



**TRƯỜNG ĐẠI HỌC SƯ PHẠM KỸ THUẬT TP.HCM**  
**HO CHI MINH CITY UNIVERSITY OF TECHNICAL AND EDUCATION**

**KHOA CƠ KHÍ CHẾ TẠO MÁY**

**Bộ môn: Thiết kế máy**

**Bài giảng Phần II**  
**(Lưu hành nội bộ)**

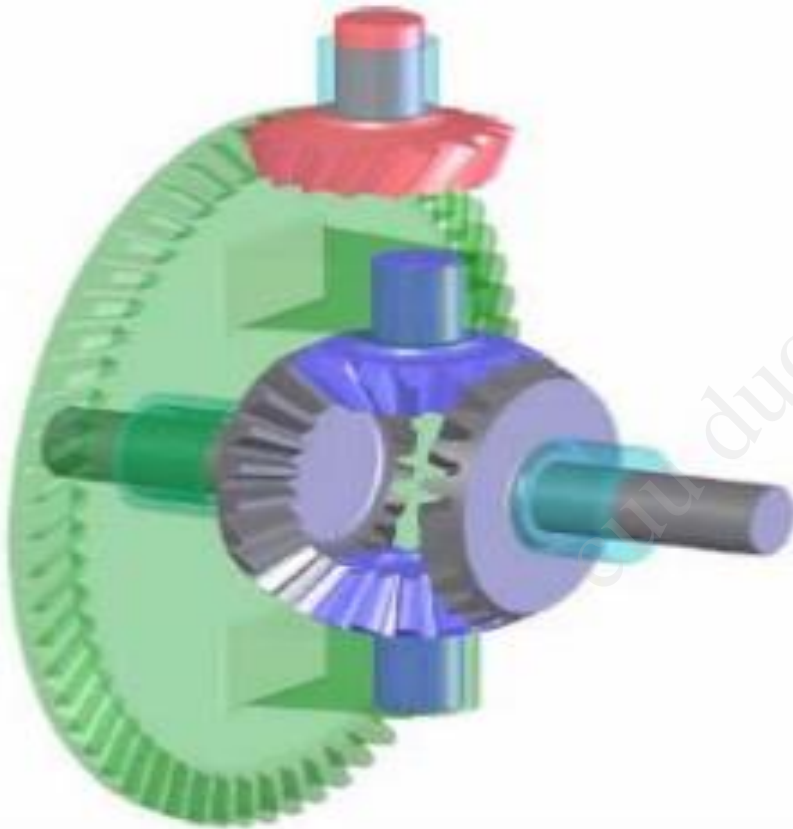
**Chương 3 HỆ BÁNH RĂNG**

**Biên soạn: TS. Nguyễn Minh Kỳ**



# HỆ BÁNH RĂNG

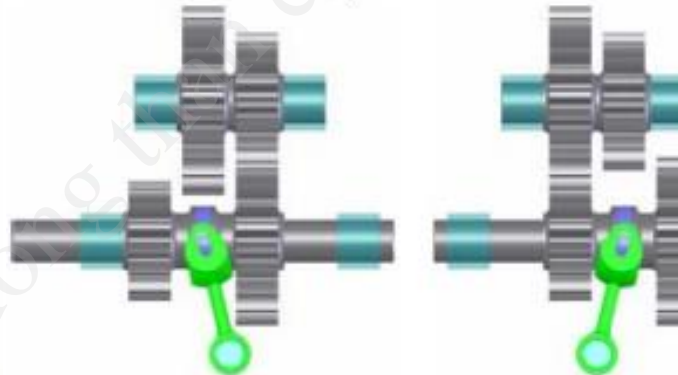
Ta không chỉ sử dụng một cặp bánh răng mà sử dụng nhiều cặp bánh răng nối với nhau, tạo thành một hệ thống và được gọi là hệ thống bánh răng hay hệ bánh răng.



