

**МІНІСТЕРСТВО ВНУТРІШНІХ СПРАВ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ВНУТРІШНІХ СПРАВ
КРЕМЕНЧУЦЬКИЙ ЛЬОТНИЙ КОЛЕДЖ**

Циклова комісія авіаційного і радіоелектронного обладнання

МЕТОДИЧНІ МАТЕРІАЛИ

до лабораторних занять

із навчальної дисципліни

«Комп'ютерно-інтегровані системи керування»

вибіркових компонент

освітньо - професійної програми першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

Електромеханіка

Харків 2022

ЗАТВЕРДЖЕНО

Науково-методичною радою
Харківського національного
університету внутрішніх справ
Протокол від 30.08.2022 № 8

СХВАЛЕНО

Методичною радою Кременчуцького
льотного коледжу
Протокол від 22.08.2022 № 1

ПОГОДЖЕНО

Секцією науково-методичної ради
ХНУВС з технічних дисциплін
Протокол від 29.08.2022 № 8

Розглянуто на засіданні циклової комісії авіаційного і радіоелектронного обладнання, протокол від 15.08.2022 № 1

Розробник: викладач циклової комісії авіаційного і радіоелектронного обладнання, спеціаліст вищої категорії, викладач-методист Стушанський Ю.В.

Рецензенти:

1. Заступник директора коледжу з навчальної та виховної роботи КЛК ХНУВС, к.т.н., спеціаліст вищої категорії, викладач-методист Шмельов Ю.М.
2. Інженер з технічного обслуговування, ремонту та діагностики авіаційної техніки ТОВ «ЕЙР ТАУРУС» Калінін О.В.

1. Розподіл часу навчальної дисципліни за темами

1.1. Розподіл часу навчальної дисципліни за темами (денна форма навчання)

Номер та назва навчальної теми	Кількість годин відведених на вивчення навчальної дисципліни						Вид контролю
	Всього	з них:					
		Лекцій	Семінарські заняття	Практичні заняття	Лабораторні заняття	Самостійна робота	
Семестр № 7							
Тема № 1. Основні положення теорії автоматичного керування. Класифікація систем автоматичного управління.	8	2	0	0	0	6	
Тема № 2. Класифікація принципів автоматичного управління та функціональних схем САУ. Критерії оптимальності та якості САУ.	10	2	0	0	0	8	
Тема № 3. Основні пристрої бортових цифрових обчислювальних машин (БЦОМ).	26	2	0	4	6	14	Контрольне опитування, захист звіту з лабораторної роботи
Тема № 4. Надійність бортових інформаційних систем	12	2	0	0	0	10	
Тема № 5. Інтерфейси бортових систем.	12	2	0	0	0	10	
Тема № 6. Середа передачі.	12	2	0	0	0	10	
Тема № 7. Інтерфейс внутрішньої магістралі бортової цифрової обчислювальної машини.	16	4	0	2	0	10	Контрольне опитування
Тема № 8. Модульна авіоніка.	24	2	0	4	4	14	Контрольне опитування, захист звіту з лабораторної роботи
Тема № 9. Відкриті системи бортового обладнання.	10	2	0	0	0	8	
Всього за семестр № 7:	120	20	0	10	10	90	Екзамен

1.2. Розподіл часу навчальної дисципліни за темами (заочна форма навчання)

Номер та назва навчальної теми	Кількість годин відведених на вивчення навчальної дисципліни						Вид контролю
	Всього	з них:					
		Лекції	Семінарські заняття	Практичні заняття	Лабораторні заняття	Самостійна робота	
Семестр № 7							
Тема № 1. Основні положення теорії автоматичного керування. Класифікація систем автоматичного управління.	12	0	0	0	0	10	
Тема № 2. Класифікація принципів автоматичного управління та функціональних схем САУ. Критерії оптимальності та якості САУ.	12	2	0	0	0	10	
Тема № 3. Основні пристрої бортових цифрових обчислювальних машин (БЦОМ).	20	0	0	2	6	14	Контрольне опитування, захист звіту з лабораторної роботи
Тема № 4. Надійність бортових інформаційних систем	12	0	0	0	0	12	
Тема № 5. Інтерфейси бортових систем.	12	0	0	0	0	12	
Тема № 6. Середина передачі.	12	0	0	0	0	12	
Тема № 7. Інтерфейс внутрішньої магистралі бортової цифрової обчислювальної машини.	14	2	0	0	0	12	
Тема № 8. Модульна авіоніка.	16	2	0	2	0	12	Контрольне опитування
Тема № 9. Відкриті системи бортового обладнання.	12	0	0	0	0	12	
Всього за семестр № 7:	120	6	0	4	6	104	Екзамен

2. Методичні вказівки до лабораторних занять

Тема № 3. Основні пристрої бортових цифрових обчислювальних машин (БЦОМ).

