

Задание:

1. Для приведенной ниже схемы ТТЛ-ключа осуществить расчет сопротивлений резисторов R1, R2, R3 и R4, исходя из заданных значений напряжения источника питания E_k и средней потребляемой ключом мощности $P_{\text{потр ср}} = \frac{1}{2}(P_{\text{потр}^1} + P_{\text{потр}^0})$. При расчете иметь ввиду, что транзисторы ТТЛ-ключа могут находиться либо в состоянии отсечки или в насыщении. Также необходимо учесть, что с целью получения максимального быстродействия схемы между сопротивлениями резисторов установлены следующие соотношения: $R1/R2=2,5$, $R2/R3=1,6$, $R1/R4=(20 \div 40)$ и $R3'=R3''=R3$.

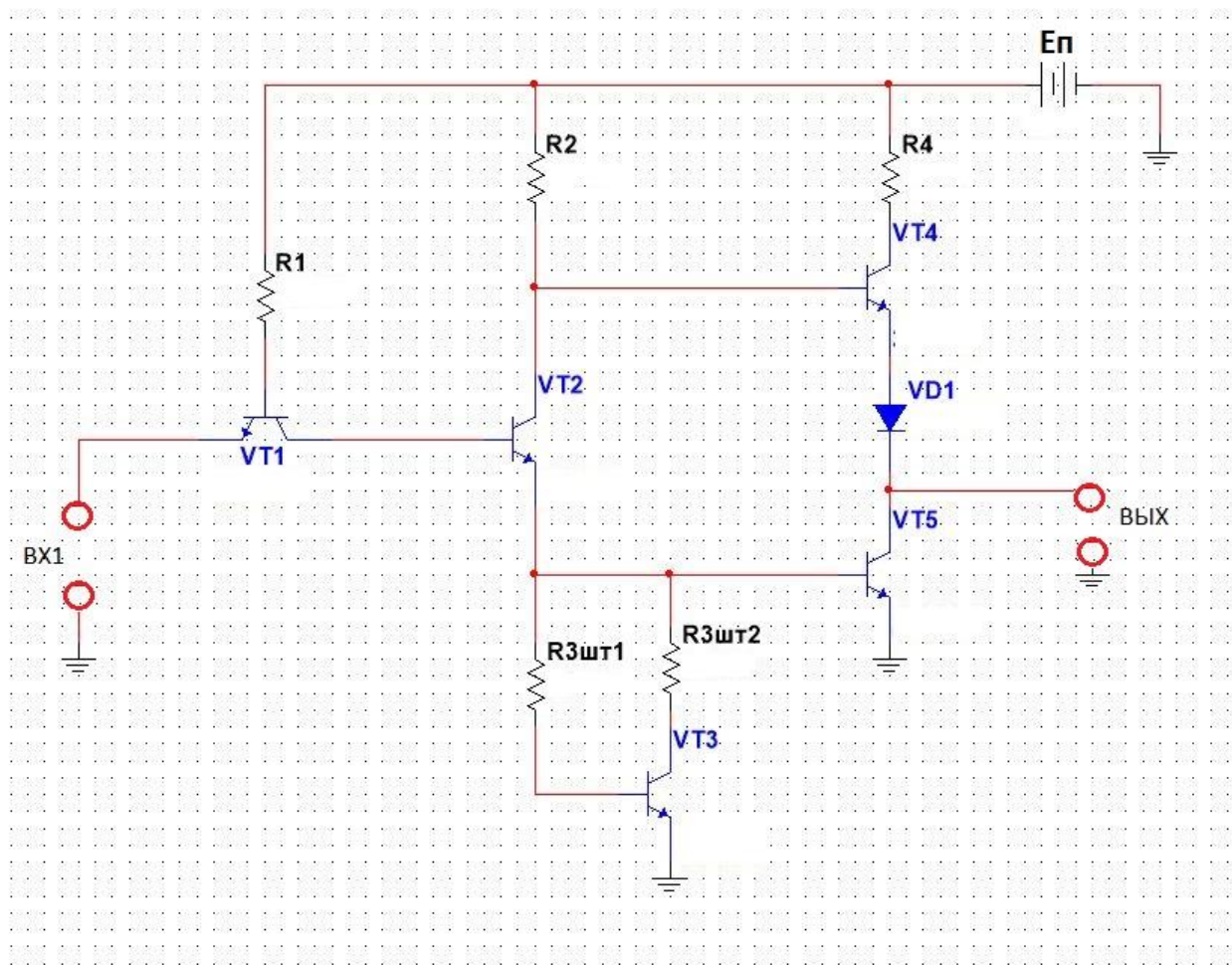
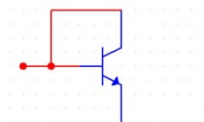


Рисунок 1 – Схема ТТЛ — ключа

VD1 – выполнен на эмиттерном переходе транзистора.