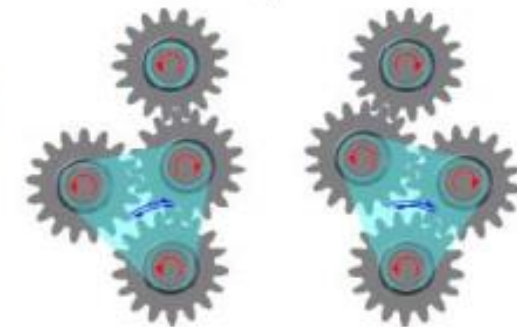
a)



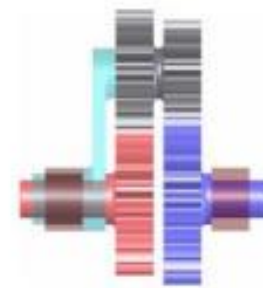
b)



c)



d)



e)





## I. Phân loại

**1. Hệ bánh răng thường:** Hệ bánh răng thường là hệ bánh răng trong đó tất cả các trục đều có đường tâm trục không thay đổi.

**2. Hệ bánh răng ngoại luân:** Là HBR có ít nhất một BR có đường tâm thay đổi và chia làm 3 loại.

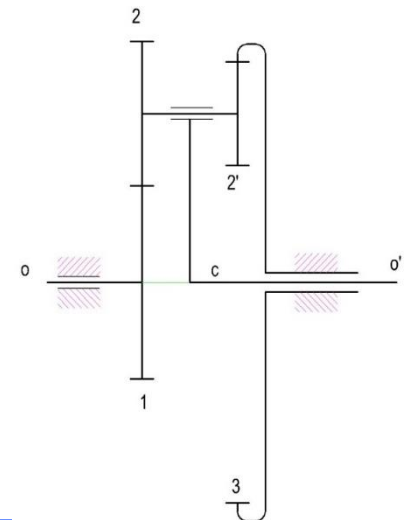
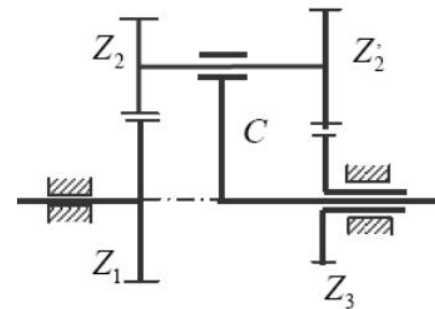
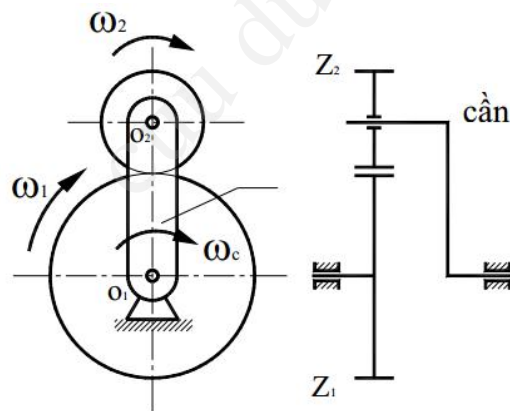
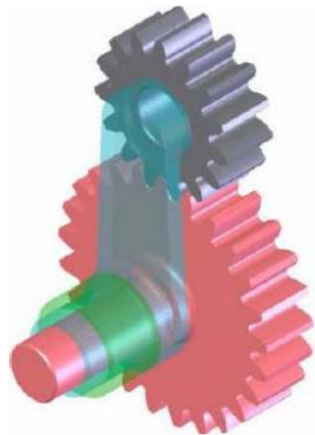
*a. Hệ bánh răng hành tinh*

2&2': Bánh răng vệ tinh (hệ hành tinh)

1&3: Các bánh răng trung tâm

c: cần

Là một dạng của HBR ngoại luân, có 1 bánh trung tâm cố định.



HBR ăn khớp ngoài    Ăn khớp trong



b. *HBR vi sai*: Là một dạng của HBR ngoại luân, không có bánh răng cố định.

c. *HBR vi sai kín*: Là hệ vi sai trong đó các bánh răng trung tâm đều không cố định, nhưng hai bánh răng trung tâm hoặc một bánh răng trung tâm và cần nối với nhau bằng hệ thường.