Лабораторне заняття: Визначення часу перемикання транзисторного ключа від зміни параметрів навантаження

Навчальна мета заняття: використовуючи можливості середовища EWB, досліджувати статичні і динамічні параметри ключів на біполярних транзисторах.

Кількість годин - 6 (денна форма); 6 (заочна форма).

Місце проведення: аудиторія коледжу.

Навчальні питання:

1. Ознайомитись з віртуальними приладами та елементами інтерфейсу програми EWB 5.12
2. Засвоїти порядок підготовки до виконання лабораторної роботи та правила техніки безпеки.
3. Визначення статичних та динамічних характеристик ключів на біполярних транзисторах.

Література: 2(с.74-80), 3(с.13-34)

План проведення заняття:

I. Вступ до заняття. Проведення попереднього контролю теоретичних знань, практичних умінь і навичок здобувачів вищої освіти.

II. Основна частина заняття.

1. Під час виконання робіт з комп'ютером на організм людини можуть діяти наступні небезпечні та шкідливі виробничі фактори:

- небезпека травмування електричним струмом;
- електромагнітне випромінювання;
- напруженість зору;
- підвищений рівень шуму на робочому місці (від вентиляторів, кулерів, процесору тощо);
- нервово-психологічні навантаження (розумове перенапруження, перенапруження аналізаторів, монотонність праці, емоційні навантаження).

Робоче місце повинно забезпечувати:

- достатній рівень освітлення приміщення та робочого місця;
- оптимальні параметри мікроклімату (температура, відносна вологість, рівень іонізації повітря);
- належні ергономічні характеристики основних елементів робочого місця, а також враховувати наступні небезпечні та шкідливі фактори: наявність шуму та вібрації, м'яке рентгенівське випромінювання, електромагнітне випромінювання, ультрафіолетове і інфрачервоне випромінювання, електростатичне поле між екраном і оператором, наявність пилу, озону, окису азоту та аероіонізації.

Приміщення з комп'ютерами повинні мати природне та штучне освітлення. Вікна приміщень повинні мати регулюючі пристрої для відкривання, а також жалюзі, штори.

Приміщення, де працюють з комп'ютерами, повинні бути обладнані системами опалення, кондиціонування повітря, вентиляції.

Екран відеомонітора повинен знаходитись від очей користувача на оптимальній відстані 600-700 мм, не ближче 500 мм, з урахуванням розмірів алфавітно-цифрових знаків та символів.

витагнутої руки (по висоті 900 - 1300 мм, по глибині 400-500 мм).

Рациональна поза оператора (користувача): розташування тіла при якому ступні працівника розташовані на площині підлоги або на підставці для ніг, стегна зорієнтовані у горизонтальній площині, верхні частини рук - вертикальні, кут ліктьового суглоба коливається у межах $70 - 90^\circ$, зап'ястя зігнуті під кутом не більше ніж 20° , нахил голови - у межах $15-20^\circ$, а також виключені часті її повороти. 2. Перевірити зовнішнє прилад ВАР-30М, що підлягає перевірці. Прилад повинен мати заводський номер, згідно паспорту, не пошкоджений корпус та штуцер «С», скло повинне бути прозорим, без запотівань та тріщин, рівномірне лако-фарбове покриття. Кремальєра повинна переміщати стрілку в межах ± 7 м/с. Після перевірки кремальєру виставити на нуль.

2.1 У робочому вікні середовища зібрати схему простого ключа на біполярному транзисторі типа 2N2218 з бібліотеки Transistors (рис.1). У цій схемі транзистор VT працює в ключовому режимі – під дією імпульсного сигналу, що управляє, перемикається з режиму відсічення в режим насичення, комутуючи тим самим струм у вихідному колекторному ланцюзі. Як джерело вхідних сигналів, що управляють, використаний бібліотечний генератор прямокутних імпульсів (Еб) з наступними установками – частота дотримання імпульсів 50 кГц, шпаруватість 2 амплітуда 1В, зрушення рівня 0.5В. За допомогою двопроменевого осцилографа переконатися в працездатності ключа і визначити статичні і динамічні параметри. До статичних параметрів відносяться високі низькі рівні вхідної і вихідної напруги ключа - U_{BX}^1 , U_{BX}^0 , $U_{ВИХ}^1$, $U_{ВИХ}^0$ динамічних – часи перемикань ключа із замкнутого стану в розімкнене і назад.

