



Chương 9 CƠ CẤU BÁNH RĂNG

PHẦN III: HỆ BÁNH RĂNG



I. ĐẠI CƯƠNG

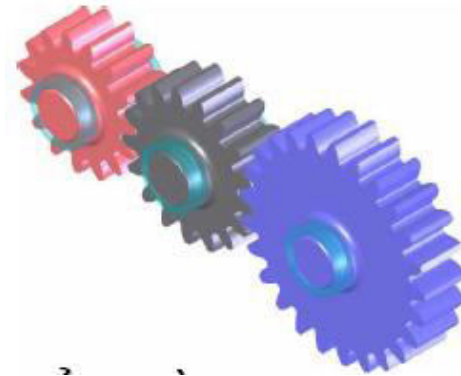
Hệ bánh răng là hệ thống bao gồm nhiều BR lần lượt ăn khớp nhau, tạo thành một chuỗi

1. Công dụng

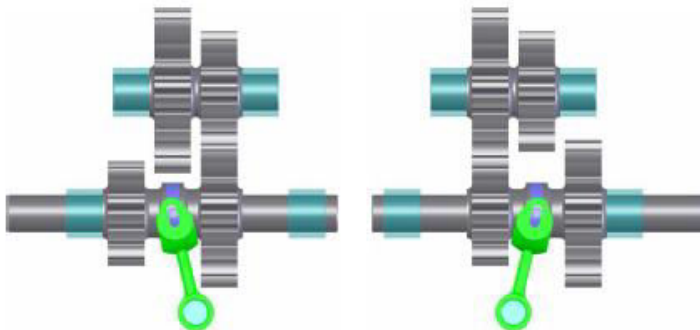
1) Thực hiện tỷ số truyền lớn



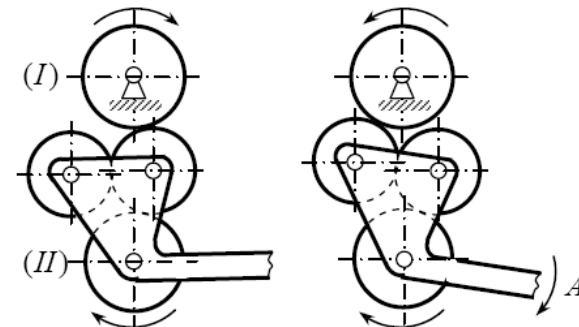
2) Truyền động giữa hai trục xa nhau



3) Thay đổi tỷ số truyền



4) Thay đổi chiều quay



5) Tổng hợp hay phân tách chuyển động

Khoa Cơ Khí – Công Nghệ

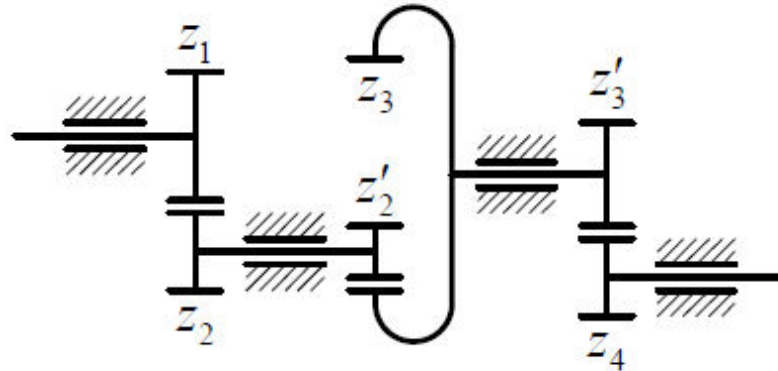
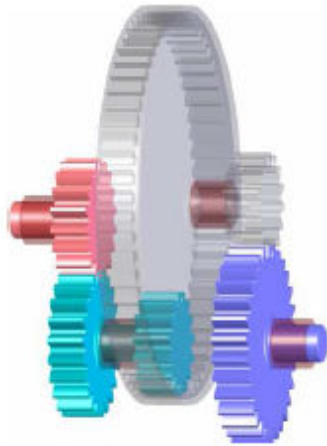
Trường ĐH Nông Lâm TP HCM



