

**О. П. Губарев, д.т.н., професор,
О. С. Ганпанцурова, к.т.н., доцент**

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

МОДЕЛЬНИЙ ГЕНЕРАТОР ЧИСЕЛ ДЛЯ ОЦІНКИ ДІЙ ВИКОНАВЧОГО ПРИБРОЮ ЗА СТРУКТУРОВАНОЮ ПАМ'ЯТЮ

Для адаптивного керування виконавчим пристроєм мехатронної системи запропоновано врахування кількості вдалих і невдалих спроб в діях системи за допомогою двокомпонентної форми команд керування [1]. При цьому перший компонент визначає детерміновані умови спрацювання пристрою, а другий компонент має інерційну основу. Для другого компонента спрацювання відбувається за неповною умовою, але з врахуванням вдалих чи невдалих попередніх спроб: $Y_i = Y_{idet} + Y_{iiner}$, де Y_{idet} – детермінована складова, Y_{iiner} – інерційна складова. Детермінований компонент може мати різний вигляд, побудований за однією з відомих методик [2]. Інерційний компонент побудовано з використанням понять цілісності та складності систем [3, 4, 5]. Він має вигляд добутку часткових умов спрацювання та ймовірності щодо їх достатності для виконання дії: $Y_i = Y_{idet} + Y_{iiner} = (\{x_{idet}\}) \vee (\{x_{idet}^\Delta\} \wedge x_{ip})$, де $\{x_{idet}\}$ – логічний вираз детермінованих умов спрацювання, $\{x_{idet}^\Delta\}$ – логічний вираз часткових умов спрацювання, x_{ip} – сигнал, що приймає одиничне значення за ймовірнісною оцінкою попередніх дій пристрою з урахуванням часткових умов спрацювання.

Ймовірність щодо вдалих дій пристрою розраховано відповідно до поточного стану заповнення пам'яті щодо попередніх вдалих спроб при зворотному відліку:

$$p_i = \left(\sum_{i=1}^N \sum_{k=1}^{\log_2 n} p_{k/i} \right)^{-1} \cdot \sum_{k=1}^{\log_2 n} \left(\frac{1}{k+1} \cdot \sum_{j=2^{k-1}}^{2^k} \omega_j \right) \quad .,$$

де N – кількість варіантів дій виконавчого пристрою, n - кількість попередніх спроб виконання означеної дії.

Перехід від значення p_i до бінарної складової в команді керування $y_i = y_{idet} + y_{iiner} = (x_{s1} \wedge x_{s2}) \vee (x_{s1} \wedge x_p)$ здійснено за допомогою генератора чисел в заданому діапазоні на основі циклу “таймер-лічильник” (Т/С генератор), що діє синхронно з алгоритмом керування системи. Запропоновано циклічно-модульну будову генератора, дія якого основана на взаємодії лічильника, налаштованого на частоту роботи системи, таймера та елементів пам'яті (рис. 1).

Логічний синтез системи Т/С генератора виконано на основі функціонального графу за графоаналітичною методикою [6]. Перелік команд керування Т/С генератора (команди вмикання/вимикання таймера, лічильника, елементів пам'яті та модулів опитування) має наступний вигляд:

$$\begin{aligned} Y_1 &\leftarrow X_2 * X_3 + X_C * X_2 * X_3; & Y_1 &\leftarrow X_{\overline{T}} * X_2 * X_3 + X_T * X_2 * X_3, \\ Y_2 &\leftarrow X_1 * X_3 + X_C; & Y_2 &\leftarrow X_{\overline{T}} + X_T; \\ Y_3 &\leftarrow X_{\overline{C}} * X_{INC}; & Y_3 &\leftarrow X_{\overline{T}} * X_{INC}; \\ Y_{\overline{T}} &\leftarrow X_1; & Y_{\overline{T}} &\leftarrow X_{\overline{C}} * X_3; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 y_{?T} &\leftarrow x_1 * x_2; \\
 y_{?C} &\leftarrow x_1 * x_2; \\
 y_{?C} &\leftarrow x_1; \\
 y_T &\leftarrow x_2; \\
 y_C &\leftarrow x_{\bar{C}}; \\
 y_{INC} &\leftarrow x_{?T} * x_1;
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 y_{?T} &\leftarrow x_2; \\
 y_{\bar{C}} &\leftarrow x_2; \\
 y_{?C} &\leftarrow x_{?T} * x_1; \\
 y_{\bar{T}} &\leftarrow x_3 * x_2; \\
 y_{\bar{C}} &\leftarrow x_{?C}; \\
 y_{\bar{INC}} &\leftarrow x_{?C} * x_1.
 \end{aligned}$$

