

CHƯƠNG I

PHÂN TÍCH CẤU TRÚC CƠ CẤU



I. PHÂN TÍCH CẤU TRÚC CƠ CẤU

1.1. Nội dung và mục đích phân tích cấu trúc cơ cấu

■ *Nội dung:*

- Khảo sát cơ cấu và điều kiện để cơ cấu có chuyển động xác định.
- Phân loại cơ cấu theo đặc trưng cấu trúc.
- Nghiên cứu nguyên lý tạo thành cơ cấu.
- Xây dựng lược đồ cơ cấu.



I. PHÂN TÍCH CẤU TRÚC CƠ CẤU

■ *Mục đích*

- Biết nguyên lý hình thành và khả năng chuyển động của cơ cấu từ đó xác định được tính công nghệ và khả năng sử dụng của cơ cấu
- Vì các tính chất động học và động lực học của cơ cấu và máy phụ thuộc vào cấu trúc của chúng nên từ đó ta chọn được phương pháp nghiên cứu động học và động lực học đối với từng loại cơ cấu, máy một cách hợp lý

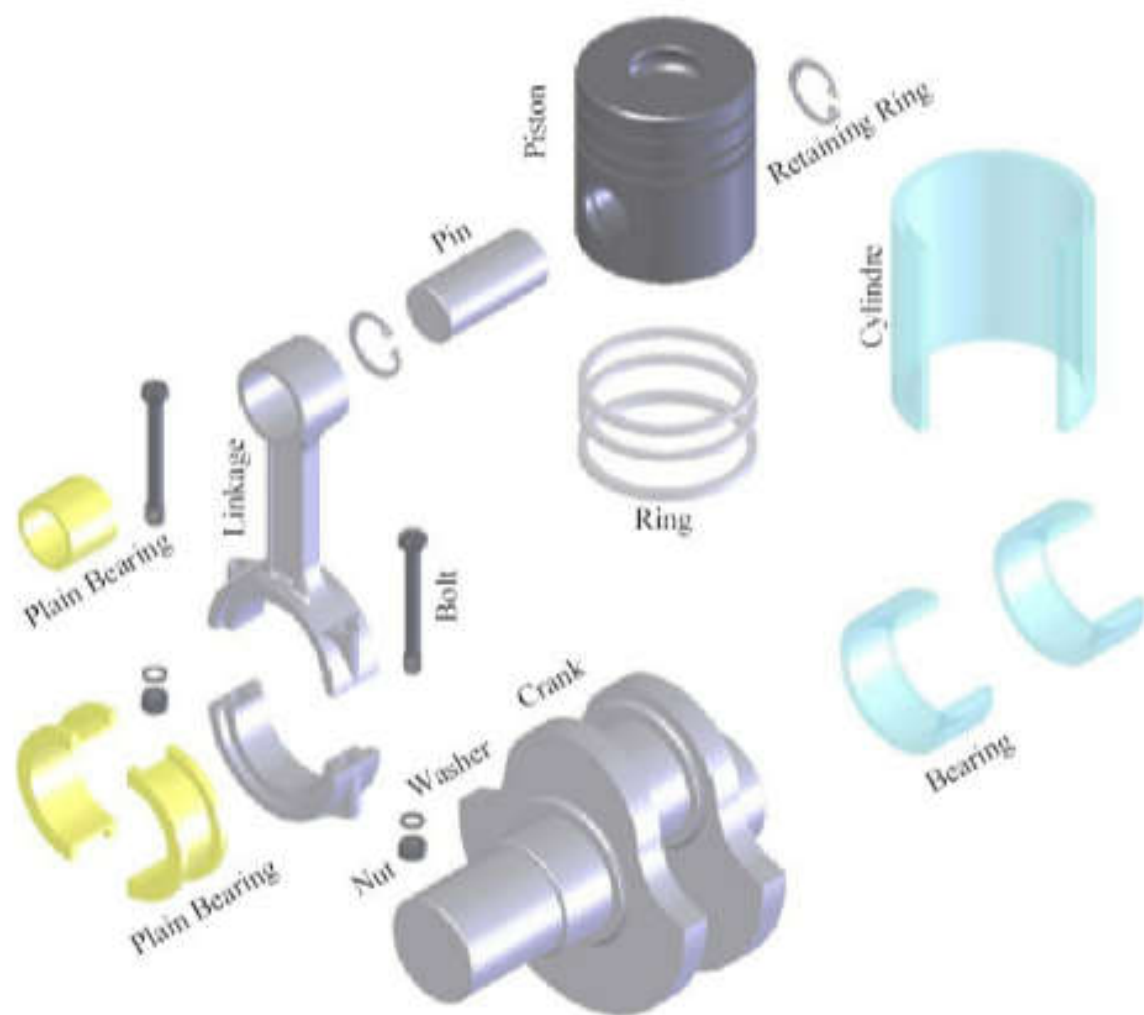


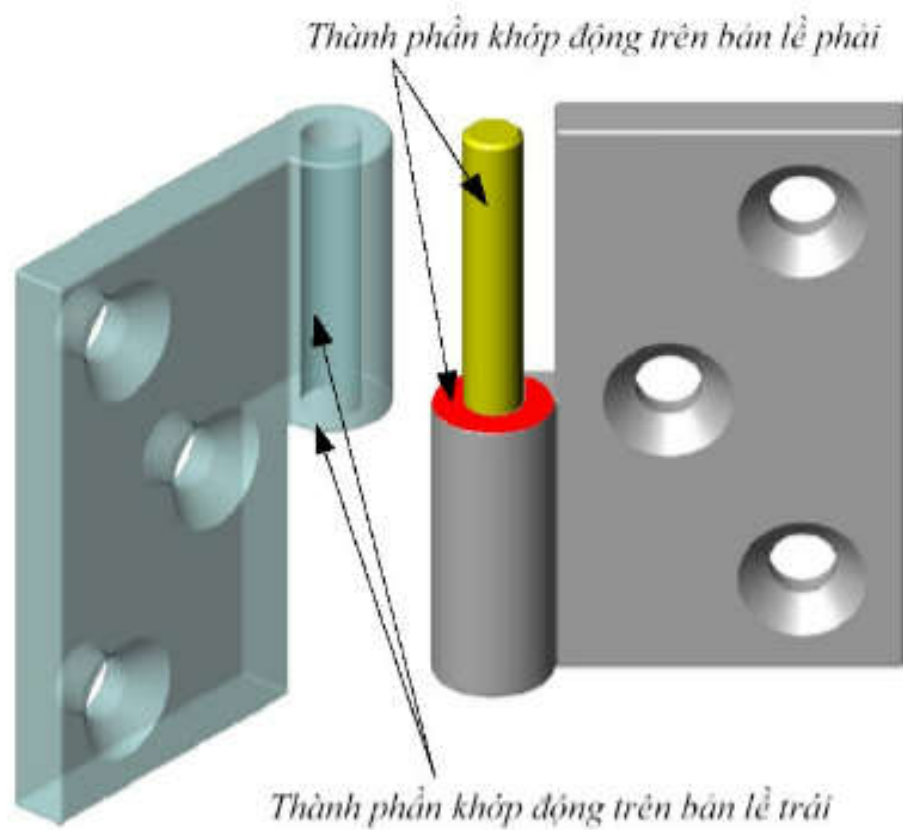
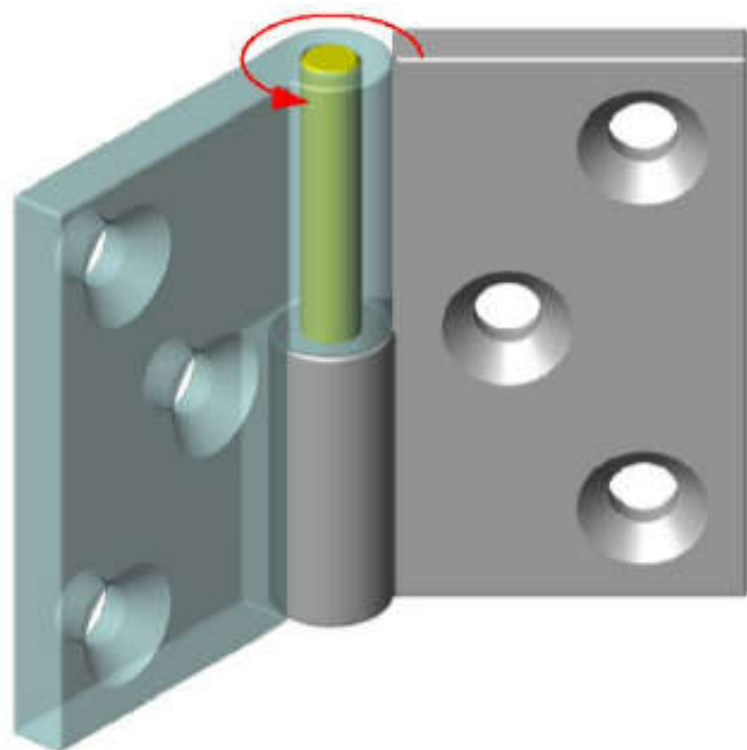
I. PHÂN TÍCH CẤU TRÚC CƠ CẤU