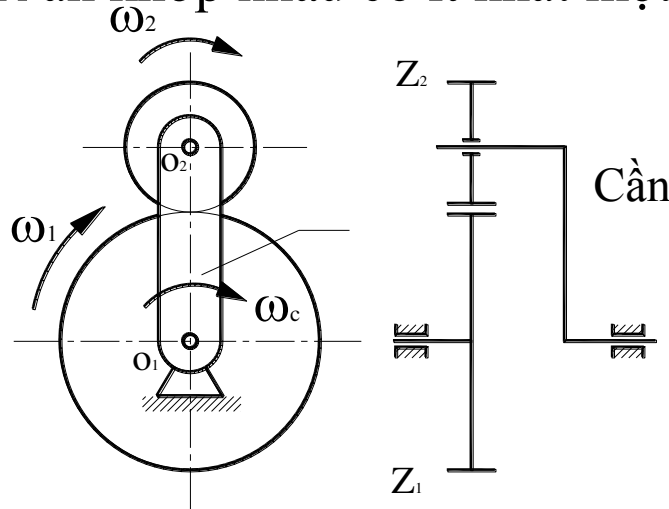
I. ĐẠI CƯƠNG

2. Phân loại

+ Hệ BR thường: đường trục của tất cả các BR đều cố định



+ Hệ BR vi sai: mỗi cặp BR ăn khớp nhau có ít nhất một BR có đường trục di động



+ Hệ BR hỗn hợp: hệ gồm hệ BR thường và hệ BR vi sai



II. HỆ BÁNH RĂNG THƯỜNG

Tỷ số truyền của một cặp BR:

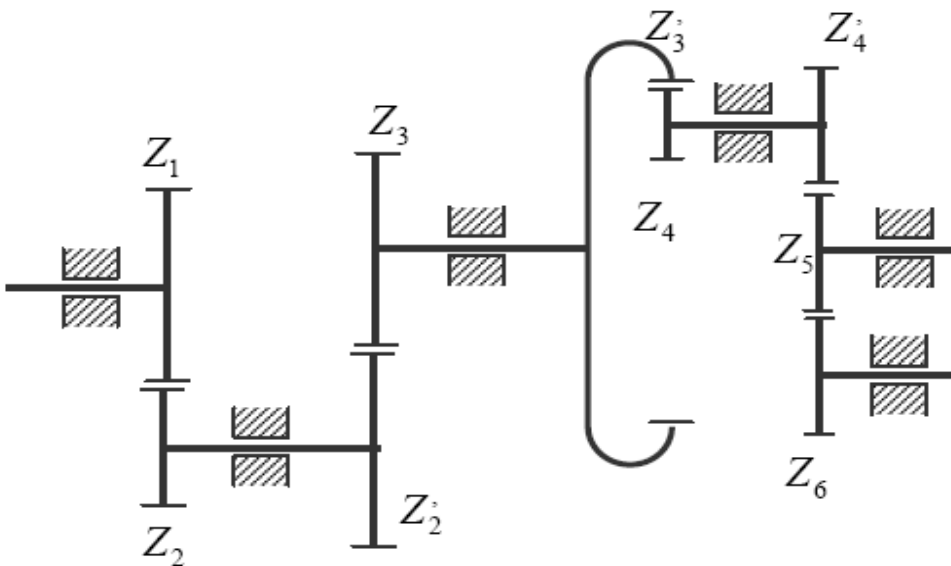
$$i_{12} = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{n_1}{n_2} = \pm \frac{r_2}{r_1} = \pm \frac{Z_2}{Z_1}$$

Dấu (+): ăn khớp trong ($\omega_2 \uparrow \uparrow \omega_1$)

Dấu (-): ăn khớp ngoài ($\omega_2 \uparrow \downarrow \omega_1$)

Bậc tự do của hệ: $W = 3n - 2p_5 - p_4 = 3.6 - 2.6 - 5 = 1$

VD:



$$\begin{aligned} i_{16} &= \frac{\omega_1}{\omega_6} = \frac{\omega_1}{\omega_2} \cdot \frac{\omega_2}{\omega_3} \cdot \frac{\omega_3}{\omega_4} \cdot \frac{\omega_4}{\omega_5} \cdot \frac{\omega_5}{\omega_6} \\ &= \frac{\omega_1}{\omega_2} \cdot \frac{\omega'_2}{\omega_3} \cdot \frac{\omega'_3}{\omega_4} \cdot \frac{\omega'_4}{\omega_5} \cdot \frac{\omega_5}{\omega_6} \\ &= \left(-\frac{Z_2}{Z_1}\right) \cdot \left(-\frac{Z_3}{Z'_2}\right) \cdot \left(+\frac{Z_4}{Z'_3}\right) \cdot \left(-\frac{Z_5}{Z'_4}\right) \cdot \left(-\frac{Z_6}{Z_5}\right) \\ &= (-1)^4 \cdot \frac{Z_2}{Z_1} \cdot \frac{Z_3}{Z'_2} \cdot \frac{Z_4}{Z'_3} \cdot \frac{Z_5}{Z'_4} \cdot \frac{Z_6}{Z_5} \end{aligned}$$



