

Вінницький національний технічний університет
Факультет “Електроенергетики та електромеханіки”
Кафедра “Електричні станції і системи”

Магістерська кваліфікаційна робота
на тему
“Дослідження перехідних процесів системи
власних потреб електричних станцій”

8.05070101– Електричні станції

Виконав ст.гр. ЕС-15м

Волинець Павло Григорович

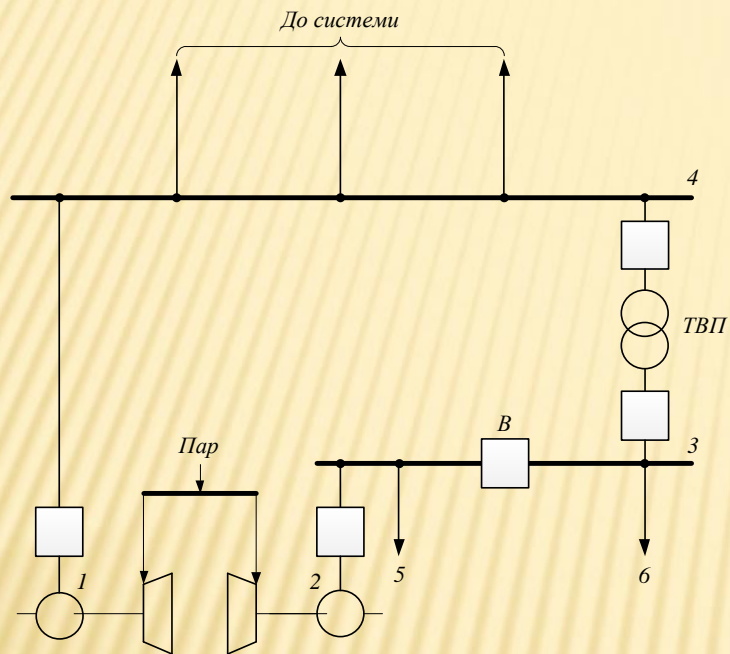
МАКСИМАЛЬНЕ НАВАНТАЖЕННЯ І ВИТРАТИ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ СПОЖИВАЧІВ ВЛАСНИХ ПОТРЕБ.

| Тип електростанції | $W_{вл} / W_{вир} * 100\%$ | $P_{вл\ max} / P_{вст} * 100\%$ |
|---|----------------------------|---------------------------------|
| ТЕЦ: | | |
| пилувугільна | 8 – 10 | 8 – 14 |
| газوماзутна | 4 – 6 | 5 – 7 |
| КЕЦ: | | |
| пилувугільна | 5 – 7 | 6 – 8 |
| газوماзутна | 3 – 4 | 3 – 5 |
| АЕС: | | |
| з газовим теплоносієм | 3 – 4 | 5 – 14 |
| з водним теплоносієм | 4 – 6 | 5 – 8 |
| ГЕС: | | |
| малої і середньої потужності (до 200МВт) | 1,5 – 2 0,2 – 0,5 | 2 – 3 0,5 – 1 |
| Великої потужності (понад 200МВт) | | |

Примітка:

1. $W_{вл}$ – витрати електроенергії на власні потреби;
2. $W_{вир}$ – виробіток електроенергії електростанції;
3. $P_{вл\ max}$ – максимальне навантаження власних потреб;
4. $P_{вст}$ – встановлена потужність електростанції.

СХЕМИ ЖИВЛЕННЯ СИСТЕМИ ВЛАСНИХ ПОТРЕБ



Принципова схема власних потреб зі станційним турбогенератором

1 – головний турбогенератор; 2 – станційний агрегат; 3 – розподільний пристрій власних потреб; 4 – головний розподільний пристрій; 5 – відповідальні споживачі власних потреб; 6 – невідповідальні споживачі власних потреб.

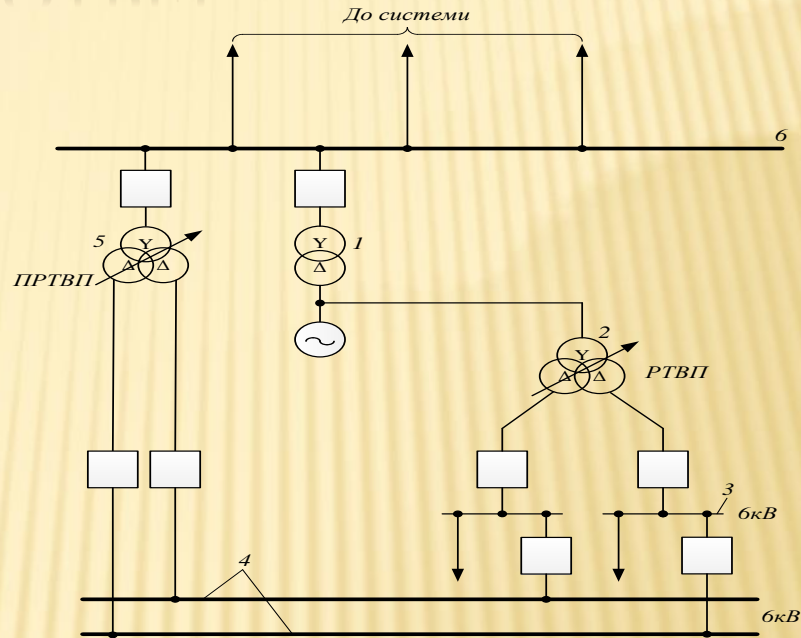
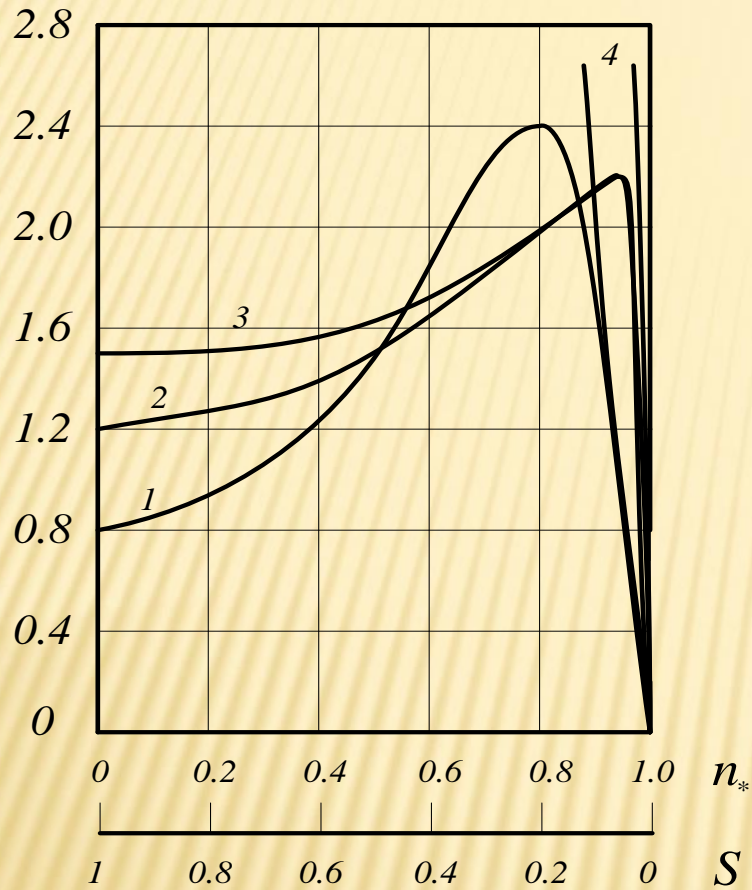