1.2. Các khái niệm và định nghĩa cơ bản

■ **Khâu và chi tiết máy**

- **Chi tiết máy:** là một bộ phận không thể tách rời của máy. Bất cứ cơ cấu hay máy nào cũng đều do nhiều chi tiết máy ghép thành. Các chi tiết máy trong cơ cấu hoặc máy được nối động hoặc nối cứng với nhau.
- **Khâu:** Máy gồm nhiều bộ phận có chuyển động tương đối với nhau. Mỗi bộ phận chuyển động riêng biệt này của máy gọi là một khâu. Khâu có thể là một chi tiết máy hoặc nhiều chi tiết máy ghép cứng lại với nhau







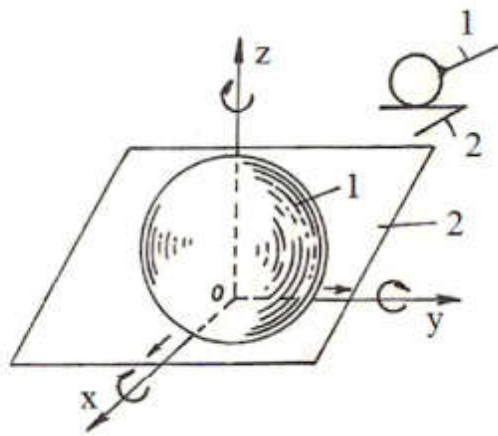
I. PHÂN TÍCH CẤU TRÚC CƠ CẤU

- **Khớp động và phân loại khớp động**

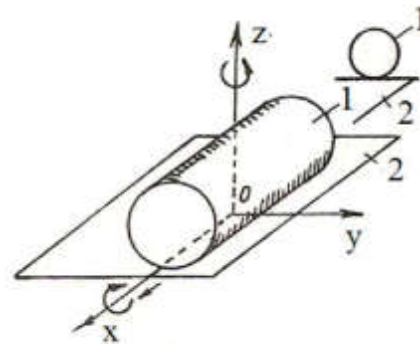
- **Khớp động:** là một liên kết động của 2 khâu. Hay nói cách khác hai khâu nối với nhau có khả năng chuyển động tương đối đối với nhau tạo thành khớp động.
- **Thành phần của khớp động:** là điểm, đường, mặt mà theo đó hai khâu tiếp xúc nhau. Tính chất chuyển động của các khâu tạo thành khớp phụ thuộc vào thành phần của khớp động.

I. PHÂN TÍCH CẤU TRÚC CƠ CẤU

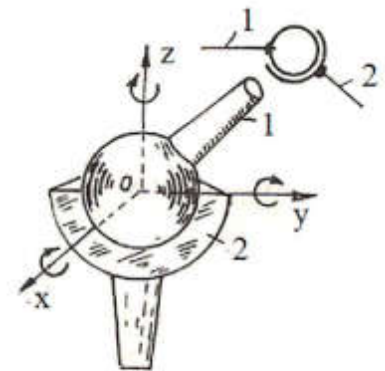
Phân loại khớp động: Phân loại theo số BTD bị hạn chế: Khớp động loại k hạn chế k bậc tự do



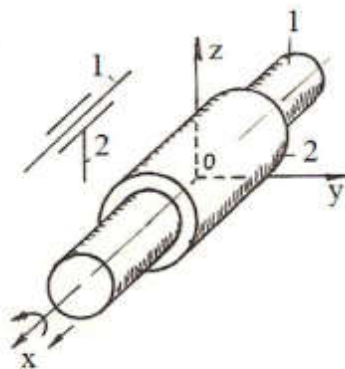
Khớp loại I



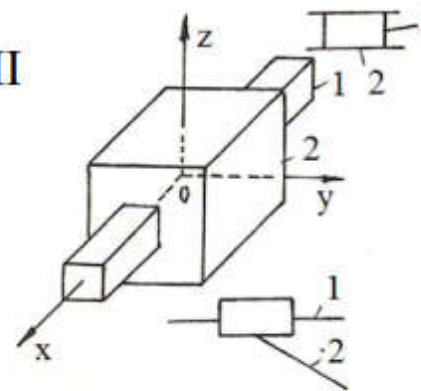
Khớp loại II



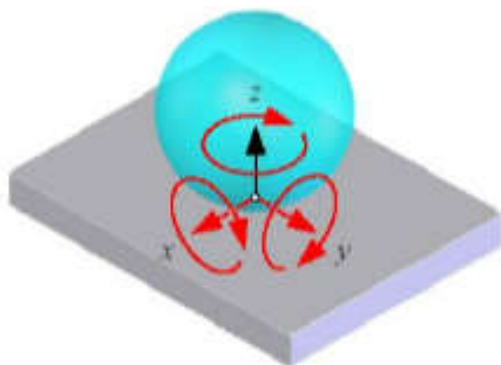
Khớp loại III



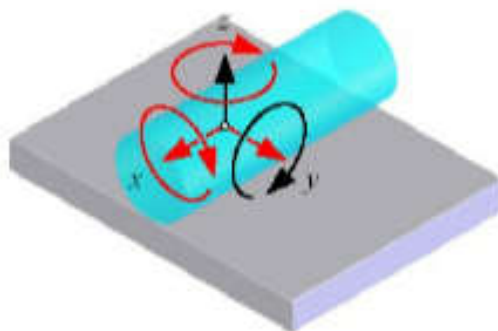
Khớp loại IV



Khớp loại V



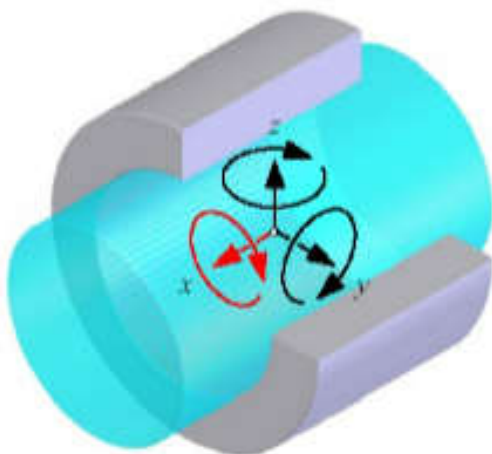
Khớp loại 1



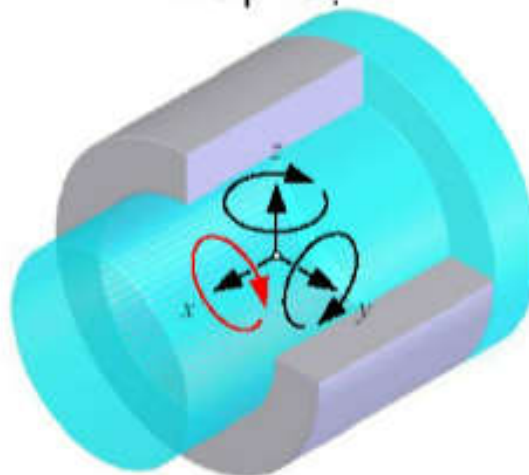
Khớp loại 2



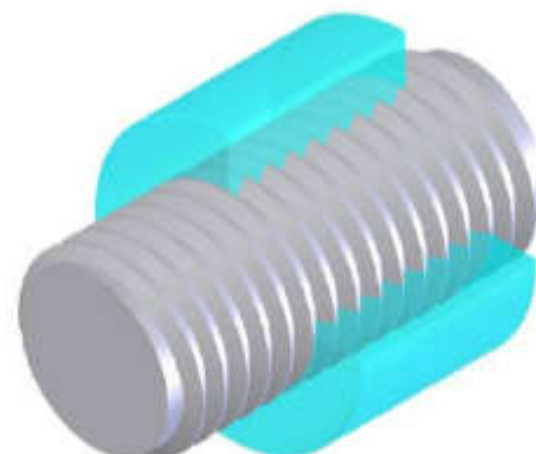
Khớp loại 3



Khớp loại 4



Khớp loại 5



Khớp loại ?



