PROGRAMME DE COLLE EN PSI1
SEMAINE S17 DU 03 AU 14 MARS

Idem programme précédent + dynamique appliquée à tout type de structure (chaînes et boucles)

Théorie des mécanismes

- Nombres cyclomatique : définition, expression et signification
- Degré d'hyperstaticité d'un modèle de mécanisme : origine et signification qualitative à partir du système d'équations issu de la fermeture cinématique
- Degré (ou indice) de mobilité du modèle : définition, expression et signification
- Degré d'hyperstaticité : définition, expression et signification (à partir du rang r_c de la fermeture cinématique de boucle)
- Degré d'hyperstaticité : formule synthétique cas mono et multi boucles
- Restriction au cas plan.
- Grille de lecture : 'Mobilités utiles vs mobilités internes' pour les mécanismes motorisés, par les variables cinématiques libres sinon.
- Être ou ne pas être hyperstatique ?
- Rendre ou ne pas rendre un modèle isostatique : localisation de l'hyperstaticité, proposition de modification de liaisons et vérification

A partir du 10 mars :

- Approche analytique sur une fermeture cinématique (équations 0=0)
- *Notion sur l'approche par le PFS : formule et lien avec la cinématique*
- Synthèse algébrique matricielle
- Modélisation locale globale : définition des torseurs d'action élémentaires (local) et définition des torseurs d'action intégrés (global). Application à au freinage.

PROGRAMME DE COLLE EN PSI1
SEMAINE S16 DU 3 AU 7 FÉVRIER

Programme précédent +

- Effets gyroscopiques
- Equilibrages statique et dynamique, signification physique du torseur dynamique en lien avec la 'force' centrifuge)

+ début des révisions

TOUTE LA MECANIQUE DE SUP ET DE SPE :

- Géométrie, cinématique du point, cinématique du solide, condition de passage
- Modélisation des actions mécaniques (passage local-global pas revu)
- Frottement sec (Coulomb, adhérence, etc.)
- Stratégies de résolution d'un problème de statique et de dynamique
- Transmetteurs linéaires, y compris épicycloïdal

STRUCTURE ET COMPOSANTS DES CHAINES FONCTIONNELLES

- Capteurs de position, de vitesse, de force, principes de fonctionnement
- Actionneurs électrique (MCC) et fluidiques (vérins)
- Pré-actionneur électrique : hacheur
- Conversion analogique/numérique, échantillonnage
- La schématisation fluidique sera vue après les vacances

PROGRAMME DE COLLE EN PSI1
SEMAINES S14-S15 DU 20 AU 31 JANVIER

Toute la mécanique de sup et spé (sans la théorie des mécanismes)

- Organisation propre d'une résolution de problème de dynamique ou de statique
  - Graphe d'analyse et figures de calcul
  - Distinction des objectifs : loi de mouvement ou actions de liaison
  - Loi de mouvement :
    - Énoncé argumenté de la démarche de résolution (énergétique vs dynamique)
    - Énoncé structuré et argumenté d'une stratégie d'isolements (chaîne vs boucle, élimination vs préservation de variables, variables charnières communes aux isolements, en particulier : utilisation de l'hélicoïdale, etc.)
    - Dynamique : énoncé complet (et rigoureux) de l'expression en projection
    - Calculs menés en partant *directement* de l'expression en projection
    - Calculs structurés et argumentés (point 'fixe', CdI, etc.)
  - Cas des chaînes : maîtrise complète
  - Cas des boucles : établissement de la stratégie de manière identique à la statique.
- Équilibrage statique : définition, condition d'équilibrage statique
- Tous les transmetteurs (engrenages simples, hélicoïdaux, crémaillère), souples (courroie, chaîne). *Les trains épicycloïdaux n'ont été revus qu'en TP pour ¼ des groupes mais revus en DM et DS par tout le monde. Les révisions synthétiques s'achèveront vendredi 24/01.*
- *Juste évoqué : équilibrage dynamique : définition, condition sur la matrice d'inertie*,

PROGRAMME DE COLLE EN PSI1
SEMAINES S12-S13 DU 6 AU 17 JANVIER

Toute la cinématique, statique, énergétique, contact réel avec frottement

Dynamique (approche vectorielle) : questions de cours seulement

- définition (formes intégrales) et expressions des éléments de réduction des torseurs cinétique et dynamique pour un point, un solide, un ensemble de solides
- formules vectorielles de dynamique à connaître pour un point, un solide, un ensemble de solides :
    - moment cinétique en A (pt quelconque) ou en G (centre d'inertie)
    - moment dynamique en A ou en G
    - à partir des données inertielles en A ou en G
    - chemins préférentiels et arguments de choix

