

Дата: 28.09.2023

Викладач: Юдіна Дар'я Олександрівна mikhailinadarya@gmail.com

Група № Е-1

Предмет: Теоретичні основи електротехніки

Урок № 29

Тема: Основні елементи кола синусоїдального струму

Синусоїдні електричні величини (ЕРС, струм, напруга) відносяться до гармонійних періодичних змінних величин.

Змінними їх називають, оскільки їх значення змінюються в часі (мають різні значення в різні моменти часу), тобто вони є функціями часу. Кожне значення будь-якої функції часу (тобто значення функції при заданому значенні аргументу t) називають миттєвим.

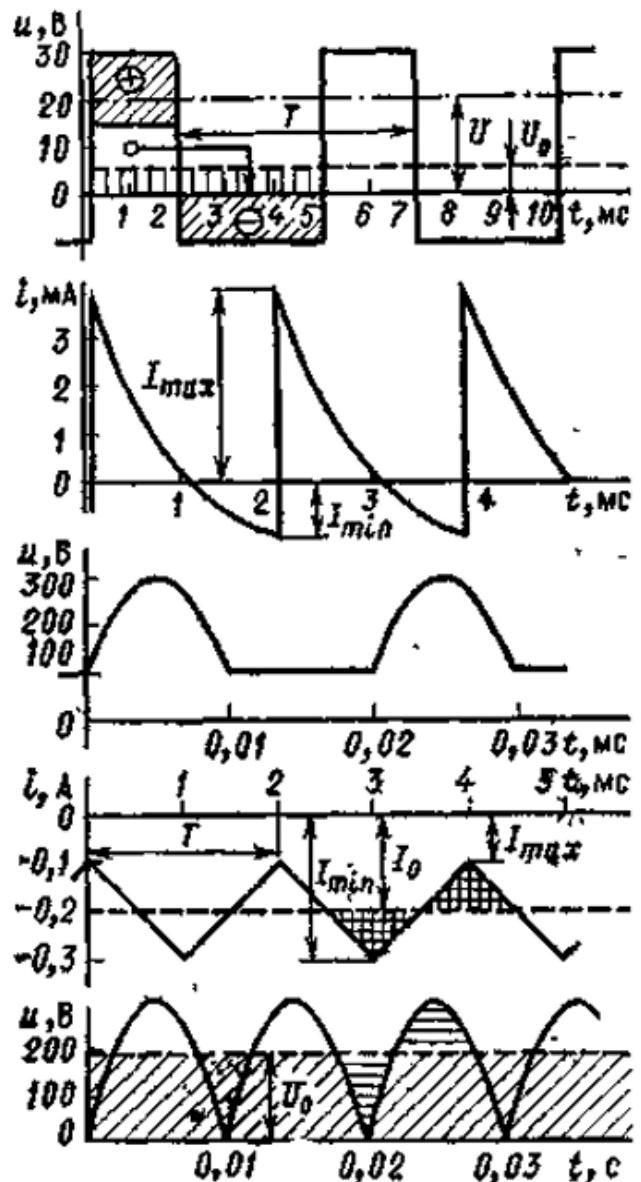
Періодичними струмами і напругами називаються струми і напруги, миттєві значення яких повторюються через рівні проміжки часу. У сучасній техніці широко використовуються різноманітні за формою види періодичних сигналів: прямокутні, експонентні, колоколоподібні, трикутні і т.п.

Математична залежність періодичних струмів і напруг від часу $i(t)$, $u(t)$ називається рівнянням їхніх **миттєвих значень**.

Для наочного уявлення й описання періодичних функцій $i(t)$ і $u(t)$ використовуються їхні часові графіки, побудовані по рівнянням миттєвих значень. Періодичні струми і напруги мають деякі постійні, незмінні в часі числові параметри. До них відносяться період T , максимальне і мінімальне значення I_{\max} і I_{\min} , постійна складова I_0 і т.д.

Період і частота. Основним параметром періодичних функцій часу (струмів, напруг) є період, що позначається великою літерою T .

Періодом називається найменший проміжок часу, після закінчення якого періодична функція напруги $u(t)$ чи струму $i(t)$ повторює свої миттєві значення.



Крім періоду T для характеристики періодичних функцій використовується **частота** f , – число періодів за секунду. Частота вимірюється в герцах. За визначенням частота є величина, зворотна до періоду: $f = 1/T$.

Під впливом синусоїдних ЕРС у лінійних електричних колах і напруги, і струми мають синусоїдну залежність від часу (синусоїдну форму графіка функції). Усі синусоїдні величини (наприклад, напруга) мають стандартну загальну форму запису, яка є **рівнянням миттєвих значень**:

$$u(t) = U_m \sin(\omega t + \psi_u),$$

де U_m — амплітуда синусоїдної напруги; ω — кутова частота; ψ — початкова фаза.

Ці три величини є **параметрами** (постійними величинами для конкретної напруги в конкретній задачі), а час t є аргументом часової функції $u(t)$.

