

КОМП'ЮТЕРНА МОДЕЛЬ ТРАНСФОРМАТОРА В УМОВАХ ЗАДАНОЇ ТОЧНОСТІ НА ПАРАМЕТРИ

Чирський Т.М.

Тернопільський національний економічний університет, магістрант

Параметрична ідентифікація на основі експериментальних даних – один з кроків обмеження моделі „вхід-вихід” динамічної системи. В цьому випадку для відомої загальної математичної функції, яка буде описувати співвідношення між вхідними (управління) і вихідними (реакція) змінними і на основі множини управлінь і переданим їм реакціях об'єкта необхідна оцінка невідомих коефіцієнтів – параметрів моделі.

Розглянемо лінійну динамічну систему, яка описується системою дискретних рівнянь:

$$\vec{x}_{k+1} = G \cdot \vec{x}_k + Q \cdot \vec{u}_k \quad (1)$$

$$\vec{y}_{k+1} = C \vec{x}_{k+1} + \vec{e}_{k+1} \quad (2)$$

$$|e_{k+1}| \leq \Delta, \Delta > 0 \forall k = 1, 2, \dots \quad (3)$$

де $\vec{x}_k \in R^m$ – вектор параметрів стану об'єкта в k -тий дискретний момент часу; $\vec{u}_k \in R^n$ – вектор вхідних змінних (управлінь) в k -тий дискретний момент часу; $\vec{y}_{k+1} \in R^p$ – вектор вихідних змінних в $k+1$ -ий дискретний момент часу; G, Q, C – матриці з невідомими елементами; $\vec{e}_{k+1} = (e_{k+1,1}, \dots, e_{k+1,i}, \dots, e_{k+1,s})^T$ – вектор випадкових обмежених похибок в $k+1$ -ий момент часу.

Не порушуючи загальності, введемо такі спрощення: $C=I$ – одинична матриця, тоді $s=m$; надалі будемо розглядати систему із скалярним управлінням:

$$x_{i,k+1} = g_{i,1} \cdot x_{1,k} + \dots + g_{i,m} \cdot x_{m,k} + q_i \cdot u_k, \quad (4)$$

$$\vec{y}_{k+1} = \vec{x}_{k+1} + \vec{e}_{k+1} \quad (5)$$

Проілюструємо особливості та можливості запропонованого методу допустимого інтервального оцінювання параметрів моделі динамічного об'єкта на прикладі побудови моделі силового трьохфазного трансформатора. Еквівалентна електрична схема трансформатора наведена на рис. 1:

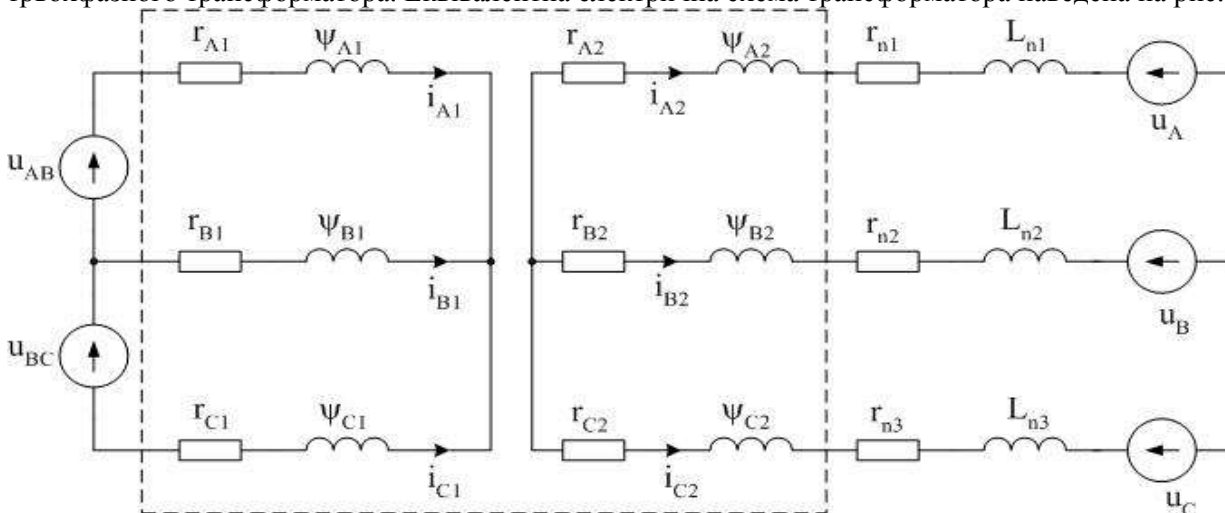


Рисунок 1 - Схема трьохфазного трансформатора

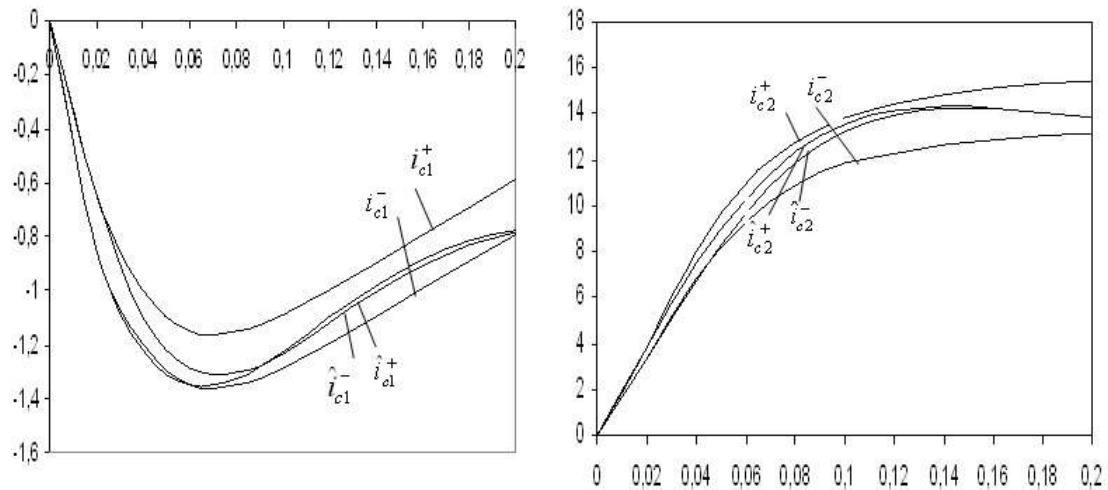


Рисунок 2 - Результати прогнозування для струмів i_{c1}, i_{c2}

Графіки перехідного процесу для струмів i_{c1}, i_{c2} відповідно, обмоток середньої та високої напруги для однієї фази „С”, отримані за умови $u_{AB} = u_{BC} = u_A = u_C = 0$ та подачі скачка напруги фіксованою амплітудою U_{nom} на обмотку фази „В”, тобто $u_B = U_{nom}$. При знятті характеристик перехідного процесу похибка вимірювань (похибка в каналі вимірювань) складала: для струму $i_{c1} - |e_{k+1}| \leq 0,1 \forall k = 1, 2, \dots, 10$ і для струму $i_{c2} - |e_{k+1}| \leq 0,08 \cdot i_{c2} \forall k = 1, 2, \dots, 10$.

Отже, модель „вхід-вихід” трансформатора включає один вхід ($u = U_{nom}$) та два виходи $\vec{y} = (i_{c1}, i_{c2})^T$. В силу умов повної спостережності ($C=I$), матимемо: $x_{1,k+1} = i_{c1,k+1}$ і $x_{2,k+1} = i_{c2,k+1}$ відповідно.

Для спрощення ілюстрації методу допустимого оцінювання параметрів моделі „вхід-вихід” трансформатора включаємо тільки 10 дискретних значень струмів i_{c1}, i_{c2} , отриманих в момент часу, що належить проміжку від $t=0c$ до $t=0,2c$.

Оцінка інтервальних елементів матриці [Q]

$$[Q] = \begin{pmatrix} [-0.85; -1.65] / u_{nom} \\ [3.32; 3.9] / u_{nom} \end{pmatrix}$$

Оцінка інтервальних елементів матриці [G] у вигляді Π^- - множини, обчислена за допомогою запропонованого алгоритму наближення, матиме такий вигляд:

$$[G] = \begin{pmatrix} [0.74; 0.75][0.041; 0.042] \\ [-1.8; -1.5][0.62; 0.64] \end{pmatrix}$$

Результати запропонованого методу показані на рис.4 і рис.5, де використані такі позначення: i_{c1}^-, i_{c1}^+ - нижня і верхня межі значень виміряного струму i_{c1} ; i_{c2}^-, i_{c2}^+ - нижня і верхня межі значень виміряного струму i_{c2} ; $\hat{i}_{c2}^-, \hat{i}_{c2}^+$ - нижня і верхня межа інтервального прогнозу для струму i_{c2} .

З рис.4 і рис.5 ми бачимо, що кожний коридор прогнозу належить експериментальному коридору (6).

$$\left[\hat{i}_{c1}^-; \hat{i}_{c1}^+ \right] \subset \left[i_{c1}^-; i_{c1}^+ \right], \quad \left[\hat{i}_{c2}^-; \hat{i}_{c2}^+ \right] \subset \left[i_{c2}^-; i_{c2}^+ \right] \quad (6)$$

Рівняння (6) підтверджує ефективність запропонованого методу

Список використаних джерел

1. Бочков А. Ф., Милевский М. В. Оценивание параметров модели для объектов с интервальной неопределенностью в выходных параметрах. - Москва, 1988. - 23 с. – Деп. в ВИНТИ, №926-В88.
2. Росоловскі Є., Гоголюк О., Стахів П., Козак Ю. Побудова макромоделі силового трансформатора // Вісник Нац. Ун-ту «Львівська політехніка» «Електроенергетичні та електромеханічні системи». – Львів, 2003. - № 485. – С. 131-138.