

Тема 4.2 ЕЛЕКТРОМАГНІТНІ КОЛИВАННЯ І ХВИЛІ

Тема 4.2.1 Електромагнітні хвилі в природі і техніці. Принцип дії радіотелефонного зв'язку. Радіомовлення і телебачення. Радіолокація

План

1. Винайдення радіо
2. Принцип дії радіоприймача
3. Принцип радіозв'язку
4. Поширення радіохвиль
5. Радіолокація
6. Поняття про телебачення

Винайдення радіо

7 травня 1895 року російський вчений О.С.Попов на засіданні фізико-хімічного товариства в Петербурзі продемонстрував дію приладу, який реєстрував електромагнітні хвилі, що виникали при грозових розрядах. О.С.Попов назвав прилад “грозовідмітчиком”. Це був перший радіоприймач у світі.

1896 рік – вперше передана радіограма на відстані 250 м (“Генріх Герц”).

1899 рік – радіозв'язок встановлений на відстані до 20 км.

1901 рік – радіозв'язок встановлений на відстані до 150 км.

Будова радіоприймача О.С.Попова.

- 1) когерер;
- 2) джерело струму;
- 3) електромагнітне реле;
- 4) електродзвінок.

Когерер – це скляна трубка з двома металевими електродами, в якій були розміщені дрібні металеві ошурки. Внаслідок поганого контакту між ошурками, опір ошурок був біля 100000 Ом.

Принцип дії радіоприймача

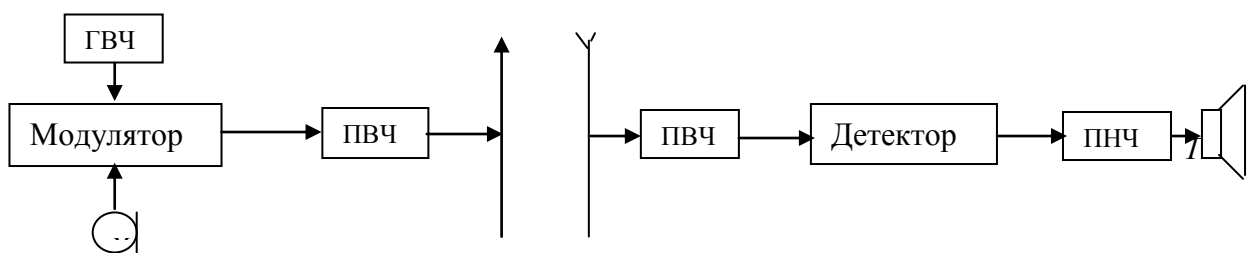
Електромагнітна хвиля в когерері створює змінний струм високої частоти. Між ошурками проскакують дрібні іскорки, які частково зварюють ошурки. Внаслідок цього опір ошурок різко зменшується до 1000-500 Ом (в 100-200 раз). Електромагнітне реле вмикало електродзвінок. Молоточок дзвінка вдаряв по когереру, ошурки розсипалися і когерер ставав готовим до приймання нової електромагнітної хвилі.

Пізніше для підсилення чутливості приймача О.С.Попов один кінець когерера заземлив, а інший приєднав до високо піднятої дротини (антени). У всьому світі винахідником радіо вважають не О.С.Попова, а італійську фірму “Марконі”, яка перша одержала патент на свій винахід.

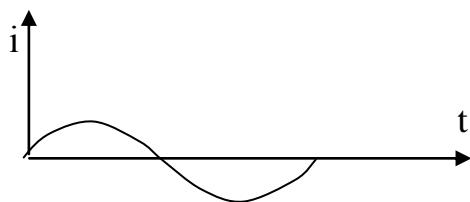
Принцип радіозв'язку.

Змінний струм високої частоти у передавальній антені збуджує у навколишньому просторі швидкозмінне електромагнітне поле, яке поширюється у вигляді електромагнітної хвилі. У приймальній антені електромагнітна хвиля створює змінний струм тої самої частоти, що і в передавальній.

Блок-схема радіозв'язку.

