

## TỰ ĐỘNG HÓA THIẾT KẾ CÁC SƠ ĐỒ MÔĐUN TRUYỀN DẪN KHÍ NÉN

NGUYỄN THIÊN PHÚC, PHẠM VĂN KHẢO, TRƯƠNG SĨ VINH

Khi thiết kế các hệ truyền dẫn khí nén trong tay máy công nghiệp cũng như trong các máy công tác khác, người thiết kế phải tiến hành một khối lượng tính toán rất lớn và trong nhiều trường hợp phải tính đi tính lại nhiều lần mà kết quả chưa hẳn đã đủ độ tin cậy cao về sự lựa chọn. Trong bài báo này giới thiệu một phương pháp xác định các sơ đồ có thể thỏa mãn các điều kiện theo yêu cầu thiết kế môđun truyền dẫn khí nén. Việc này đảm bảo cho người thiết kế có thể sử dụng một trong những phương án của tập hợp các sơ đồ đã xác định ra, đồng thời đây cũng là một bước quan trọng, làm cơ sở để giải bài toán chọn phương án tối ưu tiếp theo.

Có thể có rất nhiều sơ đồ môđun truyền dẫn khí nén, nhưng trong thực tế kỹ thuật phổ biến nhất là 20 sơ đồ đã dẫn ra trong [1]. Để thực hiện nhiệm vụ đặt ra, ở đây đã ghi trước vào bộ nhớ của máy tính 20 sơ đồ này. Vấn đề là cần xây dựng thuật toán để chọn trong số đó các sơ đồ có thể thỏa mãn những yêu cầu cụ thể cho một đối tượng thiết kế.

Bài toán xác định tập hợp sơ đồ thỏa mãn phạm vi yêu cầu thiết kế được giải với các số liệu đầu vào sau:

- Tải trọng tĩnh  $P$
  - Khối lượng chi tiết chuyển động  $m$
  - Hành trình làm việc  $S$
  - Áp suất nguồn  $p_m$
  - Số lượng sơ đồ xét  $N$
- (1)

Phạm vi các yêu cầu thiết kế cần thỏa mãn là [1, 2]:

1.  $T \leq T_{max}$
  2.  $|a| \leq a_{max}$
  3.  $V_c \leq V_{max}$
  4.  $p_2 \leq p_{2max}$
  5.  $M \leq M_{max}$
  6.  $\eta \geq \eta_{min}$
  7.  $X_{min} \leq X \leq X_{max}$
- (2)

Ở đây:

- $T$  - Thời gian tác động của hệ thống
- $a$  - Gia tốc lớn nhất khi dừng
- $V_c$  - Vận tốc cuối hành trình
- $p_2$  - Áp suất lớn nhất trong buồng hãm

$M$  - Khối lượng khí tiêu thụ sau một chu kỳ tác động  
 $\eta$  - Hiệu quả sử dụng khí nén sau một chu kỳ tác động  
 $X$  - Tập các thông số kích thước của truyền động đồng thời là tập các thông số thiết kế. Các thông số thiết kế & dạng không thứ nguyên là:  
 $\Omega = f_1/f_2$  Tỷ số diện tích lưu thông đường nạp và đường xả  
 $\chi = P/P_m F$  Tải trọng không thứ nguyên  
 $F$  - diện tích piston

$$U = C_2 \cdot f_1, \quad C_2 = P_m \frac{m}{P \cdot s} \frac{2gk \cdot R \cdot T_m}{k-1} \cdot \frac{1}{P}$$

$R$  - Hằng số khí,  $g$  - Gia tốc rơi tự do

Trong (2), các yêu cầu 1, 2, 3, 4 là các yêu cầu về chất lượng động lực học, yêu cầu 5 và 6 là các yêu cầu về tính kinh tế của truyền động. Tất cả các yêu cầu trên đều là hàm số của các thông số thiết kế.

Sơ đồ thứ  $i$  được gọi là thỏa mãn yêu cầu thiết kế đã cho nếu như nó có tập các thông số thiết kế  $X$  thỏa mãn hệ điều kiện (2). Do vậy việc xác định sơ đồ thứ  $i$  có phải là sơ đồ thỏa mãn yêu cầu không quy về việc tìm nghiệm của hệ bất phương trình (2).