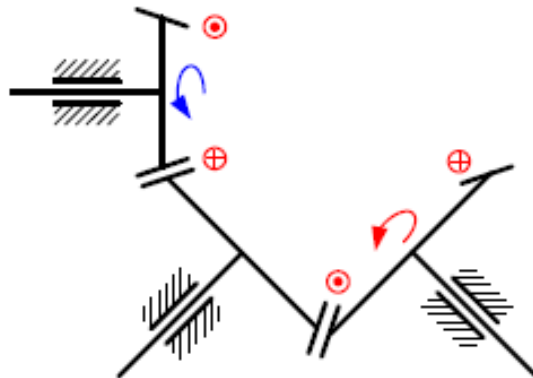
II. HỆ BÁNH RĂNG THƯỜNG

Tổng quát:
$$i_{1n} = (-1)^k \cdot \left(\frac{Z_2}{Z_1}\right) \cdot \left(\frac{Z_3}{Z'_2}\right) \cdot \dots \cdot \left(\frac{Z_n}{Z'_{n-1}}\right)$$

(k – số cặp BR ăn khớp ngoài)

Chú ý:

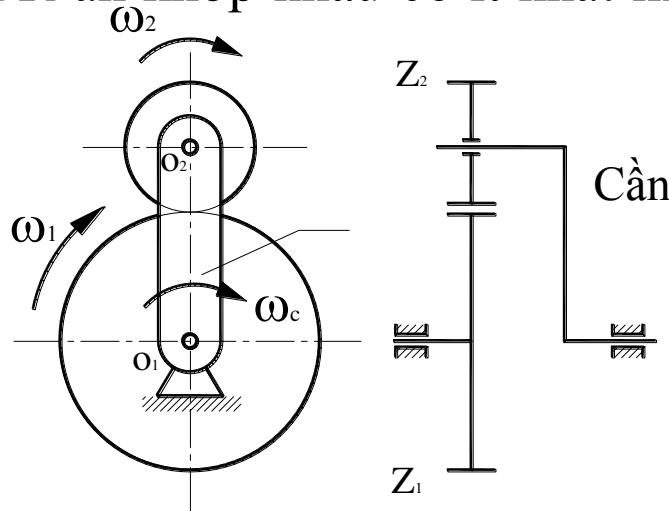
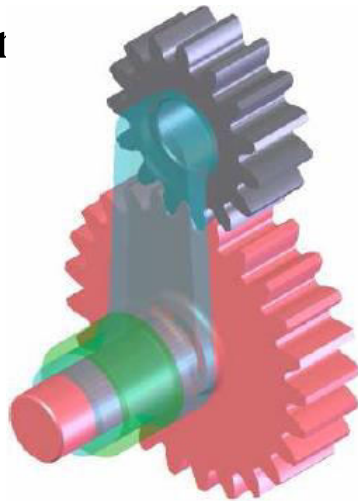
- + Nếu $i_{1n} < 0$ thì bánh răng 1 và bánh răng thứ n quay ngược chiều nhau và ngược lại.
- + Bánh răng 5 không làm ảnh hưởng đến giá trị của tỷ số truyền, nó được gọi là bánh răng trung gian.
- + Trong hệ bánh răng không gian, vấn đề cùng chiều hay ngược chiều không còn ý nghĩa nữa, nhưng ta có thể xác định chiều quay của bánh răng bị động theo chiều quay của bánh răng chủ động





III. HỆ BÁNH RĂNG VI SAI

+ **Hệ BR vi sai:** mỗi cặp BR ăn khớp nhau có ít nhất một BR có đường trục di động



+ Bánh răng có đường trục cố định gọi là bánh răng trung tâm, bánh răng có đường trục di động gọi là bánh răng vệ tinh. Khâu động mang trục của bánh vệ tinh gọi là cần, khi cố định cần hệ vi sai trở thành hệ thường.

