

Sommaire

- 2 liaisons eq / roulements / loi d'E/S
- 3 mouvements / Trajectoires
- 4 mvt/traj schéma
- 5 équations de mouvements
- 6 RSG / méthode train épicycloïdal
- 7 engrenages
- 8 types train épicycloïdal
- 9 hyperstatisme
- 10 sysml
- 11 méthode C / $\cos(a)\cos(b)$ / retard I%V condo, bobine
- 12 vocabulaire elec / 4 formule cos et sin
- 13 valeur moyenne / AC DC GND
- 14 triphasé
- 15 triphasé choix étoile ou triangle
- 16 théorème de superposition / valeur efficace
- 17 puissance active réactive apparente / ALI
- 18 machines à courant continu / ALI non linéaire
- 19 diagrammes de bode
- 20 MECA 1^{ère} année
- 21 ELEC 1^{ère} année
- 22 engrenages, diamètre primitif
- 23 hypothèses courroie
- 24 formules courroie
- 25 ALI cours
- 26 ALI cours
- 27 décomposition de 2nd ordre en 1^{er} ordre

méca

liaisons équivalentes

- tout ramener au même point

liaison	action mécanique	cinématique
série	=	+
parallèle	+	=

les roulements

bague \rightarrow rotule

rien \rightarrow linéaire annulaire

montage X/O

\hookrightarrow centre de poussée

loi E/S

rigide \vec{x} \vec{y}
règle tétraèdre: \vec{x} on \vec{y} on \vec{x} on \vec{y}

R_2 dans R_1 :

$$\vec{x}_2 = \cos \theta_{12} \vec{x}_1 + \sin \theta_{12} \vec{y}_1$$

$$\vec{y}_2 = -\sin \theta_{12} \vec{x}_1 + \cos \theta_{12} \vec{y}_1$$

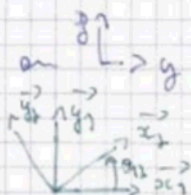
$$A = \cos \quad \sin$$

$$B = -\sin \quad \cos$$

A et B, 1 lettre consécutives

paramètre d'entrée \rightarrow première chose qui bouge (λ, θ)

sortie \rightarrow résultat final



cinématique vectorielle

trajectoire du point M dans R_0 : $T_{H/O}$

vecteur position $\vec{O_0 M}$

vecteur vitesse: $\vec{V}_{H/O} = \left[\frac{d\vec{O_0 M}}{dt} \right]_{R_0}$

vecteur accélération: $\vec{a}_{H/O} = \left[\frac{d\vec{V}_{H/O}}{dt} \right]_{R_0}$

vecteur rotation $\vec{\Omega}_{2/0} = \overbrace{\vec{\Omega}_{2/1} + \vec{\Omega}_{1/0}}^{\text{composition}} = -\vec{\Omega}_{0/2}$

→ défini par: • sa direction (éaxe autour duquel il tourne)

$\vec{\Omega}_{1/0} = \vec{0}_{z_0}$ • sa norme (vitesse angulaire)

• son sens

Trajectoire:

mot $1/2$: translation rectiligne

→ $T_{H \in 1/2}$: segment de droite

mot $1/2$: translation circulaire

→ $T_{H \in 1/2}$: arc de cercle de même rayon

mot $1/2$: rotation

→ $T_{H \in 1/2}$: arc de cercle de même centre

Vitesse d'entraînement:

$V_{absolue} = V_{relative} + V_{entraîné} + V_{entraîneur} + \dots$

$$\vec{V}_{H2/1} = \left[\frac{d\vec{O_1 H}}{dt} \right]_{R_1} = \left[\frac{d\vec{O_1 H}}{dt} \right]_{R_2} + \vec{\Omega}_{2/1} \wedge \vec{O_1 H}$$

Mouvements

Mvt 1/1: rotation d'axe (\vec{axe} , point₀)

mouvement plan
($\vec{système\ d'axe}$, point₁)

