

ВИЗНАЧЕННЯ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ЕЛЕКТРОПРИВОДОМ ТУРБО-МАШИН В ТРУБОПРОВІДНИХ МЕРЕЖАХ КОМУНАЛЬНОГО ТА МЕЛІОРАТИВНОГО ГОСПОДАРСТВА

На прикладі насосних станцій систем водопостачання та комунального господарства розглянемо коротко алгоритм та методику розв'язання та вибору систем автоматичного управління електроприводами робочих машин що відносяться до класу турбо-машин, які застосовуються у будівництві тощо.

У першій задачі — функціонального синтезу — як початкові дані відомий масив вузлів, що апроксимують відомий закон зміни вихідної координати системи керування електроприводом машин у будівництві. У цьому разі за динамічну характеристику вихідної координати взято залежність $x_3 = f(t)$.

Розрахункові вирази для розглядуваної задачі матимуть вигляд:

$$\left. \begin{aligned} \Delta x_{3,i} &= x_{3,i} - x_{3,i-1}; \\ x_{2,i} &= 2T_2 \Delta x_{3,i} / (k_4 \Delta t) + 2x_{3,i} - 1/k_4 - x_{2,i-1}; \\ \Delta x_{2,i} &= x_{2,i} - x_{2,i-1}; \\ x_{1,i} &= 2T_1 \Delta x_{2,i} / (k_3 \Delta t) + 2x_{2,i-1} / k_3 - x_{1,i-1}; \\ \Delta x_{1,i} &= x_{1,i} - x_{1,i-1}; \\ u_1 &= 2x_{1,i} / (k_1 \Delta t) + 2k_2 x_{3,i-1} - u_{1-1}. \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

На рис. 1 зображено структурну схему алгоритму синтезу, об'єднану для розв'язання задач функціонального й структурно-параметричного синтезу систем керування електроприводами робочих машин.

Процедура обчислень полягає ось у чому:

1. Вводять для всіх змінних початкові умови, які дорівнюють нулю, числові значення всіх відомих параметрів системи, крок обчислення Δt , ідентифікатори змінних, масив вузлів інтерполяції — 12 точок заданої функціональної залежності $x_3 = f(t)$ (оператор 1).
2. Оператор 2 обчислює поточний час лічби.

3. Підпрограма інтерполяції (оператор 3) обчислює змінну x_3 в точках, відмінних від вузлів інтерполяції.
4. Оператори 4 та 5 забезпечують відповідно обчислення пристроїв змінних $\Delta x_{3,i}$ та $\Delta x_{2,i}$ і абсолютних значень $x_{3,i}$ та $x_{2,i}$.
5. Оператор 6 сприяє обчисленню $\Delta x_{1,i}$ і вислідної вхідної дії на першу ланку $\sum x_{1,bi}$ за співвідношенням

$$\sum x_{1,bi} = \frac{\Delta x_{1,i}}{k_1 \Delta t}. \quad (2)$$

6. Логічний оператор 7 перевіряє умову задавання вхідної дії.
У розглядуваній першій задачі функція $u(t)$ невідома, отже, робиться перехід до оператора 8.
7. Оператор 8 обчислює функції u_i .
8. Оператор 9 забезпечує виведення одержаного результату на пристрій друку.
9. Логічний оператор 10 перевіряє умову закінчення лічби. Якщо ця умова не виконується, то відбувається повернення до оператора 2 для обчислення на наступних кроках за тією самою процедурою. У противному разі розв'язання задачі вважається закінченим.

