

PROGRAMME DE COLLE EN PSII

SEMAINES S19-S20 DU 10 AU 22

MARS

TOUT le programme de classe préparatoire

Mécanique :

- Modélisation locale-globale : définition des torseurs locaux et globaux
- Intégration en cartésien, polaire ou cylindrique
- Frottement et arc-boutement sous 2 forces et 3 forces, position limite d'équilibre

Fonctionnement et modélisation des chaînes fonctionnelles :

- **Structure** : tout (global qualitatif, d'un système automatisé, local qualitatif d'une chaîne fonctionnelle, locale quantitatif d'un schéma fonctionnel puis du schéma-bloc), flux énergétique ou de signaux mesurables, unités, conversions.
- **Actionneurs** : MCC ; vérins à partir du 18 mars (principe de fonctionnement, nomenclature, schémas, équations)
- **Préactionneurs** : hacheur (schéma, principe de fonctionnement, simple quadrant/quatre quadrants, gain, distributeurs pneumatiques et hydrauliques à partir du 18 mars)
- **Transmetteurs** : aspects technologique, cinématique et énergétique (linéaire/non-linéaire, structures classiques, principe de fonctionnement, loi entrée/sortie)
- **Capteurs** : position, vitesse, force (nom, principe de fonctionnement, grandeurs mesurées (mesurandes)/grandeurs restituées (mesures), mesurage direct/indirect, avantage/limite, gain et unité, conversion analogique/numérique)

SED : à partir du 18 mars

PROGRAMME DE COLLE EN PSI1

SEMAINE S17-S18 DU 26 FÉVRIER AU 8 MARS

Tout le programme précédent +

Transmetteurs linéaires : tout type dont épicycloïdal

PROGRAMME DE COLLE EN PSII

SEMAINE S16 DU 5 AU 9 FÉVRIER

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

Théorie des mécanismes (guidé en semaine 16)

- 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
- Approche par le PFS : formule et lien avec la cinématique
- Synthèse algébrique matricielle

D'ICI LES VACANCES D'HIVER : programme précédent + 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 complètement revu)
- Frottement sec (Coulomb, adhérence, etc.)
- Mobilité et staticité des mécanismes
- Stratégies de résolution d'un problème de statique et de dynamique
- Transmetteurs linéaires : révision le vendredi 9/02

STRUCTURE ET COMPOSANTS DES CHAINES FONCTIONNELLES

- Capteurs de position, de vitesse, de force, principes de fonctionnement
- Actionneurs électrique (MCC) et fluidiques (vérins)
- Pré-actionneurs électriques : hacheur, contacteur
- Conversion analogique/numérique, échantillonnage
- La schématisation fluide sera vue dans les prochaines semaines

PROGRAMME DE COLLE EN PSI1

SEMAINES S14-S15 DU 22 JANVIER AU 2 FÉVRIER

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'isollements (chaîne vs boucle, élimination vs préservation de variables, variables charnières communes aux isollements, 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', Cdl, etc.)
 - Cas des chaînes : maîtrise complète
 - Cas des boucles : établissement de la stratégie de manière identique à la statique.
- Équilibrages statique et dynamique : définition, condition sur la matrice d'inertie, technique d'équilibrage statique et dynamique, résolution si guidée
- Tous les transmetteurs (engrenages, hélicoïdaux, crémaillère), souples (courroie, chaîne). Les trains épicycloïdaux n'ont été revus qu'en TP pour la moitié des groupes et en DM et DS par tout le monde. Les révisions synthétiques auront lieu la semaine avant les vacances d'hiver.

PROGRAMME DE COLLE EN PSII

SEMAINES S12-S13 DU 8 AU 19 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 :
 - o moment cinétique en A (pt quelconque) ou en G (centre d'inertie)
 - o moment dynamique en A ou en G
 - o à partir des données inertielles en A ou en G
 - o 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

- 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 :

- questions de cours seulement sur les définitions, expressions et significations des quantités d'inertie, cinétiques et dynamiques.
- les exercices débiteront en TD le 12 janvier, y aller tranquillement avant cette date, éventuellement très guidé 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 11/12/23

Statique

- Tout problème (sans la théorie des mécanismes)

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).
- Critère de choix du type d'approche de résolution (dynamique ou énergétique) selon le problème posé et selon la mobilité du modèle du mécanisme
- Rendement global d'une chaîne de transmission de puissance en régime permanent

Dynamique

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

Cinétique :

- Moment d'inertie : définition et signification
- Définition 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.

PROGRAMME DE COLLE EN PSI1

SEMAINES S9-S10 (27/11 AU 8 /12)

Toute la statique

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 S7-S8 (13-11 AU 26-11)

Toute la mécanique de première année, c'est-à-dire :

Modélisation de la structure et du mouvement : généralité

- Géométrie : tout
- 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 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.

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

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

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)

PROGRAMME DE COLLE EN PSII

SEMAINES S5-S6 (16-10 AU 10-11)

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 (2 AU 13 OCTOBRE)

Idem programme précédent (notamment voir 'modélisation 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 la précision
- Lien entre 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
- Principe de superposition appliqué à l'erreur totale.
- Lien entre l'écart et la sortie pour une consigne nulle (en 'régulation')
- Déterminer la transmittance donnant l'erreur, ou bien la sortie, 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
- A partir de 9 octobre : correcteur à avance de phase (tout !)

SEMAINES S1-S2 (18 AU 29 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 interne, de séquence)

Signaux

- Tracé, expression des signaux usuels en temporel et symbolique, retardés et non retardés
- Identification graphique de signaux

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, ordre
- 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 1^{er} et du 2nd ordre avec formules ou avec abaques
- Calcul du gain et de la phase des modèles proportionnel, intégrateur, du 1^{er} et du 2nd ordre, généralisé.
- Tracé des diagrammes de Bode asymptotiques en gain et en phase des modèles intégrateur, du premier et du second ordre ; 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
- Équation caractéristique et détermination graphique des marges de stabilité si elles existent .

MODÉLISATION DES SYSTÈMES

- **équations temporelles et symboliques du MCC, définitions et unités des grandeurs physiques associées**
- **fonctionnement et transmittance des hacheurs, codeurs incrémentaux (y compris détermination du sens de rotation), transmetteurs linéaires vs non-linéaires (sans les transmetteurs épicycloïdaux)**
- **simplification classique, avec les justifications usuelles, du MCC**