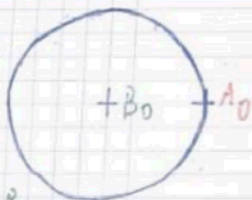
translation rectiligne selon
(\vec{axe} , point₃)

translation circulaire d'axe
(\vec{axe} , point₄)

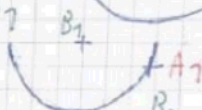
translation quelconque

Trajectoires

$T_{A\ 2/1}$: cercle de centre B_0
et de rayon B_0A_0



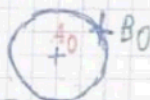
arc de cercle de centre B_1
et de rayon B_1A_1



segment A_2B_2



point A_0



cycloïde



quelconque

$$(1a) a(t) = a_{phase}$$

$$(1b) v(t) = a_{phase} (t - t_i) + v_i$$

$$(1c) x(t) = \frac{a_{phase}}{2} (t - t_i)^2 + v_i (t - t_i) + x_i$$

équation de mort provisoires $\rightarrow C_i$

étape 1: nommer la phase et le mort

étape 2: C_i / CF

étape 3: équation de mort provisoires

étape 4: Résolution inconnues C_i / CF (présentation cours)

étape 5: lister équation mort pour $t_i \leq t \leq t_f$

type de mort:

MTAV ✓

MTARUV ✓

arrêt / —

vitesse constante

La condition de non glissement au point de contact A s'écrit $\vec{V}_{A/2/1} = \vec{0}$.

$$\vec{V}_{A/2/1} = \vec{0}$$

Nature du mouvement de 2/1 ? : Mouvement complexe.
→ On décompose en mouvements simples.
 $2/1 = 2/4 + 4/1$

$$\vec{V}_{A/2/1} = \vec{V}_{A/2/4} + \vec{V}_{A/4/1}$$

Nature du mouvement de 2/4 ? :
Rotation autour de l'axe (O_2, \vec{x}_0)



Champ des vitesses

$$\vec{V}_{A/2/4} = \vec{V}_{O_2/2/4} + \vec{AO_2} \wedge \vec{\Omega}_{2/4}$$

avec $\vec{V}_{O_2/2/4} = \vec{0}$ et

$$\vec{AO_2} \wedge \vec{\Omega}_{2/4} = R_2 \vec{y}_0 \wedge \theta_{2/4} \vec{x}_0 = -R_2 \theta_{2/4} \vec{z}_4$$

$$\rightarrow \vec{V}_{A/2/4} = -R_2 \theta_{2/4} \vec{z}_4$$

Nature du mouvement de 4/1 ? :
Rotation autour de l'axe (O_1, \vec{x}_0)



Champ des vitesses

$$\vec{V}_{A/4/1} = \vec{V}_{O_1/4/1} + \vec{AO_1} \wedge \vec{\Omega}_{4/1}$$

avec $\vec{V}_{O_1/4/1} = \vec{0}$ et

$$\vec{AO_1} \wedge \vec{\Omega}_{4/1} = -R_1 \vec{y}_4 \wedge \theta_{4/1} \vec{x}_0 = R_1 \theta_{4/1} \vec{z}_4$$

$$\rightarrow \vec{V}_{A/4/1} = R_1 \theta_{4/1} \vec{z}_4$$

$$\text{Soit } \vec{V}_{A/2/1} = \vec{V}_{A/2/4} + \vec{V}_{A/4/1} = -R_2 \theta_{2/4} \vec{z}_4 + R_1 \theta_{4/1} \vec{z}_4 = \vec{0} \rightarrow R_2 \theta_{2/4} + R_1 \theta_{4/1} = 0$$

On effectue la même démarche au point de contact B ce qui permet d'écrire : $-R_2 \theta_{2/4} + R_1 \theta_{4/1} = 0$

En combinant les deux relations scalaires précédentes, on a $-R_2 \theta_{2/4} + R_1 \theta_{4/1} = 0 \rightarrow \frac{\theta_{2/4}}{\theta_{4/1}} = -\frac{R_1}{R_2}$

On remarque que si l'on observe le mouvement dans le référentiel du porte-satellites 4, chaque roue tourne autour d'axes fixes par rapport à ce référentiel : on se positionne dans le cas où l'on bloque le porte-satellites.