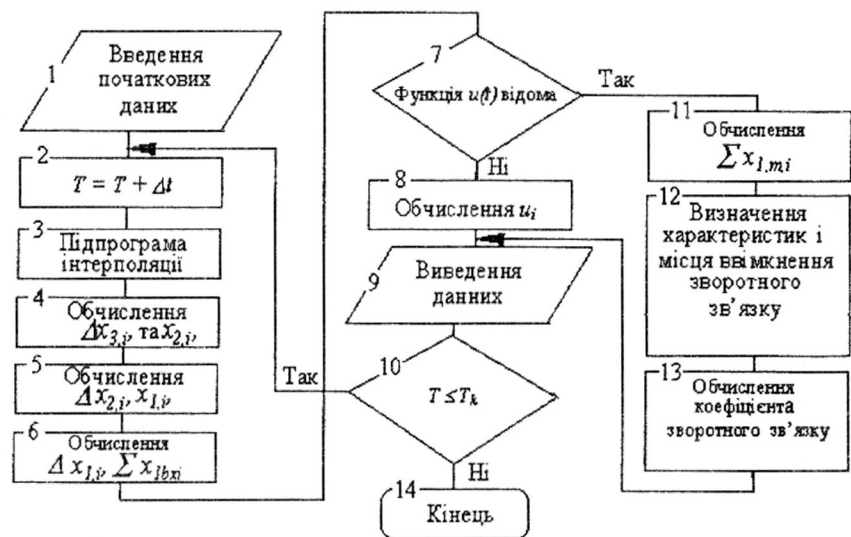


Рис. 1. Структурна схема алгоритму синтезу

У цьому прикладі структура й параметри всіх трьох ланок відомі і виконується синтез дій на вхід першої з них. Відповідно до цього в розглядуваному випадку процедуру обчислень запрограмовано з метою зменшення кількості операцій не за паралельним, а за послідовним принципом, тобто зациклюється вся програма розрахунку. Характеристика функціональної дії на вхід системи $u(t)$, одержана внаслідок виконаного синтезу, має вид лінійної залежності $u = kt$, де $k = 10$, (рис. 2).

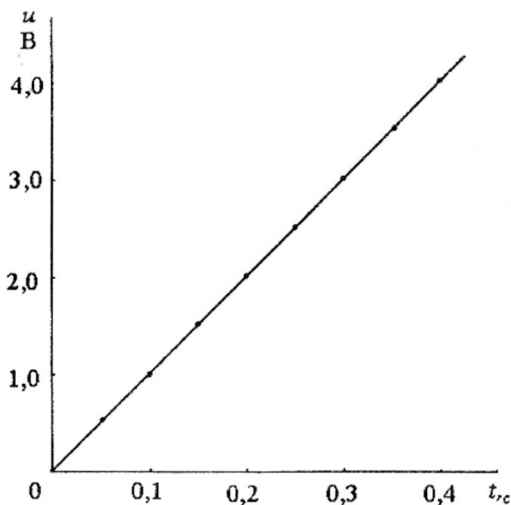


Рис. 2. Характеристика функціональної дії на вхід системи $u(t)$

У задачі управління структурно-параметричного синтезу системи електроприводом будівництва та інженерних мереж як початковий використовується масив вузлів, що апроксимують заданий закон зміни вихідної координати системи $x_3 = f(t)$. Відомі також структура послідовного ланцюжка ланок з вихідними координатами x_1, x_2, x_3 і числові значення їх параметрів. Задано й закон зміни зовнішньої дії на вхід системи $u = kt$.

Потрібно визначити додаткову вхідну дію на вхід першої ланки, виконувану зворотними зв'язками, яка реалізує заданий закон зміни вихідної координати x_3 , а за нею знайти кількість, вид місце ввімкнення і параметри зворотних зв'язків.

Для розглядуваної задачі розрахункові рівняння матимуть вигляд:

$$\left. \begin{aligned} \Delta x_{3,i} &= x_{3,i} - x_{3,i-1}; \\ x_{2,i} &= 2T_2 \Delta x_{3,i} / (k_4 \Delta t) + 2x_{3,i-1} / k_4 - x_{2,i-1}; \\ \Delta x_{2,i} &= x_{2,i} - x_{2,i-1}; \\ x_{1,i} &= 2T_1 \Delta x_{2,i} / (k_3 \Delta t) + 2x_{2,i-1} / k_3 - x_{1,i-1}; \\ \Delta x_{1,i} &= x_{1,i} - x_{1,i-1}; \\ \Sigma x_{1,m,i} &= \Delta x_{1,i} / (k_1 \Delta t) - (u_{i-1} - k \Delta t / 2). \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

Структурну схему алгоритму синтезу для розв'язання розглядуваної задачі (див. рис. 1).

