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
«Цифрова техніка/Електронні інструментальні системи»
обов'язкових компонент
освітньо-професійної програми першого (бакалаврського) рівня
вищої освіти

Технічне обслуговування та ремонт повітряних суден і авіадвигунів

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 Стущанський 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:					
		Лекції	Семінарські заняття	Практичні заняття	Лабораторні заняття	Самостійна робота	
Семестр № 6							
Тема № 1 Місце цифрової техніки при реалізації авіаційних бортових електронних інструментальних систем.	4	2	0	0	0	2	
Тема № 2 Системи нумерації та перетворення даних.	8	4	0	0	0	4	
Тема № 3 Шини даних бортових комп'ютерних мереж.	16	6	0	2	0	8	
Тема № 4 Первинні логічні схеми, їх реалізація та застосування для побудови логічних пристроїв.	16	4	0	0	4	8	
Тема № 5 Основа будови бортових цифрових обчислювальних машин.	12	4	0	2	0	6	
Тема № 6 Поняття інтерфейсу, середа передачі, волоконна оптика.	12	6	0	2	0	8	Контрольне опитування
Тема № 7 Бортові інформаційні системи, електронні індикатори, система індикації та сигналізації повітряних суден.	12	6	0	0	0	6	
Тема № 8 Вплив зовнішніх факторів на функціювання електронних інструментальних систем, а саме: електростатичні розряди, електромагнітне середовище, блискавка та захист від них.	20	4	0	2	4	10	
Тема № 9 Типові електронні цифрові авіаційні системи повітряних суден.	16	6	0	2	0	8	Контрольне опитування
Всього за семестр № 6:	**120**	**42**	**0**	**10**	**8**	**60**	**залік**

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 № 6							
Тема № 1 Місце цифрової техніки при реалізації авіаційних бортових електронних інструментальних систем.	6	0	0	0	0	6	
Тема № 2 Системи нумерації та перетворення даних.	8	0	0	0	0	8	
Тема № 3 Шини даних бортових комп'ютерних мереж.	12	2	0	0	0	10	
Тема № 4 Первинні логічні схеми, їх реалізація та застосування для побудови логічних пристроїв.	12	0	0	0	0	12	
Тема № 5 Основа будови бортових цифрових обчислювальних машин.	16	2	0	0	0	14	
Тема № 6 Поняття інтерфейсу, середа передачі, волоконна оптика.	18	2	0	0	0	16	Контрольне опитування
Тема № 7 Бортові інформаційні системи, електронні індикатори, система індикації та сигналізації повітряних суден.	10	0	0	0	0	10	
Тема № 8 Вплив зовнішніх факторів на функціювання електронних інструментальних систем, а саме: електростатичні розряди, електромагнітне середовище, блискавка та захист від них.	16	2	0	0	0	14	
Тема № 9 Типові електронні цифрові авіаційні системи повітряних суден.	22	2	0	2	0	18	Контрольне опитування
Всього за семестр № 6:	**120**	**10**	**0**	**2**	**0**	**108**	**залік**

2. Методичні вказівки до лабораторних занять

Тема № 4 Первинні логічні схеми, їх реалізація та застосування для побудови логічних пристроїв.

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 - 4 (денна форма); 0 (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:

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

ІІ. 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 регулюючи пристрої для відкривання, а також жалюзі, штори.

Приміщення, де працюють з комп'ютерами, повинні бути обладнані системами опалення, кондиціювання 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.

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

Раціональна 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 °, зап'ястя зігнуті під кутом не більше ніж 20°, нахил голови - у межах 15-20°, 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 - $U_{вх}^{1}$.,$U_{вх}^{0}$, $U_{вих}^{1}$, $U_{вих}^{0}$ д динамічних – часи перемикань ключа із замкнутого стану в розімкнене і назад.

