

Тема №7: Трансформатори, магнітні підсилювачі та дроселі

Тема: Багатообмотувальні трансформатори і автотрансформатори

Мета: Дізнатися про призначення і роботу багатообмотувальних трансформаторів і автотрансформаторів

Підручник: А.М. Гуржій, А.М. Сільвестров, Н.І. Поворознюк "Електротехніка з основами промислової електроніки", ст. 196-199

<https://drive.google.com/file/d/1X7QIJUnifZhTdoDh76YCLXWCvFaB69pk/view?usp=sharing>

Опрацювання теоретичного матеріалу

Автотрансформатор

Автотрансформатором називається такий трансформатор, у якого є тільки одна обмотка, частина якої належить одночасно вторинному і первинному ланцюгам.

Автотрансформатори застосовуються для пуску потужних двигунів змінного струму, регулювання напруги в освітлювальних мережах, а також в інших випадках, коли необхідно регулювати напругу в невеликих межах.



Автотрансформатори відрізняються від трансформаторів тим, що у них обмотка нижчої напруги є частиною обмотки вищої напруги, тобто ланцюги цих обмоток мають як магнітний, а й гальванічний зв'язок. В автотрансформаторі втрати потужності менші, ніж у двообмоточному трансформаторі, при однаковій номінальній потужності.

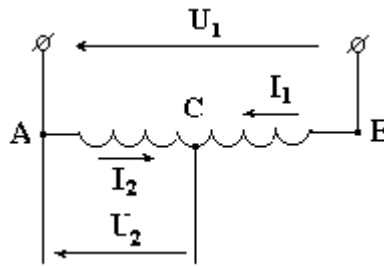
Схема однофазного автотрансформатора зображена на мал. 1.

Умовне позначення автотрансформатора



Режим холостого ходу автотрансформатора, коли $I_2 = 0$, нічим не відрізняється від режиму холостого ходу звичного трансформатора.

Напруга U_1 , що підводиться до трансформатора $= U_{AB}$ рівномірно розподіляється між витками первинної обмотки. $U_1 = U_{AB}$



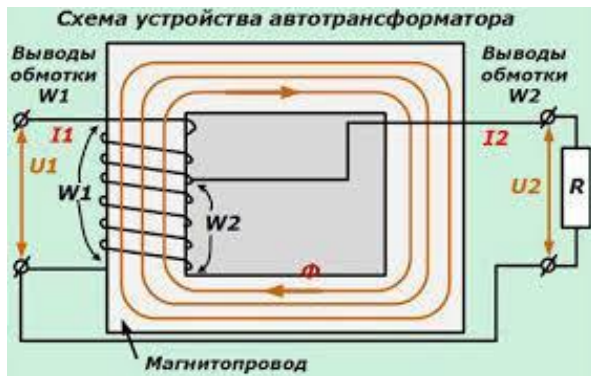
Вторинна напруга

$$U_2 = U_{AC} = U_{AB} \cdot \frac{W_{AC}}{W_{AB}} = \frac{U_{AB}}{K_T},$$

де $K_T = \frac{W_{AB}}{W_{AC}}$ – коефіцієнт трансформації.

Автотрансформатори вигідно використовувати в тих випадках, коли коефіцієнт трансформації близький до одиниці.

Будова автотрансформатора



Автотрансформатор складається з однієї обмотки, яка виконує функцію як первинної, так і вторинної обмоток. це означає, що в ньому відсутня гальмівна обмотка, як це є в звичайному трансформаторі. За рахунок такої конструкції автотрансформатори мають менші розміри та масу, що робить їх більш

економічними та зручними для використання в різних умовах.

Конструкція автотрансформатора



Принцип роботи

Трансформатор працює на принципі електромагнітної індукції. він використовує дві обмотки, які знаходяться поруч, але електрично ізольовані одна від одної. коли через первинну обмотку пропускають змінний струм, у вторинній обмотці виникає індукована напруга, яка може бути іншим значенням.

