

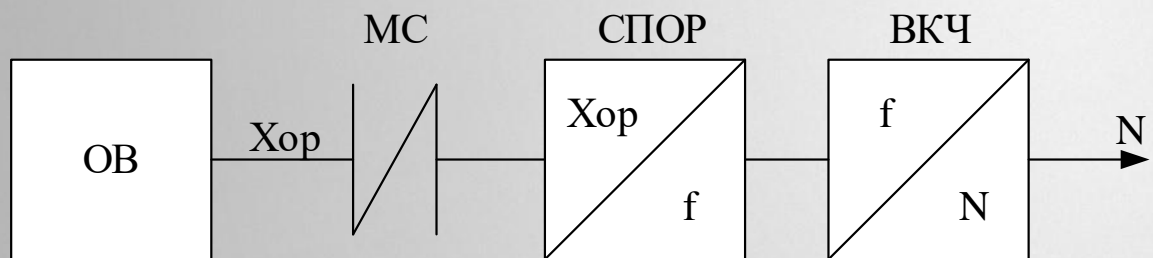
Динамічні вимірювання параметрів обертального руху асинхронних машин

Доповідач:
ст. гр. ЕСЕ-15м
Омельянчук В.С.

Науковий керівник:
д.т.н, професор
Кухарчук В.В.

АКТУАЛЬНІСТЬ

Якість електричних машин, як і всіх інших промислових виробів, є вирішальним фактором їх конкурентоспроможності на світовому ринку. Встановлення відповідності стану параметра електричної машини нормативним документам здійснюється під час її випробовування за допомогою відповідних засобів контролю в дослідах холостого ходу і короткого замикання.



Узагальнена структурна схема параметрів обертального руху

Параметри обертального руху

α – кут повороту;

$$\omega = \frac{d\alpha}{dt} \text{ – кутлова швидкість;}$$

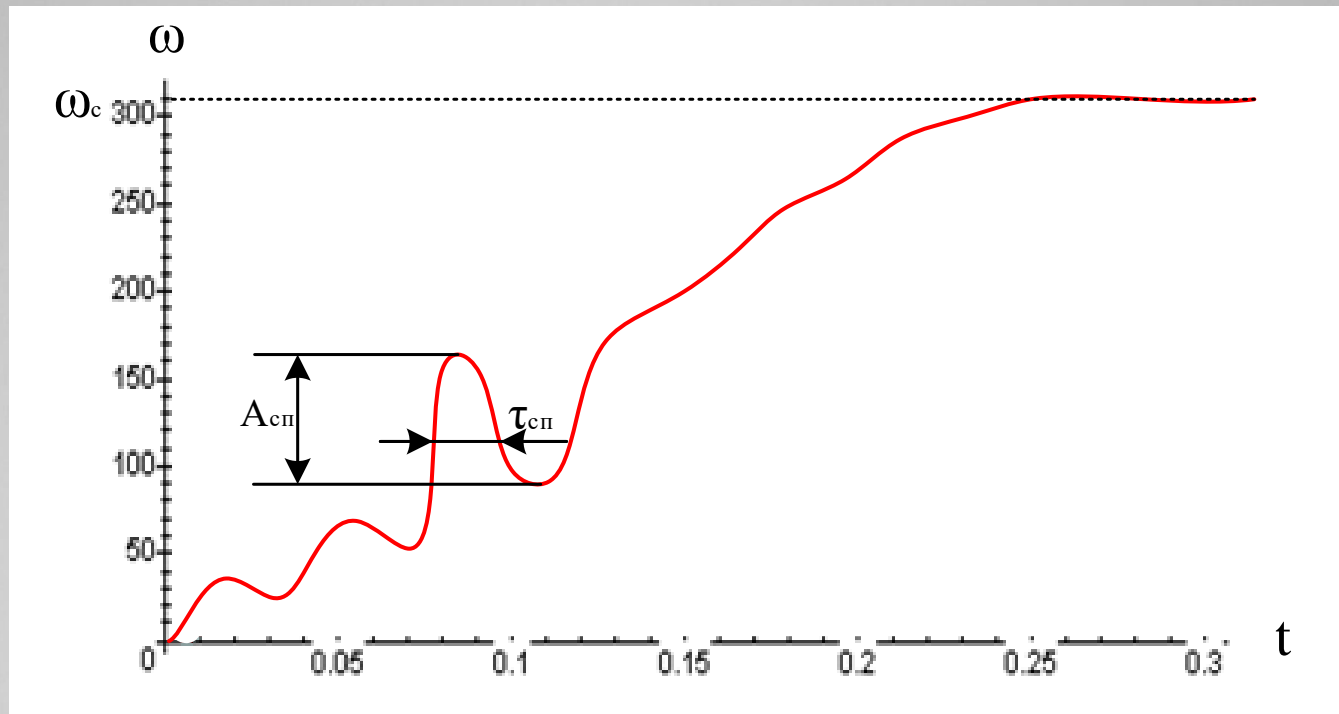
$$\varepsilon = \frac{d\omega}{dt} = \frac{d^2\alpha}{dt^2} \text{ – кутове прискорення;}$$

