

Chương I

Mở Đầu

Bài 1. CÁC KHÁI NIỆM CƠ BẢN VÀ ĐỊNH NGHĨA

Mục tiêu: - Trình bày được các khái niệm về tiết máy, khâu, khớp, chuỗi động, cơ cấu và máy

- Vẽ được các lược đồ khớp, khâu, cơ cấu và được các mặt số số để động thông dụng.

I. Chi tiết máy và khâu

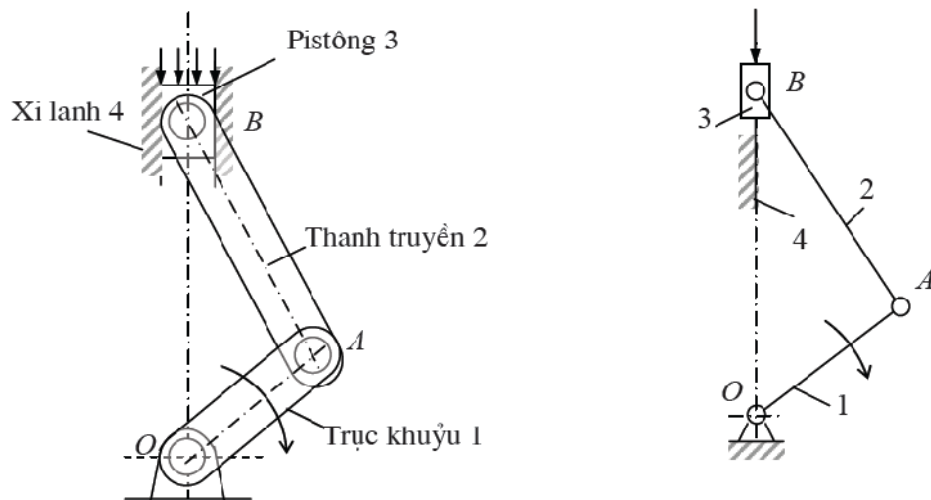
1. Chi tiết máy (tiết máy): Máy hay cơ cấu có thể tháo rời ra thành nhiều bộ phận khác nhau, bộ phận không thể tháo rời ra được nữa gọi là chi tiết máy.

Ví dụ: trục khuỷu, pit tông, xilanh, bulông, đai ốc v.v...

2. Khâu: một tiết máy động hay một số tiết máy nối với nhau thành một vật thể (tức là có chuyển động tương đối so với vật thể khác) gọi là khâu động.

Khâu có thể là một vật rắn không biến dạng, vật rắn biến dạng hoặc có dòng chảy. Ở đây, ta chỉ xem xét khâu như là một vật rắn không biến dạng (vật rắn tuyệt đối).

Để hiểu rõ khái niệm khâu động, ta xét ví dụ sau.



Hình 1.1 Cơ cấu tay quay con trượt

Ví dụ: xét cơ cấu tay quay con trượt OAB (Hình 1.1) có 4 khâu: Trục khuỷu (1), thanh truyền (2), pittông (3) và xilanh (4) gắn liền với vỏ máy. Trong hệ quy chiếu gắn liền với khâu (4) (vỏ máy, xilanh), mỗi khâu có chuyển động riêng biệt: Khâu (1) quay xung quanh tâm O, khâu (2) chuyển động song phẳng, khâu (3) chuyển động tịnh tiến, khâu (4) cố định.

Trục khuỷu là một chi tiết máy được lắp. Thanh truyền gồm nhiều chi tiết máy như thân, bạc lót, đầu to, bu lông, đai ốc v.v... ghép nối với nhau nhưng cả hai đầu là một khâu.

Tất cả những tiết máy cố định hợp thành một hệ thống cố định và cố định gọi là khâu cố định hay giá. Ví dụ: Thân động cơ, trục khuỷu v.v...

Trong bất kỳ cơ cấu hay máy nào đều chỉ có một khâu cố định và một hay nhiều khâu động.

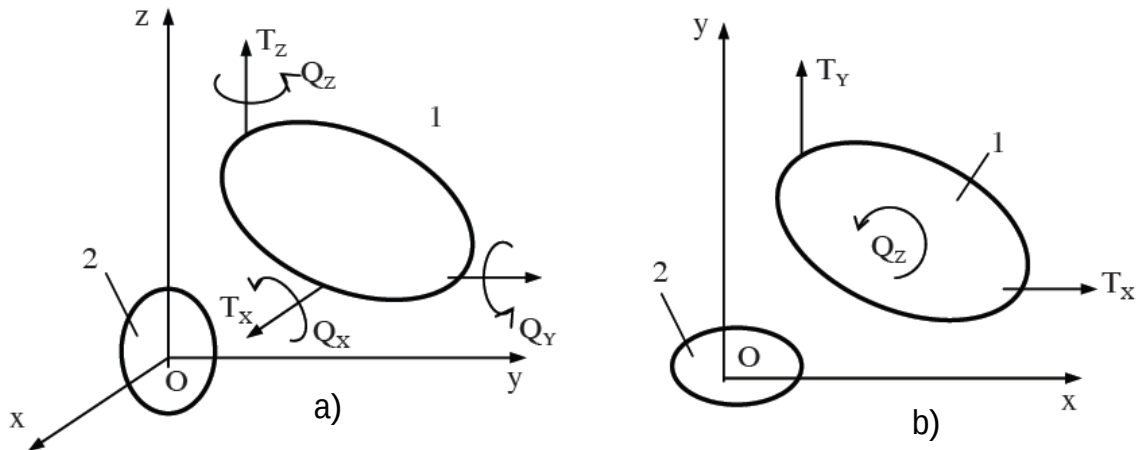
II. Nội dung, thành phần khớp động và khớp p động

1. Bậc tự do của khớp động giữa hai khâu

+ Số bậc tự do của khớp động giữa hai khâu là số khả năng chuyển động độc lập của khâu này đối với khâu kia (tức là số khả năng chuyển động độc lập của khâu này trong mặt hình quy chiếu gắn liền với khâu kia).

+ Khi đặt rời hai khâu trong không gian, giữa chúng sẽ có 6 bậc tự do chuyển động.

Trong hình vẽ vuông góc Oxyz gắn liền với khâu (1), thì khâu (2) có 6 khả năng chuyển động: T_x, T_y, T_z (3 chuyển động tịnh tiến dọc theo các trục Ox, Oy, Oz) và Q_x, Q_y, Q_z (3 chuyển động quay xung quanh các trục Ox, Oy, Oz). Sáu khả năng này hoàn toàn độc lập với nhau (hình 1.2).



