

**СЕКЦІЯ  
ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ І АВТОМАТИЗАЦІЇ  
ПОЛІГРАФІЧНОГО ВИРОБНИЦТВА**

УДК 621.372.

**РОЗКРИТТЯ ВИЗНАЧНИКА І ЗНАХОДЖЕННЯ ПЕРЕДАЧІ  
РОЗГАЛУЖЕНОГО ЛАНЦЮГОВОГО БАГАТОКОНТУРНОГО ГРАФА**

*М.М. Луцків, М.І. Верхола*

*Пропонується методика розкриття визначника і знаходження передачі графа розкочувальних груп фарбових апаратів шляхом його розбиття на окремі підграфи.*

*Предлагается методика раскрытия определителя и нахождения передачи графа раскатных групп красочных аппаратов путем его разбивки на отдельные подграфы.*

Складні електромеханічні системи, багатоваликові фарбові групи, апарати та інші процеси і системи зручно описувати за допомогою розгалуженого ланцюгового багатоконтурного сигнального графа [2, 3]. Перевагою такого опису систем і процесів є те, що графи можна будувати безпосередньо за схемою електромеханічної системи чи фарбового апарата, не складаючи системи рівнянь, внаслідок чого спрощуються розрахунки.

Визначення залежності між потрібними змінними здійснюється безпосередньо за графом на підставі відомої топологічної формули Мейсона [1, 3]. Задача зводиться до знаходження усіх можливих елементарних і несуміжних контурів та визначника графа. Якщо у графі є більше шести контурів, то формула Мейсона стає неефективною [1]. Виникають труднощі знаходження визначника графа, пов'язані з визначенням усіх можливих комбінацій добутків операторів несуміжних контурів графа, що потребує значної уваги і може призвести до помилки.

Знаходження елементарних і несуміжних контурів та визначника графа – це одна з основних задач, яку доводиться розв'язувати при застосуванні методу сигнальних графів.

Пропонується визначати передачу розгалуженого ланцюгового багатоконтурного графа шляхом поділу на два підграфи за формулою

$$G_{0j} = \frac{x_j}{x_0} = \frac{\prod_{i=1}^j P_i \Delta_j}{\Delta_1^{m-1} \Delta_{m+2}^n - W_m \Delta_1^{m-2} \Delta_{m+2}^n - W_{m+1} \Delta_{m+3}^n \Delta_1^{m-1}}, \quad (1)$$

де  $P_i$  – оператори передачі дуг прямих шляхів, які з вузла  $x_0$  ведуть у вузол  $x_j$  графа;  $W_m, W_{m+1}$  – оператори передачі суміжних контурів підграфа;  $m$  – кількість елементарних контурів у першому підграфі;  $n$  – загальне число елементарних контурів у графі;  $\Delta_1^{m-1}, \Delta_1^{m-2}$  – визначники першого підграфа, з якого усунуті відповідні суміжні  $m$  та  $m-1$  контури підграфа;  $\Delta_{m+2}^n, \Delta_{m+3}^n$  – визначники другого підграфа, з якого усунуті відповідні суміжні  $m+1$  та  $m+2$  контури підграфа;  $W_m, W_{m+1}$  – оператори суміжних контурів суміжних підграфів;  $\Delta_j$  – мінор визначника для  $j$ -го шляху.

Визначники підграфів розкриваються за формулою Мейсона [1, 3] при умові, що з них усуваються відповідні суміжні контури підграфів

$$\Delta_k = 1 - \sum^{(k)} W_i + \sum^{(k)} W_i W_j - \sum^{(k)} W_i W_j W_r + \dots, \quad (2)$$

де  $W_i$  – оператори елементарних контурів відповідних підграфів;  $W_i W_j$  – добутки операторів несуміжних контурів підграфа;  $W_i W_j W_r$  – добутки комбінації операторів трійок несуміжних контурів підграфа і т.д.;  $k=1, 2, 3, \dots, m$  – номер визначника підграфів;  $(k)$  – означає, що підсумовування добутків ведеться для  $k$ -го визначника.

Міnor визначника  $\Delta_j$  для  $j$ -го шляху знаходиться, як у виразі (2) при умові, що з графа усуваються елементи (оператори)  $j$ -го шляху.