On peut donc écrire la loi entrée sortie d'un train d'engrenage simple dans ce référentiel

Pour déterminer la formule on choisit provisoirement :

- un planétaire d'entrée → 1
- un planétaire de sortie → 3

$$\frac{\omega_{\text{sortie/PS}}}{\omega_{\text{entrée/PS}}} = (-1)^n \frac{\prod \text{Roues menantes}}{\prod \text{Roues menées}} \rightarrow \frac{\omega_{3/4}}{\omega_{1/4}} = -\frac{Z_1}{Z_2}$$

bloquer le porte satellite

Puis en écrivant la composition de mouvement sur les vecteurs vitesse instantanée de rotation retrouve la formule de Willis :

$$\omega_2 = \frac{\omega_{3/0} - \omega_{4/0}}{\omega_{1/0} - \omega_{4/0}} = -\frac{Z_1}{Z_2}$$

point de contact \rightarrow le contact a 2 pieces

pas de calcul direct \rightarrow glissement

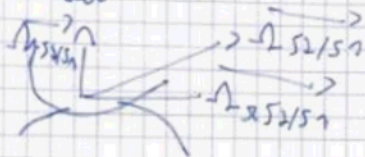
sans glissement: $\vec{v}_{E51/S2} = \vec{0}$

avec glissement: $\vec{v}_{E51/S2} \neq \vec{0}$

$$\vec{\omega}_{S2/S1} = \vec{\omega}_{\perp S2/S1} + \vec{\omega}_{\parallel S2/S1}$$

suivant la normale au contact

plan tangent



En engrenages

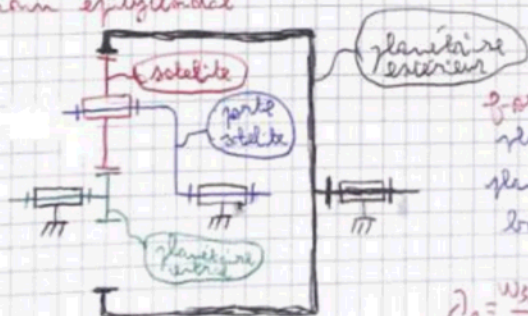
rapport de transmission: $i = \frac{W_{sortie}}{W_{entree}} = \frac{\omega_2}{\omega_1} = -\frac{R_2}{R_1}$

