

§ 31. ВИМУШЕНІ ЕЛЕКТРОМАГНІТНІ КОЛИВАННЯ В КОЛИВАЛЬНОМУ КОНТУРІ. РЕЗОНАНС



У курсі фізики 10-го класу ви вже ознайомились із проявом резонансу в механіці. Збіг законів, що описують механічні та електромагнітні коливання, дозволяє зробити висновок, що резонанс можливий і в електричному колі, підключеному до джерела зовнішньої напруги, що періодично змінюється. Про те, коли і як проявляється резонанс в електромагнітних коливальних системах, ви дізнаєтесь із цього параграфа.



1 Які умови виникнення резонансу в електричному колі

Складемо електричне коло з послідовно з'єднаних конденсатора й котушки індуктивності. Як вам уже відомо, в такій системі можуть існувати *вільні затухаючі електромагнітні коливання*, власна частота яких визначається за формулою Томсона:

$$\nu = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}.$$

З'єднаємо систему з джерелом змінної напруги, наприклад генератором. ЕРС генератора створюватиме в контурі змінний електричний струм, частота якого збігатиметься з частотою зміни ЕРС, отже, в контурі виникнуть *вимушені електромагнітні коливання*.

Якщо змінювати ємність конденсатора або індуктивність котушки, змінюючи тим самим власну частоту коливань системи, то можна помітити, що:

1) у разі наближення власної частоти коливальної системи до частоти зміни зовнішньої ЕРС амплітуда вимушених коливань сили струму у проводах, що ведуть до генератора, буде *збільшуватись*, якщо генератор підключено до системи *послідовно* (рис. 31.1), і *зменшуватись* у випадку *паралельного підключення* генератора (рис. 31.2);

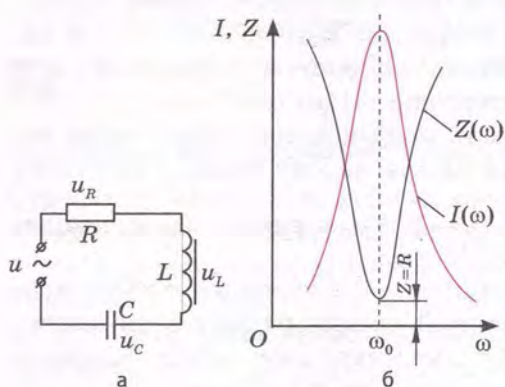


Рис. 31.1. Резонанс напруг: а — електрична схема кола; б — графіки залежностей діючого значення сили струму I в підвідних проводах та повного опору кола Z від циклічної частоти ω зміни напруги на джерелі струму. ω_0 — власна частота коливань системи

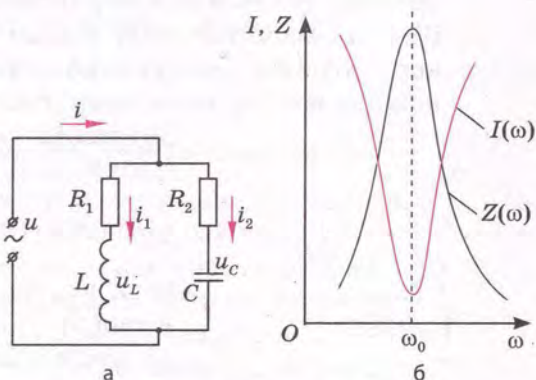


Рис. 31.2. Резонанс струмів: а — електрична схема кола; б — графіки залежностей діючого значення сили струму I в підвідних проводах та повного опору кола Z від циклічної частоти ω зміни напруги на джерелі струму. ω_0 — власна частота коливань системи

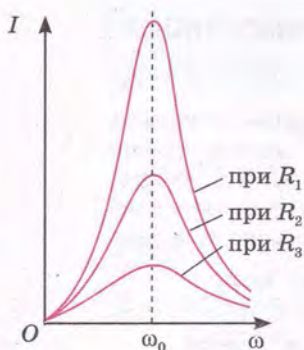


Рис. 31.3. Графіки залежностей діючого значення сили струму I в підвідних проводах від циклічної частоти ω зміни напруги на джерелі за різних активних опорів R кола ($R_1 < R_2 < R_3$). ω_0 — власна частота коливальної системи

2) чим більшим є активний опір контуру, тим слабше виражений стрибок амплітуди коливань сили струму; якщо активний опір великий, то стрибок амплітуди практично не спостерігається (рис. 31.3).

Явище різкого збільшення амплітуди вимушених коливань сили струму в електромагнітній коливальній системі з малим активним опором у випадку, коли частота зміни зовнішньої ЕРС збігається з власною частотою коливань системи, називається **резонансом напруг**.

★ Явище різкого зменшення амплітуди вимушених коливань сили струму у випадку, коли частота зміни зовнішньої ЕРС збігається з власною частотою коливань системи, називається **резонансом струмів**. ★

Отже, резонанс виникає за таких умов:

- 1) частота зміни зовнішньої ЕРС збігається з власною частотою коливань електромагнітної коливальної системи: $\nu_{\text{рез}} = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$ (тут $\nu_{\text{рез}}$ — резонансна частота);
- 2) активний опір системи є малим.

2 Застосування резонансу

Резонанс напруг широко застосовується в радіотехніці — саме на явищі електричного резонансу ґрунтується техніка радіоприйому. Численні теле- й радіостанції випромінюють електромагнітні хвилі, які збуджують в антені радіоприймача змінні струми різних частот. Щоб із безлічі коливань виділити коливання потрібної частоти, й використовують електричний резонанс. Для цього індуктивно з антеною пов'язують коливальний контур (рис. 31.4).

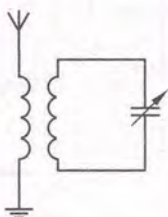


Рис. 31.4. Схема приймання та виділення радіосигналів потрібної частоти за допомогою резонансу. Стрілка конденсатора вказує на те, що ємність конденсатора можна змінювати

Змінюючи ємність конденсатора (настроюючи радіоприймач), змінюють власну частоту коливань контуру $\left(\nu = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}\right)$. Коли власна частота коли-

вань контуру збігається з частотою електромагнітної хвилі, на якій працює радіостанція, настає резонанс напруг: амплітуда вимушених коливань потрібної частоти різко збільшується.

В електротехніці в деяких випадках резонанс може завдати великої шкоди. Якщо електричне коло розраховане на роботу за відсутності резонансу, то виникнення останнього може спричинити аварію: від дуже сильних струмів можуть

розігрітися проводи, через високі резонансні напруги може пробити ізоляцію. Коли електричні коливання були ще недостатньо вивчені, такі аварії траплялися доволі часто. Нині існують прийоми, які дозволяють запобігти резонансу.



Підбиваємо підсумки

Явище різкого збільшення амплітуди вимушених коливань сили струму в електромагнітній коливальній системі з малим активним опором у випадку, коли частота зміни зовнішньої ЕРС збігається з власною частотою коливань системи, називається резонансом напруг.

★ Явище зменшення амплітуди вимушених коливань сили струму у випадку, коли частота зміни зовнішньої ЕРС збігається з власною частотою коливань системи, називається резонансом струмів.★

Чим меншим є активний опір електричного кола, тим гостріше виражений резонанс.



Контрольні запитання

1. Які електромагнітні коливання називають вимушеними?
2. Дайте визначення резонансу напруг; ★ резонансу струмів.
3. Назвіть умови виникнення резонансу.
4. За якою формулою визначається резонансна частота?
5. Наведіть приклади застосування електричного резонансу. ★
6. Чому резонанс струмів іноді називають антирезонансом?