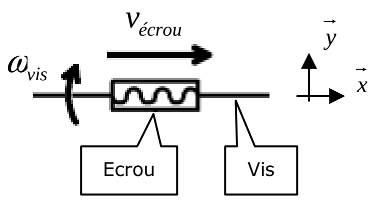
GENIE MECANIQUE
Transmission de puissances

EXERCICE 1

On considère un système vis/écrou (appelé aussi liaison hélicoïdale).

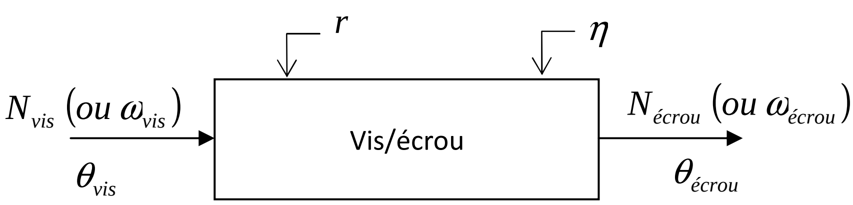


Sur le schéma ci-contre, la vis possède un mouvement de rotation *autour* de l'axe $\vec{x}$; elle tourne à la vitesse N_{vis} et entraine l'écrou en translation *le long* de l'axe $\vec{x}$ à la vitesse $v_{écrou}$.

On donne :

- Pas de vis (commun à la vis et l'écrou) : $p = 4\ mm$
- Nombre de filets (commun à la vis et l'écrou) : $Z = 2$

a) Faire le schéma-bloc de la transmission.



b) Etablir la loi d'entrée/sortie cinématique (en $tr \cdot min^{-1}$ et $m \cdot s^{-1}$).

On peut partir de cette formule avec N_{vis} qui est déjà en $tr \cdot min^{-1}$:

$$v_{écrou} = Z \cdot p \cdot N_{vis}$$

Vitesse linéaire (mm.min^{-1})
Nombre de filets (-)
Pas de vis (mm)
Vitesse angulaire (tr.min^{-1})

Le soucis c'est $v_{écrou}$ qui est en $mm \cdot min^{-1}$ alors qu'on nous demande des $m \cdot s^{-1}$; comment faire ? Convertir !

On a :

$$v_{écrou}^{(mm \cdot min^{-1})} \equiv 1000 \times 60 \times v_{écrou}^{(m \cdot s^{-1})} = 60000 \times v_{écrou}^{(m \cdot s^{-1})}$$

donc :

Vitesse linéaire (m.s^{-1})

$$60000 \times v_{écrou} = Z \cdot p \cdot N_{vis}$$

Nombre de filets (-)
Pas de vis (mm)
Vitesse angulaire (tr.min^{-1})

Vitesse linéaire (m.s^{-1})

$$\boxed{v_{écrou} = 1{,}33 \cdot 10^{-4} \cdot N_{vis}}$$

Vitesse angulaire (tr.min^{-1})

c) Calculer à 10^{-4} près et en $m \cdot s^{-1}$ la vitesse de déplacement de l'écrou pour $N_{vis} = 100\ tr \cdot min^{-1}$.

$$v_{écrou} = 1{,}33 \cdot 10^{-4} \cdot N_{vis} = 1{,}33 \cdot 10^{-4} \times 100 = \underline{0{,}0133\ m \cdot s^{-1}}$$

d) Etablir la loi d'entrée/sortie géométrique (en tr et mm).

On a : $x = Z \cdot p \cdot \theta$ avec x en mm, θ en tr, p en mm (Z sans unité) => pas de soucis d'unité.

$$\boxed{x = 8 \cdot \theta}$$

déplacement linéaire (mm) déplacement angulaire (tr)

e) Calculer en mm la distance $x_{écrou}$ parcourue par l'écrou pour $\theta_{vis} = 10\ tr$.

$$x_{écrou} = 8 \cdot \theta_{vis} = 8 \times 10 = \underline{80\ mm}$$

f) Calculer en tr l'angle θ_{vis} que doit faire la vis pour que l'écrou se déplace de $x_{écrou} = 15\ mm$.

