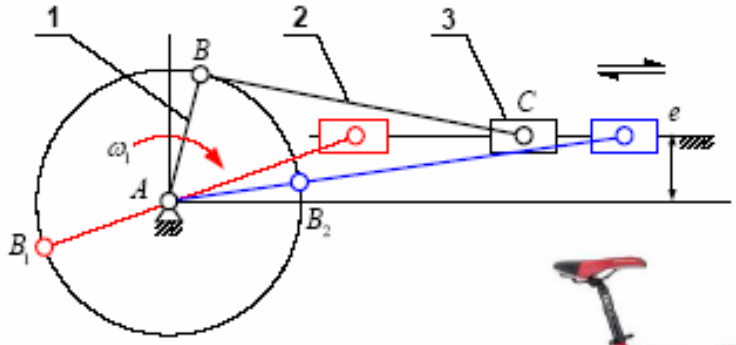
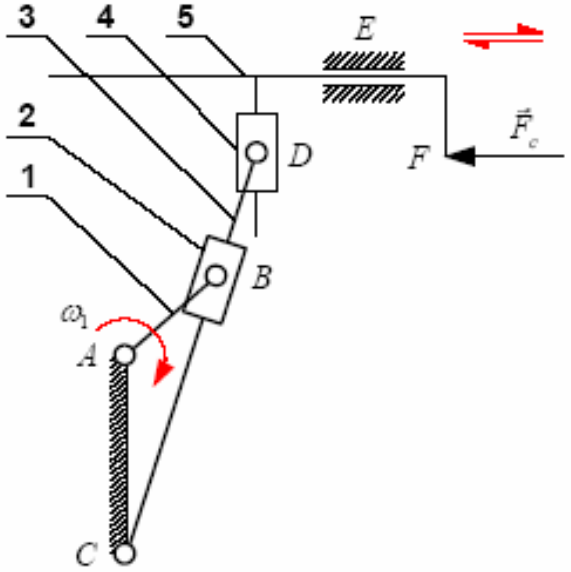
Chương 6 Cơ cấu phẳng toàn khớp thấp

§1. Đại cương

- Cơ cấu phẳng toàn khớp thấp là cơ cấu phẳng trong đó khớp động giữa các khâu là khớp thấp (khớp tịnh tiến loại 5 hay khớp bản lề)
- Được sử dụng nhiều trong thực tế kỹ thuật
  - + Cơ cấu culít dùng trong máy bào
  - + Cơ cấu tay quay - con trượt dùng trong động cơ nổ, máy ép trục khủy, …
  - + Cơ cấu 4 khâu bản lề dùng trong hệ thống giảm chấn của xe đạp, …

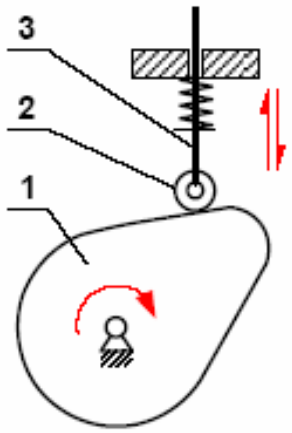




§1. Đại cương

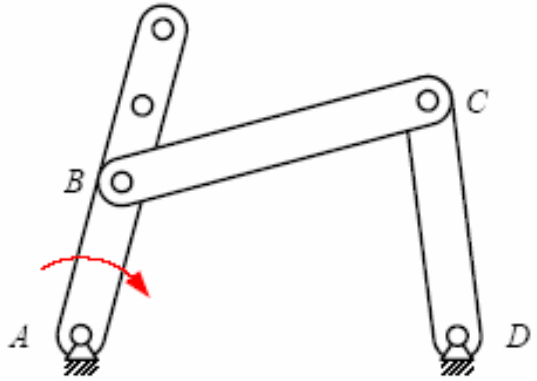
- Ưu điểm

+ Thành phần tiếp xúc là mặt nên áp suất tiếp xúc nhỏ → bền mòn và khả năng truyền lực cao
+ Chế tạo đơn giản và công nghệ gia công khớp thấp tương đối hoàn hảo → chế tạo và lắp ráp dễ đạt độ chính xác cao
+ Không cần các biện pháp bảo toàn như ở khớp cao
+ Dễ dàng thay đổi kích thước động của cơ cấu bằng cách điều chỉnh khoảng cách giữa các bản lề. Việc này khó thực hiện ở các cơ cấu với khớp cao



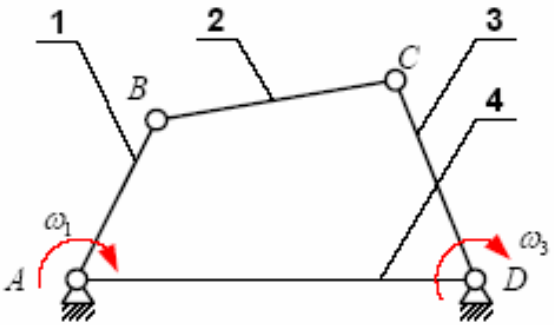
- Nhược điểm

+ Việc thiết kế các cơ cấu này theo những điều kiện cho trước rất khó → khó thực hiện chính xác bất kỳ quy luật chuyển động cho trước nào