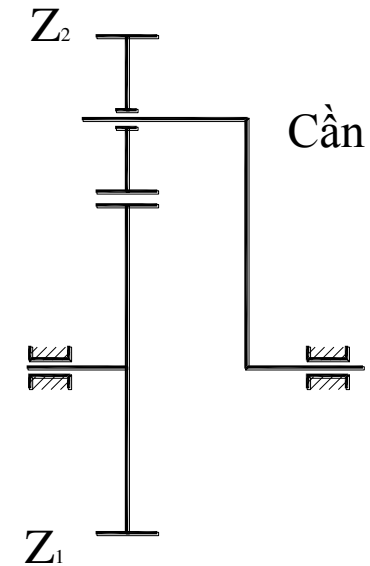
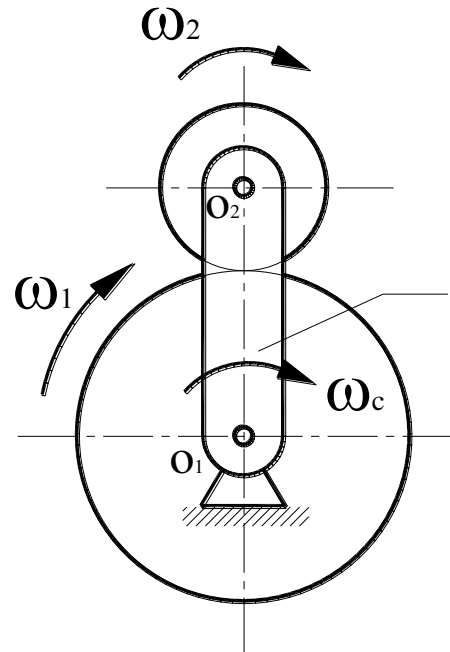
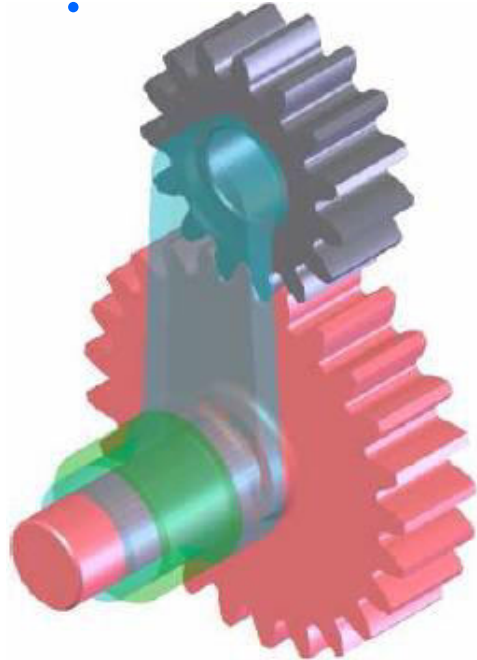
+ Bậc tự do của hệ: $W = 3n - 2p_5 - p_4 = 3.3 - 2.3 - 1 = 2$

+ **Hệ bánh răng hành tinh:** là hệ bánh răng vi sai có một bánh răng trung tâm cố định, $W = 1$



III. HỆ BÁNH RĂNG VI SAI

Hệ BR vi sai



Tỷ số truyền:

$$i_{12}^c = \frac{\omega_1^c}{\omega_2^c} = \frac{\omega_1 - \omega_c}{\omega_2 - \omega_c} = -\frac{Z_2}{Z_1}$$