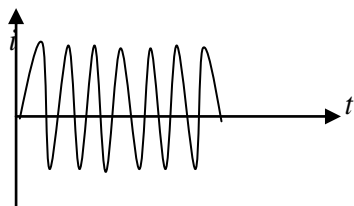


М-мікрофон – пристрій для перетворення звукових коливань в електричні коливання низької (звукової) частоти.



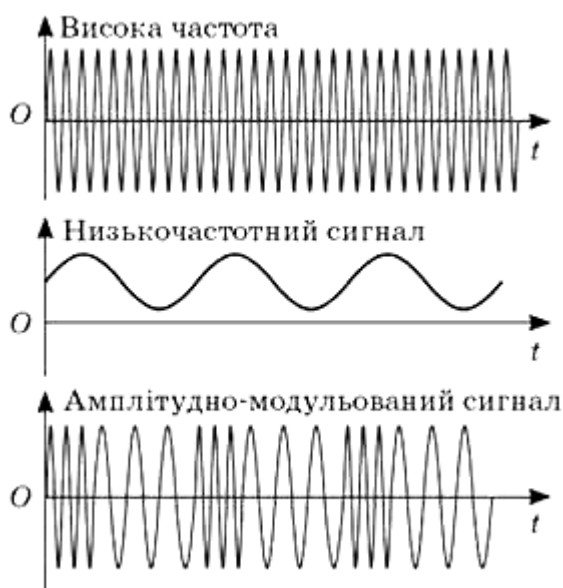
- графік електричних коливань низької частоти

ГВЧ - *генератор високої частоти* – це пристрій, є який створює високочастотні коливання.



- графік високочастотних коливань

Модулятор - пристрій, який змінює високочастотні коливання (амплітуду, частоту) відповідно до електричних коливань звукової частоти.



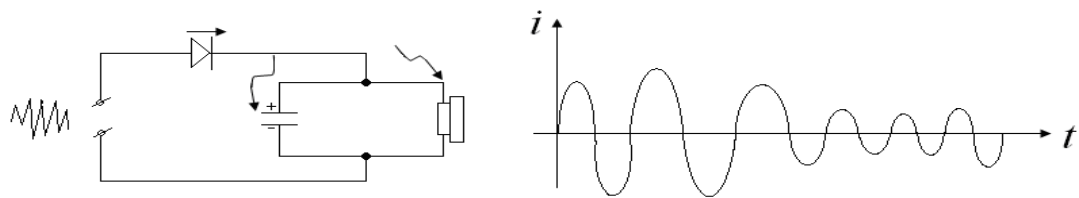
ПВЧ – підсилювач високої частоти, підсилює високочастотні коливання.


Детектор – пристрій, який виділяє з модульованих високочастотних коливань, електричні коливання звукової частоти.

Г – *гучномовець* – це пристрій, який перетворює електричні коливання низької частоти у звукові коливання.

Детектування високочастотних сигналів здійснюється за допомогою детектора.

Найпростішим детектором є вакуумний або напівпровідниковий діод. Його призначення: діод пропускає змінний струм високої частоти тільки в одному напрямі.



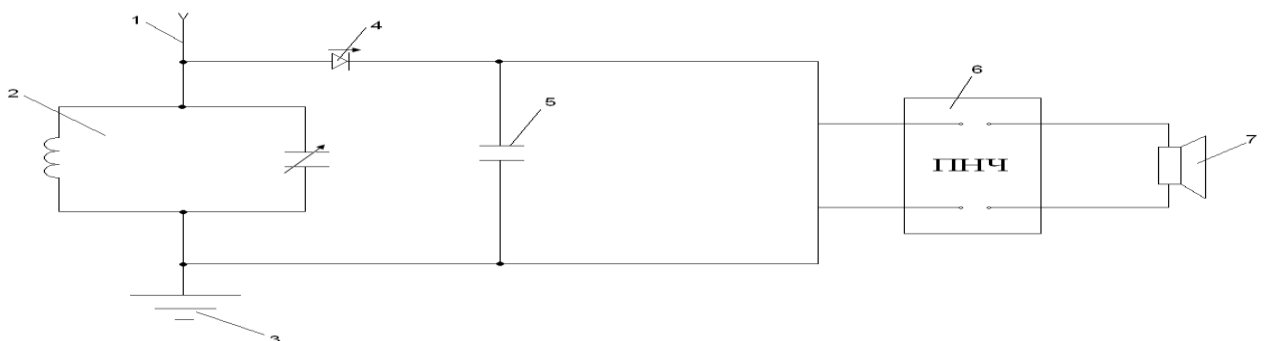
 - пульсуючий струм (такі коливання виділяє детектор)