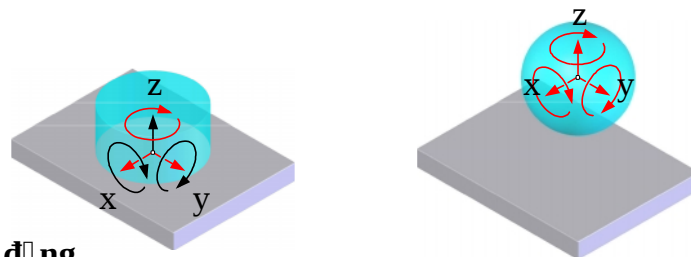
Hình 1.2 Bậc tự do của khớp động giữa hai khâu

+ Tuy nhiên, khi đặt rời hai khâu trong mặt phẳng, số bậc tự do của khớp động giữa chúng chỉ còn lại là 3: chuyển động quay Q_z xung quanh trục Oz vuông góc với mặt phẳng Oxy của hai khâu và hai chuyển động tịnh tiến T_x, T_y (hình 1.2).

+ Ngoài ra, số bậc tự do của khớp động giữa hai khâu cũng chính là số thông số vị trí độc lập cần cho trục để xác định hoàn toàn vị trí của khâu này trong mặt hình quy chiếu gắn liền với khâu kia.

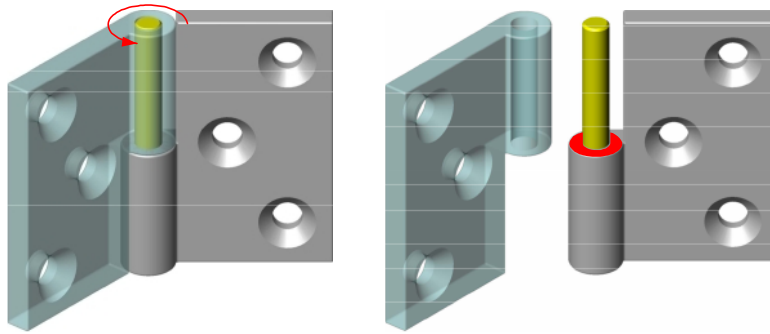
Hình 1.2 Giữa hai khâu trong mặt phẳng → 3 btd: T_x, T_y, Q_z (b)

Giữa hai khâu trong không gian → 6 btd: $T_x, T_y, T_z, Q_x, Q_y, Q_z$ (a)



2. Số nội dung

Để tạo thành cơ cấu, các khâu không thể rời nhau mà phải được liên kết với nhau theo một quy cách xác định nào đó sao cho sau khi nối nhau các khâu vẫn còn có khả năng chuyển động tương đối giữa chúng là số nội dung các khâu. Nội dung hai khâu làm nên chất lượng bậc tự do của khớp động giữa chúng.



Hình 1.2b

3. Thành phần khớp p đđ ng, khớp p đđ ng

+ Khi nối đđ ng, các khâu sẽ có thành phần tiếp xúc nhau theo đđ m, đđ ng, măt. Toàn bộ chủ tiếp xúc giữa hai khâu gọi là măt thành phần khớp p đđ ng.

+ Tập hợp hai thành phần khớp p đđ ng trong măt phép nối đđ ng hai khâu hình thành nên măt khớp p đđ ng.

III. Phân loại khớp p đđ ng và liên c đđ khớp

1. Phân loại khớp p đđ ng

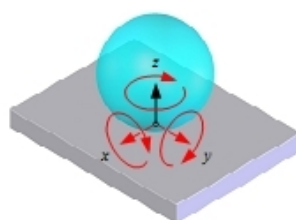
a. Theo đđ c đđ m tiếp xúc của hai khâu (thành phần khớp p đđ ng)

- Khớp cao: nếu thành phần khớp p đđ ng là các đđ m hay các đđ ng.
- Khớp thấp: nếu thành phần khớp p đđ ng là các măt.

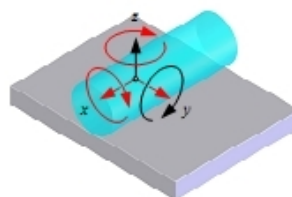
b. Theo số bậc tự do tđ ng đđ i bộ hñ chñ (sñ ràng buộc của khớp)

- Ta có khớp loại 1, loại 2, loại 3, loại 4, loại 5 nên liên hệ hñ chñ 1, 2, 3, 4, 5 bậc tự do tđ ng đđ i.

- Không có khớp loại 6, vì khớp này hñ chñ 6 bậc tự do tđ ng đđ i giữa hai khâu, khi đó hai khâu là ghép cñ ng với nhau. Không có khớp loại 0, vì khi đó hai khâu đđ rñ i hoàn toàn trong không gian (liên kñ t đđ i).



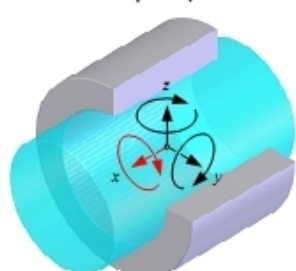
Khớp loại 1



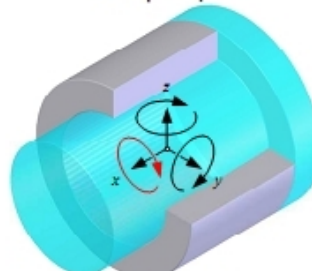
Khớp loại 2



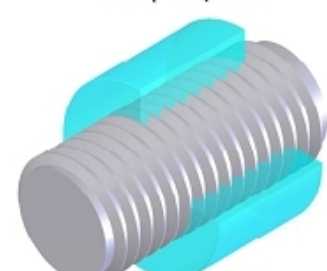
Khớp loại 3



Khớp loại 4



Khớp loại 5

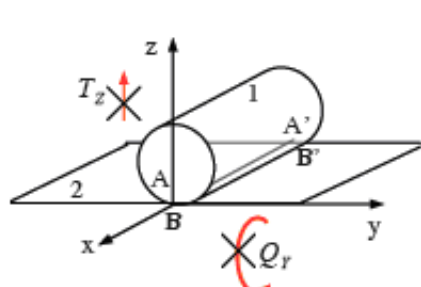


?

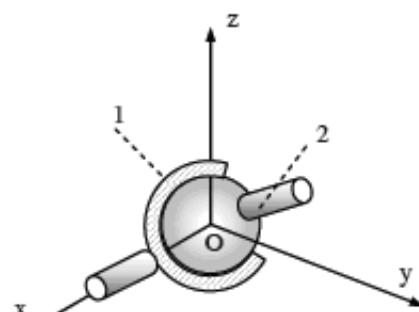
Khớp loại khớp có ưu điểm: khả năng chuyển tải lớn, lâu mòn, chịu lực lớn hơn so với khớp cao.

