НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
Навчально-науковий інститут енергетики, автоматики і енергозбереження
Кафедра електропостачання імені професора В.М. Синькова

ПЕРЕХІДНІ ПРОЦЕСИ В ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЦІ

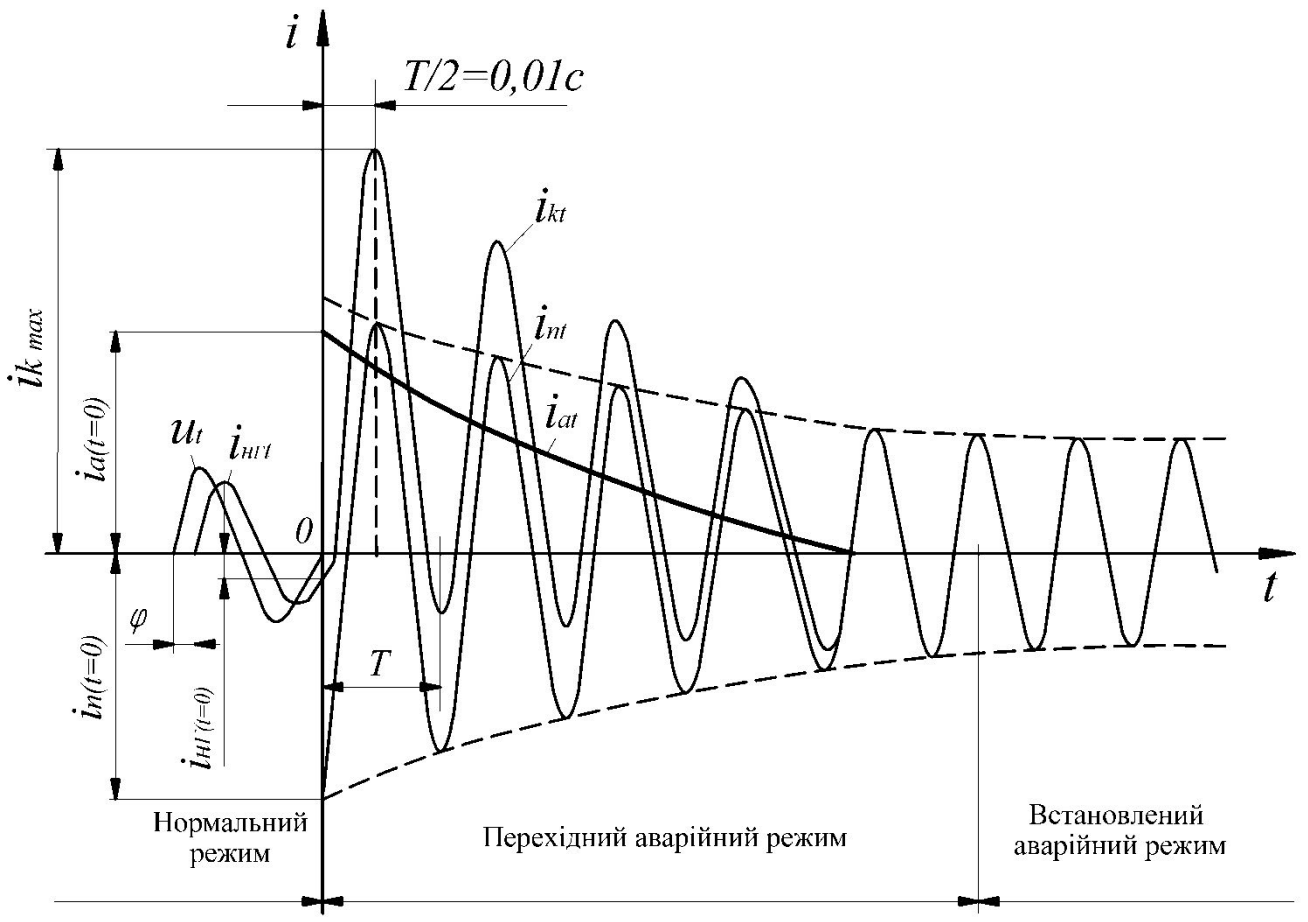
0Тема 1. Розрахунки перехідних процесів при трифазних коротких замиканнях

Лектор: Гай О.В.