- expression et calculs en projection : intérêt et mise en œuvre

Inertie (à traiter solide par solide)

- propriété et signification de l'opérateur d'inertie,
- relativement à un repère associé à un solide, structure de la matrice d'inertie, expression intégrale et signification physique des moments et produits d'inertie
- utilisation des symétries et des dimensions négligées pour simplifier la matrice d'inertie
- expression d'un moment d'inertie autour d'un axe à partir de la matrice
- formules de Huygens (moment) et Huygens généralisé (opérateur)

Transmetteurs linéaires : en révision personnelle avant celle globale faite en classe

- Définition et schématisation des transmetteurs classiques
- Principe de fonctionnement, données géométriques caractéristiques, hypothèses de fonctionnement
- Loi entrée/sortie cinématique : démonstration et résultat rapide à connaître
- Train épicycloïdal : à partir de la semaine du 15 janvier

NB. Pour ces deux semaines 12 et 13 :

- les exercices de dynamique ont débuté en TD le 20 décembre, y aller tranquillement en insistant sur la stratégie en fonction de la mobilité puis en fonction de la structure, comme en statique

PROGRAMME DE COLLE EN PSI1
SEMAINE S11 DU 9/12/23

Statique

- Tout problème (sans la théorie des mécanismes)

En question de cours seulement sauf indication contraire :

Energétique

- Théorème de l'énergie cinétique pour un point, un solide, un ensemble de solides : définitions claires des ensembles isolés, des puissances intérieures et extérieures par comoment, de l'énergie cinétique dans les cas simples (pas de définition torsorielle).
- Distinction entre degré de liberté et degré de mobilité
- Critère de choix du type d'approche de résolution (dynamique ou énergétique) selon le problème posé et selon la mobilité du modèle du mécanisme
- Expressions dans les cas 'simples' de l'énergie cinétique : translation direction fixe galiléenne, rotation autour d'un axe fixe galiléen, si les grandeurs d'inertie sont définies au centre d'inertie (formule de König)
- Puissances intérieures et extérieures pour un point, un ensemble matériel, un solide indéformable, un ensemble de solides indéformables en liaison. Définition par les comoments pour les solides.

Cinétique :

- Moment d'inertie autour d'un axe pour un point et un solide : définition, unité
- *Notion de masse grave et de masse inerte autour de l'expression courante 'masse négligée' …*
- **Définition, principe de calcul et calcul** d'un moment d'inertie équivalent ramené sur un axe de mouvement et d'une masse équivalente ramenée sur une direction de mouvement.

Dynamique

- Énoncé du PFD : pour un point, pour un solide avec le torseur dynamique, pour un ensemble de solides

Nota : les définitions intégrales des différentes grandeurs sont **aussi** à connaître

PROGRAMME DE COLLE EN PSI1
SEMAINES S8-S10 (18/11 AU 6/12)

Toute la statique : programme précédent +

Résolution pour une boucle (en « autonomie guidée »)

- Étude préalable : « tout sauf le bâti » , équilibre sous deux forces, sous trois forces (arguments sur les liaisons et/ou sur la planéité)
- Quelles variables conserver, quelles variables à éliminer
- Quel théorème, projection, point d'application des moments

Formalisation

- Écriture sous forme de produits scalaires ou produits mixtes (non revus encore en classe), résolution
- Vérification *a posteriori* de la cohérence des résultats sur des cas particuliers (homogénéité et signe)

En semaine S9, en question de cours seulement :

Dynamique et énergétique

- Matière : point, solide, masse, centre de masse, symétrie matérielle, simplification uni- ou bidimensionnelle
- Énoncé du PFD : pour un point, pour un solide, pour un ensemble de solides
- Expression intégrale du torseur dynamique
- Définition intégrale d'un moment d'inertie. Expression à connaître pour une barre et pour un cylindre
- Définition intégrale de l'énergie cinétique pour un point, pour un solide, pour un ensemble de solides
- Expression dans les trois cas particuliers : translation direction fixe, rotation autour d'un axe fixe, au centre d'inertie (König)

En semaine S10, en question de cours seulement :

- Puissances extérieures galiléennes : définition et expression torsorielle par le point de vue galiléen et synthèse
- Puissances intérieures : définition et expression torsorielle en référentiel local
- Applications simples uniquement si guidées

PROGRAMME DE COLLE EN PSI1
SEMAINES S6-S7 (4-11 AU 15-11)