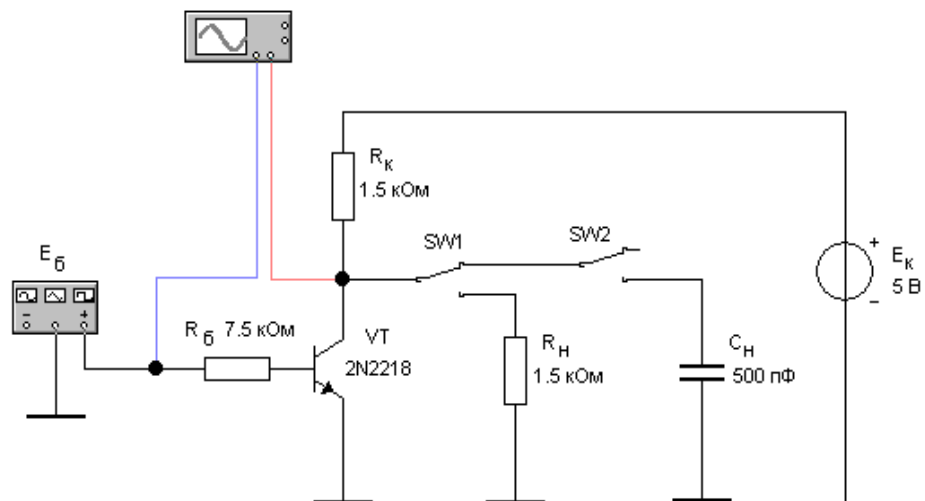


Рисунок 1- Простий ключ на біполярному транзисторі.

На рис.2 приведені тимчасові діаграми вхідної і вихідної напруги ключа, отримані за допомогою віртуального двопроменевого осцилографа. Видно, що в даному випадку $U_{BX}^1 = 1,5В$, $U_{BX}^0 = -0,5В$, $U_{ВИХ}^1 = 5В$, $U_{ВИХ}^0 = 40мВ$. Далі за

допомогою осцилографа визначалися зразкові тимчасові інтервали процесів відкриття і закривання ключа для подальшого точного тимчасового аналізу з використанням в головному меню пункту «Analysis» і підпункту «Transient». Як видно з рис.2 процес відкриття ключа, що викликається позитивним перепадом вхідного сигналу, можна детально досліджувати на тимчасовому інтервалі (19.9-20.7) мкс, а процес закривання ключа, що викликається негативним перепадом вхідного сигналу, - на інтервалі (9.7-11.3) мкс.

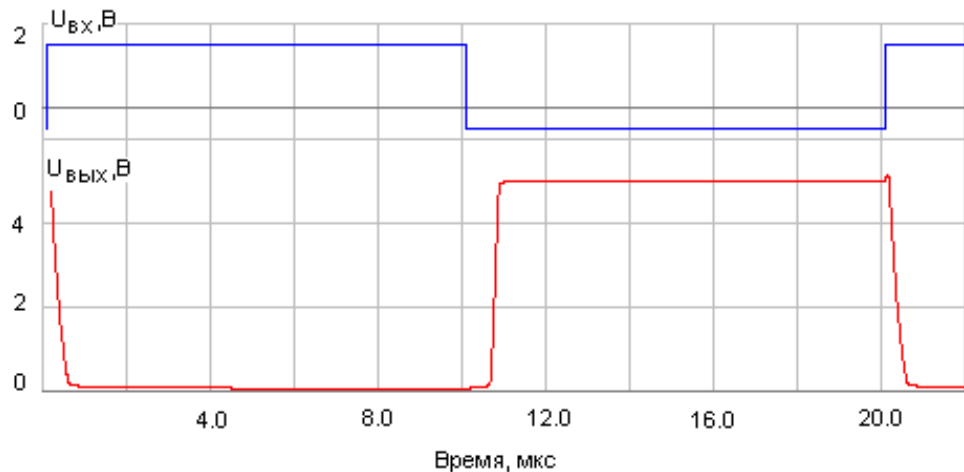


Рисунок 2 - Часові діаграми роботи ключа

Підпункт «Transient» дозволяє отримати перехідні процеси роботи ключа на вибраних тимчасових інтервалах, а використання підпункту «Parameter Sweeper» дозволяє вивчити вплив елементів схеми ключа на тривалість процесів перемикавання. На рис.3 і рис.4 приведені результати комп'ютерного аналізу тимчасових процесів відкриття і закривання ключа при різних значеннях резистора R_n .

