


Експериментальне дослідження системи частотно-регульованого електропривода

Виконав: студент АУТПм-52

ННІ АКОТ


Олексівець А.П.



Проведемо дослідження розробленої системи автоматичного регулювання швидкості обертання асинхронного двигуна з використанням частотного перетворювача.

Дослідження САК буде проводитись в три етапи:

- моделювання перехідного процесу за допомогою ПК;
- оптимізація параметрів регулятора;
- дослідження характеристик.

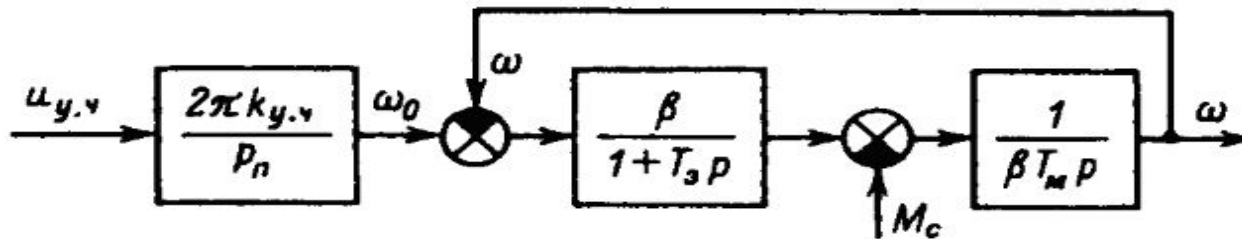


При моделюванні напівпровідникових систем електропривода використовуються в основному три типи моделей:

- функціональні моделі;
- структурні моделі;
- віртуальні моделі.

Моделювання перехідного процесу в середовищі MATLAB

Для моделювання системи автоматичного регулювання швидкості обертання асинхронного двигуна з використанням частотного перетворювача скористаємося структурною схемою лінеаризованої системи перетворювач частоти - асинхронний двигун



Структурна схема лінеаризованої системи ЧП-АД

Де :



електромагнітна стала часу

$$T_E = \frac{1}{\omega_{0,ЕЛ,ном} \cdot S_K}$$



модуль жорсткості лінеаризованої механічної характеристики

$$\beta = \frac{2\dot{I}_{\hat{e}}}{\omega_{0,\dot{m}} \cdot S_{\hat{e}}}$$

- електромеханічна стала часу

$$T_m = \frac{J\omega_{0,ном}}{M_{\Pi}}$$

Параметри двигуна

Параметр	Значення	Розмірність
P ном.	0,93	кВт
I ном.	3,05	А
U ном.	220	В
n ном.	2850	об/хв
J	0,00605	Кг*м ²


За технічними характеристиками двигуна визначимо:


 номінальну кутову швидкість: $\omega_n = \frac{2 \cdot \pi \cdot n_n}{60}$

$$\omega_{O,ном} = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 2850}{60} = 298,3 \quad \omega_{\dot{I},AE,\ddot{iii}} = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 3000}{60} = 314$$

 номінальний момент: $M_n = \frac{P_n}{\omega_n} = \frac{930}{298,3} = 3,117$

 критичний момент: $M_k = 2 \cdot M_n = 6,234$

 пусковий момент: $\dot{I}_i = 1,2 \dot{I}_i = 3,75 (H \cdot m)$

 ковзання: $s_k = 0,05(2 + \sqrt{2^2 - 1}) = 0,25$

Підставивши відповідні значення у вирази, отримаємо:

$$\dot{O}_A = \frac{1}{314 \cdot 0,24} = 0,0133(\ddot{n}) \quad \beta = \frac{2 \cdot 6,234}{298,3 \cdot 0,186} = 0,23(Hic) \quad T_i = \frac{0,00605 \cdot 298,3}{3,75} = 0,48(c)$$

Передаточна функція перетворювача частоти:

