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

Циклова комісія природничих дисциплін

ТЕКСТ ЛЕКЦІЇ

навчальної дисципліни «Фізика»
обов'язкових компонент
освітньо-професійної програми першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

Аеронавігація

За темою - Відкритий коливальний контур

Харків 2022

ЗАТВЕРДЖЕНО
Науково-методичною радою
Харківського національного
університету внутрішніх справ
Протокол від _____2022 № ___

СХВАЛЕНО
Методичною радою Кременчуцького
льотного коледжу ХНУВС

Протокол від _____2022 № ___

ПОГОДЖЕНО
Секцією Науково-методичної ради
ХНУВС з технічних дисциплін
Протокол від _____2022 № ___

Розглянуто на засіданні циклової комісії природничих дисциплін, протокол від 10.08.2022 № 1

Розробник: викладач циклової комісії природничих дисциплін, спеціаліст першої категорії, Москалик В.М.

Рецензенти:
1. Завідувач відділення фахової підготовки навчального відділу КЛК ХНУВС, к.т.н., спеціаліст вищої категорії, викладач-методист Владов С.І.
2. Доцент кафедри автомобілів і тракторів Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського, к.т.н., доцент Черниш А.А.
3.

Тема Відкритий коливальний контур

План лекції:

1. Відкритий коливальний контур.
2. Поняття про радіозв’язок.
3. Застосування електромагнітних хвиль.

Література:

Основна література:

1.1 Дмитрієва В. Ф. Фізика : навчальний посібник / В. Ф. Дмитрієва. – К. : Техніка, 2008. – 608 с.

1.2 Трофімова Т.І. Курс фізики ; 11-е изд., стер. : навчальний посібник для вишів / Т.І. Трофімова. –К.: Видавничий центр «Академія», 2006. – 560 с.

1.3.Технічна термодинаміка (Термодинаміка, теплопередача, теорія авіаційних двигунів) навчальний посібник: Л.В. Михненков. Міністерство цивільної авіації.

1. Відкритий коливальний контур

У закритому коливальному контурі, електромагнітне поле локалізоване в тій області простору, де розміщений цей контур, тому електромагнітних хвиль цей контур не випромінює. Використання коливального контуру для випромінювання електромагнітних хвиль запропонував Г.Герц. Він увів у коливальний контур (рис. 1) іскровий проміжок 1, на який подавали змінну напругу з вторинної обмотки індукційної котушки 2.

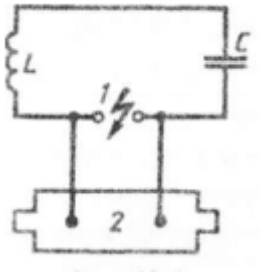


Рис. 1

Коли різниця потенціалів між обкладками конденсатора ставала дуже великою, в іскровому проміжку виникала іскра, яка замикала контур і водночас від'єднувала ("закорочувала") індукційну котушку 2. У цей час у контурі здійснювалась серія електромагнітних коливань. Якщо іскра зникала, контур розмикався і коливання припинялись. Але тоді індукційна котушка знову заряджала конденсатор; в іскровому проміжку знову проскакувала іскра, а в контурі здійснювалась повторна серія електромагнітних коливань і т. д.

У дальшому, щоб збільшити частоту коливань і тим самим підвищити інтенсивність електромагнітного випромінювання контуру, Герц зменшив

індуктивність і ємність контуру, розсунувши пластини конденсатора (рис. 2). Нарешті, він здійснив так званий відкритий коливальний контур (вібратор Герца) - прямолінійний провідник з іскровим проміжком посередині, який має дуже малу ємність та індуктивність (і на рис. 3). Оскільки $\upsilon = \frac{1}{T}$ і $T = 2\pi\sqrt{LC}$, то із зменшенням L і C частота коливань зростає. У цьому вібраторі змінне електричне поле вже не було зосереджене всередині конденсатора, а оточувало вібратор зовні, що істотно підвищувало інтенсивність електромагнітного випромінювання. Електромагнітне випромінювання відкритого вібратора (рис. 3) Герц реєстрував за допомогою другого вібратора 2, настроєного в резонанс із випромінювачем (резонатора). Коли електромагнітні хвилі досягали резонатора, у ньому виникали електромагнітні коливання, які супроводились проскакуванням іскри через іскровий проміжок.