Khớp loại cao thể hiện được những chuyển động phức tạp hơn so với khớp loại thấp.

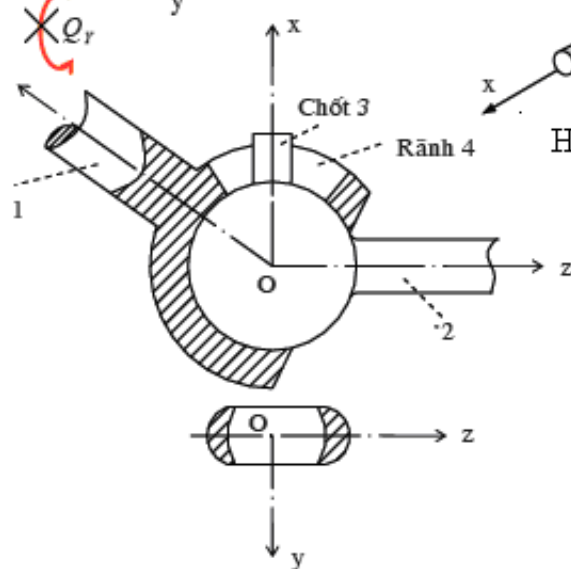
2. Ví dụ về khớp động



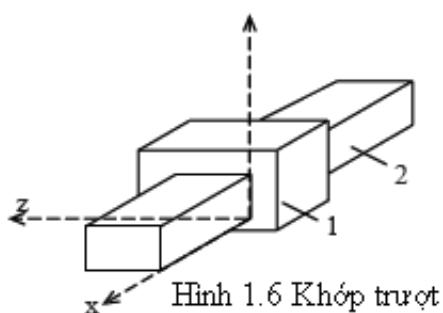
Hình 1.3



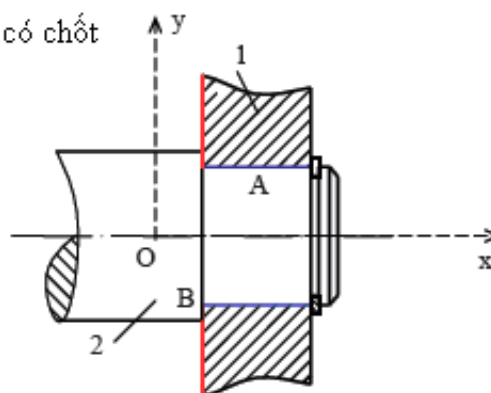
Hình 1.4 Khớp cầu



Hình 1.5 Khớp cầu có chốt



Hình 1.6 Khớp trượt



Hình 1.7 Khớp quay

a. Ví dụ 1: Cho hình trụ tròn xoay (khâu 1) tiếp xúc với tấm phẳng (khâu 2) theo mặt đường sinh, ta được các mặt khớp động (hình 1.3). Số bậc tự do tương đối giữa hai khâu đi là 2 (Q_Y, T_Z) $\Rightarrow$ khớp động này là khớp loại 2. Thành phần khớp động là các đường nên khớp động này là mặt khớp cao.

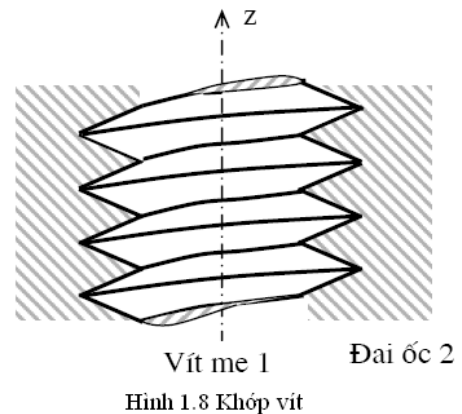
b. Ví dụ 2: Hai hình cầu tiếp xúc với nhau (hình 1.4) cho ta mặt khớp động. Số bậc tự do tương đối giữa hai khâu đi là 3 (T_X, T_Y, T_Z), nên đây là mặt khớp cầu loại 3. Thành phần khớp động là các mặt cầu, do vậy khớp cầu nói trên là mặt khớp thấp.

c. Ví dụ 3: Khớp cầu có chốt (hình 1.5): Khác với khớp cầu loại 3 trên đây, trên khâu 2 của khớp cầu này có gắn thêm chốt 3, trên khâu 1 có xẻ rãnh 4. Khi đó, khâu hai chỉ còn hai khả năng chuyển động tương đối so với khâu 1: chuyển động quay Q_X xung quanh trục x và chuyển động quay Q_Y xung quanh trục y. Khớp này chỉ có 4 bậc tự do tương đối, do vậy là khớp loại 4. Thành phần khớp động là các mặt cầu nên đây là mặt khớp thấp.

d. Ví dụ 4: Khớp tịnh tiến (khớp trượt – hình 1.6): số bậc tự do tương đối giữa hai khâu đi là 5 (chỉ khâu 1 chuyển động tịnh tiến T_X) nên khớp trượt là khớp loại 5. Thành phần khớp động là các mặt phẳng, nên khớp trượt là mặt khớp thấp.

e. Ví dụ 5: Khớp quay (khớp bản lề – hình 1.7): số bậc tự do tương đối giữa hai khâu đi là 5 (chỉ khâu 1 chuyển động quay Q_X) nên khớp quay là mặt khớp loại 5. Thành phần khớp động là các mặt trụ tròn xoay A và các phần mặt phẳng B, nên đây là mặt khớp thấp.

f. Ví dụ 6: Khớp vít (ví dụ vít me-đai ốc – hình 1.8): khâu 1 có hai khả năng chuyển động tương đối so với khâu 2, đó là hai chuyển động T_Z và Q_Z . Tuy nhiên hai khả năng chuyển động này phụ thuộc lẫn nhau (khi giết vít me cố định và xoay đai ốc một góc nào đó quanh trục Oz thì đai ốc sẽ tịnh tiến một khoảng xác định dọc theo trục Oz). Do vậy khớp vít là khớp loại 5. Thành phần khớp động là các mặt ren vít nên đây là mặt khớp thấp.



3. Loại các khớp

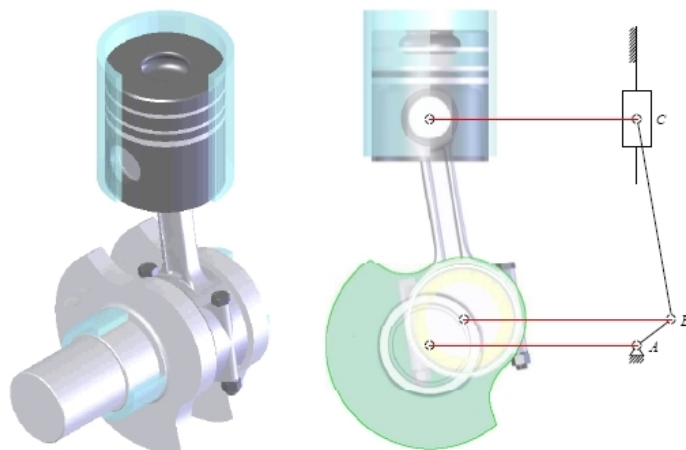
Trên thực tế, kết cấu khâu và khớp rất phức tạp. Để thuận tiện cho việc nghiên cứu các bài toán về cơ cấu, người ta biểu diễn các khớp động khác nhau bằng các lược đồ.