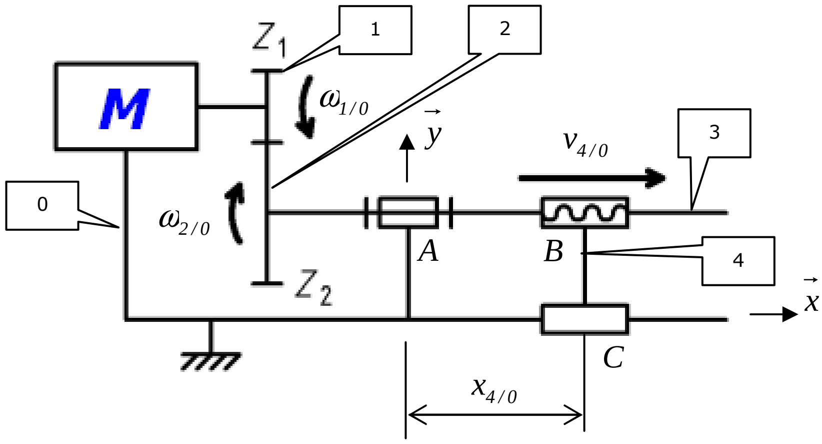
Ici, on nous donne la distance parcourue et on nous demande l'angle correspondant.

On part donc de la loi E/S géométrique qu'on retourne pour exprimer θ en fonction de x :

$$x_{écrou} = 8 \cdot \theta_{vis} \quad \Leftrightarrow \quad \theta_{vis} = \frac{x_{écrou}}{8} = \frac{15}{8} = \underline{1{,}875\ tr}$$

EXERCICE 2

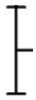
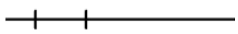
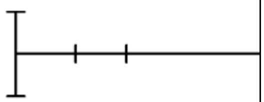
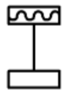
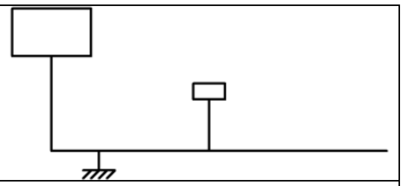
On considère le mécanisme ci-contre.



On donne :

- Nombre de dents : $Z_1 = 20 \quad Z_2 = 40$
- Pas de vis : $p_3 = 2\ mm$
- Nombre de filets : $Z_3 = 2$

a) Le schéma a été décomposé ; placer le nom et le numéro des composants (le bâti (0), la roue (1), la roue (2), la vis (3), l'ensemble (2+3) et l'écrou (4).

Schéma						
Nom	Roue	Roue	Vis	Roue + vis	Ecrou	Bâti
Numéro	1	2	3	2 + 3	4	0

b) La roue (2) est solidaire de la vis (3) ; qu'en conclure quant à leur vitesse de rotation ?

Leurs vitesses sont égales : $N_{2/0} = N_{3/0}$ ou, c'est pareil, $\omega_{2/0} = \omega_{3/0}$.

On peut aussi noter que les angle parcourus sont identiques : $\theta_{2/0} = \theta_{3/0}$.

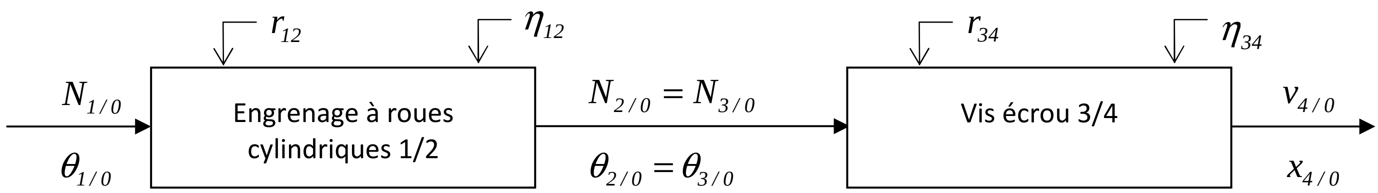
c) Autour de quel axe la roue (1) tourne ? la roue (2) avec la vis (3) ?

Les roues (1) et (2) ainsi que la vis (3) tournent autour de l'axe $\vec{x}$.