Можливість виявлення електромагнітних хвиль свідчить про те, що вони переносять енергію.

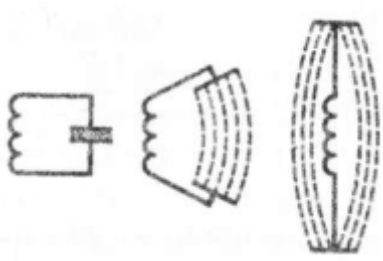


Рис. 2

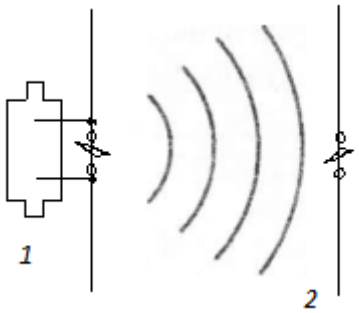


Рис. 3

2. Поняття про радіозв’язок

Перший радіоприймач

Ідею використання електромагнітних хвиль для передавання сигналів на великі відстані вперше висловив у 1889 р. О. С. Понов. Він у 1895 р. збудував і продемонстрував у дії перший радіоприймач, який ґрунтується на релейній схемі: дуже мала енергія електромагнітних хвиль за допомогою спеціального пристрою - когерера - використовувалась для керування місцевим джерелом

енергії (електробатареєю), яка живила реєструючий апарат (електродзвінок). Ще в 1896 р. Попов здійснив радіотелеграфний зв'язок на відстані 250 м, а в 1899 р., застосувавши винайдену ним антену, - на відстані 50 км. У 1900 р. IV Всесвітній електротехнічний конгрес присудив О. С. Попову почесний диплом і золоту медаль за винайдення радіо. Так розпочалась ера радіо.

Схему першого радіоприймача подано на рис. 4. Електромагнітні коливання, прийняті антеною М, надходять на когерер АВ. Назва "когерер" утворилась від латинського слова "когеренціо", що означає "зчеплення".

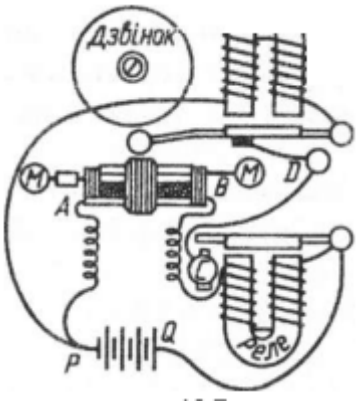


Рис. 4

Когерер - пристрій, здатний виявляти електромагнітні хвилі. Це трубка з дрібними металевими ошурками. Ошурки мають великий опір, струм через них не проходить. Але кота на ошурки потрапляє електромагнітна хвиля, то вони ніби "зчеплюються" одні з одними, опір їх зменшується; через них, може проходити електричний струм. Якщо по трубці постукати, то опір ошурок зростає, струм через них не проходить. Електромагнітна хвиля, змінюючи опір когерера, робить його провідником електричного струму. Когерер, замикаючи коло батареї *PQ*, дає можливість струму проходити, через обмотку реле, яке притягує якір, контакт реле *C* замикається. Якір, замикаючи контакт реле, дає струму можливість проходити через обмотку дзвінка. Дзвінок притягує свій якір, молоточок ударяє по чашечці. Чути звук. Одночасно з цим контакт дзвінка *D* розриває коло, струм через дзвінок не проходить. Якір дзвінка повертається в початкове положення, ударяючи по когереру, збільшуючи його опір. Система повернулась у початкове положення. Приймач знову готовий до прийняття електромагнітних хвиль.

Важливим моментом у розвитку радіо було винайдення в 1906 р. електронних ламп, які дали можливість створити джерела незгасаючих електромагнітних коливань. Цим було повністю розв'язано питання про передавання за допомогою радіомовлення музики.