Позначення сигналів команд керування (y_i, y_i) модулів системи та особливих

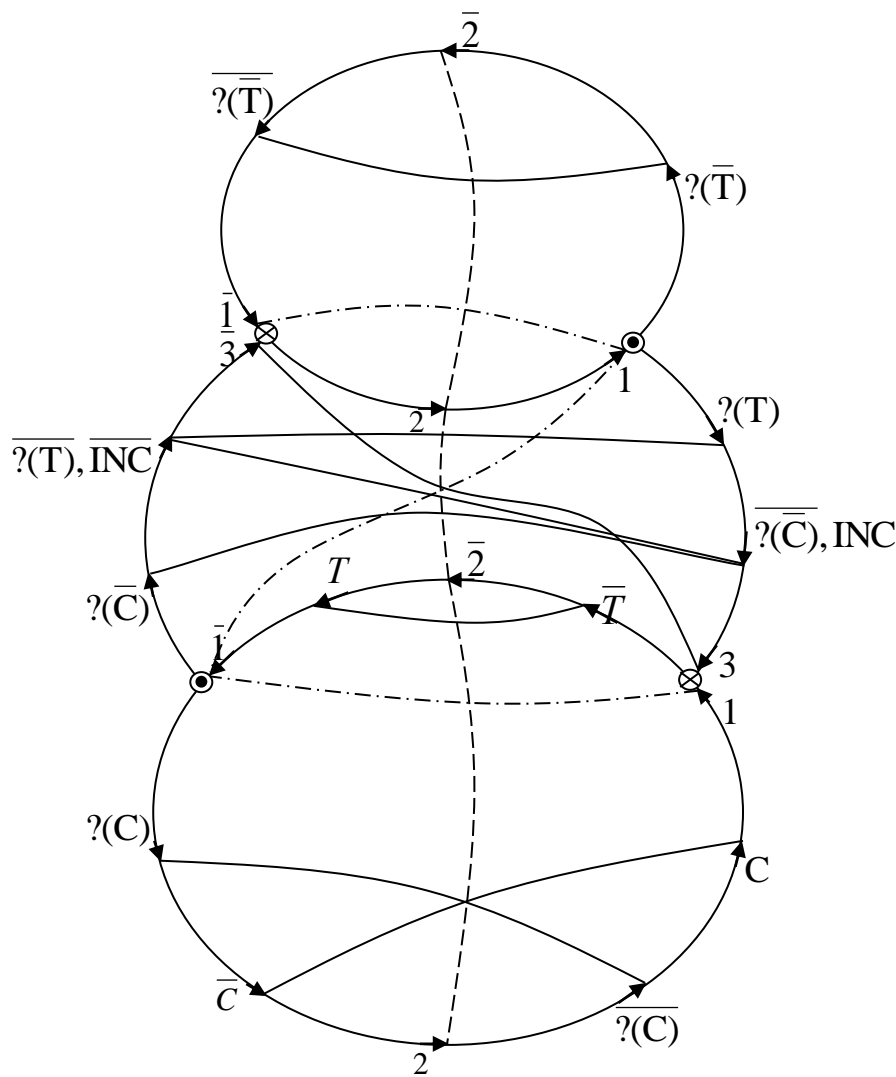


Рисунок 1 – Граф синхронного генератора чисел «таймер-лічильник»: $?(\bar{C})$ - опитування відпрацьованого стану лічильника, $?(\bar{T})$ - опитування відпрацьованого стану таймера, $?(\bar{C})$ - опитування працюючого стану лічильника, $?(\bar{T})$ - опитування працюючого стану таймера, $?(\bar{*})$ - відключення опитування, C – включення лічильника, \bar{C} - вимикання лічильника, T – включення таймера, \bar{T} - вимикання таймера, INC – включити додавання «1» до слова лічильника, \bar{INC} - вимкнути INC

