

Магістерська кваліфікаційна робота
на тему
**Аналіз усталених і перехідних
режимів роботи синхронних
генераторів**

Виконав:

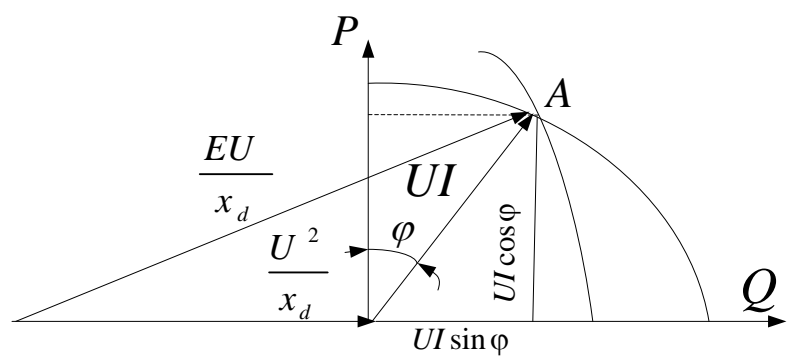
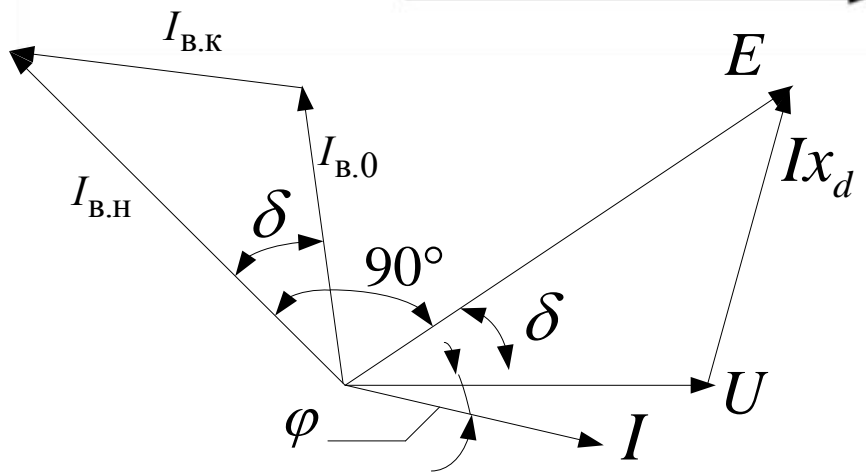
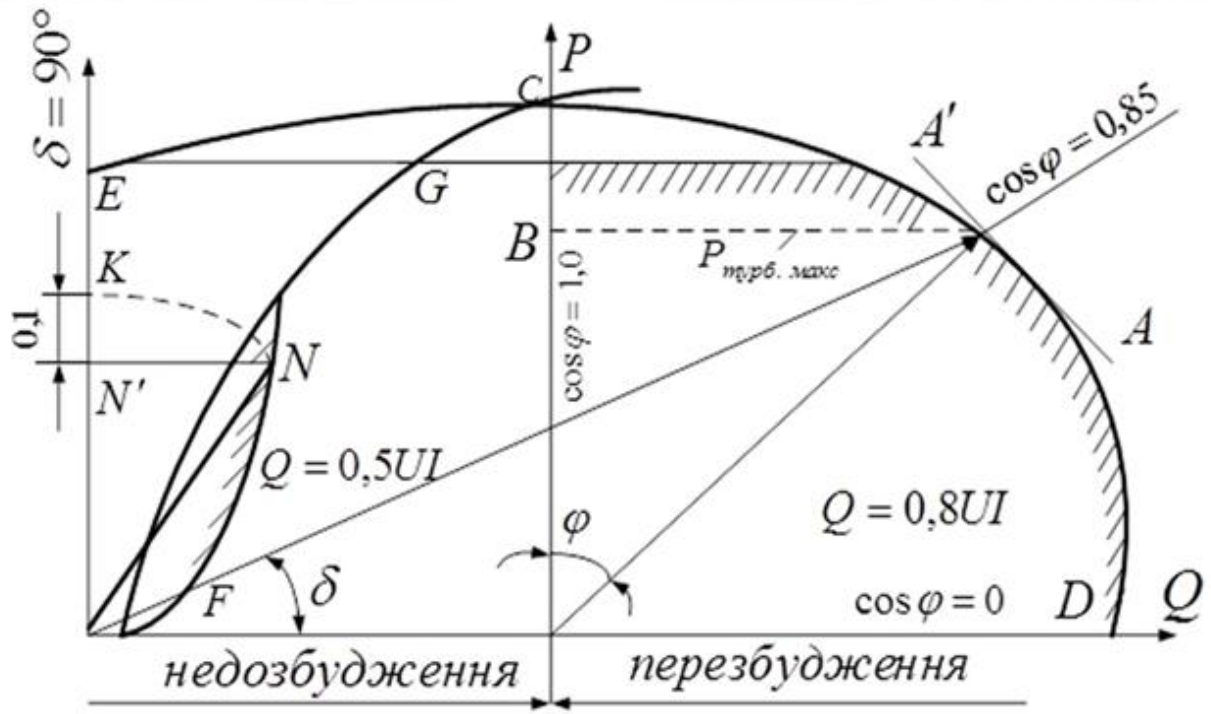
Слюсарчук Олексій Юрійович