Все транзисторы в схеме имеют одинаковые параметры.



2. Смоделировать статические состояния ключа, подавая на вход лог «1» и лог «0», его потенциальную картину в каждом состоянии (потенциалы во всех узлах схемы).
3. Построить передаточную характеристику ключа $U_{\text{вых}} = f(U_{\text{вх}})$ и извлечь из неё следующую информацию: уровни сигнала при логическом нуле и единице на входе и выходе, пороговые напряжения и допустимые помехи.
4. Построить входную характеристику ключа $I_{\text{вх}} = f(U_{\text{вх}})$ и определить входные токи ключа при подаче на вход логических нуля и единицы.
5. Построить выходные характеристики ключа в состояниях «1» и «0»
 $U_{\text{вых}}^1 = f_3(I_{\text{н}})$ и $U_{\text{вых}}^0 = f_4(I_{\text{н}})$ и определить по ним максимально допустимую величину нагрузочных токов во включенном и выключенном состояниях ключа (при этом считать допустимыми $U_{\text{выхмин}}^1 = 2,4\text{В}$ и $U_{\text{выхмакс}}^0 = 0,3\text{В}$)
6. Используя полученную информацию вычислить допустимый коэффициент разветвления ключа в каждом логическом состоянии $K_p = \frac{I_{\text{нмакс}}}{I_{\text{вх}}}$
7. Смоделировать переходную характеристику ключа $U_{\text{вых}} = f(U_{\text{вх}})$ в различных состояниях, подавая на вход прямоугольные импульсы с идеальными перепадами и определить временные параметры ключа $t_{\text{зад}}^{10}$, $t_{\text{зад}}^{01}$ и $t_{\text{задср}} = \frac{1}{2}(t_{\text{зад}}^{10} + t_{\text{зад}}^{01})$

Исходные данные для расчета и моделирования.

$$E_n = 5\text{В} \quad \tau_R = (3 \div 20)\tau_\alpha(B + 1)$$

При выполнении ДЗ3 использовать сведения из методических указаний к лабораторным работам по электронике: раздел транзисторные ключи.

Таблица 1 – Данные для варианта 11

№	Рпот. ср., мВт	В	Вн	fа, МГц	Rб, Ом	Сбэ, пФ	Скб, пФ
11	25	70	0.11	200	65	2	3

1. Расчет характеристик резисторов R1,R2,R3 и R4:

$$R_{3шт1}=R_3$$

$$R_{3шт2}=R_4$$

$$R_4=R_5$$

Рассеиваемая мощность при выключенном состоянии:

$$P_{потр}^0 = P_{R1} + P_{R2} + P_{R4} + P_{VT1} + P_{VT4} + P_{D1};$$

$$P_{R1} = R_1 * I_{R1}^2 = R_1 * (4/R_1)^2 = 16/R_1;$$

$$P_{R4} = R_5 * I_{R5}^2 = R_5 * (0.4/R_5)^2 = 0.16/R_5;$$

$$P_{R4} = R_2 * I_{64}^2 = R_2 * (0.4/(R_5*B))^2;$$

$$P_{VT1} = I_{R1} * U_{631} = (4/R_1)^2 * 0.7;$$

$$P_{VT4} = I_{K4} * U_{K34} + I_{64} * U_{63} = (0.4/R_5)*0.3 + (0.4/(R_5*B))*0.7;$$

$$P_{D1} = (I_{K4} + I_{64}) * U_{D1} = (0.4/R_5 + 0.4/(R_5*B))*0.7.$$

Рассеиваемая мощность при включенном состоянии:

$$P_{потр}^1 = P_{R1} + P_{R2} + P_{R3} + P_{VT1} + P_{VT2} + P_{VT3};$$

$$P_{R1} = R_1 * I_{R1}^2 = R_1 * (2.9/R_1)^2 = 8.41/R_1;$$

$$P_{R2} = R_2 * I_{R2}^2 = R_2 * (4/R_2)^2 = 16/R_2;$$

$$P_{R3} = R_3 * I_{R3}^2 = R_3 * (0.4/R_3)^2 = 0.16/R_3;$$

$$P_{VT1} = (U_{6K} + 2 * U_{63}) * I_{R1} = 2.1 * 2.9/R_1;$$

$$P_{VT2} = (U_{K3} + U_{63}) * I_{R2} = 1 * (4/R_2);$$

$$P_{VT3} = U_{K3} * I_{R3} = 0.3 * 0.4/R_3.$$

$$R_1 = 4156.8 \text{ Ом}$$

$$R_2 = 1662.72 \text{ Ом}$$

$$R_3 = R_4 = 1039.2 \text{ Ом}$$

$$R_5 = 138.56 \text{ Ом}$$

2. Моделирование статических состояний ключа:

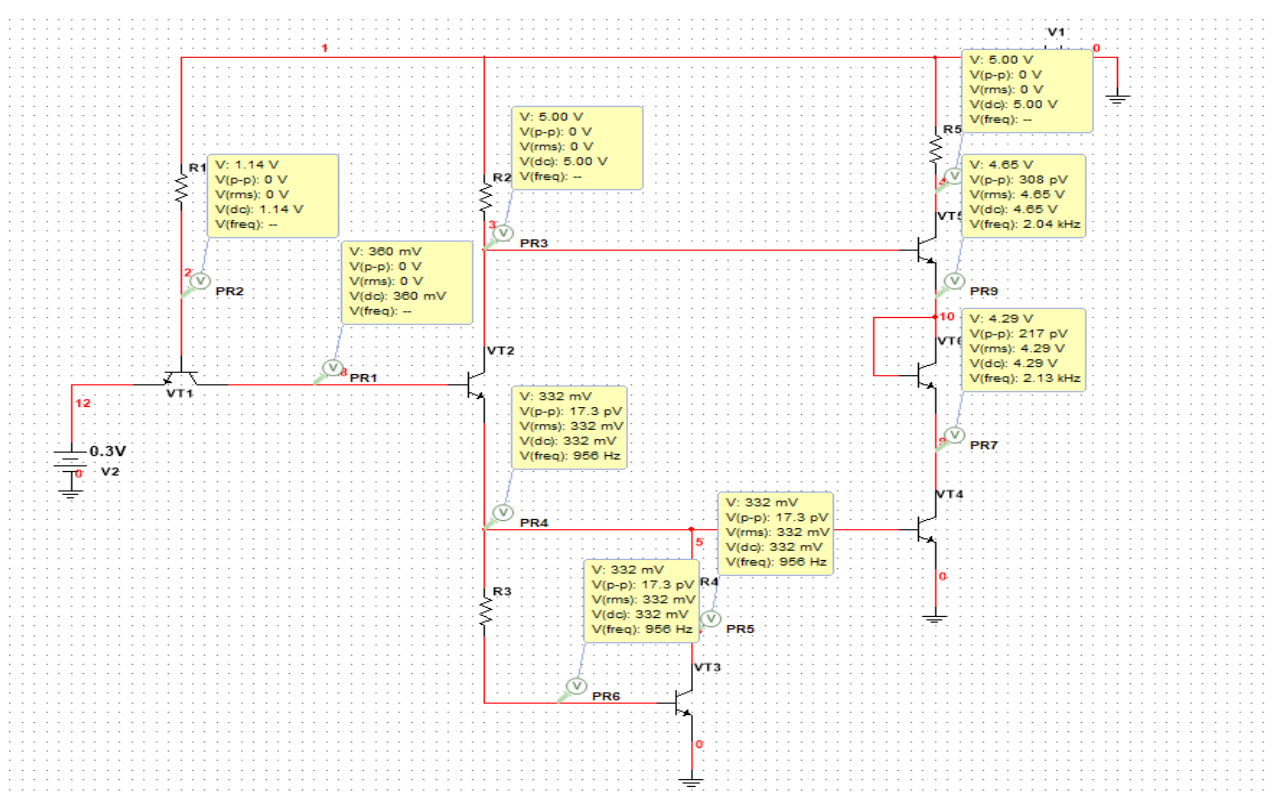


Рисунок 2 – Схема потенциалов при подаче логического нуля

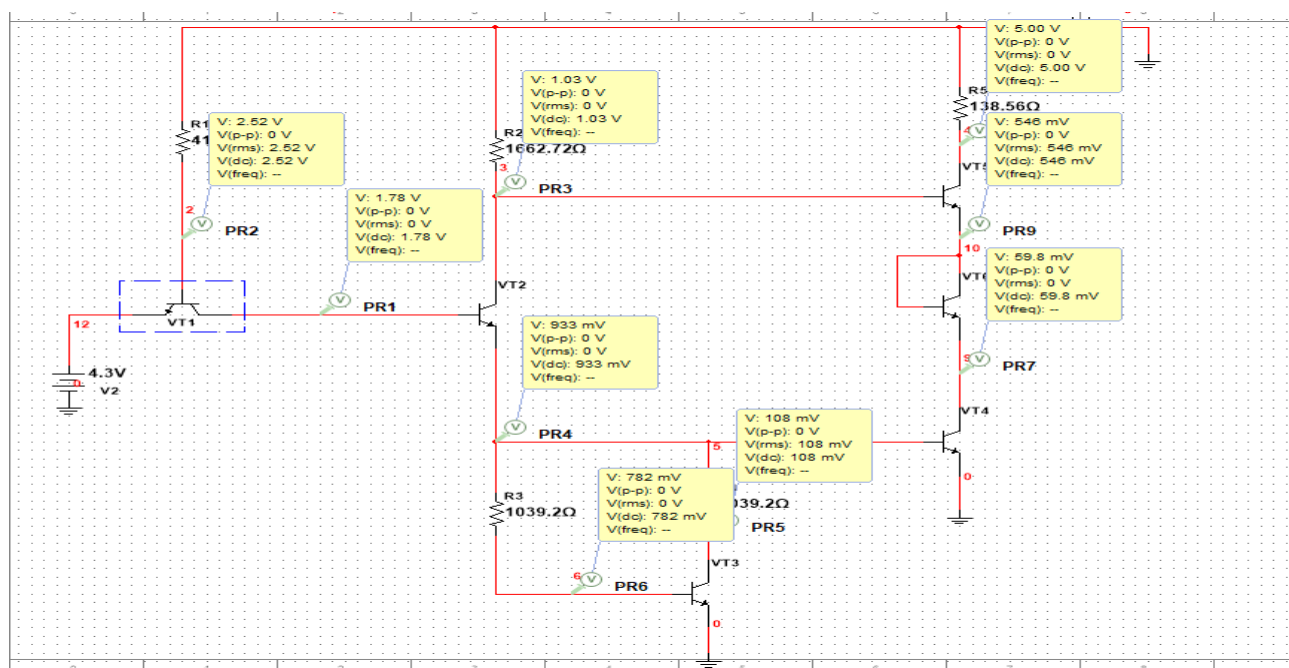


Рисунок 3 – Схема потенциалов при подаче логической единицы