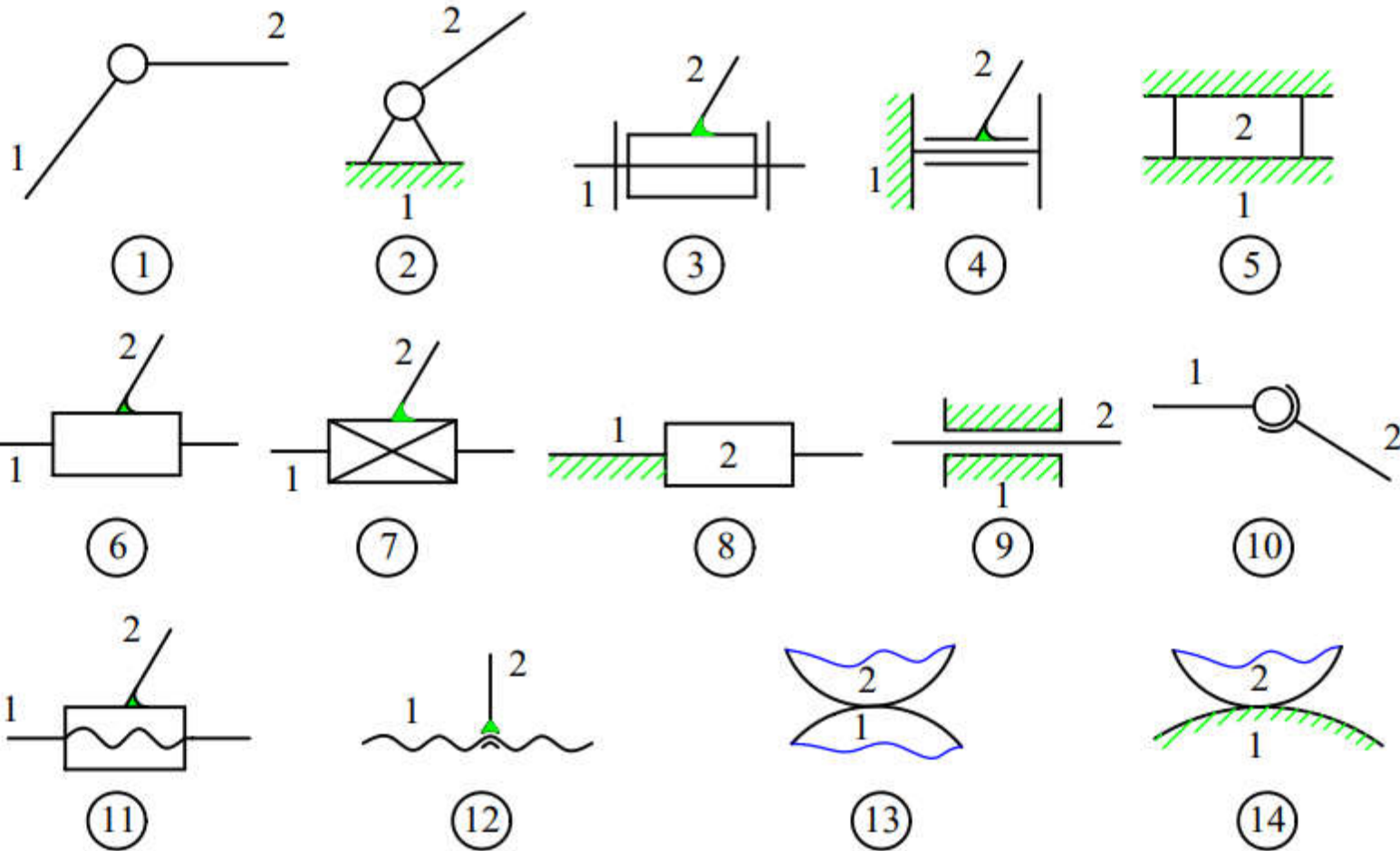
I. PHÂN TÍCH CẤU TRÚC CƠ CẤU

Phân loại theo đặc điểm tiếp xúc của thành phần khớp

- **Khớp loại thấp:** là khớp có thành phần tiếp xúc của các khâu tạo thành khớp là mặt. Ưu điểm của các loại khớp thấp là khả năng chịu và truyền tải lớn, lâu mòn hơn các khớp loại cao.
- **Khớp loại cao:** là khớp có thành phần tiếp xúc của các khâu tạo thành khớp là điểm và đường. Ưu điểm của các khớp loại cao là dễ dàng thực hiện các chuyển động phức tạp với kết cấu đơn giản hơn cơ cấu toàn khớp loại thấp.

I. PHÂN TÍCH CẤU TRÚC CƠ CẤU

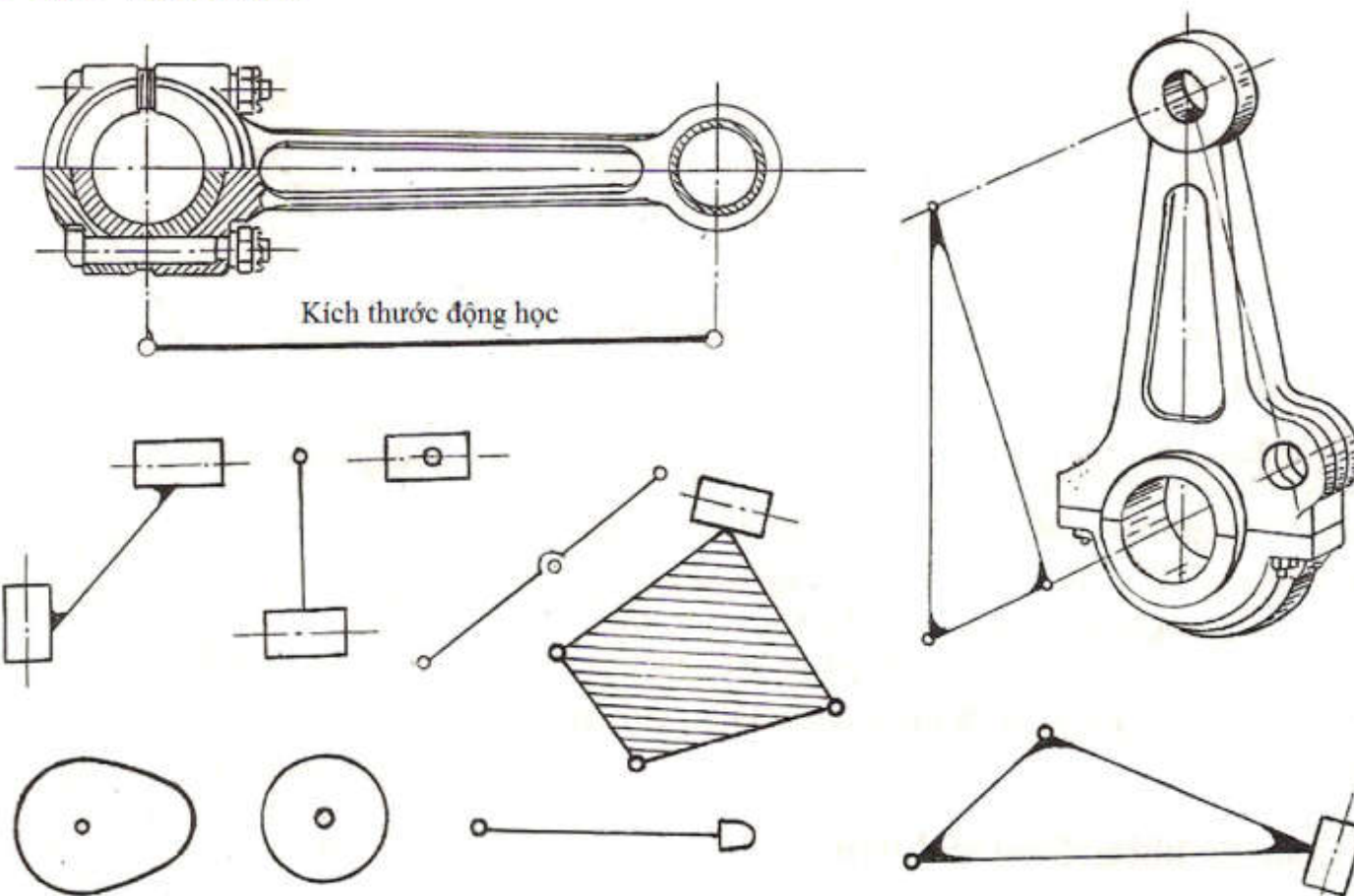
Lược đồ khớp:



