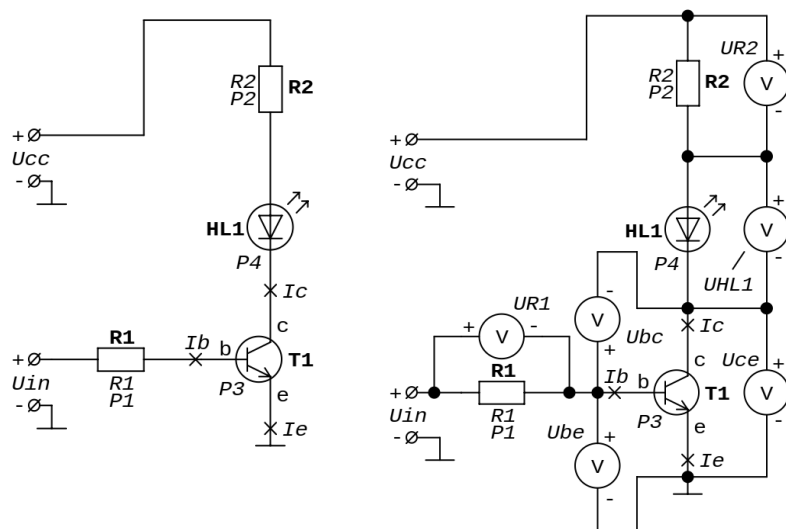


Сопряжение с ТТЛ-микросхемами!

При использовании ниже приведённой схемы с ТТЛ-микросхемами, сопротивление резистора **R1** не должно быть больше **2000 Ом**!

---

Схема:



Транзистор **T1**, переменные:  $I_c$ ,  $I_b$ ,  $I_e$ ,  $U_{ce}$ ,  $U_{be}$ ,  $U_{bc}$ ,  $P_3$ ,  $R_{ce}$ ,  $R_{be}$ ,  $hFE$ .  
 $R_{ce}$ ,  $R_{be}$ ,  $hFE$  - На схеме не показаны (описание  $R_{ce}$ ,  $R_{be}$ ,  $hFE$  есть ниже)!

Резистор **R1**, переменные:  $R_1$ ,  $P_1$ ,  $UR_1$ .

Резистор **R2**, переменные:  $R_2$ ,  $P_2$ ,  $UR_2$ .

Светодиод **HL1**, переменные:  $U_{HL1}$ ,  $P_4$ ,  $R_{HL1}$ .

$R_{HL1}$  - На схеме не показан (описание  $R_{HL1}$  есть ниже)!

Ещё две переменные:  $U_{cc}$ ,  $U_{in}$ .

В качестве транзистора **T1**, возьмём транзистор **C945 (2SC945)**, **NPN**, производитель Китай (China).

---

Характеристики транзистора:

Collector-base breakdown voltage (коллектор-база): 60V  
Collector-emitter breakdown voltage (коллектор-эмиттер): 50V  
Emitter-base breakdown voltage (эмиттер-база): 5V  
DC current gain  $hFE$  (коэффициент усиления): 70 (40...700)  
Collector-emitter saturation voltage (насыщения коллектор-эмиттер): 0.3V  
Base-emitter saturation voltage (насыщения база-эмиттер): 1V

Информация взята из даташита: KOO CHIN. SHENZHEN CITY KOO CHIN ELECTRONICS LIMITED

---

Входные данные:

$U_{cc}$  - напряжение питания ( $U_{cc} = 5B$ );  
 $U_{in}$  - входное напряжение ( $U_{in} = 2.5B$ );  
 $U_{ce}$  - падение напряжения коллектор-эмиттер ( $U_{ce} = 0.1B$ ); [!] Не 0.3B, а 0.1B.  
 $U_{be}$  - падение напряжения база-эмиттер ( $U_{be} = 0.7B$ ); [!] Не 1B, а 0.7B.  
 $U_{HL1}$  - падение напряжения на светодиоде ( $U_{HL1} = 2B$ );  
 $R_1$  - сопротивление резистора **R1** ( $R_1 = 2000 \text{ Ом}$ );  
 $R_2$  - сопротивление резистора **R2** ( $R_2 = 270 \text{ Ом}$ );

Примечание.

У C945,  $hFE$  померил мультиметром:  $hFE = 340$ .

