

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 PSII

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**