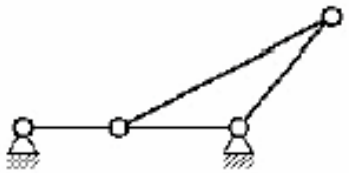


§2. Cơ cấu bốn khâu bản lề và các biến thể

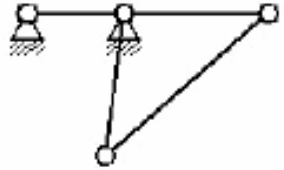
1. Cơ cấu bốn khâu bản lề (four bar linkage)



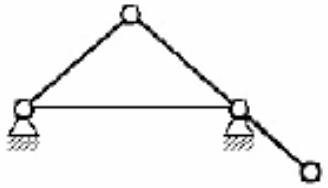
- Cơ cấu có 4 khâu nối với nhau bằng 4 khớp bản lề
  + khâu 4 cố định: giá (frame)
  + khâu 2 đối diện với giá: thanh truyền (coupler)
  + 2 khâu còn lại
    quay được toàn vòng: tay quay (crank)
    không quay được toàn vòng: tay quay (rocker)



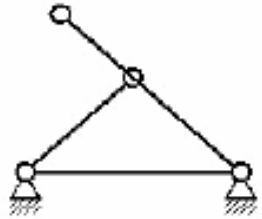
crank - rocker



crank - crank



rocker - crank

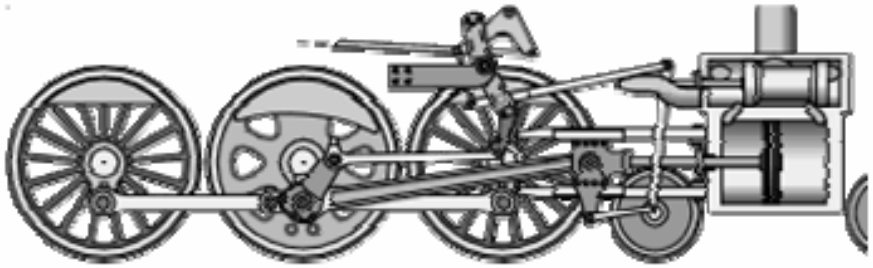


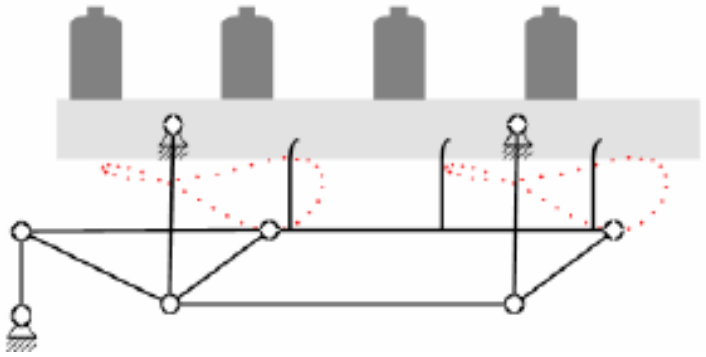
rocker - rocker

§2. Cơ cấu bốn khâu bản lề và các biến thể

1. Cơ cấu bốn khâu bản lề (four-bar linkage)

- Được dùng nhiều trong thực tế
  - + khâu 1 quay, khâu 3 quay: cơ cấu hình bình hành, …
  - + khâu 1 quay, khâu 3 lắc: cơ cấu ba-tăng máy dệt, …
  - + khâu 1 lắc, khâu 3 quay: cơ cấu bàn đạp máy may, …
  - + khâu 1 lắc, khâu 3 lắc: cơ cấu đo vải, …