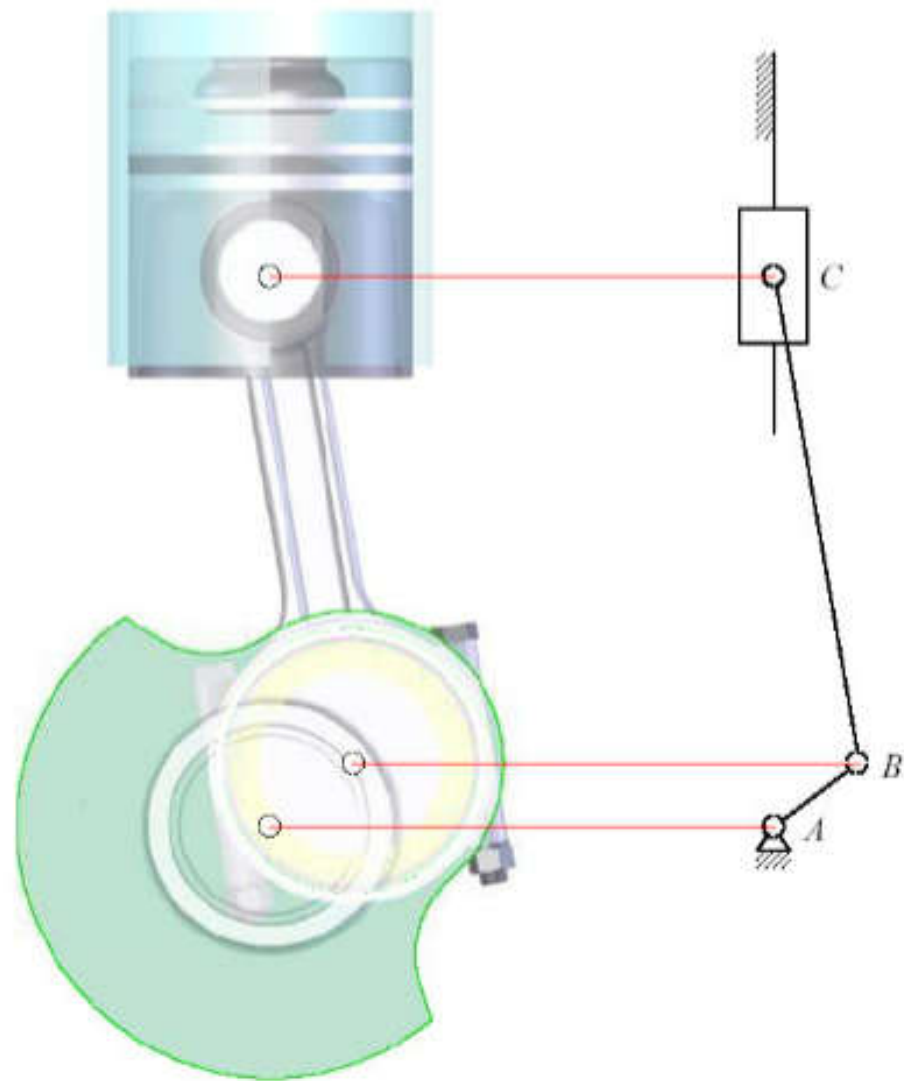
Quy ước một số khớp động thường gặp

I. PHÂN TÍCH CẤU TRÚC CƠ CẤU

Lược đồ khâu:



Các lược đồ quy ước



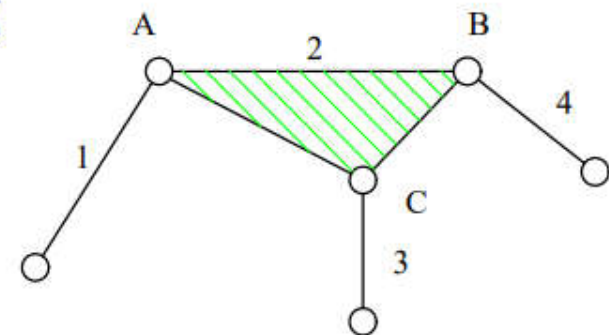
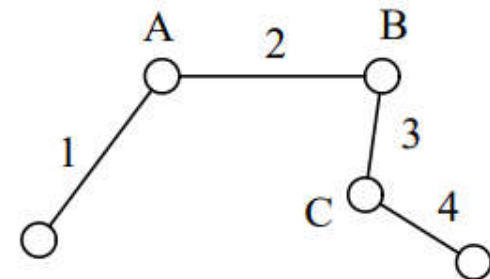
I. PHÂN TÍCH CẤU TRÚC CƠ CẤU

Chuỗi động

Chuỗi động là hệ thống các khâu được nối với nhau bằng các khớp động. Chuỗi động là cơ sở của bất cứ cơ cấu hoặc máy nào.

Chuỗi động đơn giản là chuỗi động có tất cả các khâu tham gia không quá 2 khớp động

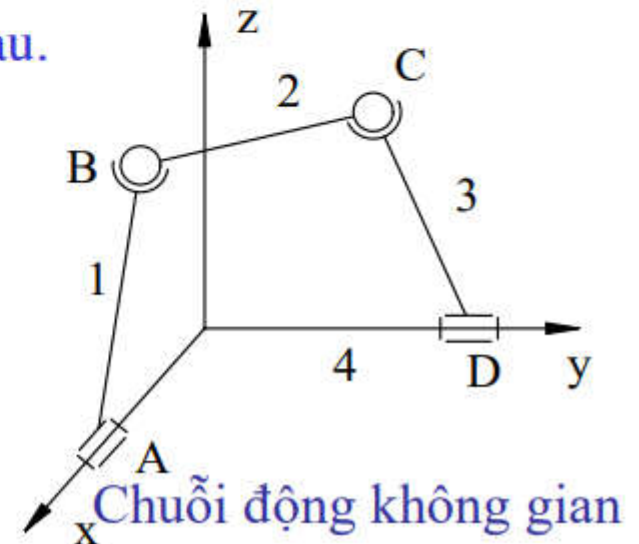
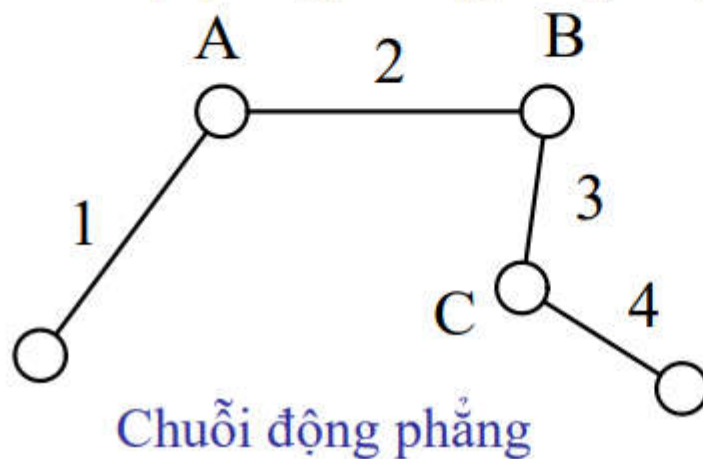
Chuỗi động phức tạp là chuỗi động có trong thành phần của nó ít nhất một khâu tham gia hơn 2 khớp động



I. PHÂN TÍCH CẤU TRÚC CƠ CẤU

■ *Chuỗi động phẳng và không gian*

- **Chuỗi động phẳng:** là chuỗi động mà các điểm thuộc tất cả các khâu của chuỗi chuyển động trong cùng một mặt phẳng hoặc trong các mặt phẳng song song nhau.
- **Chuỗi động không gian:** là chuỗi động mà có các điểm thuộc các khâu của chuỗi vạch nên các quỹ đạo là các đường cong nằm trong các mặt phẳng không song song với nhau.