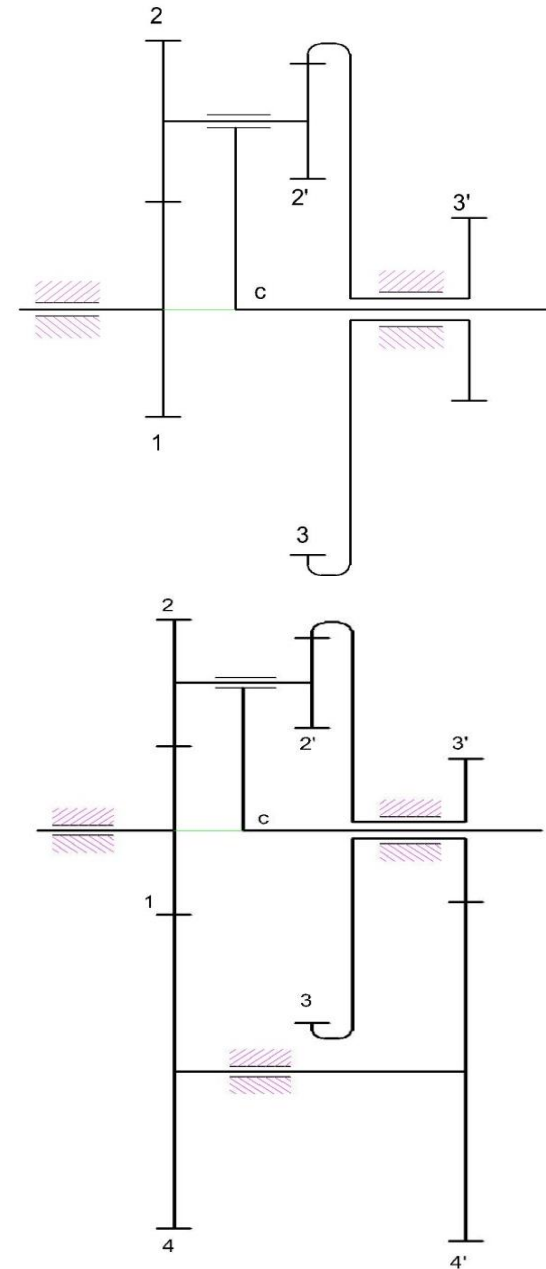
*Hệ thường khác hệ ngoại luân => Cần c*

Bậc tự do của 4 hệ trên:

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

$$r=0; s=0$$

H-1	H-2	H-3	H-4
n=4	n=3	n=4	n=5
$p_5 = 4$	$p_5 = 3$	$p_5 = 4$	$p_5 = 5$
$p_4 = 3$	$p_4 = 2$	$p_4 = 2$	$p_4 = 4$
<b>W=1</b>	<b>W=1</b>	<b>W=2??</b>	<b>W=1</b>





## 2. Tỷ số truyền

### a. Một cặp bánh răng

$$u_{12} = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{n_1}{n_2} = \pm \frac{z_2}{z_1}$$

(+) quay cùng chiều  $\Rightarrow \odot$

(-) quay ngược chiều  $\Rightarrow \ominus$

### b. HBR thường

Cho HBR thường như hình vẽ 1; với  $z_1, z_2, z_2', z_3, z_3', z_4$

Hãy thành lập công thức  $u_{14} = \frac{\omega_1}{\omega_4} = ?$

Giải:

Hình 1: lắp nối tiếp  $\Rightarrow$  “tích”

