

CHƯƠNG 3. CƠ CẤU BỐN KHÂU

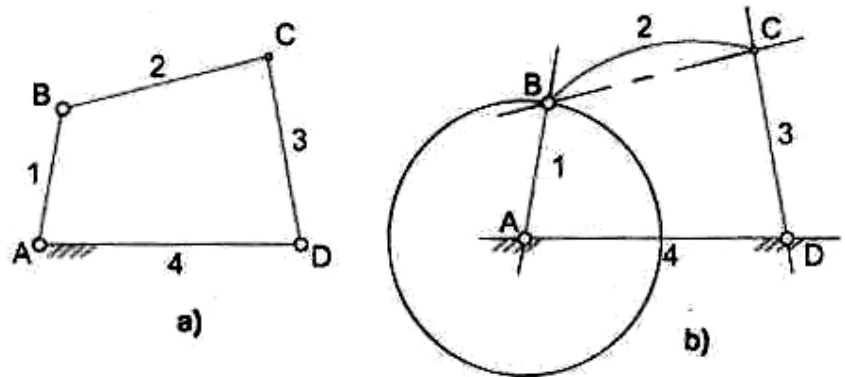
I. CƠ CẤU BỐN KHÂU BẢN LỀ PHẪNG

1. Các định nghĩa

⇒ Một cơ cấu phẳng gồm 4 khâu được nối với nhau bởi 4 khớp quay gọi là cơ cấu bốn khâu bản lề phẳng (hình 1-1a).

⇒ Khâu cố định gọi là *giá* (4), các khâu nối giá (1) và (3) gọi là *tay quay* hay *thanh lắc* (tùy theo khâu đó có quay được toàn vòng hay không), khâu đối diện với giá gọi là *thanh truyền* (2). Ký hiệu kích thước khâu i là l_i .

⇒ Đường tâm của khâu là đường thẳng qua hai tâm khớp động của khâu (hình 1-1b).



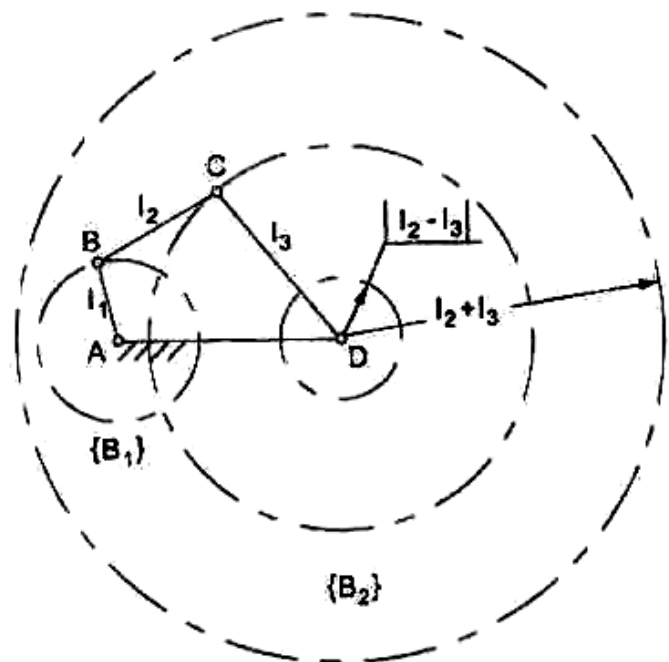
Hình 3-1

⇒ *Kích thước động* là khoảng cách giữa các khớp động của khâu.

2. Điều kiện quay toàn vòng của khâu nối giá

⇒ Tưởng tượng khớp quay B được tháo rời: mỗi thành phần khớp động (B_1, B_2) được gọi là *khớp chờ*, mỗi vị trí của nó gọi là *vết chờ*. Tập hợp các vị trí của nó gọi là *tập hợp vết chờ*.