Отже, для однозначного визначення миттєвих $u(t)$ або $i(t)$ необхідно визначити сукупність їхніх трьох параметрів: **амплітуду, кутову частоту і початкову фазу**. Синусоїдні напруги і струми одержали найбільше поширення в сучасній техніці завдяки їхнім наступним якостям.

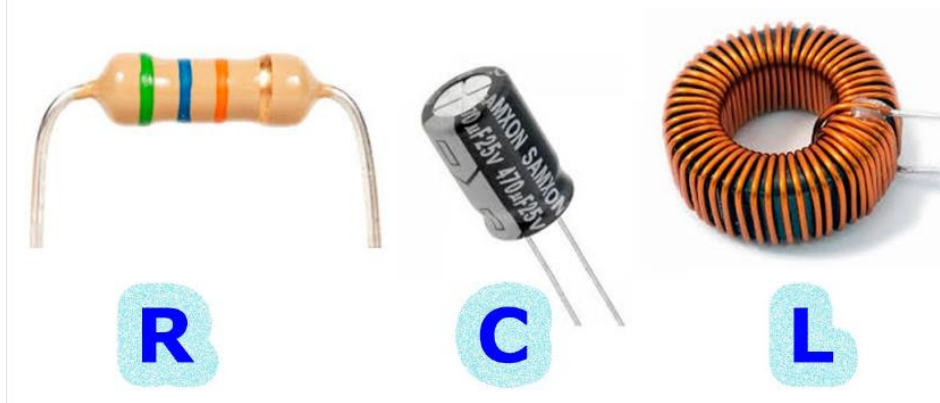
По-перше, пристрої для виробництва (генератори), перетворення (трансформатори) і споживання (асинхронні двигуни) електричної енергії із синусоїдними напругами і струмами досить прості, зручні в експлуатації. По-друге, синусоїдні величини при лінійних операціях: підсумовуванні, інтегруванні, диференціюванні — залишаються також синусоїдними величинами. Такої властивості не мають ніякі інші функції. За цю чудову властивість синусоїдні часові функції називаються **гармонійними**, тобто досконалими.

Урок № 30

Тема: Основні елементи кола синусоїдального струму

Мета: ознайомлення з основними елементами кола синусоїдального струму.

Електричне коло може містити як лінійні, так і нелінійні елементи. **Лінійними елементами** електричного кола називають такі, для яких існує пропорційність між спадам напруги та силою струму. До лінійних елементів належать **резистори, конденсатори та котушки індуктивності**.



Резистором називають двополосний елемент електричної схеми, який перетворює енергію електричного струму на теплову енергію необоротно.

Схемне позначення резистора показано на рис. 1.

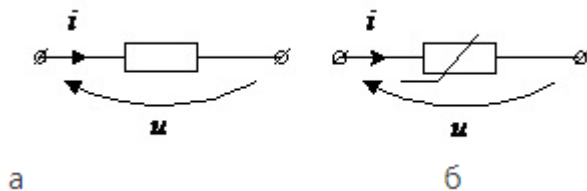


Рис. 1. Схемні позначення резистора: а – лінійного, б – нелінійного.

Основною характеристикою резистора є залежність між струмом i напругою u яка називається його вольт-амперною характеристикою (ВАХ). Приклади ВАХ деяких резисторів зображено на рис. 2.

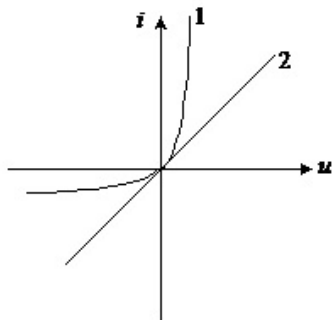


Рис. 2. Вольт-амперні характеристики резисторів.

Зауважимо, що графіки, які зображають ВАХ, обов'язково проходять через початок координат та розміщуються у першому і третьому квадрантах координатної площини як наслідок того, що резистор є споживачем електричної енергії. Якщо графік ВАХ резистора має вигляд прямої, то такий резистор називається **лінійним**. Для лінійного резистора справедливе таке співвідношення:

$$i = \frac{u}{R}; \text{ або } i = Gu \quad (1)$$

Коефіцієнт R у співвідношенні (1) називають **опором резистора** і він є основним параметром резистора.

Для **нелінійного резистора** (рис. 1, б) ВАХ є деякою кривою лінією. Параметри нелінійного резистора визначаються з таких співвідношень:

$$R_c = \frac{u}{i} = \frac{u}{f(u)}; \quad R_g = \frac{du}{di} = \left(\frac{df}{di} \right)^{-1} \quad (2)$$

де R_c називають **статичним опором** резистора, а R_g – **динамічним або диференціальним опором**. Очевидно, значення R_c і R_g залежать від напруги u чи струму i нелінійного резистора.

Котушка індуктивності

Конструктивно класична **котушка індуктивності** є циліндричним осердям, на якому намотана обвитка з металевого дроту. Осердя може виготовлятися як з феромагнітних, так і з інших матеріалів. Схемні позначення котушок індуктивності показано на рис. 3.