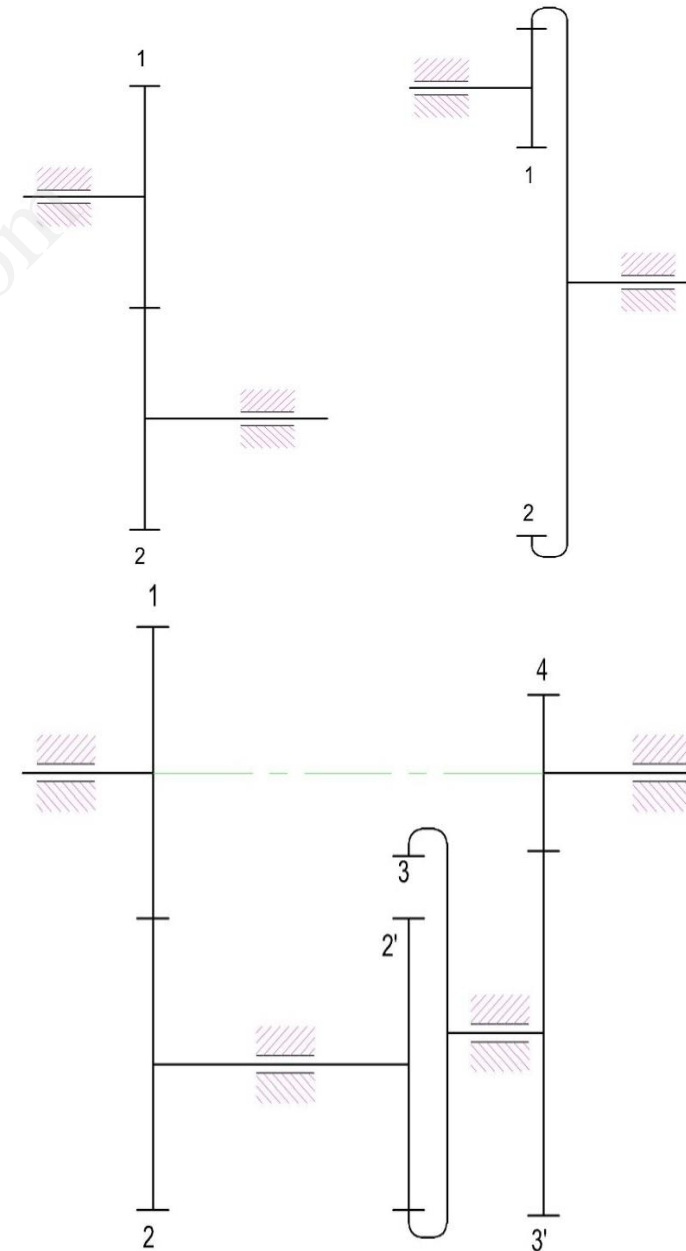
$$u_{14} = u_{12} \cdot u_{2'3} \cdot u_{3'4} = \left(-\frac{z_2}{z_1}\right) \left(+\frac{z_3}{z_2'}\right) \left(-\frac{z_4}{z_3'}\right) = (-1)^2 \frac{z_2 z_3 z_4}{z_1 z_2' z_3'}$$

Công thức tổng quát:

$$u_{1n} = (-1)^k \left( \frac{\text{Tích số các số răng bị bánh dẫn}}{\text{Tích số các số răng bánh dẫn}} \right)$$

k: là số cặp BR ăn khớp ngoài của hệ

- Đối với hệ BR không gian (BR côn, TV-BV), ta vẫn dùng công thức trên, tuy nhiên  $(-1)^k$  không có nghĩa. Khi cần xác định chiều quay của các bánh răng ta xác định trực tiếp trên hình.