Автотрансформатор також працює на принципі електромагнітної індукції, але він має тільки одну обмотку, яка виконує як первинну, так і вторинну функцію. це означає, що автотрансформатор може змінювати рівень напруги, залежно від того, на якому відрізку обмотки відбувається взаємодія струмів. це дозволяє забезпечити більш широкий діапазон варіації напруги, ніж трансформатор.

Використання в електричних системах

Трансформатори використовуються у багатьох галузях, включаючи енергетику, промисловість та побутове використання. вони застосовуються для підвищення або пониження напруги у електромережах, а також для перетворення рівня напруги з одного значення на інше з метою використання в електричних приладах та машинно-тракторній техніці.

Автотрансформатори також мають широке застосування в електричних системах. вони використовуються в схемах контролю напруги, зокрема у стабілізаторах, випрямлячах і пристроях змінного струму.

Переваги та недоліки

Переваги автотрансформатора:

- Менші розміри та маса
- Економічніший варіант
- Ширший діапазон варіації напруги

Переваги трансформатора:

- Краща електрична ізоляція
- Вищий рівень безпеки
- Можливість використання на великих напругах

Недоліком автотрансформатора є те, що в разі пошкодження однієї частини обмотки, пошкоджується вся обмотка. також автотрансформатори мають обмежений вихідний струм порівняно з трансформаторами. тому, перед вибором між автотрансформатором та трансформатором, необхідно врахувати особливості вашої ситуації та потреби.

Висновок: автотрансформатор та трансформатор є двома різними пристроями для зміни рівня напруги. *Автотрансформатор* має меншу конструкцію та ширший діапазон варіації, але має обмежений вихідний струм та меншу безпеку. *Трансформатори* є більш компактними, забезпечують кращу безпеку та електричну ізоляцію.

Багатообмотувальні трансформатори



Багатообмотувальні (одна первинна і декількох вторинних) трансформатори використовуються в радіотехнічних схемах для отримання декількох напруг.

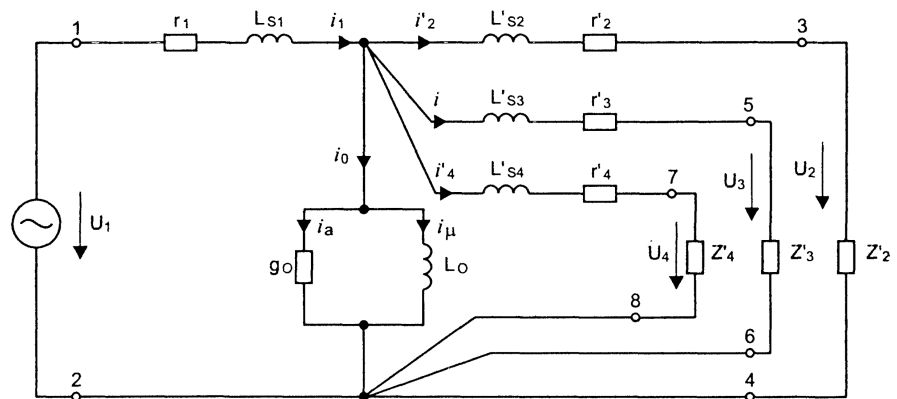


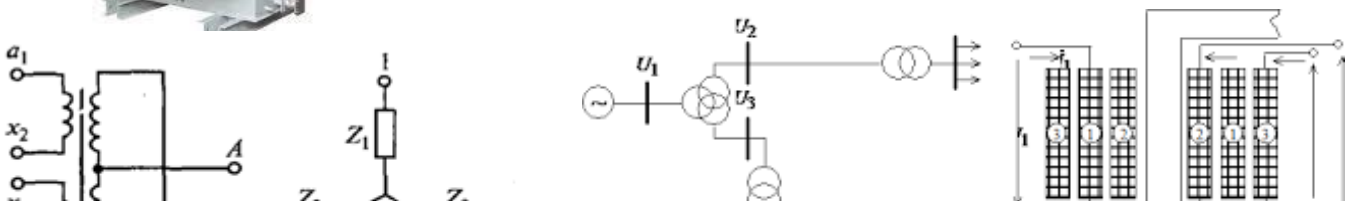
Рис.1. Еквівалентна схема багатообмотувального трансформатора

У випадку, коли є необхідність отримати кілька різних напруг, то замість декількох окремих електричних силових двообмоткових трансформаторів з різними коефіцієнтами трансформації можна застосувати один силовий багатообмотувальний трансформатор. Це дає можливість сильно здешевити і спростити електричну трансформаторну підстанцію.

