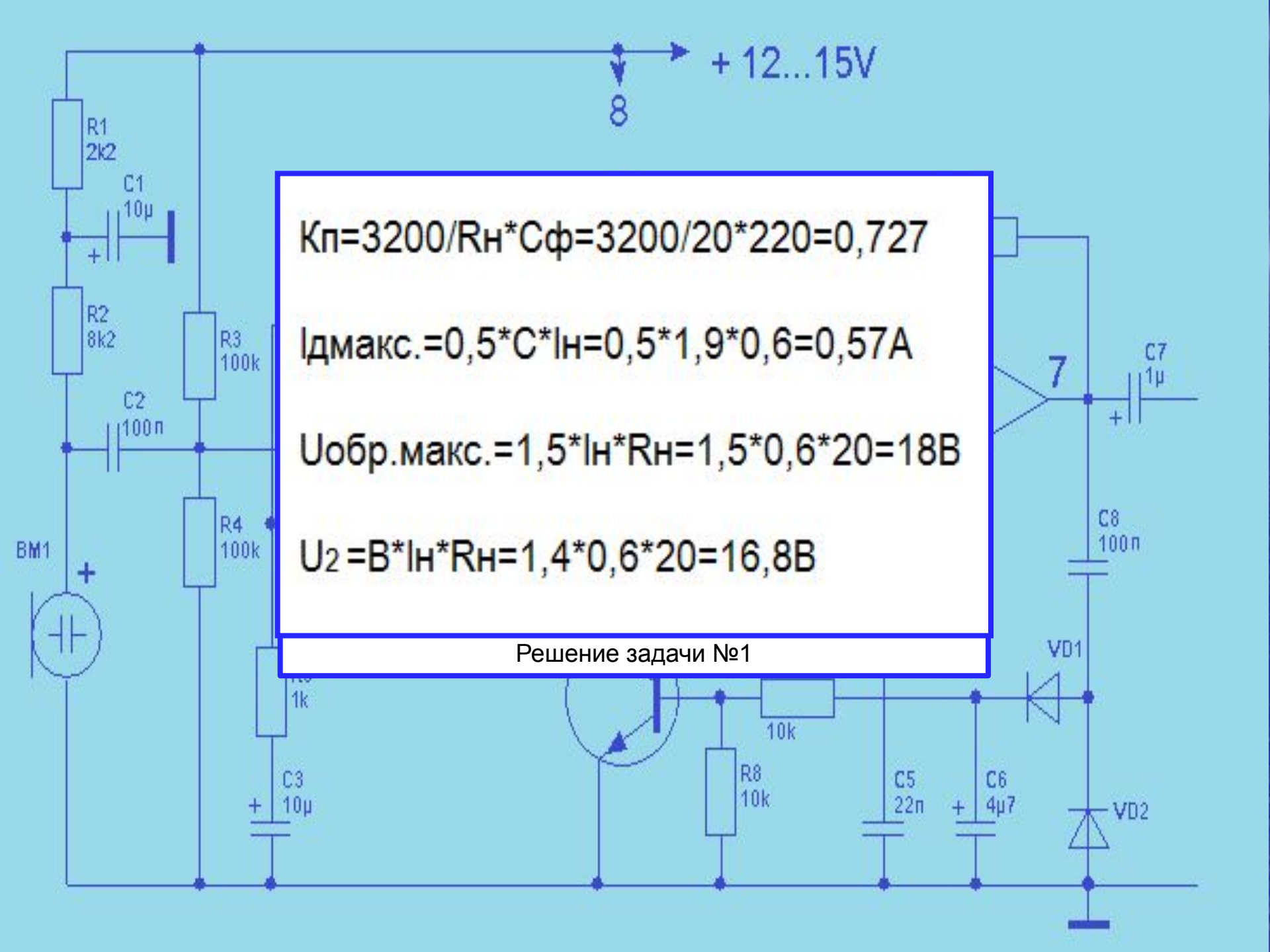
Uн - напряжение на нагрузке, В:

Кп - коэффициент пульсации выпрямленного напряжения (отношение амплитудного значения переменной составляющей частотой 100 Гц на выходе выпрямителя к среднему значению выпрямленного напряжения).

Для различных нагрузок коэффициент пульсаций не должен превышать определенного значения, иначе в динамической головке или громкоговорителе будет прослушиваться фон переменного тока. Для питания портативных приемников и магнитофонов, например, допустим коэффициент пульсации выпрямленного напряжения в пределах 10^{-3} ... 10^{-2}, усилителей ВЧ и ПЧ - 10^{-4} ... 10^{-3}, предварительных каскадов усилителей НЧ и микрофонных усилителей - 10^{-5}...10^{-4}. Если выходное напряжение выпрямителя будет дополнительно стабилизироваться транзисторным стабилизатором напряжения, то расчетная емкость конденсатора фильтра может быть уменьшена в 5... 10 раз.