$$M_d = J \cdot \varepsilon = J \cdot \frac{d^2\alpha}{dt^2} \text{ – динамічний момент;}$$

$$S = \frac{\omega_c - \omega_p}{\omega_c} \text{ – ковзання.}$$

ОСОБЛИВОСТІ ВИМІРЮВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ОБЕРТАЛЬНОГО РУХУ

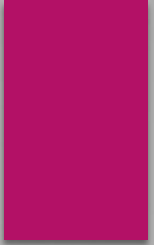
1. Вимірювання параметрів обертального руху – в перехідному процесі, який триває одиниці секунд, десятки мілі секунд.
2. Отримати результат у вигляді динамічної залежності ($\omega(t)$, $s(t)$, $M_d(t)$, $M_d(\omega)$).
3. Вплив на результати вимірювання перехідного процесу, муфти спряження.
4. Застосування N-кодера
5. Необхідно протягом малого проміжку часу (тривалість перехідного процесу АМ) отримати велику кількість значень (десятки тисяч)



6. ВКЧ

- Середніх значень
- Миттєвих значень

7. Відсутність мат. моделі засобу вимірювання.



Мета роботи - підвищення точності вимірювання параметрів обертального руху в динамічному режимі роботи асинхронних машин.

Для досягнення мети необхідно розв'язати такі задачі:

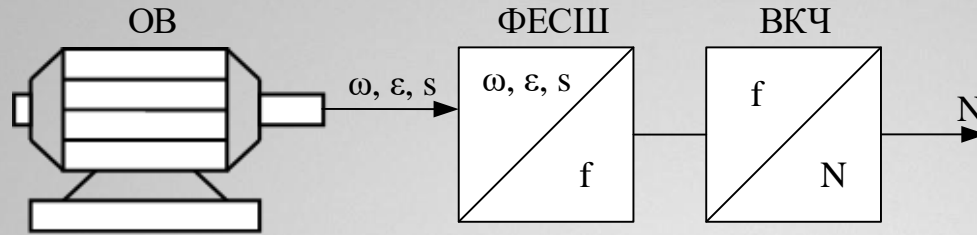
- ✓ Проаналізувати існуючі методи і засоби вимірювання параметрів обертального руху асинхронних машин.
- ✓ Створити математичну модель для динамічного вимірювання параметрів обертального руху.
- ✓ Здійснити математичне моделювання, і отримати залежності $\omega(t)$, $s(t)$, $M_d(t)$, $M_d(\omega)$.
- ✓ Розробити структурну схему мікропроцесорного засобу вимірювання

Об'єкт дослідження – процес вимірювання перетворення параметрів обертального руху асинхронних машин (кутова швидкість, ковзання, динамічний момент).

Предмет дослідження – засоби динамічного вимірювання параметрів обертального руху.