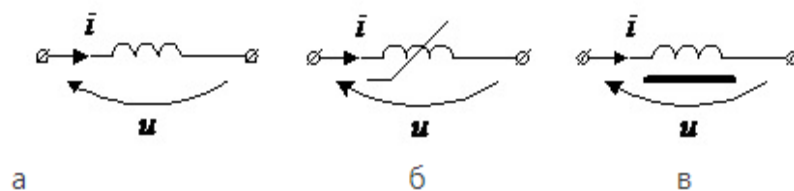


Рис. 3. Схемні позначення котушок індуктивності: а – лінійної, б – нелінійної, в – з феромагнітним осердям.

В ідеальних котушках індуктивності, які використовуються для побудови електричних схем, не враховується опір обвитки та розсіювання у просторі магнітного потоку.

Потокозчеплення – це добуток магнітного потоку котушки на кількість витків її

$$\Psi = n\Phi$$

обвитки

Основною характеристикою котушки індуктивності є її **вебер-амперна характеристика**, що є функціональною залежністю потокозчеплення від струму i .

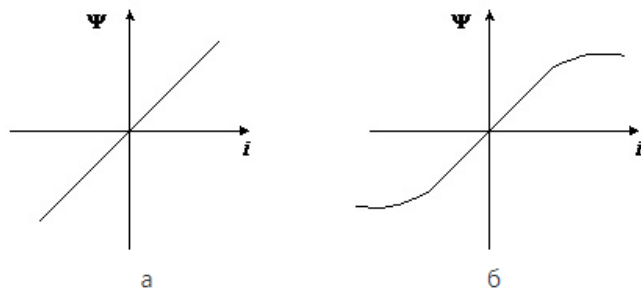


Рис. 4. Вебер-амперна характеристика котушки індуктивності: лінійної (а) та нелінійної (б).

Як і резистори, котушки індуктивності бувають як лінійними, так і нелінійними. Характеристика лінійної котушки показана на рис. 4, а, а нелінійної – на рис. 4, б. Як правило, нелінійні котушки індуктивності – це котушки, осердя яких виготовлено із феромагнетиків і їхні схемні позначення показані на рис. 3, б та рис. 3, в.

Котушки індуктивності, по суті, є консервативними елементами, бо вони перетворюють енергію електричного струму на енергію магнітного поля і навпаки в ідеальному випадку без втрат. Також котушки індуктивності зараховують до класу **реактивних** елементів електричних схем, оскільки у них взаємозв'язок струму та напруги описується диференціальним рівнянням.

Конденсатор

Конденсатор конструктивно виготовляється у вигляді двох провідних поверхонь, між якими розміщений діелектрик, наприклад, слюда, кераміка, папір, полімерна плівка, повітря, електроліт.

Схемне позначення конденсатора зображено на рис. 5.

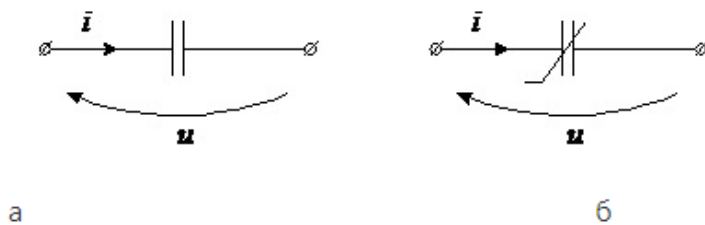


Рис. 5. Схемне зображення конденсаторів: а – лінійного, б – нелінійного.

Основною характеристикою конденсатора є залежність його заряду q від напруги u яку називають кулон-вольтною характеристикою конденсатора.

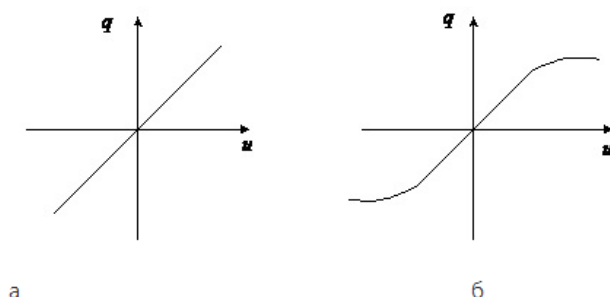


Рис. 6. Кулон-вольтна характеристика конденсаторів: а – лінійного та б – нелінійного.

Ідеальний конденсатор, як і котушка, теж є консервативним елементом, оскільки він перетворює без втрат енергію електричного струму на енергію електричного поля і навпаки. Конденсатор також належить до класу реактивних елементів схем, оскільки його струм і напруга взаємозв'язані диференціальними рівняннями.

Котушка індуктивності і конденсатор є реактивними консервативними елементами.

Для лінійних конденсаторів (рис. 6, а) справедлива залежність

$$q = CU. \quad (3)$$

Як параметр нелінійного конденсатора (рис. 6, б) використовують диференціальну ємність, що визначається так

$$C_d = \frac{dq}{du}, \quad (4)$$

де $C_d = C_d(u)$ є функцією напруги конденсатора.