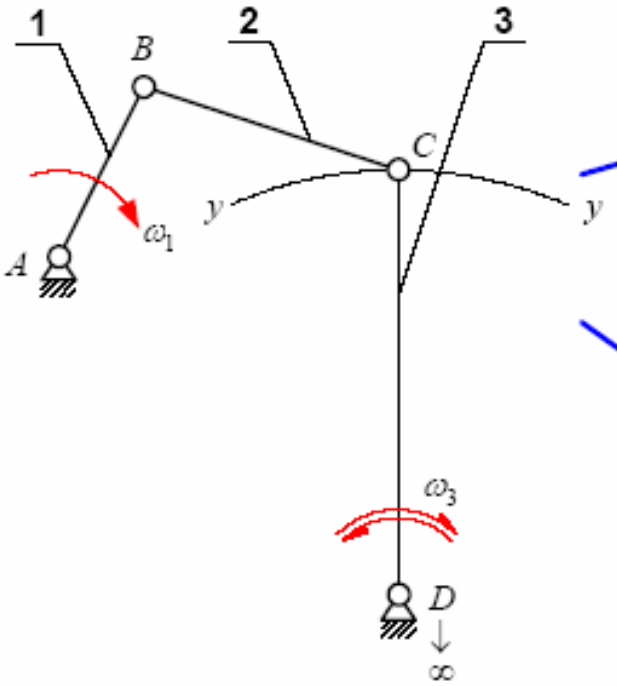


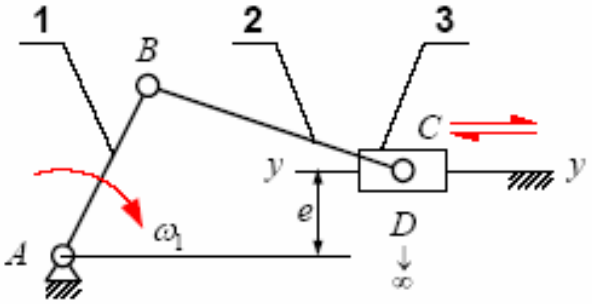


§2. Cơ cấu bốn khâu bản lề và các biến thể

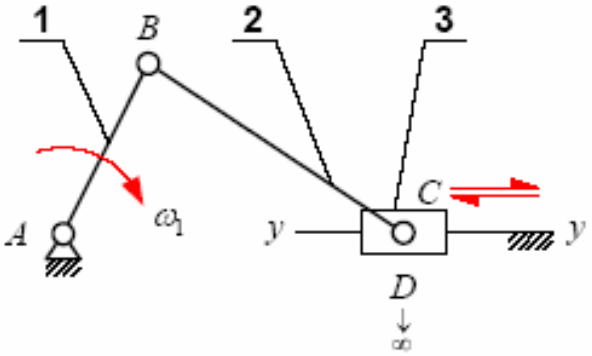
2. Các biến thể của cơ cấu bốn khâu bản lề

- Xét cơ cấu 4 khâu bản lề, cho khớp D lùi ra ∞ theo phương $\perp AD \rightarrow$ cơ cấu tay quay - con trượt