⇒ Tìm điều kiện quay toàn vòng của khâu (1), nghĩa là tìm điều kiện để tập hợp vết chờ của khâu (1) là $\{B_1\}$ vẽ lên vòng tròn tâm A, bán kính AB trong quá trình chuyển động. Tập hợp vết chờ của khâu (2) là $\{B_2\}$ - tập các điểm phủ miền vành khăn tâm D, bán kính lớn $l_3 + l_2$, bán kính nhỏ $|l_3 - l_2|$.



Hình 3-2

⇒ Muốn có điều kiện quay toàn vòng của khâu (1) thì vết chờ B_1 đi đến đâu vết chờ B_2 cũng phải đến đó, nghĩa là $\{B_1\} \subset \{B_2\}$.

⇒ Định lý: Khâu nối giá (i) quay được toàn vòng khi và chỉ khi tập hợp vết chờ $\{X_i\}$ của nó chứa trong tập hợp vết chờ $\{X_j\}$ của thanh truyền (j) kề nó.

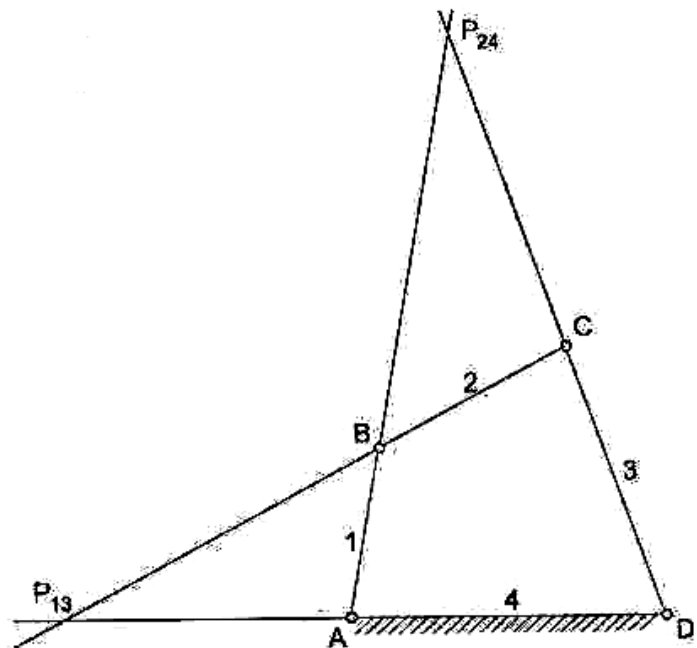
$$\{X_i\} \subset \{X_j\}$$

3. Tỷ số vận tốc giữa hai khâu nối giá

⇒ Giả sử khâu (1) là khâu dẫn có vận tốc góc ω_1 , khâu (3) bị dẫn có vận tốc góc ω_3 . Gọi i_{13} là tỉ số vận tốc giữa hai khâu nối giá (1) và (3), ta có:

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

⇒ Phương pháp TVT xác định tỷ số vận tốc: Nếu đổi giá của cơ cấu, coi khâu (3) là giá thì vận tốc của các điểm A, B thuộc khâu (1) sẽ vuông góc với DA và CB ⇒ giao điểm P_{13} của CB và DA là TVT của khâu (1) khi coi (3) là giá. Tương tự P_{24} là TVT của khâu (2) khi coi (4) là giá (hình 3-3).



Hình 3-3

⇒ Định lý (A.B.N. Kennedy): Trong cơ cấu bốn khâu bản lề phẳng, TVT giữa hai khâu không kề nhau là giao điểm của đường tâm hai khâu còn lại.