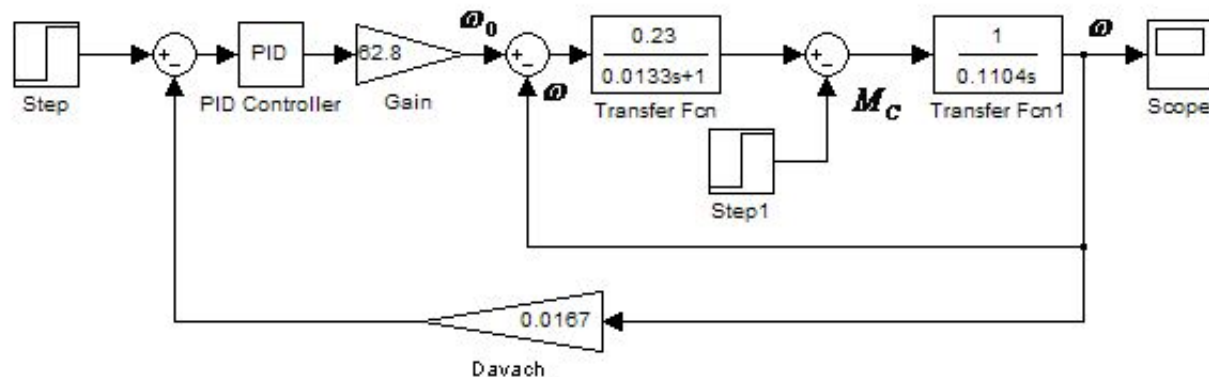
$$W_{ПЧ} = \frac{2 \cdot 3.14 \cdot 10}{1} = 62,8$$

Передаточна функція асинхронного двигуна складається з двох частин:

$$W_{\dot{A}\ddot{A}1} = \frac{0.23}{1+0.0133p} \quad W_{\dot{A}\ddot{A}2} = \frac{1}{0,1104p}$$

Передаточна функція давача: $W_{\ddot{a}} = \frac{5}{298,3} = 0,0167, \frac{\hat{A} \cdot \tilde{n}}{\delta \ddot{a}}$

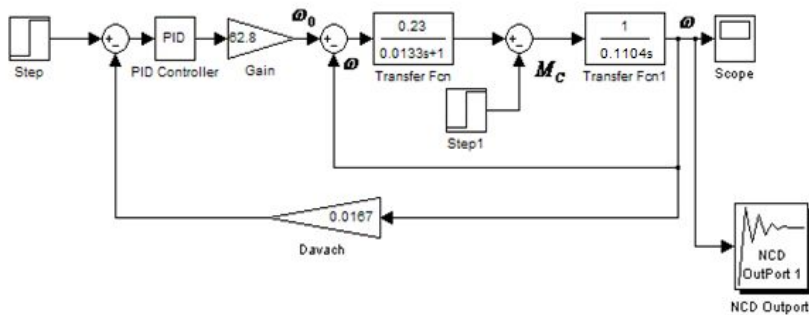
Структурна схема системи автоматичного регулювання швидкості обертання асинхронного двигуна з використанням частотного перетворювача в програмі MatLab прийме вигляд:



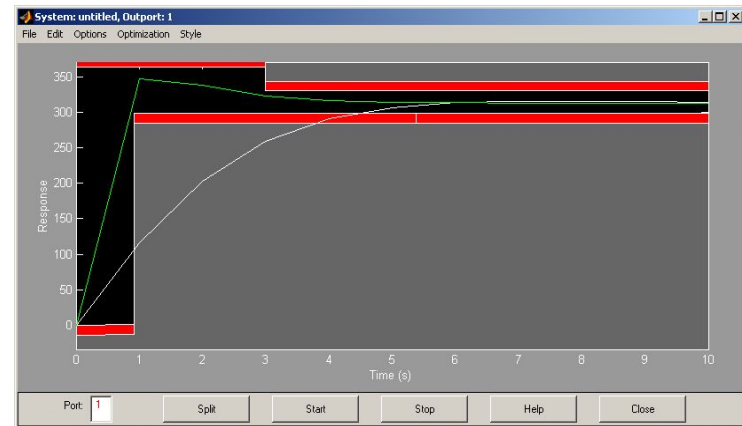
Оптимізація параметрів регулятора

Для визначення оптимальних настроювальних параметрів регулятора скористаємося програмою MatLab, зокрема її пакетом NCD. За допомогою даного пакету можна настроювати параметри моделі, в якості яких може бути довільна кількість змінних. Задавання динамічних обмежень здійснюється у візуальному режимі, а хід оптимізації – на екрані за допомогою відображення графіка перехідного процесу і поточних значень функції, що оптимізується.