3. Передаточная характеристика и извлекаемые из нее данные:

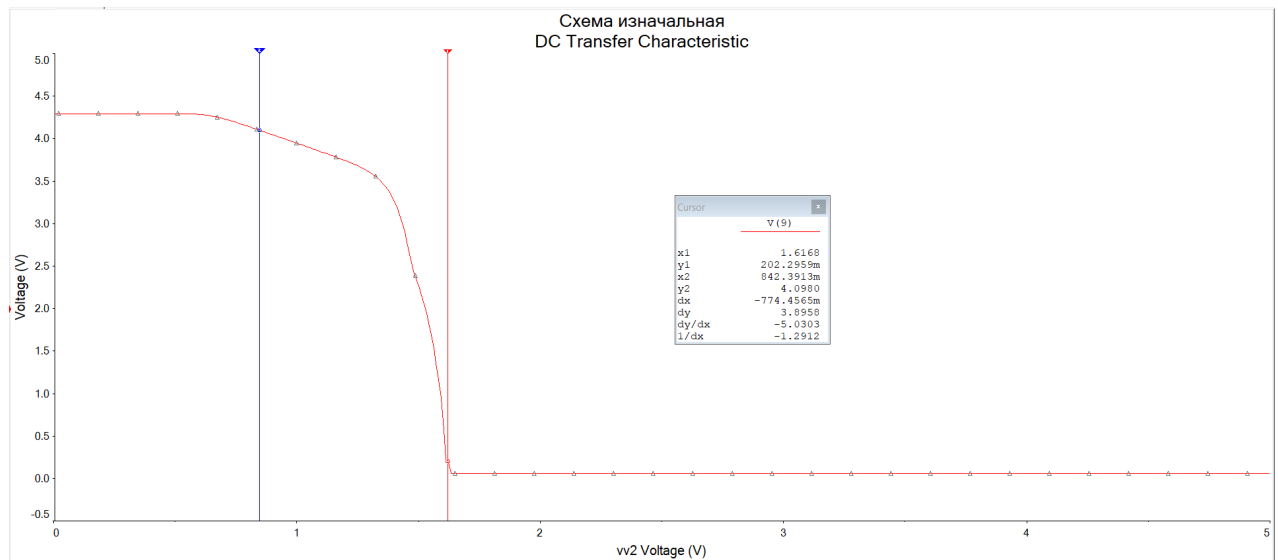


Рисунок 4 – Передаточная характеристика ключа

Из данной схемы рассчитаем нужные значения:

$$U_{\text{ВЫХ}}^1 = 4.098\text{В}$$

$$U_{\text{ВЫХ}}^0 = 202.2959\text{мВ}$$

$$U_{\text{ВХ}}^1 = 4.098\text{В}$$

$$U_{\text{ВХ}}^0 = 202.2959\text{мВ}$$

$$U_{\text{пор}}^0 = 0.839\text{В}$$

$$U_{\text{пор}}^1 = 1.6168\text{В}$$

$$U_{\text{ПОМ}}^0 = 0.839 - 0.202 = 0.637\text{В}$$

$$U_{\text{ПОМ}}^1 = 4.098 - 1.6168 = 2.4812\text{В}$$

$$U_{\text{п.ст.}} = 0.637\text{В}$$

4. Входная характеристика ключа:

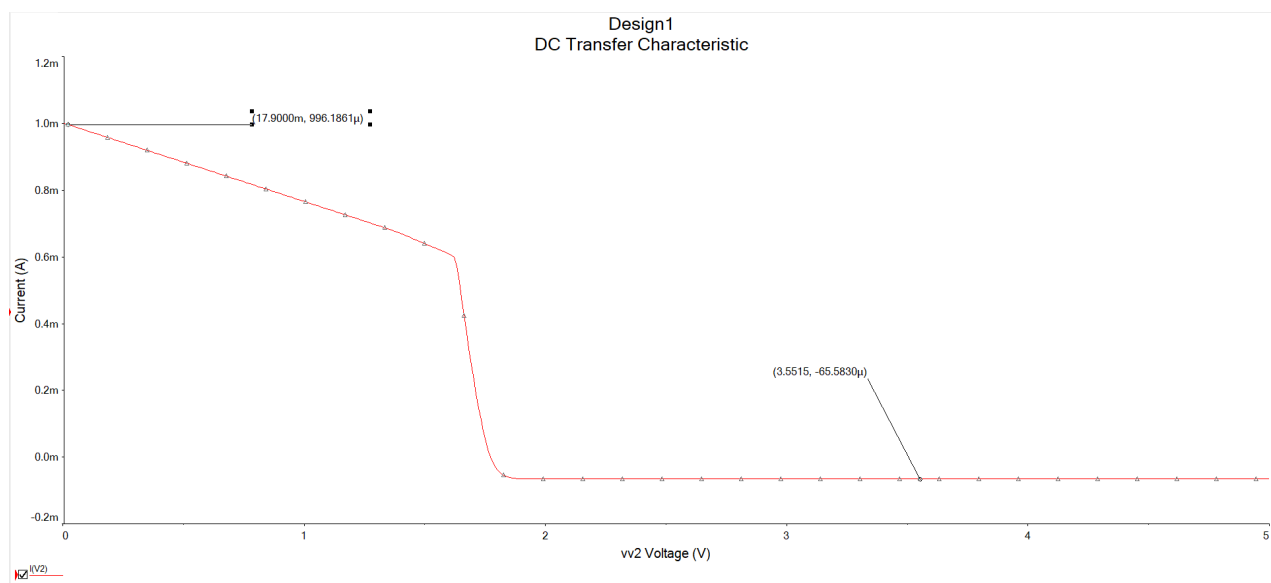


Рисунок 5 – Входная характеристика ТТЛ-ключа

$$I_{BX}^1 = 0.996 \text{ mA}$$

$$I_{BX}^0 = -0.065583 \text{ mA}$$

5. Выходные характеристики при подаче логического нуля и единицы:

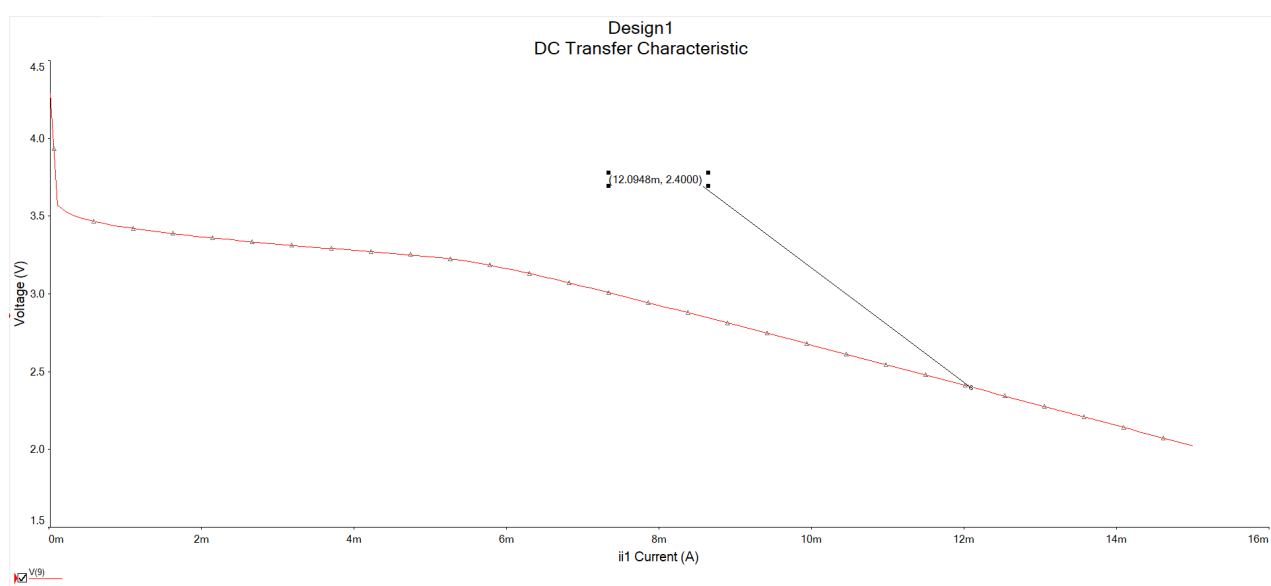


Рисунок 6 – Выходная характеристика при подаче логического нуля

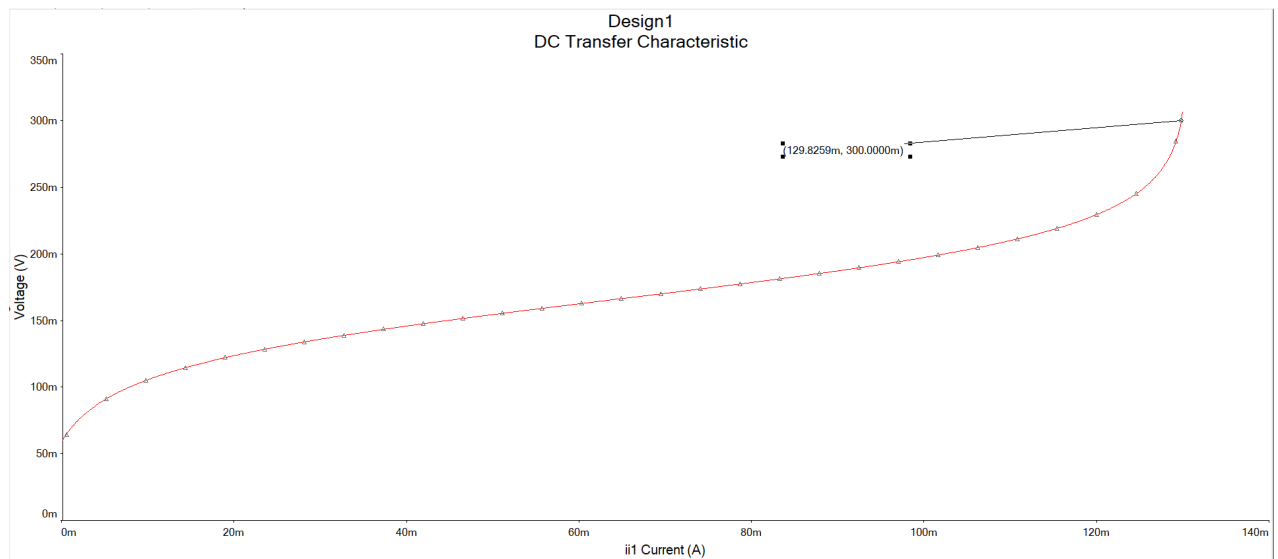


Рисунок 7 – Выходная характеристика при подаче логической единицы

$$I_{\max}^0 = 129.8259 \text{ mA}$$

$$I_{\max}^1 = 12.0948 \text{ mA}$$

6. Расчет коэффициентов разветвления:

Ключ инвертирующий, следовательно:

$$K_p^1 = I_{\max}^1 / I_{\text{вх}}^0 = 184.42$$

$$K_p^0 = I_{\max}^0 / I_{\text{вх}}^1 = 130.347$$

7. Определение временных параметров:

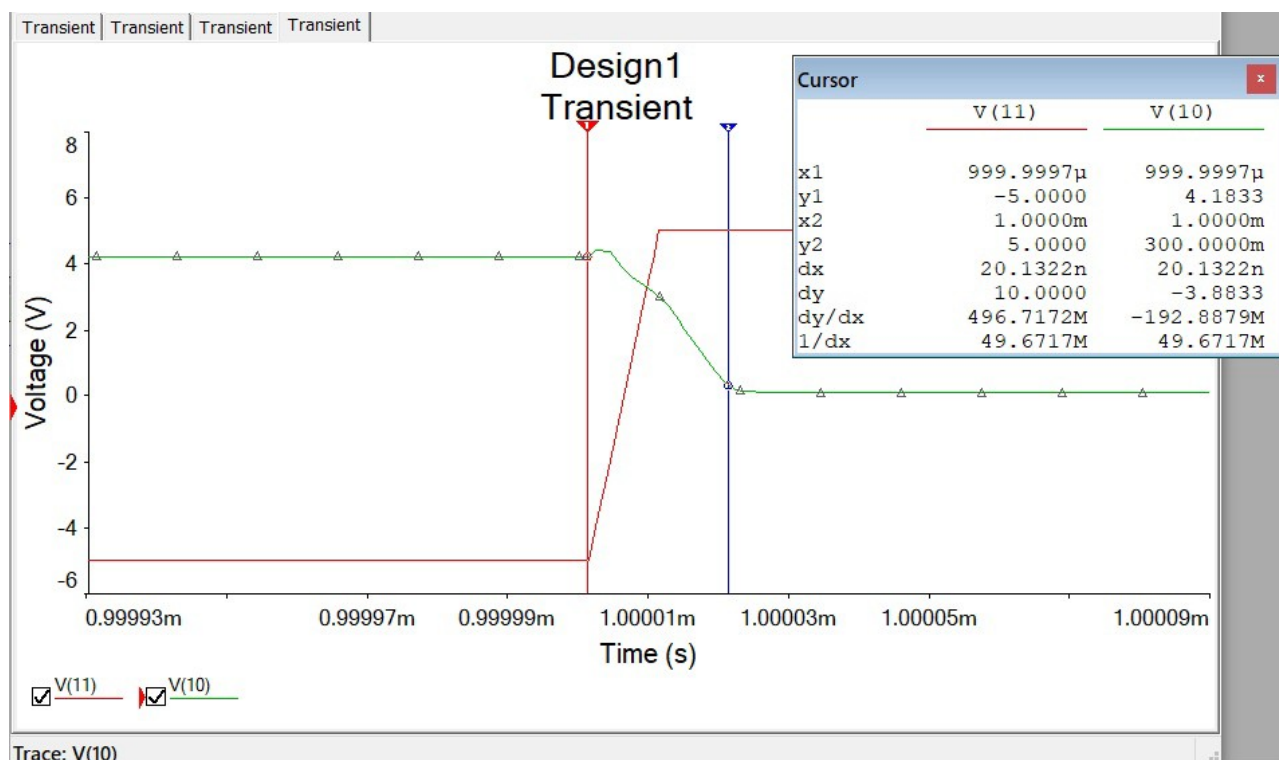


Рисунок 8 – Переключение с 1 на 0

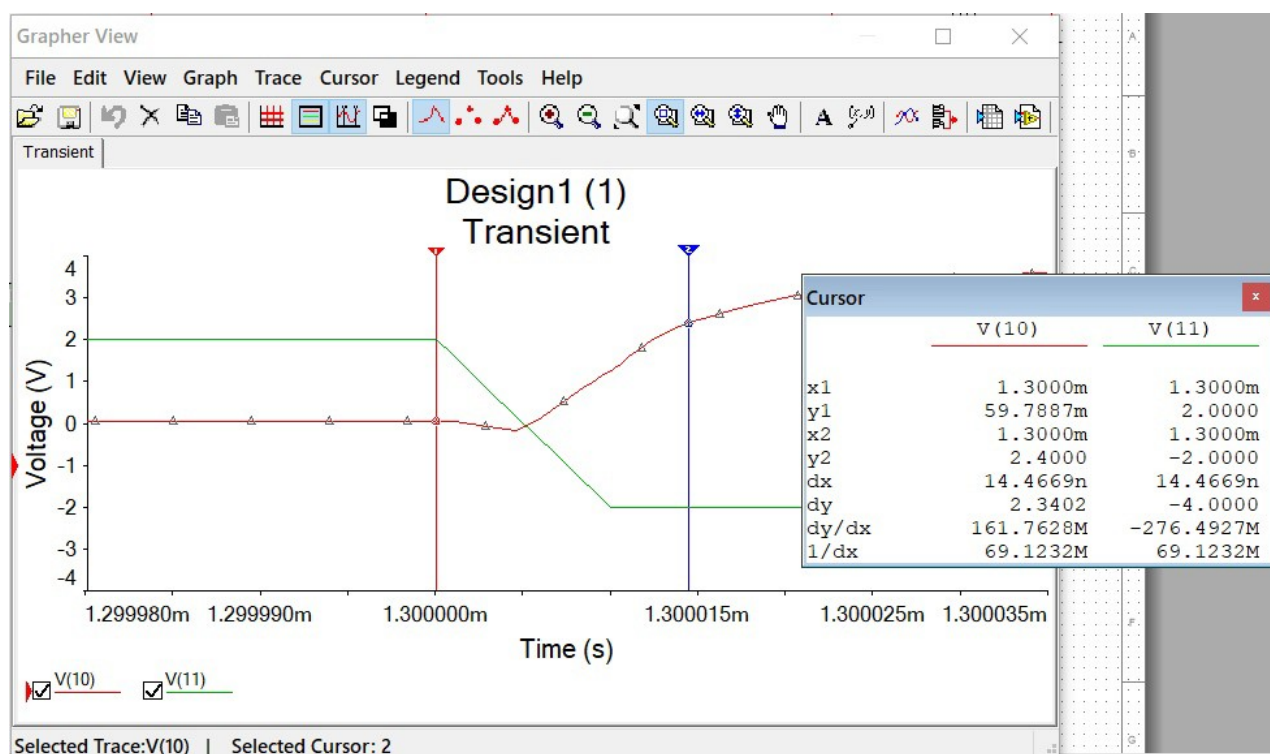


Рисунок 9 – Переключение с 0 на 1

$$t_{\text{за}}^{10} = 20.1322 \text{ нс}$$

$$t_{\text{за}}^{01} = 14.4669 \text{ нс}$$

$$t_{\text{с}}^{10} = 17.29955 \text{ нс}$$

Вывод:

В данном домашнем задании я рассмотрел основные характеристики ТТЛ-ключа

$$1. R1 = 4156.8 \text{ Ом}$$

$$R2 = 1662.72 \text{ Ом}$$

$$R3 = R4 = 1039.2 \text{ Ом}$$

$$R5 = 138.56 \text{ Ом}$$

$$2. \text{ Рисунок 2, 3}$$

$$3. U_{\text{вых}}^1 = 4.098 \text{ В}$$

$$U_{\text{вых}}^0 = 202.2959 \text{ мВ}$$