Радіопередавач

Основою сучасного радіопередавача є генератор незгасаючих коливань, складений на лампах або транзисторах. Генератор виробляє коливання високої частоти, яку називають несучою (рис. 5). Якщо передавач випромінює незгасаючу синусоїдну хвилю, то в приймальній антені реєструються гармонічні коливання, які не несуть жодної інформації. Щоб передавати які-небудь сигнали, мовлення, музику, треба змінювати характер високочастотних коливань, наприклад амплітуду. Цей процес називають модуляцією. Наприклад, при телеграфній модуляції випромінювання перериваються за допомогою ключа, тобто посилаються короткі (крапка) і довгі (тире) сигнали - азбука Морзе (рис. 6).

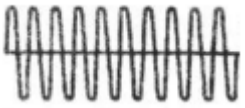


Рис. 5

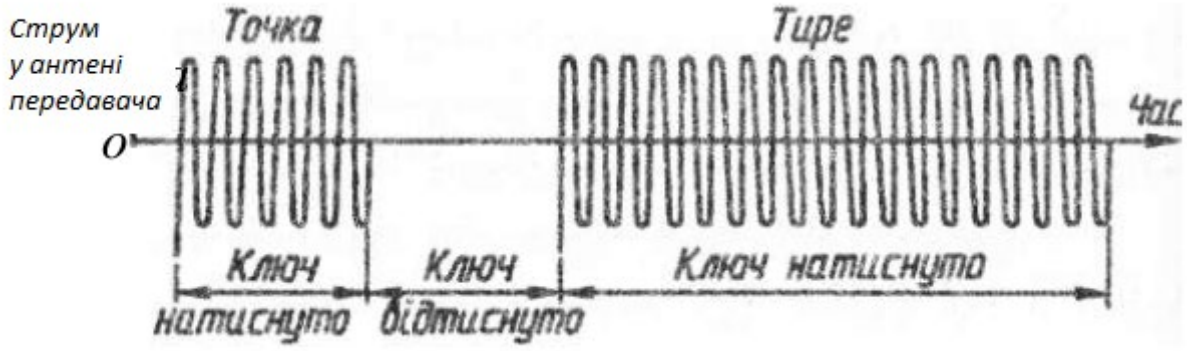


Рис. 6

Щоб можна було передавати звукові коливання, в коло генератора незгасаючих коливань вмикають мікрофон. Під дією звукових хвиль, які падають на мікрофон із звуковою частотою, змінюється опір мікрофона, а отже, і струм у первинній обмотці трансформатора. Це веде до виникнення змінної ЕРС у вторинній обмотці, тобто на сітку лампи подається змінна напруга звукової частоти. Амплітуда високочастотних коливань, які генеруються в контурі цієї лампи, змінюється разом з низькочастотною напругою на сітці, а отже, змінюється інтенсивність радіохвиль, що їх випромінює антена. Поки звуку немає, деякий постійний струм проходить по колу мікрофона. Якщо виникають звукові коливання, струм у колі мікрофона змінюється, амплітуда високочастотних коливань також змінюється за законом звукових коливань. Це явище називають амплітудною модуляцією.

Радіоприймач

Радіоприймач складається в основному з таких елементів: антени, коливального контуру, підсилювача, детектора, динаміка. До антени радіоприймача одночасно надходять модульовані сигнали від безлічі передавальних станцій. Щоб з цих сигналів виділити інформацію, яка нас цікавить, у приймачі використовують коливальний контур. До контуру приєднано конденсатор змінної ємності. Змінюючи ємність цього конденсатора, можна змінити власну частоту контуру. У такий спосіб приймальний контур настроюють у резонанс з електромагнітними коливаннями, які приймають. У коливальному контурі виникає модульований слабкий струм високої частоти, який надходить спочатку в підсилювач, а потім у детектор, У детекторі розділяються високочастотні несуча і звукові коливання, тобто відбувається детектування. Детектором є двохелектродна електронна лампа або напівпровідниковий діод, що має однобічну провідність. Після проходження через діод високочастотний модульований струм стає пульсуючим. Для виділення низькочастотного сигналу використовується фільтр, що складається з паралельно з'єднаних конденсатора та опору. Для струму низької (звукової) частоти конденсатор є великим опором, тому такий струм проходить через опір, після чого він підсилюється і передається на динамік. Струм високої частоти проходить через конденсатор.

