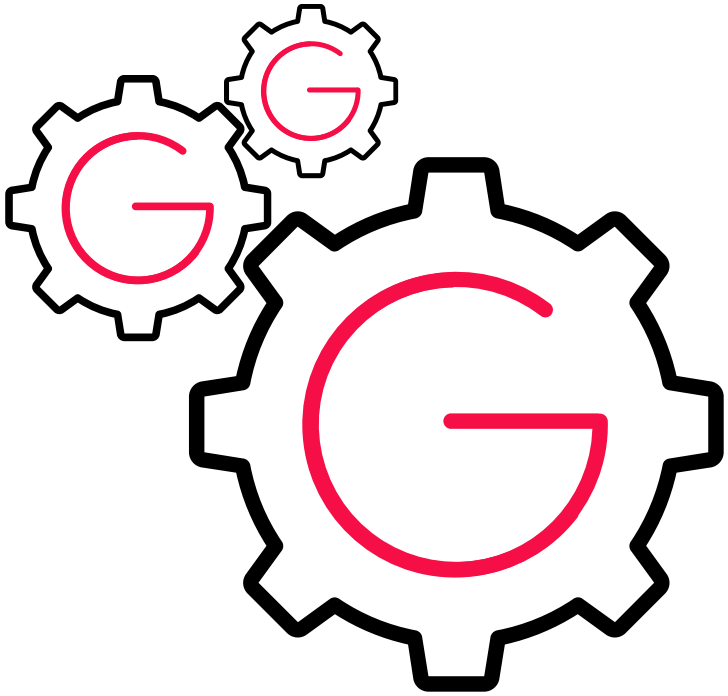
MTE
436



Gear Train

ชุดเฟือง

สไลด์นี้นำเสนอการวิเคราะห์อัตราทดของชุดเฟือง

5 พฤษภาคม พ.ศ. 2564

เฟืองและชุดเฟือง

https://standardmachine.ca/9-about/219-gearbox-repair-services

เฟืองเป็นชิ้นส่วนทางกลที่ใช้ส่งกำลังจากเพลาหนึ่งไปยังอีกเพลาหนึ่งผ่านการขบกันของฟันที่อยู่บนขอบของเฟือง โดยเพลาทั้งสองอาจขนานกันหรือตั้งฉากกัน

เมื่อเฟืองถูกนำมาประกอบหรือขบกันตั้งแต่ 2 เฟืองขึ้นไป เรียกว่า ชุดเฟือง

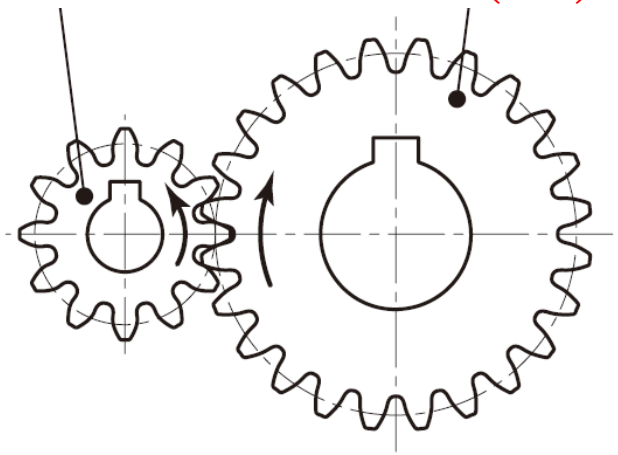
สรุปสาระสำคัญ

$$\text{gear ratio} = \frac{\omega_d}{\omega_f} = \frac{n_d}{n_f} = \frac{D_f}{D_d} = \frac{N_f}{N_d}$$

$$= \frac{\text{number of teeth of follower}}{\text{number of teeth of driver}}$$