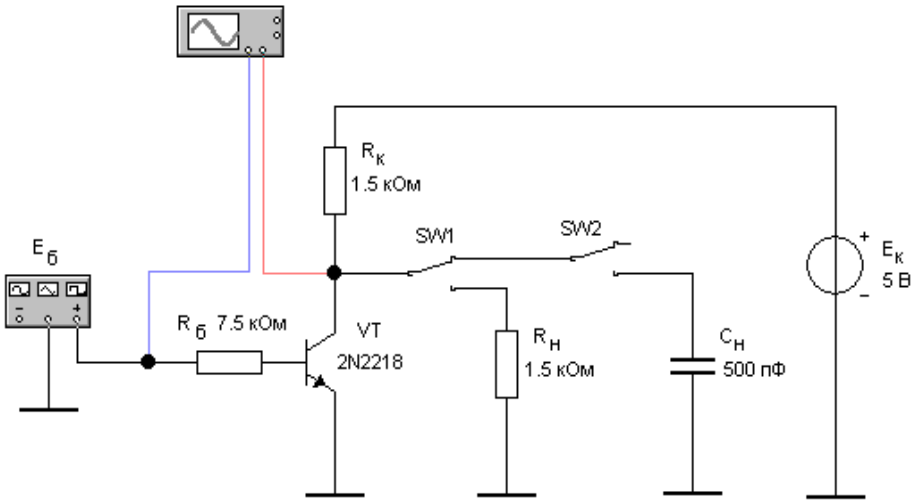


Рисунок 1- Простий ключ на біполярному транзисторі.

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

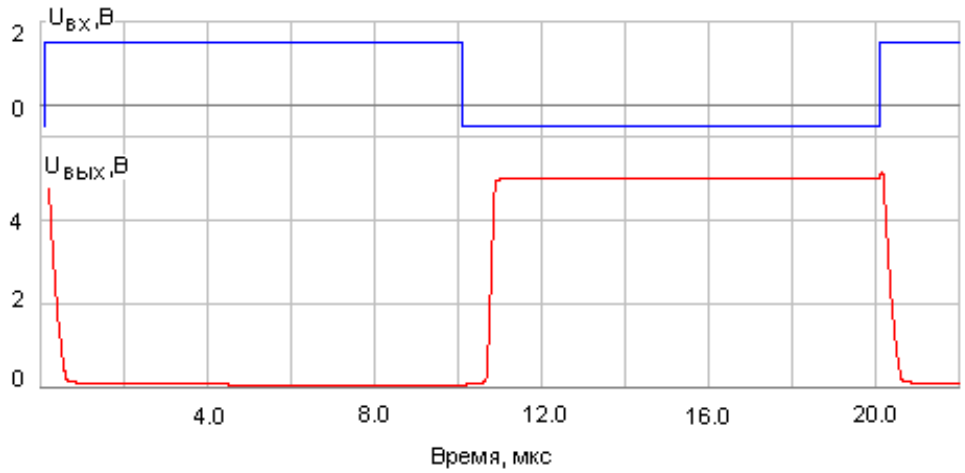


Рисунок 2 - Часові диаграми роботи ключа ключа

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

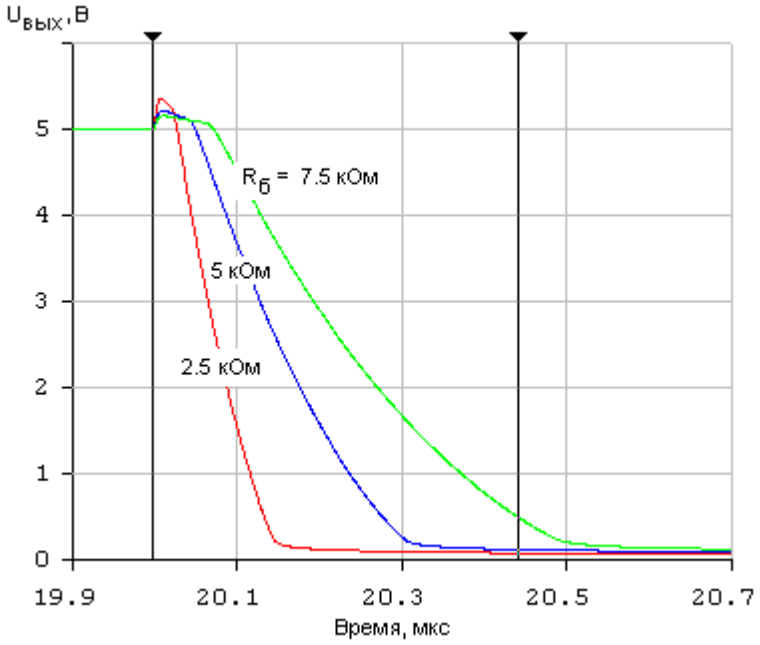


Рисунок 3 - Перехідний процес відкриття ключа.