Схема для оптимізації нашого перехідного процесу матиме вигляд:



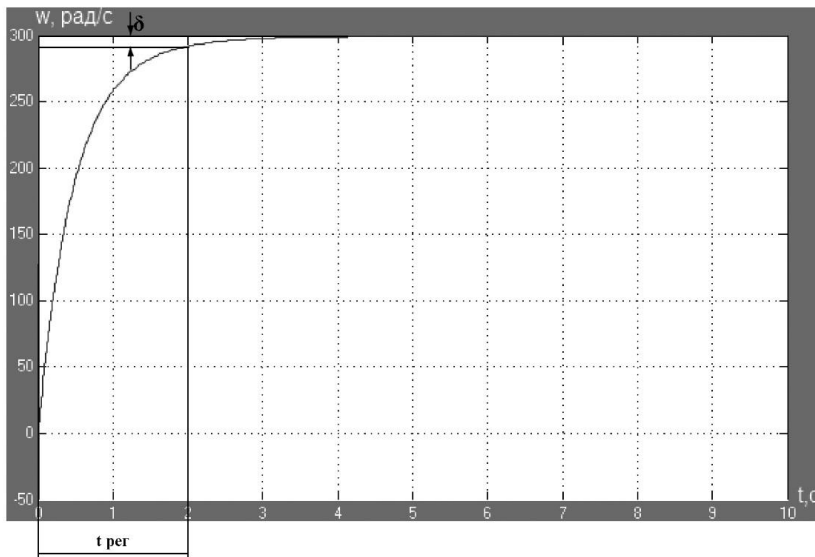
Структурна схема оптимізації перехідного процесу



Діалогове вікно налаштувань параметрів блоку NCD Output

В результаті моделювання ми визначили оптимальні коефіцієнти ПІД-регулятора та отримали перехідні характеристики АД за швидкістю.

Отримані коефіцієнти $\delta_{сп}$: **$K_p=0,7342$** **$K_i=0,5101$** **$K_d=0,0634$**

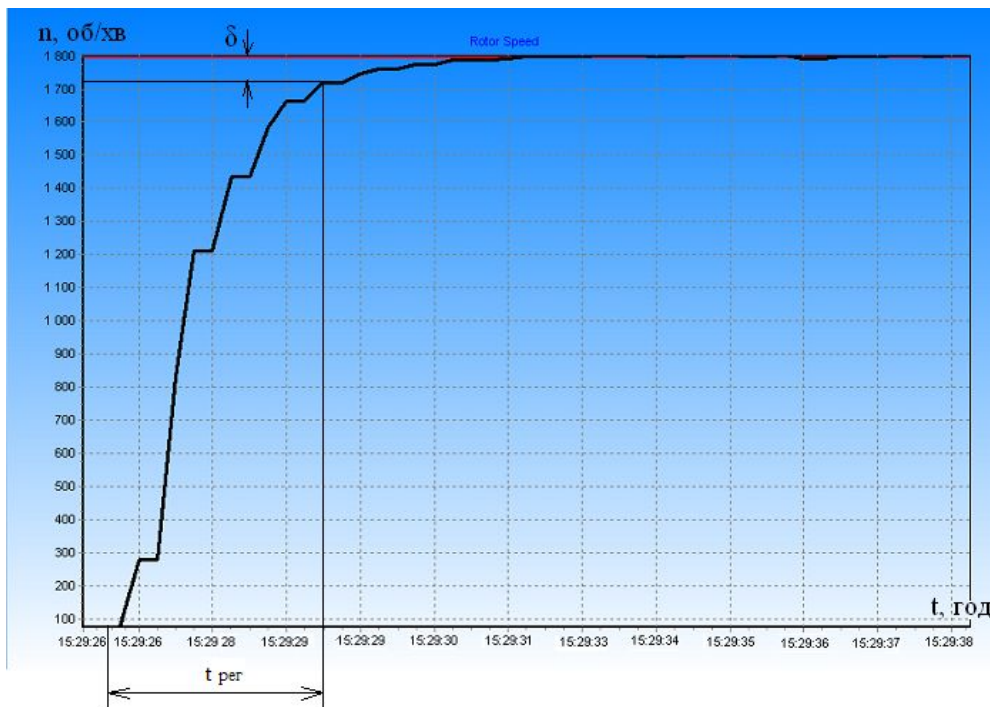


Розраховані показники якості мають такі значення:

- 1) Перерегулювання - $G=0$ (відсутнє)
- 2) Час регулювання - $t_{рег}=2$ с
- 3) Коливальність - відсутні коливання
- 4) Усталена помилка - $\delta_{уст} = 0$, тобто система астатична.

Дослідження реальних перехідних характеристик

Для зняття реальних перехідних характеристик роботи двигуна була написана програма прийому даних з контролера по СОМ-порту та графічного їх відображення.



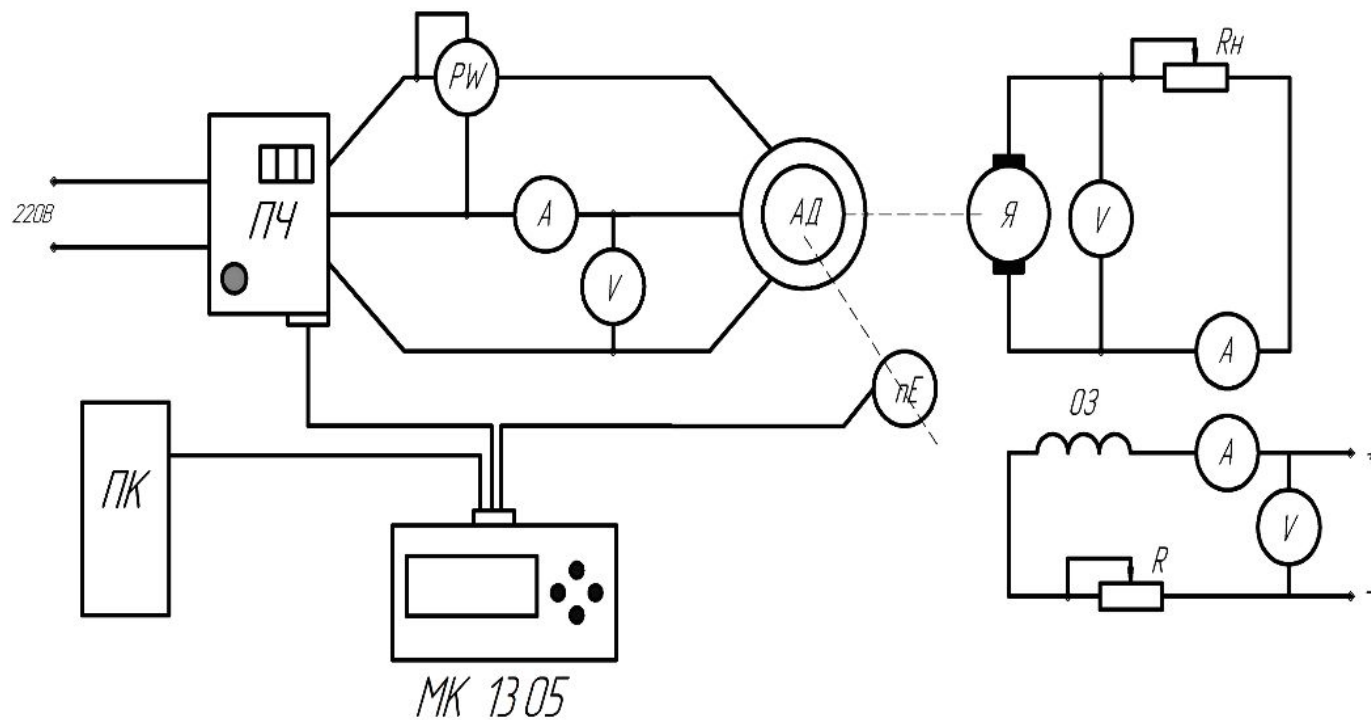
По перехідній характеристиці АД за швидкістю, отриманій у ході даної роботи можна зробити висновок, що система стійка і має такі прямі показники якості:

- 1) Перерегулювання - $G = 0$ (відсутнє)
- 2) Час регулювання - $t_{per} = 3$ с
- 3) Коливальність - відсутні коливання
- 4) Усталена помилка -

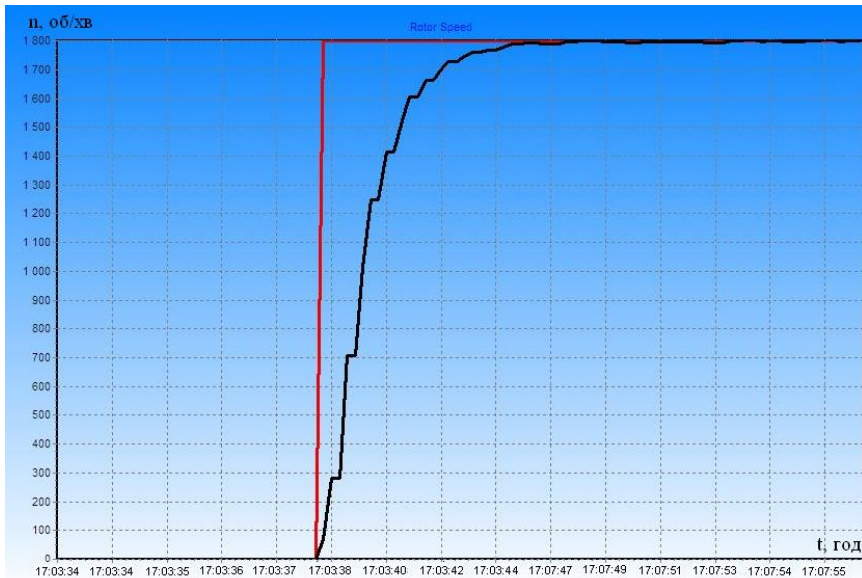
$= 0$, тобто система астатична.

Реальна перехідна характеристика АД за швидкістю при оптимальних значеннях коефіцієнтів ПД- регулятора.

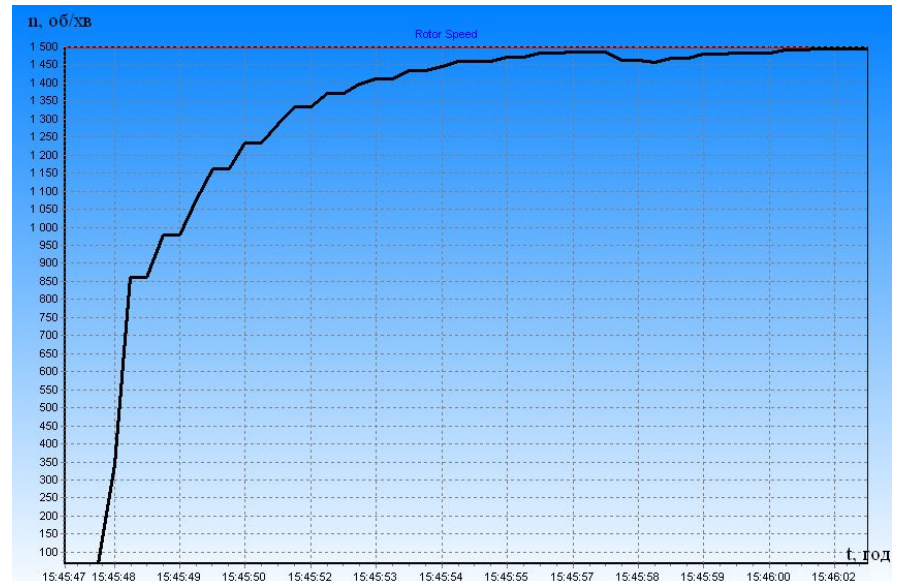
Для зняття експериментальних перехідних характеристик привода при зміні навантаження склали схему, яка зображена



Вона складається з електромашинного підсилувача, перетворювача частоти ПЧ, давача швидкості нЕ (давач Хола), контролера МК 1305, вимірювальних приладів та персонального комп'ютера (ПК).