Задача №1 Однофазная мостовая схема выпрямителя. Сопротивление нагрузки равно 20 Ом. Ток, протекающий через нагрузку равен 0,6 А. Емкость конденсатора фильтра равна 220 мкФ. Определить коэффициент пульсаций выпрямленного напряжения, применяемые диоды и напряжение на вторичной обмотке трансформатора.





$K_п = 3200 / R_н * C_ф = 3200 / 20 * 220 = 0,727$

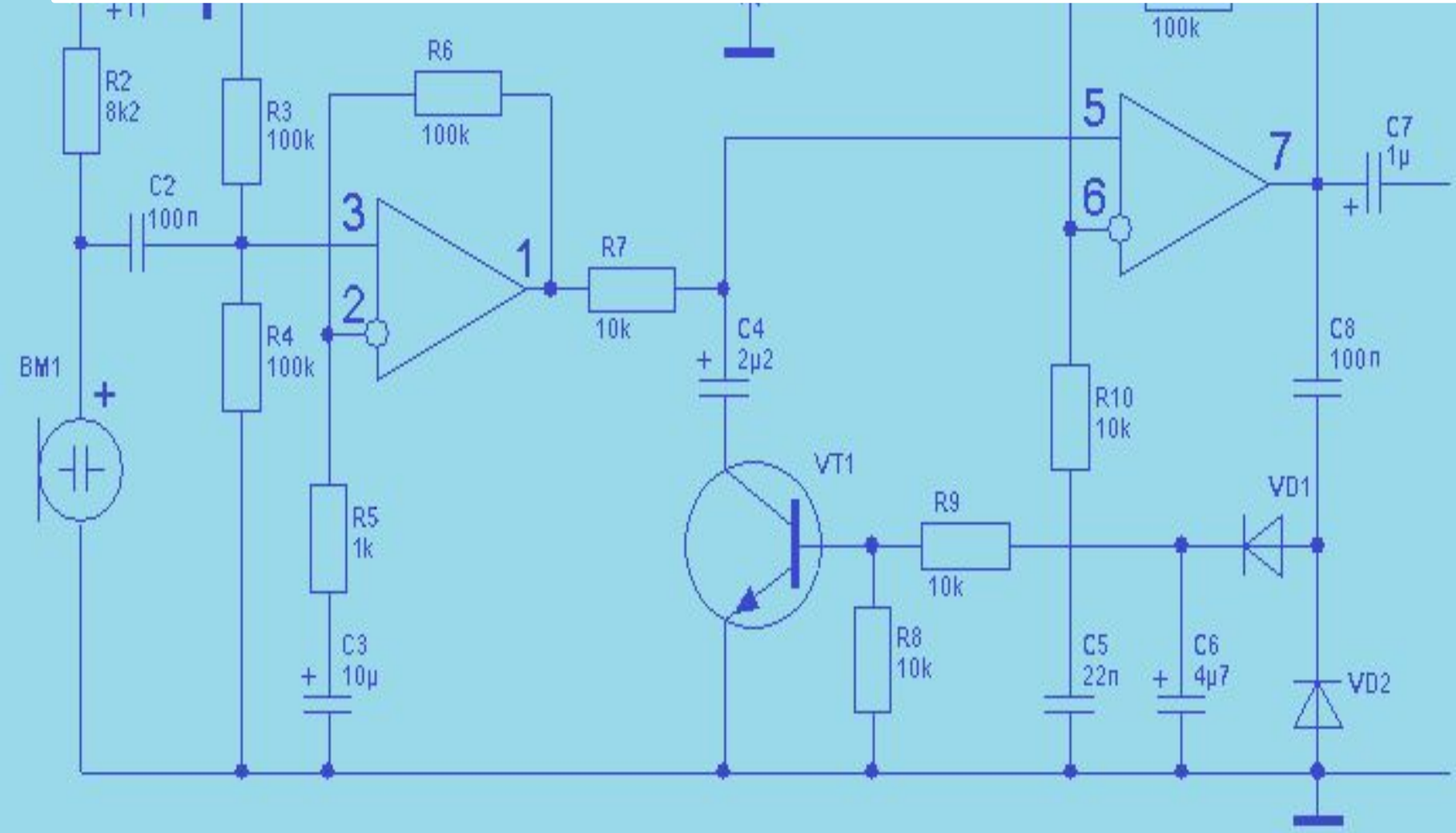
$I_{дмакс.} = 0,5 * C * I_н = 0,5 * 1,9 * 0,6 = 0,57А$