Керівник:

Свиридов Микола Павлович

Вінниця, 2018

Діаграми потужностей турбогенератора



Відхилення напруги на затискачах генераторів

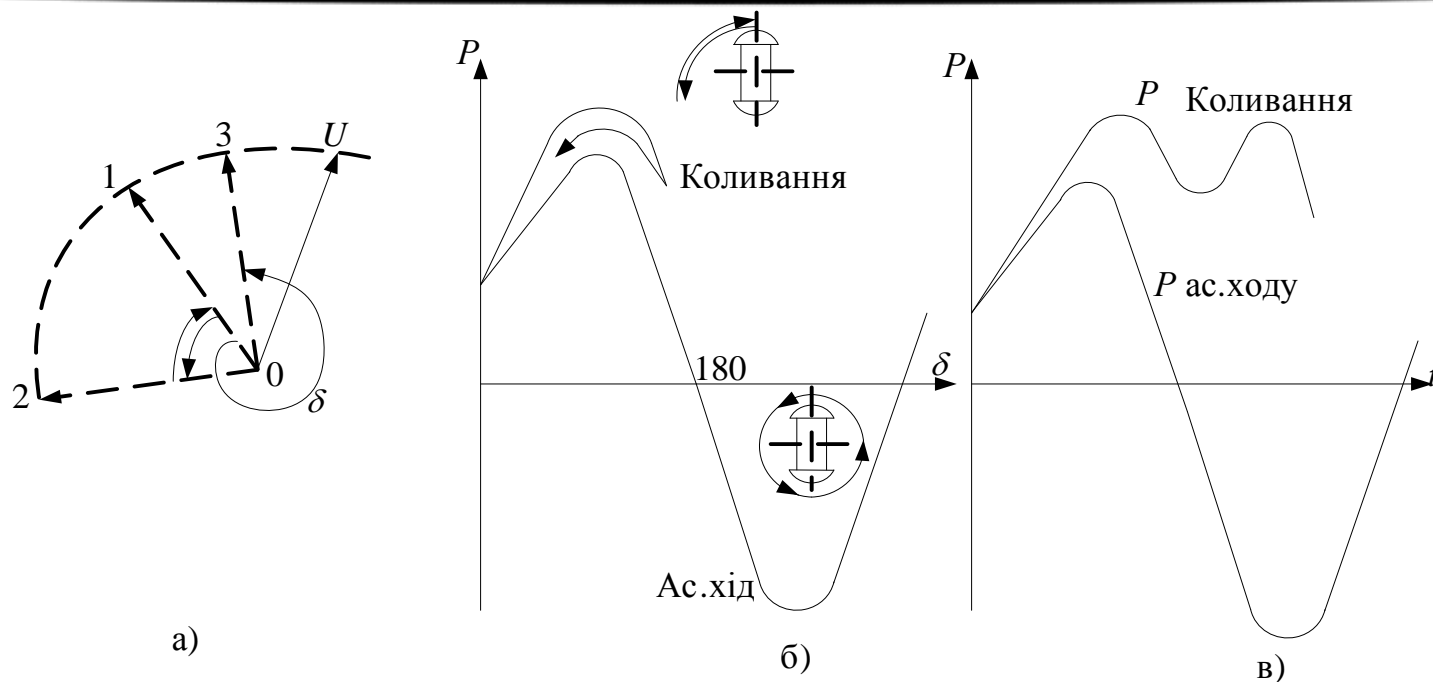
Напруга, % від номінальної	110	108	106	105	100	95	94	85
Повна потужність, % номінальної	88	93,5	98	100	100	100	94,5	89
Струм статора, % номінального	80	92,5	92,5	95	100	105	100	105