cơ cấu tay quay - con trượt lệch tâm

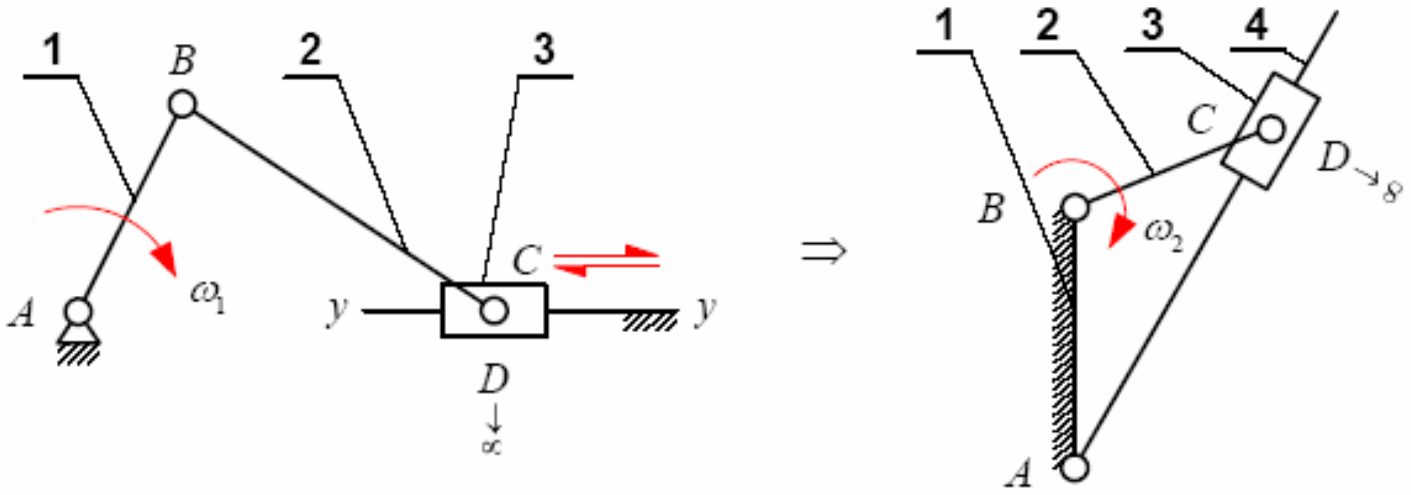


cơ cấu tay quay - con trượt chính tâm

§2. Cơ cấu bốn khâu bản lề và các biến thể

2. Các biến thể của cơ cấu bốn khâu bản lề

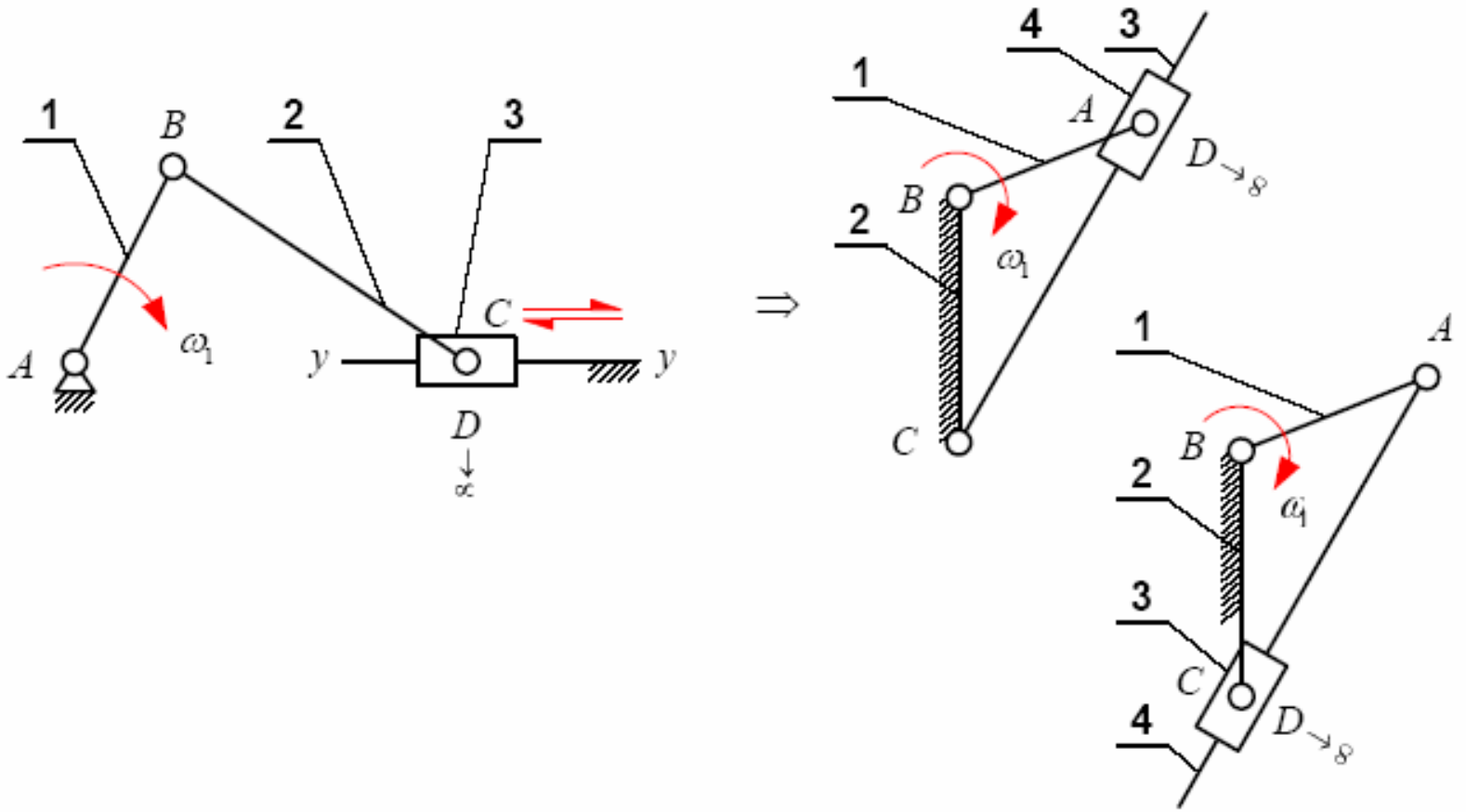
- Từ cơ cấu tay quay - con trượt chính tâm, đổi khâu 1 làm giá → cơ cấu cu-lít



§2. Cơ cấu bốn khâu bản lề và các biến thể

2. Các biến thể của cơ cấu bốn khâu bản lề

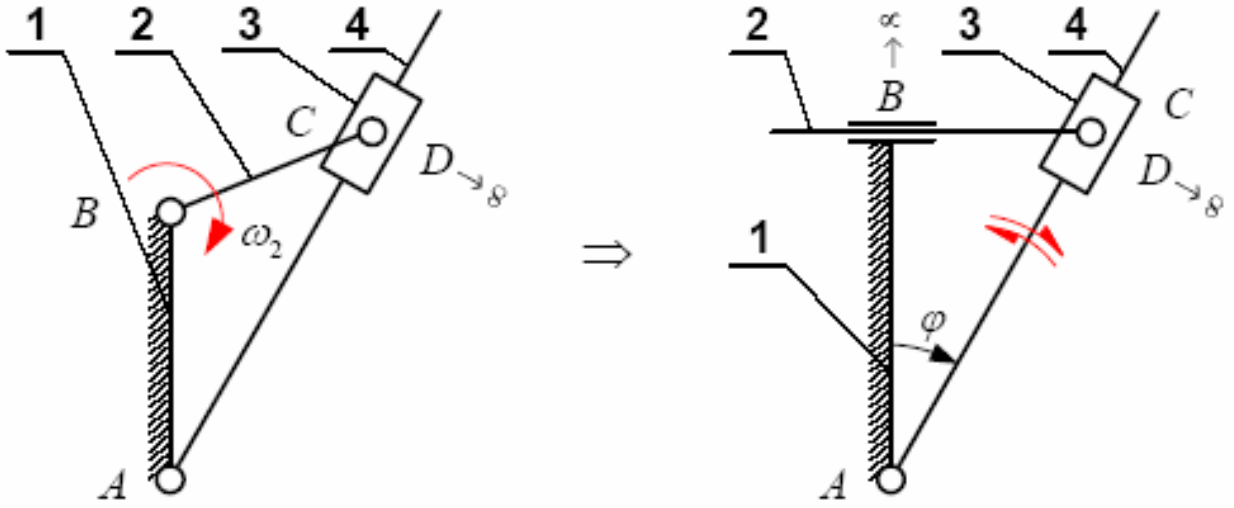
- Từ cơ cấu tay quay - con trượt chính tâm, đổi khâu 2 làm giá → cơ cấu cu-lít