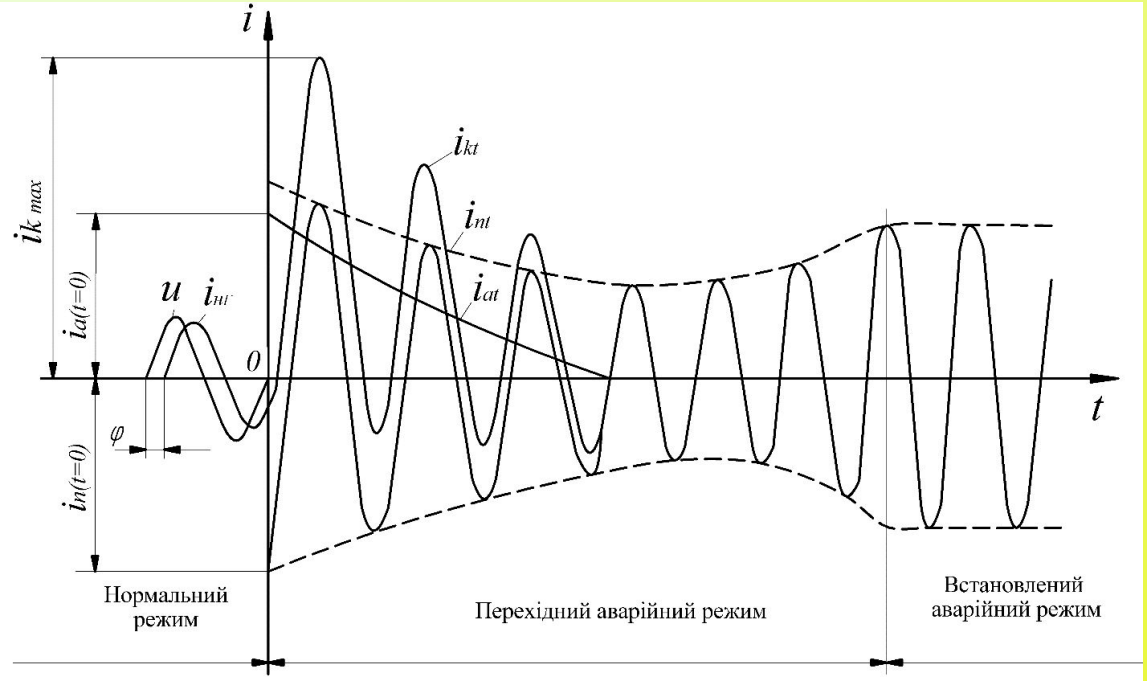
ЗМІСТ

1. Коротке замикання на затискачах генератора
2. Коротке замикання у віддалених точках системи електропостачання
3. Початкове значення періодичної складової струму короткого замикання
4. Розрахунок початкового діючого значення періодичної складової струму короткого замикання
5. Початкова сила струму симетричного короткого замикання $I''_к$ за IEC 60909

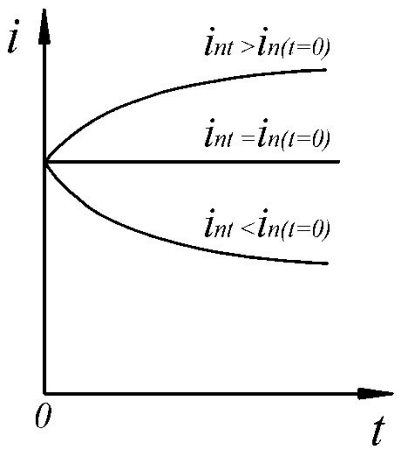
1. Коротке замикання на затискачах генератора