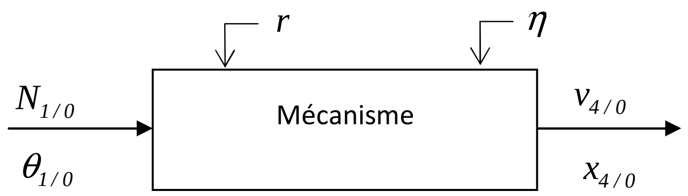
d) Le long de quel axe l'écrou (4) translate ?

L'écrou (4) translate le long de l'axe $\vec{x}$.

e) Faire le schéma-bloc détaillé de la transmission.



f) Faire le schéma-bloc encapsulé de la transmission.



g) Etablir la loi d'entrée/sortie cinématique globale (de toute la transmission), soit $v_{4/0} = f\left(N_{moteur}\right)$.

Ce qu'il faut comprendre ici :

On demande une formule donnant la vitesse de translation de l'écrou ($v_{4/0}$) en fonction de la vitesse de rotation du moteur N_{moteur}.

Déjà, il faut tout de suite percuter que N_{moteur} c'est $N_{1/0}$ car le pignon moteur (1) est sur le rotor du moteur : $N_{moteur} = N_{1/0}$.

Ensuite :

la loi d'E/S de l'engrenage 1/2 met en relation $N_{1/0}$ et $N_{2/0}$ donc on a la relation entre N_{moteur} et $N_{2/0}$.

On sait que $N_{2/0} = N_{3/0}$ donc on a la relation entre N_{moteur} et $N_{3/0}$.

la loi d'E/S du vis/écrou 3/4 met en relation $N_{3/0}$ et $v_{4/0}$ donc on a la relation entre N_{moteur} et $v_{4/0}$.

Et voilà. On y va, avec les calculs ? C'est parti…

Relation moteur / pignon moteur : $N_{moteur} = N_{1/0}$ ①

Loi E/S engrenage 1/2 :

Pour un engrenage, on a : $\dfrac{N_{3/0}}{N_{2/0}} = \dfrac{Z_{2/0}}{Z_{3/0}} \Leftrightarrow N_{3/0} = \dfrac{Z_{2/0}}{Z_{3/0}} \times N_{2/0} = \dfrac{20}{40} \times N_{2/0} = 0{,}5 \cdot N_{2/0}$

=> $N_{3/0} = 0{,}5 \cdot N_{2/0}$ ②

Relation entre 2 et 3 : $N_{2/0} = N_{3/0}$ ③

Loi E/S vis/écrou 3/4 : $v_{4/0} = Z \cdot p \cdot N_{3/0} = 2 \times 2 \times N_{3/0} = 4 \cdot N_{3/0}$

=> $v_{4/0} = 4 \cdot N_{3/0}$ ④

On a 4 relations qu'il faut « mélanger » pour avoir ce qu'on veut, c'est-à-dire la vitesse de translation de l'écrou ($v_{4/0}$) en fonction de la vitesse de rotation du moteur N_{moteur}.

C'est simple…

On part de ④ et injecte ③ :

$v_{4/0} = 4 \cdot N_{3/0}$ avec $N_{2/0} = N_{3/0}$ => $v_{4/0} = 4 \cdot N_{2/0}$

On injecte ② :

$v_{4/0} = 4 \cdot N_{2/0}$ avec $N_{3/0} = 0{,}5 \cdot N_{2/0}$ => $v_{4/0} = 2 \cdot N_{1/0}$

On injecte ① :

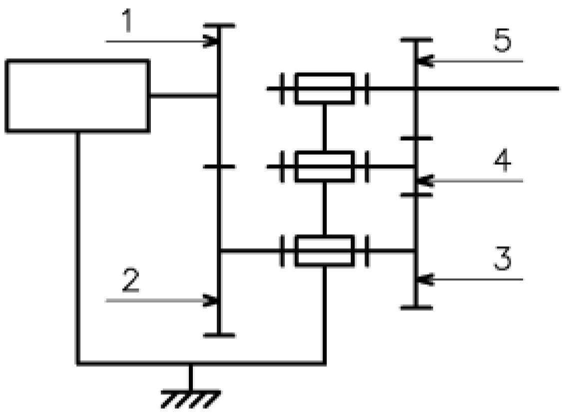
$v_{4/0} = 2 \cdot N_{1/0}$ avec $N_{moteur} = N_{1/0}$ => $\boxed{v_{4/0} = 2 \cdot N_{moteur}}$

Attention aux unités : on a N_{moteur} en $tr \cdot min^{-1}$ et $v_{4/0}$ en $mm \cdot min^{-1}$; **il est obligatoire de les préciser.**

h) Calculer en $mm \cdot min^{-1}$ la vitesse de déplacement $v_{3/0}$ de l'écrou pour $N_{moteur} = 2450\ tr \cdot min^{-1}$.