Найпростішим фільтром є конденсатор постійної ємності. Його призначення:

- а) конденсатор згладжує пульсації змінного струму;
- б) конденсатор розряджається через активне навантаження в момент часу, коли діод не пропускає струму.

Висновок: через активне навантаження проходить струм весь час. Цей струм можна одержати, якщо додати постійний струм і змінний струм низької частоти.

Схема найпростішого радіоприймача:



- 1. приймальна антена;
- 2. коливальний контур (для настроювання на ту чи іншу частоту коливань);
- 3. заземлення (збільшує чутливість радіоприймача);
- 4. діод (детектор);
- 5. конденсатор (фільтр);

6. підсилювач низької частоти (ПНЧ);

7. гучномовець.

Принципова схема сучасного радіотелефонного зв'язку зображена на рисунку.



Поширення радіохвиль

Під час використання електромагнітних хвиль для радіозв'язку як джерело, так і приймач радіохвиль найчастіше розташовуються поблизу земної поверхні. Форма й фізичні властивості земної поверхні, а також стан атмосфери відчутно впливають на поширення радіохвиль.

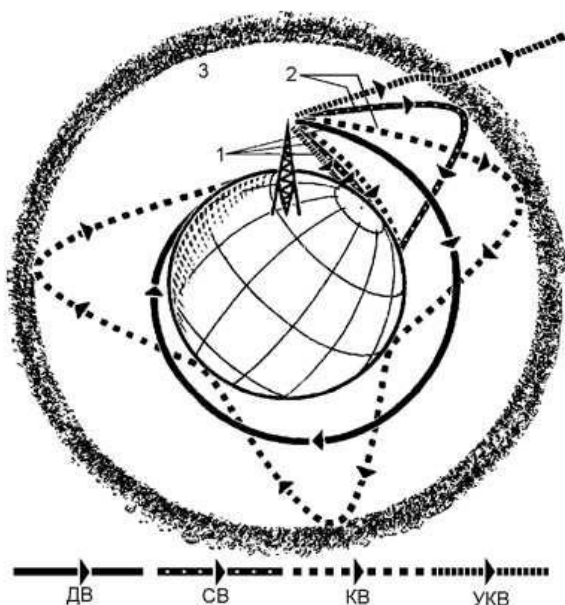
Хвилі поширюються різними шляхами. Один із шляхів лежить уздовж поверхні Землі. По ньому поширюється так звана *поверхнева (земна)* хвиля. Вона порівняно швидко затухає через поглинання енергії всіма провідниками, які зустрічаються на її шляху.

Форма Землі обмежує дальність прийому поверхневих хвиль. Якби вони поширювалися суто прямолінійно, то радіозв'язок був би можливий тільки на відстані прямої видимості. Але оскільки з висотою електричні й магнітні параметри атмосфери змінюються, поверхнева хвиля заломлюється, відхиляючись до Землі, її траєкторія викривляється і дальність прийому збільшується.

Перешкоди на земній поверхні відбивають радіохвилі. За перешкодами може утворюватися радіотінь, куди хвиля не потрапляє. Але якщо довжина хвилі достатньо велика, то внаслідок дифракції хвиля обгинає перешкоду й

радіотінь не утворюється. Потужні радіостанції, що працюють на *довгих хвилях*, забезпечують зв'язок на декілька тисяч кілометрів. На *середніх хвилях* зв'язок можливий у зоні до кількох сотень кілометрів. На *коротких хвилях* – лише в зоні прямої видимості.