I. PHÂN TÍCH CẤU TRÚC CƠ CẤU

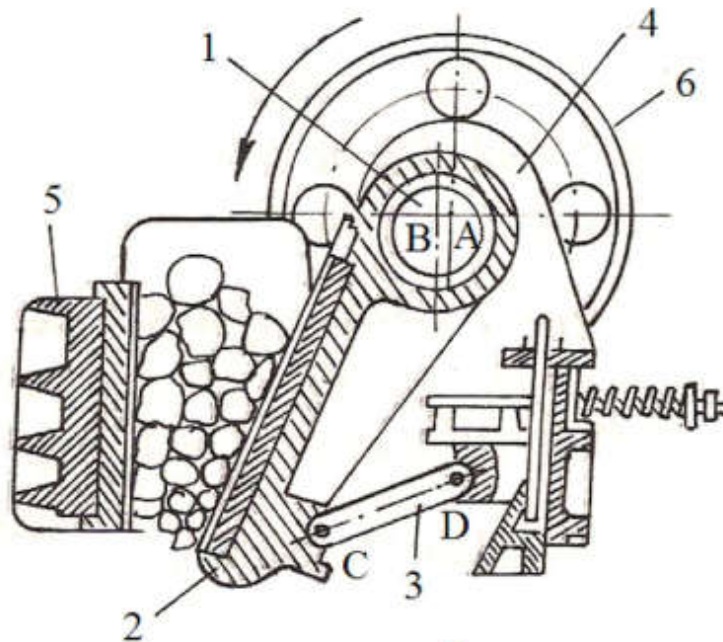
■ *Cơ cấu*

- Cơ cấu là chuỗi động có 1 khâu được chọn làm **giá** và các khâu còn lại là các khâu có quy luật hoàn toàn xác định trong hệ quy chiếu đã chọn
- Khâu của cơ cấu có quy luật chuyển động biết trước gọi là **khâu dẫn**. Các khâu động còn lại của cơ cấu gọi là **khâu bị dẫn**. Quy luật chuyển động của khâu bị dẫn phụ thuộc vào quy luật chuyển động của khâu dẫn và cấu trúc của cơ cấu

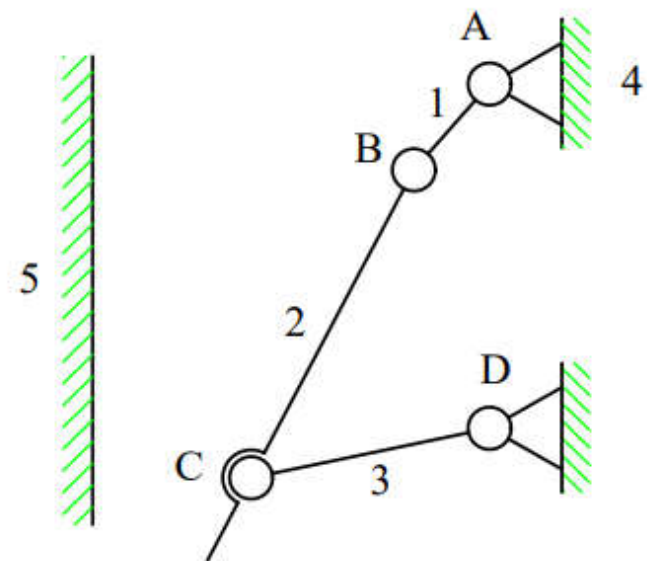
I. PHÂN TÍCH CẤU TRÚC CƠ CẤU

Lược đồ cơ cấu

- Để tiện cho việc nghiên cứu cấu trúc, động học và động lực học cơ cấu, các cơ cấu được biểu thị dưới dạng mô hình gọi là lược đồ cơ cấu



Cơ cấu



Lược đồ cơ cấu



I. PHÂN TÍCH CẤU TRÚC CƠ CẤU

1.3 Bậc tự do (BTD) của cơ cấu

- Khái niệm: Số BTD của cơ cấu là số khả năng chuyển động độc lập và cũng là số tham số độc lập cần để xác định **vị trí của cơ cấu**
- Tính BTD của cơ cấu không gian:

Công thức tổng quát
$$W = W_0 - R = 6n - \left(\sum_{k=1}^5 k \cdot p_k - R \right)$$

W : BTD của cơ cấu

W_0 : Bậc tự do tổng cộng của tất cả các khâu động nếu để rời.

R : Số ràng buộc của tất cả các khớp động trong cơ cấu

n : Số khâu động

p_k : là số khớp loại k



I. PHÂN TÍCH CẤU TRÚC CƠ CẤU

- Tính BTD của cơ cấu phẳng

$$W = 3n - (2p_t + p_c - r) - s$$

Trong đó

n : số khâu động

p_t : số khớp loại thấp

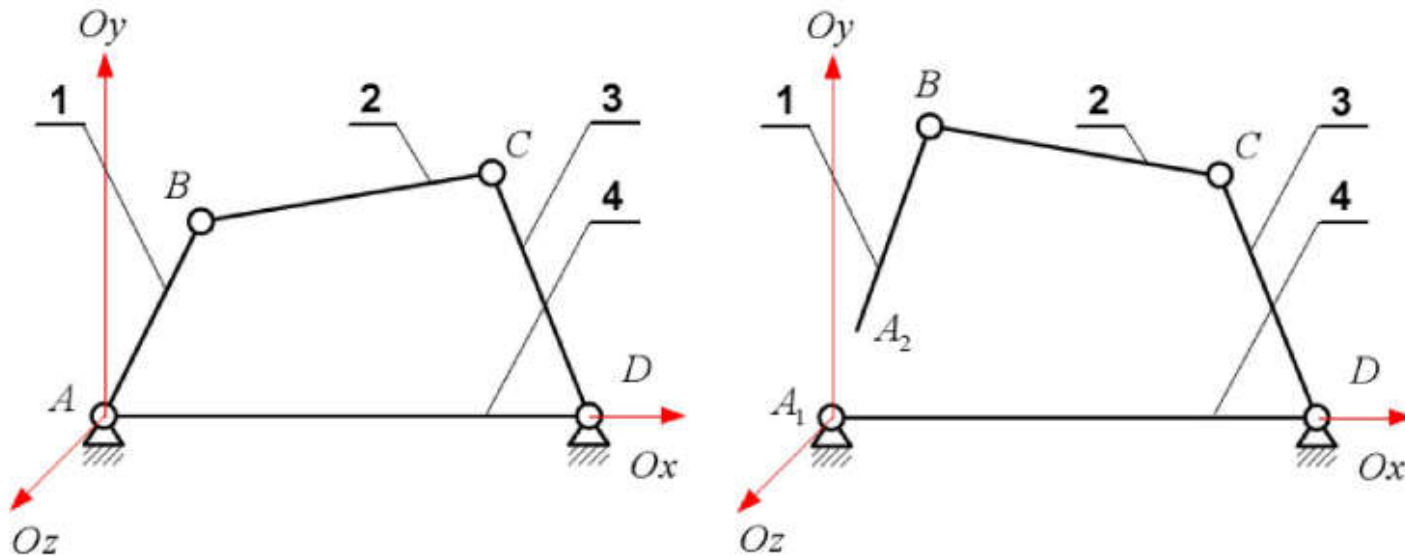
p_c : số khớp loại cao

r : số ràng buộc thừa

s : số bậc tự do thừa

I. PHÂN TÍCH CẤU TRÚC CƠ CẤU

■ Ví dụ tính BTD của cơ cấu



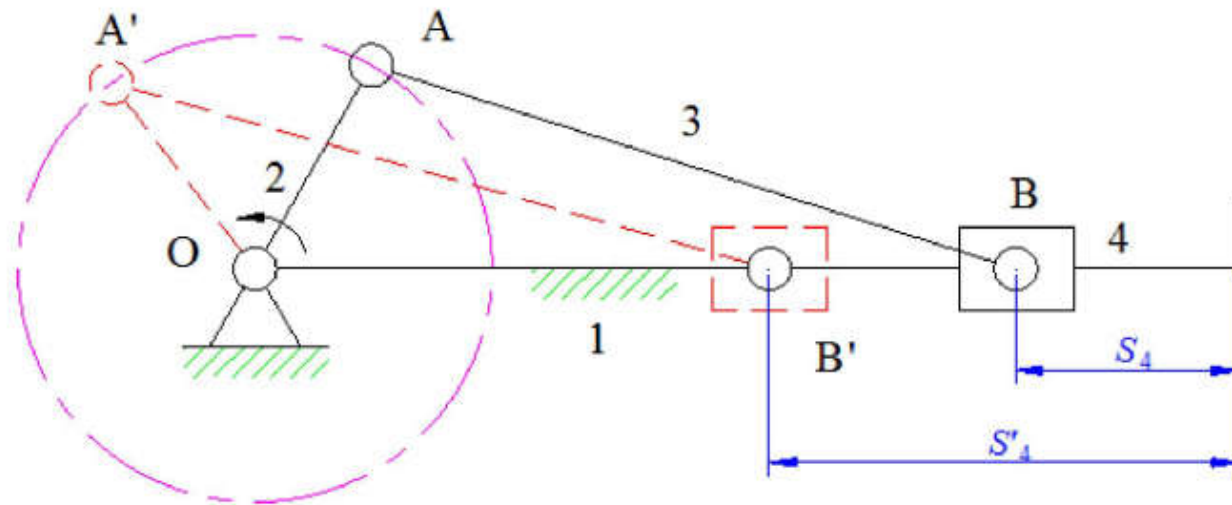
Cơ cấu 4 khâu bản lề:

Số khâu động $n = 3$, số khớp thấp bằng 4, số khớp cao bằng 0, không tồn tại ràng buộc thừa và bậc tự do thừa. Bậc tự do:

$$W = 3 \times 3 - (2 \times 4 - 0) - 0 = 1$$

I. PHÂN TÍCH CẤU TRÚC CƠ CẤU

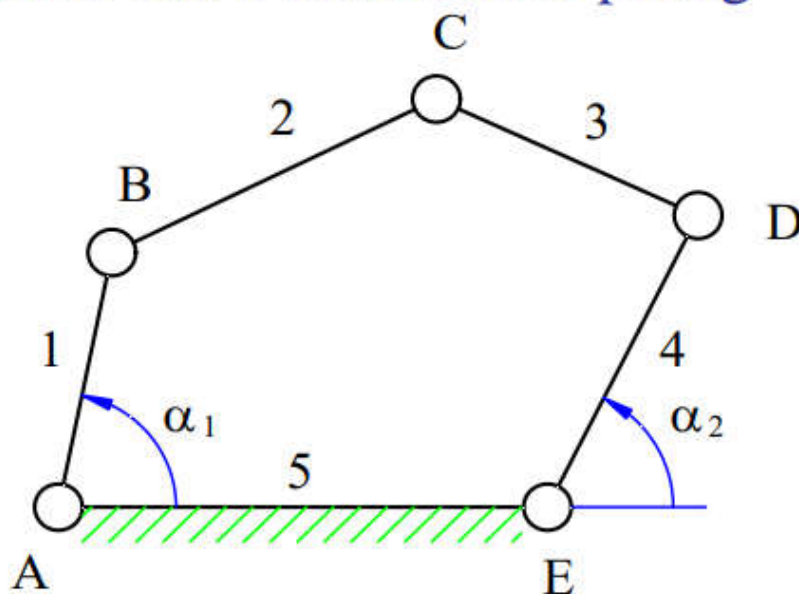
- Tính BTD của cơ cấu tay quay con trượt



$$\begin{aligned} W &= 3n - (2p_i + p_c) \\ &= 3.3 - (2.4 + 0) = 1 \end{aligned}$$

I. PHÂN TÍCH CẤU TRÚC CƠ CẤU

- BTD của cơ cấu 5 khâu bản lề phẳng



$$\begin{aligned} W &= 3n - (2p_5 + p_4) \\ &= 3.4 - (2.5 + 0) = 2 \end{aligned}$$

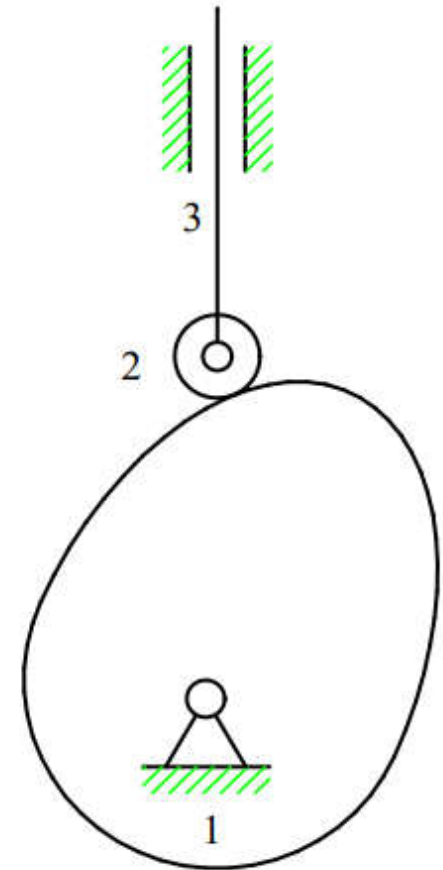
I. PHÂN TÍCH CẤU TRÚC CƠ CẤU

- Tính BTD của cơ cấu cam

$$\begin{aligned} W &= 3n - (2p_t + p_c) \\ &= 3.3 - (2.3 + 1) = 2 \end{aligned}$$

Tuy nhiên ta thấy bậc tự do của con lăn không làm thay đổi vị trí của các khâu khác trong cơ cấu. Đây chính là BTD thừa của cơ cấu mà khi tính toán ta phải bỏ đi

$$\begin{aligned} W &= 3n - (2p_t + p_c) - 1 \\ &= 3.3 - (2.3 + 1) - 1 = 1 \end{aligned}$$



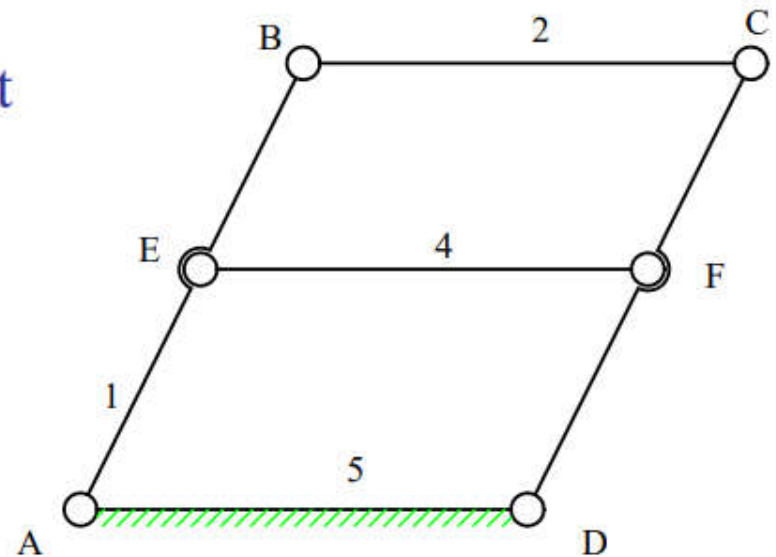
I. PHÂN TÍCH CẤU TRÚC CƠ CẤU

- Tính BTD của cơ cấu 5 khâu 6 khớp bản lề

$$\begin{aligned} W &= 3n - (2p_l + p_c) \\ &= 3.4 - (2.6 + 0) = 0 \end{aligned}$$

Ở đây EF đóng vai trò là một ràng buộc thừa, không ảnh hưởng đến chuyển động của cơ cấu mà chỉ làm cơ cấu vững chắc thêm

$$\begin{aligned} W &= 3n - (2p_l + p_c - 1) \\ &= 3.4 - (2.6 + 0 - 1) = 1 \end{aligned}$$

