

Резонанс напруг.

1. Умови виникнення та ознаки резонансу напруг.
2. Частота вільних коливань.
3. Частотні характеристики послідовного коливального контуру.

Розглянемо коливальний контур, підключений до генератора, який подає в контур струм з частотою власних коливань контуру: ω_0 . Тоді в контурі виникають вимушені коливання, при яких $\omega = \omega_0$. Реактивні опори кола повністю компенсують один одного, і колі різко зростає величина струму, впливає явище резонансу напруг.

Резонансом напруг називається явище зростання напруг на ділянках L і C кола при максимальній величині струму, який збігається за фазою з напругою на затискачах кола і надходить від генератора змінного струму. При цьому напруги на ділянках кола можуть значно перевищувати напругу на затискачах кола.

Умови виникнення резонансу напруг:

1. Послідовне з'єднання індуктивності та ємності з генератором змінного струму;
2. Частота власних коливань контуру повинна дорівнювати частоті генератора, при цьому $\omega = \omega_0$;
3. Активний опір контуру повинен бути менше від R , щоб у колі виникли вільні коливання, які генератор підтримує незатухаючими.

Реактивні опори X_L та X_C залежать від частоти вимушених коливань:

$$X_L = \omega L; \quad X_C = \frac{1}{\omega C}$$

При резонансі реактивні опори дорівнюють один одному $X_L = X_C$, тому

Звідки резонансна частота

$$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$$

тобто резонансна частота залежить тільки від параметрів реактивних елементів кола. І щоб настроїти контур на резонанс треба або змінювати частоту генератора, зрівнюючи її з частотою власних коливань контуру, або змінювати частоту власних коливань контуру, змінюючи індуктивність або ємність.

Ознаки резонансу:

1. Оскільки $R < \sqrt{\frac{L}{C}}$, то при резонансі напруг коло має активний характер
2. Струм збігається за фазою з напругою
3. Внаслідок мінімального опору контуру струм у колі досягає максимальної величини $I_{max} = \frac{U}{R}$
4. При цьому напруги на ділянках L і C будуть великими і однаковими, бо $U_L = U_C = I_{max} \cdot \sqrt{LC}$
5. З рівності реактивних напруг випливає, що спад напруги на активному опорі кола дорівнюватиме напрузі на затискачах кола $U_R = U$
6. Потужність в колі активна

Важливим параметром контуру при резонансі є хвильовий опір контуру. **Хвильовим опором називають індуктивний і ємнісний опори в коливальному контурі при частоті вільних коливань.**

—

—

Але чому саме цю величину називають хвильовим опором? Підставимо у формули реактивних опорів X_L та X_C значення кутової частоти при резонансі

Тоді

$$\frac{U}{I} = \frac{U_L}{I} = \frac{U_C}{I}$$

Знайдемо тепер ємнісний опір

$$\frac{U}{I} = \frac{U_C}{I} = \frac{1}{\omega C}$$

Таким чином, хвильовим опором називають індуктивний і ємнісний опори в коливальному контурі при частоті вільних коливань.

При резонансі напруг відношення напруги на індуктивності або ємності до напруги на затискачах кола дорівнює відношенню хвильового опору до активного.

— — —

Це відношення називається добротністю контуру і показує у скільки разів напруга на котушці і конденсаторі при резонансі більша за напругу генератора. Таким чином, добротність визначає якість резонансного контуру.

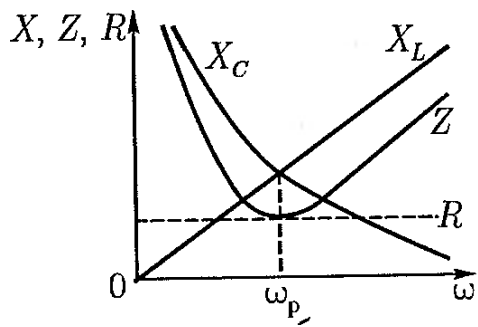
—

При використанні резонансу великий практичний інтерес представляють залежності напруг та струмів на окремих елементах кола від частоти. Ці залежності називаються резонансними кривими.

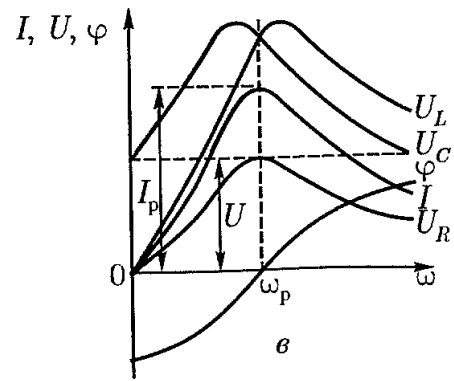
Реактивні опори зі зміною частоти змінюються (мал.1). При збільшенні частоти X_L збільшується прямо пропорційно частоті, а X_C зменшується по закону зворотної пропорційності. Відповідно повний опір кола при резонансній частоті найменший і дорівнює активному опору. На частотах менших за резонансну коло має ємнісний характер і загальна напруга зменшується за рахунок зменшення ємнісного опору. При частотах більших за резонансну повний опір зростає зі збільшенням частоти за рахунок збільшення індуктивного опору (коло має індуктивний характер).

Така залежність повного опору від частоти визначає характер зміни струму при постійній напрузі в колі (мал. 2). При $\omega=0$ струм дорівнює нулю (генератор підтримує постійну напругу на затискачах кола і $X_C=1/\omega C=\infty$). При збільшенні частоти струм збільшується і досягає максимального значення на резонансній частоті (чому?). Подальше збільшення частоти приводить до зменшення струму до нуля при $\omega=\infty$. Аналогічно змінюється напруга на активному опорі, яка пропорційна струму

(Пояснення вигляду резонансних кривих U_L , U_C)



Мал. 1



Мал. 2

Отже, робимо висновок: Резонанс - це явище різкого зростання амплітуди вимушених коливань системи, що настає при наближенні частоти зовнішнього впливу до певних значень (резонансних частот), обумовлених властивостями системи. Таким чином, причиною резонансу є збіг зовнішньої (збудливої) частоти із внутрішньої (власної) частотою коливальної системи.