Після знаходження визначників (2) підграфів, підстановки їх у формулу (1) та перетворень одержимо відому формулу Мейсона [1, 2] для розкриття визначника графа:

$$\Delta = 1 - \sum W_i + \sum W_i W_j - \sum W_i W_j W_r + \dots + (-1)^c \sum W_i W_j W_r W_c, \quad (3)$$

де  $c$  – максимальне число несуміжних контурів вихідного графа.

Отже, запропонована формула (1) для визначення передачі розгалуженого ланцюгового багатоконтурного графа шляхом його розбиття на підграфи доведена.

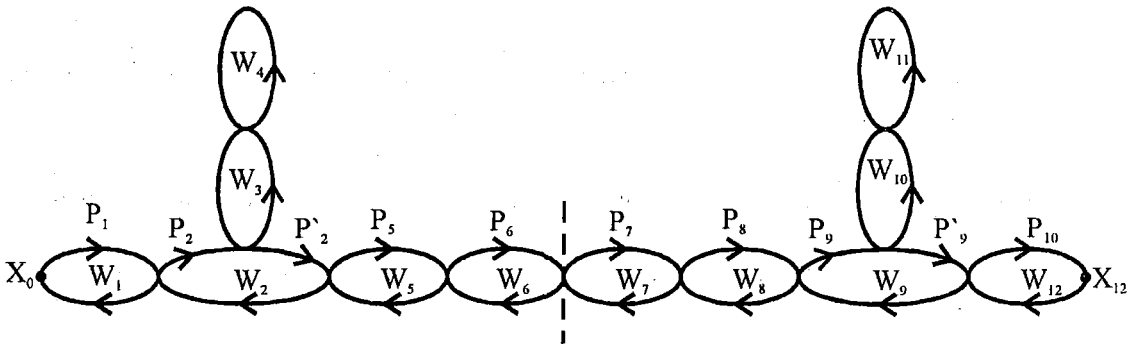
Зазначимо, що у запропонованій формулі (1) визначник графа знаходиться шляхом підсумовування добутків відповідних визначників підграфа та суміжних контурів підграфів

$$\Delta = \Delta_1^{m-1} \Delta_{m+1}^n - W_m \Delta_1^{m-2} \Delta_{m+2}^n - W_{m+1} \Delta_{m+2}^n \Delta_1^{m-1}, \quad (4)$$

які обчислюються за формулою Мейсона для окремих підграфів. Нижній індекс визначника означає початковий номер контуру підграфа, а верхній – кінцевий.

За формулою Мейсона (3) потрібно шукати всі можливі комбінації добутків операторів несуміжних контурів графа, а при використанні запропонованої формули (1) число таких комбінацій зменшується удвічі. Якщо формула Мейсона є ефективною для графа, що має не більше шести контурів, то запропоновану формулу можна використовувати для графа, який має десять–дванадцять контурів.

Щоб пояснити запропоновану формулу, розглянемо приклад визначення передачі графа (див. рисунок), який має дванадцять елементарних контурів.



Розгалужений ланцюговий багатоконтурний граф

Розділимо граф на два підграфи, кожен з яких має шість контурів. На підставі формули (1) безпосередньо за графом при умові, що  $m=6$ ,  $n=12$  визначимо передачу графа:

$$G_{012} = \frac{x_{12}}{x_0} = \frac{\prod_{i=1}^{12} P_i \Delta_{12}}{\Delta_1^5 \Delta_8^{12} - W_6 \Delta_1^4 \Delta_8^{12} - W_7 \Delta_9^{12} \Delta_1^5}. \quad (5)$$

Складемо відповідні визначники виділених підграфів:

$$\begin{aligned} \Delta_1^4 &= 1 - W_1 - W_2 - W_3 - W_4 + W_1 W_3 + W_1 W_4 + W_2 W_4 \\ \Delta_1^5 &= 1 - W_1 - W_2 - W_3 - W_4 - W_5 + W_1 W_3 + W_1 W_4 + W_1 W_5 + \\ &\quad + W_2 W_4 + W_3 W_5 + W_4 W_5 - W_1 W_3 W_5 - W_1 W_4 W_5 \\ \Delta_8^{12} &= 1 - W_8 - W_9 - W_{10} - W_{11} - W_{12} + W_8 W_{10} + W_8 W_{11} + W_8 W_{12} + \\ &\quad + W_9 W_{11} + W_{10} W_{11} + W_{11} W_{12} - W_8 W_{10} W_{12} - W_8 W_{11} W_{12} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta_9^{12} &= 1 - W_9 - W_{10} - W_{11} - W_{12} + W_9 W_{11} + W_{10} W_{12} + W_{11} W_{12} \\ \Delta_{12} &= 1 - W_4 - W_{11} + W_4 W_{11}. \end{aligned} \quad (6)$$