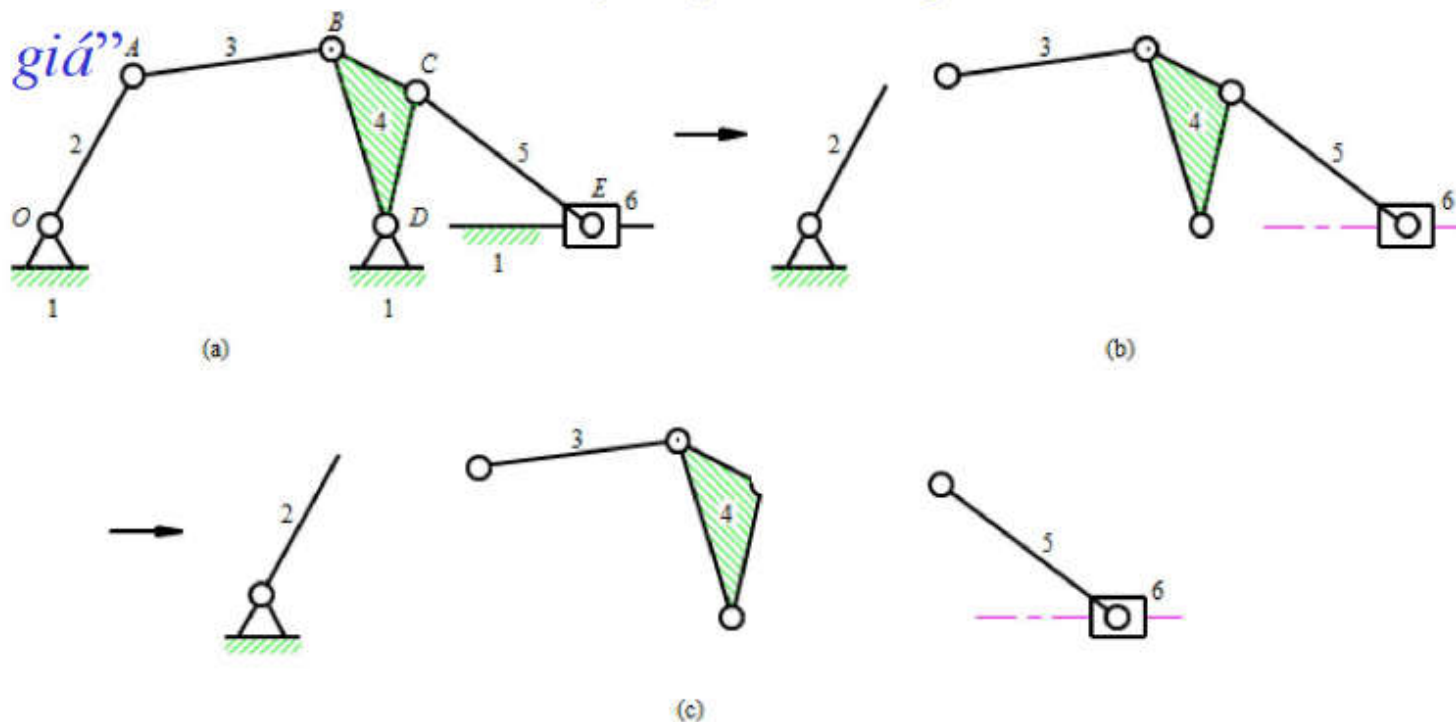


I. PHÂN TÍCH CẤU TRÚC CƠ CẤU

1.4. Nguyên lý hình thành và phân tích cấu trúc cơ cấu

- Nguyên lý hình thành cơ cấu:

“Bất cứ cơ cấu nào cũng đều có thể hình thành bằng cách nối lần lượt các nhóm chuỗi có bậc tự do bằng 0 với (các) khâu dẫn và giá”





I. PHÂN TÍCH CẤU TRÚC CƠ CẤU

- Nhóm tĩnh định

Nhóm có $W = 0$ và không thể tách thành các nhóm có $W = 0$ nhỏ hơn gọi là **nhóm tĩnh định**

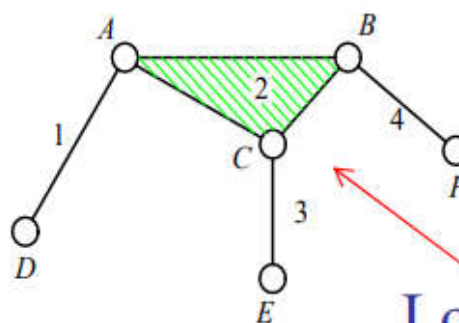
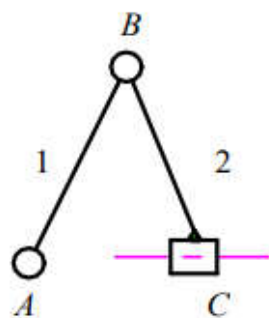
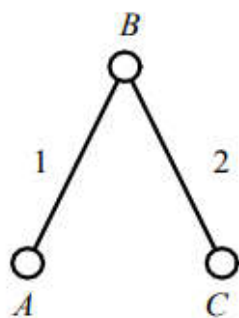
$$W = 3n - 2p_t = 0 \Leftrightarrow 2p_t = 3n$$

➡ n phải là bội số của 2 và p_t là bội số của 3

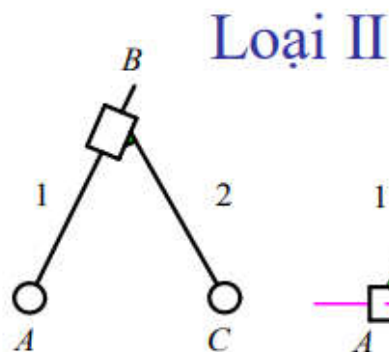
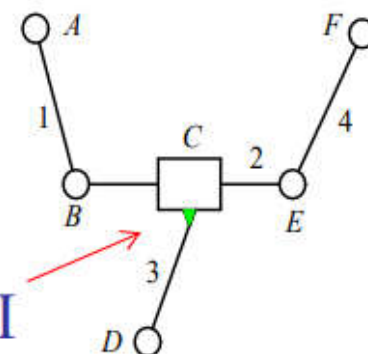
Loại của nhóm tĩnh định được xác định theo loại cao nhất của đa giác khép kín có trong nhóm đó

I. PHÂN TÍCH CẤU TRÚC CƠ CẤU

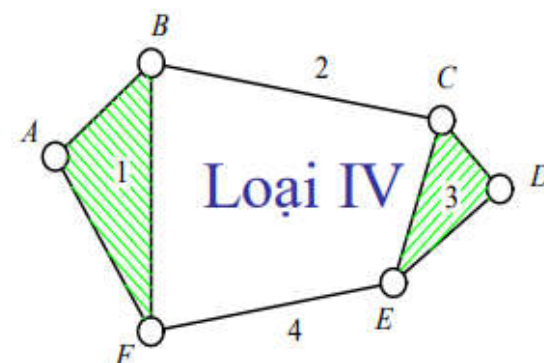
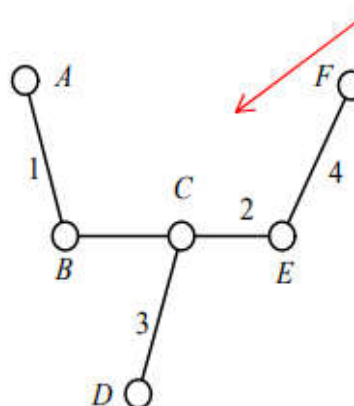
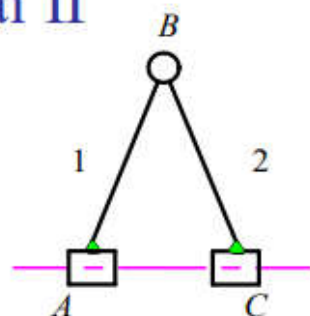
Loại nhóm tĩnh định



Loại III



Loại II

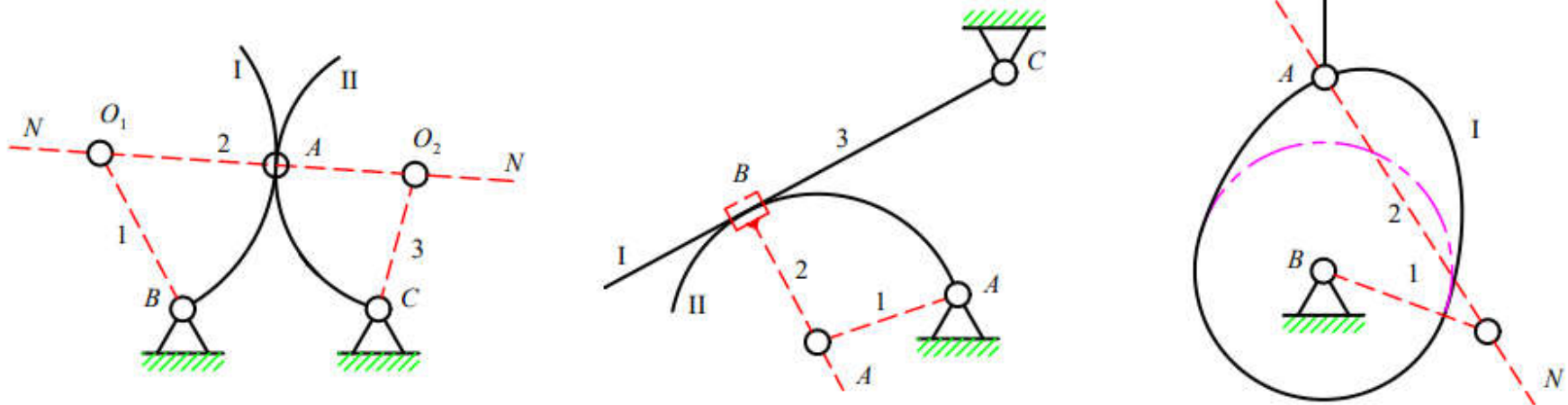


Loại IV

I. PHÂN TÍCH CẤU TRÚC CƠ CẤU

- Thay thế khớp cao bằng khớp thấp
 - Điều kiện 1: Số BTD của cơ cấu trước và sau khi thay không đổi.
 - Điều kiện 2: Chuyển động tương đối (tức thời) trước và sau khi thay không đổi.