$v_{4/0} = 2 \cdot N_{moteur} = 2 \times 2450 = \underline{4900\ mm \cdot min^{-1}}$

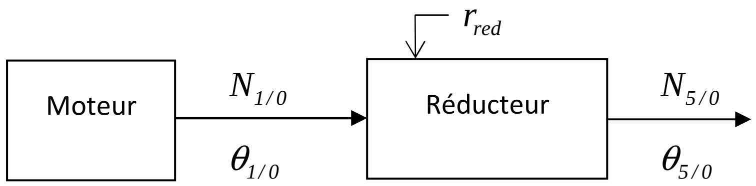
EXERCICE 3

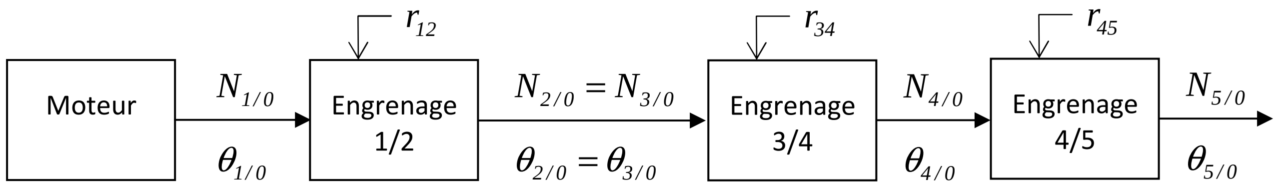


On considère le mécanisme ci-contre composé d'un moteur et d'un réducteur à engrenage (roues 1 à 5).

On donne : $Z_1 = 40$; $Z_2 = 50$; $Z_3 = 26$; $Z_4 = 18$; $Z_5 = 30$

a) Faire le schéma-bloc.





b) Calculer le rapport de transmission r_{15} du réducteur.

$$r_{15} = \frac{\prod Z_{menantes}}{\prod Z_{menées}} = \frac{Z_1 \times Z_3 \times Z_4}{Z_2 \times Z_4 \times Z_5} = \frac{40 \times 26 \times 18}{50 \times 18 \times 30} = 0{,}693$$

c) Calculer la vitesse de rotation de l'arbre de sortie si le moteur tourne à $N_{10} = 2470\ tr \cdot min^{-1}$.

Par définition, $r_{15} = \dfrac{N_{50}}{N_{10}} \Rightarrow \dfrac{N_{50}}{N_{10}} = 0{,}693 \Leftrightarrow N_{50} = 0{,}693 \cdot N_{10}$ (loi d'E/S)

On peut maintenant calculer ce qui est demandé :

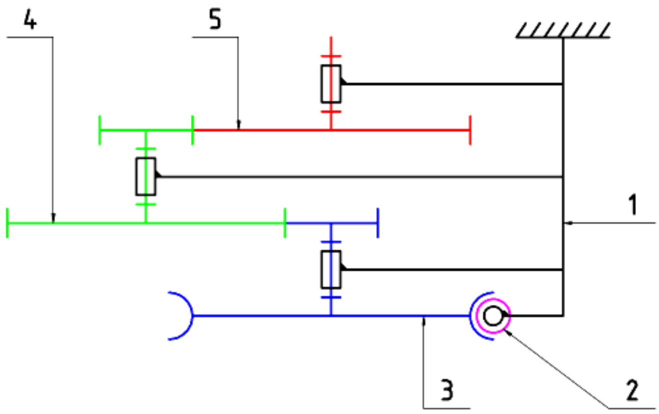
$$N_{50} = 0{,}693 \cdot N_{10} = 0{,}693 \times 2470 = \underline{1712{,}5\ tr \cdot min^{-1}}$$

d) Calculer la vitesse du moteur pour que la sortie tourne à $N_{50} = 160\ tr \cdot min^{-1}$.