§2. Cơ cấu bốn khâu bản lề và các biến thể

2. Các biến thể của cơ cấu bốn khâu bản lề

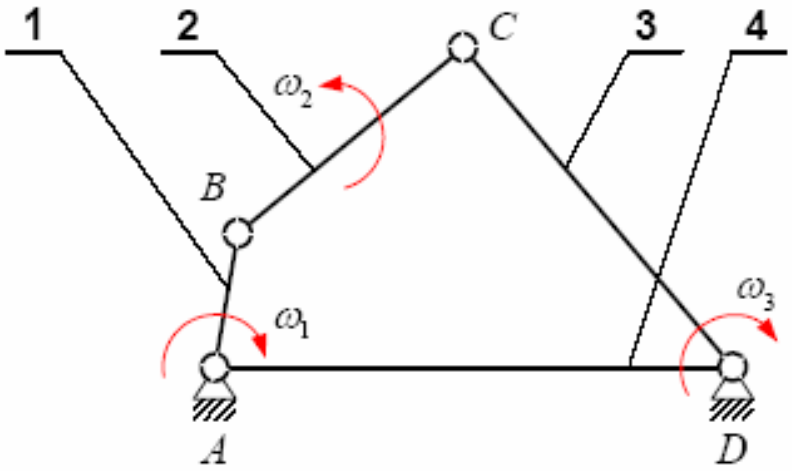
- Từ cơ cấu cu-lít, cho khớp B lùi ra ∞ theo phương của giá 1 $\rightarrow$ cơ cấu tang



§3. Đặc điểm động học cơ cấu 4 khâu bản lề

1. Tỉ số truyền

- Trong cơ cấu 4 khâu bản lề
  + khâu dẫn 1 quay đều với vận tốc góc ω_1
  + khâu 2 chuyển động song phẳng với vận tốc góc ω_2
  + khâu bị dẫn 3 quay với vận tốc góc ω_3



- Tỉ số truyền giữa hai khâu tùy ý của một cơ cấu là tỉ số vận tốc góc giữa hai khâu đó

$$i_{12} \equiv \frac{\omega_1}{\omega_2}, i_{23} \equiv \frac{\omega_2}{\omega_3}$$

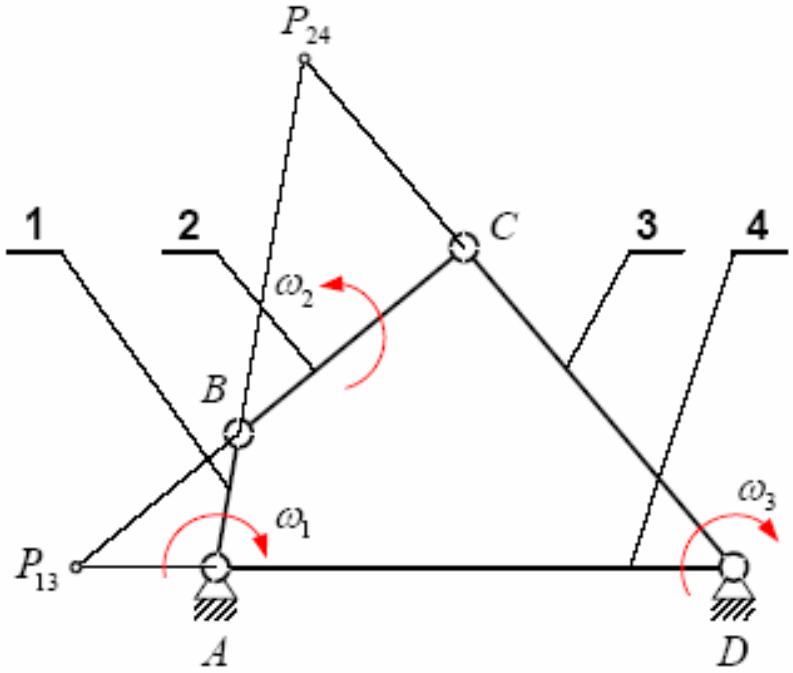
- Tỉ số truyền của cơ cấu là tỉ số truyền giữa khâu dẫn và khâu bị dẫn của cơ cấu

$$i_{13} \equiv \frac{\omega_1}{\omega_3}$$

§3. Đặc điểm động học cơ cấu 4 khâu bản lề

1. Tỉ số truyền

- Định lý Kennedy: Trong cơ cấu 4 khâu bản lề, tâm quay tức thời trong chuyển động tương đối giữa hai khâu đối diện là giao điểm giữa hai đường tâm của hai khâu còn lại



$$i_{13} = \frac{\omega_1}{\omega_3} = \frac{\dfrac{V_{R_{13}}}{l_{AP_{13}}}}{\dfrac{V_{R_{13}}}{l_{DP_{13}}}} = \frac{l_{DP_{13}}}{l_{AP_{13}}}$$

Công thức trên được phát biểu dưới dạng định lý sau

- Định lý Willis: Trong cơ cấu bốn khâu bản lề, đường thanh truyền chia đường giá ra làm hai phần tỉ lệ nghịch với vận tốc của hai khâu nối giá