⇒ Điểm P_{13} đồng thời thuộc hai khâu nối giá (1) và (3), theo tính chất của TVT, vận tốc tuyệt đối của chúng phải bằng nhau:

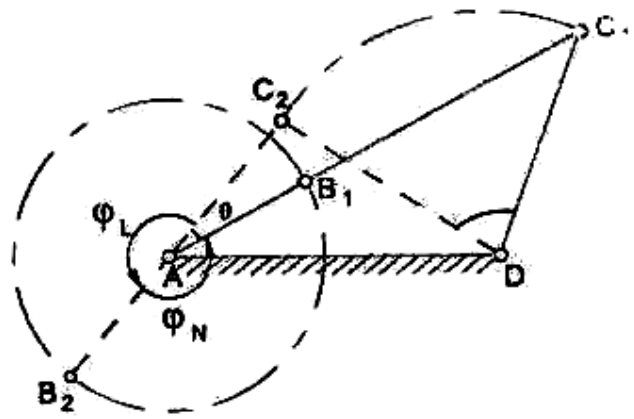
$$v_{P_{13}}^{(1)} = v_{P_{13}}^{(3)} \Rightarrow AP_{13}\omega_1 = DP_{13}\omega_3 \Rightarrow i_{13} = \frac{\omega_1}{\omega_3} = \frac{DP_{13}}{AP_{13}}$$

⇒ Định lý (Willis): Trong cơ cấu bốn khâu bản lề phẳng, đường tâm thanh truyền chia đường tâm giá làm hai đoạn thẳng tỷ lệ nghịch với vận tốc góc của hai khâu nối giá.

⇒ Nhận xét:

- P_{13} luôn thay đổi, do đó i_{13} là một đại lượng biến thiên. Nếu $\omega_1 = \text{const}$ thì $\omega_3 \neq \text{const}$.

- Khi P_{13} chia ngoài đoạn AD, $i_{13} > 0$, các khâu (1) và (3) quay cùng chiều. Khi P_{13} chia trong đoạn AD, $i_{13} < 0$, các khâu (1) và (3) quay ngược chiều.
- Khi tay quay hoặc thanh truyền đuỗi thẳng hay chập vào nhau, $P_{13} \equiv A$, $\omega_3 = 0$, thanh lắc (3) đổi chiều. Các vị trí DC_1 và DC_2 gọi là vị trí biên của thanh lắc (hình 3-4).

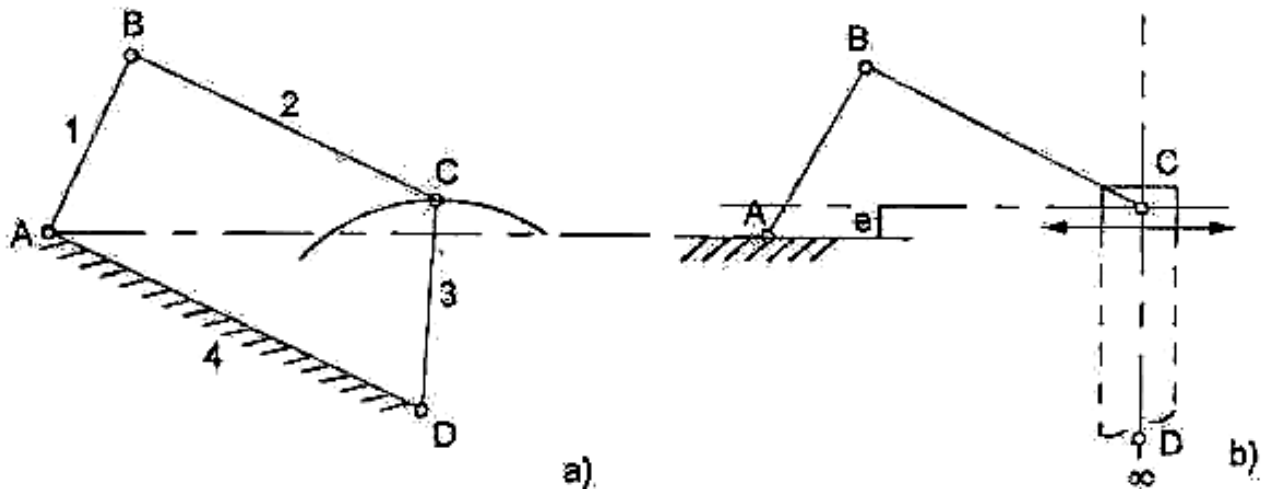


Hình 3-4

II. CÁC BIẾN THỂ CỦA CƠ CẤU BỐN KHÂU BẢN LỀ

1. Cơ cấu tay quay con trượt

⇒ Cho cơ cấu 4 khâu bản lề ABCD với tay quay (1) và thanh lắc (3). Nếu khớp D dần ra vô tận, khi đó quỹ đạo tròn của điểm C biến thành thẳng và chuyển động của (3) biến thành chuyển động tịnh tiến ⇒ gọi là *cơ cấu tay quay con trượt* (hình 3-5b).