Lưu ý các mặt khớp thông dụng

Khớp cầu (khớp thấp, loại 3)	
Khớp cầu có chốt (Khớp thấp, loại 4)	
Khớp tịnh tiến (khớp thấp, loại 5)	
Khớp bản lề (khớp thấp, loại 5)	
Khớp vít (khớp thấp, loại 5)	
Khớp cao phẳng (khớp bánh răng phẳng, khớp cam phẳng...) (khớp cao, loại 4)	

4. Lưu ý các khâu

- Các khâu cũng được thể hiện qua các lưu ý dưới đây là lưu ý các khâu.
- Trên lưu ý khâu phải thể hiện đầy đủ các khớp động, các kích thước có ảnh hưởng đến chuyển động của khâu và chuyển động của cơ cấu.



Hình 1.9 Lưu ý khâu

IV. Chuỗi đi ng và c c u

1. Chuỗi đi ng

- Chuỗi đi ng là tập hợp các khâu đi c nối v i nhau bằng các khớp đi ng.
- Dựa trên cấu trúc chuỗi đi ng, ta phân chuỗi đi ng thành hai loại: chuỗi đi ng hở và chuỗi đi ng kín.
 - + Chuỗi đi ng hở : là chuỗi đi ng trong đó các khâu chỉ đi c nối v i một khâu khác.
 - + Chuỗi đi ng kín là chuỗi đi ng trong đó mỗi khâu đi c nối ít nhất v i hai khâu khác (các khâu tạo thành các chu vi khép kín, mỗi khâu tham gia ít nhất hai khớp đi ng).
- Dựa trên tính chất chuyển đi ng, ta phân biệt chuỗi đi ng không gian và chuỗi đi ng phẳng.
 - Chuỗi đi ng không gian có các khâu chuyển đi ng trên các mặt phẳng không song song v i nhau, còn trong chuỗi đi ng phẳng, tất cả các khâu chuyển đi ng trên nh iều mặt phẳng song song v i nhau.

Ví dụ: chuỗi đi ng trên hình 1.10, có 4 khâu nối nhau bằng 3 khớp quay và 1 khớp trượt, các khớp quay có đi ng trục song song v i nhau và vuông góc v i phẳng trượt của khớp trượt, do đó cả 4 khâu có mặt phẳng chuyển đi ng song song v i nhau. Hơn nữa mỗi khâu trong chuỗi đi ng nối đi ng v i 2 khâu khác, nên chuỗi đi ng nói trên là mặt chuỗi đi ng phẳng kín. Thông thường, chuỗi đi ng trên hình 1.11 cũng là chuỗi đi ng phẳng kín.

Chuỗi đi ng trên hình 1.12 gồm 4 khâu, nối nhau bằng 3 khớp quay có đi ng trục vuông góc v i nhau từng đôi một, do đó các khâu chuyển đi ng trong các mặt phẳng không song song v i nhau. Mặt khác, khâu 3 và khâu 4 chỉ đi c nối v i một khâu khác nên đây là mặt chuỗi đi ng không gian hở .

2. C c u

- C c u là mặt chuỗi đi ng có mặt khâu c định và chuyển đi ng theo quy luật xác định. Khâu c định đi c gọi là giá.

- Phân loại c c u: thông thường nh iều đi v i chuỗi đi ng, ta cũng có:

+ C c u phẳng.

Ví dụ, chọn khâu 4 trong chuỗi đi ng phẳng kín hình 1.10, khâu 6 trong chuỗi đi ng phẳng kín hình 1.12 làm giá, ta đi c các c c u phẳng (hình 1.13, hình 1.14).

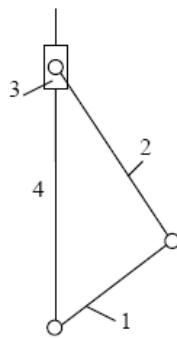
+ C c u không gian.

Ví dụ, chọn khâu 4 trong chuỗi đi ng không gian hở hình 1.12 làm giá, ta có c c u không gian (hình 1.15).

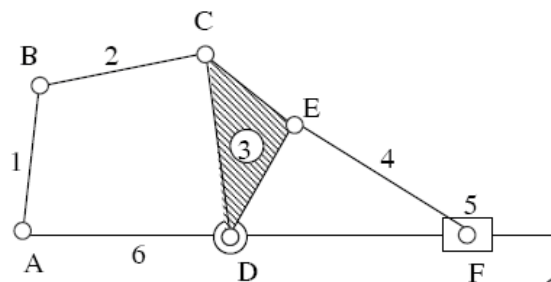
+ C c u kín, ví dụ: hình 1.13, hình 1.14

+ C c u hở, ví dụ: c c u tay máy hình 1.15

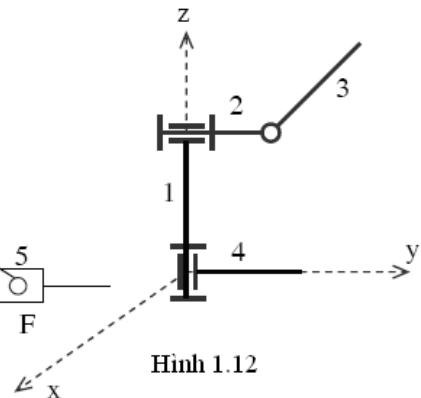
- Các c c u cũng đi c biểu diễn bằng các lược đồ gọi là lược đồ c c u.