Після підстановки визначників у вираз (5) матимемо:

$$\begin{aligned} G_{012} &= P_1 P_2 P_3 P_4 P_5 P_6 P_7 P_8 P_9 P_{12} [1 - W_4 - W_{11} + W_4 W_{11}] \{ [1 - W_1 - W_2 - W_3 - W_4 - W_5 + \\ &+ W_1 W_3 + W_1 W_4 + W_1 W_5 + W_2 W_4 + W_3 W_5 + W_4 W_5 - W_1 W_3 W_5 - W_1 W_4 W_5] \times \\ &\times [1 - W_8 - W_9 - W_{10} - W_{11} - W_{12} + W_8 W_{10} + W_8 W_{11} + W_8 W_{12} + W_9 W_{11} + W_{10} W_{11} + \\ &+ W_{11} W_{12} - W_8 W_{10} W_{12} - W_8 W_{11} W_{12}] - W_6 [1 - W_1 - W_2 - W_3 - W_4 + W_1 W_3 + W_1 W_4 + \\ &+ W_2 W_4] \times [1 - W_8 - W_9 - W_{10} - W_{11} - W_{12} + W_8 W_{10} + W_8 W_{11} + W_8 W_{12} + W_9 W_{11} + \\ &+ W_{10} W_{11} + W_{11} W_{12} - W_8 W_{10} W_{12} - W_8 W_{11} W_{12}] - W_7 [1 - W_9 - W_{10} - W_{11} - W_{12} + \\ &+ W_9 W_{11} + W_{10} W_{12} + W_{11} W_{12}] \times [1 - W_1 - W_2 - W_3 - W_4 - W_5 + W_2 W_3 + W_1 W_4 + \\ &+ W_1 W_5 + W_2 W_4 + W_3 W_5 + W_4 W_5 - W_1 W_3 W_5 - W_1 W_4 W_5] \}^{-1}. \end{aligned} \quad (7)$$

Зазначимо, що в наведеному прикладі при користуванні формулою Мейсона потрібно знаходити всі можливі комбінації добутків операторів несуміжних контурів – від двох і до шести контурів. При використанні запропонованої формули знаходження комбінацій добутків операторів несуміжних контурів здійснюється тільки з двійок і трійок контурів підграфа, що значно простіше.

Описана методика розкриття визначника графа і знаходження передачі графа шляхом розбиття його на окремі підграфи зручніша й ефективніша для аналізу розгалужених ланцюгових графів, коли контурів є більше шести.

1. Блажневич Б.І. Топологічні методи аналізу електричних кіл. К., 1971. 2. Верхола М.І., Луцків М.М. Сигнальні графи фарбових груп друкарських машин // Вісник Державного університету "Львівська політехніка". 1997. №340. С.11–16. 3. Луцків М.М. Системи автоматичного керування ротаційними машинами з пружними зв'язками. К., 1991. Вип.34.

УДК 681.5.01.015 + 655.3.027.3

### МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ НАКОЧУВАННЯ ФАРБИ НА ФОРМУ З РІЗНИМ ЗАПОВНЕННЯМ ДІЛЯНОК ДРУКУЮЧИМИ ЕЛЕМЕНТАМИ

*М.М. Луцків, І.В. Шаблій, Б.М. Ковальський*

*Розглядається задача побудови математичної моделі процесу накочування фарби на форму та передачі її на стрічку з врахуванням різних коефіцієнтів заповнення форми друкуючими елементами на окремих ділянках для фарбової групи з двома накатними валиками.*

*Рассматривается задача построения математической модели процесса накатывания краски на форму и передачи её на ленту с учётом разных коэффициентов заполнения формы печатающими элементами на отдельных участках для красочной группы с двумя накатными валиками.*

Заповнення форми друкарської машини друкуючими елементами значно впливає на динаміку і товщину фарбових потоків накатної фарбової групи, рівномірність її на формі та якість друкованої продукції.

Більшість дослідників при вивченні розкочування шару фарби та накочування її на форму вважає, що площа друкуючих елементів рівномірно розподілена по всій формі. Характеризують її коефіцієнтом заповнення форми, який дорівнює відношенню площі друкуючих елементів до площі друкарської форми [1]. Цей коефіцієнт є інтегральним, тому не