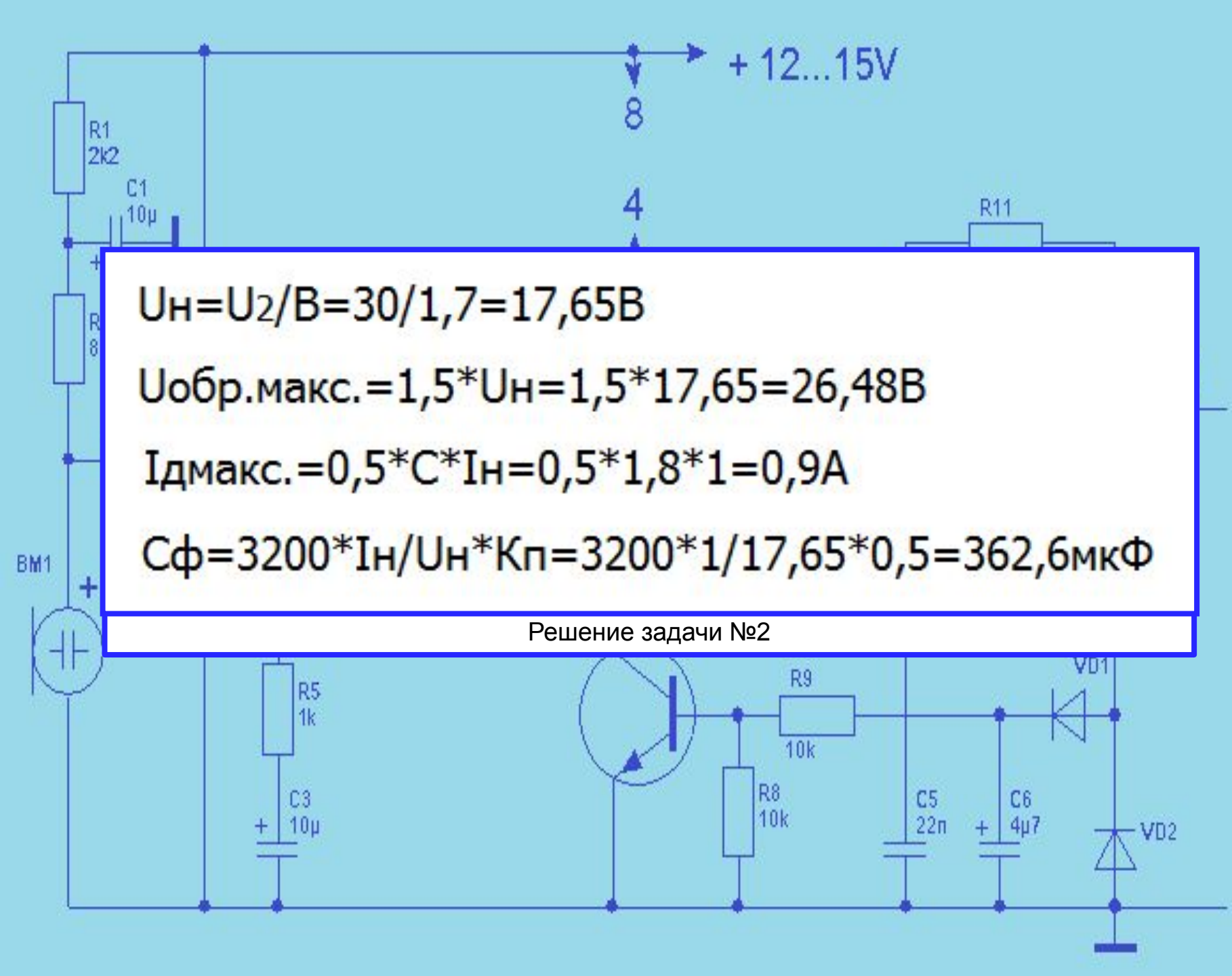
$U_{обр.макс.} = 1,5 * I_н * R_н = 1,5 * 0,6 * 20 = 18В$

$U_2 = B * I_н * R_н = 1,4 * 0,6 * 20 = 16,8В$

Решение задачи №1

Задача №2 Однофазная мостовая схема выпрямителя. Напряжение вторичной обмотки трансформатора составляет 30 В, ток через сопротивление нагрузки 1 А. Коэффициент пульсаций выпрямленного напряжения равен 0,6. Определить какие диоды нужно выбрать для выпрямителя, и емкость конденсатора фильтра.





$U_н = U_2/B = 30/1,7 = 17,65В$

$U_{обр.макс.} = 1,5 * U_н = 1,5 * 17,65 = 26,48В$

$I_{дмакс.} = 0,5 * C * I_н = 0,5 * 1,8 * 1 = 0,9А$

$C_ф = 3200 * I_н / U_н * K_п = 3200 * 1 / 17,65 * 0,5 = 362,6мкФ$

Решение задачи №2

Задача №3 Рассчитать бестрансформаторную схему сетевого выпрямителя и сглаживающего фильтра для импульсного блока питания компьютера. Входное переменное напряжение выпрямителя – напряжение питающей сети 220В, частота 50 Гц. Блок питания выдает напряжения +5В, +12В, -12В, при токах в нагрузке 20А, 15А, 0,4А соответственно.

