Modélisation

- schéma cinématique
- graphe de liaisons
- Figures géométrales

Calcul direct du Vect vitesse

$\vec{V} = \left.\frac{d\vec{OP}}{dt}\right|_R$ O pt fixe dans R

méthode :
- choisir un $\vec{OP}$
- écrire ds un repère de bases unitaires
- dérivation vectorielle :

$\left.\frac{d\vec{u}}{dt}\right|_R = \left.\frac{d\vec{u}}{dt}\right|_{R_S} + \vec{\Omega}_{R_S/R} \wedge \vec{u}$ → produit vectoriel → sinus

ou projection → produit scalaire (cos)

signes

Astuces : $\vec{x}_2 \cdot \vec{y}_0$ (sans tige ⊕) → $\cos\theta\ \vec{z}_0$

Décomposer en mvt simple

=
- rotation axe fixe → $\vec{V}_{O\,S/R} = \vec{0}$
- Translation → $\vec{V}_{AS/R} = \frac{dx}{dt}(\vec{x})$ axe
- contact ponctuel

RSG → $\vec{V}_{I\,2/1} = \vec{0}$ ⇒ condition scalaire

Composition des vitesses et champ des vitesses

⇒ BABAR (équiprojectivité)

$\vec{V}_{B,S/R} = \vec{V}_{A,S/R} + \vec{BA} \wedge \vec{\Omega}_{S/R}$

Torseurs

$\left\{ \begin{matrix} \vec{\Omega}_{S/R} \\ \vec{V}_{A,S/R} \end{matrix} \right\}_A$

Torseurs liaisons

St_{PS}	V_{PS}
0	0
0	0

Bloqués

Torseur liaisons

X	L
Y	M
Z	N

Bloqués

liaison simple

Torseurs

$\left\{ \begin{matrix} \vec{F}_{ext\to S} \\ \vec{M}_{A,ext\to S} \end{matrix} \right\}_A$

Lois de Frottements (Coulomb)

$\left\{ \begin{matrix} T_x \\ T_y \\ T_z \end{matrix} \right.$ $\left. \begin{matrix} \Pi_x \\ \Pi_y \\ \Pi_z \end{matrix} \right\}_{I_{12}}$ roulement, pivotement, ponctuelle avec frottements

1° loi glissant $\vec{V}_{I\,2/1} \neq \vec{0}$

f = tanφ ⇒ $\vec{T}_{1\to2}$ s'oppose au glis

$\|\vec{T}\| = f\|\vec{N}\|$

l'loi adhérence $\vec{V}_{I\,2/1} = \vec{0}$

f = tan γ_0 ↔ $\|\vec{T}\| \leq f\|\vec{N}\|$ Signes

résolution on se place à la limite

Modèle local (disque test)

$d\vec{F} = p(\pi) \cdot \vec{n}(\pi) + f \cdot p(\pi) \cdot \vec{t}(\pi)$

action normale — action tangentielle

Modélisation des AM

Global (BABAR) $\vec{\Pi}_A = \vec{\Pi}_B + \vec{AB} \wedge \vec{F}$

Ajout d'actions

tout ramener au même point

Local

Modélisation des Systèmes mécaniques en vue du dimensionnement d'actionneurs

① un actionneur élémentaire sur un élément de domaine en 1 pt Π : $d\vec{f} = f(\pi) \cdot \vec{n}(\pi) \cdot d\Sigma$

f = densité d'effort { volumique, surfacique, linéique, dL

② Infinité d'actions sur le domaine Σ

à intégrer (somme) $\vec{F} = \int_\Sigma d\vec{F}$ et $\vec{\Pi}_A = \int_{P\in\Sigma} \vec{AP} \wedge d\vec{F}$ ← calcul 1, ← calcul 2

et pour le global on cherche ① tel que $\vec{\Pi}_\Omega = \vec{0} = \vec{\Pi}_A + \vec{\Omega A} \wedge \vec{F}$

Détermination des Lois E/S

cinématique → Type de chaîne de solides → chaînes fermées

statique → PFS

Méthode :

① graphe d'analyse (AM) ↔ nb d'inconnues de liaisons

② on isole en réfléchissant à ce qu'on cherche ! (on fait pas les bonnins !)