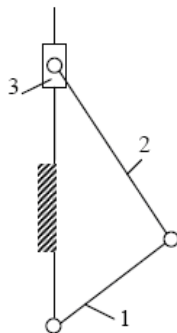
Hình 1.10



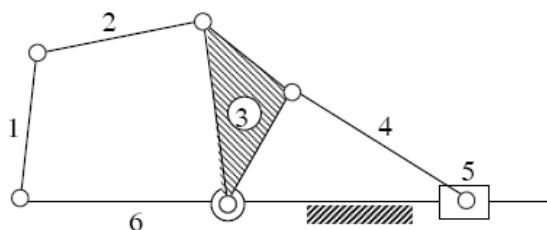
Hình 1.11



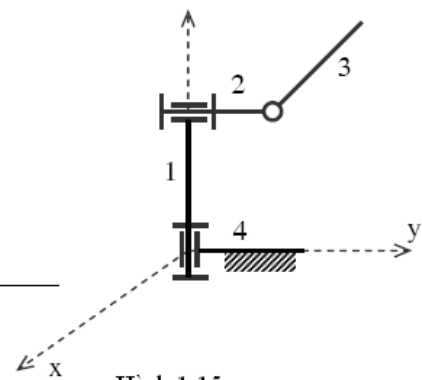
Hình 1.12



Hình 1.13



Hình 1.14



Hình 1.15

V. Máy

1. Định nghĩa: Máy là tập hợp các vật thể liên kết với nhau, dùng để biến đổi năng lượng, biến đổi chuyển động, gia công vật liệu và xử lý các thông tin, với mục đích nâng cao năng suất, thay thế hoặc làm nhẹ bớt lao động trí óc và lao động tay chân của con người.

2. Phân loại: Máy được chia thành máy biến đổi năng lượng và máy công tác.

+ Máy biến đổi năng lượng: dùng để biến đổi năng lượng từ dạng này sang dạng khác. Loại này được chia thành hai loại: biến đổi các dạng năng lượng khác thành cơ năng (động cơ điện, động cơ đốt trong v.v...) và từ cơ năng thành các dạng năng lượng khác (máy phát điện, máy nén khí v.v...)

+ Máy công tác: dùng để làm nhẹ bớt hoặc thay thế sức lao động của con người. Năng lượng được truyền đến máy công tác và sinh công, làm thay đổi hình dạng, kích thước, tính chất, trạng thái, vị trí của vật thể được gia công, cũng như làm nhẹ bớt hoặc thay thế các hoạt động logic của con người (máy nâng chuyển, máy tính, máy gia công kim loại v.v...)

Theo phương pháp điều khiển chuyển động, máy được chia thành:

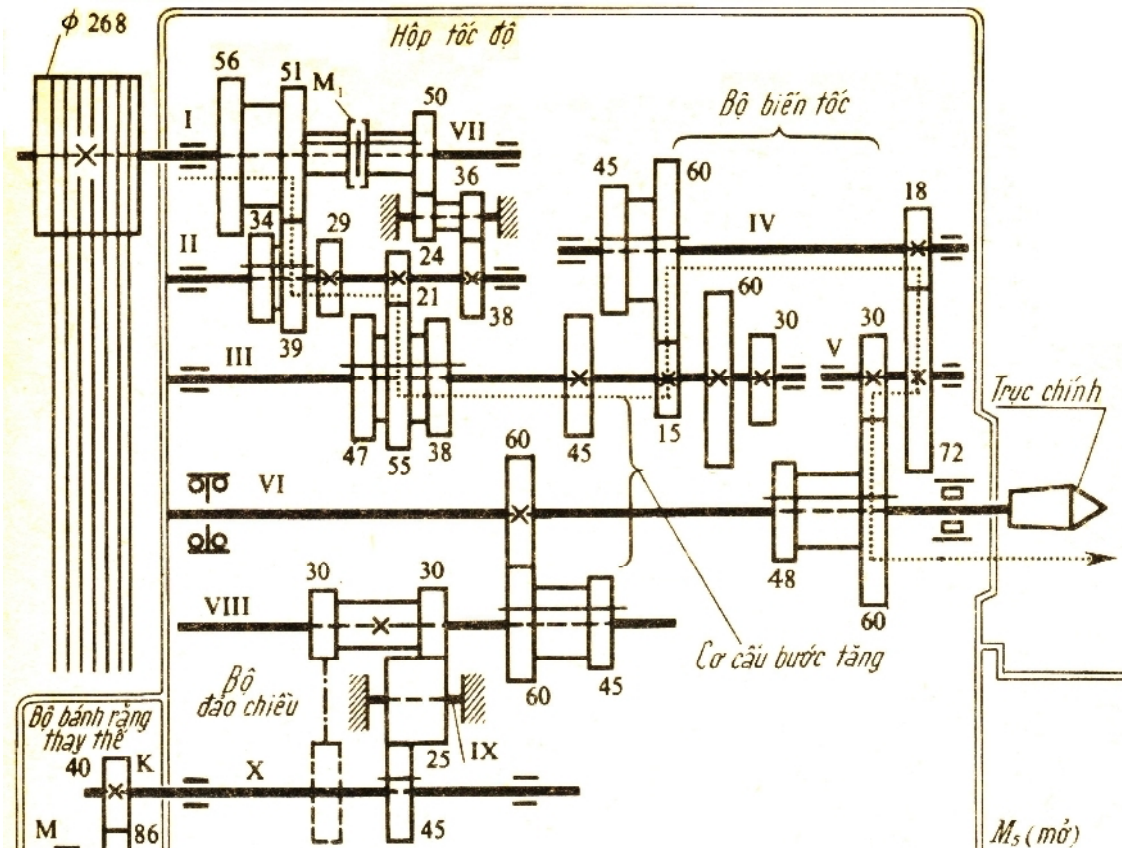
+ Máy điều khiển bằng tay: người công nhân phải trực tiếp thao tác điều khiển.

+ Máy bán tự động: một số động tác phải điều khiển bằng tay, một số động tác được tự động.

+ Máy tời dùng: tất cả các công việc đều được thực hiện theo chương trình định sẵn, như số dùng thiết bị điện tời được biết (máy cắt kim loại dùng khi cần theo chương trình số, ngói máy công nghiệp v.v...).

VI. Sơ đồ dùng

Trong máy, các khâu nối dùng với nhau để truyền chuyển dùng hoặc thực hiện các quy luật truyền dùng nhất định. Để đơn giản, ngói ta quy định cách biểu diễn truyền dùng của khâu bằng các sơ đồ dùng. Dưới đây là sơ đồ dùng hộp tời máy tiện vùn nặng 16K20./



Bài 2. BẢNG TÍNH DO CẢM CẤU

Mục tiêu : - Xác định được số bậc tự do của một số cấu trúc tĩnh gộp

I. Khái niệm bậc tự do của cấu trúc

- Bậc tự do (btd) của cấu trúc là số thông số để lập nên thiết kế xác định hoàn toàn vị trí của cấu trúc, nó cũng là số khả năng chuyển động tương đối để lập cấu trúc đó.

II. Công thức tính bậc tự do của cấu trúc không gian

- Xét cấu trúc gồm giá đỡ định và n khâu động, ta có:

$$W = W_0 - R \quad (2.1)$$

W_0 : bậc tự do tương đối của các khâu động nếu rời rạc.