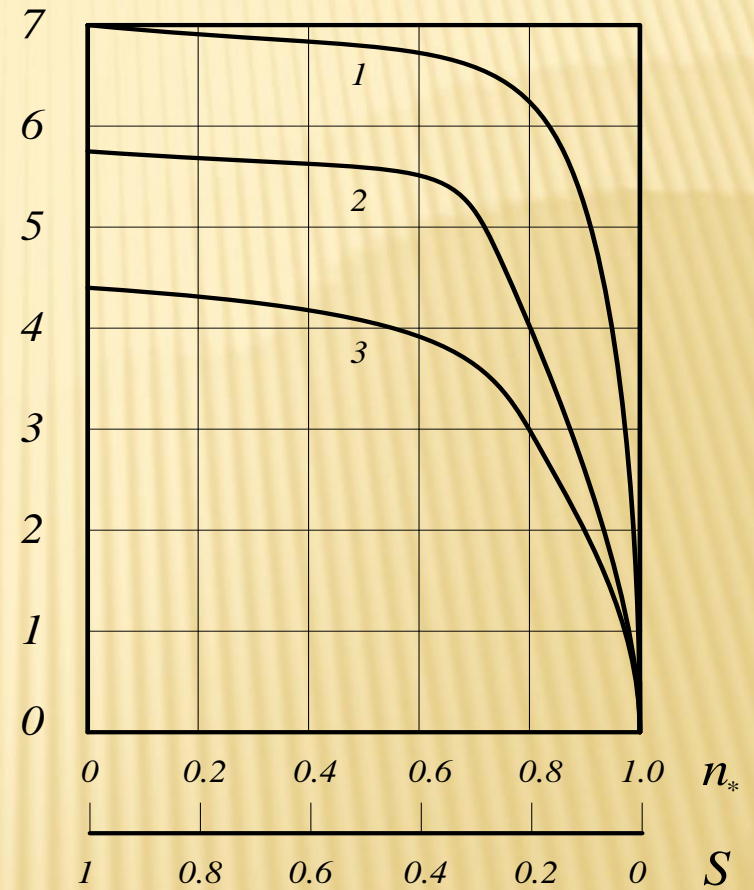
Схема живлення власних потреб від генератора і енергосистеми

1 – блок генератор–трансформатор; 2 – робочий трансформатор власних потреб; 3 – розподільчий пристрій власних потреб; 4 – магістралі резервного живлення; 5 – пускорезервний трансформатор власних потреб; 6 – розподільчий пристрій високої напруги станції.

ХАРАКТЕРИСТИКИ АСИНХРОННИХ ЕЛЕКТРОДВИГУНІВ З КОРОТКОЗАМКНЕНИМ РОТОРОМ



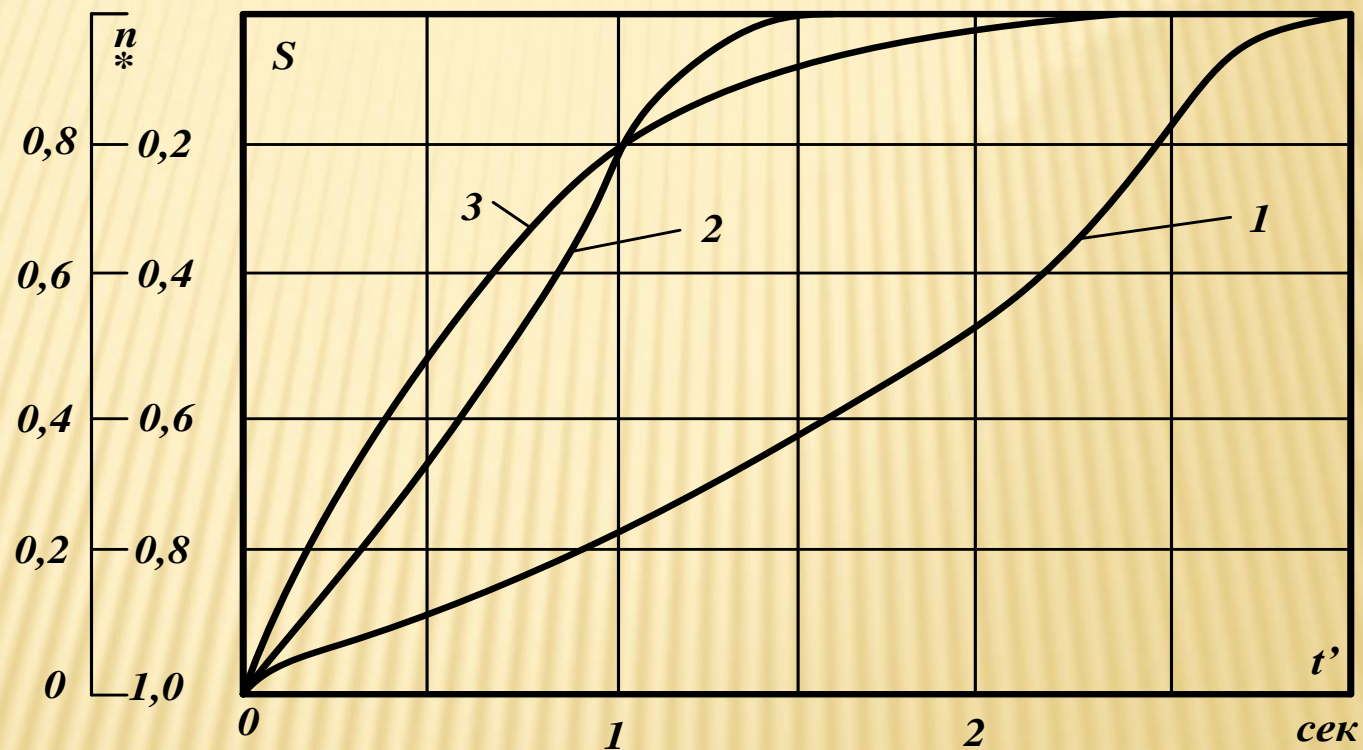
a



б

1 – з короткозамкненого ротора; 2 – з глибоким пазом; 3 – з подвійною обмоткою ротора