§3. Đặc điểm động học cơ cấu 4 khâu bản lề

1. Tỉ số truyền

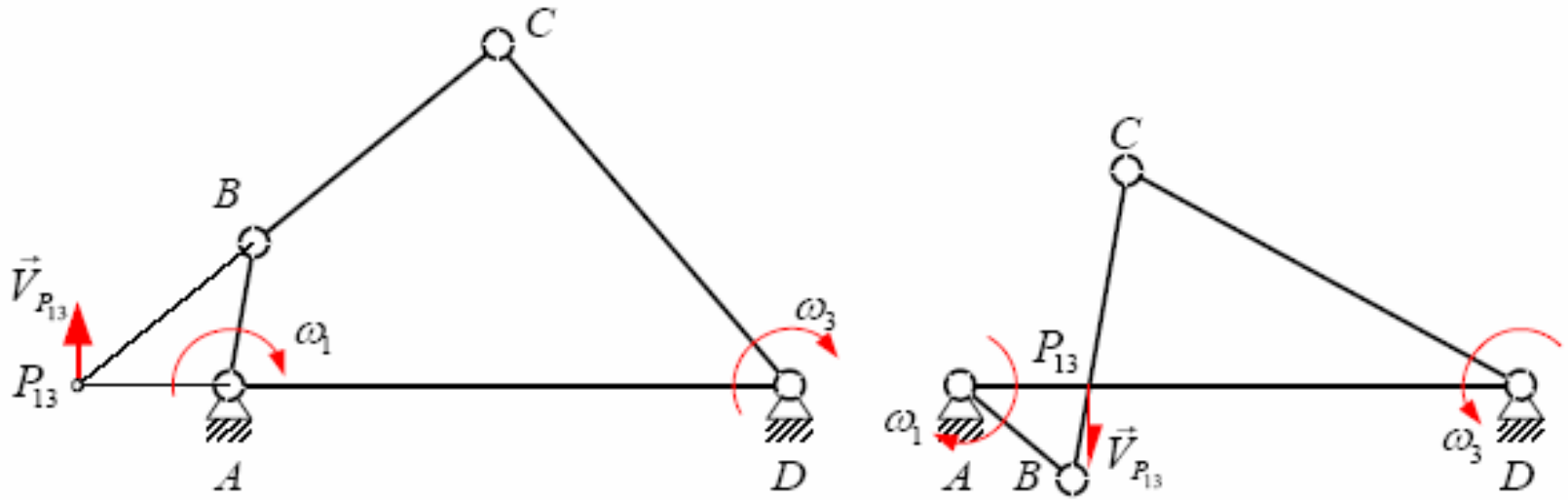
- Đặc điểm động học cơ cấu 4 khâu bản lề

+ Tỉ số truyền là một đại lượng biến thiên phụ thuộc vị trí cơ cấu

$$i_{13} = \frac{l_{DP_{13}}}{l_{AP_{13}}} = \frac{\omega_1}{\omega_3}$$

+ P_{13} chia ngoài đoạn $AD \rightarrow i_{13} > 0$: ω_1 cùng chiều ω_3

P_{13} chia trong đoạn $AD \rightarrow i_{13} < 0$: ω_1 ngược chiều ω_3

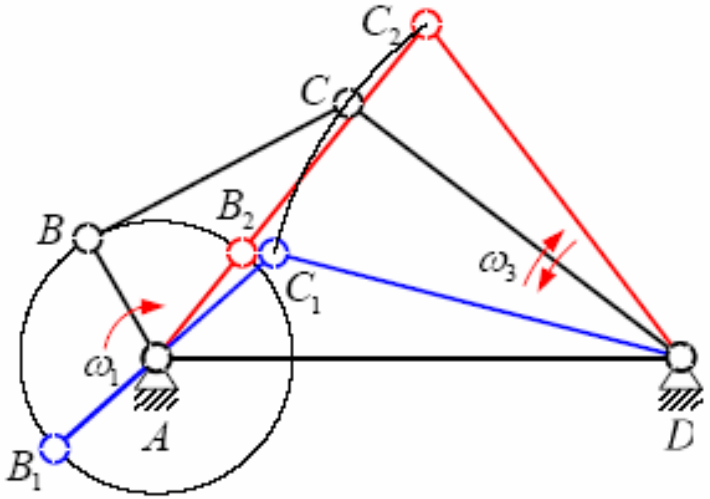


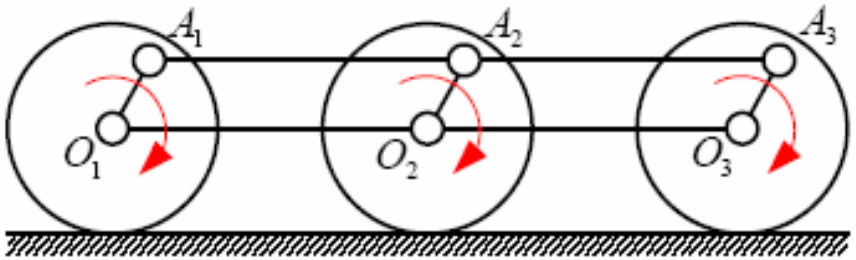
§3. Đặc điểm động học cơ câu 4 khâu bản lê

1. Tỉ số truyền

- Đặc điểm động học cơ cấu 4 khâu bản lề

+ Khi tay quay AB và thanh truyền BC duỗi thẳng hay dập nhau, tức $P_{13} \equiv A$, khâu 3 đang ở vị trí biên và chuẩn bị đổi chiều quay