Критерії термічної стійкості від струмів зворотньої послідовності

$$I_2^2 \cdot \tau = 30 \text{ с}$$

Тип генератора	Лінійна навантаження, %	Інтегральний критерій, с
ТВ2	100	30
ТВФ	140	15
ТВВ і ТТВ	190	8

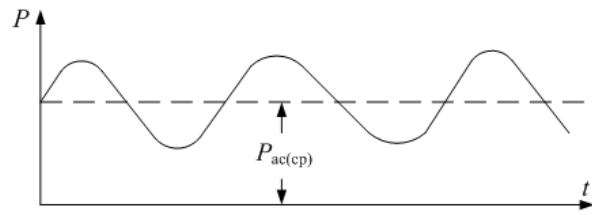
Асинхронні режими генератора



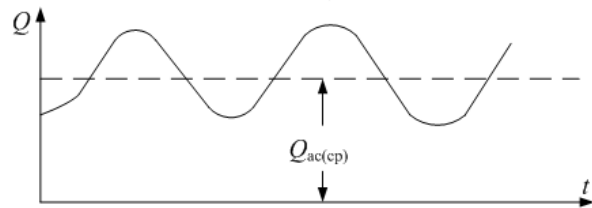
До визначення асинхронного ходу :

- а – зміна положення ротора (вектора ЕРС) при коливанні і асинхронному ході ;
- б – зміна потужності в залежності від кута δ ; в – зміна потужності в залежності від часу t

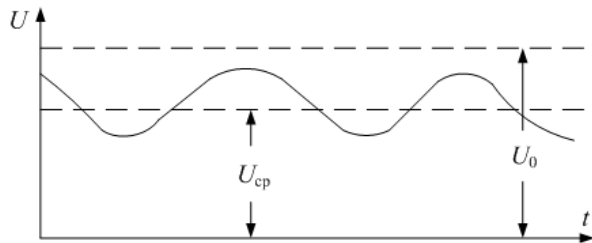
Асинхронні режими генераторів



а)



