МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ

«Київський політехнічний інститут»

ФАКУЛЬТЕТ ПРИКЛАДНОЇ МАТЕМАТИКИ

Кафедра СКС

Лабораторна робота №1

з дисципліни

Комп’ютерна електроніка

на тему:

**«насичений транзисторний ключ»**

**Виконав : Перевірив:**

студент групи КВ-64 \_\_\_\_\_\_\_ Т.Г. Сапсай Подольський Сергій Валентинович \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_(бали)

залікова книжка № КВ6415

#### V семестр

Київ-2008

# **Мета роботи:** Вивчення схеми транзисторного ключа. Розрахунок параметрів та вивчення основних характеристик схеми.

1. **Теоретичні відомості.**
   1. **Стани транзистора.**

У схемі транзисторного ключа використовується біполярний транзистор типу n-p-n. В будь-який момент часу транзистор може знаходитись в одному з трьох станів:

1. *стан відсічки* – транзистор закрито, струм на базу не надходить, у початковий момент часу існує лише зворотний струм у базі – струм розсіювання; струми колектора та емітера відсутні. Цей стан забезпечує високий рівень (рівень логічної “1” для позитивної логіки) на колекторі транзистора;
2. *активний стан* – стан підсилення; струми колектора та емітера можна знайти, використовуючи умови:

IК = β \* IБ,

IЕ = (β + 1) \* IБ,

де β – коефіцієнт підсилення струму, конкретний для кожного транзистора;

IБ – струм бази транзистора;

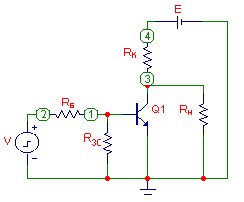
1. *стан насичення* – максимально відкритий транзистор; β зменшується в залежності від ступеня насичення, збільшення струму бази не призводить до значного збільшення струмів колектора та емітера; теоретична межа насичення: UБ = UКЕн; перехід колектор-емітер має мінімальну напругу. Цей стан забезпечує низький рівень (рівень логічного “0” для позитивної логіки) на колекторі транзистора. Струм колектора знаходиться, виходячи з умови

IК = (β / S) \* IБ,

де S – ступінь насичення транзистора.

мал. 1

* 1. **Транзисторний ключ як інвертор. Призначення елементів.**



Транзисторний ключ забезпечує інверсію вхідної напруги.

При подачі на вхід високого рівня (рівня логічної “1”) на базу транзистора надходить необхідний струм бази IБ, який забезпечує вмикання (відкриття) транзистора та зміну напруги на колекторі транзистора від високого рівня (рівня логічної “1”) до низького рівня (рівня логічного “0”).

При подачі на вхід низького рівня (рівня логічного “0”) струм бази IБ практично дорівнює нулю, в момент вимикання транзистора здійснюється розсіювання зарядів у базі транзистора. Опір зсуву RЗС забезпечує надійне закриття транзистора.

Коли на виході (на колекторі транзистора) низький рівень (рівень логічного “0”):

U0ВИХ =UКЕн,

струм проходить шлях Е→RК→КЕ→земля. Через опір RН струм практично не проходить.

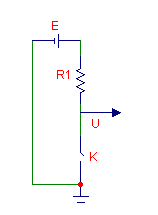
Коли на виході високий рівень (рівень логічної “1”) :

U1ВИХ = Е \* RН / (RК + RН),

транзистор закритий і струм через опір RК практично дорівнює струму через опір RН. Через колектор-емітер транзистора в стані відсічки струм практично не проходить.

* 1. **Схема транзисторного ключа.**

Розглянемо роботу схеми ключа, зображену на мал. 2.



мал. 2

Uвих

Якщо ключ К (мал.2-2):

* розімкнений, то на виході високий рівень, що визначається джерелом живлення;
* замкнений, то на виході низький рівень, що дорівнює рівню схемної землі.