сигналів стану (X_i, X_i) відповідає певним функціям, представленим у формі циклічних модулів, а саме : y_1 - вмикання елемента пам'яті «1»; y_1 - вимикання елемента пам'яті «1»; y_2 - вмикання елемента пам'яті «2»; y_2 - вимикання елемента пам'яті «2»; y_3 - вмикання елемента пам'яті «3»; y_3 - вимикання елемента пам'яті «3»; y_T - вмикання таймера з прапором блокування FYT та одночасним вимиканням прапору X_T зворотного стану; $y_{\bar{T}}$ - вимикання таймера з прапором блокування FYT та одночасним вмиканням прапору X_T зворотного стану та вимиканням прапору основного стану X_T ; X_T - сигнал (прапор) основного стану таймера

(відпрацьованого), його вмикання за умов спрацювання таймера при вимкненому прапорі блокування FYT; Y_C - вмикання лічильника з прапором блокування FYS та одночасним вимиканням прапору $X_{\bar{C}}$ зворотного стану; $Y_{\bar{C}}$ - вимикання лічильника з прапором блокування FYS та одночасним вмиканням прапору $X_{\bar{C}}$ зворотного стану та вимиканням прапору основного стану X_C ; X_C - сигнал (прапор) основного стану лічильника (відпрацьованого), його вмикання за умов спрацювання лічильника при вимкненому прапорі блокування FYS; y_{INC} - додавання «1» до слова лічильника з вмиканням прапору основного стану x_{INC} та одночасним вимиканням прапору $X_{\bar{INC}}$ зворотного стану; $y_{\bar{INC}}$ - вимкнути додавання «1» до слова лічильника з одночасним вмиканням прапору $X_{\bar{INC}}$ зворотного стану та вимиканням прапору основного стану X_{INC} .

Особливого значення набуває зміст дій модулів умовних переходів та команд керування до них, що є відповідальними за взаємодію лічильника та таймера із системою виконавчих пристроїв. Дії умовних модулів мають наступний зміст та позначення: $y_{?T}$ - опитувати «чи таймер спрацював?»; $y_{\bar{T}}$ - припинити опитувати «чи таймер спрацював?»; $y_{?T}$ - опитувати «чи таймер не спрацював?»; $y_{\bar{T}}$ - припинити опитувати «чи таймер не спрацював?»; $y_{?C}$ - опитувати «чи лічильник спрацював?»; $y_{\bar{C}}$ - припинити опитувати «чи лічильник спрацював?»; $y_{?C}$ - опитувати «чи лічильник не спрацював?»; $y_{\bar{C}}$ - припинити опитувати «чи лічильник не спрацював?».

Модулі умовних переходів об'єднані в альтернативні пари модулів. Вони опитують взаємопротилежні відомості щодо стану системи або окремих пристроїв чи об'єктів. Наприклад, модуль, що має команди Z і \bar{Z} - здійснює опитування однієї альтернативи – є деталь, w і \bar{w} - здійснює опитування іншої альтернативи – немає деталі. Команди Z і \bar{Z} відповідають опитуванню наявності деталі на вхідній позиції або припиненню опитування. Формально кожний модуль з пари складають два елемента пам'яті (прапори): $X_{?(Z)}$ та $X_{\bar{?(Z)}}$ - для початку та припинення опитування наявності деталі, $X_{?(Z)}$ та $X_{\bar{?(Z)}}$ - для початку та припинення опитування відсутності деталі. Основна дія одного модуля з пари може бути виконана тільки у випадку, коли основна дія альтернативного до нього модуля не виконана. За цим принципом мають бути сформовані команди керування модулів в алгоритмі програми.

Наприклад, для опитування таймера, який ще працює ($T_0=1$), за графом системи отримано такі логічні вирази: $y_{?T} \leftarrow x_1$ та $y_{\bar{T}} \leftarrow x_{?C} * x_3$. Вираз основної команди необхідно доповнити умовою “невиконання” іншої альтернативи (опитано, що прапор вже спрацював) та умовою параметру, що він опитує. Іншу альтернативу опитує інший модуль (команди $y_{?T} \leftarrow x_1 * x_2$ та $y_{\bar{T}} \leftarrow x_{\bar{2}}$), і сигнал (прапор), що він спрацював матиме позначення $X_{?T}$. Умовою того, що таймер ще працює, є істинність або одиничне значення “ T_0 ”.