Hình 3-5

⇒ Tỷ số truyền: TVT theo định lý Kennedy như hình 3-6, ta có:

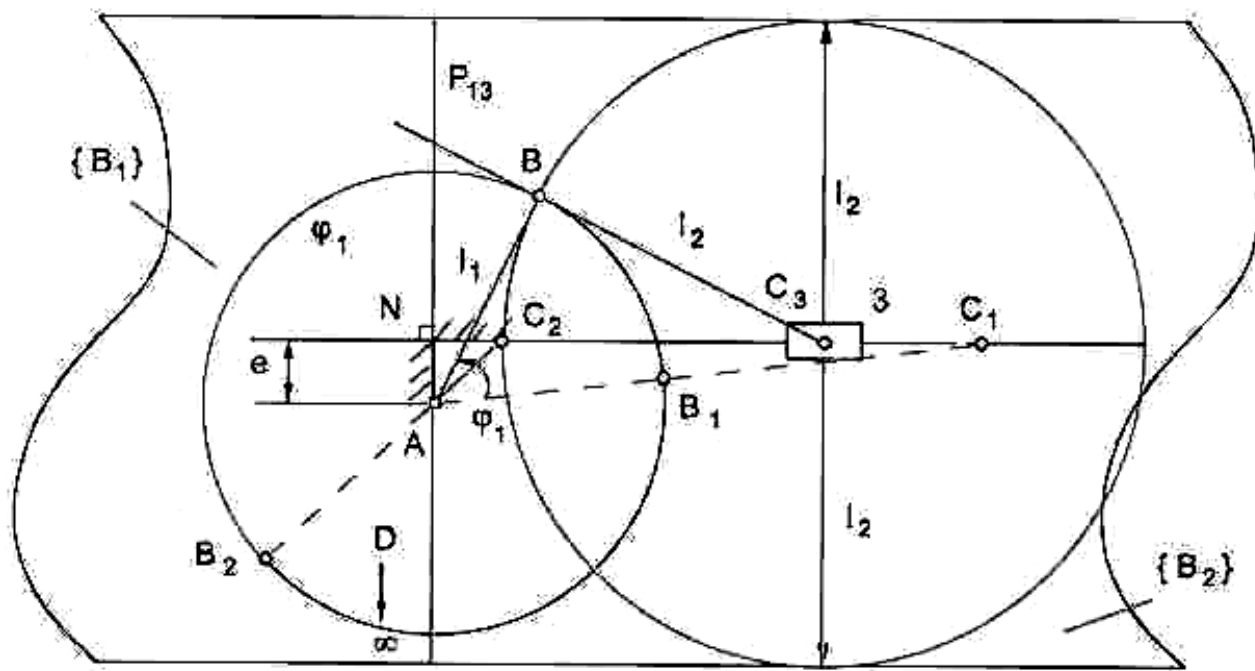
$$v_{P_{13}}^{(1)} = v_{P_{13}}^{(3)} \Rightarrow AP_{13}\omega_1 = v_3$$

$$\Rightarrow i_{13} = \frac{\omega_1}{v_3} = \frac{1}{AP_{13}} \text{ hay } i_{31} = \frac{v_3}{\omega_1} = AP_{13}$$

⇒ Điều kiện quay toàn vòng của khâu nối giá (1). Tháo khớp quay B, tập vết chò $\{B_1\}$ là tập điểm phủ đường trong tâm A, bán kính $AB = l_1$. Tập vết chò