Hệ (2) có thể viết thành hệ phương trình và bất phương trình sau:

$$\begin{aligned}
 \phi_{i1} &= |T - T_{max}| + (T - T_{max}) = 0, \\
 \phi_{i2} &= |-a_{max} - a| + (-a_{max} - a) + |a - a_{max}| + (a - a_{max}) = 0, \\
 \phi_{i3} &= |V_c - V_{max}| + (V_c - V_{max}) = 0, \\
 \phi_{i4} &= |p_2 - p_{2max}| + (p_2 - p_{2max}) = 0, \\
 \phi_{i5} &= |M - M_{max}| + (M - M_{max}) = 0, \\
 \phi_{i6} &= |\eta_{min} - \eta| + (\eta_{min} - \eta) = 0, \\
 X_{min} &\leq X \leq X_{max}.
 \end{aligned} \tag{3}$$

Sau khi cộng 2 vế của 6 phương trình đầu thuộc hệ (3) ta có:

$$\phi_i = \phi_{i1} + \phi_{i2} + \phi_{i3} + \phi_{i4} + \phi_{i5} + \phi_{i6} = 0$$

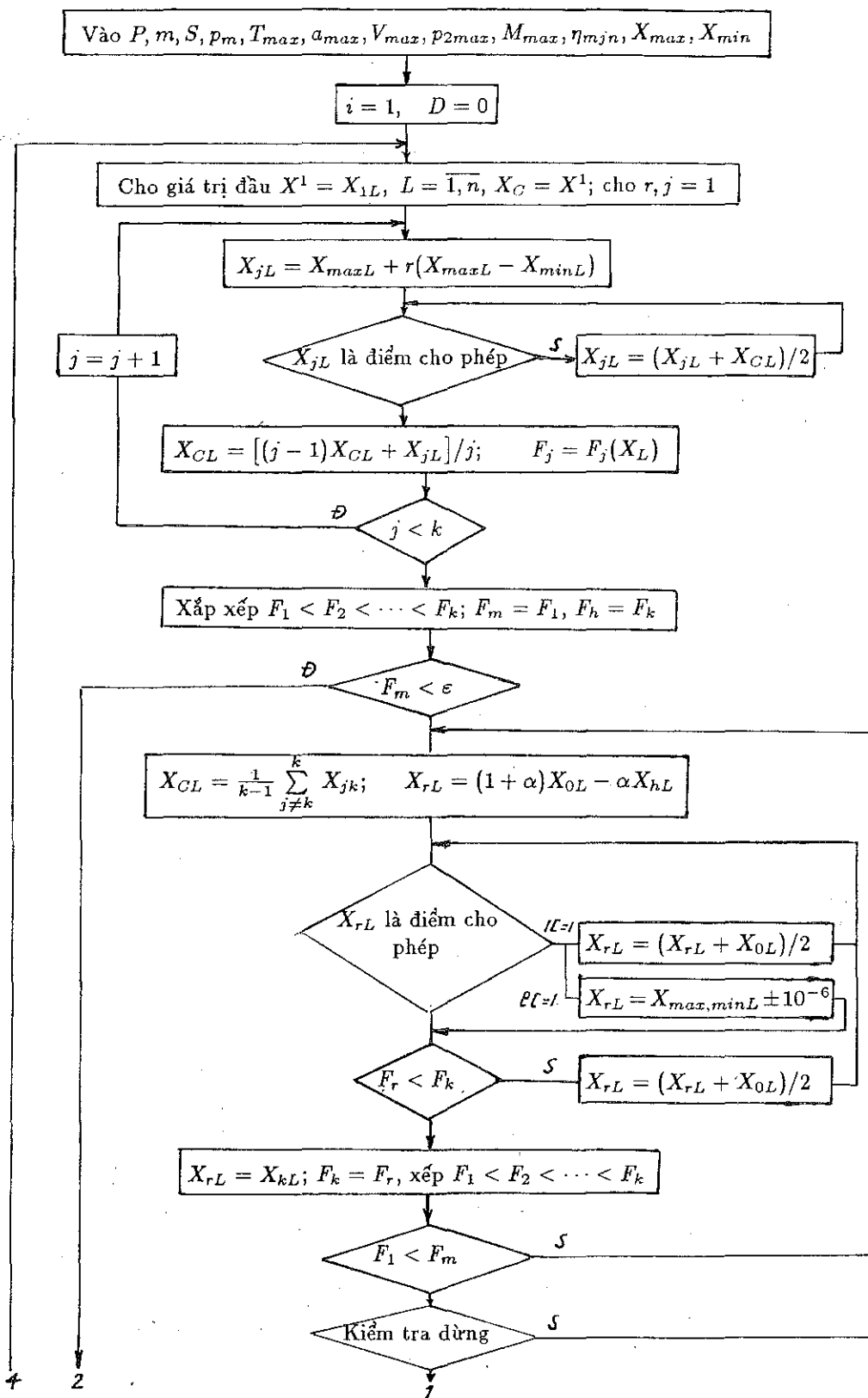
Vậy hệ (3) có thể viết thành

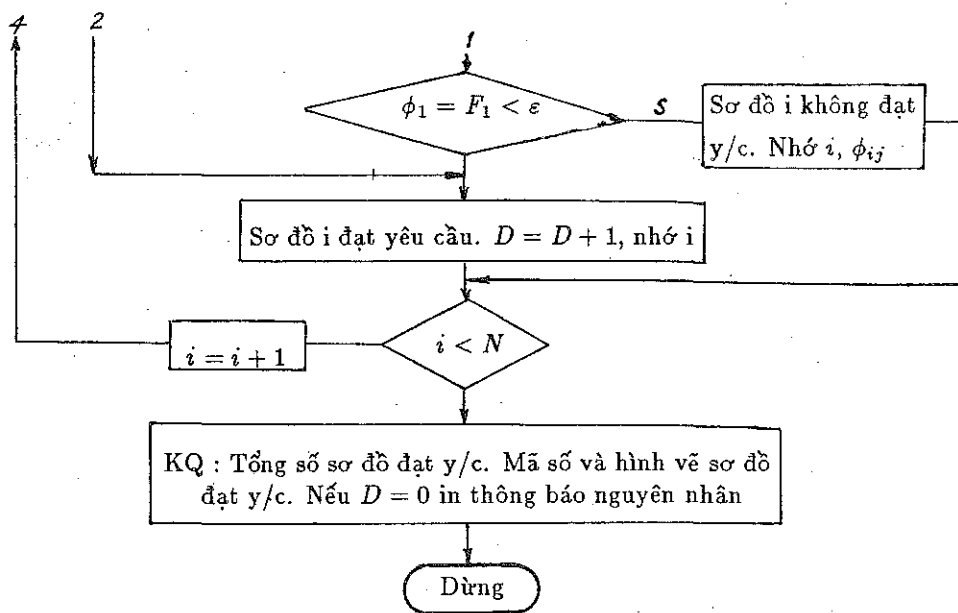
$$\begin{aligned}
 \phi_i &= \sum_{j=1}^6 \phi_{ij} \quad i = \overline{1, N}; \\
 X_{min} &\leq X \leq X_{max}.
 \end{aligned} \tag{4}$$

Như vậy việc tìm nghiệm của hệ (2) cũng chính là việc tìm nghiệm của (4). Vì hàm  $\phi_i$  luôn không âm nên để tìm nghiệm của phương trình  $\phi_i = 0$  trong khoảng cho phép có thể áp dụng các phương pháp tìm giá trị cực tiểu của hàm khi tồn tại giới hạn.