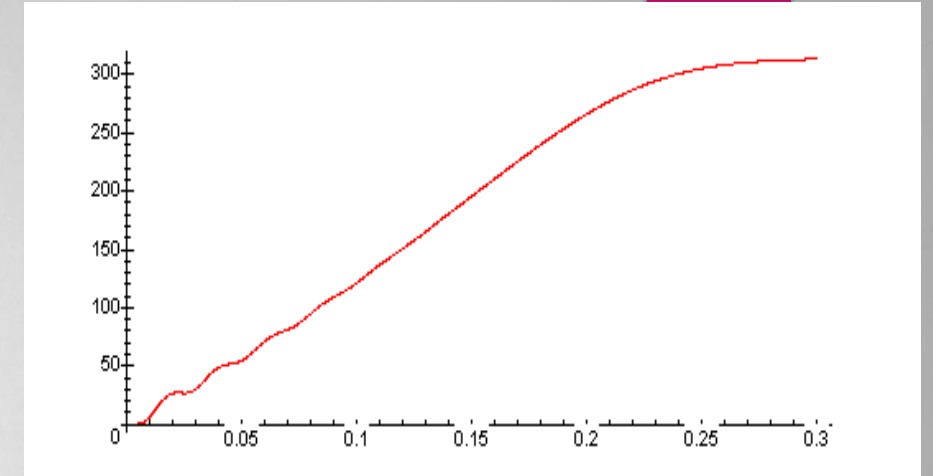
Наукова новизна полягає в подальшому розвитку теорії вимірювання параметрів обертального руху в динамічному режимі роботи асинхронних машин, для покращення метрологічних характеристик.

ДОСЛІДЖЕННЯ МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ВИМІРЮВАННЯ КУТОВОЇ ШВИДКОСТІ

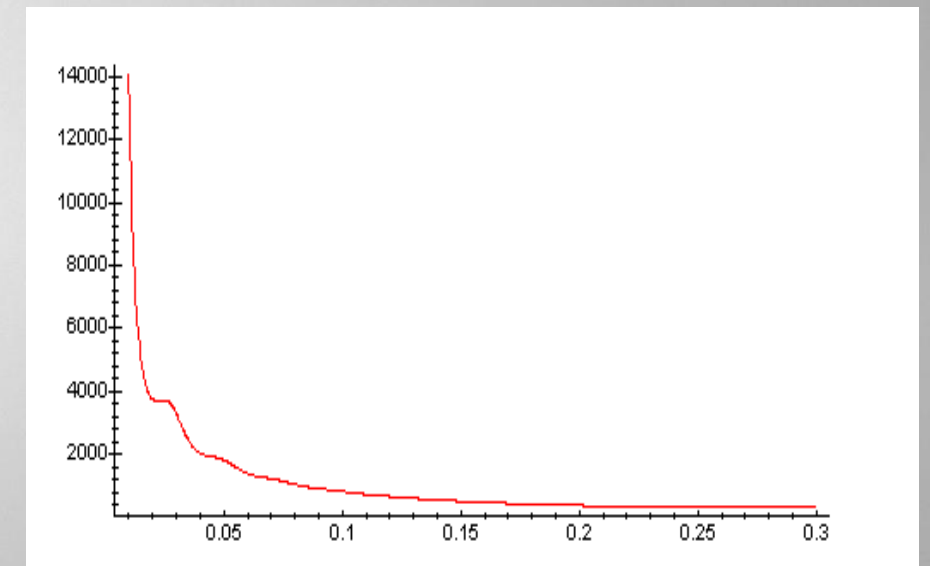


Узагальнена структурна схема засобу вимірювання параметрів обертального руху.