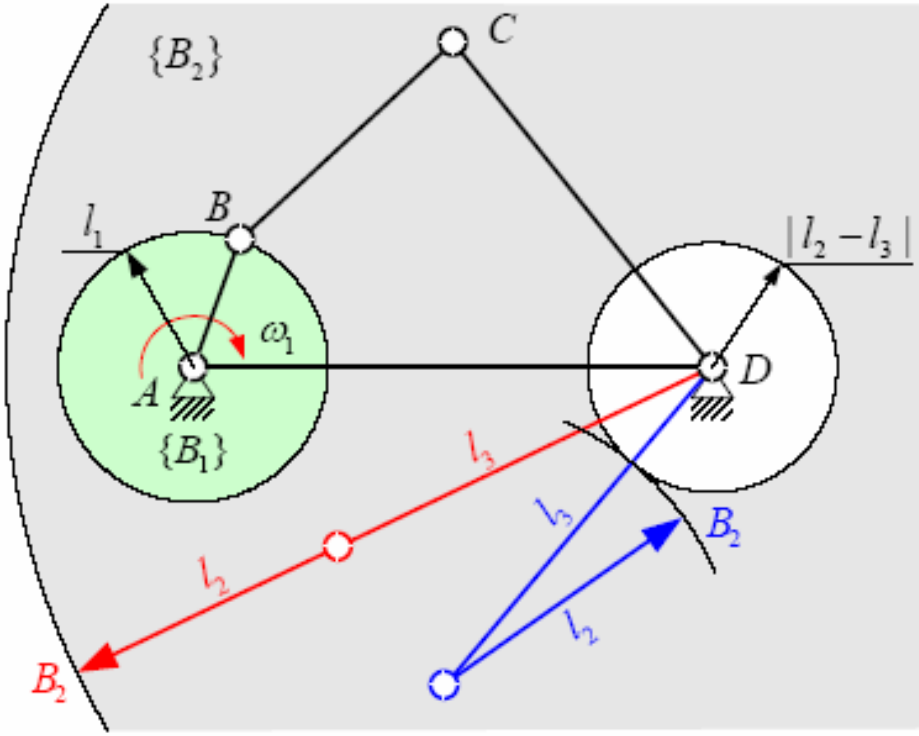
+ Nếu $AB = CD$, $AD = BC$: cơ cấu hình bình hành $P_{13} \to \infty \Rightarrow i_{13} = \dfrac{\omega_1}{\omega_3} = 1$

$\to$ khâu dẫn và khâu bị dẫn quay cùng chiều và cùng vận tốc

§3. Đặc điểm động học cơ cấu 4 khâu bản lề

3. Điều kiện quay toàn vòng của khâu nối giá

- Điều kiện quay toàn vòng của khâu 1



+ Tháo khớp $B \rightarrow$ xét quỹ tích B_1 và B_2

$$\{B_1\} = O(A, l_1)$$

$$\{B_1\} = O(D, l_2 + l_3) - O(D, |l_2 - l_3|)$$

+ Khâu 1 quay toàn vòng $\Leftrightarrow \{B_1\} \subset \{B_2\}$

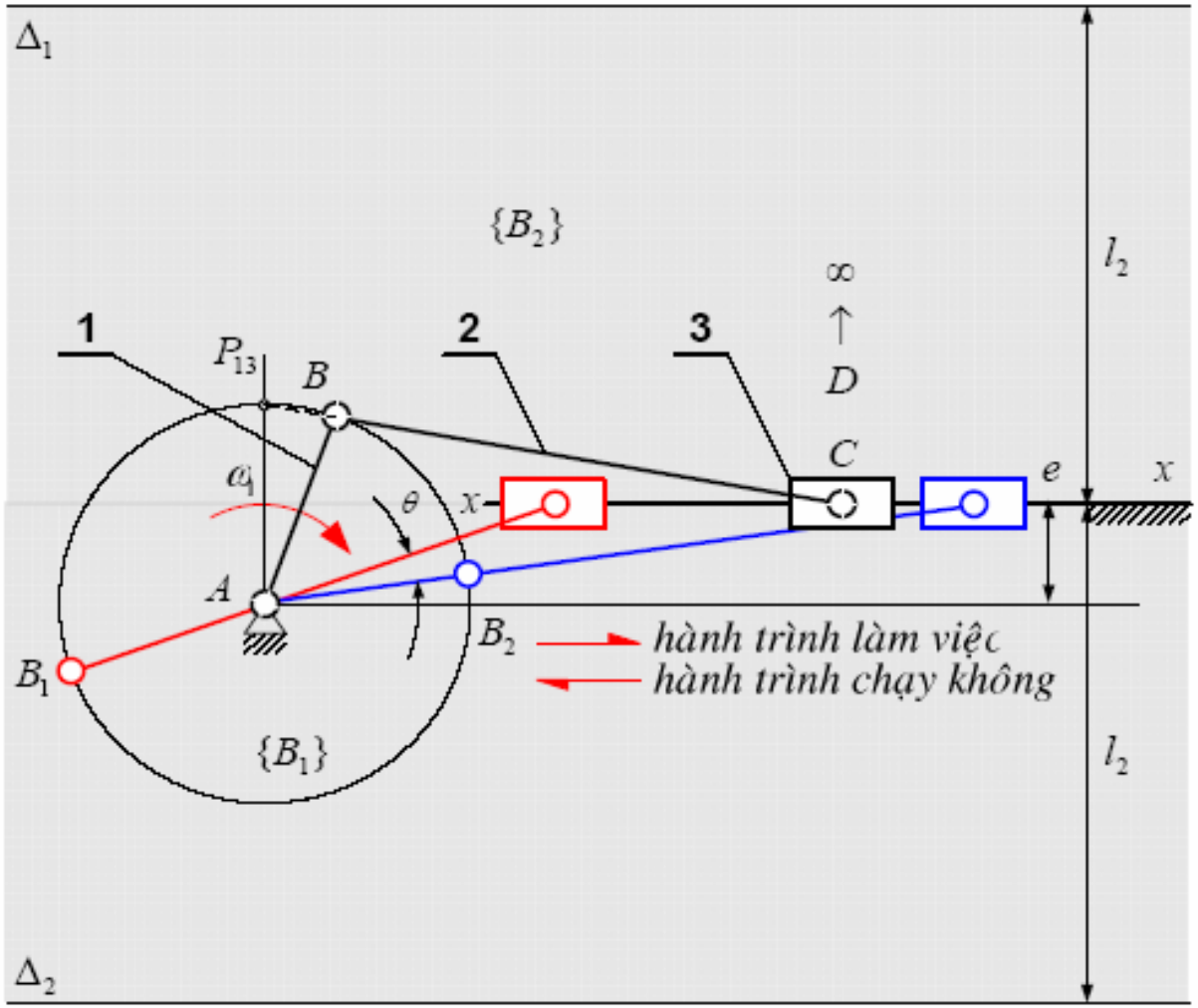
$$\Rightarrow \begin{cases} |l_2 - l_3| \le |l_4 - l_1| \\ l_2 + l_3 \ge l_4 + l_1 \end{cases}$$

