**Лекція 5**

**Метод еквівалентного генератора (*Іщенко ст. 29-32*)**

Метод еквівалентного генератора використовують для визначення режиму роботи однієї з віток електричного кола. Таким чином, ту частину вітки кола в якій визначають режим роботи – розраховують окремо, а все інше коло виділяють і приймають за еквівалентний генератор – це ДЕЕ з певною ЕРС $Е\_{екв}$ і внутрішнім опором $r\_{екв}$, як показано на рис. 1(б).

*Рис.1 Електричне коло з двома вузлами (а); еквівалентний генератор (б)*

ЕРС $Е\_{екв}$ визначають як напругу холостого ходу на затискачах даної вітки *аб* при її вилученні. Для розрахунку опору $r\_{екв}$ замінюють всі джерела живлення в схемі еквівалентного генератора їх внутрішніми опорами. Внутрішній опір еквівалентного генератора можна визначити з виразу

$r\_{екв}=U\_{хх}/I\_{кз}$.

де $U\_{хх}=Е\_{екв}$ - напруга холостого ходу еквівалентного генератора; $I\_{кз}$ - струм короткого замикання через затискачі даної вітки.

Для визначення режиму роботи акумулятора $Е\_{3}$ з внутрішнім опором $r\_{03}$ в електричному колі рис. 1(а), за еквівалентний генератор приймають всю сукупність елементів, крім $Е\_{3}$ та $r\_{03}$ на затискачах *аб:*

$Е\_{екв}=І\_{1}∙r\_{24}=E\_{1}∙r\_{03}/(r\_{01}+r\_{1}+r\_{24})$*;*

$r\_{24}=r\_{2}∙r\_{4}/(r\_{2}+r\_{4})$*.*

де $r\_{екв}$ - опір схеми еквівалентного генератора, який обмежений пунктирною лінією між точками *а* і *б* при замкнутій електрорушійній силі $E\_{1}$:

$\frac{1}{r\_{екв}}=\frac{1}{r\_{01}+r\_{1}}+\frac{1}{r\_{2}}+\frac{1}{r\_{4}}$.

Сила струму $І\_{3}$ через акумулятор $E\_{3}$ відповідно за схемою 1(б) визначаємо за виразом:

$І\_{3}=(Е\_{екв}-E\_{3})/(r\_{екв}+r\_{3})$.

(*приклад:*)

**НЕЛІНІЙНІ ЕЛЕКТРИЧНІ КОЛА (*Паначевський ст.27*)**

Вольт-амперна характеристика **лінійного**  електричного кола визначається прямою; тангенс кута нахилу до осі струму є пропорційним електричному опору, тобто:

$І=\frac{U}{R};$ $R=ktgα$.

Якщо в електричному колі є елементи, у котрих опір значною мірою залежить від струму або напруги (нелінійні елементи) – це коло має назву **нелінійного**. Вольт-амперна характеристика такого кола визначається дослідом і має нелінійний характер.

Нелінійні елементи дають змогу реалізувати процеси, що не можуть проходити у лінійних колах. Наприклад, нелінійні елементи дозволяють стабілізувати напругу та електричний струм, підсилювати струм та інше. А також, нелінійні елементи бувають керованими та некерованими. Некеровані нелінійні елементи працюють без впливу керуючого чинника (напівпровідникові діоди, термістори та інше). Керовані елементи працюють під впливом керуючих чинників (транзистори, тиристори, електронні лампи та інше).

Нелінійні кола розраховують двома методами – графічним та аналітичним. При графічних розрахунках струм та напруга нелінійного кола визначаються за вольт-амперними характеристиками елементів, що входять у коло.

**Графічний метод розрахунку**

* 1. За рис.2, у нерозгалуженому колі потрібно визначити вольт-амперну характеристику нелінійних елементів. В загалом це записується так

$U=U\_{1}+U\_{2}$,

де $U\_{1}$ - напруга на елементі $Н\_{е1}$; $U\_{2}$ - напруга на елементі $Н\_{е2}$.

Вольт-амперну характеристику кола визначають складанням абсцис вольт-амперних характеристик елементів.

* 1. У розгалуженому з'єднанні нелінійних елементів за першим законом Кірхгофа $І=І\_{1}+І\_{2}$. Таким чином вольт-амперну характеристику кола можна визначити по осі ординат.

2.1. Якщо електричне коло має змішане з’єднання нелінійних елементів, то розрахунок проводять таким чином:

- визначають вольт-амперні характеристики всіх розгалужених ділянок кола (або нерозгалужені);

- усе коло розглядають як нерозгалужене (або розгалужене).

2.2. Якщо лінійний елемент з’єднано з нелінійним, то робочу ділянку визначають за другим з-м Кірхгофа: $Е=U\_{2}+IR\_{1}$, де $U\_{2}$ - напруга на нелінійному елементі.

Це рівняння в координатах $I та U$ зображено прямою. Якщо $I=0, то U\_{2}=Е$ – це рівняння буде мати нелінійну характеристику. Якщо $U\_{2}=0$, то $I=\frac{E}{R\_{1}}$. Тут робоча точка на перетині вольт-амперної характеристики нелінійного елемента та прямої, що визначає рівняння кола.

**Аналітичний метод розрахунку**

Вольт-амперні характеристи можна апроксимувати і аналітичним виразом. Це дає змогу описати електричний стан нелінійного кола математичним рівняннм. Окремі ділянки вольт-амперної характеристик можна розглядати як лінійні. Кожний нелінійний елемент має як статичний, так і динамічний (диференціальний) опір.

Статичний опір визначається з закону Ома, тобто

$R\_{ст}=\frac{U}{I}=k\_{1}tgα$*.*

Динамічний опір визначається за виразом:

$$R\_{д}=\frac{dU}{dI}=k\_{2}tgβ$$

Для аналітичного розрахунку вольт-амперна характеристика поділяється на лінійні ділянки. На цих ділянках коло розраховується як лінійне, що має опір:

$R=R\_{д}=\frac{dU}{dI}$*.*