$$\left\{ \begin{aligned} \frac{dI_{r\alpha}(t)}{dt} &= k(L_m(-U_{s\alpha}(t) + R_s I_{s\alpha}(t)) - L_s(R_r I_{r\alpha}(t) + \omega_r(t)(L_r I_{r\beta}(t) + L_m I_{s\beta}(t))))); \\ \frac{dI_{r\beta}(t)}{dt} &= k(L_m(-U_{s\beta}(t) + R_s I_{s\beta}(t)) - L_s(R_r I_{r\beta}(t) - \omega_r(t)(L_r I_{r\alpha}(t) + L_m I_{s\alpha}(t))))); \\ \frac{dI_{s\alpha}(t)}{dt} &= k(L_r(U_{s\alpha}(t) - R_s I_{s\alpha}(t)) + L_m(R_r I_{r\alpha}(t) + \omega_r(t)(L_r I_{r\beta}(t) + L_m I_{s\beta}(t))))); \\ \frac{dI_{s\beta}(t)}{dt} &= k(L_r(U_{s\beta}(t) - R_s I_{s\beta}(t)) + L_m(R_r I_{r\beta}(t) - \omega_r(t)(L_r I_{r\alpha}(t) + L_m I_{s\alpha}(t))))); \\ \frac{d\omega_r(t)}{dt} &= \frac{p}{J} \cdot (M_{3^*}(t) - M_o(t)); & k &= \frac{1}{L_r L_s - L_m^2}; \\ M_{3^*}(t) &= 0.5mpL_m [I_{s\beta}(t)I_{r\alpha}(t) - I_{r\beta}(t)I_{s\alpha}(t)]; \\ \frac{d\omega_r(t)}{dt} &= \frac{M_{3^*}(t) - c \cdot [\phi_r(t) - \phi_m(t)] - b \cdot [\omega_r(t) - \omega_m(t)]}{J_r}; & \frac{d\phi_r(t)}{dt} &= \omega_r(t); \\ \frac{d\omega_m(t)}{dt} &= \frac{-M_o + c \cdot [\phi_r(t) - \phi_m(t)] + b \cdot [\omega_r(t) - \omega_m(t)]}{J_m}; & \frac{d\phi_m(t)}{dt} &= \omega_m(t); \\ N_x(t) &= \frac{f_0 \cdot 2\pi}{\omega_r(t) \cdot Z} \end{aligned} \right.$$



Кутлова швидкість $\omega_r = f(t)$



Двійковий код $N = f(t)$

ДОСЛІДЖЕННЯ МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ВИМІРЮВАННЯ ДИНАМІЧНОГО МОМЕНТУ

$$\frac{dI_{r\alpha}(t)}{dt} = k(L_m(-U_{s\alpha}(t) + R_s I_{s\alpha}(t)) - L_s(R_r I_{r\alpha}(t) + n_r(t)(L_r I_{r\beta}(t) + L_m I_{s\beta}(t))));$$

$$\frac{dI_{r\beta}(t)}{dt} = k(L_m(-U_{s\beta}(t) + R_s I_{s\beta}(t)) - L_s(R_r I_{r\beta}(t) - n_r(t)(L_r I_{r\alpha}(t) + L_m I_{s\alpha}(t))));$$

$$\frac{dI_{s\alpha}(t)}{dt} = k(L_r(U_{s\alpha}(t) - R_s I_{s\alpha}(t)) + L_m(R_r I_{r\alpha}(t) + n_r(t)(L_r I_{r\beta}(t) + L_m I_{s\beta}(t))));$$

$$\frac{dI_{s\beta}(t)}{dt} = k(L_r(U_{s\beta}(t) - R_s I_{s\beta}(t)) + L_m(R_r I_{r\beta}(t) - n_r(t)(L_r I_{r\alpha}(t) + L_m I_{s\alpha}(t))));$$