③ on utilise les bons théorèmes :
- 2D → 2 TRS ↔ 1 TMS
- 3D ⇒ Torseurs ou pas ... 1 seule équation ?

⇒ on choisit le Bon point pour le TMS
- " TRS si glissière "
- " TMS si pivot avec le Bon point "

④ on ajoute les autres lois :
- coulomb $T = fN$ Signe
- vis/écrou $c = \frac{pas}{2\pi} F$

⑤ on change d'isolement si besoin d'avancer

⑥ on résout littéralement PUIS AN

Homogénéité / ordre de grandeur / cohérence

Chaînes Ouvertes

Modèle géo direct → on projette une relation de chasles

$\vec{OS} = \vec{OA} + \vec{AB}$

$x\vec{x} + y\vec{y} = L_1\vec{x}_1 + L_2\vec{x}_2$ (cos, sin, cos, sin)

$\begin{cases} x = \\ y = \end{cases}$

Modèle géo inverse

Fuite !

Condition du RSG

$\vec{V}_{I\,S/e} = \vec{0}$

Fermeture cinématique

Compo des vitesses relation vectorielle (idem)

Fonction géométrique

① paramètre d'entrée ? de sortie ?

② relation vectorielle (chasles) $\vec{OA} + \vec{AB} + \vec{BO} = \vec{0}$

③ projection dans une base { cos ... (1) ; sin ... (2)

④ on combine les équations pour éliminer les inconnues cinématiques inutiles.

si longueur = $f(\alpha)$ ⇒ (1)² + (2)² = ... ($\cos^2 + \sin^2 = 1$)

si angle = $f(\alpha)$ ⇒ $\frac{(1)}{(2)} \Rightarrow \tan(\alpha) = \ldots$

Trains simples

$\frac{\omega_{S/e}}{\omega_{e/0}} = (-1)^n \frac{\prod Z_{menants}}{\prod Z_{menés}}$

$n = 3$ ∧ ⊙ ○

Train épicycloïdal

réf porte satellite

$\frac{\omega_{S/PS}}{\omega_{e/PS}} = \lambda = \frac{\text{Train simple}}{\text{raison}}$ ≠ rapport de réduction

↓ Willis

$\frac{\omega_{S/0} - \omega_{PS/0}}{\omega_{e/0} - \omega_{PS/0}} = (-1)^n \frac{\prod Z_{menants}}{\prod Z_{menés}}$

ensuite, suivant les données ⇒ $\omega_{sort} = \frac{1}{\ldots}\omega_{entrée}$

Statique

Isolement

$\left\{ \begin{matrix} \vec{R}_{\bar{E}\to E} \\ \vec{M}_{A,\bar{E}\to E} \end{matrix} \right\}_A = \left\{ \begin{matrix} 0 \\ 0 \end{matrix} \right\}$

pb 2D ou 3D

3D torseurs 6 eq

2D $\sum \vec{F}_{\bar{E}\to E} = \vec{0}$ (TRS)

3 eq $\sum \vec{M}_{A,\bar{E}\to E} = \vec{0}$ (TMS)

permet à utiliser $\left\{ \vec{T}_{1\to2} \right\} = \left\{ -\vec{T}_{2\to1} \right\}$ Actions/réactions

Intéressant pour les moteurs $\left\{ C_m \right\}$ ← qui est le stator

ou les ressorts, fluides $\left\{ \begin{matrix} \vec{F} \\ \vec{0} \end{matrix} \right\}$

Système soumis à 2 forces

$\vec{\Pi}$ direction

torseurs dans la même base ⇒ 1 seule inconnue

$\left\{ F_{1\to2} \right\} = \left\{ \begin{matrix} X & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{matrix} \right\}_{(\vec{x}_2, \vec{y}_2, \vec{z}_2)}$

ou à 3 forces

- Concourantes
- Somme vectorielle nulle