Modélisation de la structure et du mouvement

- Géométrie : paramétrage, fermeture, loi entrée/sortie géométrique (élimination d'un angle, d'une distance), espace opérationnel (coordonnées utilisateur), espace articulaire (coordonnées actionneurs), modèle direct, modèle inverse
- Tout calcul de cinématique par dérivation ou Varignon + composition des mouvements, condition de passage de la cinématique du point à la cinématique du solide et inversement
- Liaisons : nomenclature, schématisation 2D et 3D
- Torseur cinématique de liaison : repère adapté à la liaison, structure, notation, unités, nombre de degrés de liberté, zone d'invariance
- Torseur d'action mécanique transmissible : structure, notation, unités, nombre de degrés de liaison, zone d'invariance
- Liaisons équivalentes : série et parallèle, par une approche cinématique uniquement.
- Mouvement plan et simplification des torseurs
- Réalisation ou complétion d'un schéma cinématique plan ou spatial (en isométrique) à partir d'une description complète des mouvements ou des surfaces fonctionnelles, selon que le modèle est plan ou spatial
- Modélisation du contact : glissement, roulement, pivotement puis adhérence, roulement sans glissement.
- Axe et centre instantanés de rotation.

A partir du 11 novembre, en question de cours seulement :

Statique

- Hypothèses générales sur les solides et sur les liaisons. Définition d'une action mécanique transmissible, torseurs d'AMT des liaisons, dualité avec le torseur cinématique, démonstration
- Énoncé du PFS galiléen et des théorèmes généraux TRS et du TMS
- Graphe d'analyse ou Graphe des Liaisons et des Actions Mécaniques (GLAM)
- Solides en équilibre sous deux glisseurs, trois glisseurs : conséquences graphiques et analytiques
- Lois de Coulomb en glissement, en adhérence stricte et à la limite du glissement.
- Justification du choix du théorème appliqué, de la direction de projection, du point choisi dans le cas du TMS.
- Condition de simplification d'un problème spatial en un problème plan, conséquences sur les torseurs

Types de problèmes à identifier et démarches associées

- Type 'guidage' ou 'dimensionnement des liaisons' : nombre de PFS à écrire, détermination des inconnues de liaison en fonction des AM imposées, résolution (formulation matricielle en prolongement d'exercice).
- Type 'loi de mouvement' : équilibre par actionneur, équilibre gravitaire (type balance), limite d'équilibre (basculement), contact avec frottement (utilisation de l'hypothèse de limite du glissement)

Résolution pour une chaîne (en autonomie)

- Isolements par emboîtement successif, détermination possible de tous les efforts de liaison

PROGRAMME DE COLLE EN PSI1
SEMAINE S5 (14 AU 18-10)

Toute l'automatique continue

- Performances et contraintes : précision, sensibilité, amortissement, stabilité. Critères et calculs sur FTBO ou FTBF. Choix à justifier.
- Correcteurs : transmittance, avantage inconvénient, actions combinées, réglage d'un correcteur proportionnel, d'un correcteur proportionnel intégral
- Correcteur à avance de phase (démarche et formules à connaître)
- Notion de correction cascade : intérêt des boucles supplémentaires

Attention à bien définir ce qui se calcule sur la FTBO et sur la FTBF. Établir les correspondances entre les propriétés de la FTBO et celles de la FTBF.

Révisions de Mécanique

- Modélisation graphique des mécanismes : structure et liaison
- Torseurs : signification, réduction, comoment, automoment, glisseur, couple, etc.
- Liaisons : schématisation, torseurs cinématiques et d'AM transmissibles par un contact parfait, dualité
- Modélisation analytique géométrique des mécanismes, graphe des liaisons, figures de calcul, détermination de loi entrée-sortie géométrique puis loi entrée-sortie cinématique par dérivation
- Calcul de vitesse par la cinématique du point et révisions personnelles sur le calcul en cinématique du solide par la relation de Varignon et la composition des vitesses

A partir du 6 novembre

- Cinématique du contact : glissement, adhérence, roulement, pivotement et les grandeurs associées
- Définition et exploitation du roulement sans glissement.
- Liaisons équivalentes série et parallèle (uniquement par la cinématique)
- Tout calcul de cinématique par dérivation ou Varignon + composition des mouvements.

PROGRAMME DE COLLE EN PSI1
SEMAINES S3-S4 (30/10 AU 11/10)

Idem programme précédent (notamment 'comportements des systèmes') + ...