КРИВА РОЗГОНУ НЕНАВАНТАЖЕНИХ ДВИГУНІВ



РОЗРАХУНОК ПУСКУ ДВИГУНА

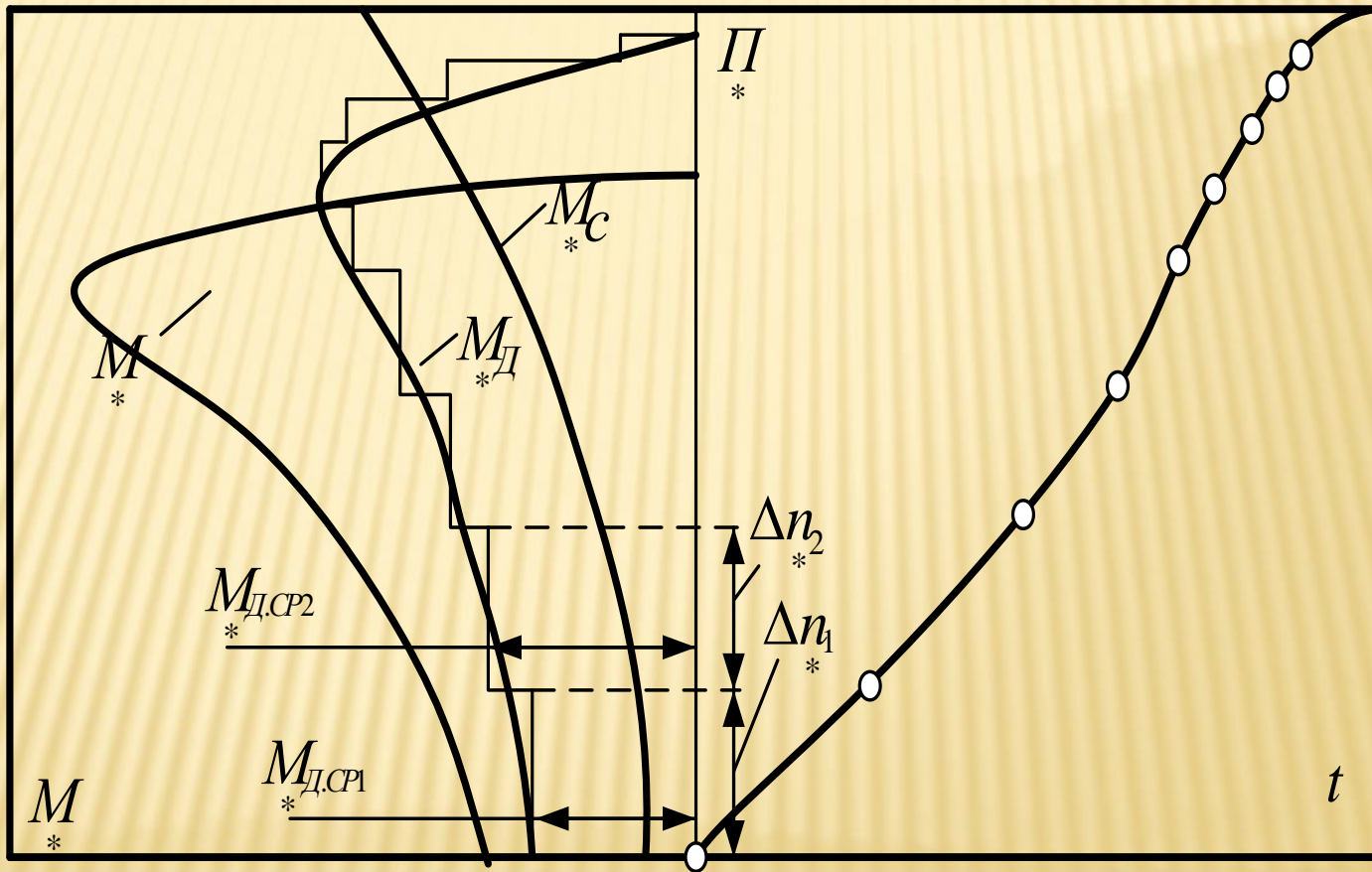
Час розгону електродвигуна з нерухомого стану до деякого ковзання S

$$t_n = -\frac{T_j}{2\lambda} \int_1^S \left(\frac{S}{S_k} + \frac{S_k}{S} \right) \cdot ds = \frac{T_j}{2\lambda} \left(\frac{1-S^2}{2S_k} + S_k \ln \frac{1}{S} \right),$$

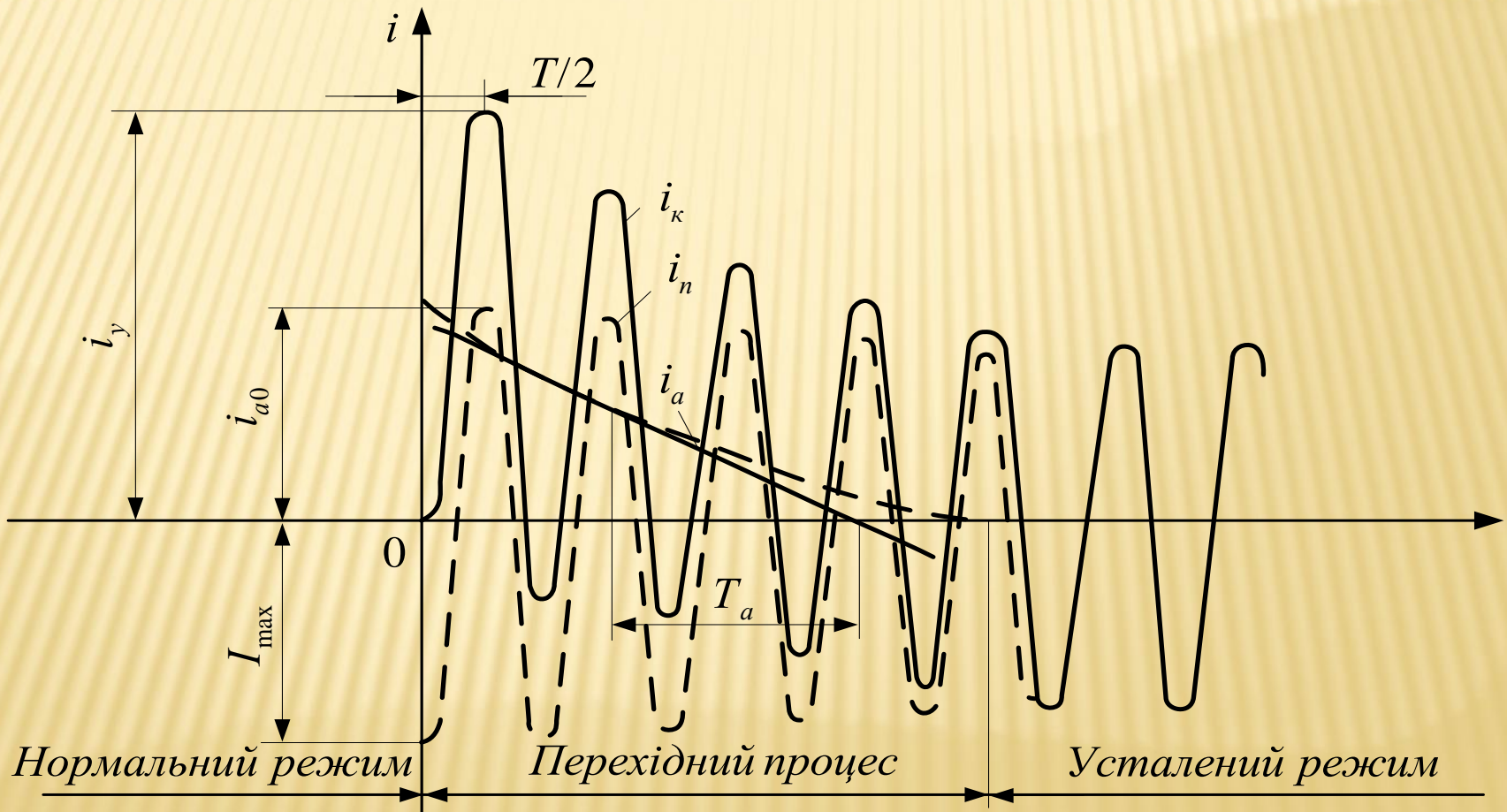
Загальний час пуску визначається за формулою