couple: $c_2 = \frac{1}{2} F D_2$ $\frac{c_2}{c_1} = \frac{D_2}{D_1} = (i)^n$

pas: $p = \frac{2\pi R}{Z} = \pi m$ $n = \text{nombre de dents}$

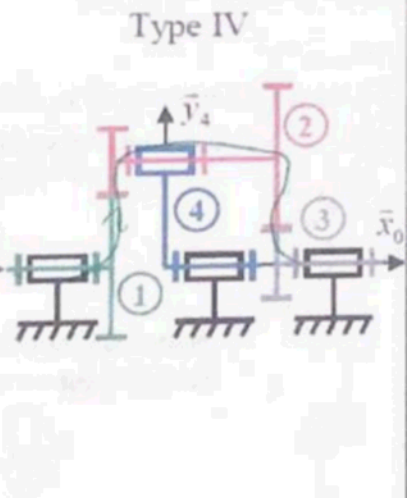
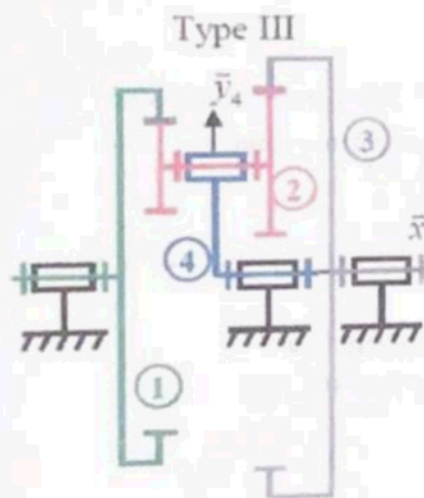
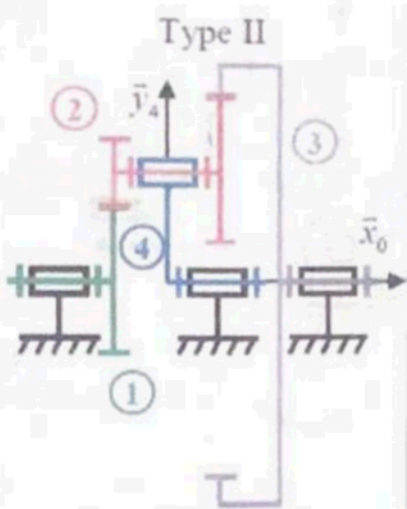
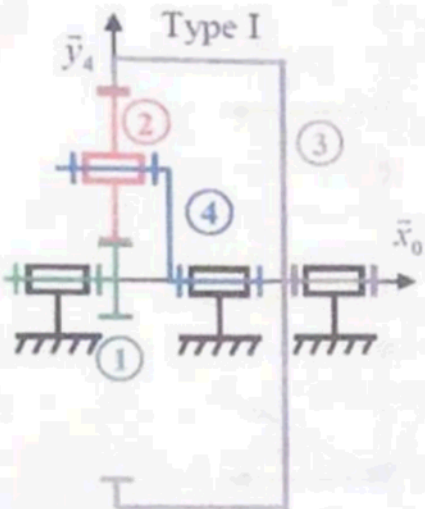
$$D = mZ$$

Train épicycloïdal



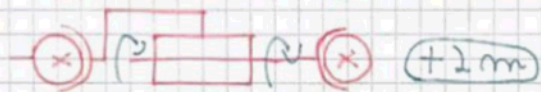
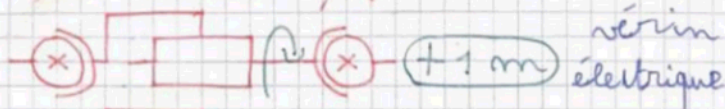
formule de Willis
planétaire d'entrée \rightarrow
planétaire de sortie \rightarrow
bloquée $\rightarrow 0$

$$\omega_1 = \frac{\omega_{sat} - \omega_{i/o}}{\omega_{i/o} - \omega_{f/o}} = -\frac{Z_1}{Z_3}$$



Hyperstatisme

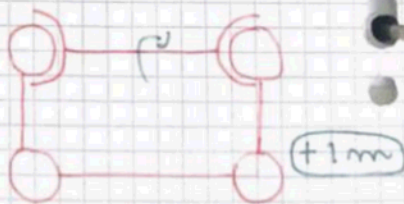
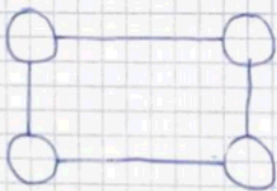
Vérin



Bielle



4 barres



Appui-plan

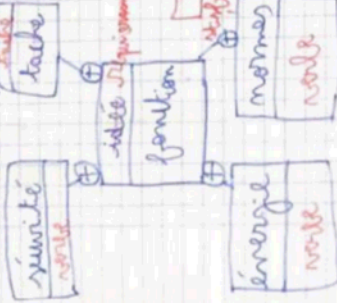


très cher prix

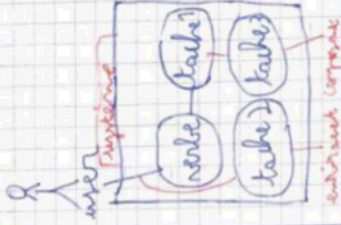
Système

diagramme

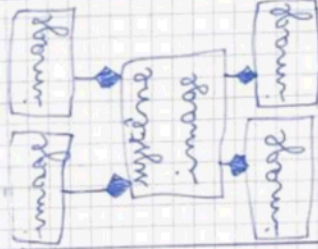
d'exigence



use case



BDD



contexte



X —◇ Y

X —◆ Y

X —⊕ Y

X va dans Y pas indispensable

X va dans Y indispensable

X contient Y

associations:
extend
include
satisfy
refine