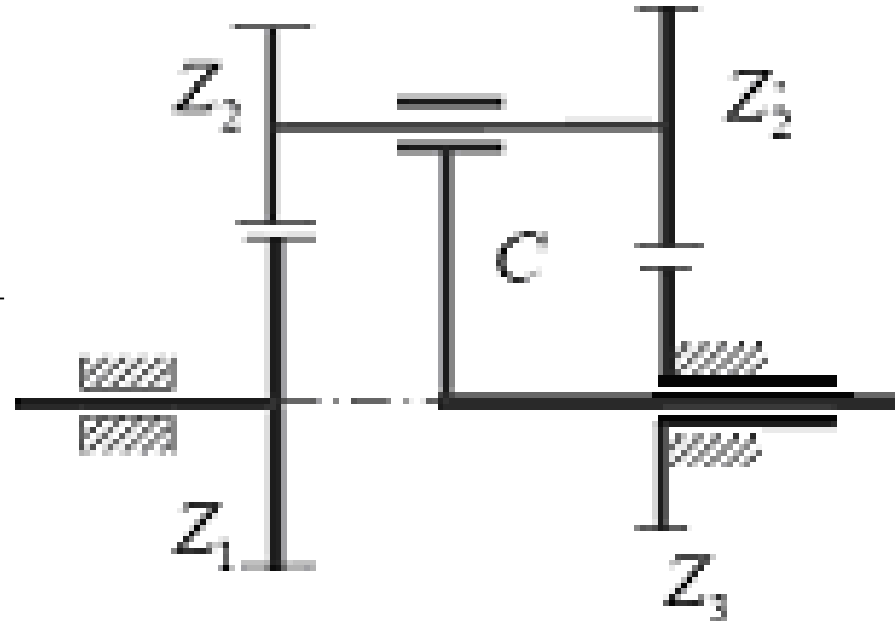
III. HỆ BÁNH RĂNG VI SAI

Hệ bánh răng hành tinh

$$i_{13}^c = \frac{\omega_1^c}{\omega_3^c} = \frac{\omega_1 - \omega_c}{\omega_3 - \omega_c} = \frac{\omega_1 - \omega_c}{-\omega_c}$$

$$\Rightarrow i_{13}^c = 1 - \frac{\omega_1}{\omega_c} = 1 - i_{1c}$$

$$\Rightarrow i_{1c} = 1 - i_{13}^c$$



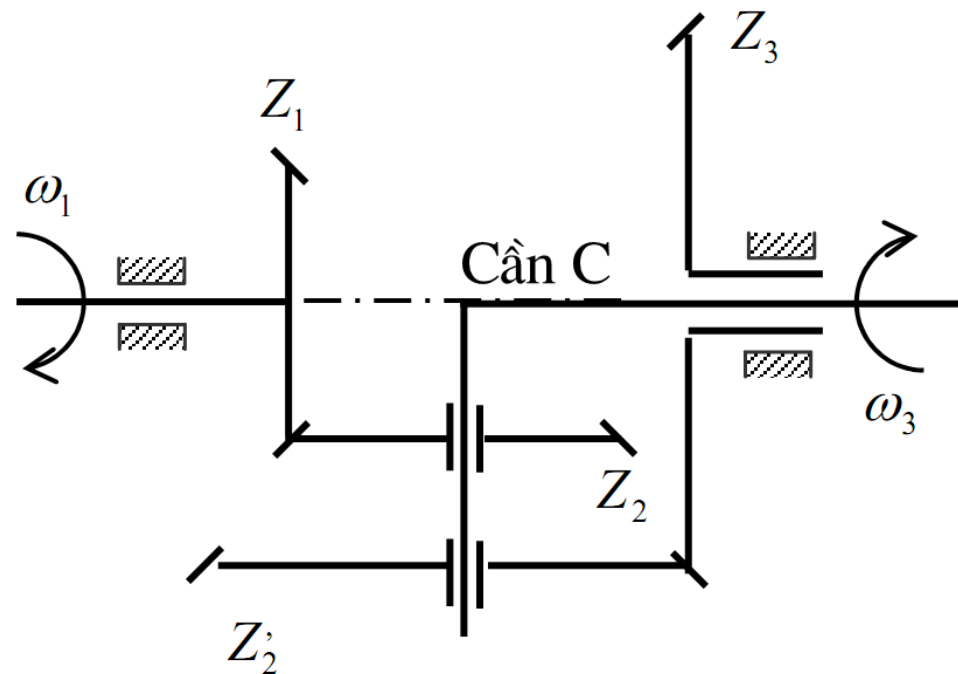
$$\omega_3 = 0$$



III. HỆ BÁNH RĂNG VI SAI

Hệ BR vi sai không gian

$$i_{13}^c = \frac{\omega_1^c}{\omega_3^c} = \frac{\omega_1 - \omega_c}{\omega_3 - \omega_c} = \frac{Z_2}{Z_1} \cdot \frac{Z_3}{Z'_2}$$

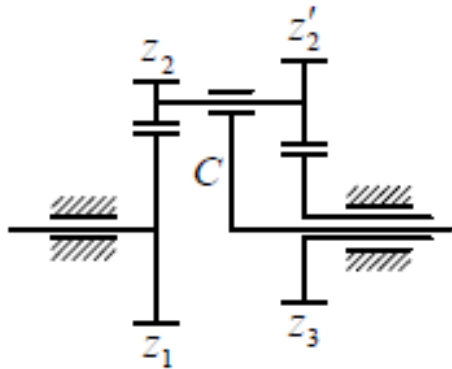


Lưu ý: Phải xét chiều quay của Z_3 so với Z_1 để biết dấu của i_{13}^c !!!