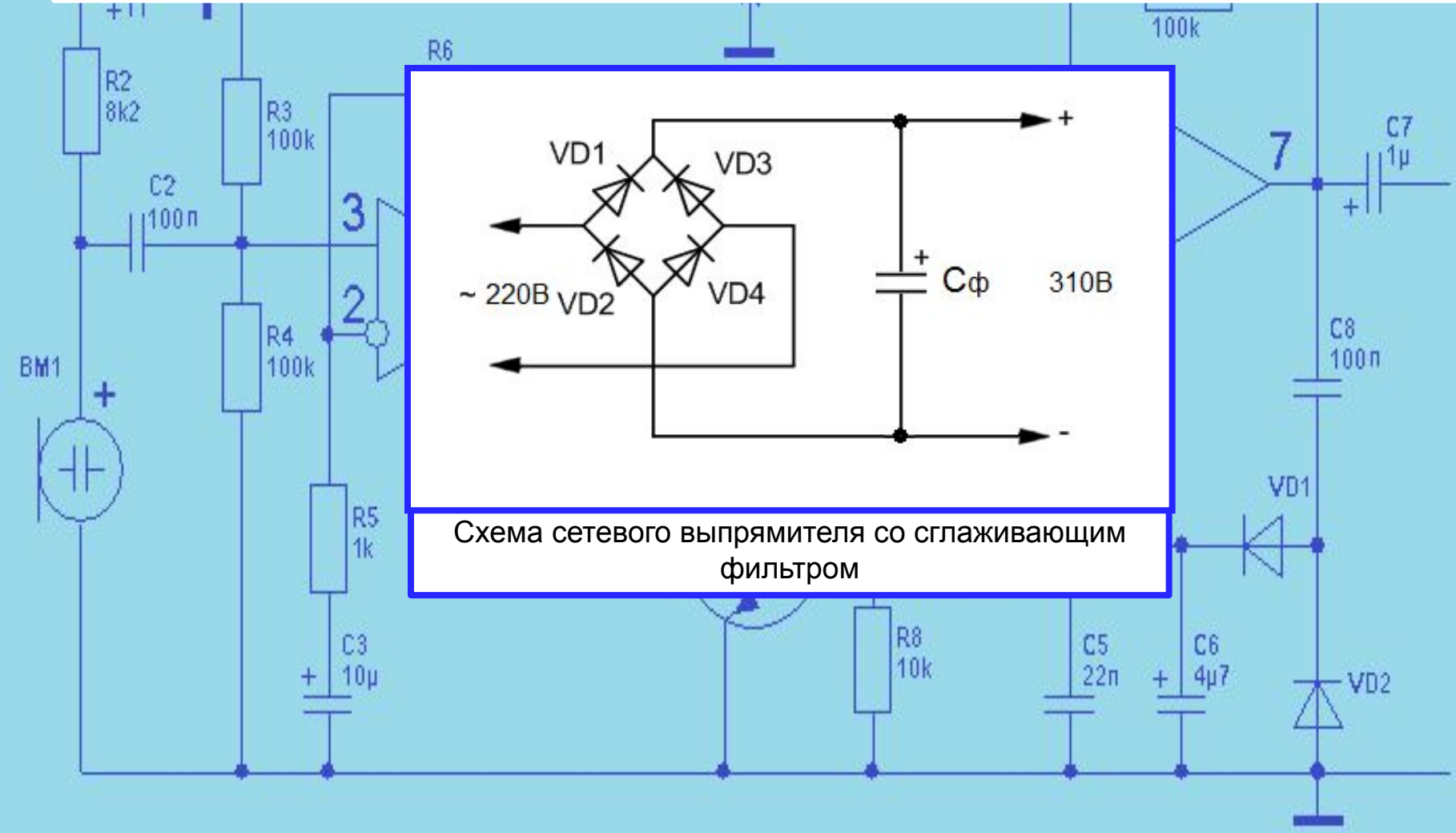