Припустимо, електричний силовий трансформатор має деяке число обмоток. Для такого багатообмотувального силового трансформатора відповідно певні рівняння рівноваги електрорушійної сили і присутніх намагнічують сил. Визначимо їх як I_1 , I_2 - I_n струми, які течуть по обмоткам трьохобмоткового трансформатора, а через w_1 , w_2 - w_n позначасмо кількість витків працюють в трьохобмотковому трансформаторі.

Слідуючи відомому закону електромагнітної рівноваги – в результаті отримаємо: $I_1 w_1 + I_2 w_2 + I_3 w_3 + \dots + I_n w_n = I_0 w_1$, тобто, отримана сума намагнічуючих сил всіх наявних робочих обмоток прирівняна до загальної намагніченої сили режиму холостого ходу. Діюча сила, що намагнічує первинну обмотку трьохобмоточного трансформатора створює електромагнітний потік в його магнітопроводі і тим самим компенсує чинний розмагнічуючий вплив протікаючих струмів всіх інших електричних обмоток.

Розглянемо трьохобмотувальні трансформатори електричні силові, які мають досить широке своє практичне поширення.

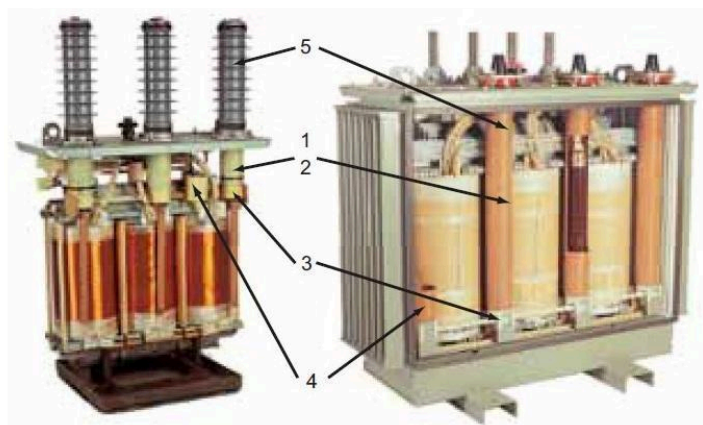
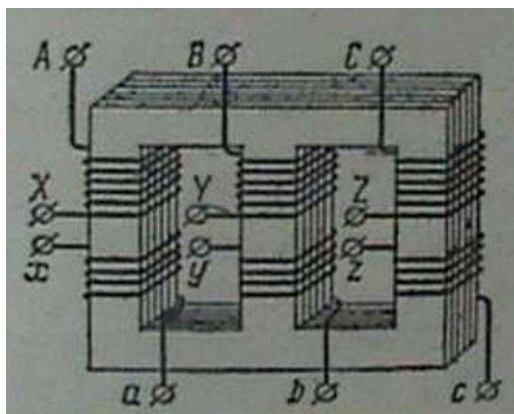


Робота холостого ходу триобмоткового трансформатора, в разі, якщо обидві вторинні обмотки трансформатора розімкнуті, в принципі, нічим не відрізняється від роботи холостого ходу простого силового двохобмотувального трансформатора електричного і дає нам деяку можливість точно визначити силу струму холостого ходу I_0 , а також наявні втрати холостого ходу P_0 і, звичайно ж, коефіцієнти трансформації.