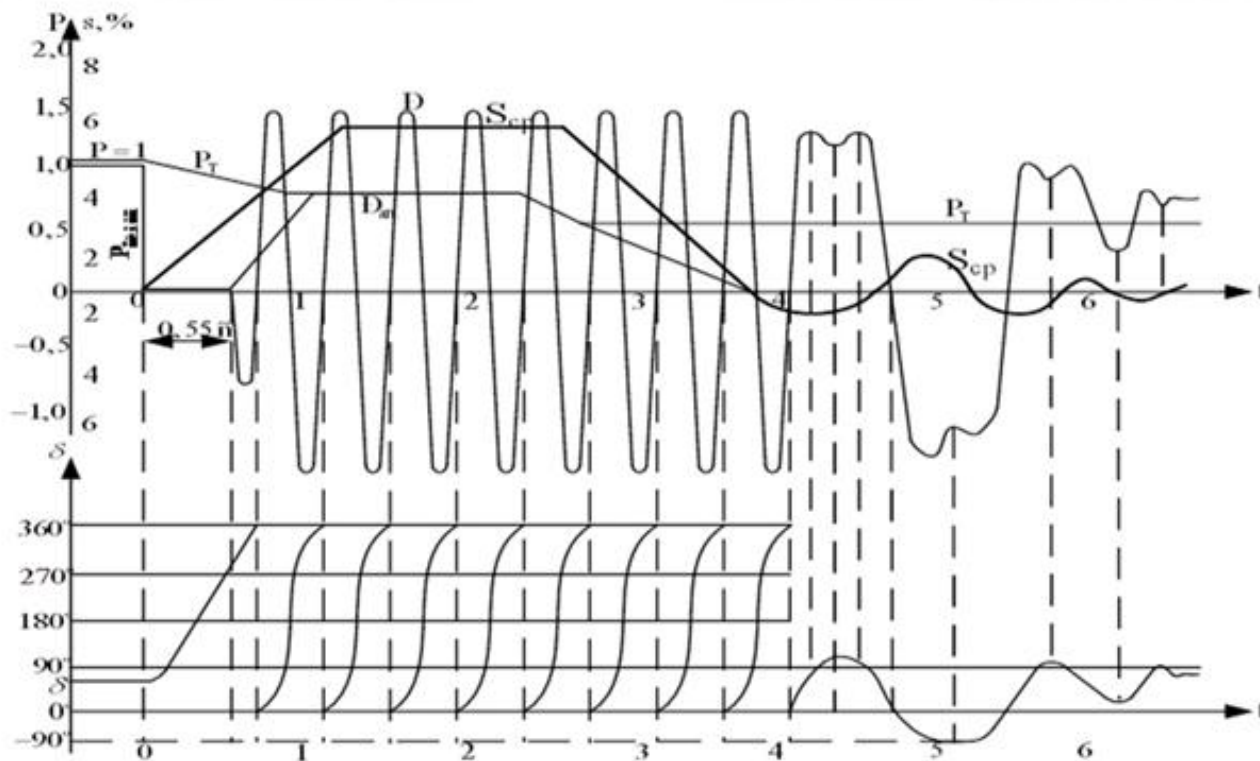
б)



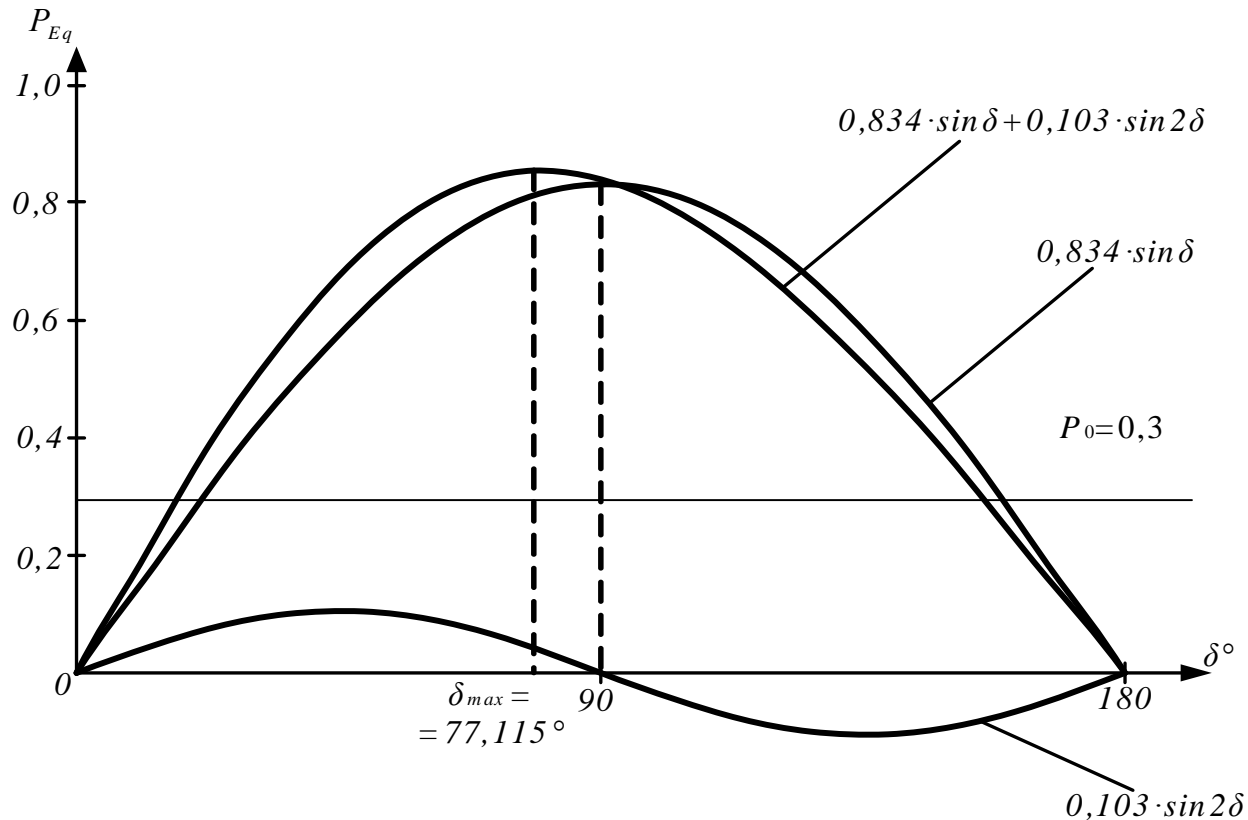
в)