$\{B_2\}$ là tập điểm phủ dải mặt phẳng rộng $2l_2$ nhận quỹ đạo của C làm trục đối xứng. Khâu (1) chỉ quay được toàn vòng khi và chỉ khi $\{B_1\} \subseteq \{B_2\}$ hay

$$l_1 + e \leq l_2$$



Hình 3-6

2. Cơ cấu culit

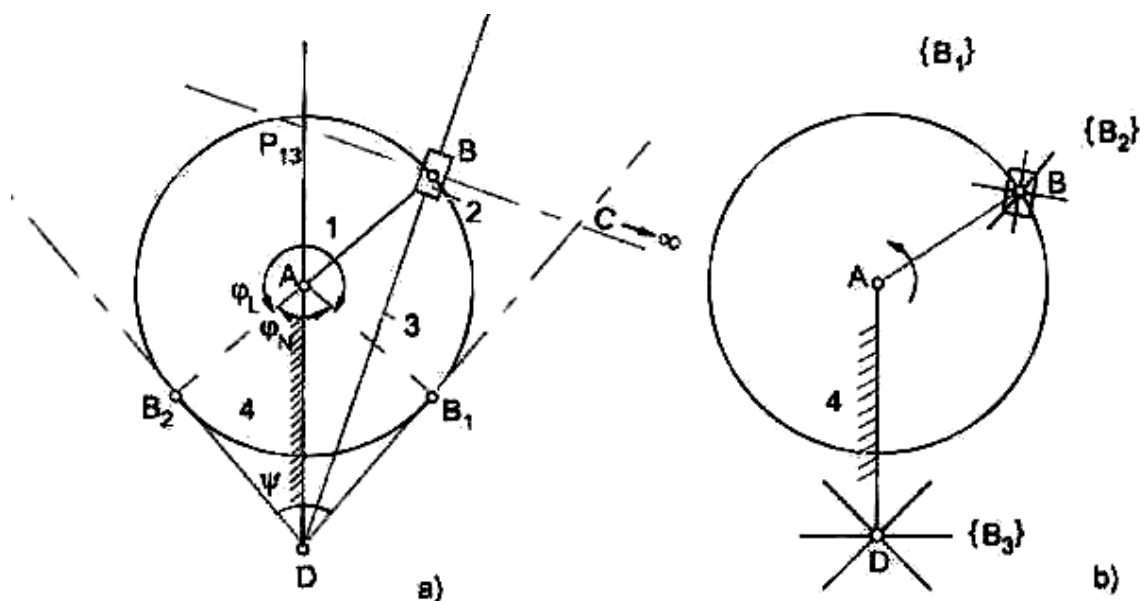
⇒ Từ cơ cấu tay quay con trượt, nếu lấy khâu (1) hoặc khâu (2) làm giá sẽ được cơ cấu culit biến chuyển động quay của khâu dẫn thành chuyển động quay hoặc lắc của khâu bị dẫn (culit) (hình 3-7a).

⇒ **Tỉ số truyền:** TVT giữa hai khâu nối giá (1) và (3), ta có:

$$i_{13} = \frac{\omega_1}{\omega_3} = \frac{DP_{13}}{AP_{13}} = i_{13}(\varphi_1)$$

⇒ **Điều kiện quay toàn vòng của khâu nối giá (1):** Tháo khớp trượt B giữa khâu (1) và (2). Tập $\{B_1\}$ là tập hợp điểm phủ vòng tròn tâm A bán kính l_1 . Tập vết chò $\{B_2\}$ của con trượt (2) là tập hợp các điểm phủ mặt phẳng cơ cấu. Như vậy khâu (1) luôn quay toàn vòng.

⇒ **Điều kiện quay toàn vòng của culit (3):** Tháo khớp trượt B giữa con trượt (2) và culit (3). Tập $\{B_3\}$ của culit (3) là tập các đường thẳng chạy qua điểm D (hình 3-7b). Tập vết chò $\{B_2\}$ của con trượt (2) là tập các đường thẳng cắt vòng tròn $\{B_1\}$. Điều kiện quay toàn vòng của culit là: $\{B_3\} \subset \{B_2\}$, hay điều kiện quay toàn vòng thỏa mãn nếu: $l_1 \geq l_4$.