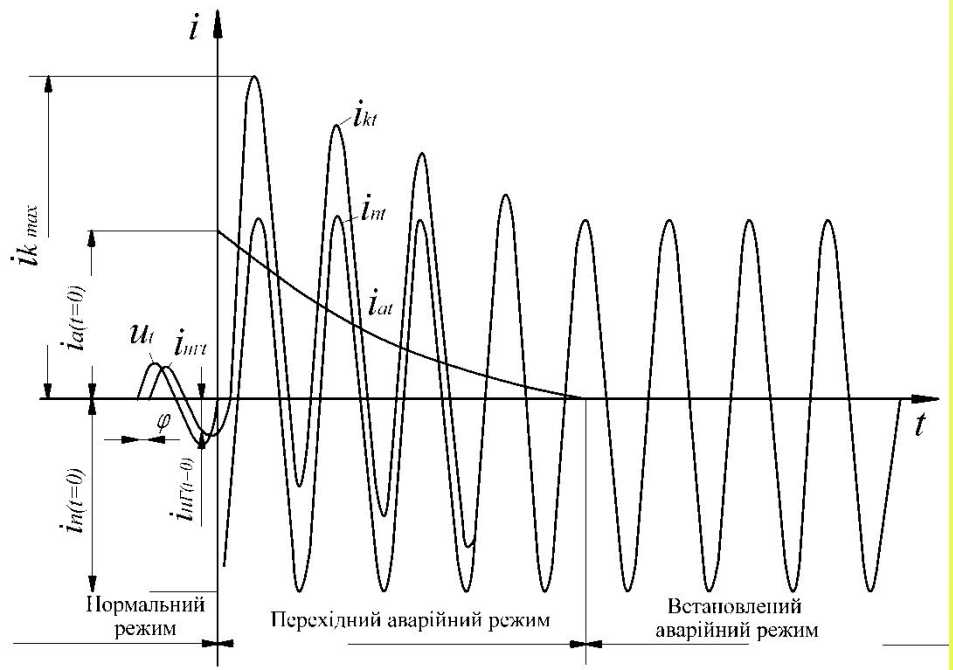
Зміни у часі струму фази та його складових для генератора з АРЗ при трифазному КЗ на затискачах.



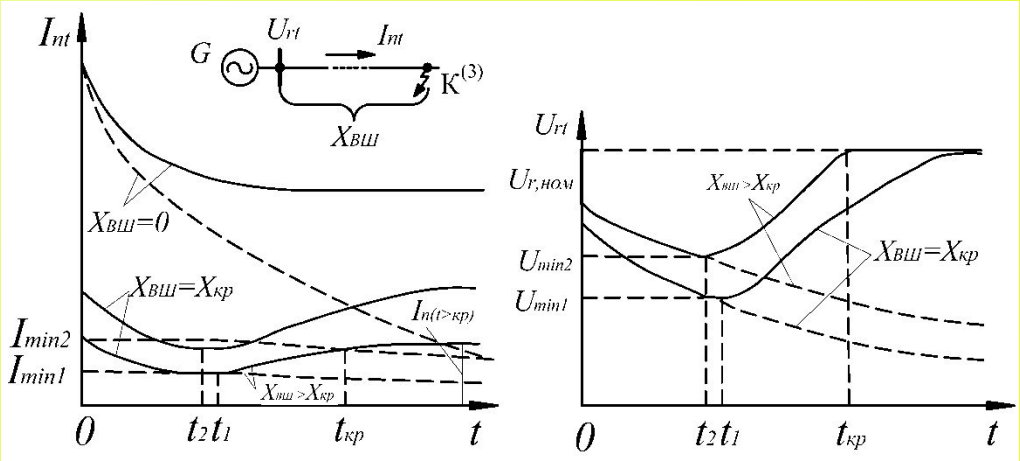
Зміни у часі періодичної складової струму КЗ для генератора з АРЗ при різних значеннях граничного струму збудження та постійний часу обмотки збудження $T_e=0$.