Функціональну схему сучасного радіопередавача і радіоприймача зображено на рис. 7.

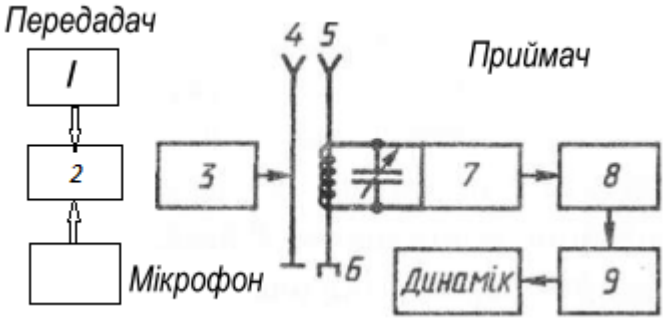


Рис. 7

Генератор 1 незгасаючих коливань виробляє високочастотні коливання. Звукові коливання за допомогою мікрофона перетворюються в електричні коливання. Коливання від генератора / і звукові коливання надходять у модулятор 2. У ньому під дією звукових коливань змінюється або амплітуда (амплітудна модуляція), або частота (частотна модуляція) коливань, які

виробляє генератор. Для передавання мовлення і музики модуляцію здійснюють звуковими частотами $(10\div13)x10^3$ Гц.

Після підсилення в підсилювачі 3 модульовані коливання надходять у передавальну антену 4, яка, будучи відкритим коливальним контуром, випромінює електромагнітні хвилі в ефір. Безпосередньо передавати електромагнітні коливання звукової частоти не можна, оскільки електромагнітні хвилі різних частот по-різному поширюються в атмосфері і по-різному взаємодіють з речовиною.

На відстані від радіопередавача розміщений радіоприймач. Електромагнітні хвилі надходять в антену радіоприймача 5 і в контурі 5-6 спричинюють електромагнітні коливання. Прийняті коливання власної частоти потім надходять у підсилювач 7, а далі - в детектор 8. Потім низькочастотні коливання підсилюються в підсилювачі 9 і подаються на динамік. Інформація, яка надійшла в мікрофон, відтворюється динаміком. Для радіомовлення використовують усі діапазони радіохвиль.

3. Застосування електромагнітних хвиль

Телебачення

Сучасне суспільство не можна уявити без телебачення. Воно міцно ввійшло в наш побут, медицину, астрономію, системи автоматизованого керування та інші галузі діяльності людини.

Схема телебачення в основному збігається із схемою радіомовлення. Відмінність у тому, що в передавачі коливання модулюються не тільки звуковими сигналами, а й сигналами зображення. Зображення предметів перетворюються в електричні сигнали за допомогою електронно-променевих трубок, які називають іконоскопами. Електричні коливання від іконоскопа надходять до радіопередавача і модулюють випромінювану ним радіохвилю подібно до того, як змінний струм у колі мікрофона модулює радіохвилю при передаванні звуку.

У приймачі вакуумна електронно-променева трубка - кінескоп - одержаний сигнал перетворює у видиме зображення. Електронний пучок у приймачі рухається по екрану точно синхронно з рухом електронного пучка в передавачі. Телевізійні сигнали передаються в діапазоні ультракоротких хвиль (УКХ). Ці сигнали приймаються в межах прямої видимості. Московська Останкінська телебашта заввишки 540 м забезпечує надійне приймання телепередач на відстань до 130 км. Щоб передавати телепередачі на великі відстані, застосовують ретранслятори. За допомогою супутників зв'язку можна приймати і передавати телепрограми практично з будь-якої точки земної кулі.

Радіолокація

Радіолокація - це виявлення різних предметів і вимірювання відстані до них за допомогою радіохвиль. В основі радіолокації лежить явище відбивання УКХ від предметів.

Радіолокатор (радар) - це радіопередавач і радіоприймач, які мають спільну антену, що має перемикач з приймання на передавання. Ця антена створює гостронапрямлене випромінювання - радіопромінь - короткими імпульсами тривалістю 10^{-6} с. Між двома послідовними імпульсами антена автоматично перемикається на приймання електромагнітної хвилі, відбитої від досліджуваного об'єкта.