Якщо транзистор у схемі, що зображена на мал. 1:

* відкрито, то на виході (колекторі транзистора) низький рівень, що визначається напругою UКЕн – напруга переходу колектор-емітер насичення;
* закрито, то на виході високий рівень, що визначається джерелом живлення та опорами RК і RН.

1. **Вихідні дані:**
2. U0ВХ = 0,15 + 0,003 = 0,153 [B]
3. U1ВХ = 4,15 + 0,16 = 4,31 [B]
4. IRн = 0,02 + 0,016 = 0,036 [А]
5. 4,31 ≤ U1ВИХ < 1,2\*4,31

4,31 ≤ U1ВИХ < 5,172

1. U0ВИХ≤ 0,14 [B]
2. IRзс = 0,1\*IБ
3. UБЕн = 0,65 [В]
4. βн =10
   1. **Порядок розрахунку:**
5. RН = URн / IRн  = U1ВИХ / IRн = U1ВХ / IRн = 4,31 / 0,036 = 119,72 [Ом]

R\*Н = 120 [Ом]

U1\*ВИХ = U\*Rн = IRн\*R\*Н = 0,036\*120 = 4,32 [B]

1. ІС виготовлена за технологією ТТЛ:

E = 5 [В]

1. RК = URк / IRк = (E – URн) / IRн = (E – U1\*ВИХ) / IRн = (5 – 4,32) / 0,036 = 18,89 [Ом]

R\*К = 18 [Ом]

I\*Rн = E / (R\*К + R\*Н) = 5 / (18 + 120) = 0,03623 [А]

U1\*\*ВИХ = I\*Rн\*R\*Н = 0,3623\*120 = 4,348 [В]

1. IКн = URк / RК = (E – U0ВИХ) / RК = (5 – 0,14) / 18 = 0,27 [А]

IБ = IКн / βн = 0,27 / 10 = 0,027 [А]

IRзс = 0,1\*IБ = 0,1\*0,027 = 0,0027 [А]

IRб = IRзс+ IБ=1,1\*IБ = 1,1\*0,027 = 0,0297 [А]

RЗС = URзс / IRзс = UБЕн / IRзс = 0,65 / 0,0027 = 240,7 [Ом]

R\*ЗС = 240 [Ом]

RБ = URб / IRб = (U1ВХ – UБЕн)/ IRб = (4,31 – 0,65) / 0,0297 = 123,23 [Ом]

R\*Б = 120 [Ом]

1. PT =U\*I = UВИХ\*IКЕ

IКЕ = IRк – IRн = (E – UВИХ) / R\*К – UВИХ / R\*Н

1. UВИХ = 0.2\*U1\*\*ВИХ = 0,2\*4,348 = 0,8696 [В]

IКЕ = (5 – 0,8696) / 18 – 0,8696 / 120 = 0,22222 [А]

PT = 0,8696\*0,22222 = 0,1932 [Вт]

1. UВИХ =0.5\*U1\*\*ВИХ = 0,5\*4,348 = 2,174 [В]

IКЕ = (5 – 2,174) / 18 – 2,174 / 120 = 0,13888 [А]

PT = 2,174\*0,13888 = 0,3019 [Вт]

1. UВИХ =0,8\*U1\*\*ВИХ = 0,8\*4,348 = 3,4784 [В]

IКЕ = (5 – 3,4784) / 18 – 3,4784 / 120 = 0,0555 [А]

PT = 3,4784\*0,0555 = 0,193 [Вт]

PTmax = 0,3019 [Вт]

1. Часові параметри:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Параметри | t1,0 | t0,1 | t1,0зт | t0,1зт |
| замір. зн. | 5,46 нс | 8,4 нс | 3,09 нс | 7,33 нс |

1. Потужність розсіювання на резисторах:

UВХ = U1ВХ = > транзистор в режимі насичення:

PRсм = URзс2/ R\*ЗС = UБЕн2/ R\*ЗС = 0,652/ 240 = 0,00176 [Вт]

PRб = URб 2/ R\*Б = (U1ВХ – UБЕн)2 / R\*Б = (4,31 – 0,65)2 / 120 = 0,11163 [Вт]

Транзистор в режимі насичення:

PRк = E2 / R\*К = 52/ 18 = 1,389 [Вт]

Транзистор в режимі відсічки:

PRн = I\*Rн2 \* R\*Н = 0,036232 \* 120 = 0,1575 [Вт]

1. Частота вхідного сигналу задається за допомогою параметрів пульсара p1÷ p5:

p1 = 100 нс

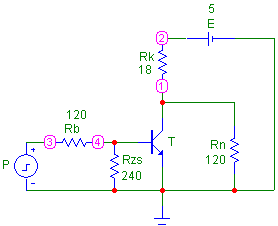
p2 = 110 нс

p3 = 500 нс

p4 = 510 нс

p5 = 1 мс

* 1. **Малюнок схеми з номерами вузлів:**



* 1. **Підсумкова таблиця:**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Параметри | UБЕн | U0вх | U1вх | U0вих | U1вих | IRб | IRн | IRк | Rн | Rк | RБ | Rзс | βн |
| розрах. зн. | 0,65 | 0,153 | 4,31 | 0,14 | 4,31 | 29,7 | 36 | 270 | 119,72 | 18,89 | 123,23 | 240,7 | 10 |
| реальн. зн. | 0,676 | 0,153 | 4,31 | 0,078 | 4,348 | 30,3 | 36,2 | 273 | 120 | 18 | 120 | 240 | 9,93 |

βН реальне = IК реальне / IБ реальне = 272,768 / 27,47 = 9,93

* 1. **Висновки:**

Ми отримали схему, яка інвертує вхідний сигнал, причому вихідний рівень нуля виявився меншим за вхідний рівень нуля, а вихідний рівень одиниці – більшим за вхідний рівень одиниці. Це пов’язано з тим, що ми підібрали номінали опорів таким чином, щоб вихідні рівні нуля й одиниці знаходилися в межах допустимих діапазонів.

У режимі відсічки транзистора з рівняння E = U1ВИХ + URк випливає, що краще взяти менше значення напруги URк, щоб отримати достатнє реальне значення напруги U1ВИХ високого рівня на виході (на навантаженні RН). Для цього ми обираємо реальний менший, ніж розрахований, номінал опору RК і більший, ніж розрахований, номінал опору навантаження RН. Оскільки ми взяли реальний опір RК менший на 0,89 Ом, а опір RН більший на 0,28 Ом, ніж обчислені опори, то в сумі, у зв’язку з послідовним їх включенням у колі при закритому транзисторі, загальний опір зменшиться на 0,61 Ом, що становить досить малий відсоток від загального опору, який дорівнює 120+18=136 Ом. Тому реальний струм IRн збільшився не суттєво і фактично залишився таким як і розрахований.

Реальна напруга вихідного нульового рівня є меншою за задану за варіантом напругу U0ВИХ, оскільки реальне падіння напруги на переході колектор-емітер виявилося меншим, ніж задане за варіантом. Це зумовлено тим, що параметри транзистора відрізняються від очікуваних за варіантом (а саме опір переходу колектор-емітер на транзисторі при розрахованих номіналах резисторів).

Струм IRб виявився дещо більшим, ніж розрахований, оскільки було взяте менше реальне номінальне значення опору резистора R\*Б, ніж розраховане:

I\*Rб = = = = 0,0303 [А],

що й видно з таблиці.

Зі збільшенням струму IRб пов’язане збільшення базового струм IБ транзистора:

I\*Б = I\*Rб – = 0,0303 – 0,0275 [А],

тому реальне значення βн також виявилося дещо меншим, ніж задане за умовою.

* 1. **Часові діаграми:**