2. Коротке замикання у віддалених точках системи електропостачання



Вплив АРЗ на зміну струму і напруги при різній електричній віддаленості місця КЗ



3. Початкове значення періодичної складової струму короткого замикання

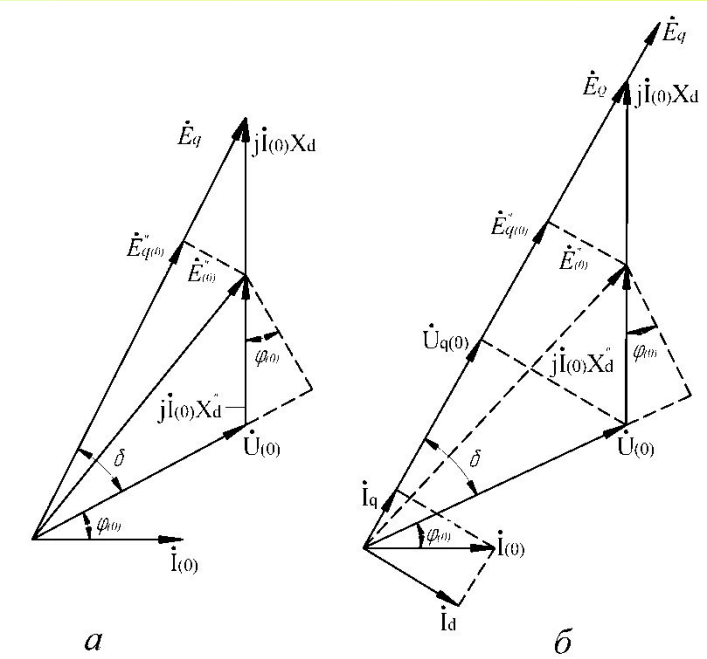
значення $E'_{q(0)}$ і $E''_{q(0)}$ з достатньою для практичних розрахунків точністю можна визначити для машин без демпферних контурів:

$$E'_{q(0)} \approx E'_{(0)} \approx U_{(0)} + I_{(0)} \cdot x'_d \sin f_{(0)}$$

з демпферними контурами:

$$E''_{q(0)} \approx E''_{(0)} \approx U_{(0)} + I_{(0)} \cdot x''_d \sin f_{(0)}$$

Векторні діаграми синхронного машини до початку перехідного процесу: а) неявнополюсної; б) явнополюсної.



Середні значення x'_d, x''_d та $E'_{q(0)}$, $E''_{q(0)}$ у відносних одиницях виміру для машин потужністю до 100 МВт

турбогенератора *– 0,2; 0,13 та 1,12; 1,08;*
гідрогенератора *– 0,35; 0,25 та 1,15; 1,21.*

Середні значення параметрів x''_{*d} і E''_{*} елементів СЕП при нормальних умовах експлуатації

Елемент СЕП	x''_{*d}	E''_{*}
Турбогенератор потужністю до 100 МВт	0,125	1,08
Те ж, потужністю 100-500 МВт	0,2	1,13
Гідрогенератор з демпферними обмотками	0,2	1,13
Те ж, без демпферних обмоток	0,27	1,18
Синхронний компенсатор	0,2	1,2
Синхронний двигун	0,2	1,1
Асинхронний двигун	0,2	0,9
Узагальнене навантаження	0,35	0,85

4. Розрахунок початкового діючого значення періодичної складової струму короткого замикання

Для синхронних генераторів та електродвигунів надперехідною ЕРС в передчасному режимі слід визначати за формулою

$$E''_{|0|} = \sqrt{(U_{|0|} \pm I_{|0|} X''_{\text{d}} \sin\phi_{|0|})^2 + (I_{|0|} X''_{\text{d}} \cos\phi_{|0|})^2}$$

для синхронних компенсаторів по формулі:

$$E''_{|0|} = U_{|0|} \pm I_{|0|} X''_{\text{d}}$$

Надперехідну ЕРС асинхронних електродвигунів

$$E''_{|0|} = \sqrt{(U_{|0|} - I_{|0|} X''_{\text{АД}} \sin\phi_{|0|})^2 + (I_{|0|} X''_{\text{АД}} \cos\phi_{|0|})^2}$$

5. Початкова сила струму симетричного короткого замикання $I''_к$ за IEC 60909

$$I''_к = \frac{cU_n}{\sqrt{3}Z_к} = \frac{cU_n}{\sqrt{3}\sqrt{R_к^2 + X_к^2}}$$

Коефіцієнт напруги c

Номінальна напруга , U_n	Коефіцієнт напруги c для обчислювання	
	максимального струму короткого замикання c_{max} 1)	мінімального струму короткого замикання c_{min}
Низька напруга 100 В—1000 В (IEC 60038, таблиця 1)	1,05 3) 1,10 4)	0,95
Середня напруга >1 кВ—35 кВ (IEC 60038, таблиця 3)	1,10	1,00
Висока напруга 2) >35 кВ (IEC 60038, таблиця 4)		