$$N_{50} = 0{,}693 \cdot N_{10} \Leftrightarrow N_{10} = \frac{N_{50}}{0{,}693} = \frac{160}{0{,}693} = \underline{230{,}9\ tr \cdot min^{-1}}$$

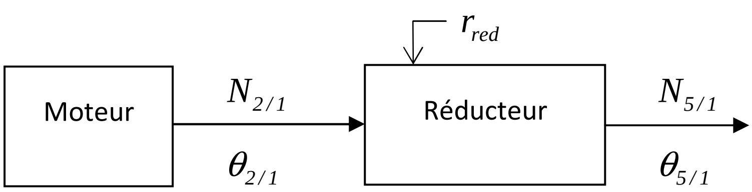
EXERCICE 4

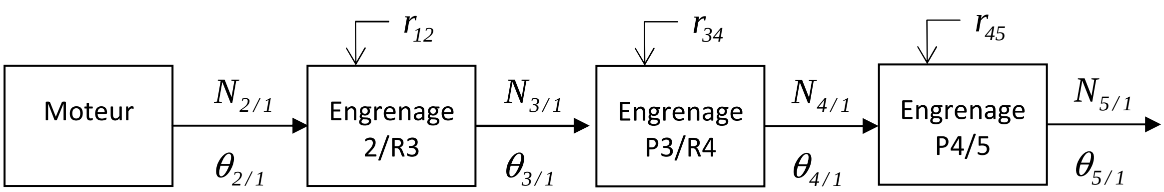
On considère le réducteur ci-contre composé d'une vis motrice (2) suivie de deux trains simples.



Roue	Nombre de dents	Module (en mm)
Vis sans fin 2	$Z_2 = 1$	0,4
Roue 3	$Z_{R3} = 30$	0,4
Pignon 3	$Z_{P3} = 9$	-
Roue 4	$Z_{R4} = 43$	-
Pignon 4	$Z_{P4} = 9$	-
Roue 5	$Z_5 = 43$	-

a) Faire le schéma-bloc (détaillé) du système.





b) Calculer les rapports de transmission r_{2-R3}, r_{P3-R4} et r_{P4-5}.

$$r_{2-R3} = \frac{\prod Z_{menantes}}{\prod Z_{menées}} = \frac{Z_2}{Z_{R3}} = \frac{1}{30} = \underline{0{,}0333}$$

$$r_{P3-R4} = \frac{\prod Z_{menantes}}{\prod Z_{menées}} = \frac{Z_{P3}}{Z_{R4}} = \frac{9}{43} = \underline{0{,}2093}$$

$$r_{P4-5} = \frac{\prod Z_{menantes}}{\prod Z_{menées}} = \frac{Z_{P4}}{Z_5} = \frac{9}{43} = \underline{0{,}2093}$$

c) Calculer le rapport global du réducteur de deux façons différentes.

Façon 1 : le rapport global est égal au produit des rapports intermédiaires :

$$r_{red} = \prod r_i = r_{2-R3} \times r_{P3-R4} \times r_{P4-5} = 0{,}0333 \times 0{,}2093 \times 0{,}2093 = \underline{0{,}00146}$$

Façon 2 : on part de la définition du rapport de transmission (il est égal au rapport des vitesses de sortie sur celle d'entrée)

$$r_{red} = \frac{\prod Z_{menantes}}{\prod Z_{menées}} = \frac{Z_1 \times Z_{P3} \times Z_{P4}}{Z_{R3} \times Z_{R4} \times Z_5} = \frac{1 \times 9 \times 9}{30 \times 43 \times 43} = \underline{0{,}00146}$$

d) Calculer la vitesse de rotation de l'arbre de sortie si le moteur tourne à 1000 $tr.min^{-1}$.

$$r_{red} = \frac{N_{51}}{N_{21}} \Rightarrow N_{51} = r_{red} \times N_{21} = 0{,}00146 \times 1000 = \underline{1{,}46\ tr \cdot min^{-1}}$$

e) Calculer la vitesse du moteur pour que la sortie tourne à 10 $tr.min^{-1}$.

$$r_{red} = \frac{N_{51}}{N_{21}} \Rightarrow N_{21} = \frac{N_{51}}{r_{red}} = \frac{10}{0{,}00146} = \underline{6849\ tr \cdot min^{-1}}$$