R : số ràng buộc của tất cả khớp động trong cấu trúc (tổng số btd bị hạn chế).

W : bậc tự do của cấu trúc

1. Số bậc tự do trong cấu trúc

- Một khâu rời rạc trong không gian có 6 btd, do đó btd tương đối của n khâu động là $W_0 = 6n$

- Để tính bậc tự do của cấu trúc, cần tính R .

2. Số ràng buộc của khớp trong cấu trúc

- Khớp loại k hạn chế k bậc tự do. Nếu gọi p_k là số khớp loại k của trong cấu trúc thì tổng các ràng buộc do p_k khớp loại k gây nên là $(k.p_k)$. Do đó:

$$R = \sum_1^5 k.p_k \quad (2.2)$$

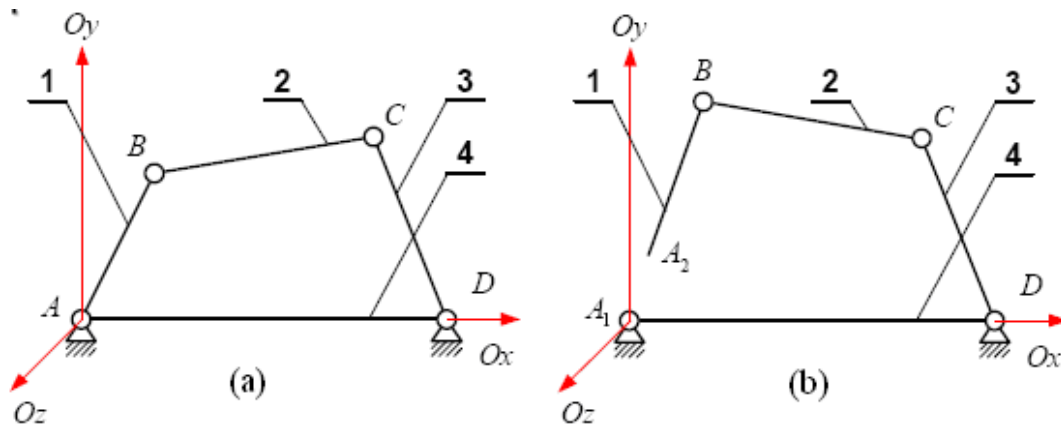
$$\text{Suy ra:} \quad W = 6n - \sum_1^5 k.p_k \quad (2.3)$$

- Trong thực tế, số ràng buộc thực tế nhỏ hơn giá trị trên vì trong cấu trúc tồn tại các ràng buộc trùng.

- Đối với các cấu trúc mà liên kết là mặt hay mặt số đa giác đóng kín, ta phải xét đến các ràng buộc trùng trong công thức tính bậc tự do. Gọi R_0 là số ràng buộc trùng.

$$\text{- Tổng số ràng buộc trong cấu trúc: } R = \sum_1^5 k.p_k - R_0 \quad (2.4)$$

Để hiểu rõ về số ràng buộc trùng, ta xét ví dụ với cơ cấu bánh khâu bên lề sau:



Hình 2.1 Cơ cấu bánh khâu bên lề

+ Ràng buộc trực tiếp: ràng buộc giữa hai khâu do khớp nối trực tiếp giữa 2 khâu đó được gọi là ràng buộc trực tiếp.

+ Ràng buộc gián tiếp: nếu tháo khớp A (hình 2.1 b), giữa khâu 1 và 4 có ràng buộc gián tiếp: (1) $\cancel{T_{Oz}}$ (2) $\cancel{Q_{Ox}}$ (3) $\cancel{Q_{Oy}}$

+ Ràng buộc trùng: nếu khâu 1 và 4 bằng khớp A, giữa chúng có ràng buộc trực tiếp sau: (1) $\cancel{T_{Oz}}$ (2) $\cancel{Q_{Ox}}$ (3) $\cancel{Q_{Oy}}$ (4) $\cancel{Q_{Ox}}$ (5) $\cancel{Q_{Oy}}$

=> có 3 ràng buộc trùng ($T_{Oz} - Q_{Ox} - Q_{Oy}$).

Ràng buộc trùng chỉ xảy ra ở khớp đóng kín của cơ cấu.

3. Công thức tính bậc tự do của cơ cấu không gian

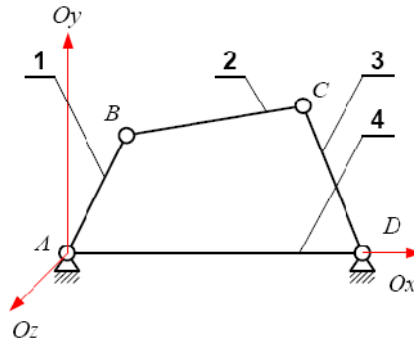
$$W = 6n - \left(\sum_{k=1}^5 k.p_k - R_0 \right) \quad (2.5)$$

Ngoài ra, trong số các bậc tự do được tính theo công thức (2.5), có thể có những bậc tự do không có ý nghĩa đối với vị trí các khâu đang trong cơ cấu, nghĩa là không ảnh hưởng gì đến cấu hình của cơ cấu, ví dụ chuyển động quay xung quanh trục của con lăn trong cơ cấu cam – cùn lăn. Các bậc tự do này gọi là bậc tự do thừa W_{th} và phải loại bỏ đi khi tính toán bậc tự do của cơ cấu.

Tóm lại, công thức tổng quát để tính bậc tự do của cơ cấu không gian:

$$W = 6n - \left(\sum_{k=1}^5 k.p_k - R_0 \right) - W_{th} \quad (2.6)$$

Ví dụ 1: Tính bậc tự do của cơ cấu 4 khâu bản lề



Hình 2.2 Cơ cấu bản lề 4 khâu bản lề

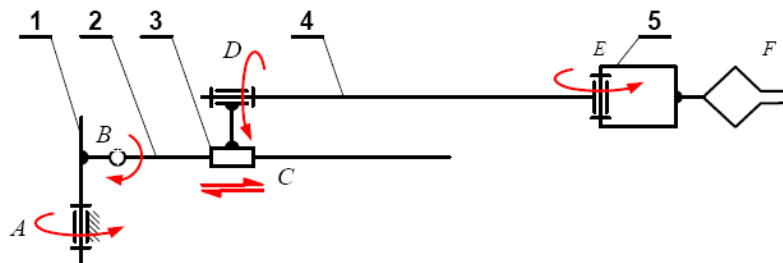
Số khâu động: $n = 3$

Số khớp loại I: $p_5 = 4$

Số ràng buộc trùng: $R_0 = 3$

Bậc tự do của cơ cấu: $W = 6 \times 3 - (5 \times 4 - 3) = 1 \text{ btd}$

Ví dụ 2: Tính bậc tự do của cơ cấu bàn tay máy



Hình 2.3 Cơ cấu cơ cấu bàn tay máy

Số khâu động $n = 5$

Số khớp loại I: $p_5 = 5$

Bậc tự do của cơ cấu: $W = 6 \times 5 - (5 \times 5) = 5 \text{ btd}$

III. Công thức tính bậc tự do của cơ cấu phẳng

Cơ cấu phẳng là cơ cấu có các khâu được xem như nằm trên cùng một mặt phẳng (hay trên các mặt phẳng song song nhau). Xét cơ cấu phẳng gồm n khâu động nối với nhau bằng p_4 khớp loại 4 (khớp bánh răng phẳng, khớp cam phẳng) và p_5 khớp loại 5 (khớp quay, khớp tịnh tiến).