Процедура обчислень полягає ось у чому.

1. Вводять (оператор 1) початкові дані, описані в попередній задачі. Однак у зв'язку із зміною постановки задачі в початкові дані замість інформації про зворотний зв'язок (коефіцієнт k_2) введено інформацію про зовнішню вхідну дію на систему (коефіцієнт k).
2. Операції, виконувані операторами 2—6, лишуються такими самими (описані в попередній задачі).
3. Оскільки в розглядуваній задачі функції $u(t)$ на вході системи відома, то логічний оператор 7 виконує перехід до оператора 11.
4. Оператор 11 обчислює шукані дії зворотних зв'язків рівнянням системи (2).
5. Оператор 12 забезпечує знаходження місця ввімкнення й характеристики зворотного зв'язку. У діалоговому режимі ця операція виконується обчисленням і виведенням на дисплей залежностей $x_{1,i} = f(\Sigma x_{1,m,i})$, $x_{2,i} = f(\Sigma x_{1,m,i})$, $x_{3,i} = f(\Sigma x_{1,m,i})$, і аналізом інженером-оператором одержуваних характеристик, з погляду їх реалізованості.

У разі параметричного синтезу систем керування електроприводом машин будівництва та інженерних мереж задають масив вузлів, який апроксимує заданий закон зміни вихідної координати системи $x_3 = f(t)$. Відомі структура, числові значення параметрів першої та третьої ланок, а також зовнішня дія на вхід системи $u = kt$ і коефіцієнт зворотного зв'язку h_2 . Задані параметри системи мають, наприклад, числові значення, наведені попереду.

Необхідно знайти значення параметрів другої ланки T_1 і K_3 , які реалізують за заданих умов закон зміни вихідної координати системи $x_3 = f(t)$.

Задачу розв'язують ходом “справа” і “зліва”. Розрахункові рівняння для розглядуваної задачі матимуть вигляд:

$$\left. \begin{aligned} \Delta x_{3,i} &= x_{3,i} - x_{3,i-1}; \\ x_{2,i} &= 2T_2 \Delta x_{3,i} / (k_4 \Delta t) + 2x_{3,i-1} / k_4 - x_{2,i-1}; \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

$$\left. \begin{aligned} \Delta x_{2,i} &= x_{2,i} - x_{2,i-1}; \\ \Delta x_{1,i} &= [(u_{i-1} + \Delta u_i / 2) - k_2 x_{3,i-1}] k_1 \Delta t; \\ \Delta x_{1,i} &= x_{1,i} - x_{1,i-1}; \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

Значення T_1 і k_3 обчислюють так:

$$T_1 = (\Delta t / \Delta x_{2,i}) [x_{1,i-1} + \Delta x_{1,i} / 2] k_3 - x_{2,i-1}; \quad (5)$$

$$k_3 = \frac{\Delta x_{2,i} T_1 / \Delta t + x_{2,i-1}}{x_{1,i-1} + \Delta x_{1,i} / 2}. \quad (6)$$

Структурну схему алгоритму параметричного синтезу зображено на рис. 3.