$$t_n \approx T_j \Delta n_* \sum_1^m \frac{1}{\Delta M_{*cp.i}},$$

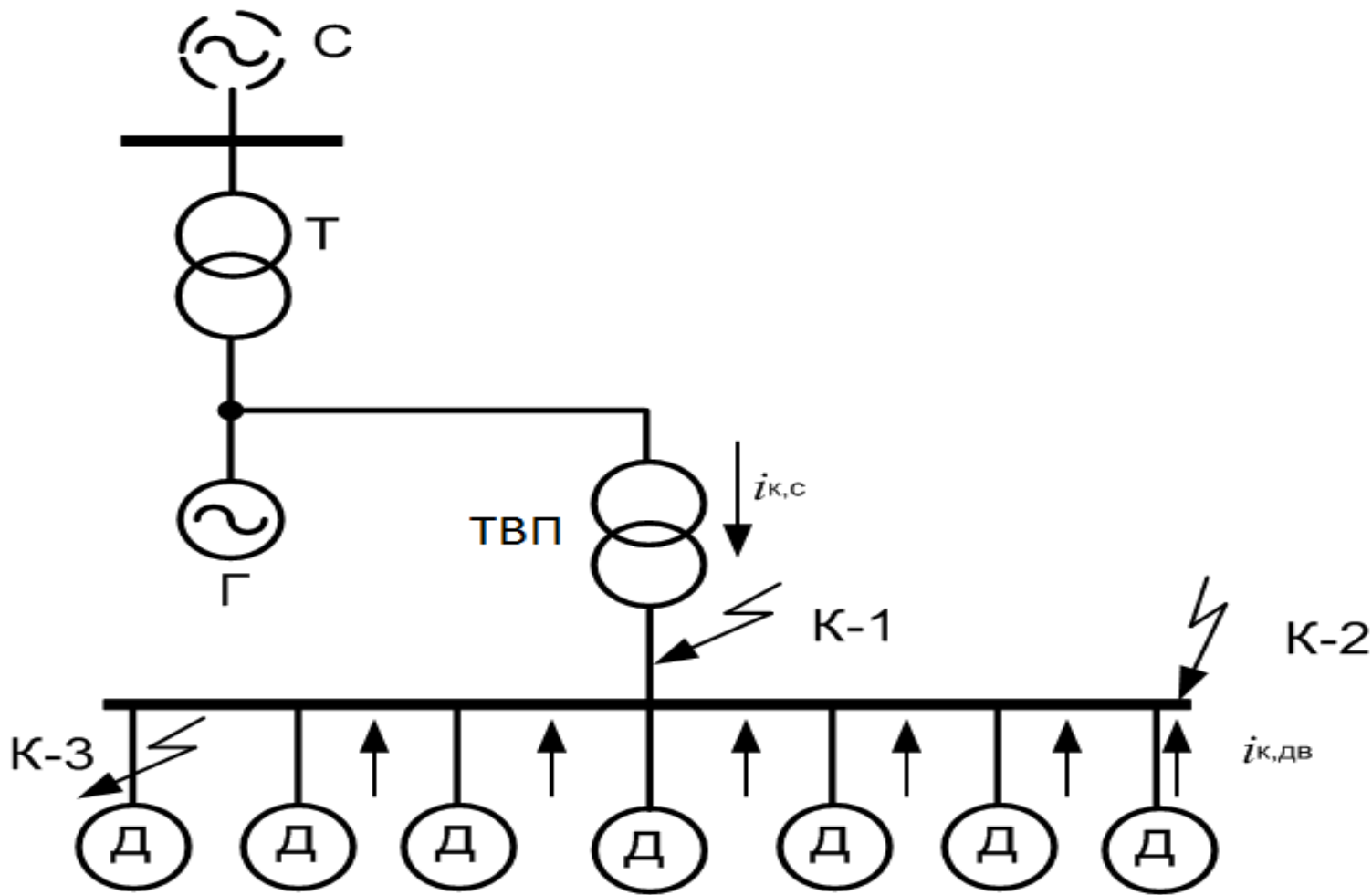
КРИВА РОЗГОНУ АСИНХРОННОГО ЕЛЕКТРОДВИГУНА ДОПОМОГОЮ МЕТОДУ ПЛОЩИН



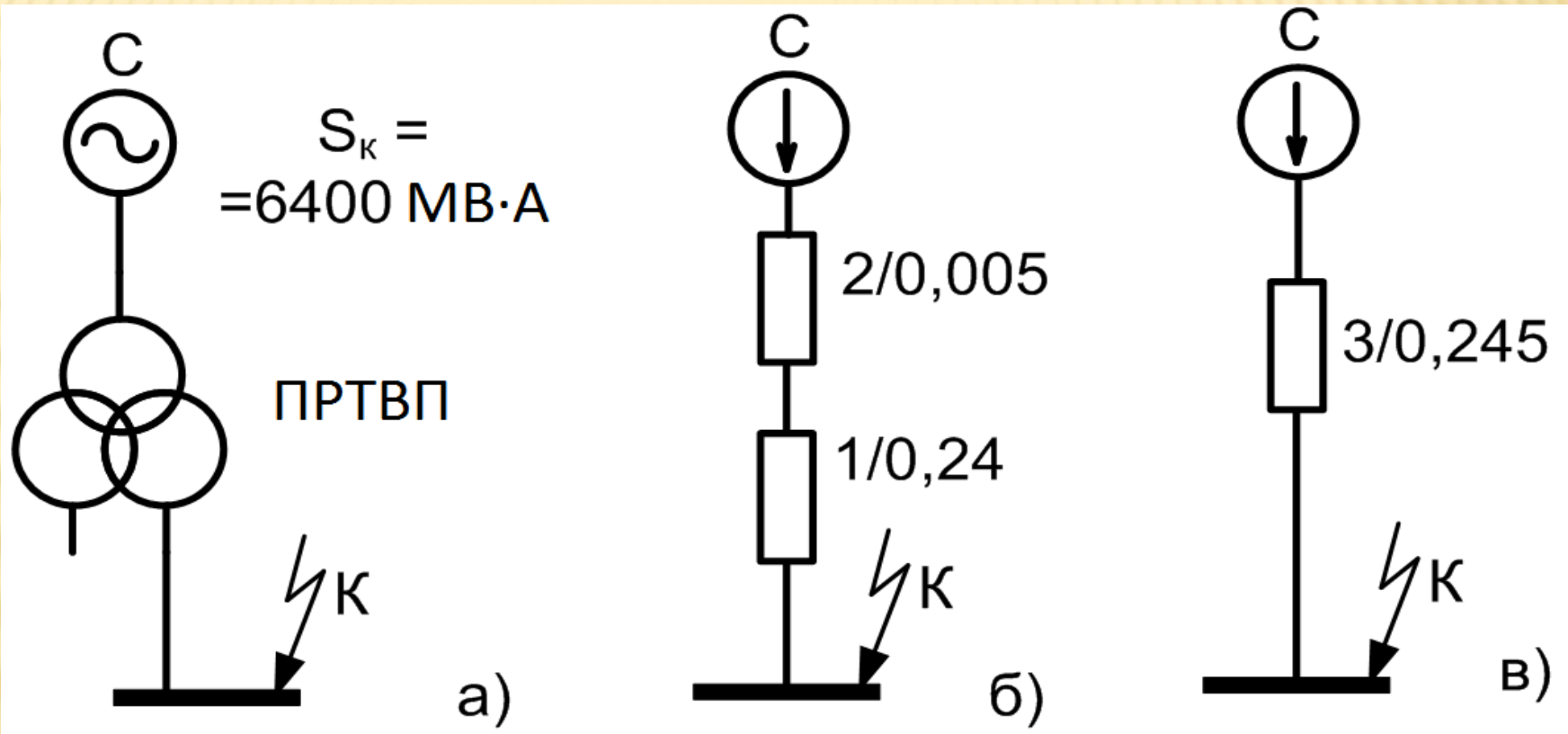
ЗМІНИ СТРУМУ КЗ ПІД ЧАС ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ПЕРЕХІДНИХ ПРОЦЕСІВ



