

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ  
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»

ФАКУЛЬТЕТ ПРИКЛАДНОЇ МАТЕМАТИКИ

КАФЕДРА СИСТЕМНОГО ПРОГРАМУВАННЯ ТА  
СПЕЦІАЛІЗОВАНИХ КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМ

**Лабораторна робота №2**  
**з дисципліни «Комп'ютерна електроніка»**

**Варіант 8**

Виконали  
студенти 2-го курсу  
групи КВ-41  
*Яковенко Максим*  
*Курач Віктор*

Київ – 2016

## Схема з нелінійним зворотнім зв'язком

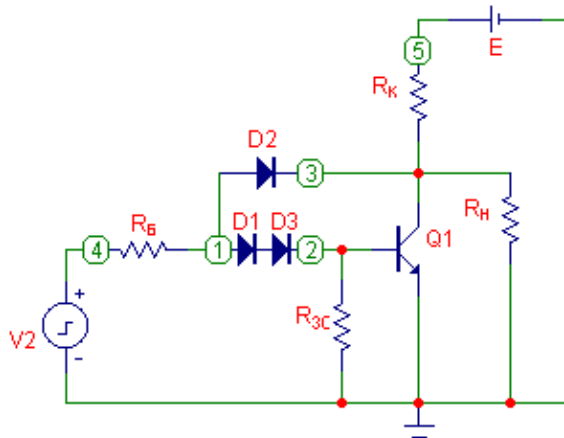
Дано:

$$R_K = 18 \text{ Ом} \quad R_H = 150 \text{ Ом} \quad R_{3C} = 220 \text{ Ом} \quad E = 5 \text{ В}$$

$$U_{BEH} = 0,65 \text{ В} \quad U_D = 0,7 \text{ В} \quad I_{RB} = 29,94 \text{ мА, при } U_{BX} = U_{BX}^1$$

$$U_{BX}^0 = 0,062 \text{ В} \quad U_{BX}^1 = 4,36 \text{ В} \quad U_{ВИХ}^0 = 1,4 \text{ В} \quad U_{ВИХ}^1 = 4,464 \text{ В}$$

Знайти:  $R_B, I_{RK}, I_{RH}, t^{10}, t^{01}, t_{3T}^{10}, t_{3T}^{01}$ .



$$U_1 = U_{D1} + U_{D3} + U_{BEH} = 2U_D + U_{BEH} = 2 \cdot 0,7 + 0,65 = 2,05 \text{ (В)}$$

$$\text{При } U_{BX} = U_{BX}^1: \quad R_B = \frac{U_{RB}}{I_{RB}} = \frac{U_{BX}^1 - U_1}{I_{RB}} = \frac{4,36 - 2,05}{0,02994} = 77,15 \text{ (Ом)}$$

$$R_B^* = 82 \text{ Ом}$$

При закритому транзисторі:

$$I_{RK} \approx I_{RH} = \frac{U_{RH}}{R_H} = \frac{U_{ВИХ}^1}{R_H} = \frac{4,464}{150} = 0,02976 \text{ (А)}$$

При відкритому транзисторі:

$$I_{RK} = \frac{U_{RK}}{R_K} = \frac{E - U_{ВИХ}^0}{R_K} = \frac{5 - 1,4}{18} = 0,2 \text{ (А)}$$

$$I_{RH} = \frac{U_{RH}}{R_H} = \frac{U_{ВИХ}^0}{R_H} = \frac{1,4}{150} = 0,00933 \text{ (А)}$$

Таблиця розрахункових значень:

	$U_{BX}, \text{В}$	$U_{ВИХ}, \text{В}$	$U_1, \text{В}$	$R_B, \text{Ом}$	$I_{RB}, \text{мА}$	$I_{RK}, \text{мА}$	$I_{RH}, \text{мА}$
$U_{BX} = U_{BX}^0$	0,062	4,464	0,062	77,15	0	29,76	29,76
$U_{BX} = U_{BX}^1$	4,36	1,4	2,05		29,94	200	9,33

Таблиця реальних значень:

	$U_{BX}, \text{В}$	$U_{ВИХ}, \text{В}$	$U_1, \text{В}$	$R_B, \text{Ом}$	$I_{RB}, \text{мА}$	$I_{RK}, \text{мА}$	$I_{RH}, \text{мА}$
$U_{BX} = U_{BX}^0$	0,062	4,464	0,065	82	0,065	29,65	29,79
$U_{BX} = U_{BX}^1$	4,36	1,345	2,136		27,14	203,06	8,97

Таблиця часових параметрів:

	$t^{10}, \text{нс}$	$t^{01}, \text{нс}$	$t_{3T}^{10}, \text{нс}$	$t_{3T}^{01}, \text{нс}$
Розрах. з-ння (ЛР №1)	5,67	8,98	3,15	7,52
Реальні з-ння	4,22	10,26	5,51	5,13