На висоті до 100 – 300 км хвилі зустрічаються з шаром, який складається з



повітря, іонізованого електромагнітним випромінюванням Сонця, й потоком заряджених частинок, випромінюваних ним. Цей шар називається *іоносферою*.

Іоносфера відбиває радіохвилі з довжиною хвилі, більшою за 10 м, як звичайна металева пластина. Але здатність іоносфери відбивати й поглинати радіохвилі істотно змінюється в залежності від часу доби

й пори року.

Чим менша довжина хвилі, тим глибше хвиля проникає в іоносферу, а отже з більшої висоти відбивається. *Короткі хвилі* поширюються на великі відстані тільки завдяки багаторазовим відбиванням від іоносфери і земної поверхні. Саме за допомогою коротких хвиль на нашій планеті можна здійснити радіозв'язок на будь-яких відстанях.

Діапазони радіохвиль.

Радіохвилі поділяються на: *довгі, середні, короткі та ультракороткі*.

Найменування хвиль	Діапазон довжин	Властивості хвиль
Довгі (ДХ)	10 000 – 1000	Поширюються уздовж поверхні земної кулі, можливий стійкий прийом за межами прямої видимості. У ДХ – діапазоні, не заважаючи одна одній,

Середні (СХ)	1000 – 100	Зазнають меншої дифракції біля поверхні Землі й поширюються на менші відстані за межі прямої видимості. На умови прийому значно впливають
Короткі (КХ)	100 – 10	Поширюються на великі відстані тільки завдяки багаторазовим відбиванням від іоносфери й поверхні Землі, тому якість прийому значно залежить від стану іоносфери. Передавання може
Ультракороткі (УКХ):	10 – 0,001	Поширюються прямолінійно у вигляді вузько напрямленого променя. Широко використовуються в радіолокації (легко можуть відбиватися від порівняно малих провідних об'єктів), у космічному радіозв'язку (можуть проходити крізь шар

Радіолокація

Радіолокація – це виявлення і точне визначення місцезнаходження об'єктів в просторі за допомогою електромагнітних хвиль. Радіолокатор випромінює електромагнітні хвилі дуже високої частоти ($10^8 - 10^{11} \Gamma_u$) в одному напрямку за допомогою антени параболічної форми.

Помітне відбиття радіохвиль відбувається в тому випадку, коли лінійні розміри цілі перевищують довжину хвилі, на якій працює радіолокатор. Тому радіолокаційні станції працюють у діапазоні дециметрових, сантиметрових і навіть міліметрових хвиль.

Основні принципи радіолокації:

- 1) створення гостронаправленого радіо-променя;
- 2) відбиття хвиль від знайденого об'єкта;
- 3) прийом відбитого сигналу, що вказує на наявність знайденого об'єкта на шляху радіохвиль;
- 4) визначення часу між випромінюванням і прийомом радіосигналу для обчислення відстані до знайденого об'єкта.

Визначення відстані здійснюється шляхом вимірювання загального часу проходження радіохвиль до цілі й назад:

$$h = \frac{ct}{2}.$$

Оскільки швидкість радіохвиль $c = 3 \cdot 10^8$ м/с в атмосфері практично постійна, то відстань до цілі знаходиться по формулі:

$$h = 1,5 \cdot 10^8 t.$$

Внаслідок розсіювання радіохвиль до приймача доходить лише незначна частина тієї енергії, що випромінює передавач. Тому приймачі радіолокаторів посилюють прийнятий сигнал у 1012 разів.

Застосування радіолокації

Найбільш широко застосовують радіолокацію на флоті, в авіації й у космонавтиці. Радіолокаційні установки забезпечують безпечний рух судів за будь-якої погоди й будь-якого часу доби. Застосування радіолокаційних установок на аеродромах робить безпечними зліт і посадку літака за будь-яких умов.