---

Выходные данные:

$UR1$  - напряжение на резисторе **R1**;  
 $UR2$  - напряжение на резисторе **R2**;  
 $Ubc$  - напряжение база-коллектор;  
 $Rt1$  - сумма сопротивлений  $R1 + Rbe$  ( $Rt1$  на схеме не показано);  
 $Rt2$  - сумма сопротивлений  $R2 + RHL1 + Rce$  ( $Rt2$  на схеме не показано);  
 $Ic$  - ток коллектора;  
 $Ib$  - ток базы;  
 $Ie$  - ток эмиттера;  
 $hFE$  - коэффициент усиления транзистора по току;  
 $RHL1$  - сопротивление светодиода ( $RHL1$  на схеме не показано);  
 $Rce$  - сопротивление коллектор-эмиттер ( $Rce$  на схеме не показано);  
 $Rbe$  - сопротивление база-эмиттер ( $Rbe$  на схеме не показано);  
 $P1$  - рассеиваемая мощность на резисторе **R1**;  
 $P2$  - рассеиваемая мощность на резисторе **R2**;  
 $P3$  - рассеиваемая мощность на транзисторе **T1**;  
 $P4$  - рассеиваемая мощность на светодиоде **HL1**.

---

Формулы и Расчёты:

---[ Напряжение на резисторах **R1**, **R2** ]---

$$UR1 = Uin - Ube = 2.5B - 0.7B = 1.8B$$

$$UR2 = Ucc - Uce - UHL1 = 5B - 0.1B - 2B = 2.9B$$

---[ Напряжение база-коллектор ( $Ubc$ ) ]---

$$Ubc = (Uin - UR1) - (Ucc - UR2 - UHL1) = (2.5B - 1.8B) - (5B - 2.9B - 2B) = 0.7B - 0.1B = 0.6B$$

или

$$Ubc = Ube - Uce = 0.7B - 0.1B = 0.6B$$

---[ Сопротивление  $Rt1$  ]---

$$Rt1 = \frac{Uin \cdot R1}{UR1} = \frac{2.5B \cdot 2000 \text{ Ом}}{1.8B} = \frac{5000}{1.8B} = 2777.777777 \text{ Ом}$$

---[ Сопротивление  $Rt2$  ]---

$$Rt2 = \frac{Ucc \cdot R2}{UR2} = \frac{5B \cdot 270 \text{ Ом}}{2.9B} = \frac{1350}{2.9B} = 465.517241 \text{ Ом}$$

---[ Токи транзистора **T1** ( $Ic$ ,  $Ib$ ,  $Ie$ ) ]---

$$Ic = \frac{Ucc}{Rt2} = \frac{5B}{465.517241 \text{ Ом}} = 0.01074A = 10.74mA$$

$$Ib = \frac{Uin}{Rt1} = \frac{2.5B}{2777.777777} = 0.0009A = 0.9mA = 900\mu A$$

$$Ie = Ic + Ib = 0.01074A + 0.0009A = 0.01164A = 11.64mA$$

---[ Коэффициент усиления транзистора по току ( $hFE$ ) ]---

$$hFE = \frac{Ic}{Ib} = \frac{0.01074A}{0.0009A} = 11.933333$$

---[ Сопротивление светодиода ( $RHL1$ ) ]---

$$RHL1 = \frac{UHL1}{Ic} = \frac{2B}{0.01074A} = 186.219739 \text{ Ом}$$

---[ Сопротивление коллектор-эмиттер ( $Rce$ ) ]---

$$Rce = \frac{Uce}{Ic} = \frac{0.1B}{0.01074A} = 9.310986 \text{ Ом}$$

---[ Сопротивление база-эмиттер ( $Rbe$ ) ]---

$$Rbe = \frac{Ube}{Ib} = \frac{0.7B}{0.0009A} = 777.777777 \text{ Ом}$$

---[ Рассеиваемая мощность на резисторе **R1** ]---

$$P1 = UR1 \cdot Ib = 1.8B \cdot 0.0009A = 0.00162BT = 1.62mBT$$

---[ Рассеиваемая мощность на резисторе R2 ]---

$$P_2 = UR_2 \cdot I_c = 2.9B \cdot 0.01074A = 0.031146BT = 31.146mBT$$

---[ Рассеиваемая мощность на транзисторе T1 ]---

$$P_3 = U_{be} \cdot I_b + U_{ce} \cdot I_c = 0.7B \cdot 0.0009A + 0.1B \cdot 0.01074A = 0.00063BT + 0.001074BT = 0,001704BT = 1.704mBT$$

---[ Рассеиваемая мощность на светодиоде HL1 ]---

$$P_4 = U_{HL1} \cdot I_c = 2B \cdot 0.01074A = 0,02148BT = 21.48mBT$$

This image shows a blank sheet of white paper with horizontal ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.