Nếu trong khoảng cho phép  $\phi_{imin} < \varepsilon$  trong đó  $\varepsilon$  là một số dương đủ bé thì (4) (cũng tức là (2)) có nghiệm, điều đó cho phép kết luận sơ đồ thứ  $i$  là thỏa mãn yêu cầu đã cho. Ngược lại nếu  $\phi_{imin} \geq \varepsilon$  thì đó là dấu hiệu xác định sơ đồ thứ  $i$  không đạt yêu cầu.

Sơ đồ thuật toán tìm tập hợp sơ đồ truyền dẫn khí nén thỏa mãn phạm vi yêu cầu thiết kế đã cho trên cơ sở sử dụng phương pháp COMPLEX [3] để tìm giá trị cực tiểu của hàm nhiều biến khi tồn tại giới hạn và với một số thay đổi nhỏ để rút ngắn thời gian tính được trình bày trên hình 1.





Hình 1

Để tính giá trị của hàm  $\phi_i$  trong thuật toán trên sử dụng chương trình con tính các chỉ tiêu chất lượng của tất cả các sơ đồ bằng phương pháp tích phân số hệ phương trình vi phân mô tả động lực học của chúng. Chương trình con này cũng có thể dùng để phân tích động lực học một sơ đồ truyền dẫn khác không có trong bộ nhớ.