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

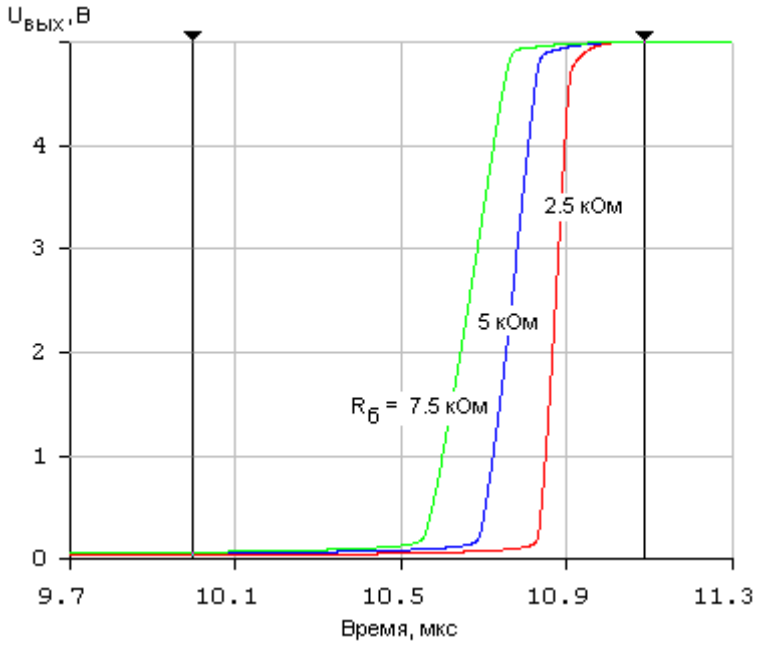


Рисунок 4 - Перехідний процес закриття ключа.

Використовуючи в головному меню пункт «Analysis», підпункти «Parameter Sweep» і «Transient», самостійно досліджувати вплив опору навантаження і ємкості навантаження на параметри перехідного 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 значені опору Rб = 7.5 кОм.

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

Таблиця 1

Номер дослідження	Значення опору резистора Rн	Значення ємності конденсатора Сн	Час відкриття ключа	Час закриття 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.

Тема № 8 Вплив зовнішніх факторів на функціювання електронних інструментальних систем, а саме: електростатичні розряди, електромагнітне середовище, блискавка та захист від них.

Лабораторне заняття: Визначення електромагнітного випромінювання різних електричних агрегатів систем повітряних суден.

Навчальна мета заняття: За допомогою детектора електромагнітних випромінювань Benetech GM3120 заміряти рівень електричних та магнітних випромінювань під час роботи різних агрегатів систем повітряного судна, зробити висновки про можливий вплив цих випромінювань на роботу радіоелектронних елементів ПС.

Кількість годин - 4 (денна форма); 0 (заочна форма).

Місце проведення: аудиторія коледжу.

Навчальні питання:

1.Ознайомитись з призначенням, можливостями та правилами користування детектору електромагнітних випромінювань Benetech GM3120.

2. Проведення вимірів електромагнітного випромінювання при роботі бортових агрегатів: випрямляючого пристрою, електромеханічного перетворювача, гіроагрегату, радіостанції.

3. Аналіз отриманих даних про можливий вплив електромагнітного випромінювання на роботу радіоелектронних елементів ПС.

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. Детектор електромагнітних випромінювань Benetech GM3120, Цей прилад може перевіряти випромінювання електричного поля та випромінювання магнітного поля. Він використовується для перевірки та вивчення ситуації електромагнітного випромінювання у приміщенні та на вулиці. Він оснащений вбудованим датчиком електромагнітного випромінювання, який може відображати значення випромінювання на цифровому РК-дисплеї. Ви можете зробити розумну обробку або вжити ефективних заходів щодо захисту від електромагнітного випромінювання відповідно до результатів тесту.

Цей прилад має такі особливості:

• Один прилад з двома функціями, він може одночасно перевіряти електричне поле та випромінювання магнітного поля.