1. Số bậc tự do trong cơ cấu phẳng

Một khâu rời rạc có 3 btd $\Rightarrow$ btd riêng của n khâu động là $W = 3n$

Đó tính bậc tự do của cơ cấu, cần tính R .

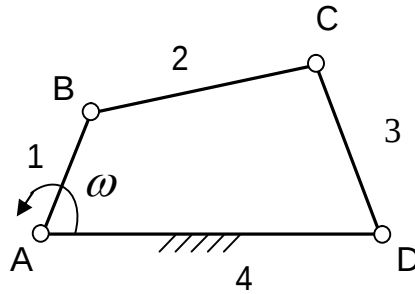
2. Số ràng buộc chia trong cơ cấu phẳng

Khớp loại 4 chia 1 thêm ràng buộc.

Khớp loại 5 chia 2 thêm ràng buộc.

=> tổng số ràng buộc trong cơ cấu: $R = (1p_4 + 2p_5) - R_0$

Ví dụ 1: Cơ cấu 4 khâu bản lề phẳng



Hình 2.4 Cơ cấu bản lề khâu bản lề

Tổng số khâu đường: $n = 3$ (1, 2, 3)

Số khớp loại 4: $p_4 = 0$

Số khớp loại 5: $p_5 = 4$

Bậc tự do của cơ cấu: $W = 3.3 - (2.4 + 0) = 1$ btd

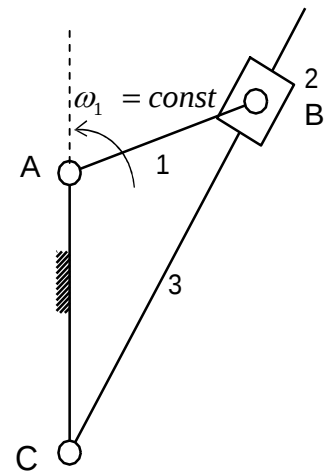
Ví dụ 2: Cơ cấu Cu-lít phẳng

$n = 3$

$p_4 = 0$

$p_5 = 4$

=> $W = 3.3 - (2.4 + 0) = 1$ btd



Hình 2.5 Cơ cấu Cu-lít

IV. Bậc tự do của - Ràng buộc của

1. Bậc tự do của

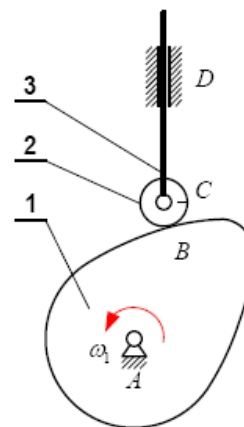
Ví dụ: Tính bậc tự do của cơ cấu cam cùn đẩy con lăn.

Ta có: $n = 3$

$p_4 = 1$

$p_5 = 3$

=> $W = 3.3 - (2.3 + 1) = 2$ btd



Hình 2.6 Cơ cấu cam cùn đẩy con lăn

- Trong thực tế, cơ cấu bên trên có 1 btd vì chuyển động lăn của con lăn 2 quanh khớp B không ảnh hưởng đến chuyển động có ích của cơ cấu nên không được tính vào bậc tự do của cơ cấu.

- Bậc tự do thêm vào mà không làm ảnh hưởng đến chuyển động của cơ cấu gọi là btd thừa, ký hiệu là W_{th} .

$$\text{Suy ra: } W = 3n - (2p_5 + p_4) - W_{th}$$

- Trường hợp cơ cấu cam trên: $W = 3 \times 3 - (2 \times 3 + 1) - 1 = 1$ btd

2. Ràng buộc thừa

Ví dụ: Tính bậc tự do của cơ cấu hình bình hành

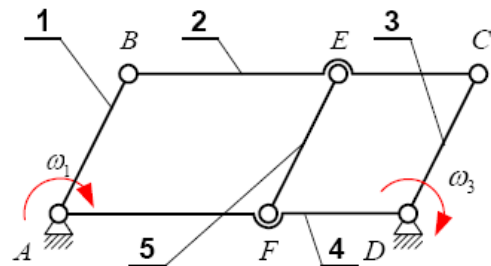
Ta có:

$$n = 4$$

$$p_4 = 0$$

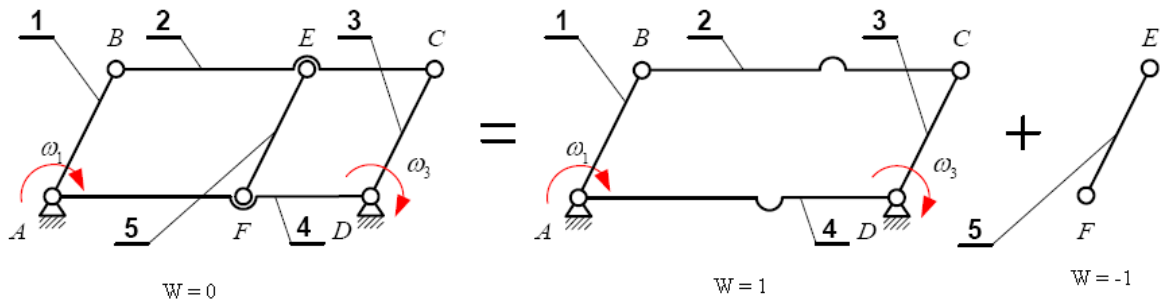
$$p_5 = 6$$

$$\Rightarrow W = 3 \times 4 - (2 \times 6 + 0) = 0 \text{ btd}$$



Hình 2.7 Cơ cấu hình bình hành

- Ở đây, ta cần chú ý khâu 5 không có tác động gì trong chuyển động của cơ cấu ABCD. Nếu bỏ khâu 5 ra, cơ cấu trở thành cơ cấu 4 khâu bên phải với btd bằng 1.