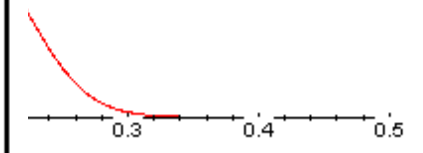
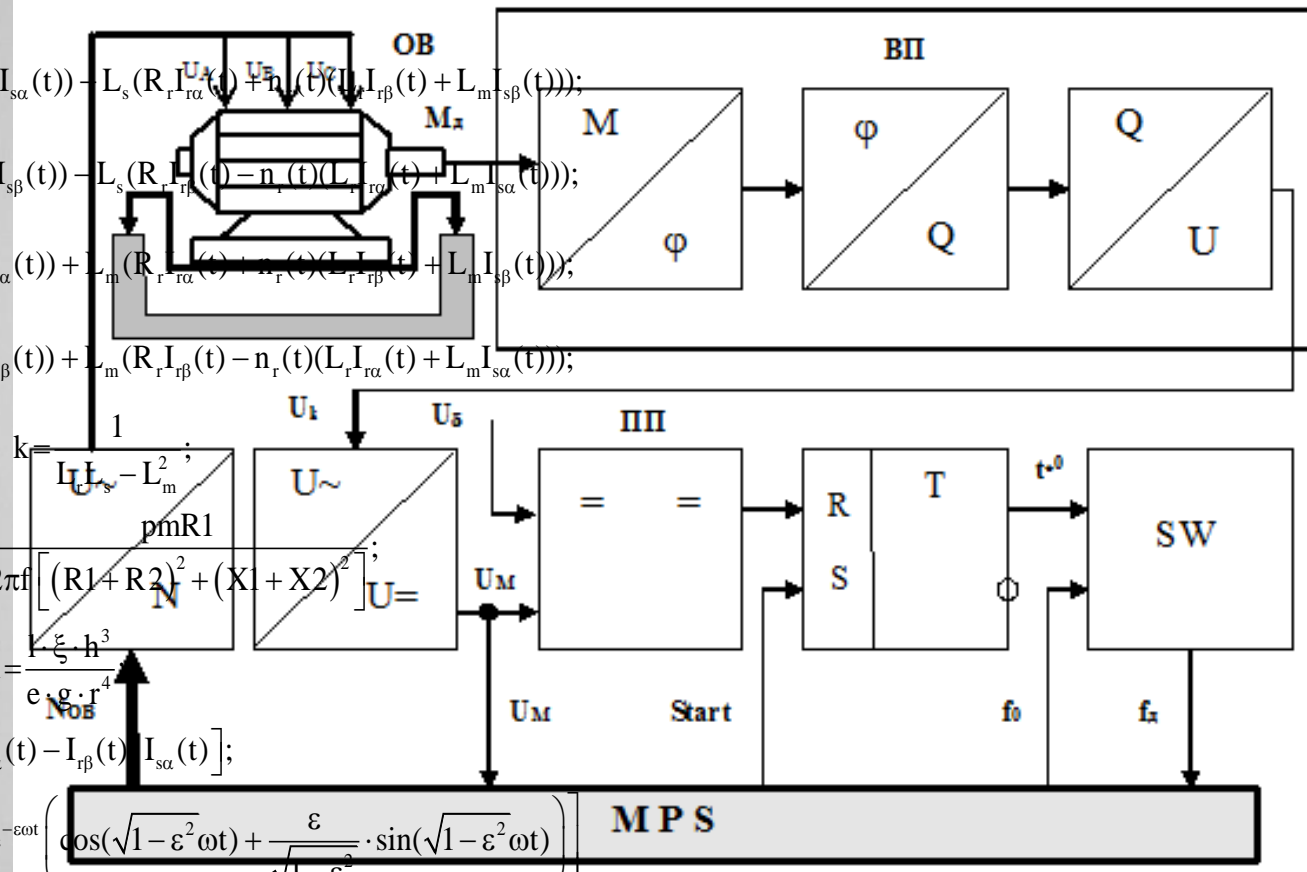
$$\frac{dn_r(t)}{dt} = \frac{p}{J_-} \cdot (M_-(t) - M_0); \quad k = \frac{I_s I_s - L_m^2}{2\pi f [(R1 + R2)^2 + (X1 + X2)^2]};$$

$$M_0 = K \cdot U^2; \quad K = \frac{pmR1}{2\pi f [(R1 + R2)^2 + (X1 + X2)^2]};$$

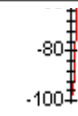
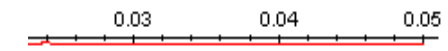
$$M_B(t) = [M_-(t) - M_0]; \quad K1 = \frac{\xi \cdot h^3}{e \cdot g \cdot r^4};$$

$$M_-(t) = 0.5mpL_m [I_{s\beta}(t) \cdot I_{r\alpha}(t) - I_{r\beta}(t) \cdot I_{s\alpha}(t)];$$

$$M_*^1(t) = g \cdot K1 \cdot \frac{M_B(t)}{J_- \cdot \omega^2} \cdot \left[1 - e^{-\varepsilon \omega t} \left(\cos(\sqrt{1 - \varepsilon^2} \omega t) + \frac{\varepsilon}{\sqrt{1 - \varepsilon^2}} \cdot \sin(\sqrt{1 - \varepsilon^2} \omega t) \right) \right]$$