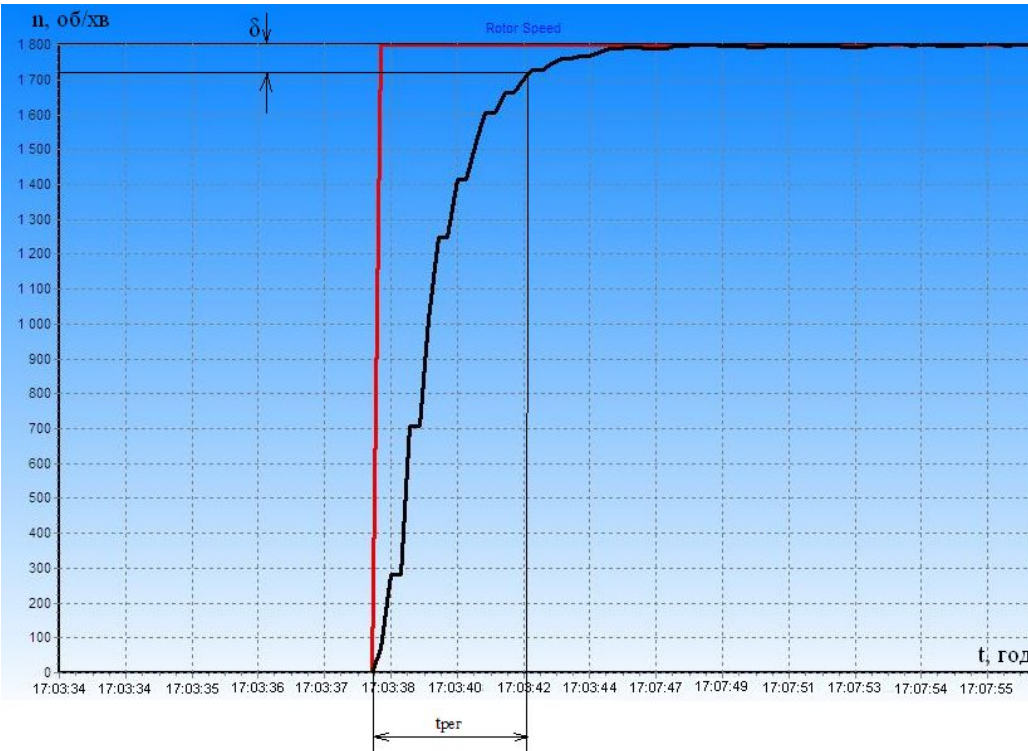


Перехідна характеристика приводу при пропорційній зміні навантаження (струм фази $I=3,1\text{A}$, напруга фази $U=150\text{V}$; корисна потужність $P=349,6\text{ Вт}$)



Перехідна характеристика приводу при миттєвому збільшенні навантаження (струм фази $I=1,8\text{A}$, напруга фази $U=78\text{V}$; корисна потужність $P=120\text{Вт}$), $M_c = 0,5\text{Мн}$

Досліджуючи систему при різній зміні навантаження, ми отримали перехідні характеристики, з яких видно що при лінійному збільшенні навантаження перехідний процес протікає плавно, без перерегулювань, виходить на усталене значення. При миттєвому збільшенні навантаження перехідний процес характеризується миттєвою стрибкоподібною зміною швидкості обертання двигуна. В момент збільшення навантаження швидкість двигуна різко падає, в момент зняття навантаження швидкість двигуна різко зростає та вже через декілька секунд виходить на усталене значення (в обох випадках).



Реальна перехідна характеристика АД за швидкістю при оптимальних значеннях коефіцієнтів ПД- регулятора при пропорційному збільшенні навантаження

Визначивши показники якості системи при регулюванні без навантаження та **можна зробити висновок**, що система астатична, не має пере регулювання та має плавний розгін. Система при навантаженні має такі ж показники якості, як і без навантаження, проте має довший час регулювання.

1) Перерегулювання - $\sigma = \frac{y_{\max} - y_{уст}}{y_{уст}} \cdot 100\%$; $G = 0\%$

2) Час регулювання - $t_{рег} = 4.2$ с

3) **Кількість повних коливань** - $n=0$

4) Усталена помилка -

$$\delta_{уст} = 0, \text{ система астатична}$$