เฟือง 1 (ขับ) - d

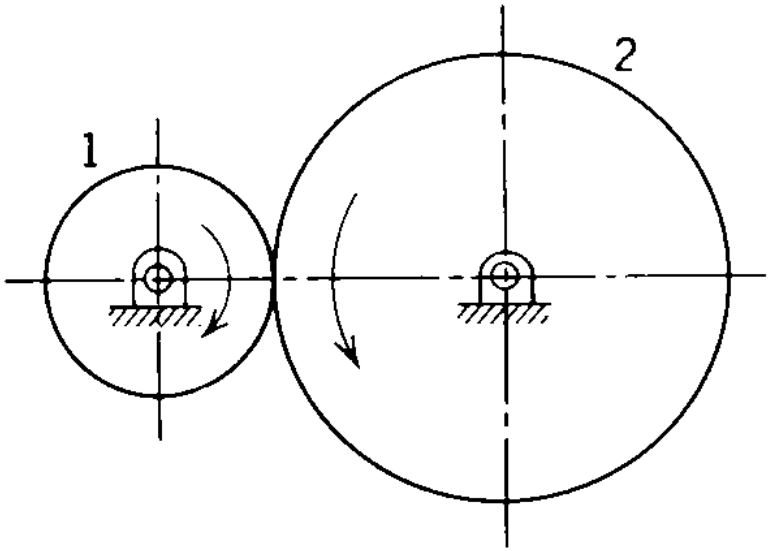
เฟือง 2 (ตาม) - f



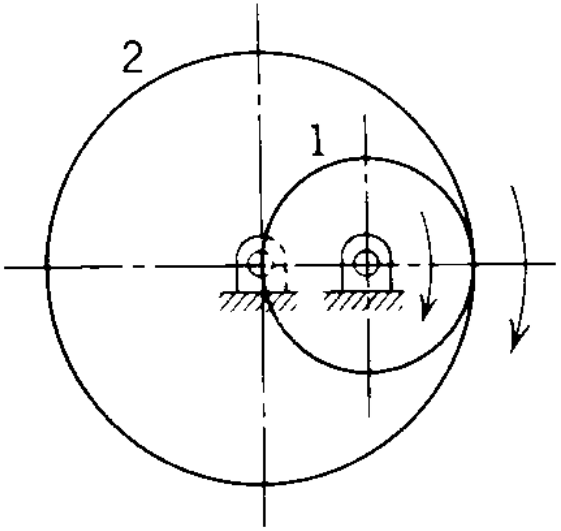
$$\text{train ratio} = \frac{1}{\text{gear ratio}} = \frac{\omega_f}{\omega_d} = \frac{n_f}{n_d} = \frac{D_d}{D_f} = \frac{N_d}{N_f}$$

$$= \frac{\text{number of teeth of driver}}{\text{number of teeth of follower}}$$