- Khi thêm khâu 5 và 2 khớp ở E, F vào, điều này có nghĩa:

+ Thêm khâu 5 (EF) $\Rightarrow$ thêm 3 bậc tự do

+ Thêm 2 khớp ở khâu 5 (E, F) $\Rightarrow$ thêm 4 ràng buộc

Do đó, thừa ra một ràng buộc.

- Gọi r là số ràng buộc thừa có trong cơ cấu, btd của cơ cấu phải:

$$W = 3n - (2p_5 + p_4 - r)$$

- Trong cơ cấu hình bình hành trên, thì $r = 1$:

$$\Rightarrow W = 3 \times 4 - (2 \times 6 - 1) = 1 \text{ btd}$$

Tóm lại, công thức tính bậc tự do:

+ Cơ cấu không gian

$$W = 6n - \left(\sum_{k=1}^5 k.p_k - R_0 \right)$$

+ C₀ c₀u ph₀ng

$$W = 3n - (2p_5 + p_4 - r) - W_{th}$$

V₀i: n: s₀ kh₀u đ₀ng

k: lo₀i kh₀p đ₀ng

p_k: s₀ kh₀p lo₀i k

R₀: s₀ ràng bu₀c trùng

r: s₀ ràng bu₀c th₀a

W_{th}: s₀ btd th₀a

V. Ý nghĩa b₀c t₀ do c₀ c₀u - Kh₀u đ₀ng và kh₀u b₀ đ₀ng

- B₀c t₀ do c₀ c₀u là s₀ thông s₀ đ₀c l₀p c₀n thi₀t đ₀ xác đ₀nh v₀ trí c₀ c₀u. Các thông s₀ này tr₀ c h₀t xác đ₀nh v₀ trí c₀ a m₀t s₀ kh₀u, t₀ đó tìm ra v₀ trí c₀ a các kh₀u còn l₀i trong c₀ c₀u.

- Cho các thông s₀ xác đ₀nh v₀ trí bi₀n thiên theo th₀i gian nghĩa là cho c₀ c₀u m₀t quy lu₀t chuy₀n đ₀ng t₀ bên ngoài. Kh₀u nh₀n quy lu₀t chuy₀n đ₀ng này g₀i là kh₀u đ₀ng. Thông th₀ng kh₀u đ₀ng n₀i v₀ i kh₀u c₀ đ₀nh b₀ng m₀t kh₀p lo₀i 5 (kh₀p quay). Nói chung, c₀ c₀u có bao nhiêu b₀c t₀ do, s₀ có b₀y nhiêu kh₀u đ₀ng.

- Ngoài giá và kh₀u đ₀ng ra, các kh₀u còn l₀i đ₀ c g₀i là kh₀u b₀ đ₀ng.

- Khái ni₀m kh₀u đ₀ng, kh₀u b₀ đ₀ng không có ý nghĩa đ₀i v₀ i các c₀ c₀u rôb₀t. Trong các c₀ c₀u này, không có kh₀u nào mà chuy₀n đ₀ng hoàn toàn ph₀ thu₀c vào chuy₀n đ₀ng c₀ a m₀t hay m₀t s₀ kh₀u khác, chuy₀n đ₀ng c₀ a m₀i kh₀u đ₀ c đ₀u khi₀n b₀ng m₀t kích ho₀t riêng bi₀t.

VI. Nguyên lý t₀ c₀ c₀u

M₀i c₀ c₀u đ₀ c t₀o thành b₀ng cách n₀i kh₀u đ₀ng v₀ i nh₀ng chu₀i đ₀ng có b₀c t₀ do b₀ng không v₀ i kh₀u c₀ đ₀nh (giá).

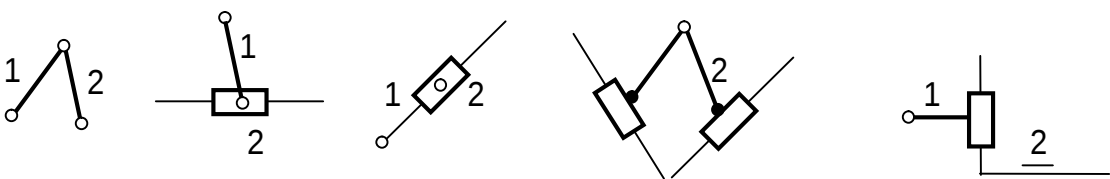
Hay nói cách khác, m₀t c₀ c₀u có W btd là c₀ c₀u đ₀ c t₀o thành b₀ i W kh₀u đ₀ng và nh₀ng nh₀m có btd b₀ng không.

$$W = W + (0 + \dots + 0)$$

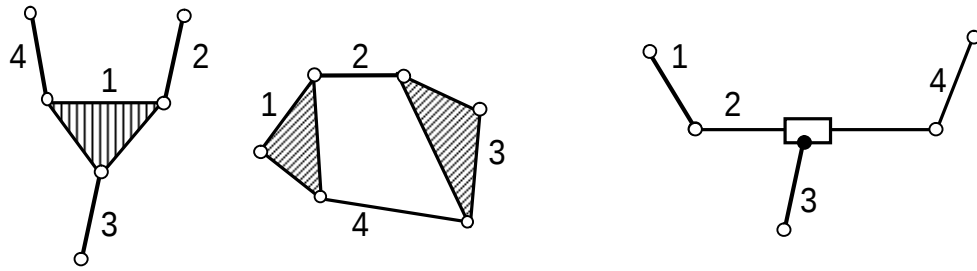
Do s₀ kh₀u, s₀ kh₀p ph₀i là s₀ nguyên đ₀ng, nên ta có các nhóm sau:

n	2	4	6	...
p ₅	3	6	9	...

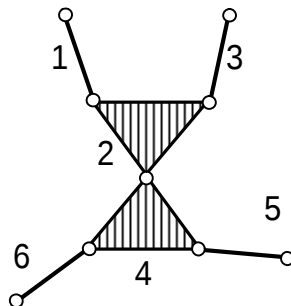
* Nhóm 2 kh₀u 3 kh₀p:



* Nhóm 4 khâu 6 khâu p:



* Nhóm 6 khâu 9 khâu p:



CÂU HỎI ÔN TẬP

1. Nêu định nghĩa và tính chất của khâu.
2. Trình bày các loại khâu p đúng.
3. Phân loại khâu i đúng.
4. Nêu định nghĩa và cấu tạo của khâu. Th nào là khâu dẫn và khâu bị dẫn?
5. Trình bày lý do cần quy định các khâu p đúng đã học.
6. Th nào là sơ đồ đúng?
7. Nêu định nghĩa và biểu thức do cấu trúc khâu.
8. Viết và giải thích công thức tính số khâu p đúng.
9. Tính số khâu p đúng do cấu trúc khâu tay quay con trượt. Cấu trúc khâu cam và khâu khâu culit