$\rightarrow$ Điều kiện quay toàn vòng của khâu nối giá: khâu nối giá quay được toàn vòng khi và chỉ khi quỹ tích của nó nằm trong miền với của thanh truyền kề với nó

- Điều kiện quay toàn vòng của khâu 3 $\rightarrow$ tương tự

§4. Đặc điểm động học cơ cấu biến thể

1. Cơ cấu tay quay – con trượt lệch tâm



- Tỉ số truyền

$$V_{P_{13}/1} = V_{P_{13}/3}$$

$$\Rightarrow \omega_1 l_{AP_{13}} = V_C$$

$$\Rightarrow \quad i_{13} \equiv \frac{\omega_1}{V_C} = \frac{1}{l_{AP_{13}}}$$

- Hệ số năng suất

$$k = \frac{180^0 + \theta}{180^0 - \theta}$$

- Điều kiện quay toàn vòng

$$\{B_1\} = O(A, l_1)$$

$$\{B_2\} = M \in R^2 : \Delta_1 \le y_M \le \Delta_2$$

đk khâu 1 quay toàn vòng

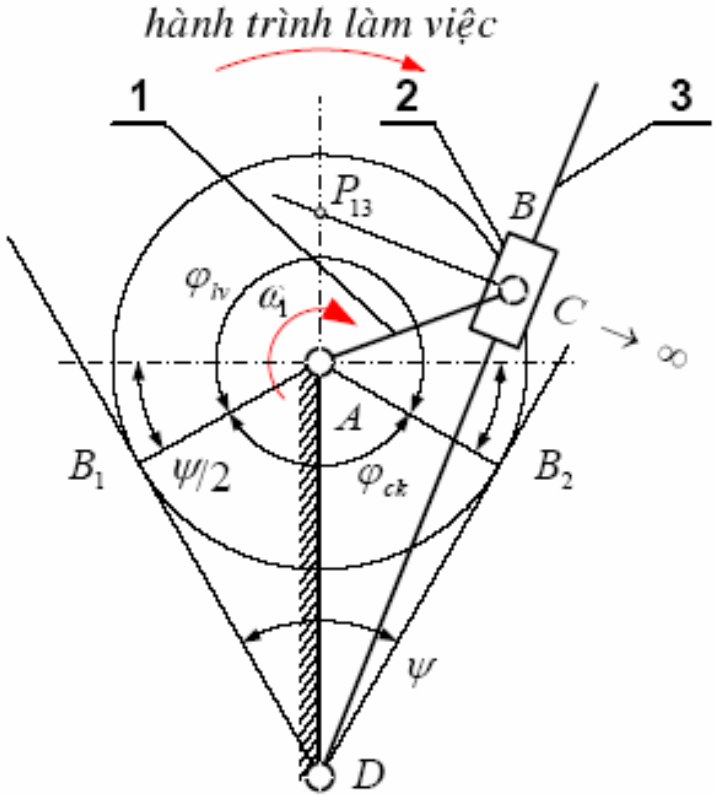
$$\{B_1\} \subset \{B_2\}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} l_1 - e \le l_2 \\ l_1 + e \le l_2 \end{cases} \Rightarrow l_1 + e \le l_2$$

§4. Đặc điểm động học cơ cấu biến thể

2. Cơ cấu cu-lít

- Tỉ số truyền: Tâm quay tức thời của khâu 1 và 3 là giao điểm của BC và AD



$$V_{P_{13}/1} = V_{P_{13}/3} \Rightarrow \omega_1 l_{AP_{13}} = \omega_3 l_{CP_{13}} \Rightarrow i_{13} = \frac{\omega_1}{\omega_3} = \frac{l_{CP_{13}}}{l_{AP_{13}}}$$

- Hệ số năng suất

$$k = \frac{180^0 + \psi}{180^0 - \psi}$$

- Điều kiện quay toàn vòng

+ Khâu 1

$$\left.\begin{array}{l} \{B_1\} = O(A, l_1) \\ \{B_2\} = R^2 \end{array}\right\} \Rightarrow \{B_1\} \subset \{B_2\}$$

→ khâu 1 luôn quay được toàn vòng

+ Khâu 3 → ?

Để khâu 3 quay toàn vòng, $l_1 \geq l_4$

Khi $l_1 = l_4$: $i_{13} = \frac{\omega_1}{\omega_3} = \frac{l_{DP_{13}}}{l_{AP_{13}}} = 2 = const$

Hết chương 6