อัตราทดและทิศทาง

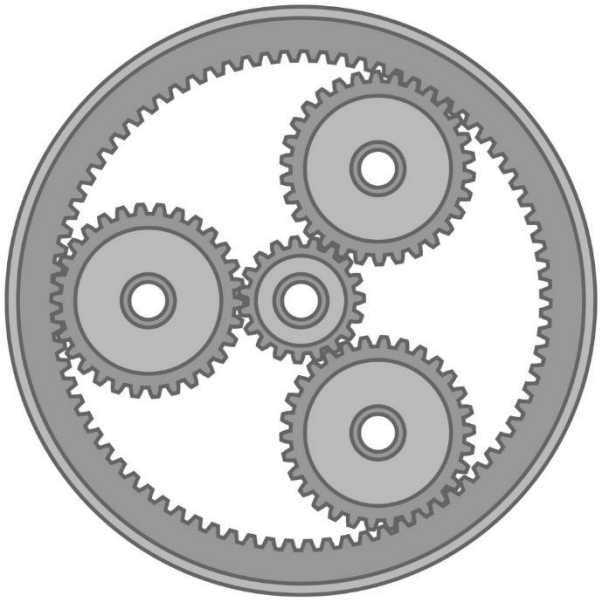


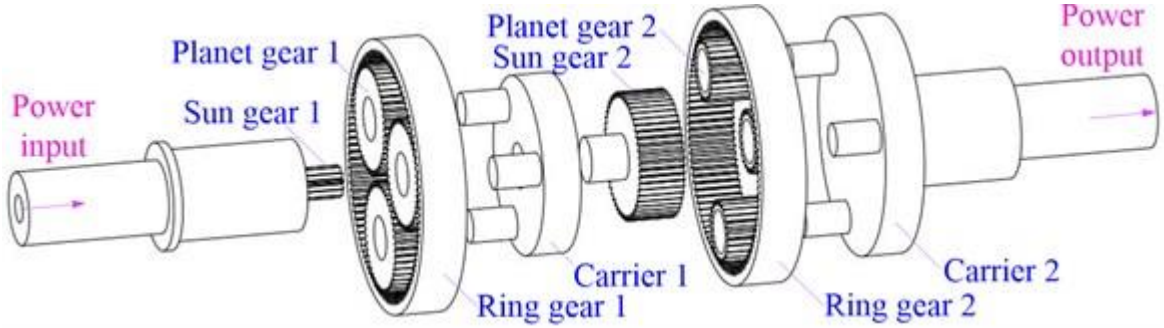
$$\frac{\omega_d}{\omega_f} = -\frac{N_2}{N_1}$$



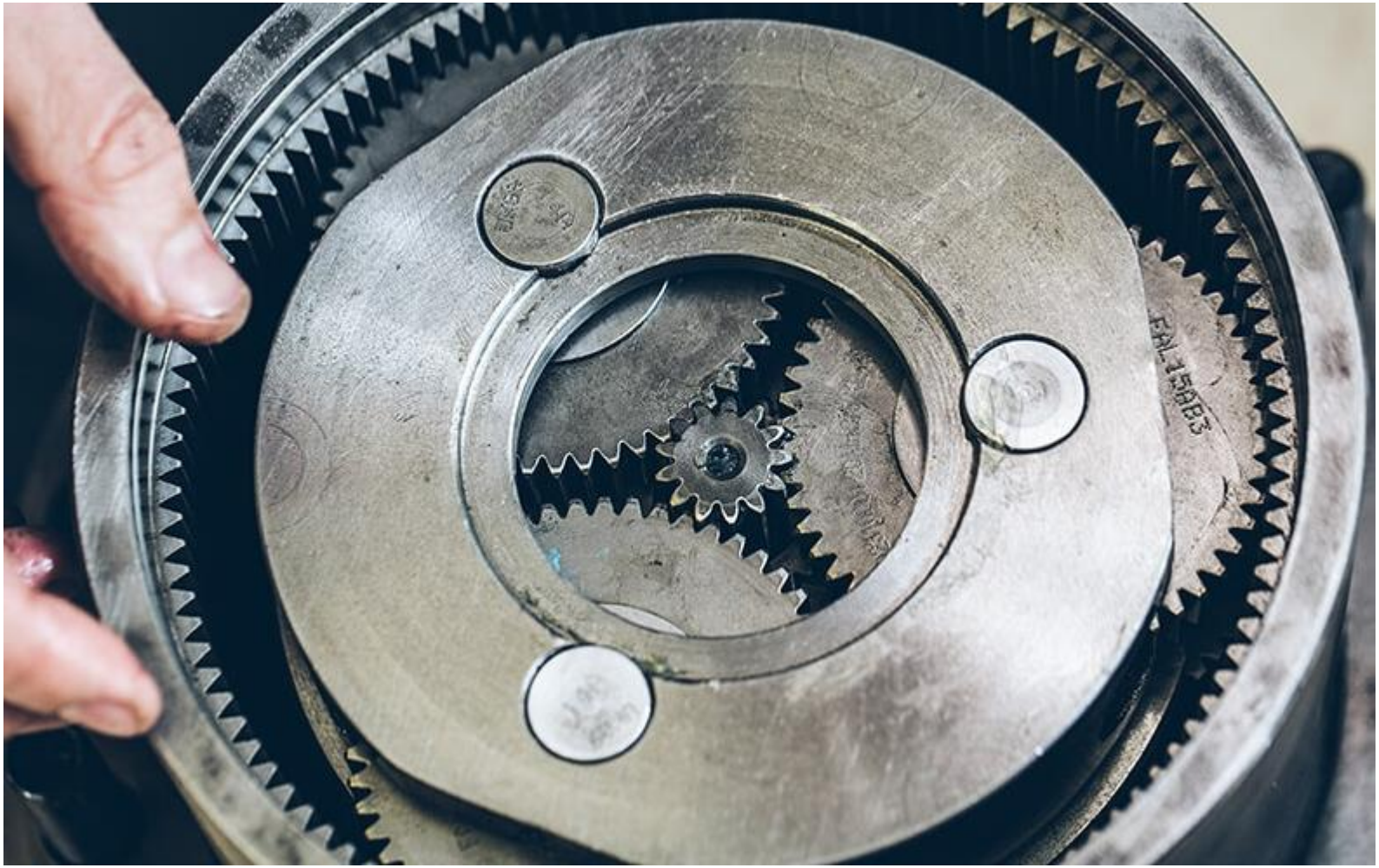
$$\frac{\omega_d}{\omega_f} = +\frac{N_2}{N_1}$$