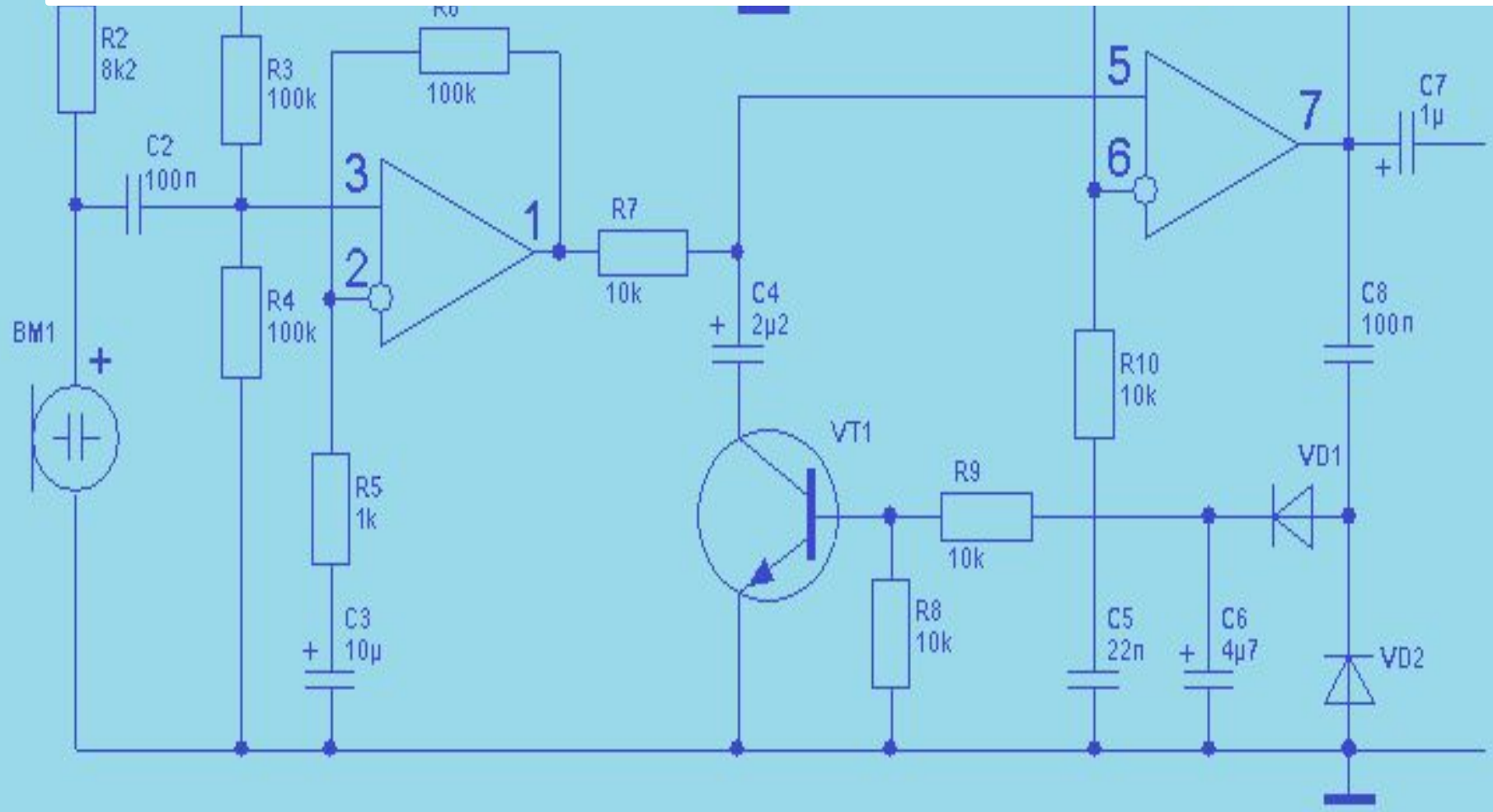


