

dr inż. Adam Deptuła  
 Politechnika Opolska  
 E-mail: a.deptula@po.opole.pl

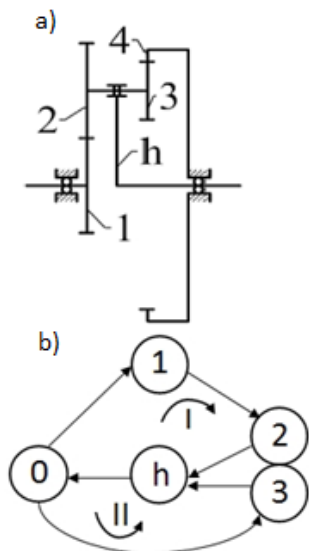
## Struktury rozgrywające parametrycznie w ujęciu analitycznym dla przekładni planetarnych zamodelowanych grafem konturowym

Metoda teorii grafów może być stosowana do modelowania przekładni planetarnych [1].

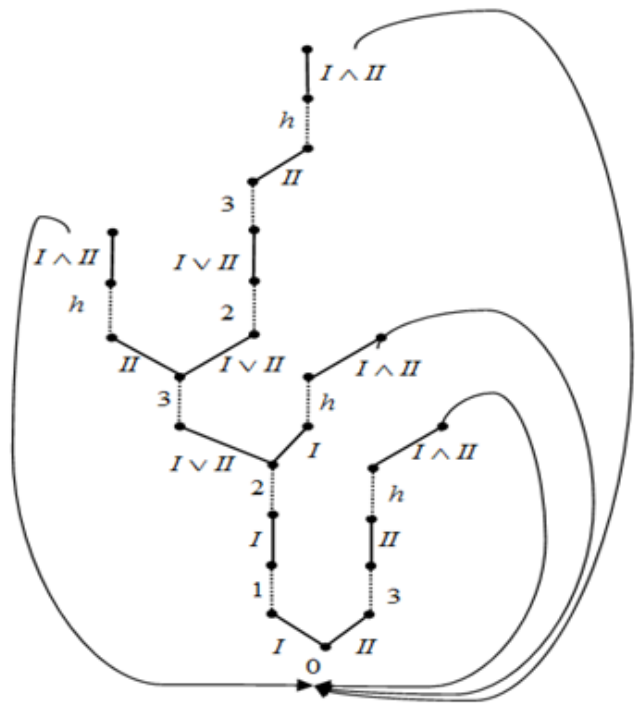
W dalszym etapie istnieje możliwość analizy otrzymanego grafu konturowego jako grafu skierowanego zależności. W opracowaniu [2] przedstawiono przykład zastosowania struktur rozgrywających parametrycznie dla opisu grafu konturowego przekładni planetarnej. W wyniku rozkładu grafu zależności od każdego z wierzchołków otrzymuje się struktury rozgrywające parametrycznie, które pozwalają zalgorytmizować tok obliczeń. W dalszym etapie konieczne jest analityczne ujęcie struktur rozgrywających parametrycznie [3].

### Przykład 1.

Na rysunku 1 przedstawiono przykładową przekładnię planetarną w postaci schematu funkcjonalnego oraz graf konturowy. Na rysunku 2 przedstawiono przykładową strukturę z cyklami w wyniku rozkładu grafu konturowego od wierzchołka 0.



Rys. 1. Przykładowa przekładnia planetarna w postaci schematu funkcjonalnego (a) oraz jej graf konturowy (b).



Rys. 2. Struktura z cyklami od wierzchołka 0

Ostateczne wyrażenie analityczne dla struktury rozgrywającej parametrycznie z rysunku 2 (bez cykli) (1):

$$G_0^{++} = ({}^0 0 ({}^1 [I] \cdot 1 ({}^2 [I] \cdot 2 ({}^3 [I \vee II] \cdot 3 ({}^4 [II] \cdot h ({}^5 [II \wedge I] \cdot 0)^5, \\ [I \vee II] \cdot 2 ({}^5 [I \vee II] ({}^6 [II] \cdot h ({}^7 [I \wedge II] \cdot 0^2)^7)^6)^5)^4, \\ [I] \cdot h ({}^4 [I \wedge II] \cdot 0^3)^4)^3)^2)^1, [II] \cdot 3 ({}^1 [II] \cdot h ({}^2 [I \wedge II] \cdot 0^4)^2)^1)^0 \quad (1)$$

Analiza struktur rozgrywających parametrycznie może być narzędziem do określania optymalnej liczby zębów analizowanej przekładni planetarnej. Wstępnym etapem optymalizacji struktury rozgrywającej parametrycznie jest osiągnięcie jednego z wierzchołków końcowych struktury. Proces optymalizacyjny zapoczątkowany jest cofnięciem się od wierzchołka

końcowego do najbliższego wierzchołka (w strukturze z cyklami — tzw. *backtrack search*). Właściwa procedura optymalizacyjna struktur (podobnie jak w przypadku optymalizacji dendrytu i automatu skończonego) sprowadza się do operacji nad zbiorami.

W analitycznym opisie struktury występują dwie główne przestrzenie zbiorów: przestrzeń  $Z$ , zawierająca wszystkie możliwe decyzje konstruktora/inżyniera  $B$ , oraz przestrzeń  $Y$ , zawierająca wszystkie możliwe stany projektowanej przekładni  $A$ . Działanie struktury rozgrywającej parametrycznie charakteryzują funkcje przejść i wyjść po strukturze:

$$F(n) = f[F(n-1), z(n)] \quad (2)$$

$$y(n) = \varphi[F(n)]. \quad (3)$$

gdzie:  $n$  — numer kolejnego piętra,  $z(n)$  — decyzja konstruktora/inżyniera  $B$  jako sygnał na wejściu struktury parametrycznej w postaci  $n$ , przedstawiający zmianę wartości zmiennych decyzyjnych  $x_1, x_2, x_3, \dots$ ,  $F(n)$  — stan wewnętrzny struktury po decyzji  $n$ ,  $y(n)$  — sygnał na wyjściu struktury parametrycznej po decyzji  $n$ , przedstawiający stan pracy przekładni planetarnej.

Algorytm niedeterministyczny może przebiegać przez wszystkie ścieżki struktury parametrycznej (ścieżki obliczeniowe), które zależą od kształtu struktury. Każda ścieżka kończy się po  $n$  (gdzie  $n$  jest miarą wejścia) iteracjach pętli albo odpowiedzią pozytywną albo z negatywną. Algorytm analityczny dla struktur rozgrywających parametrycznie jest związany z powstaniem drzewa przeszukiwania. Na przykład [4] twierdzenie Shannona dla funkcji boolowskich:

$$f(x_1, \dots, x_n) = \bar{x}_i \cdot f(x_i = 0) \vee x_i \cdot f(x_i = 1) \quad (4)$$

pozwala na przeszukiwanie wierzchołków, w których notuje się zmienne lub ich negacje.

Dla sformułowania całkowitego problemu należy wprowadzić system ograniczeń (dla przekładni planetarnej np. ograniczenia kinematyczne i dynamiczne), przestrzeń przeszukiwania  $S$  oraz zbiór możliwych rozwiązań.

#### Literatura

- [1] J. Drewniak, S. Zawiślak. *Graph methods in kinematical analysis of multi-speed epicyclic Sears*. International Journal of Applied Mechanics and Engineering 17, 791–798.
- [2] A. Deptuła, J. Drewniak, M. A. Partyka. *Analysis of a planetary gear modeled with a contour graph taking into account the method of parametric play structures*. Mechanik 7 (2017), 640–642.
- [3] A. Deptuła. *Zastosowanie struktur rozgrywających parametrycznie w analizie przekładni planetarnej zamodelowanej grafem konturowym*. XLV Konf. Zast. Mat., Zakopane 2016.
- [4] C. E. Shannon. *A Symbolic Analysis of Relay and Switching Circuits*. American Institute of Electrical Engineers Transactions 57 (1938), 713–723. Reprinted in: Claude Elwood Shannon, *Collected Papers*, eds. N. J. A. Sloane, A. D. Wyner, IEEE Press, New York, 1993.