III. HỆ BÁNH RĂNG VI SAI

- Ví dụ 1: Xét cơ cấu



$$\left. \begin{aligned} i_{32}^C &\equiv \frac{\omega_3 - \omega_C}{\omega_2 - \omega_C} = -\frac{z_2'}{z_3} \\ i_{21}^C &\equiv \frac{\omega_2 - \omega_C}{\omega_1 - \omega_C} = -\frac{z_1}{z_2} \end{aligned} \right\} \Rightarrow i_{31}^C = i_{32}^C \times i_{21}^C = \left(-\frac{z_2'}{z_3} \right) \left(-\frac{z_1}{z_2} \right) = \frac{z_2'}{z_3} \frac{z_1}{z_2}$$

+ Khi cố định bánh răng 1

$$i_{31}^C = \frac{\omega_3 - \omega_C}{0 - \omega_C} = -i_{3C} + 1 \Rightarrow i_{3C} = 1 - i_{31}^C$$

+ Nếu chọn $\begin{cases} z_1 = 99, z_2 = 100 \\ z_2' = 101, z_3 = 100 \end{cases} \Rightarrow i_{3C} = 1 - \frac{101}{100} \times \frac{99}{100} = 1 - \frac{9.999}{10.000} = \frac{1}{10.000}$

→ **Tỉ số truyền của hệ thống vi sai có thể rất lớn**, nhưng khi tỉ số truyền tăng hiệu suất của hệ thống bánh răng giảm và đến một giới hạn nào đó, sẽ xảy ra hiện tượng tụt hãm

+ Chú ý rằng khi chọn số răng như trên, các bánh răng phải được tính toán dịch chỉnh thích hợp để thỏa **điều kiện đồng trục**

IV. HỆ BÁNH RĂNG HỖN HỢP



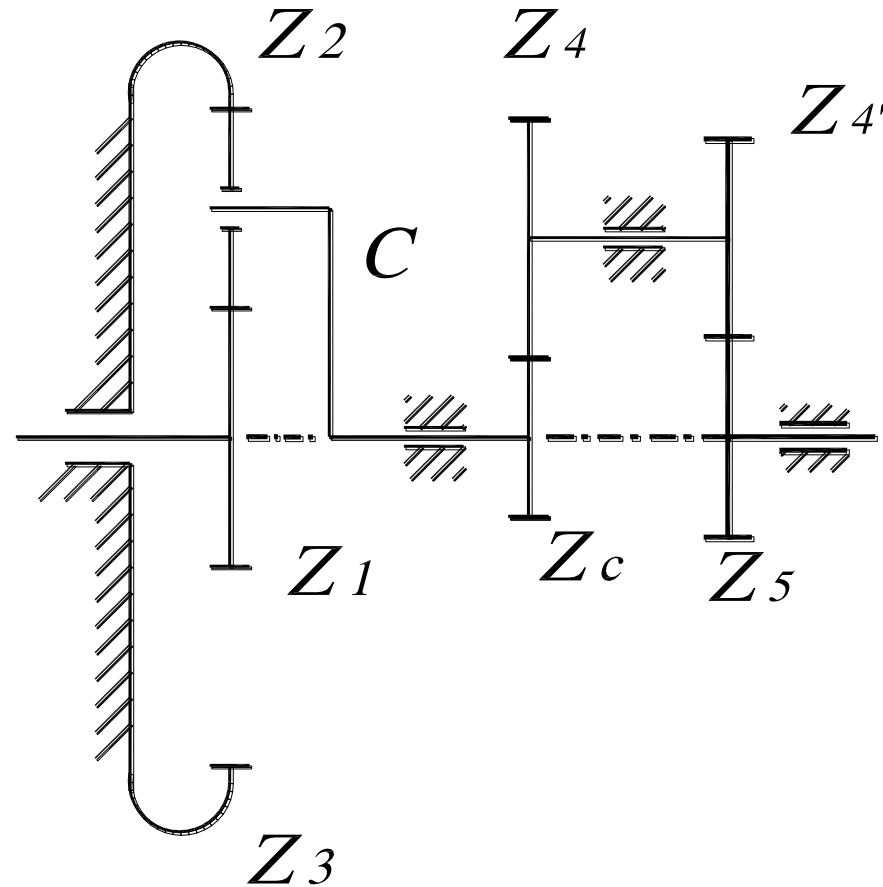
Ta có:

$$i_{15} = \frac{\omega_1}{\omega_5} = \frac{\omega_1}{\omega_c} \cdot \frac{\omega_c}{\omega_5} = i_{1c} \cdot i_{c5}$$