Hình 3-7

3. Cơ cấu sin

⇒ Từ cơ cấu culít ABCD (hình 3-7a) cho tâm D ra xa vô cùng theo hướng AD. Khâu (3) thành chuyển động tịnh tiến theo phương vuông góc với AD trước đây. Vị trí của khâu (3) được xác định bằng tọa độ điểm B: $x_B = AB \cdot \sin \varphi \Rightarrow$ Cơ cấu sin (hình 3-8).

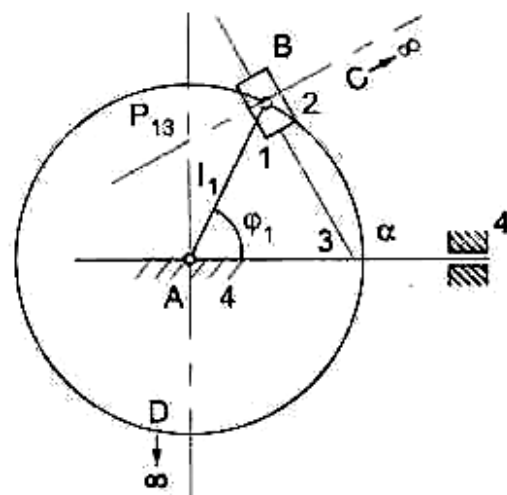
⇒ Tỷ số truyền: $i_{31} = \frac{v_3}{\omega_1} = \frac{AP_{13}}{l_1}$

$$i_{13} = l_1 \frac{\cos(\alpha - \varphi_1)}{\sin \alpha}$$

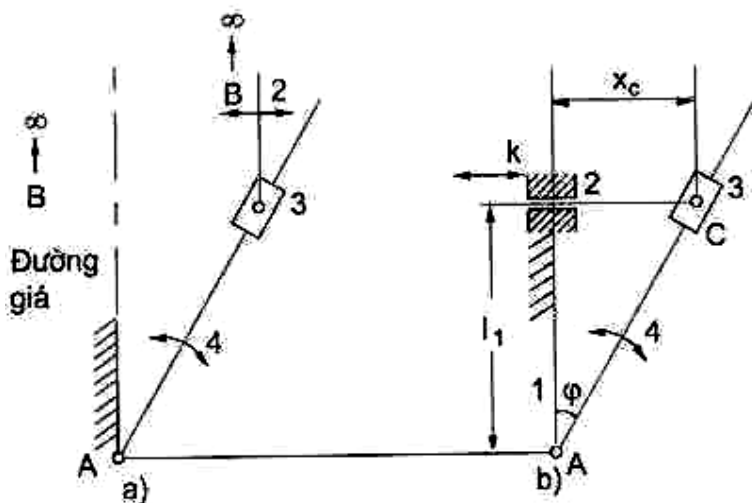
$$\text{Khi } \alpha = \frac{\pi}{2} \Rightarrow i_{31} = l_1 \sin \varphi_1$$

⇒ Điều kiện quay toàn vòng của khâu nối giá (1): Tháo khớp quay B, tập $\{B_1\}$ là tập hợp điểm phủ vòng tròn tâm A bán kính l_1 . Tập vết chờ $\{B_2\}$ là tập hợp các điểm phủ mặt phẳng cơ cấu $\Rightarrow \{B_1\} \subset \{B_2\}$. Như vậy khâu (1) luôn quay toàn vòng.

4. Cơ cấu tang (hình 3.9b)



Hình 3-8



Hình 3-9

⇒ Từ cơ cấu culit ABCD (hình 3-7a), cho tâm quay D ra vô cùng theo hướng AD, chuyển động của khâu (2) biến thành chuyển động tịnh tiến. Cho khâu (1) và (2) có cấu tạo cụ thể như hình 3-9b ta được *cơ cấu tang*.