Дія модуля лічильника аналогічна до дії модуля таймера. Відмінність полягає в циклічних модулях додавання, які, так само, як і модуль лічильника, мають додаткові прапори покриття.

Вираз основної команди альтернативного модуля матиме вигляд: $y_{?T} \leftarrow x_1 * x_{?T} * T_0$. За цією умовою елемент пам'яті (два прапори), який відображає модуль у програмі керування, переходить в основний стан, тобто $X_{?T} = 1$, $X_{\bar{T}} = 0$.

Зворотна команда не має додаткових умов виконання, і за умов істинності виразу команди, елемент пам'яті переходить у початковий стан: коли $X_{?C} * X_3$ істинно, то $X_{?T} = 0$, $X_{?T} = 1$.

Модуль додавання лічильника, який описано командами $Y_{INC} \Leftarrow X_{?T} * X_1$ та $Y_{INC} \Leftarrow X_{?C} * X_1$, також має два допоміжні прапори X_{INC} та X_{INC} , і прапор покриття неконтрольованого додавання FINC. За умовою істинності основної команди при вимкненому прапорі FINC до слова лічильника додається "1", вмикається прапор покриття FINC, вмикається прапор основного стану модуля X_{INC} та вимикається прапор зворотного стану модуля X_{INC} . За умовою істинності зворотної команди прапори X_{INC} та FINC вимикаються, а прапор зворотного стану X_{INC} вмикається.

В початковий момент роботи системи всі модулі Т/С генератора, як і інші модулі системи, мають знаходитися в стані відпрацювання зворотних команд. У разі зупинки генератора, для його повторного вмикання, його модулі також потребують поновлення початкового стану. Якщо система знаходиться в режимі "ПАУЗА", то модулі генератора, так само, як і інші модулі системи, призупиняють зміни стану відповідно до команд керування. В цьому випадку поновлення роботи генератора відбувається автоматично, так само, як і для інших модулів мехатронної системи.

Висновок. Побудова Т/С генератора, підпорядкованого функціональному графу (рис. 1), дозволяє його використання в псевдомультипроцесному режимі синхронно з діями модулів системи. Діапазон зміни випадкових чисел задає алгоритм програми керування в залежності від об'єму пам'яті, аналіз якої відбувається за допомогою генератора.

Частота спрацювання генератора, побудовано за Т/С схемою, не перевищує частоти обробки сигналів стану системи загального алгоритму у тривалому циклі. Водночас мінімальне значення цієї частоти задає налаштування таймера, тобто вона є пов'язаною з швидкодією виконавчих пристроїв мехатронної системи.

Планується, для визначення властивостей запропонованої системи Т/С генератора та дослідження його впливу на дії мехатронної системи, створення макетної моделі з пневматичними виконавчими пристроями.

Література

1. Ганпанцурова О. С., Губарев О. П. Логіко-інерційна складова команд керування виконавчим модулем мехатронної системи / Матеріали XVII МНТК АС ПГП «Промислова гідравліка і пневматика» 2016: тези доповідей. Харків, 2016, с. 72.
2. Глушков М. В., Капитонова Ю. В., Мищенко А. Т. Логическое проектирование дискретных устройств.-К.:Наукова думка, 1987.-264с.
3. Колмогоров А. Н. Три подхода к определению понятия "количество информации" / В кн. : Колмогоров А. Н. Теория информации и теория алгоритмов. - М. : Наука, 1987. – С. 213-223.
4. Челноков В. М. К операционализации понятия целостности в представлении знаний.- В кн.: Системные исследования: Методол. Пробл. Ежегодник, 1985.-М.: Наука, 1986, с.103-112.
5. Губарев А. П. К вопросу адаптации логического управления. - Депонент / УкрНИИИТИ, 1986,N282-Ук86.-29с.
6. Губарев А. П. Дискретно-логическое управление в системах гидропневмоавтоматики. - К. : ИСМО, 1997. – 224 с. - ISBN 5-7763-8725-6.