ชุดเฟืองสุริยะ



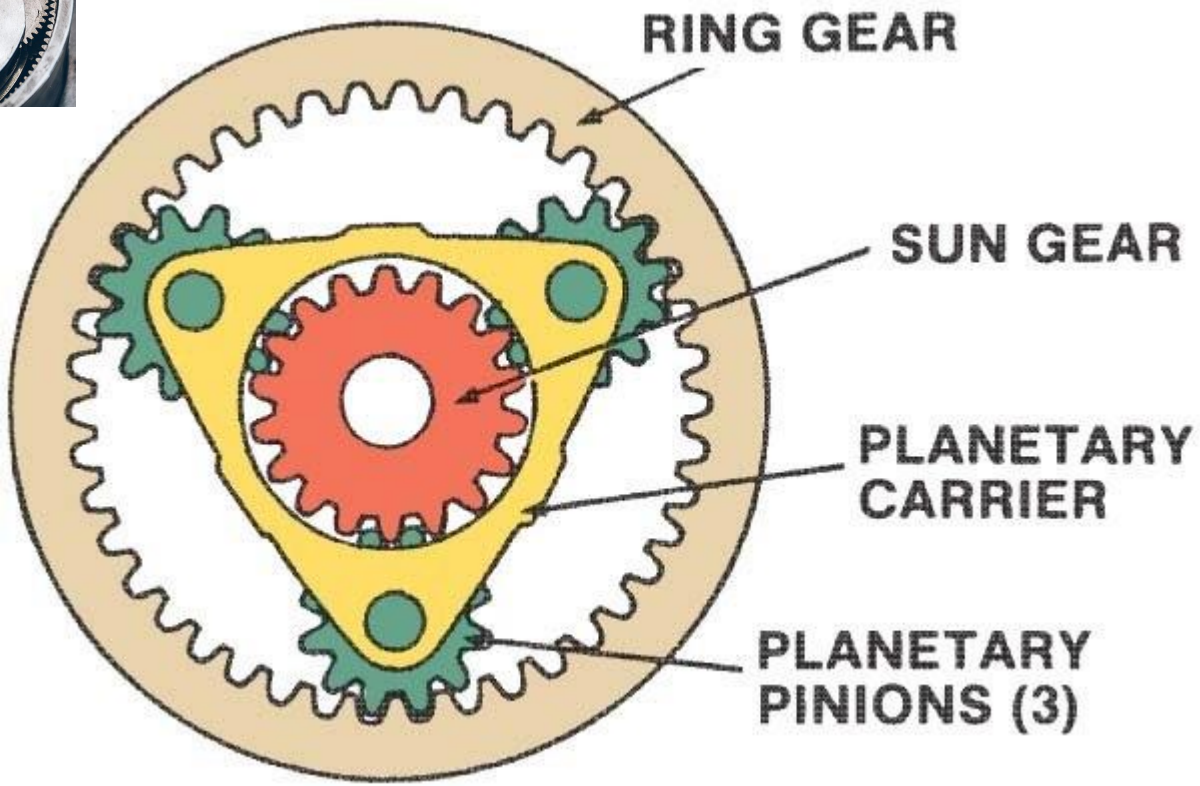

Power
input
Sun gear 1
Planet gear 1
Planet gear 2
Sun gear 2
Power
output
Carrier 1
Ring gear 1
Carrier 2
Ring gear 2