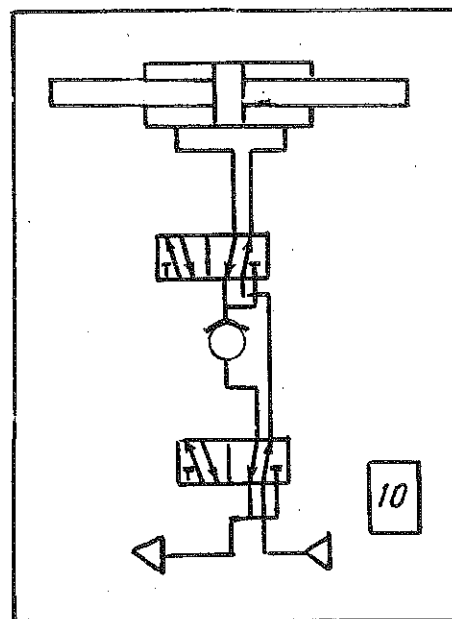
### VÍ DỤ

Xác định tập hợp sơ đồ môđun truyền dẫn khí nén với bộ số liệu sau:

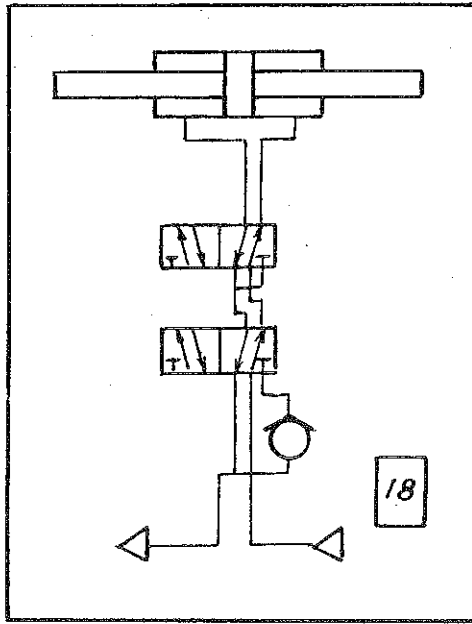
$P = 100\text{N}; m = 250\text{kg}; S = 0,5\text{m};$   
 $p_m = 5\text{KG}/\text{cm}^2; N = 20.$

Các yêu cầu :

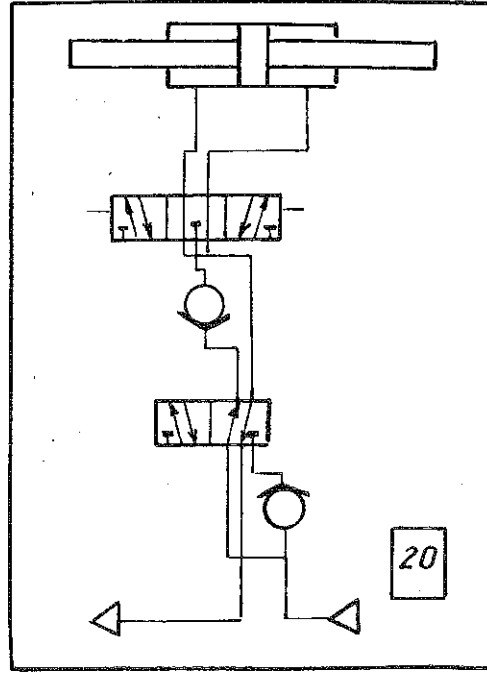
$T_{max} = 3\text{s}; a_{max} = 10\text{m}/\text{s}^2; p_{2max} = 150\text{KG}/\text{cm}^2;$   
 $V_{max} = 0,3\text{m}/\text{s}; M_{max} = 0,008\text{kg}; \eta_{min} = 0,01;$   
 $\Omega_{max} = 5; \Omega_{min} = 0,5; \chi_{max} = 0,7; \chi_{min} = 0,2;$   
 $U_{max} = 150; U_{min} = 1.$



Hình 2a



Hình 2b



Hình 2c

Kết quả chương trình đưa ra 3 sơ đồ thỏa mãn yêu cầu thiết kế là các sơ đồ có mã số là 10, 18 và 20. (hình 2a, b, c)

Địa chỉ:  
Trường Đại học Bách khoa HN

Nhận ngày 30/3/1990

### TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Выбор и расчёт оптимальных способов и схем торможения пневмодвигателей. Методические рекомендации, ВНИИ гидропривод, М. 1986.
2. Расчёт пневмоприводов Е. В. Герц; Г. В. Крейнин. "Машиностроение", М., 1975.
3. Box M. J. A new method of constrained optimisation and a comparison with other methods. The Comp. Journal, 8, 42, 1965.

### РЕЗЮМЕ

#### АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СХЕМ МОДУЛЬНОГО ПНЕВМОПРИВОДА

Поставлена и решена одна из задач САПР для схем модульного пневматического привода. Алгоритм решения построен с помощью так называемого комплексного метода оптимизации. Представлены результаты расчётов и чертении при помощи микро-ЭВМ.