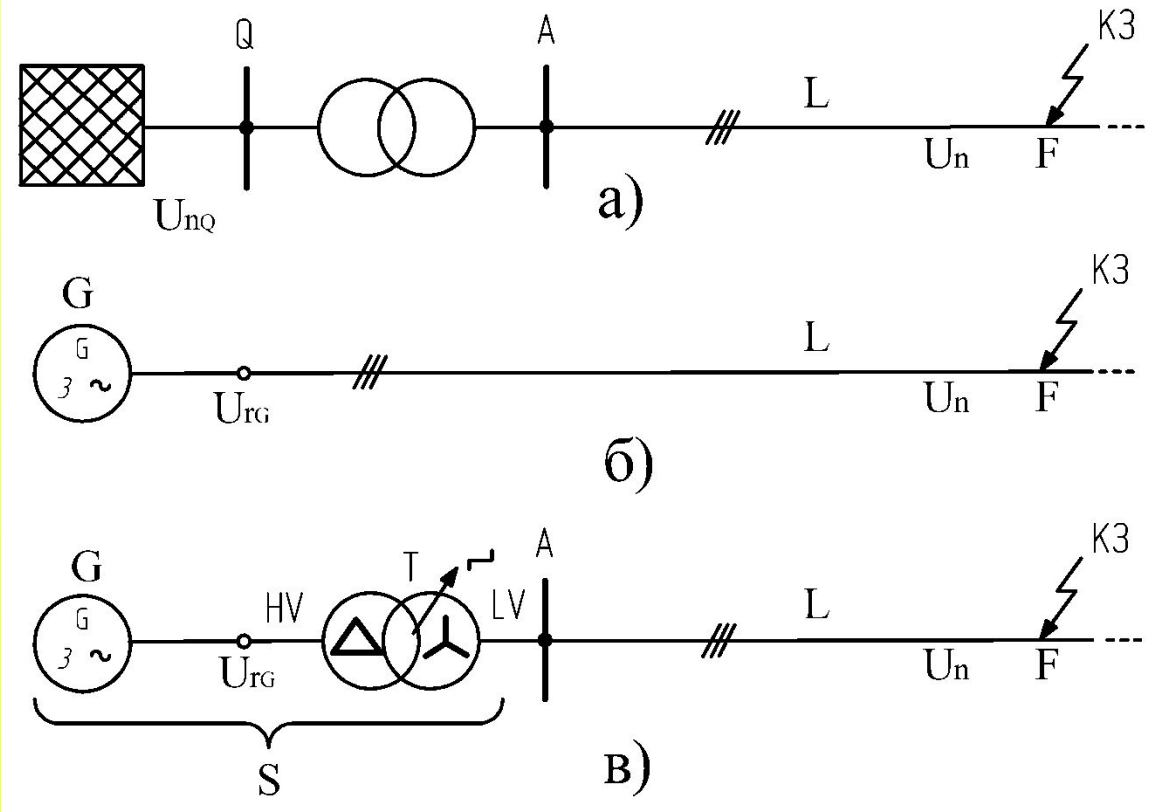
1) $c_{max}U_n$ не повинен перевищувати найвищу напругу U_m для устаткування систем живлення.

2) Якщо номінальну напругу не визначено, то застосовують формулу $c_{max}U_n = U_m$ або $c_{min}U_n = 0,9U_m$.