За допомогою радіолокаторів метеорологи досліджують хмари. Завдяки радіолокаторам, установленим на космічних апаратах, учені вивчають рельєф багатьох планет. Наприклад, Венера завжди прихована від нашого погляду товстим шаром хмар, але за допомогою локації були отримані знімки поверхні планети. Значну роль у дослідженні планет Сонячної системи відіграли радіотелескопи. За допомогою локаторів спостерігають метеори у верхніх шарах атмосфери.

Помітне значення має радіолокація у військовій справі. Війська ПВО можуть вчасно виявити літаки або ракети

Поняття про телебачення

Принципова схема одержання й прийому телевізійного сигналу майже не відрізняється від схеми радіотелефонного зв'язку, але є тут кілька особливостей.

Телевізійний сигнал несе набагато більше інформації, ніж радіотелефонний. У телепередавачі коливання частоти-носія модулюють як звуковим сигналом, так і відеосигналом, що надходить від відеокамери.

В основу телевізійного передання зображень покладено три фізичних процеси:

- 1) перетворення оптичного зображення в електричні сигнали;
- 2) передання електричних сигналів каналами зв'язку;
- 3) перетворення переданих електричних сигналів в оптичне зображення.

Зображення кадру перетворюється за допомогою передавальної вакуумної електронної трубки – іконоскопа в серію електричних сигналів. Усередині іконоскопа розташований мозаїчний екран, на якому за допомогою оптичної системи проектується зображення об'єкта. Кожна чарунка мозаїки заряджається, причому її заряд залежить від інтенсивності світла, що падає на чарунку. Цей заряд змінюється в разі потрапляння на чарунку електронного пучка, створюваного електронною гарматою. Електронний пучок послідовно потрапляє на всі елементи спочатку одного рядка мозаїки, потім іншого рядка й т. ін. (усього 625 рядків за 1/25 секунди).

Процес послідовного перетворення оптичного зображення в електричні сигнали називається розгорткою зображення.

Відеосигнал, що утворюється, містить інформацію про зображення. Цими сигналами модулюють потім коливання, які виробляє генератор високої частоти.

Модульовані відеосигналом високочастотні коливання подаються в антену й випромінюються нею в простір. Одночасно другий передавач здійснює передання сигналу звукового супроводу.

Телевізійний приймач перетворює отриманий відеосигнал у видиме зображення на екрані приймальної електронно-променевої трубки – кінескопа. Електронна пушка такої трубки обладнана електродом, що управляє числом електронів у пучку, а отже, і світінням екрана в місці

потрапляння променя. Системи котушок горизонтального й вертикального відхилення вимушують електронний промінь оббігати...

весь екран в такий самий спосіб, як електронний промінь оббігає мозаїчний екран у передавальній трубці. Синхронність руху променів у передавальній і приймальній трубках досягають шляхом посилення спеціальних синхронізувальних сигналів.

У чому перевага супутникового телебачення?

Особливості ультракоротких хвиль забезпечили їх широке застосування в супутниковому телебаченні.

Супутникове телебачення – система передання телевізійного сигналу від передавального центра до споживача через штучний супутник Землі, розташований на геостаціонарній навколоземній орбіті.

Із центральної керуючої станції на супутник передають високочастотний сигнал. Передавач, установлений на супутнику, передає цей сигнал на Землю. Приймальний пристрій складається із супутникової тарілки, конвертора, що знижує частоту прийнятого сигналу, і приймача.

Перевагою супутникового телебачення є те, що можна приймати тисячі телевізійних каналів, перебуваючи на великій відстані від передавальних телевізійних центрів.

1. Як перетворюються звукові коливання в електричні?
2. Чому під час радіозв'язку використовують електромагнітні хвилі високої частоти?
3. Як перетворюють електричні коливання у звукові?
4. Як приймач вибирає потрібну радіостанцію?
5. Чи можна, перетворивши звукові коливання в електричні, подавати їх в антену й у такий спосіб здійснити передання по радіо мовлення або музики?
6. Чому не можна прийняті й посилені електромагнітні коливання подавати в гучномовець?
7. Завдяки чому можлива одночасна робота багатьох радіостанцій?