ชุดเฟืองสุริยะ



https://www.lancereal.com/planetary-gears-principles-of-operation/

องค์ประกอบของชุดเฟืองสุริยะ

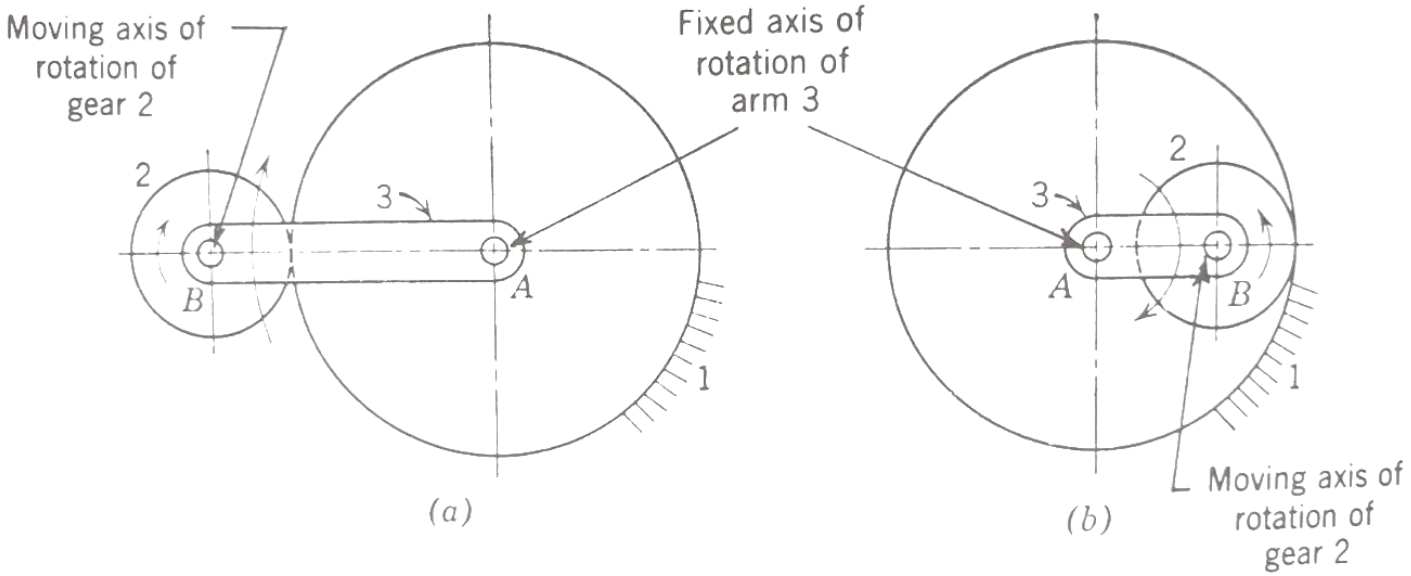


การหาอัตราทดของชุดเฟืองสุริยะ

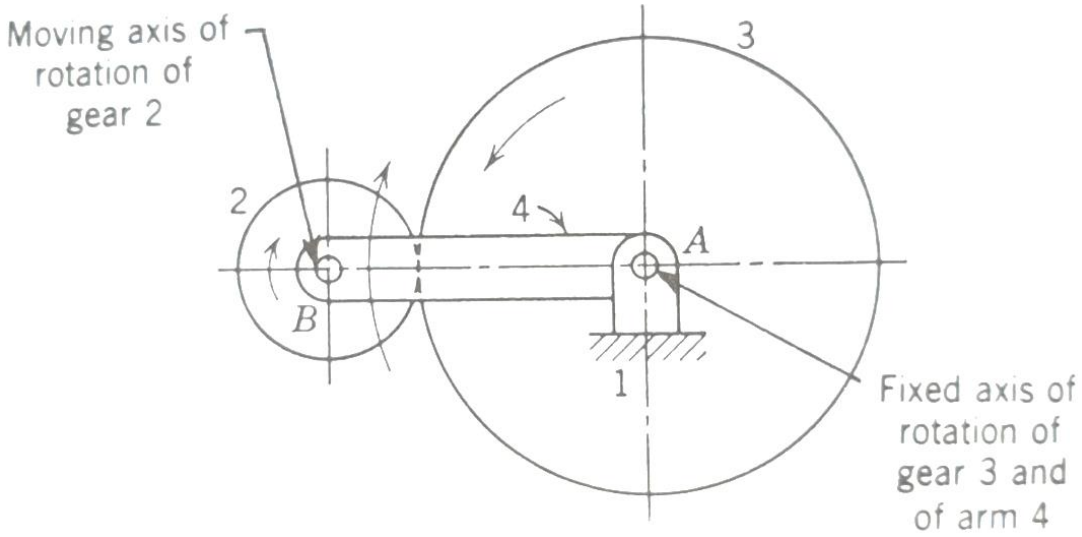
เป็นเรื่องที่ค่อนข้างยากที่จะหาอัตราทดของชุดเฟืองสุริยะเมื่อเทียบกับระบบเฟืองแบบปกติเนื่องจากการหมุนซ้อนกันหลายชิ้นส่วน

หาโดยใช้สูตร $f(\omega)$

หาโดยใช้ตาราง



การหาอัตราทดของชุดเฟืองสุริยะ



$$\frac{\omega_{LA}}{\omega_{FA}} = \frac{\omega_L - \omega_A}{\omega_F - \omega_A}$$

$\frac{\omega_{LA}}{\omega_{FA}}$ คือ อัตราส่วนความเร็วเชิงมุมของเฟืองสุดท้ายต่อเฟืองแรกซึ่งต่างก็สัมพัทธ์หรือเทียบกับแขนหรือ carrier 4