КОРОТКЕ ЗАМИКАННЯ В СИСТЕМІ ВЛАСНИХ ПОТРЕБ



РОЗРАХУНОК СТРУМІВ К. 3.



а – розрахункова схема; б, в – схеми заміщення;
параметри розрахункової схеми: Т – ТДЦ-250000/220; Г – ТВВ-200-2; ТСН – ТРДН-25000/15,75.

РЕЗУЛЬТАТИ РОЗРАХУНКУ СТРУМІВ КЗ В СИСТЕМІ ВЛАСНИХ ПОТРЕБ

Початкове значення періодичної складової струму к. з.

$$I_{\dot{r},0} = I_{\dot{r},0,C} + I'' = 11,8 + 9,2 = 21 \hat{e} \text{А}.$$

Ударний струм к.з.

$$i_y = i_{y,c} + i_{y,d} = \sqrt{2} I_{n,0,C} k_{y,C} + \sqrt{2} I'' k_{y,d} = \sqrt{2} \cdot 1,82 \cdot 11,8 + \sqrt{2} \cdot 1,65 \cdot 9,2 = 52,0 \text{кА}.$$

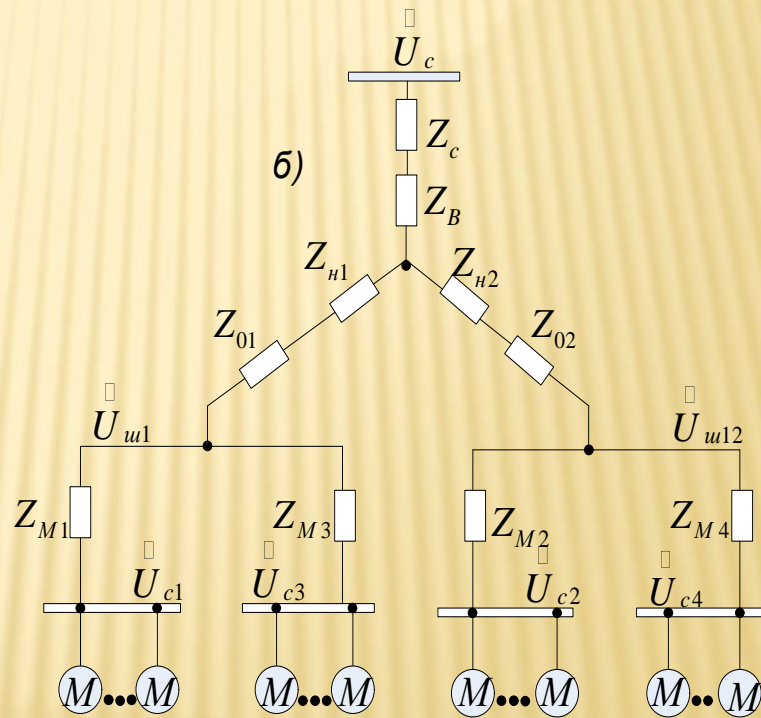
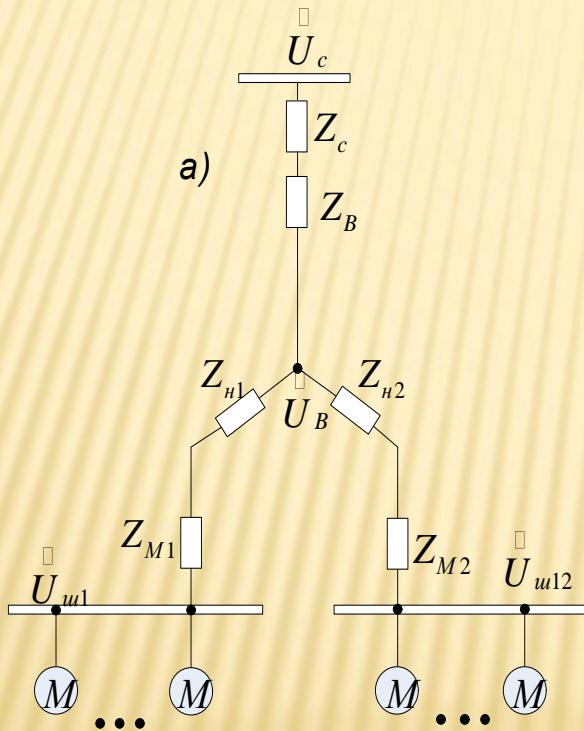
Періодична складова струму к. з. до моменту $t = \tau = 0,1$

$$I_{n,\tau} = I_{n,0,C} + I'' e^{\frac{-\tau}{0,07}} = 11,8 + 9,2 e^{\frac{-0,1}{0,07}} = 11,8 + 2,2 = 14,0 \text{кА}.$$