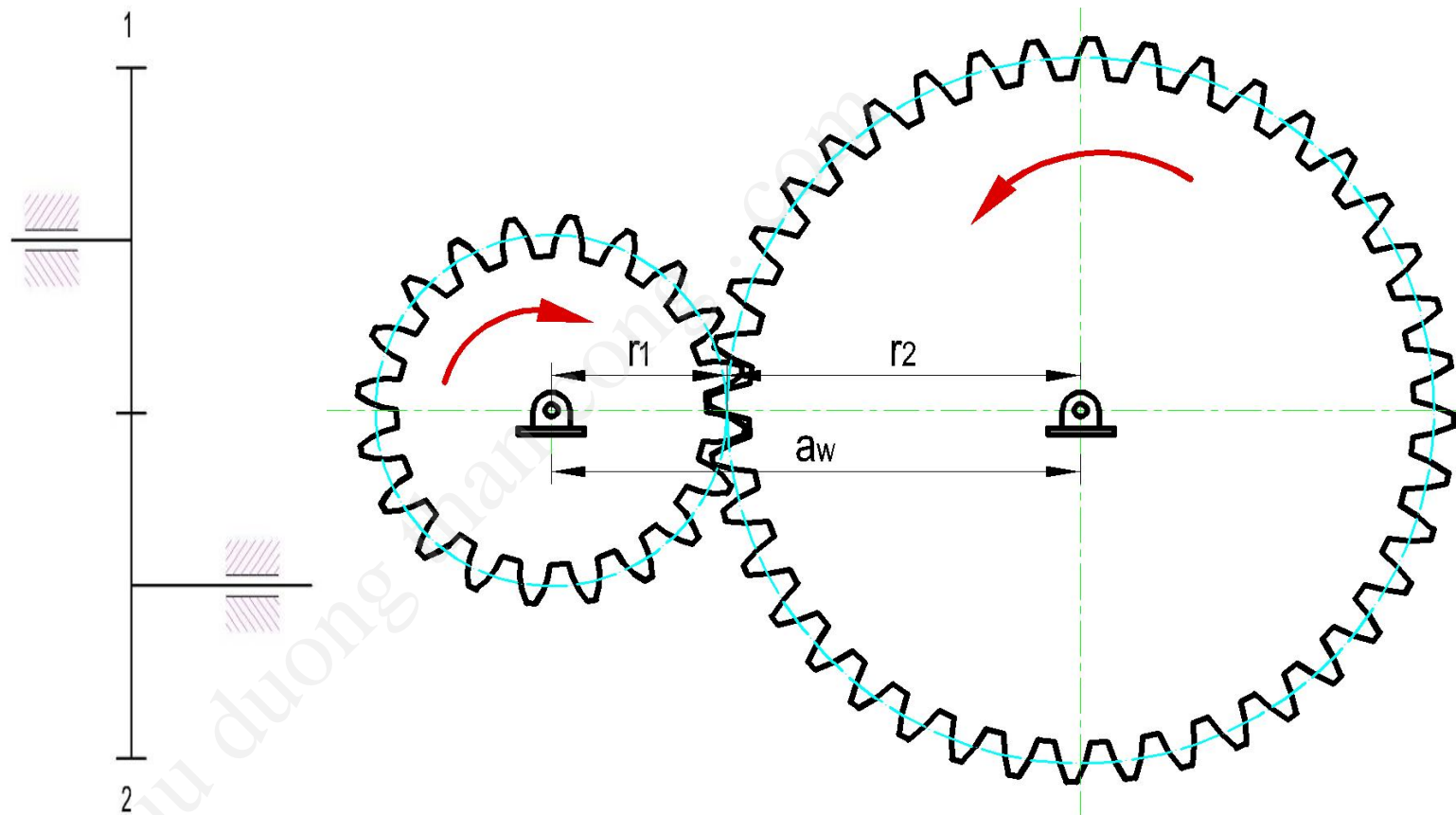


From above, we see that the train value is the reciprocal of speed ratio.

External mesh

Speed ratio:

$$\begin{aligned} u &= \frac{\omega_1}{\omega_2} \\ &= \frac{n_1}{n_2} \\ &= -\frac{Z_2}{Z_1} \end{aligned}$$