ω_L คือ ความเร็วเชิงมุมของเฟืองสุดท้ายที่สัมพัทธ์หรือเทียบกับชิ้นที่อยู่กับที่

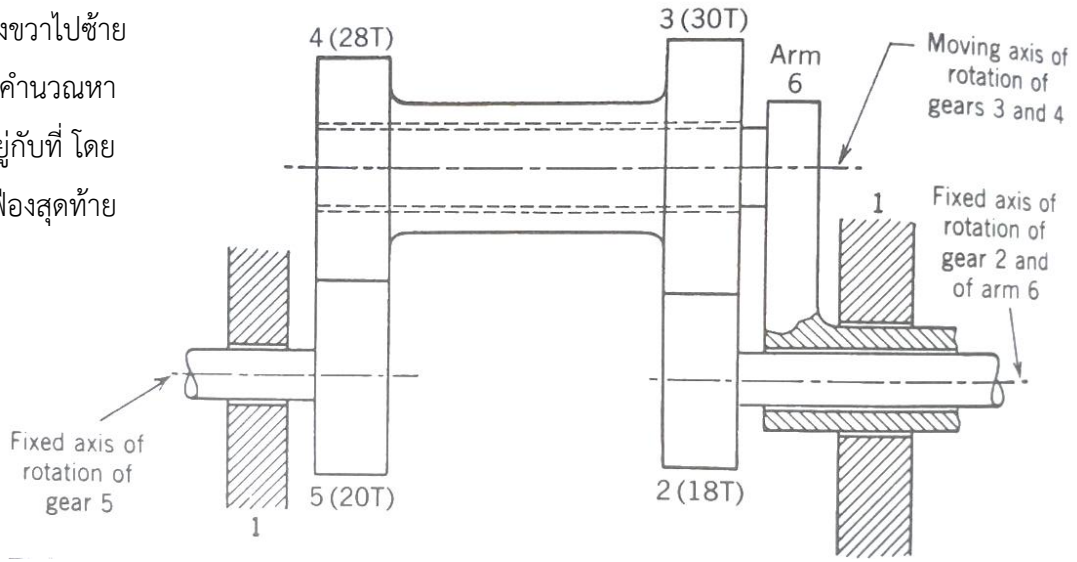
ω_F คือ ความเร็วเชิงมุมของเฟืองแรกที่สัมพัทธ์หรือเทียบกับชิ้นที่อยู่กับที่

ω_A คือ ความเร็วเชิงมุมของแขนที่สัมพัทธ์หรือเทียบกับชิ้นที่อยู่กับที่

ต้องเป็นเฟืองที่ขบกับ ‘เฟืองที่มีการเคลื่อนที่แบบสุริยะ (planetary motion) และต้องอยู่บนเพลาที่ขนานกัน’

การหาอัตราทดของชุดเฟืองสุริยะ...ตัวอย่าง

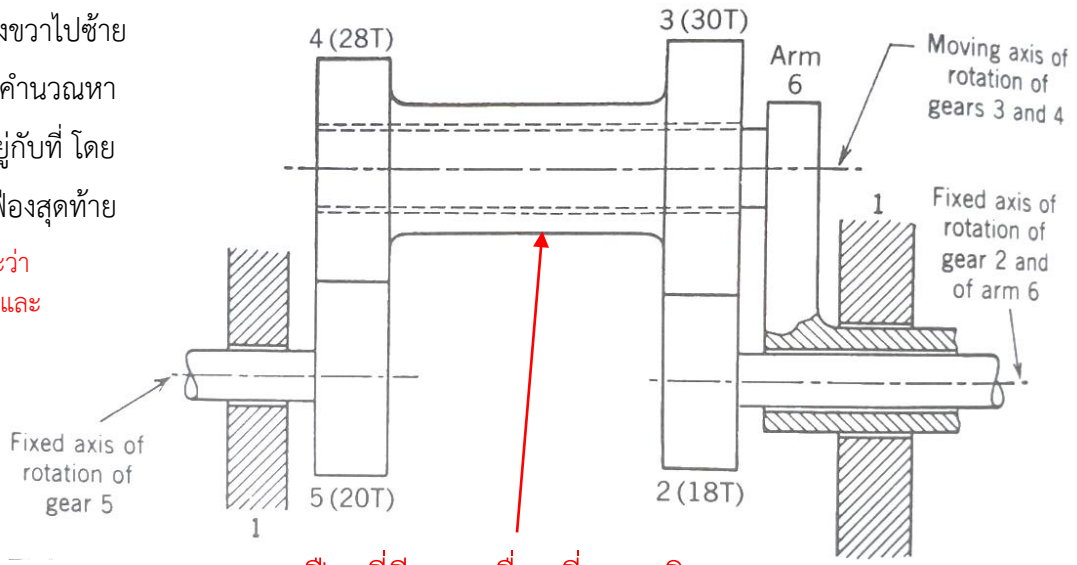
ถ้าแขน 6 และเฟือง 5 หมุนตามเข็มนาฬิกาเมื่อมองขวาไปซ้าย ด้วยอัตราเร็วเชิงมุม 150 rad/s และ 50 rad/s จงคำนวณหาอัตราเร็วของเฟือง 2 เทียบกับโครงหรือชิ้นส่วนที่อยู่กับที่ โดยกำหนดให้เฟือง 5 เป็นเฟืองแรกและเฟือง 2 เป็นเฟืองสุดท้าย