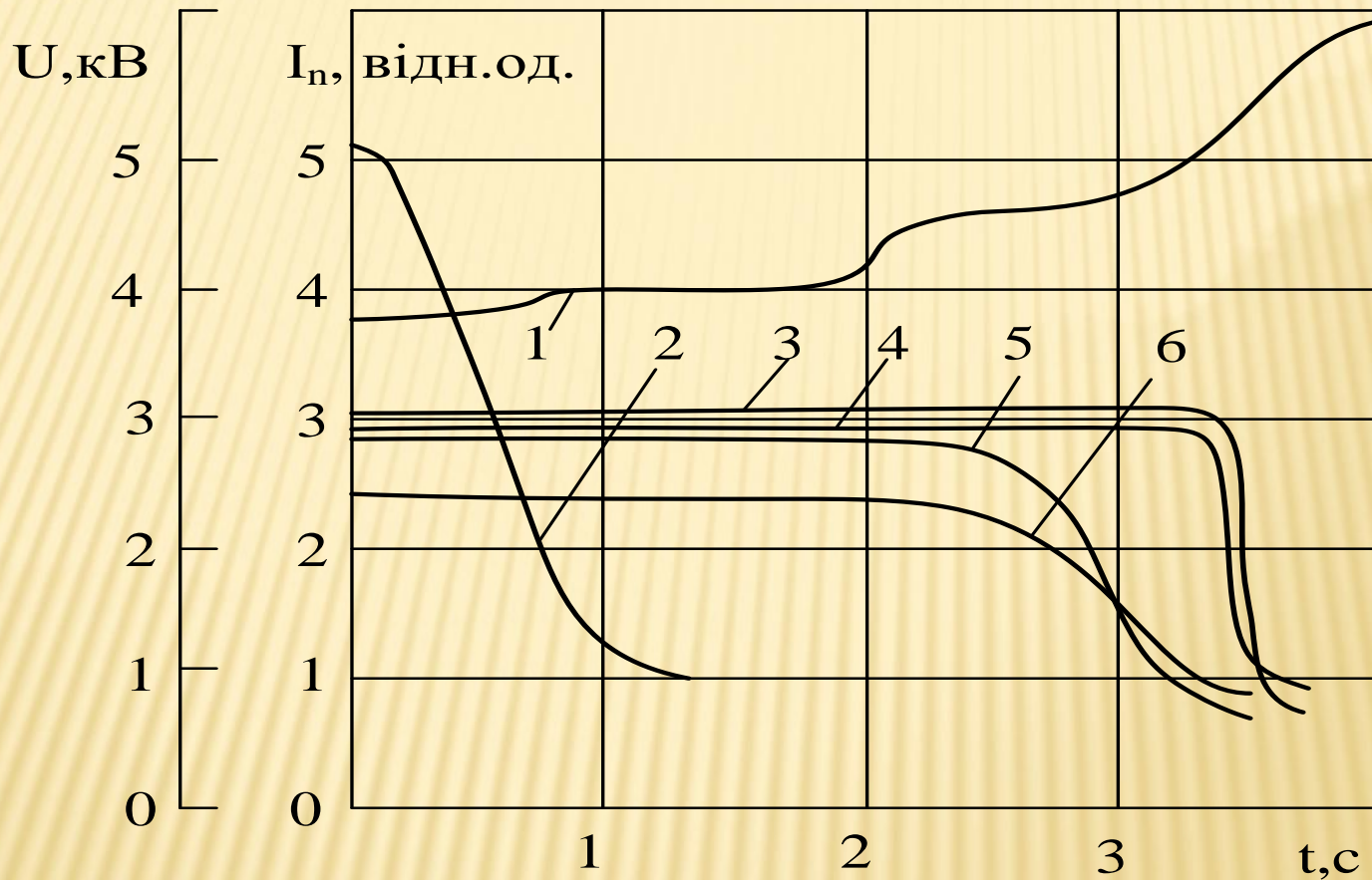
Аперіодична складова струму к. з. для моменту $t = \tau = 0,1$ с.

$$i_{a,\tau} = i_{a,\tau,C} + i_{a,\tau,d} = \sqrt{2} I_{n,0,C} e^{\frac{-\tau}{T_{a,C}}} + \sqrt{2} I'' e^{\frac{-\tau}{0,04}} = \sqrt{2} \cdot 11,8 e^{\frac{-0,1}{0,05}} + \sqrt{2} \cdot 9,2 e^{\frac{-0,1}{0,04}} = 3,4 \text{кА}.$$