У момент посилання радіосигналу датчик часу починає зміщувати електронний промінь. Радіосигнал надходить в антену, випромінюється у простір і одночасно створює на екрані електронно-променевої трубки відхилення електронного променя вздовж вертикалі, що зображено в лівій частині рис. 8 над нульовою поділкою шкали.

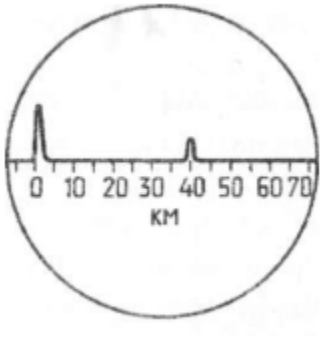


Рис. 8

Радіосигнал, відбитий від предмета, приймає та сама антена, потім він проходить через приймач і на екрані електронно-променевої трубки дає вертикальне відхилення променя на деякій відстані від першого відхилення (рис. 8).

Знаючи час руху променя по горизонталі, відстань між вертикальними відхиленнями можна проградувати в кілометрах.

Напрям, в якому перебуває виявлений об'єкт, визначається положенням антени радіолокатора, при якому на екрані електронно-променевої трубки з'являється відбитий радіосигнал.

Радіолокацію і її методи широко застосовують як для воєнних, так і для мирних цілей. За її допомогою розв'язують завдання повітряної і морської навігації, визначено віддаль до Місяця і планет, спостерігають за метеоритами. Область застосування радіолокації дедалі розширюється.

Радіоастрономія

На відміну від радіолокації, яка досліджує тіла за допомогою відбитих ними радіохвиль, радіоастрономія досліджує небесні тіла за їх власним радіовипромінюванням. Радіоастрономічні спостереження здійснюють радіотелескопами, пристроями, що складаються з антенної системи і чутливого радіоприймача з підсилювачем. Найбільший телескоп у світі - РАТАН-600 (діаметр 600 м).

Джерела випромінювання в радіоастрономії - галактики, міжзоряне галактичне середовище, зорі, Сонце, планети, Місяць тощо.

Радіовипромінювання зір - це електромагнітне випромінювання їх у діапазоні радіохвиль. Радіовипромінювання в основному відбувається від нейтрального водню на довжині хвилі 0,21 м, а також від іонізованого гарячого водню світлих туманностей. Крім того, галактики є джерелами нетеплового радіовипромінювання, причиною якою є гальмування електронів магнітним полем галактик. Таке випромінювання називають синхротронним.

У 1963 р, радіоастрономи відкрили нові зіркоподібні об'єкти – квазари (від лат. - зіркоподібне радіоджерело). Є кілька гіпотез походження квазарів. Вважають, що квазари - це великі куски матерії, викинуті з ядра Галактики під час вибуху, що стався в ньому. У спектрах цих об'єктів переважають лінії іонізованих елементів, що свідчать про триваючі вибухові процеси, які генерують потужне радіовипромінювання.

У 1967 р. було відкрито нові космічні джерела електромагнітного імпульсного випромінювання - нейтронні зорі - пульсари,, У процесі обертання і одночасної пульсації такої зорі виникає випромінювання, яке повільно змінюється, що, очевидно, пов'язано із сповільненням обертання нейтронної зорі. Радіохвилі випромінюються пульсарами у вигляді окремих імпульсів з періодичністю, точність якої порівнянна з точністю кварцових і атомних еталонів часу. З відомих тепер пульсарів один знаходиться в Крабоподібній туманності, його період 0,033 с.

Сучасні дослідження дали можливість не тільки виявити тисячі космічних радіоджерел (Сонце, нейтронні зорі, квазари і т. д,), а й дослідити їх спектри. Було відкрито спектральні лінії багатьох хімічних елементів неорганічних і органічних молекул, що дало можливість підняти завісу над процесами утворення зір і планетних систем. Відкриття фонового реліктового) випромінювання було підтвердженням моделі "гарячого" Всесвіту. Ці дослідження тривають.