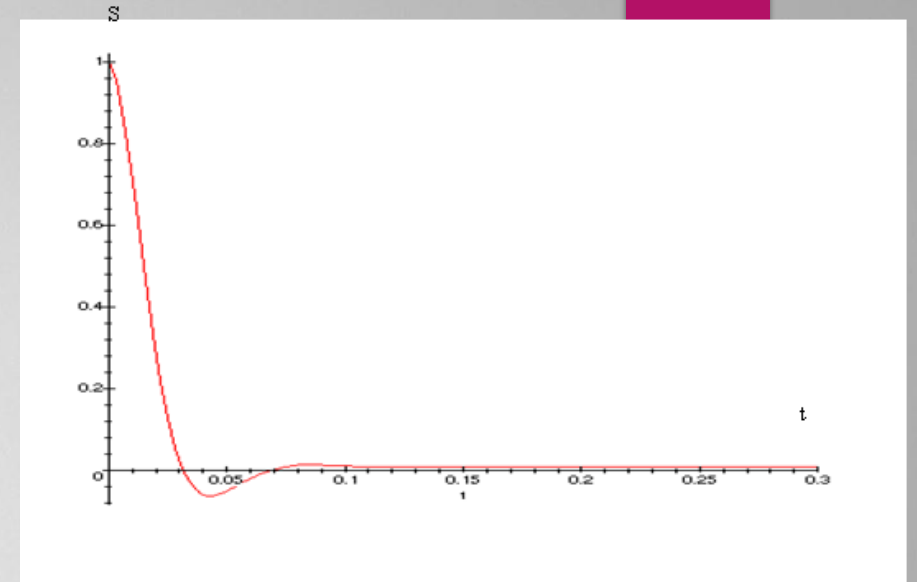
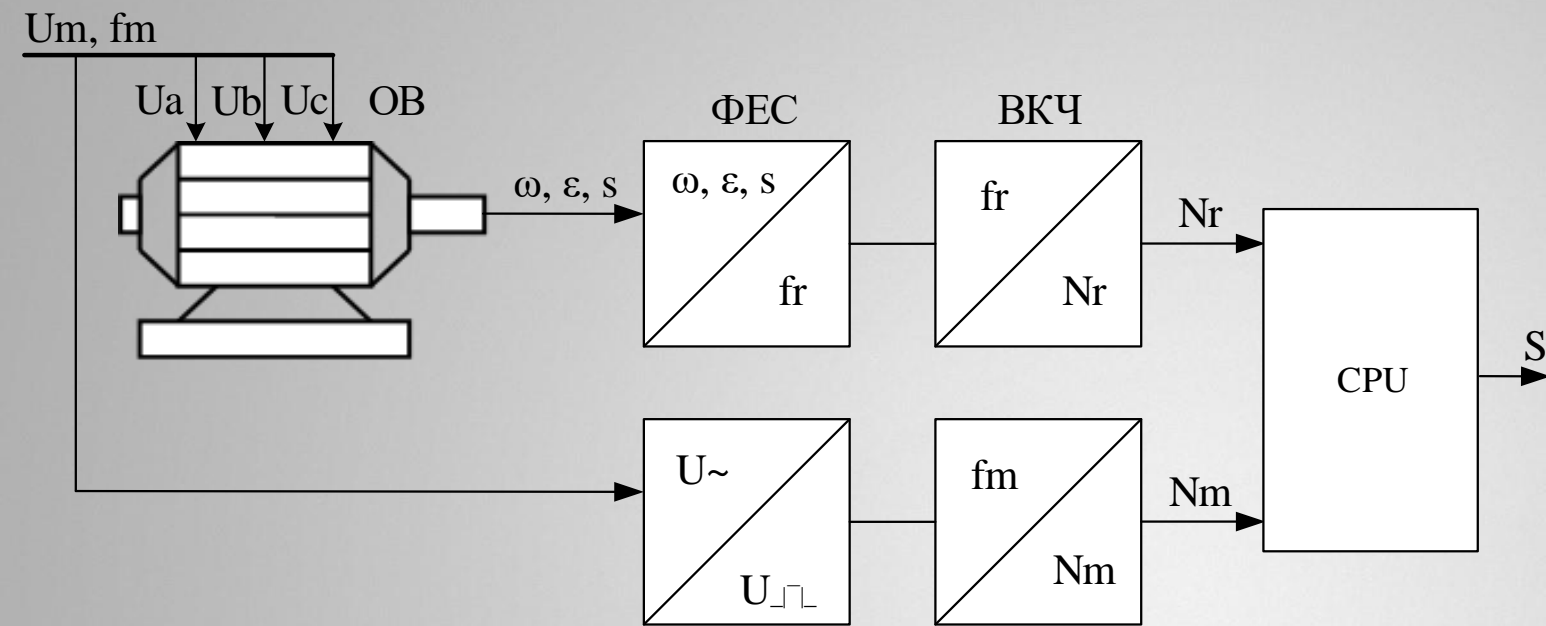