СХЕМИ ЗАМІЩЕННЯ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ САМОЗАПУСКУ ДВИГУНІВ СИСТЕМИ ВЛАСНИХ ПОТРЕБ

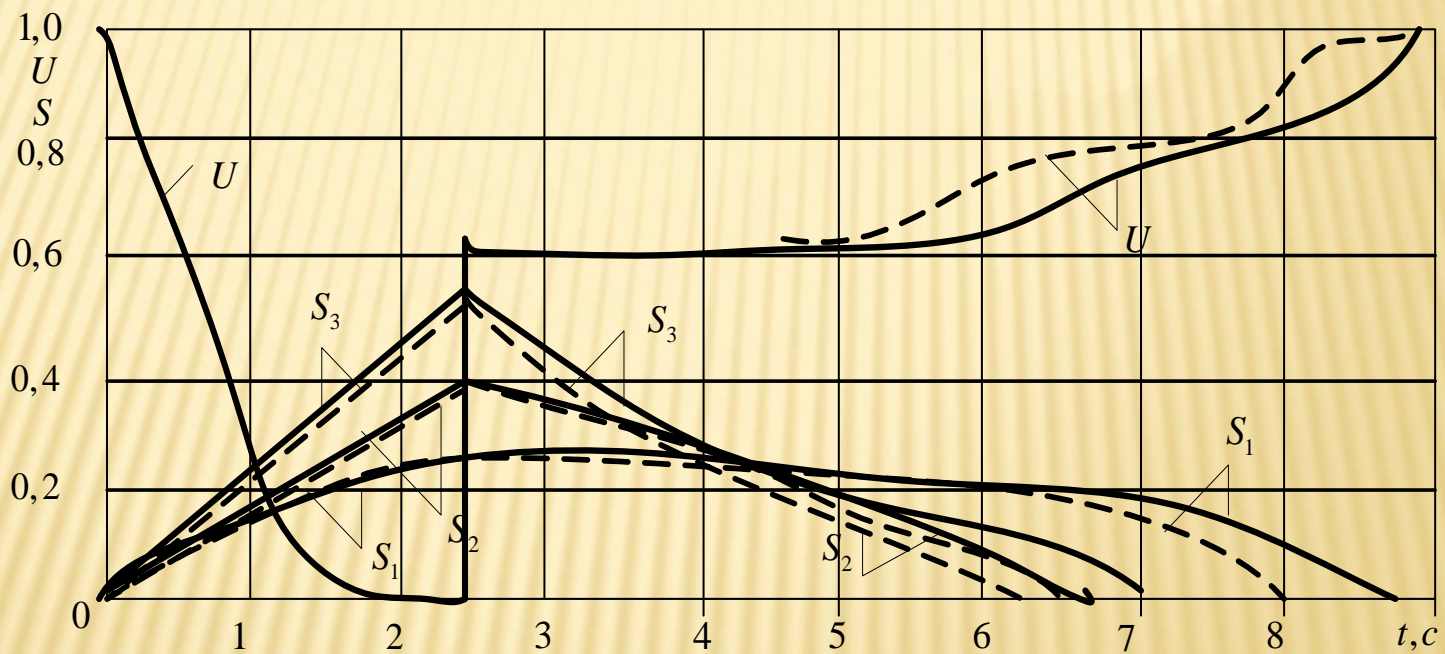


ГРАФІКИ СТРУМУ І НАПРУГИ ОСНОВНИХ ДВИГУНІВ СИСТЕМИ ВЛАСНИХ ПОТРЕБ

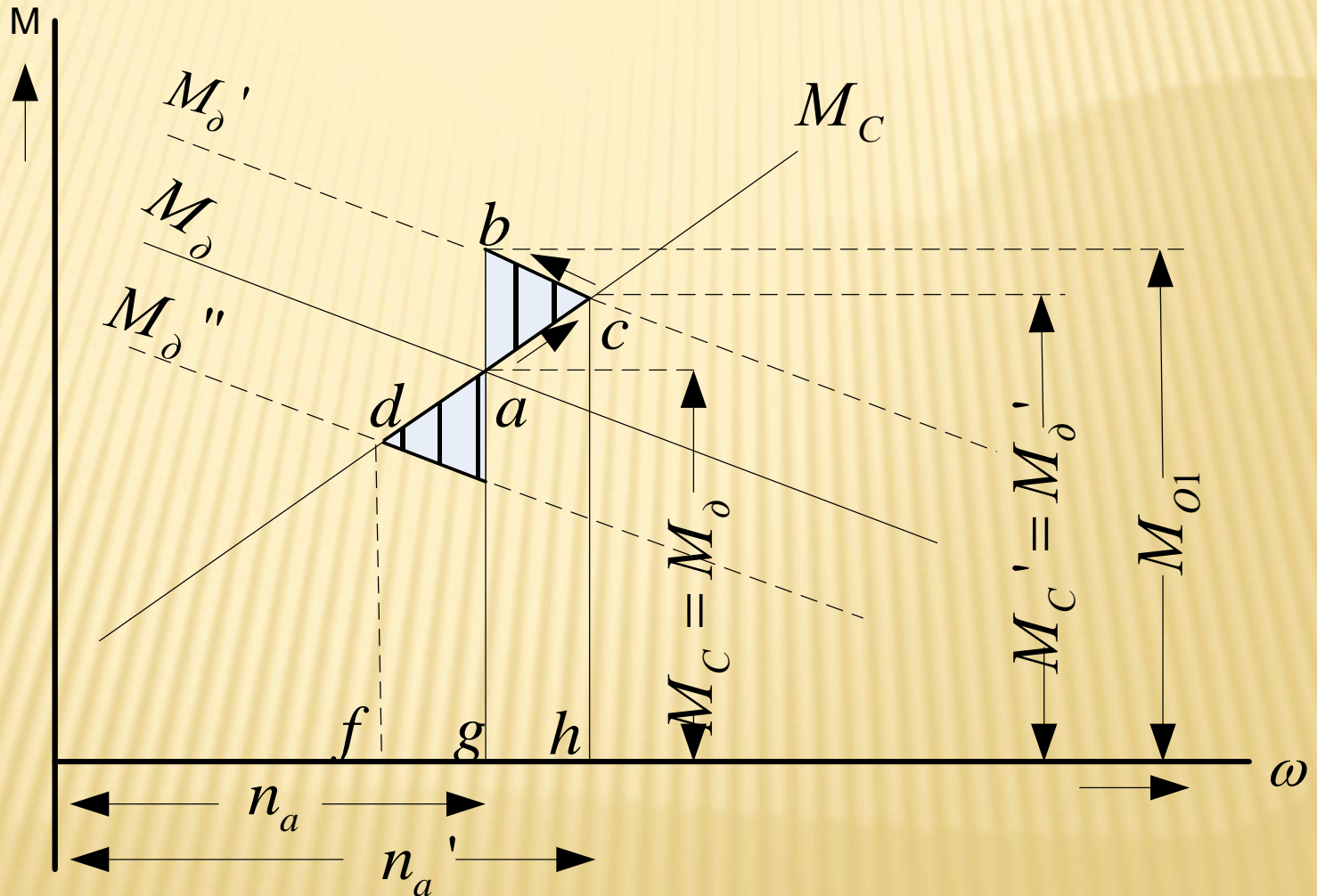


1 – напруга ; 2 - струм резервного збудника; 3 – струм живильного насоса; 4 - струм циркуляційного насоса; 5 - струм димососа; 6 – струм дугтевого вентилятора.