Зміна активної (а) і реактивної (б) асинхронної потужності і напруги (в) при постійному середньому ковзанні

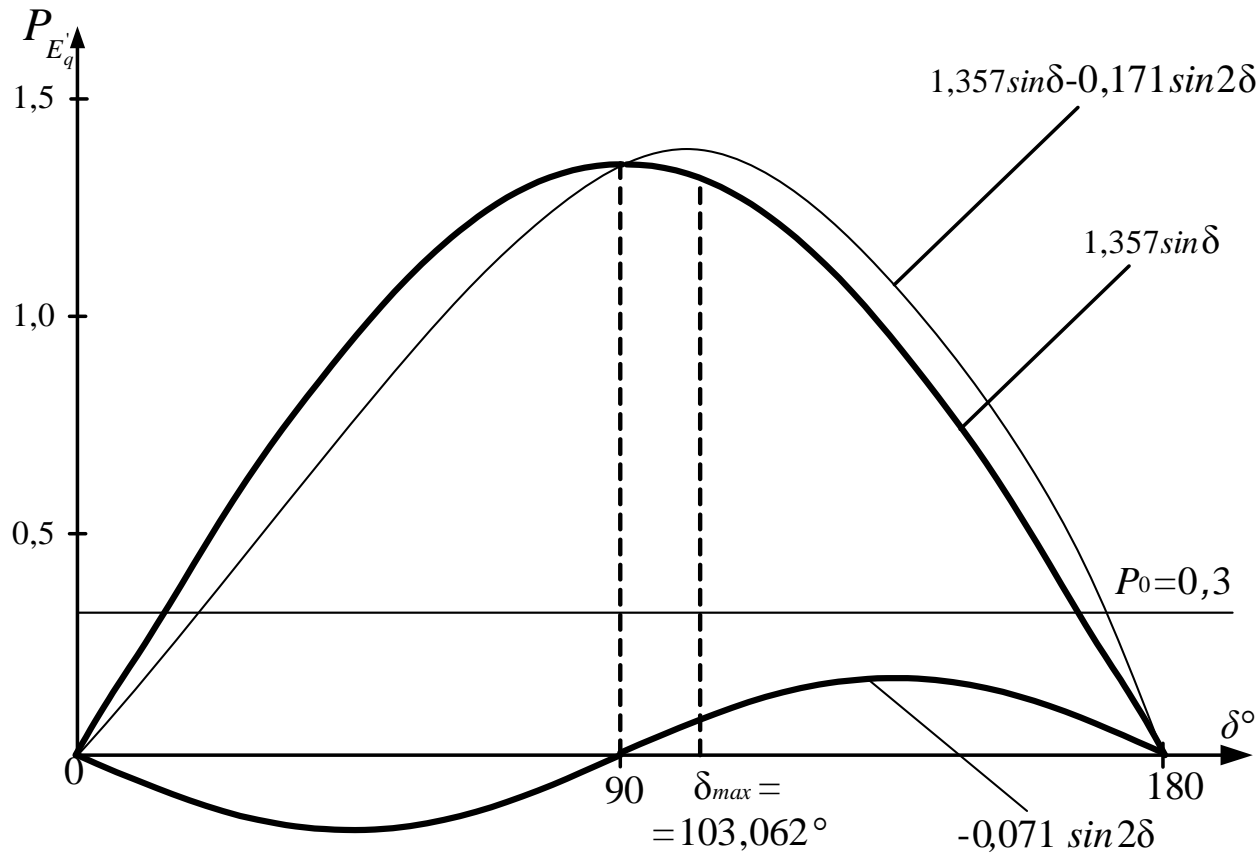
Наближений характер протікання процесу втрати динамічної стійкості і ресинхронізації