### Висновки:

1. Реальне значення  $U_{ВИХ}^0$  виявилося меншим за розрахункове, що задовольняє умову задачі.
2. Напруга  $U_1$  виявилася більшою за розрахункову, оскільки падіння напруги на  $R_B$  виявилося меншим через зменшення  $I_{RB}$ . Цей струм, в свою чергу, зменшився тому, що значення резистора  $R_B$  округлено в більшу сторону.
3. Струм колектора  $I_{RK}$  розраховувався для  $U_{ВИХ}^0 = 1,4 \text{ В}$ . Реальне  $U_{ВИХ}^0$  менше цього значення, отже падіння напруги на  $R_K$  більше, що спричиняє збільшення струму  $I_{RK}$ .
4. Зменшення  $U_{ВИХ}^0$  спричинило зменшення падіння напруги на  $R_H$  і, відповідно, зменшення струму  $I_{RH}$ .
5. Зміну часових характеристик модифікованої схеми відносно базової можна пояснити наявністю НЗЗ. За рахунок того, що транзистор не працює в стані насичення, на ньому не накопичуються надлишкові заряди, тому час затримки при вимкненні буде меншим. Час затримки при подачі на вхід «1» є більшим через підключення діодів зсуву, на відкриття яких потрібен певний час.

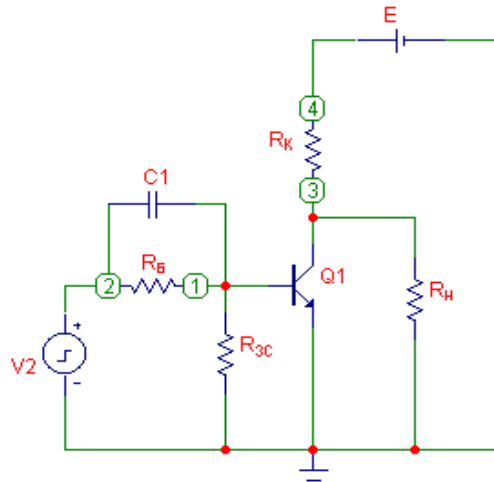
## Схема з форсуючим конденсатором

Дано:

$$R_B = 120 \text{ Ом} \quad R_K = 18 \text{ Ом} \quad R_H = 150 \text{ Ом} \quad R_{3C} = 220 \text{ Ом}$$

$$E = 5 \text{ В} \quad U_{BX}^0 = 0,062 \text{ В} \quad U_{BX}^1 = 4,36 \text{ В} \quad C_1 = 540 \text{ пФ}$$

Знайти:  $t^{10}, t^{01}, t_{3T}^{10}, t_{3T}^{01}$ .



Таблиця часових параметрів:

	$t^{10}, \text{ нс}$	$t^{01}, \text{ нс}$	$t_{3T}^{10}, \text{ нс}$	$t_{3T}^{01}, \text{ нс}$
Розрах. з-ння (ЛР №1)	5,67	8,98	3,15	7,52
Реальні значення	1,32	1,23	1,22	0,34

### Висновки:

Модифікована схема з форсуючим конденсатором має значно менший час переходу та затримки, порівняно з часом роботи немодифікованої схеми. Це пояснюється додаванням до схеми конденсатора, адже при подачі на вхід логічної «1» на транзистор подається значний струм, тому він відкривається швидше. Відповідно, при зміні керуючої напруги виникає значний зворотній струм, який пришвидшує закриття транзистора.

## Схема з діодною фіксацією вихідного рівня

Дано:

$$R_B = 120 \text{ Ом}$$

$$R_K = 18 \text{ Ом}$$

$$R_{3C} = 220 \text{ Ом}$$

$$E = 5 \text{ В}$$

$$U_{BX}^0 = 0,062 \text{ В}$$

$$U_{BX}^1 = 4,36 \text{ В}$$

$$U_{ВИХ}^0 = 0,1 \text{ В}$$

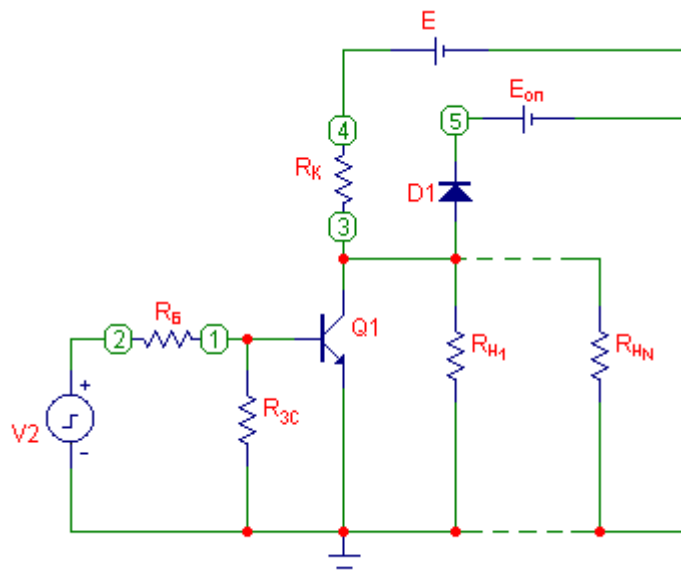
$$U_{ВИХ}^1 = 4,464 \text{ В}$$

$$U_D = 0,7 \text{ В}$$

$$N_{MAX} = 14$$

$$R_{EKB} = 150 \text{ Ом, при } N = N_{MAX}$$

Знайти:  $E_{OP}$ ,  $R_{EKB}$ ,  $I_{RK}$ ,  $I_{REKB}$ ,  $I_{D1}$ .