⇒ Tọa độ x_C biến thiên theo hàm số tang: $x_C = l_1 \tan \varphi$.

III. ỨNG DỤNG CỦA CƠ CẤU 4 KHÂU PHẪNG

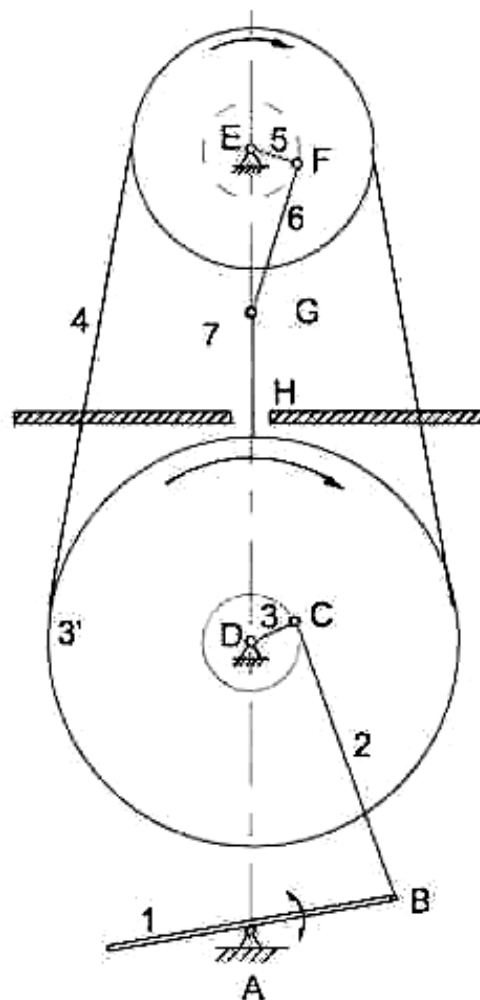
1. Phần lớn cơ cấu bốn khâu phẳng được dùng để thực hiện một quy luật chuyển động xác định của khâu nối giá.

Ví dụ trong máy khâu đạp chân (hình 3.10) người ta dùng tay quay thanh lắc để biến chuyển động „bập bênh“ của bàn đạp BA thành chuyển động quay toàn vòng của tay quay DC có bánh đà (3) gắn liền với nó. Nhờ đai truyền (4), chuyển động này của bánh đà được truyền tới tay quay EF của cơ cấu tay quay con trượt EFGH để biến thành chuyển động tịnh tiến qua lại của con trượt (7) gắn liền với kim khâu, ...

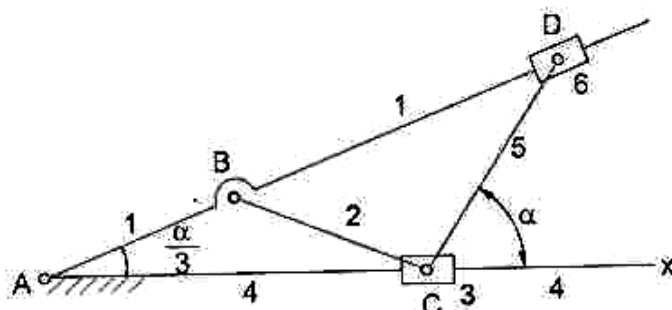
2. Một số cơ cấu phẳng được dùng để thực hiện một quỹ đạo chuyển động xác định, ví dụ cơ cấu elíp dùng để tạo hình elíp, ...

3. Bằng cách ghép thích hợp vài cơ cấu bốn khâu phẳng với nhau để tạo thành những cơ cấu phẳng nhiều khâu với công dụng khác nhau.

Ví dụ cơ cấu phẳng 6 khâu (hình 3.11) được tạo thành bằng cách ghép hai cơ cấu tay quay con trượt cân (1-2-3-4) và (2-5-6-1).



Hình 3-10



Hình 3-11