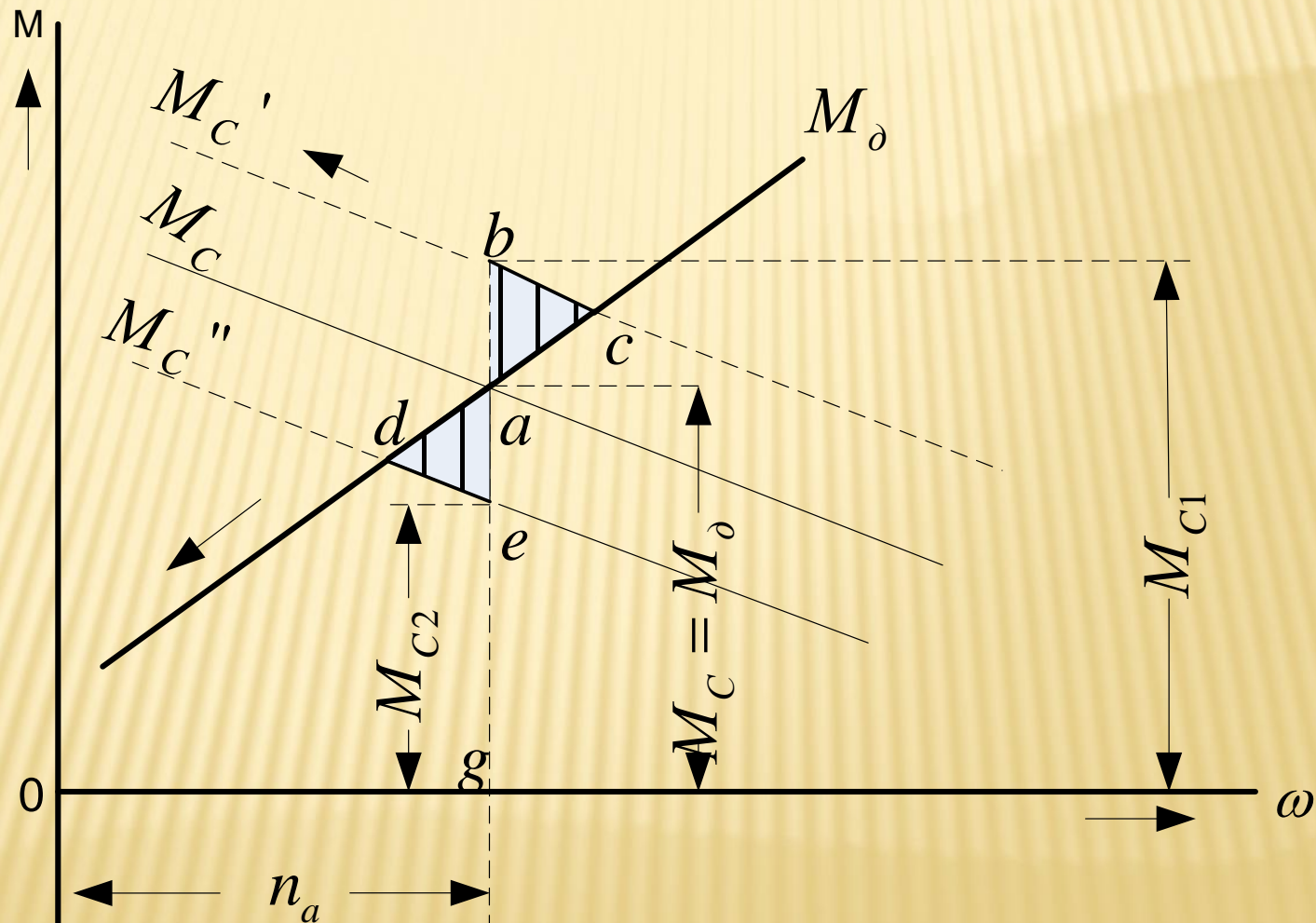
ГРАФІК ПЕРЕХІДНОГО ПРОЦЕСУ САМОЗАПУСКУ ДВИГУНІВ СИСТЕМИ ВЛАСНИХ ПОТРЕБ



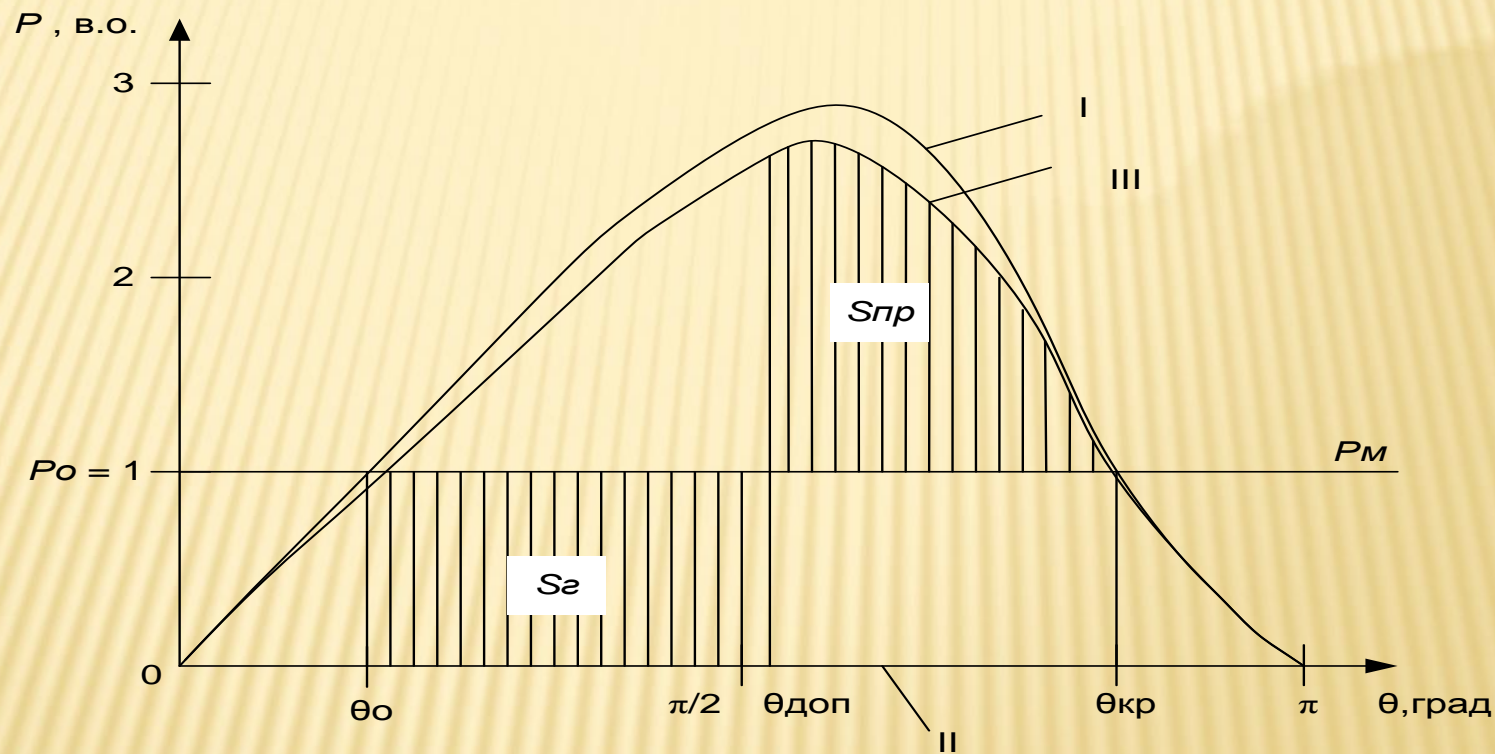
СТАТИЧНО СТІЙКА РОБОТА ЕЛЕКТРОПРИВОДУ



СТАТИЧНО НЕСТІЙКА РОБОТА ЕЛЕКТРОПРИВОДУ



КУТОВІ ХАРАКТЕРИСТИКИ СИНХРОННОГО ДВИГУНА СДН 17-59-10:



I – при нормальному режимі;

II – при відключенні живлення;

III – при відновленні живлення з пониженою напругою за рахунок спаду напруги в колі живлення

РЕЗУЛЬТАТИ РОЗРАХУНКІВ ДИНАМІЧНОЇ СТІЙКОСТІ

Кут вибігу за умови динамічної стійкості

$$\theta_{дон} = \arccos \frac{P_0(180^\circ - 2\theta_0) \frac{\pi}{180} - P_{mIII} \cos \theta_0}{P_{mIII}} = \arccos \frac{0.8(180^\circ - 39^\circ) \frac{\pi}{180} - 2.4 \cos 19.5^\circ}{2.4} = 83^\circ$$

Допустимий час перерви живлення

$$t_{дон} \sqrt{\frac{\theta_{дон} - \theta_0 T_D}{9000 - P_M}} = \sqrt{\frac{(8.3 - 19) 6.7}{9000 \cdot 0.8}} = 0.24 \text{ с,}$$

Граничне зменшення швидкості обертання для умов виконання ресинхронізація двигуна

$$n_{2p} = 1 - 0.06 \sqrt{\frac{m_{max}}{T_D} i_{\phi}} = 1 - 0.06 \sqrt{\frac{2}{6.7} 2.5} = 0.95.$$

Відповідно до умови $n_{гр} < n_a < n_c$, $0.95 < 0.98 < 1$ – умова ресинхронізації виконується.

ВИСНОВКИ

- Розглянуто основні теоретичні відомості про систему власних потреб, джерела живлення, електродвигуни механізмів, механічні характеристики електродвигунів, пускові режими механізмів, рівняння електромеханічного перехідного процесу електропривода.
- Проведений аналіз електромагнітних перехідних процесів в системі власних потреб викликаних такими збуренням: трифазними короткими замиканнями, режимами пуску двигунів, самозапуском двигунів.
- Розглянуті основні положення методу симетричних складових – як основного методу дослідження несиметричних режимів роботи електричної системи та системи власних потреб. Показано природній зв'язок між симетричними складовими струмів і напруг, який визначається умовами короткого замикання і доведено незалежність розрахунків окремих складових.
- Досліджено основні особливості розрахунку струмів короткого замикання на шинах системи власних потреб з урахуванням підживлення точки короткого замикання електродвигунами приводних механізмів. Проведений розрахунок струму короткого замикання для моменту часу перехідного процесу $t = 0,1\text{с.}$ та надперехідного струму в системі власних потреб електричної станції з блоком потужністю 200 МВт.
- Проаналізовані основні теоретичні положення процесу самозапуску одиничного електродвигуна і режиму групового самозапуску, вказані основні відмінності режимів пуску електродвигунів і самозапуску, визначені допустимі струми включення синхронних і асинхронних двигунів при наявності стороннього навантаження. Зроблений аналіз впливу різноманітних факторів на тривалість процесу самозапуску:
- Досліджені критерії статичної стійкості електропривода власних потреб електричних станцій з асинхронними і синхронними двигунами в залежності від механічних характеристик робочої машини і приводного агрегату. Показана принципова можливість їхнього застосування при аналітичному і графічному способі задавання механічних характеристик.
- Проаналізована можливість випадання із синхронізму синхронного двигуна при тимчасовому відключенні живлення, а також можливість його ресенхронізації. В результаті розрахунків час перерви живлення складає $0,24\text{с.}$, а успішна ресенхронізація можлива при величині граничної швидкості агрегату $n_{\text{гр.}} = 95\% n_{\text{ном.}}$

Дякую за увагу