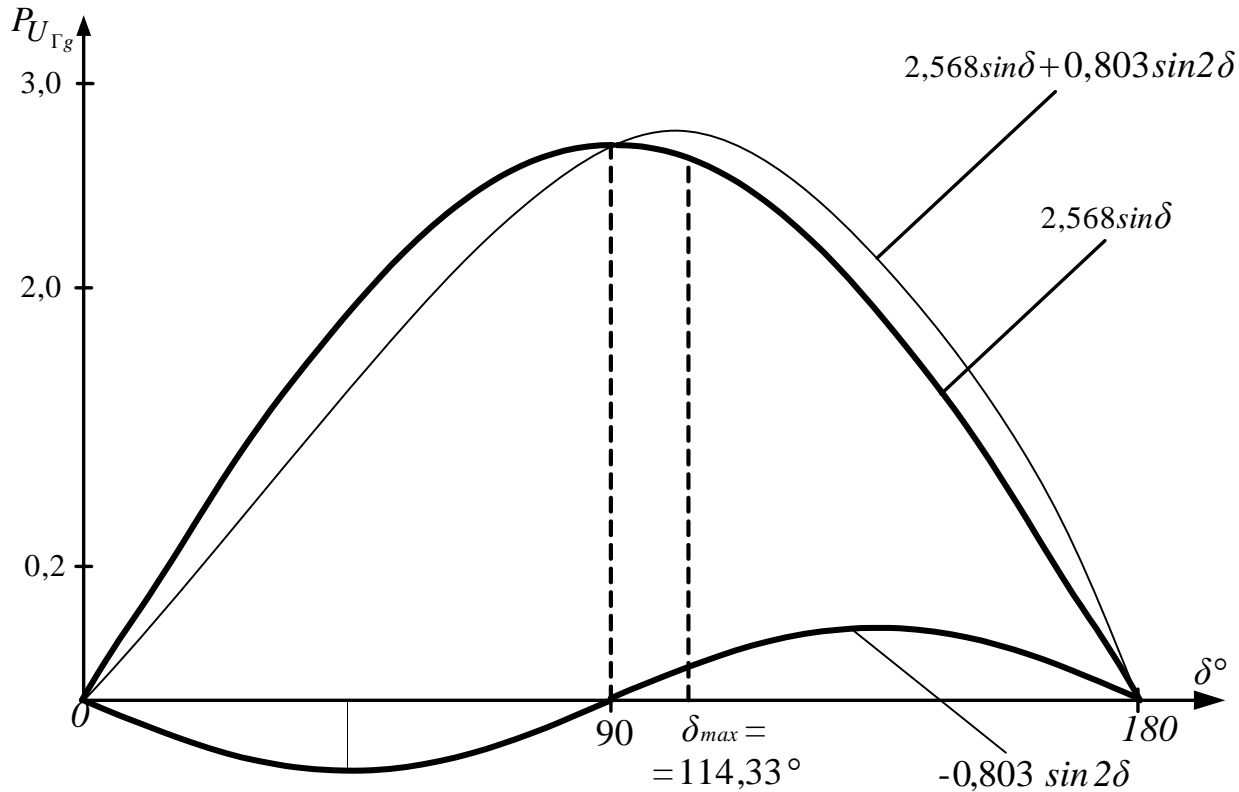
Характеристика потужності гідрогенератора без АРЗ