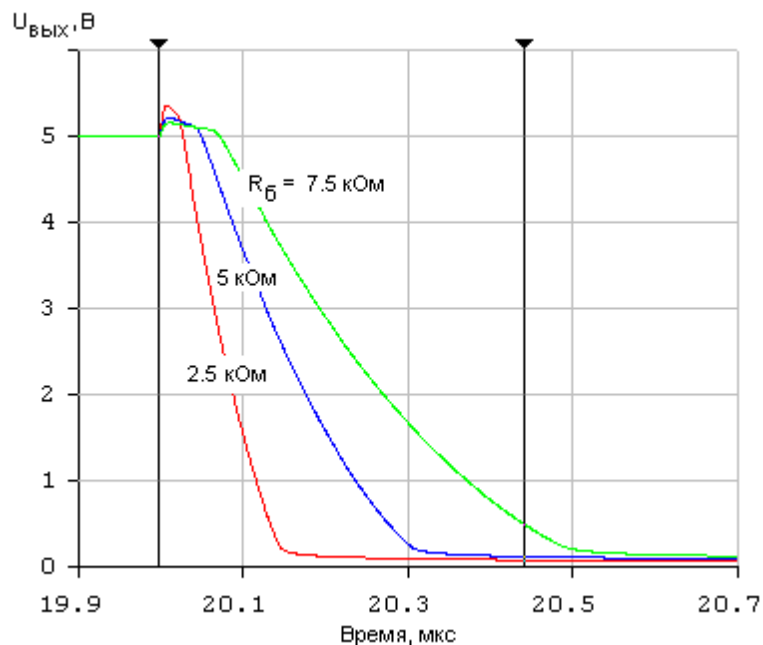


Рисунок 3 - Перехідний процес відкриття ключа.

З рис.3 видно, що при максимальному значенні час переходу транзисторного ключа із закритого стану ($U_{вих}^1$ д=5В) у відкрите ($U_{вих}^0$ д=40мВ) складає приблизно 500нс і зменшується із зменшенням R_b . Точніше виміряти час відкриття можна використовуючи рівні (0.1 – 0.9) від логічного перепаду $U_d = (U_{вих}^1 - U_{вих}^0)$. З рис.4 видно, що процес закривання транзистора складається з двох стадій - затримки закривання ($t_{зд}$) і часу закривання ($T^{0,1}$). При максимальному значенні R_b затримка закривання складає приблизно 500нс, а час закривання – 200нс. Із зменшенням R_b затримка закривання зростає а час закривання зменшується.

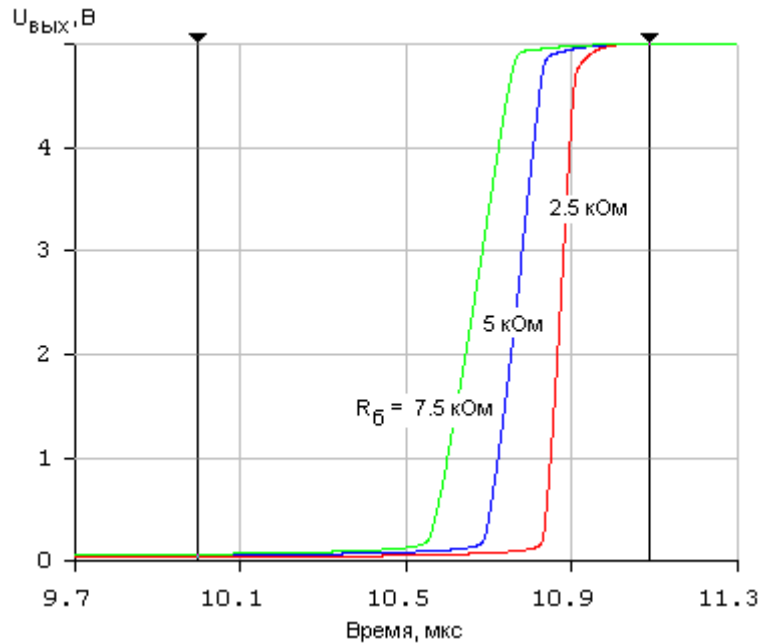


Рисунок 4 - Перехідний процес закривання ключа.