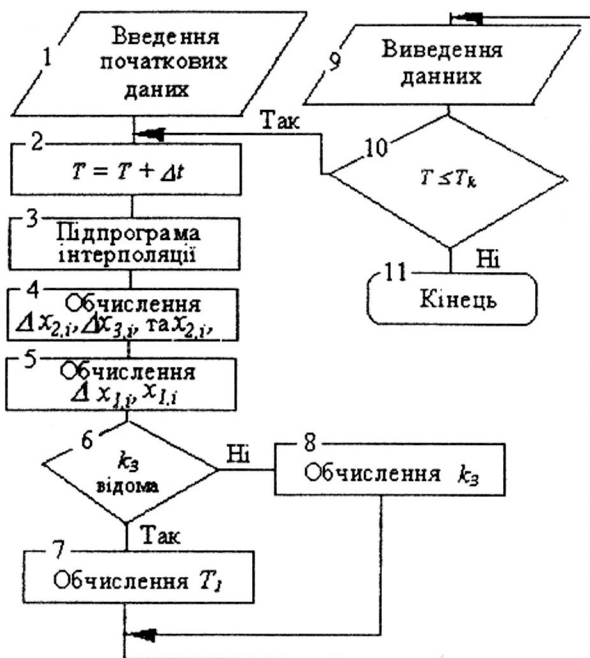


Рис. 3. Структурна схема алгоритму параметричного синтезу

Процедура обчислень полягає ось у чому:

1. Вводять (оператор 1) початкові дані, описані в першій задачі. Однак у зв'язку із зміною постановки задачі не вводять інформації про параметри другої ланки, але додатково вводять значення коефіцієнта k , який визначає зовнішню вхідну дію на систему.
2. Оператор 2 обчислює поточний час лічби.
3. Підпрограма інтерполяції (оператор 2) обчислює значення координати x_3 у точках, відмінних від вузлів інтерполяції.
4. Оператор 4 забезпечує обчислення $\Delta x_{3,i}$, $x_{2,i}$, $\Delta x_{2,i}$ (хід “справа”) за (3).
5. Оператор 5 обчислює $\Delta x_{1,i}$ і $x_{1,i}$ (хід “зліва”) за (4).
6. Логічний оператор 6 визначає подальший хід розв'язування задачі. Якщо k_3 — коефіцієнт підсилення другої ланки — відомий, то для обчислення сталої часу ланки T_1 робиться перехід до оператора 7, у противному разі — до оператора 8.
7. Значення K_3 може бути відомим або заданим оператором. Під час розв'язування пошукових варіаційних задач вводиться масив можливих значень коефіцієнта K_3 у бажаному чи можливому діапазоні його зміни і визначається відповідний йому масив значень T_1 (оператор 7). З усіх можливих значень k_3 вибирається найприйнятніше і фізично легкорезалізоване. У діалоговому режимі цю операцію виконує людина-оператор. Значення T_1 обчислюється за (5).
8. Коли значення k_3 — шукане, то задаються значення величини T_1 і виконується варіаційний пошук k_3 (оператор 8) аналогічно описаному. Значення k_3 знаходиться з (6).
9. Оператор (9) забезпечує виведення даних на пристрій друку, а оператор 10 зациклює програму розрахунку чи забезпечує її закінчення.

Під час розрахунку всіх задач синтезу систем керування електроприводами будівельних машин, машин технологічних ліній підприємств будівельної індустрії, машин мережевих систем комунального господарства, як і в самих інженерних мережах, з допомогою сучасних засобів обчислювальної техніки одержано результати, що узгоджуються із структурою та параметрами початкової системи, а це дає змогу з високою вірогідністю одержуваних результатів впровадити інверсний метод у практику дослідження автоматизованого управління в зазначених системах.

Використана література

1. Башарин А. В., Новіков В. А., Соколовський Г. Г. Управление электроприводами. — Л.: Энергоиздат, 1982.
2. Вершин О. Е. Применение микропроцессоров для автоматизації технологічних процесів. — П.: Энергоиздат, 1986.
3. Григоровский Е. П. Отдельные вопросы электрического привода рабочих машин. — К.: УМК ВО, 1978.
4. Григоровський Є. П. Методи і системи керування електричними приводами в будівництві. — К.: УМК ВО, 1991.