Характеристика потужності гідрогенератора з АРЗ ПД



Характеристика потужності гідрогенератора з АРЗ СД



Характеристика потужності гідрогенератора

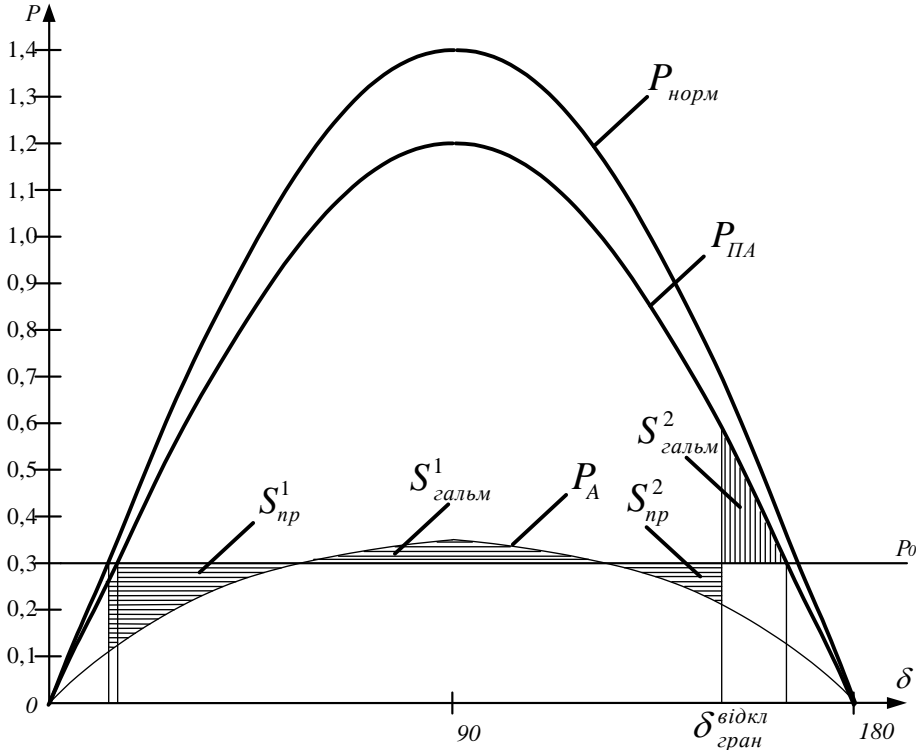
Проведені розрахунки статичної стійкості встановили такі значення кутів і коефіцієнтів запасу

- без АРЗ: $\delta_{\max} = 77,115^\circ$; $K_3 = 2,86$;

- АРЗ ПД: $\delta_{\max} = 103,062^\circ$; $K_3 = 4,66$;

- АРЗ СД: $\delta_{\max} = 114,33^\circ$; $K_3 = 9,81$.

Визначення динамічної стійкості генератора



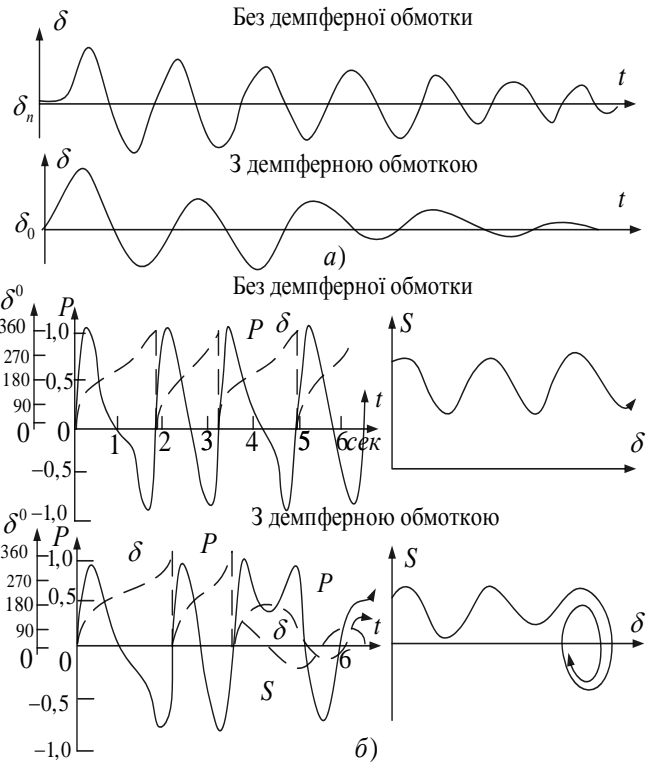
Визначення динамічної стійкості генератора

t, c	$\delta, \text{град}$	$P, \text{в.о.}$	$\Delta P, \text{в.о.}$	$\Delta\delta, \text{град}$
0	12,72	0,077	0,223	1,131
0,1	13,851	0,083	0,217	3,328
0,2	17,179	0,103	0,197	5,328
0,3	22,507	0,133	0,167	7,019
0,4	29,526	0,171	0,128	8,322
0,5	37,848	0,213	0,086	9,199
0,6	47,047	0,255	0,045	9,658
0,7	56,705	0,291	0,009	9,750
0,8	66,455	0,319	-0,019	9,557
0,9	76,012	0,338	-0,038	9,175
1,0	85,187	0,346	-0,047	8,701
1,1	93,888	0,347	-0,047	8,222
1,2	102,110	0,340	-0,040	7,814
1,3	109,924	0,327	-0,027	7,538
1,4	117,462	0,309	-0,009	7,449
1,5	124,911	0,285	0,015	7,597
1,6	132,508	0,256	0,043	8,038
1,7	140,546	0,221	0,079	8,838
1,8	149,384	-	-	-

Таким чином, час відключення короткого замикання складає біля 1,8 с, що відповідає граничному куту відключення $\delta_{\text{гран}}^{\text{лікт}} = 146,286^\circ$.

Якщо кут δ перевищить $146,286^\circ$, то генератор втратить динамічну стійкість і перейде в асинхронний режим роботи.

Асинхронний хід і ресинхронізація генератора



Співставлення процесів коливання (а) і асинхронного ходу і ресинхронізації (б) машин з демпферною обмоткою і без демпферної обмотки

Висновки

1. Проаналізована допустима зміна різноманітних параметрів, що характеризують режим роботи синхронних генераторів, при яких можливо здійснювати експлуатацію типових турбо- і гідрогенераторів.
2. Досліджений температурний режим синхронних генераторів в пускових режимах, при несиметричному і несинусоїдальному навантаженні. Визначено допустима зона роботи генераторів при змінні факторів.
3. В роботі встановлені основні причини виникнення асинхронного режиму в електричних системах:
 - а) робота генераторів при втраті збудження;
 - б) втрата статичної стійкості сильно перевантаженої синхронної машини;
 - в) втрата динамічної стійкості генератора при сильних збуреннях в електричній мережі (відключення окремих елементів мережі, коротке замикання в електричних мережах, включення та відключення потужних приймачів електричної енергії та інші).
4. Проведені розрахунки статичної стійкості простої електропередачі, якщо в вихідному режимі роботи передачі струм збудження не змінюється:
 - а) при відсутності автоматичного регулювання збудження гідрогенератора ($E_q = \text{const}$) значення критичного кута втрати статичної стійкості складає $\delta_{kp} = 77,115^\circ$;
 - б) при наявності автоматичного регулятора збудження пропорційної дії — $\delta_{kp} = 103,062^\circ$;
 - в) при роботі з регулятором збудження сильної дії — $\delta_{kp} = 114,33^\circ$.
5. Наведені основні положення успішного входження в синхронізм асинхронно працюючих генераторів і критерії процесу успішної ресинхронізації. Розглянута методика розрахунку допустимості асинхронного режиму генераторів, а також загальні положення про результуючу стійкість енергетичних систем.

Висновки

6. Проведені розрахунки динамічної стійкості генератора при двофазному короткому замиканні на землю. На основі правила площин визначений критичний кут відключення короткого замикання, який становить $146,286^\circ$. За допомогою метода послідовних інтервалів визначений граничний час відключення аварійного режиму – 1,8 с.
7. Наведені основні заходи поліпшення стійкості роботи електричних систем. Приведений детальний аналіз заходів, пов'язаний зі зміною параметрів синхронних генераторів.
8. В економічній частині магістерської роботи розрахована собівартість 1 кВт·год виробленої електроенергії на атомній електростанції, яка становлять 54,7563 коп./кВт·год.
9. В розділі «Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях» розглянуті питання виконання магістерської дипломної роботи в приміщення, в якому потрібно оцінити і розрахувати параметри безпечної праці.

Дякую за увагу!!!