Ví dụ:





I. PHÂN TÍCH CẤU TRÚC CƠ CẤU

- Phân tích cấu trúc cơ cấu

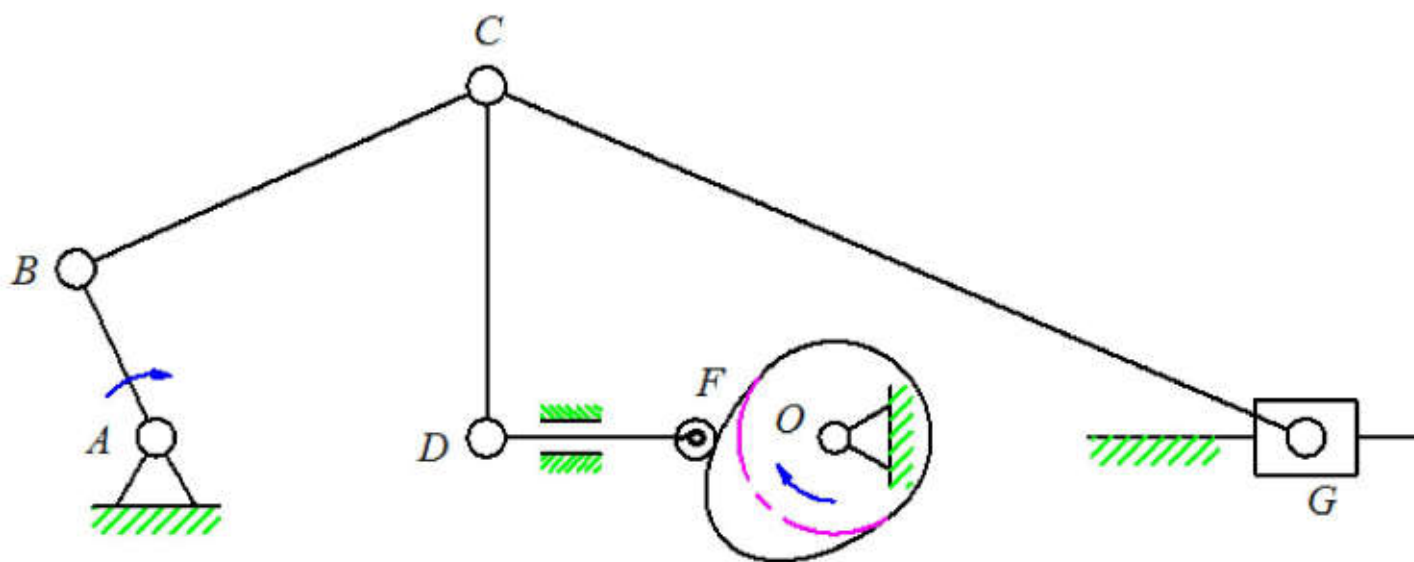
Thực hiện theo các bước sau:

- Loại bỏ các ràng buộc thừa và BTD thừa nếu có
- Thay khớp loại cao thành chuỗi động gồm 1 khâu và 2 khớp thấp
- Tính BTD của cơ cấu để xác định số khâu dẫn
- Chọn khâu dẫn hoặc giá sao cho cơ cấu có hạng bé nhất
- Tách khỏi cơ cấu các nhóm tĩnh định với chú ý loại của nhóm tĩnh định là nhỏ nhất có thể. Việc tách nhóm tiếp tục cho đến khi còn lại (các) khâu dẫn với giá

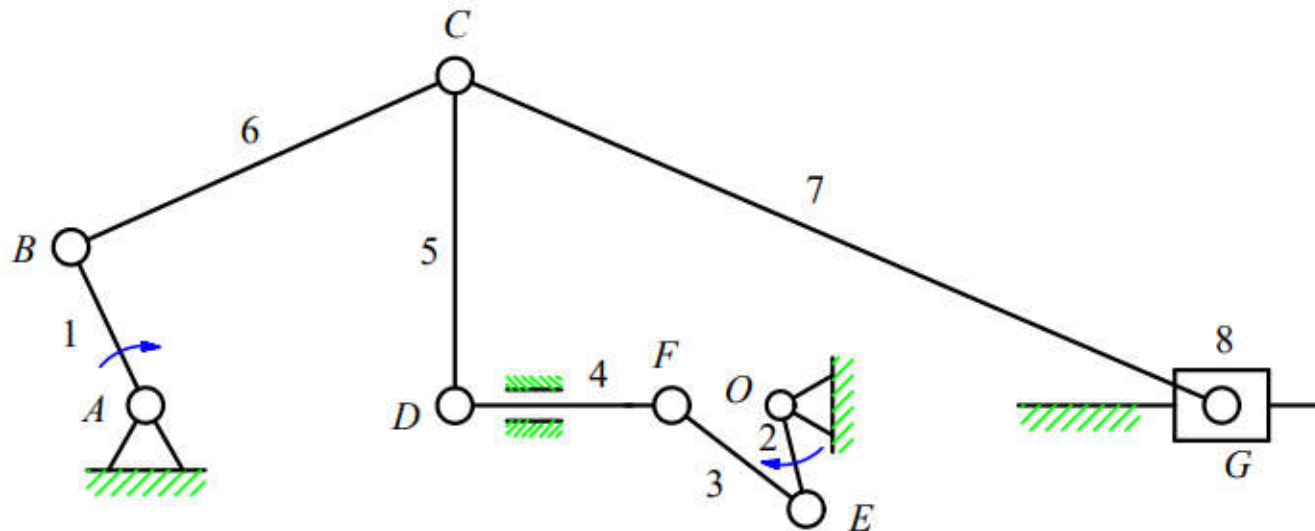
I. PHÂN TÍCH CẤU TRÚC CƠ CẤU

- Ví dụ:

Xét cơ cấu có lược đồ:



I. PHÂN TÍCH CẤU TRÚC CƠ CẤU



1: Loại bỏ các ràng buộc thừa và BTD thừa.

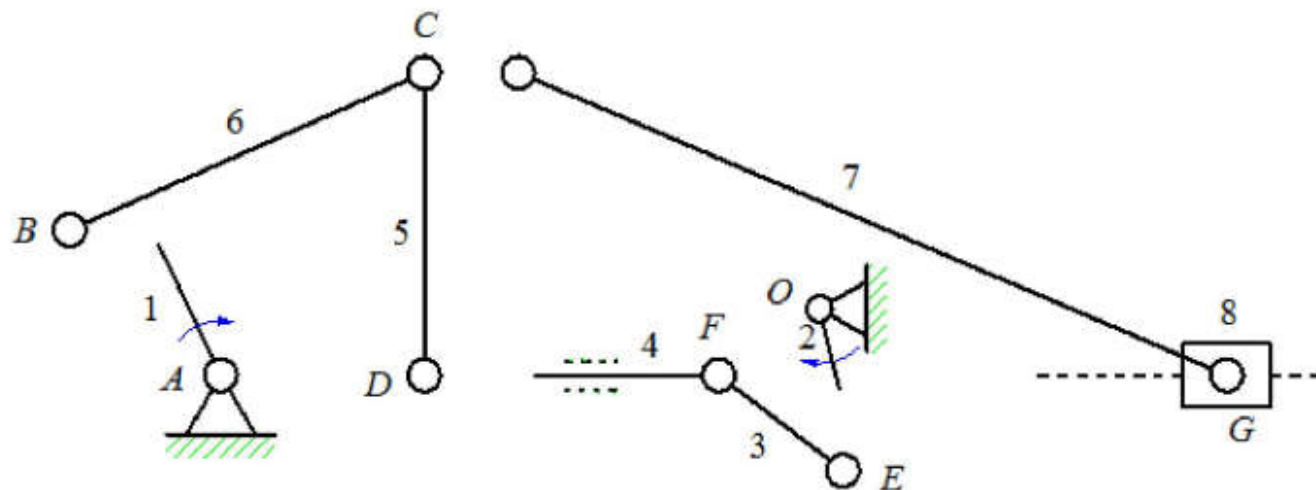
2: Thay khớp loại cao thành chuỗi động gồm một khâu và 2 khớp thấp

I. PHÂN TÍCH CẤU TRÚC CƠ CẤU

Bước 3: Tính BTD của cơ cấu $W = 3n - 2p_i = 3 \times 8 - 2 \times 11 = 2$

Bước 4: Chọn khâu dẫn: Chọn khâu 1 và khâu 2 làm khâu dẫn.

Bước 5: Tách khỏi cơ cấu các nhóm tĩnh định



Ta thu được cấu trúc của cơ cấu có dạng như sau:

