

mgr inż. Agnieszka Tiszbierek
 prof. dr hab. Marian A. Partyka
 Politechnika Opolska
 E-mail: a.tiszbierek@po.opole.pl

Komputerowe wspomaganie wyznaczania optymalnych logicznych wielowartościowych drzew decyzyjnych dla rangi ważności parametrów pompy zębatej z podcięтым zębem

Opracowany program komputerowy, którego zadaniem ma być automatyzacja procesu wyznaczania optymalnych układów parametrów i ich rangi ważności, bazuje na podstawowym kryterium matematycznym algorytmu Quine’a-McCluskeya minimalizacji indywidualnych cząstkowych wielowartościowych funkcji logicznych o liczbie gałęzi na danym piętrze z uwzględnieniem krotności uproszczenia ustalonej zmiennej logicznej, liczbie gałęzi bez uproszczenia i liczbach gałęzi wcześniejszych generujących ww. gałęzi. Dotychczasowe obliczenia były przeprowadzane na danych teoretycznych [1], a obecnie będzie przedstawione obliczenie rangi ważności ustalonych parametrów pompy zębatej z podcięтым zębem na podstawie danych pomiarowych. Na działanie omawianego urządzenia różny wpływ mają parametry:

- n [obr/min] — prędkość obrotowa,
- M [Nm] — moment strat hydrauliczno-mechanicznych,
- Q [l/min] — wyporność rzeczywista;
- P [Mpa] — ciśnienie robocze [2].

Oczywiście pobrane dane należało odpowiednio zakodować, aby stały się danymi grupami reprezentującymi logiczne zmienne decyzyjne. Sposób kodowania oraz zakres wartości wchodzących w skład danej wartości kodowej obrazuje tabela 1.

Tab. 1. Tabela wartości arytmetycznych i kodowania dla poszczególnych parametrów [2]

n		M		Q_{rz}		p_t	
500[obr/min]	~0	$\langle 2, 0; 8, 0 \rangle$ [Nm]	~0	$\langle 20, 2; 21, 1 \rangle$ [l/min]	~0	≈ 0 [MPa]	~0
800[obr/min]	~1	$\langle 36, 0; 47, 0 \rangle$ [Nm]	~1	$\langle 34, 2; 34, 9 \rangle$ [l/min]	~1	5[MPa]	~1
1000[obr/min]	~2	$\langle 77, 0; 94, 0 \rangle$ [Nm]	~2	$\langle 43, 3; 44, 5 \rangle$ [l/min]	~2	10[MPa]	~2
1500[obr/min]	~3	$\langle 116, 0; 138, 0 \rangle$ [Nm]	~3	$\langle 65, 5; 67, 3 \rangle$ [l/min]	~3	15[MPa]	~3
2000[obr/min]	~4	$\langle 156, 0; 182, 0 \rangle$ [Nm]	~4	$\langle 87, 6; 89, 3 \rangle$ [l/min]	~4	20[MPa]	~4
		$\langle 200, 0; 214, 0 \rangle$ [Nm]	~5			25[MPa]	~5
		$\langle 218, 0; 241, 0 \rangle$ [Nm]	~6			28[MPa]	~6
		$\langle 236, 0; 259, 0 \rangle$ [Nm]	~7			30[MPa]	~7

Badane urządzenie pracuje w trzech sprawnościach. Dlatego też dane zostały wyselekcjonowane oraz pogrupowane odpowiednio dla każdej ze sprawności według przyjętych wartości arytmetycznych zakresów zmian:

- $\eta_v \geq 0,96$ (sprawność objętościowa);
- $\eta_{hm} \geq 0,89$ (sprawność hydrauliczno-mechaniczna);
- $\eta_c \geq 0,86$ (sprawność całkowita).

Pierwsza wersja programu wymagała ręcznego wprowadzenia danych, podania liczby zmiennych oraz ich wartościowości. Obecnie dane można wczytać do programu z pliku .txt, co bardzo zaoszczędza czas użytkownika. Następnie należy sprawdzić, czy podane przez program zakresy dla danych parametrów są odpowiednie, i po kliknięciu przycisku Oblicz program samodzielnie wylicza nie tylko wyniki końcowe w postaci optymalnych układów, ale także wyniki poszczególnych parametrów w kolejnych etapach.

W pierwszym etapie prowadzonych obliczeń wprowadzono do programu zakodowane wartości parametrów, wyselekcjonowane dla sprawności objętościowej. Parametry przybrały odpowiedni zapis: x_1 zmienna n ; x_2 zmienna Q ; x_3 zmienna p ; x_4 zmienna M , gdzie x_1 i x_2 były pięciowartościowe, a x_3 i x_4 ośmiowartościowe. Dla sprawności objętościowej w pierwszym etapie otrzymano następujące wyniki:

$$\begin{aligned} x_1 : 31 - 0 \cdot 5 + 0 + 31 &= 62; & x_2 : 31 - 0 \cdot 5 + 0 + 31 &= 62; \\ x_3 : 31 - 0 \cdot 8 + 0 + 31 &= 62; & x_4 : 31 - 0 \cdot 8 + 0 + 31 &= 62. \end{aligned}$$

Ponieważ każdy parametr przyjął tę samą wartość, kolejny etap II należy obliczyć alternatywnie (równoprawnie) redukując dla każdej zmiennej. Wyniki tego etapu:

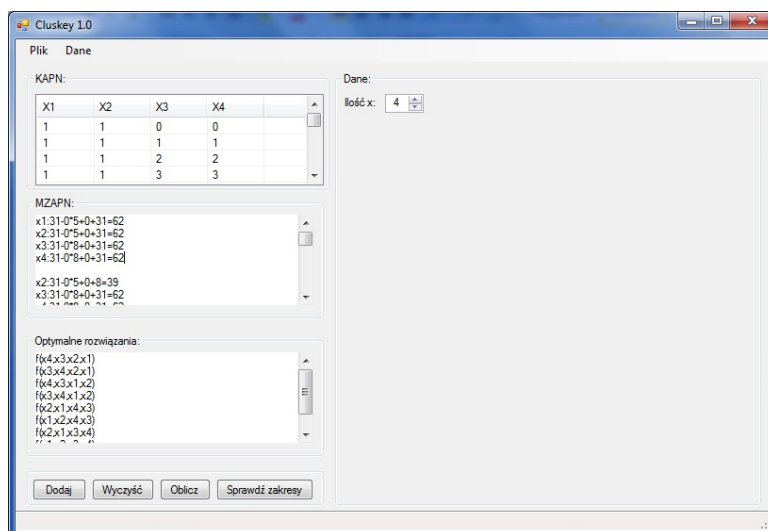
Redukcja po x_1 (etap IIa)	Redukcja po x_2 (etap IIb)
$x_2 : 31 - 0 \cdot 5 + 0 + 8 = 39$	$x_1 : 31 - 0 \cdot 5 + 0 + 8 = 39$
$x_3 : 31 - 0 \cdot 8 + 0 + 31 = 62$	$x_3 : 31 - 0 \cdot 8 + 0 + 31 = 62$
$x_4 : 31 - 0 \cdot 8 + 0 + 31 = 62$	$x_4 : 31 - 0 \cdot 8 + 0 + 31 = 62$
Redukcja po x_3 (etap IIc)	Redukcja po x_4 (etap IId)
$x_1 : 31 - 0 \cdot 5 + 0 + 31 = 62$	$x_1 : 31 - 0 \cdot 5 + 0 + 31 = 62$
$x_2 : 31 - 0 \cdot 5 + 0 + 31 = 62$	$x_2 : 31 - 0 \cdot 5 + 0 + 31 = 62$
$x_4 : 31 - 0 \cdot 8 + 0 + 4 = 35$	$x_3 : 31 - 0 \cdot 8 + 0 + 4 = 35$

Dla każdego z alternatywnych etapów II zostało obliczone minimum (np.: dla etapu IIa — redukcja po x_1 — minimum jest x_2 , który przyjął wartość 39). Dlatego też etap III został wyliczony osobno dla każdego z podetapów II, ale już pojedynczo dla ustalonego minimum.

Redukcja po x_2 (etap IIIa)	Redukcja po x_1 (etap IIIb)
$x_3 : 8 - 0 \cdot 8 + 0 + 8 = 16$	$x_3 : 8 - 0 \cdot 8 + 0 + 8 = 16$
$x_4 : 8 - 0 \cdot 8 + 0 + 8 = 16$	$x_4 : 8 - 0 \cdot 8 + 0 + 8 = 16$
Redukcja po x_4 (etap IIIc)	Redukcja po x_3 (etap IIId)
$x_1 : 4 - 0 \cdot 5 + 0 + 4 = 8$	$x_1 : 4 - 0 \cdot 5 + 0 + 4 = 8$
$x_2 : 4 - 0 \cdot 5 + 0 + 4 = 8$	$x_2 : 4 - 0 \cdot 5 + 0 + 4 = 8$

W wyniku dokonanych obliczeń powstały następujące optymalne układy w sensie rangi ważności: $f(x_4, x_3, x_2, x_1)$; $f(x_3, x_4, x_2, x_1)$; $f(x_4, x_3, x_1, x_2)$; $f(x_3, x_4, x_1, x_2)$; $f(x_2, x_1, x_4, x_3)$; $f(x_1, x_2, x_4, x_3)$; $f(x_2, x_1, x_3, x_4)$; $f(x_1, x_2, x_3, x_4)$. Identyczne wyniki otrzymano w obliczeniach ręcznych wspierając się jedynie arkuszem kalkulacyjnym programu Microsoft Excel. Identyczne obliczenia przeprowadzono dla każdej ze sprawności badanego urządzenia i przy każdej z nich wnioski są takie same.

Dodatkowo warto zauważyć, że parametry opisujące badany układ wchodzą w zależność między sobą, np.: parametry x_1 i x_2 (n i Q) zawsze występują po sobie w optymalnych układach. Dlatego są one interakcyjne. Wniosek ten staje się podstawą do utworzenia dodatkowych funkcjonalności w opisywanym programie cyfrowym, takich jak możliwość nałożenia warunku interakcyjności zmiennych czy zastosowanie zmiennej zastępczej, aby zwiększyć możliwości komputerowego wspomaganie projektowania.



Rys. 1. Okno programu z obliczeniami dla sprawności objętościowej pompy zębatej z podciętym zębem

Literatura

- [1] A. Tiszbierek, *Komputerowe wspomaganie procesu wyznaczania optymalnych logicznych wielowartościowych drzew decyzyjnych*, XLIII Konf. Zast. Matem., Instytut Matematyczny PAN, Zakopane, 2014, str. 61–62.
- [2] M. A. Partyka, A. Tiszbierek, *Wyznaczanie optymalnej kolejności występowania zmiennych interakcyjnych zawartych w zmiennych zastępczych na przykładzie pompy zębatej z podciętym zębem*, *Hydraulika i Pneumatyka* 5/2014, str. 11–16.