$$U_{\text{вх}}^1 = 4.098 \text{ В}$$

$$U_{\text{вх}}^0 = 202.2959 \text{ мВ}$$

$$U_{\text{пор}}^0 = 0.839 \text{ В}$$

$$U_{\text{пор}}^1 = 1.6168 \text{ В}$$

$$U_{\text{пом}}^0 = 0.839 - 0.202 = 0.637 \text{ В}$$

$$U_{\text{пом}}^1 = 4.098 - 1.6168 = 2.4812 \text{ В}$$

$$U_{\text{п.ст.}} = 0.637 \text{ В}$$

$$4. I_{\text{вх}}^1 = 0.996 \text{ мА}$$

$$I_{\text{вх}}^0 = -0.065583 \text{ мА}$$

$$5. I_{\text{max}}^0 = 129.8259 \text{ мА}$$

$$I_{\text{max}}^1 = 12.0948 \text{ мА}$$

$$6. K_p^1 = I_{\text{max}}^1 / I_{\text{вх}}^0 = 184.42$$

$$K_p^0 = I_{\text{max}}^0 / I_{\text{вх}}^1 = 130.347$$

$$7. t_{\text{зад}}^{10} = 20.1322 \text{ нс}$$

$$8. t_{\text{зад}}^{01} = 14.4669 \text{ нс}$$

$$9. t_{\text{ср}}^{10} = 17.29955 \text{ нс}$$