Positionnement des pôles dans le plan complexe et comportements associés

- Comportement de la réponse impulsionnelle lié à la position des pôles dans le plan complexe (partie réelle…)
- **Synthèse sur la simplification de modèle basée sur le positionnement relatif des pôles (réel/réel) et (complexes conjugués/complexes conjugués)**

Stabilité d'une boucle

- Définir la stabilité qualitative et quantitative
- Critères de stabilité du point de vue de la FTBO et du point de vue de la FTBF
- **Synthèse sur l'influence d'une modification de gain, d'un déphasage, d'un retard, d'une intégration sur chacun des lieux. En déduire l'influence qualitative sur la stabilité de la boucle.**
- Lien entre marge de gain ou de phase en FTBO et amortissement en FTBF.
- Savoir calculer une valeur optimale de correcteur proportionnel étant imposée la marge de phase ou la marge de gain : insuffisance dans le cas général de ce type de correction.
- **Synthèse sur le compromis nécessaire entre réactivité et stabilité**

Précision

- Définir précision, erreur et écart
- Déterminer la transmittance donnant l'erreur en fonction de la consigne
- Connaître le tableau de précision et savoir le démontrer (signification de tous les paramètres !).
- **Synthèse sur l'influence du gain et des intégrateurs de la FTBO sur la précision.**

Sensibilité aux perturbations

- Définir la sensibilité aux perturbations
- Définir l'écart total par superposition
- Lien entre l'écart et la sortie pour une consigne nulle (en 'régulation')
- Déterminer la transmittance donnant l'erreur en fonction de la perturbation + démarche complète de calcul de l'erreur commise dans le cas de la perturbation en échelon.
- **Synthèse sur l'influence du gain de boucle ouverte et des intégrateurs sur la sensibilité en fonction de leur position relative par rapport au point d'entrée de la perturbation dans la chaîne directe.**

Synthèse sur les liens entre les propriétés de la boucle de commande, FTBF en poursuite et FTBF en régulation, et celles de la FTBO. *CONNAITRE LES PONTS ENTRE FTBO ET FTBF*

Correcteurs

- Fonctions de transfert, lieu de Bode, avantages, limites des correcteurs P, I, D, PI.
- Implantation numérique de ces correcteurs, notion d'échantillonnage, aboutir à une équation de récurrence, simuler l'influence de l'échantillonnage dans un modèle continu
- A partir de 7 octobre : correcteur à avance de phase (tout !)

SEMAINES S1-S2 (16 AU 27 SEPTEMBRE)

Révision sur l'ingénierie système

- Lecture des diagrammes SysML : noms et rôles de chaque diagramme (des exigences, des cas d'utilisation, de définition de blocs, de blocs internes.

Signaux

- Tracé, expression des signaux usuels en temporel et symbolique, retardés et pas (cf. cahier rouge de révision)
- Identification graphique de signaux (idem)

Systèmes

Structure

- Chaîne fonctionnelle : fonctions et systèmes élémentaires classiques (MCC, réducteur, codeur, hacheur, etc.)
- Principe et intérêt du passage de la chaîne fonctionnelle au schéma fonctionnel puis au schéma-blocs
- Modèles de connaissance et de comportement
- Poursuite et régulation : consigne, perturbation, écart, commande
- Hypothèses pour passer les équations temporelles dans le domaine de Laplace ; théorèmes généraux
- Énoncé et utilisation du principe de superposition.
- FTBO et FTBF d'une boucle : définition et expression ; retour unitaire comme structure canonique d'expression des questions d'analyse et de conception

Approches algébrique et graphique

- Détermination de tout transfert sur un schéma-bloc à partir des équations temporelles
- Définition et forme canonique (normalisée) des transmittances : ordre, classe, généralisé, pôles, zéros, gain, gain statique
- Définition des réponses impulsionnelle, indicielle et harmonique ; expressions dans le domaine de Laplace
- Stabilité des systèmes (« si entrée bornée alors sortie bornée »), conséquence sur la partie réelle des pôles de la FTBF
- Évaluation des performances d'un système bouclé sur sa réponse indicielle : précision, rapidité, amortissement
- Identification indicielle des systèmes intégrateur, du 1er et du 2nd ordre avec formules ou avec abaques
- Calcul du gain et de la phase des modèles proportionnel, intégrateur, du 1er et du 2nd ordre, généralisé et retard pur.
- Tracé des diagrammes de Bode asymptotiques en gain et en phase des modèles intégrateur, du premier et du second ordre, généralisé et retard pur ; allure du tracé réel
- Tracé des diagrammes de Bode asymptotiques en gain et en phase pour une transmittance factorisée quelconque ; allure du tracé réel
- Identification des systèmes par leur réponse harmonique : transmittance + paramètres choisis
- Détermination de fonctions de transfert par les équations du système en temporel, hypothèses.
- *A partir du 23-09 : détermination graphique et analytique des marges de stabilité*

Comportement des systèmes

- équations temporelles et symboliques du MCC, définitions et unités des grandeurs physiques et paramètres
- fonctionnement et transmittance des hacheurs. *Idem pour codeurs incrémentaux à partir du 23/09,*
- simplifications classiques du modèle du MCC, avec les justifications usuelles,