Center distance

$$a_w = r_1 + r_2 = \frac{1}{2} m(Z_1 + Z_2)$$

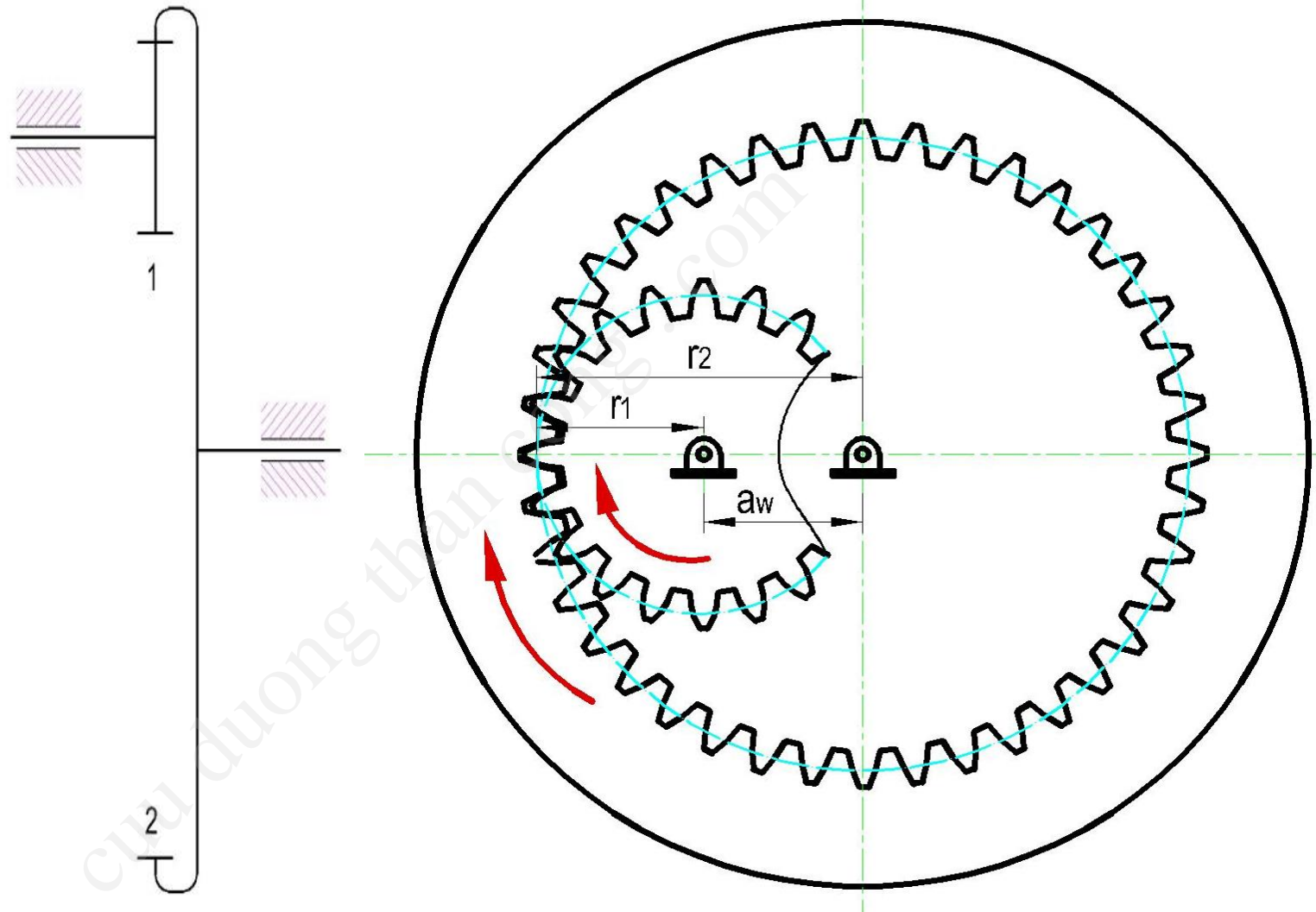




Internal mesh

Speed ratio

$$\begin{aligned} u &= \frac{\omega_1}{\omega_2} \\ &= \frac{n_1}{n_2} \\ &= + \frac{Z_2}{Z_1} \end{aligned}$$



$$\text{Center distance: } a_w = r_2 - r_1 = \frac{1}{2} m (Z_2 - Z_1)$$



### c. HBR ngoại luân

Cho hệ BR như hình-2.  $z_1 = 20, z_2 = 60, z'_2 = 25, z_3 = 105$

$$\text{Tính: } u_{1c} = \frac{\omega_1}{\omega_c} = ?$$

Áp dụng phương pháp chuyển động tương đối, ta có:

Nghĩa là: xem như cần c đứng yên. Khi đó mỗi khâu trên hệ sẽ có thêm chuyển động  $\omega_c$  ( $-\omega_c$ ).

$$\text{Khâu 1 (} z_1) = \omega_1 - \omega_c$$

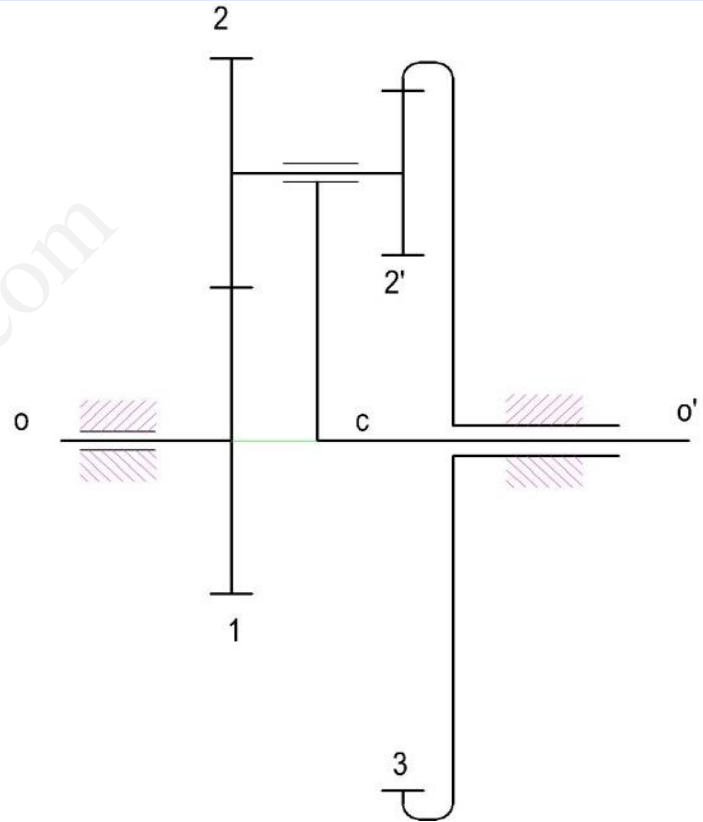
$$\text{Khâu 2 (} z_2) = \omega_2 - \omega_c$$