Використовуючи в головному меню пункт «Analysis», підпункти «Parameter Sweep» і «Transient», самостійно досліджувати вплив опору навантаження і ємкості навантаження на параметри переходного процесу включення і виключення транзисторного ключа. Для чого спочатку за допомогою перемикача підключити до виходу ключа опір навантаження і провести аналіз при зміні в діапазоні (0.5 - 2.5) кОм через 1кОм. Потім за допомогою перемикача підключити до виходу ключа ємкість навантаження і провести аналіз при зміні в діапазоні (500 – 1500) пФ через 500пФ. При значенні опору $R_b = 7.5$ кОм.

За результатами дослідження надати скріни осцилограм перехідних процесів та заповнити таблицю 1.

Таблиця 1

Номер дослідження	Значення опору резистора R_H	Значення ємкості конденсатора C_H	Час відкриття ключа	Час закривання ключа
1	0.5кОм	-		
2	1.5 кОм	-		

3	2.5 кОм	-		
4	2.5 кОм	500 пФ		
5	2.5 кОм	1000 пФ		
6	2.5 кОм	1500 пФ		

Контрольні питання.

1. За якою схемою підключений транзистор в режимі ключа.

2. Чи відбувається інверсія напруги при перемиканні ключа, що називається інверсією напруги.

3. Як впливає величина опору навантаження та характер навантаження на роботу транзисторного ключа.

4. В якості якого логічного елементу може застосовуватися транзисторний ключ.

III. Заключна частина заняття. Перевірка і оцінювання виконаних завдань. Підведення підсумків лабораторного заняття, акцентування уваги на основних помилках при його виконанні.

3. Рекомендована література (основна, допоміжна), інформаційні ресурси в Інтернеті

Основна література:

1. В.П. Харченко, І.В. Остроумов. Авіоніка. Навчальний посібник. К.: НАУ, 2013.-272с.
2. Авіаційні радіоелектронні системи / О.О.Чужа, О.Г. Ситник, В.М. Хімін, О.В. Кожохіна. – К.: НАУ, 2017. – 264с.;
3. В.О. Рогожин. Пілотажно-навігаційні комплекси повітряних суден. / В.О. Рогожин, В.М. Синеглазов, М.К. Філяшкін. Підручник. – К.: НАУ, 2005. – 316с.
4. А.В.Скрипець. Теоретичні основи експлуатації авіаційного обладнання. Навч. посіб. / А.В. Скрипець. – К.: НАУ, 2003. – 396с.;
5. А.П.Бамбуркін, В.Н.Неделько, М.И.Рубец. Аеронавігаційні радіотехнічні системи. Навчальний посібник/ Під.ред. М.И.Рубця — Кіровоград. Вид-во ГЛАУ, 2002.- 520с.
6. Ю.В.Стущанський. Комп'ютерні інтегровані системи авіоніки. Навчальний посібник. КЛК НАУ. 2011. – 182 с.

Допоміжна література:

1. В.П. Бабак. Безпека авіації / В. П. Бабак, В. П. Харченко, В. О. Максимов та ін. – К. : Техніка, 2004. – 584 с.
2. Харченко В.П. Радіомаячні системи ближньої аеронавігації: навч. посіб. / В.П. Харченко, В.Г. Мелкумян, О.П. Сушич. – К. : НАУ, 2011. – 208 с.
3. Харченко В.П. Авіоніка безпілотних літальних апаратів / В.П. Харченко, В.І. Чепіженко, А.А. Тунік, С.В. Павлова]; за ред. В.П. Харченка. – К. : ТОВ

«Абрис-принт», 2012.– 464с.

4. Конспекти лекцій з базової підготовки технічного персоналу згідно вимог Part-66, Part-147 (Модуль 3, 4, 5, 13, 14)

Інформаційні ресурси в Інтернеті:

1. Системи індикації ПС. <https://studfiles.net/preview/6810198/page:28/>
2. Бортова система попередження зіткнень
http://search.ligazakon.ua/l_doc2.nsf/link1/TM058196.htm
3. HELLI — TAWS http://www.fcs-modification.com/?go=news&n=6&new_language=0