+ Tách hệ thành 2:

+ Tính i_{1c} trong hệ vi sai

+ Tính i_{c5} trong hệ thường





IV. HỆ BÁNH RĂNG HỖN HỢP

Ví dụ: Cho hệ bánh răng như hình vẽ. Tính số vòng quay của bánh răng 5. Biết bánh răng 1 dẫn động quay với số vòng quay là $n_1 = 2700$ vòng/phút. Số răng của các bánh răng là: $Z_1 = 40$; $Z_2 = 20$; $Z_3 = 80$; $Z_4 = Z_5 = 30$; $Z_C = Z'_4 = 20$.

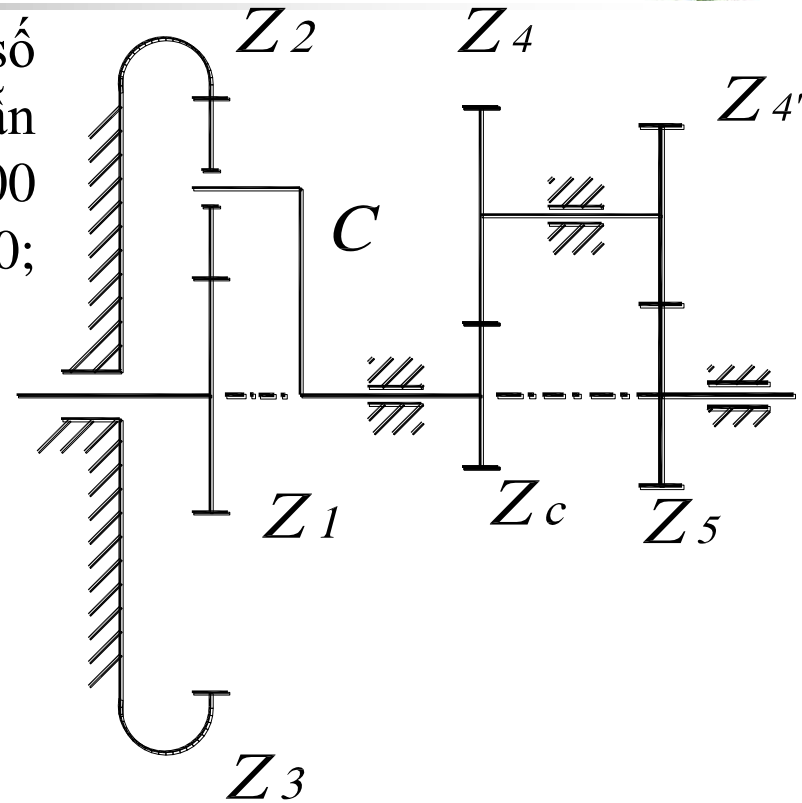
Giải

- Ta có:
$$i_{15} = \frac{\omega_1}{\omega_5} = \frac{\omega_1}{\omega_c} \cdot \frac{\omega_c}{\omega_5} = i_{1c} \cdot i_{c5}$$

- Tính i_{1c} :

$$\left. \begin{aligned} i_{13}^c &= -\frac{Z_2}{Z_1} \cdot \frac{Z_3}{Z_2} = -2 \\ i_{13}^c &= \frac{\omega_1 - \omega_c}{\omega_3 - \omega_c} = 1 - i_{1c} \end{aligned} \right\} \Rightarrow i_{1c} = 1 - (-2) = 3$$

- Tính i_{c5} :
$$i_{c5} = \left(-\frac{Z_4}{Z_c}\right) \cdot \left(-\frac{Z_5}{Z'_4}\right) = \frac{9}{4}$$



$$i_{15} = i_{1c} \cdot i_{c5} = 3 \cdot \frac{9}{4} = \frac{27}{4}$$

$$n_5 = \frac{n_1}{i_{15}} = \frac{2700}{\frac{27}{4}} = +400 \text{ v / ph}$$