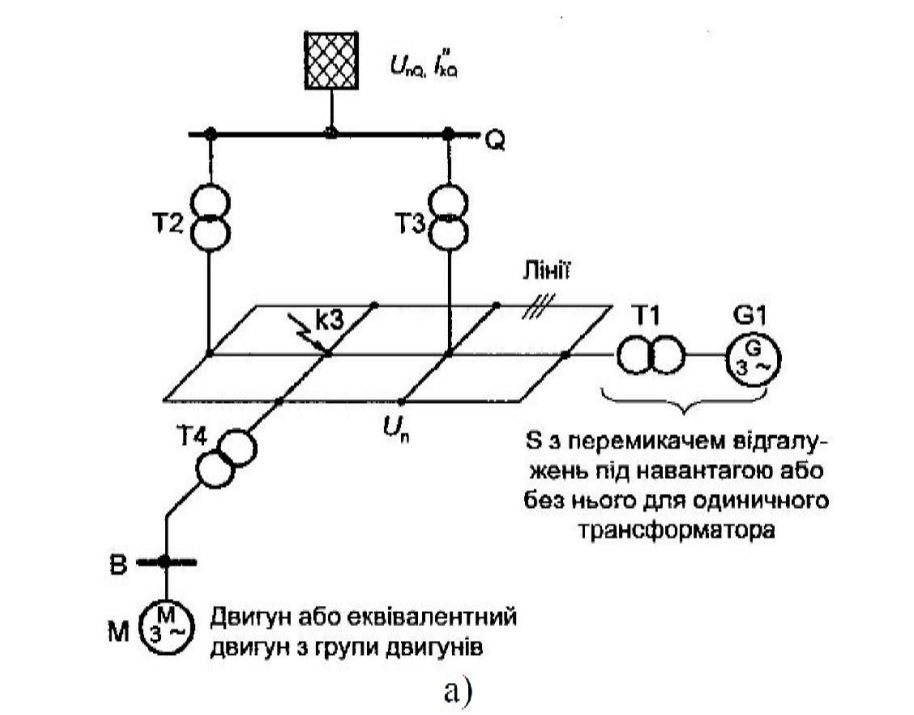
31 3) Для низьковольтних систем з допустимим відхилом +6 %, наприклад, для систем, перейменованих з 380 В на 400 В.

4) Для низьковольтних систем з допустимим відхилом +10 %.

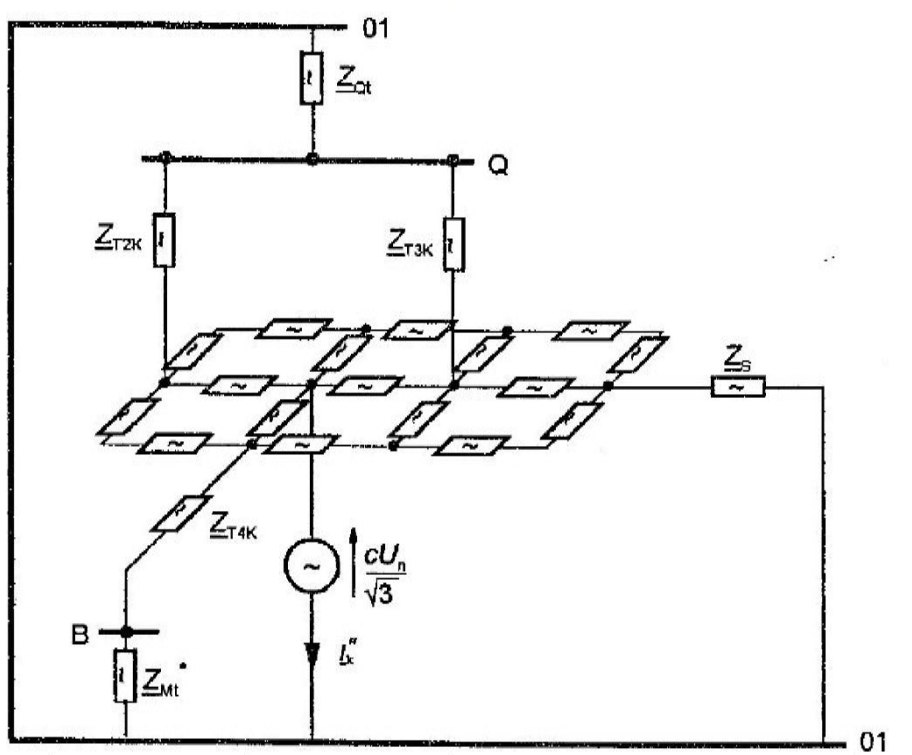
Приклади КЗ із живленням від одного джерела: а) КЗ із живленням від мережної лінії живлення через трансформатор; б) КЗ із живленням від одного генератора (без одиничного трансформатора); в) КЗ із живленням від одного енергоблоку станції (генераторі і одиночний трансформатор з перемиканням відгалужень під навантаження чи без нього)



Приклади замкненої електромережі із живленням від кількох джерел



а)



*Z_{Mt} – повний опір двигуна чи еквівалентний двигун з групи двигунів

б)

Дякую за увагу