Схема сетевого выпрямителя со сглаживающим фильтром

Для преобразования сетевого переменного напряжения в постоянное обычно выбирается мостовая схема выпрямителя.
Рассчитаем общую мощность нагрузки источника питания по формуле:

$$P_н = I_{01} \cdot U_{01} + I_{02} \cdot U_{02} + I_{03} \cdot U_{03}$$

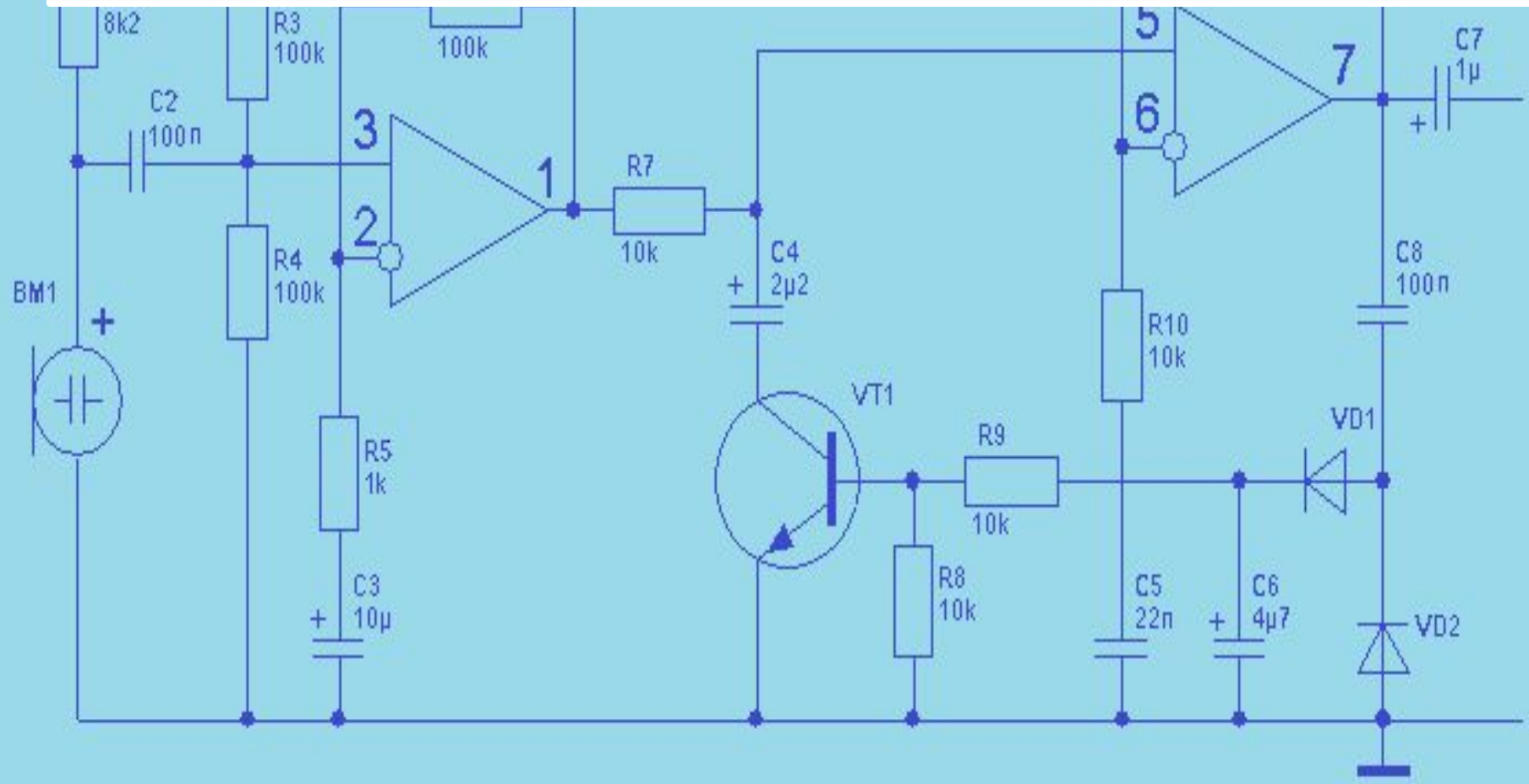


Получаем результат.

$$P_н = I_{01} \cdot U_{01} + I_{02} \cdot U_{02} + I_{03} \cdot U_{03} = 20 \cdot 5 + 15 \cdot 12 + 0,4 \cdot 12 = 284,8 \text{ Вт}.$$

Далее определяем используемую от сети мощность по формуле:

$$P_{исп} = 1,3 \cdot P_н$$

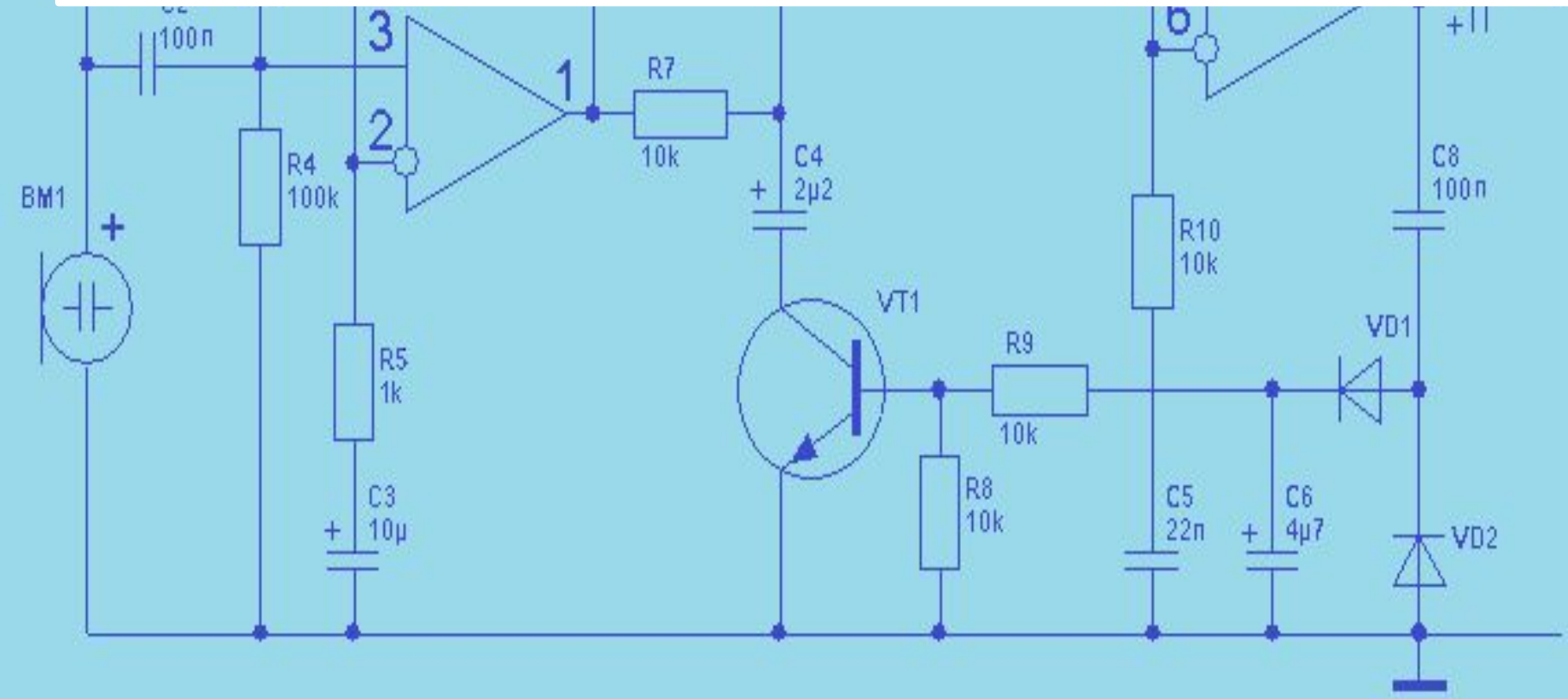


Получаем.

$$P_{исп} = 1,3 \cdot P_{н} = 1,3 \cdot 284,8 = 370,24 \text{ Вт}.$$

Определим ток, потребляемый из сети:

$$I_{сети} = \frac{P_{исп}}{U_{сети}}$$



Получаем результат.

$$I_{сети} = \frac{P_{исп}}{U_{сети}} = \frac{370{,}24}{220} \approx 1{,}683\ \text{А}.$$

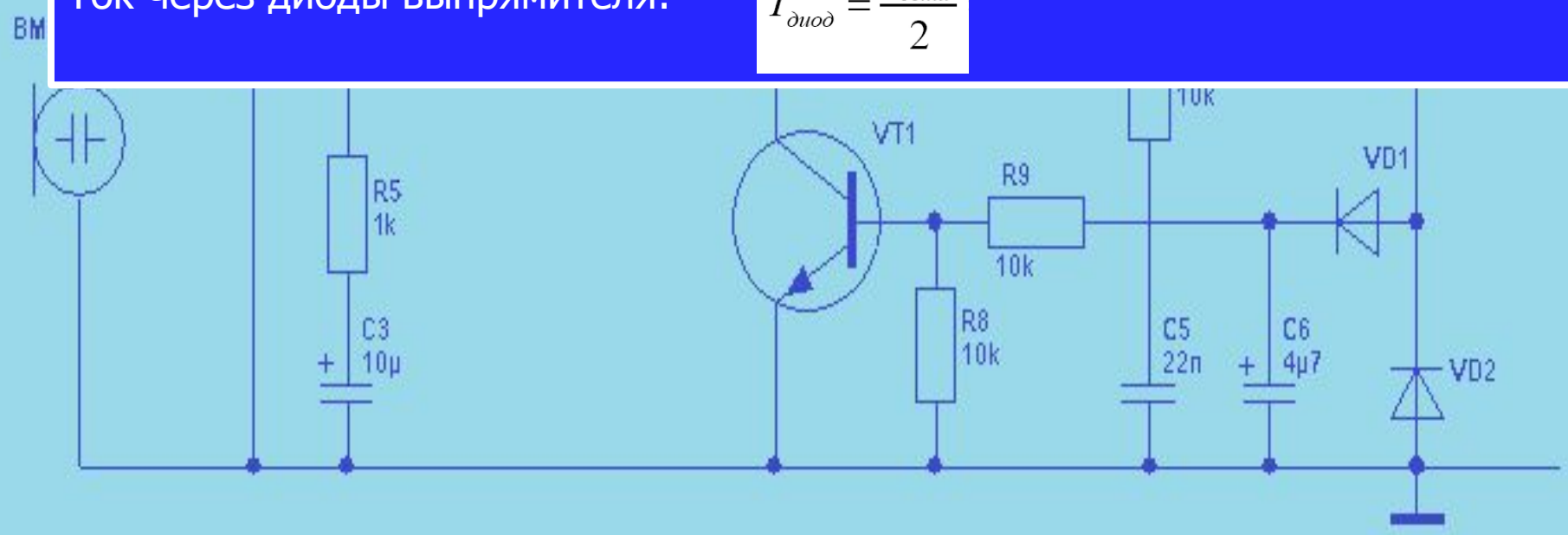
Определим параметры диодов входящих в выпрямительный мост:

Напряжение: $U_{обр.\max} = 1{,}57 \cdot U_0$

$$U_0 = \frac{U_д}{1{,}11}$$

Ток через диоды выпрямителя:

$$I_{диод} = \frac{I_{сети}}{2}$$



Параметры диодов равны:

$$U_0 = \frac{U_д}{1{,}11} = \frac{220}{1{,}11} \approx 198\ \text{В}$$

$$U_{обр.\max} = 1{,}57 \cdot 198 \approx 311\ \text{В}.$$

$$I_{диод} = \frac{I_{сети}}{2} = \frac{1{,}683}{2} = 0{,}8415\ \text{А}.$$

Рассчитаем емкость конденсатора сглаживающего фильтра по формуле:

$$C_ф \geq \frac{1}{2\pi \cdot f_{сети} \cdot m \cdot R_н \cdot K}$$

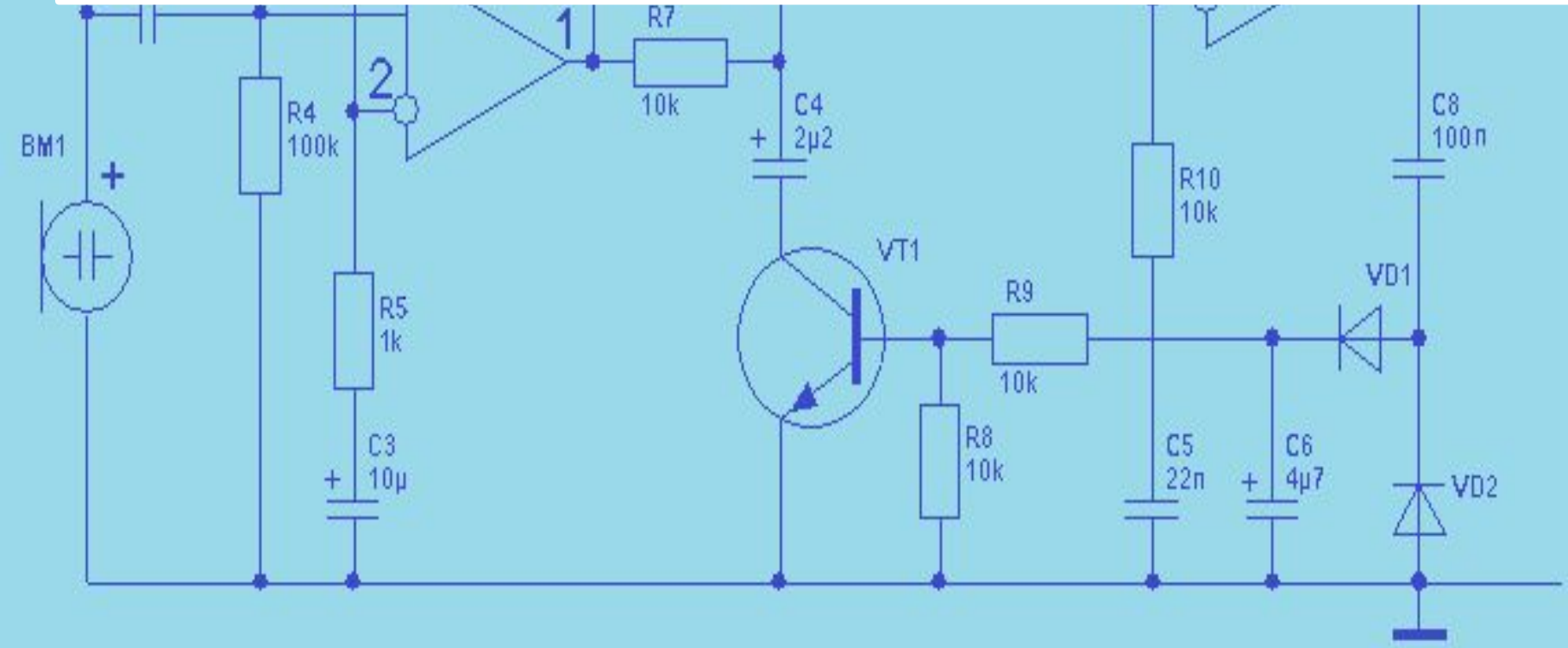
$$R_н = \frac{U_0}{I_{\max}} = \frac{U_0}{I_{сети}}$$

Для расчёта требуемой емкости конденсатора сглаживающего фильтра принимаем коэффициент пульсаций на выходе емкостного фильтра равным К=0,01, а коэффициент m=2.

Величина емкости конденсатора равна:

$$R_н = \frac{U_0}{I_{\max}} = \frac{U_0}{I_{сети}} = \frac{198}{1,683} \approx 117,65 \text{ Ом}$$

$$C_ф \geq \frac{1}{2 \cdot 3,14 \cdot 50 \cdot 2 \cdot 117,65 \cdot 0,01} \approx 1353 \text{ мкФ}$$

.

Далее, на основании рассчитанных значений, по справочникам, выбираются конкретные типы диодов и конденсатора.