У нашому випадку ми будемо мати 2 коефіцієнта трансформації k_{12} і k_{13} , що існують між першою і другою і між першою і третьою робочими обмотками трьохобмоточного трансформатора. За таким правилом $K_{12} = E_1 / E_2 = w_1 / w_2$; $K_{13} = E_1 / E_3 = w_1 / w_3$; а також за свідомо відомим 2 коефіцієнтам трансформації можливо буде визначити і третій k_{23} між, що є в другій і третій обмотці: $K_{23} = E_2 / E_3 = w_2 / w_3 = k_{13} / k_{12}$

Для безпосереднього визначення основних параметрів режиму короткого замикання роблять 3 досліді режиму короткого замикання: це між електричними обмотками трьохобмоточного трансформатора 1 і 2 при розімкнутій обмотці 3; далі між робочими обмотками 1 і 3 при розімкнутій обмотці 2; і в третьому досліді між обмотками 2 і 3 при електрично розімкнутій обмотці 1. Припустимо r_1, r_2, r_3 – це у нас активні електричні опори і x_1, x_2, x_3 – індуктивні опори наявних обмоток в трьохобмоточному трансформаторі.

Як відомо в двообмоткових електричних силових трансформаторах чинні індуктивні опори робочих обмоток визначаються деякими потоками розсіювання цих обмоток трансформатора. У разі триобмоткових трансформаторів індуктивні електричні опори обмоток трансформатора визначаються певним еквівалентним чинним потоком розсіювання, підсумовується з потоком розсіювання цієї обмотки і діючих потоків розсіювання двох інших обмоток.



Широке застосування мають трьохобмотувальні трансформатори електричні силові, які містять 1 первинну і 2 вторинні обмотки. Якщо зміниться електричне навантаження в одній з діючих електричних обмоток (припустимо, другий обмотці), то зміниться і напруга U_2 не тільки даної обмотки, а й електричну напругу U_3 іншої

чинної вторинної обмотки. Це відбувається через те, що зміна сили струму в будь-якої однієї робочої вторинної обмотці обов'язково викликає певні зміни сили струму в первинній діючій обмотці. Внаслідок такої зміни напруги в повному електричному опорі первинної робочої обмотки змінюються як електрорушійна сила, так і саме напруги вторинних обмоток.

У своєму конструктивному відношенні електричні силові трьохобмотувальні трансформатори схожі на двохобмотувальні. На їх магнітопроводі (триобмоткового трансформатора) розміщується 3 робочих обмотки – більшої напруги, середньої напруги і меншої (низької) напруги. На діючому стрижні робочого магнітопроводу обмотки можуть встановлюватися різними способами. Ближче до безпосереднього стрижня може бути покладена робоча обмотка “НН”, “СН” або “ВН”.

Трьохобмотувальні трансформатори зазвичай будують на великі потужності: 5600-31500 кВт (трифазні) і 5000-40 000 кВт (однофазні) при напрузі обмоток ВН 110 - 121 кВ; СН 34,5 - 38,5 кВ і НН 3,15 - 15,75 кВ.

У деяких випадках застосовують трьохобмотувальні трансформатори з двома первинними і однією вторинною обмоткою. Такі трансформатори використовують на великих електростанціях, коли виникає необхідність в роботі двох або трьох генераторів на загальну лінію електропередачі через один потужний підвищуючий трансформатор. Іноді трансформатори мають дві первинні обмотки з різними номінальними напругами.

Завдання:

- *Опрацювати теоретичний матеріал.*

- *Дати відповідь на питання (в якості конспекту):*

1. Які галузі електротехніки використовують автотрансформатори найбільше?
2. Чи можна використовувати трансформатори в схемах з подачею струму на великих напругах?
3. Як вибрати між автотрансформатором та трансформатором для певної задачі?
4. Чи можливо застосування автотрансформатора в електромережах з нестійкою напругою?
5. Охарактеризувати багатообмотувальні (одна первинна і декілька вторинних) трансформатори

Домашнє завдання

1. Вивчити основні означення та формули.
2. Побудувати електросхему багатообмотувального трансформатора