การหาอัตราทดของชุดเฟืองสุริยะ...ตัวอย่าง

ถ้าแขน 6 และเฟือง 5 หมุนตามเข็มนาฬิกาเมื่อมองขวาไปซ้าย ด้วยอัตราเร็วเชิงมุม 150 rad/s และ 50 rad/s จงคำนวณหาอัตราเร็วของเฟือง 2 เทียบกับโครงหรือชิ้นส่วนที่อยู่กับที่ โดยกำหนดให้เฟือง 5 เป็นเฟืองแรกและเฟือง 2 เป็นเฟืองสุดท้าย

การที่เฟือง 5 และ 2 เป็นเฟืองแรกและเฟืองท้ายได้ เพราะว่า กำลังขบกับ ‘เฟืองที่มีการเคลื่อนที่แบบสุริยะ คือ เฟือง 3 และ 4 และอยู่บนเพลาที่ขนานกัน’



เฟืองที่มีการเคลื่อนที่แบบสุริยะ

$$\frac{\omega_{LA}}{\omega_{FA}} = \frac{\omega_L - \omega_A}{\omega_F - \omega_A}$$

$$\frac{\omega_{26}}{\omega_{56}} = \frac{\omega_{21} - \omega_{61}}{\omega_{51} - \omega_{61}}$$

$$\frac{\omega_{26}}{\omega_{56}} = \left(-\frac{N_5}{N_4}\right)\left(-\frac{N_3}{N_2}\right)$$

$$= \left(-\frac{20}{28}\right)\left(-\frac{30}{18}\right)$$

$$= \frac{25}{21}$$

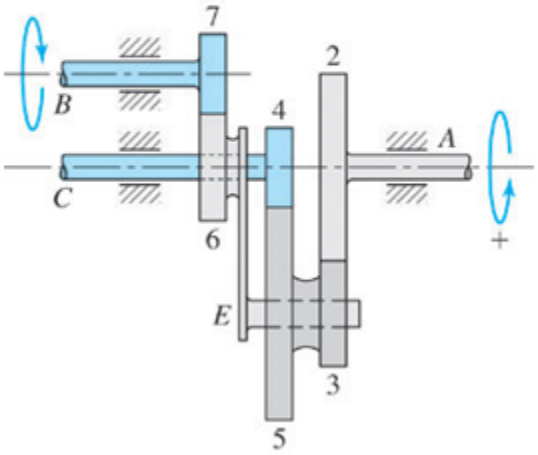
$$\frac{25}{21} = \frac{\omega_{21} - 150}{50 - 150}$$

$$\omega_{21} = \frac{25}{21}(-100) + 150$$

$$\omega_{21} \approx +31 \text{ rad/s}$$

การหาอัตราทดของชุดเฟืองสุริยะ...โจทย์

Problem 2: In the following gear train, Shaft A rotates at 200 rpm and shaft B rotates at 300 rpm in the directions indicated. Determine the speed of shaft C and its direction of rotation. $N_2 = 35$; $N_3 = 25$; $N_4 = 14$; $N_5 = 46$; $N_6 = 20$; $N_7 = 16$.



การหาอัตราทดของชุดเฟืองสุริยะ...โจทย์

ถ้าแกนเพลา A หมุนด้วยอัตราเร็ว 300 rad/s และเพลา B หมุน 1800 rad/s
จงตอบคำถามต่อไปนี้

1) เพลา A หมุนในทิศทางใด?
2) เพลา C หมุนด้วยอัตราเร็วเชิงมุมเท่าใด และในทิศทางใด?