$$R_{Hi} = R_{EKB} N_{MAX} = 150 \cdot 14 = 2100 \text{ (Ом)}$$

$$N = \frac{N_{MAX}}{2} = 7: \quad R_{EKB} = \frac{R_{Hi}}{7} = 300 \text{ (Ом)}$$

$$N = N_{MAX} = 14: \quad R_{EKB} = \frac{R_{Hi}}{14} = 150 \text{ (Ом)}$$

$$N = 1,5 N_{MAX} = 21: \quad R_{EKB} = \frac{R_{Hi}}{21} = 100 \text{ (Ом)}$$

$$\text{При } N = 0: I_{D1} = I_{RK} = \frac{U_{RK}}{R_K} = \frac{E - U_{ВИХ}^1}{R_K} = \frac{5 - 4,464}{18} = 0,02978 \text{ (А)}$$

$$E_{OP} = U_{ВИХ}^1 - U_{D1} = 4,464 - 0,7 = 3,764 \text{ (А)}$$

$$\text{При } 0 < N \leq N_{MAX}: I_{RK} = \frac{U_{RK}}{R_K} = \frac{E - U_{ВИХ}^1}{R_K} = \frac{5 - 4,464}{18} = 0,02978 \text{ (А)}$$

$$\text{При } N = \frac{N_{MAX}}{2} = 7: I_{REKB} = \frac{U_{ВИХ}^1}{R_{EKB}} = \frac{4,464}{300} = 0,01488 \text{ (A)}$$

$$I_{D1} = I_{RK} - I_{REKB} = 0,02978 - 0,01488 = 0,0149 \text{ (A)}$$

$$\text{При } N = N_{MAX} = 14: I_{REKB} = \frac{U_{ВИХ}^1}{R_{EKB}} = \frac{4,464}{150} = 0,02976 \text{ (A)}$$

$$I_{D1} = I_{RK} - I_{REKB} = 0,02978 - 0,02976 = 0,00002 \text{ (A)}$$

$$\text{При } N > N_{MAX}: I_{REKB} = I_{RK} = \frac{E}{R_K + R_{EKB}} = \frac{5}{18+100} = 0,04237 \text{ (A)}; I_{D1} = 0$$

$$U_{ВИХ}^1 = I_{REKB} R_{EKB} = 0,04237 \cdot 100 = 4,237 \text{ (В)}$$

Таблиця розрахункових значень:

	$N$	$U_{ВИХ}^1$ , В	$R_{EKB}$ , Ом	$I_{RK}$ , мА	$I_{REKB}$ , мА	$I_{D1}$ , мА
$N = 0$	0	4,464	$\infty$	29,78	0	29,78
$N = N_{MAX}/2$	7	4,464	300	29,78	14,88	14,90
$N = N_{MAX}$	14	4,464	150	29,78	29,76	0,02
$N = 1,5N_{MAX}$	21	4,237	100	42,37	42,37	0

Таблиця реальних значень:

	$N$	$U_{ВИХ}^1$ , В	$R_{EKB}$ , Ом	$I_{RK}$ , мА	$I_{REKB}$ , мА	$I_{D1}$ , мА
$N = 0$	0	4,569	$\infty$	24,11	0	24,11
$N = N_{MAX}/2$	7	4,523	300	27,57	15,07	12,50
$N = N_{MAX}$	14	4,448	150	31,66	29,53	2,35
$N = 1,5N_{MAX}$	21	4,238	100	42,36	42,36	0

### Висновки:

1. Високий вихідний рівень  $U_{ВИХ}^1$  при відсутньому або невеликому навантаженні виявляється більшим або майже рівним розрахунковому, що задовольняє умову задачі.
2. Збільшення  $U_{ВИХ}^1$  зумовлює менше падіння напруги на  $R_K$  та, відповідно, зменшення струму  $I_{RK}$  порівняно з його розрахунковим значенням. Однак, при збільшенні навантаження  $U_{ВИХ}^1$  поступово зменшується, падіння напруги на  $R_K$  збільшується, тим самим збільшуючи струм  $I_{RK}$ .
3. При навантаженні більшому граничного реальне  $U_{ВИХ}^1$  практично не відрізняється від розрахункового, оскільки в даному випадку задіяні лише лінійні елементи, а ні діод, ні транзистор не працюють.