Момент $M_D = f(t)$



Динамічна похибка $\delta_D = f(t)$

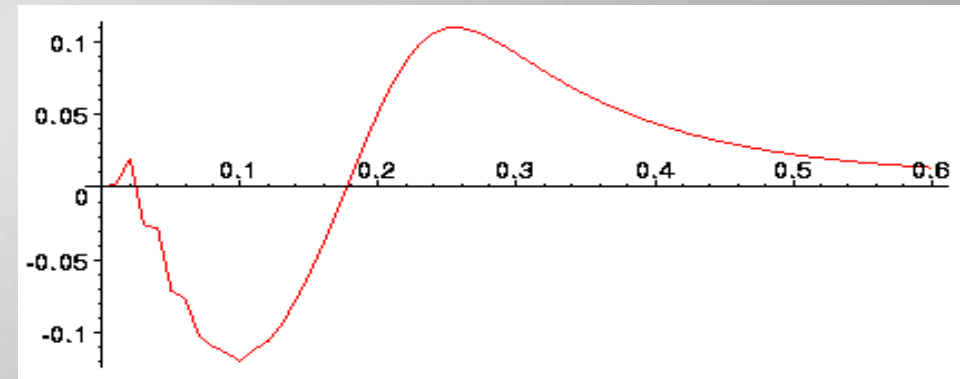
ДОСЛІДЖЕННЯ МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ВИМІРЮВАННЯ КОВЗАННЯ



Зміна ковзання в часі

$$S = \frac{f_m - f_r}{f_m} = 1 - \frac{f_r}{f_m}$$

$$S(t) = \frac{(M_o \cdot T_{eo} \cdot Y_o K - T_{eo} \cdot K) e^{\left(\frac{-t}{2T_{eo}}\right)} \cos\left(\frac{K \cdot t}{2}\right) - K \cdot T_{eo} \cdot Y_o \cdot M_o + (M_o \cdot Y_o - 1) e^{\left(\frac{-t}{2T_{eo}}\right)} \sin\left(\frac{K \cdot t}{2}\right)}{T_{eo} \cdot K}$$



Графічне подання похибки лінеаризації

ВИСНОВКИ

В результаті проведеного вище аналізу можна зробити висновок, що використання традиційних засобів вимірювання та контролю не дозволяє в широкому діапазоні і з високою вірогідністю вирішити задачу контролю таких параметрів як ковзання, кутова швидкість та динамічний момент. Розглянуті оптико-електронні засоби контролю мають такі недоліки, як інерційні властивості, що призводять до виникнення динамічної похибки, похибка ексцентриситету, зумовлена незбіжністю осей обертання об'єкта та вимірювального перетворювача, та обмеженість діапазону вимірювання, що для кутової швидкості становить максимум 10000 об/хв.

Для оцінки динамічних метрологічних характеристик засобів вимірювання ковзання запропоновано лінеаризовану математичну модель у вигляді диференційного рівняння другого порядку.

Отримано аналітичні залежності для оцінювання адитивної і мультиплікативної похибок вимірювального перетворення інформативного параметра, чутливості, номінальної функції перетворення, які дозволять розробляти засоби вимірювання ковзання з наперед заданими нормованими метрологічними характеристиками

Дякую за увагу!