$$\text{Khâu 3 (} z_3) = \omega_3 - \omega_c$$

$$\text{Cần c} = \omega_c - \omega_c$$

$$u_{13/c} = \frac{\omega_1 - \omega_c}{\omega_3 - \omega_c} = \frac{\omega_1 - \omega_c}{-\omega_c} = 1 - \frac{\omega_1}{\omega_c}$$

$$= (-1)^1 \frac{z_2 z_3}{z_1 z'_2} = (-1)^1 \frac{60 \cdot 105}{20 \cdot 25} = -\frac{63}{5}$$



$$\Rightarrow 1 - \frac{\omega_1}{\omega_c} = -\frac{63}{5} \Rightarrow u_{1c} = \frac{\omega_1}{\omega_c} = 13.6$$





Ví dụ 2: Cho HBR như hình vẽ 3

$$z_1 = 20, z_2 = 60, z'_2 = 25, z_3 = 105$$

$$\omega_1 = 13.6 \left(\frac{rad}{s}\right), \omega_c = -1 \left(\frac{rad}{s}\right)$$

Tính  $\omega_3 = ?$

Hệ bánh răng vi sai:

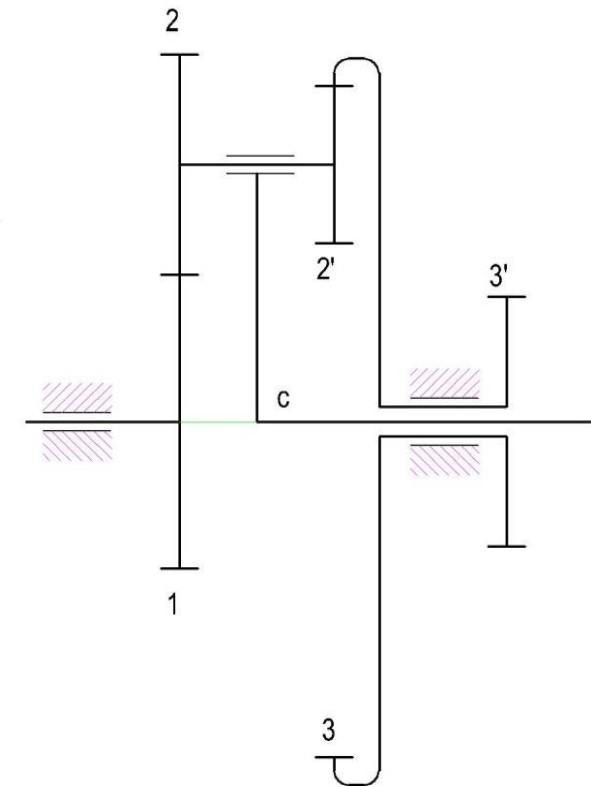
Tương tự ví dụ trên, ta có:

$$\Rightarrow \omega_3 =$$

$$u_{13/c} = -\frac{63}{5}$$

$$\frac{\omega_1 - \omega_c}{\omega_3 - \omega_c} = -\frac{63}{5}$$

$$\frac{\omega_1 + 1}{\omega_3 + 1} = -\frac{63}{5}$$



**Mở rộng:** Giả thiết rằng chưa cho  $z_2$ ,

+ Hãy trình bày cách tính  $z_2$ , biết có cùng modul (m).

+ Tính bậc tự do

Giải:

Ta có khoảng cách trục bằng nhau.

$$a_{w12} = a_{w2'3}$$

$$a_{w12} = 0.5m(z_1 + z_2) = 0.5m(z_3 - z_{2'})$$

$$\Rightarrow z_2 = (z_3 - z_{2'}) - z_1 = 60$$

BTD:

$$n=4$$

$$p_5 = 4$$

$$p_4 = 2$$

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