• Звукова сигналізація, коли результат тесту перевищує безпечне значення, прилад подасть сигнал автоматично.

• Блокування даних.

• Графічне відображення значення радіації.

• Оцінка радіації, чи є значення радіації безпечним чи ні.

• Зручний дизайн, простота використання, легко проводити вимірювання в польових умовах.

За допомогою приладу можливо проводити:

- моніторинг електромагнітного випромінювання: Будинок та квартира, офіс, відкритий та промисловий майданчик;
- випробування електромагнітного випромінювання: перевірка випромінювання мобільних телефонів, комп'ютерів, телевізорів, холодильників тощо;
- випробування продуктів радіаційного захисту: випробування впливу радіаційно-стійкого одягу, радіаційно-захисних плівок та інших профілактичних виробів.

2. Провести вимірювання електромагнітного випромінювання при роботі наступних агрегатів: випрямляючого пристрою, електромеханічного перетворювача, гіроагрегату, радіостанції наступним чином:

2.1 1. Натисніть кнопку живлення, щоб увімкнути його. Після повноекранного відображення відобразяться поточне електричне поле та значення магнітного поля, натисніть кнопку живлення, щоб увімкнути підсвічування. На екрані з'явиться індикація (рис.1)

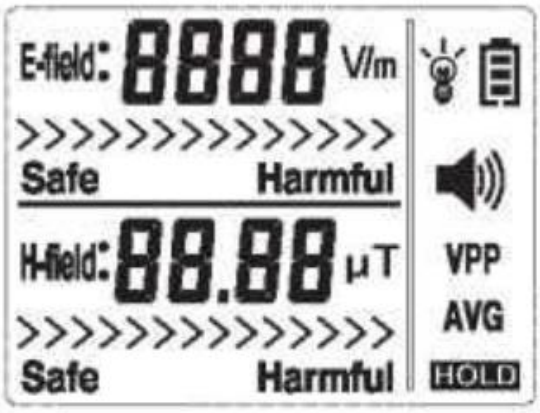


Рисунок 1 – індикація приладу після включення

Натисніть ще раз, щоб вимкнути підсвічування. Якщо не буде натиснути кнопку, підсвічування автоматично вимкнеться через 30с. Натисніть і утримуйте кнопку живлення після запуску, щоб вимкнути пристрій. Прилад автоматично вимкнеться після 5 хвилин бездіяльності.

2.2 Тримайте прилад рукою, щоб індуктивна зона на передньому кінці була ближчою до джерела електромагнітного випромінювання для повільної перевірки. Якщо фактичне значення випромінювання знаходиться в межах діапазону вимірювання приладу, відображатиметься значення, якщо прилад не має показань, це вказує на те, що значення електромагнітного випромінювання джерела випромінювання менше мінімального показання приладу, а саме 1 В/м або 0,01 мкТ.

Примітка: При вимірі високовольтних об'єктів вибирайте безпечну відстань.

2.3 Вчасно виміру натисніть “HOLD” для фіксації результату виміру. Індикатор з'явиться на екрані. Щоб розблокувати, натисніть ще разів. Цей інструмент видаватиме звуковий сигнал за замовчуванням після увімкнення та буде відображатися на екрані . Натисніть кнопку «BEEP», щоб увімкнути або вимкнути звуковий сигнал.

Натиснувши «AVG / VPP» під час вимірювання у стані розблокування, ви можете перемикатися між середнім та піковим значенням. Якщо цифра, що відображається, нечітка, або вона блимає, або малюнок не може бути очищений, це означає, що батарея розряджена. Будь ласка, змінюйте батарею вчасно.

3. Отриманні данні занесіть у таблицю 1

Таблиця 1

Параметр	Випрямляючий пристрій	Електромеханічний перетворювач	Гіроагрегат	Радіостанція
Паспортна частота випромінювання	50 Гц	400Гц	24КГц	130 МГц
Електричне поле В\м				
Магнітне поле мк\Тл				

Побудуйте графік залежності потужності магнітного та електричного випромінювання в залежності від частоти.

Зробіть аналіз графіку, надайте пропозиції по захисту від випромінювання та розміщенню електронних блоків відносно цих агрегатів на ПС.

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. Синєглазов, М.К. Філяшкин. 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. Компютерні 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