PROGRAMME DE COLLE N°14 EN PCSI5
SEMAINES DU 6-05 AU 19-05

STATIQUE ET MODELISATION DES ACTIONS MECANIQUES

- Graphe d'analyse (liaison + actions mécaniques) : première typologie
- Définition de l'isolement d'un solide ou d'un ensemble de solides
- Nombre de solides isolables pour un ensemble de N solides (bâti compris). Justification.
- Définition axiomatique de la force comme action mécanique s'exerçant sur un point. Lien avec les champs (gravité, électromagnétique, pression)
- Moment d'une force autour d'un axe
- Comoment et automoment, invariants vectoriel et scalaire d'un torseur
- Torseur d'action mécanique construit par le travail (virtuel) réalisé pour un déplacement élémentaire
- PFS pour un solide ou pour un ensemble de solides + actions réciproques
- Théorèmes généraux : TRS et TMS, cas d'application
- Glisseur : forme canonique, axe central, Varignon, et définition géométrique du bras de levier
- Liaisons : torseur d'action mécanique transmissible juste aperçu pour la liaison pivot.

Exercices simples et possiblement guidés. Rappel : pas de cours ni de TD la semaine du 6 mai !

PROGRAMME DE COLLE N°13 EN PCSI5
SEMAINE DU 22-04 AU 05-05

TOUTE LA CINEMATIQUE DES MECANISMES DE CPGE

- Tout calcul de vitesse, accélération, loi entrée/sortie, mouvement isolé, mouvement composé, roulement sans glissement, liaisons simples et équivalentes série et parallèle (identification visuelle et par calcul)
- Calcul du rapport de transmission soit par le RSG soit par changement de référentiel (formule de Willis en fraction ou de Ravignaux en combinaison linéaire).
- Types de trains épicycloïdaux
- Trains composés : constitution d'un système d'équations sur les niveaux successifs, substitution
- Trains valseurs : par deux RSG ou par RSG et Willis
- Transmetteurs par friction**,** analyse par RSG

PROGRAMME DE COLLE N°12 EN PCSI5
SEMAINES DU 25-03 AU 5-04

Mécanique *des mécanismes*

- Révision de géométrie et de cinématique des mécanismes
- Calcul structuré des vitesses par recherche de points fixes de mouvement ou points fixes de solides.
- Définitions de la vitesse de glissement, adhérence
- Exploitation du roulement sans glissement pour relier des variables cinématiques
- Torseur : définition, invariants, relation de Varignon, compositions des vitesses de point et angulaire
- Liaisons : torseurs canoniques, y compris zone d'invariance de la forme du torseur
- Axe central, CIR, AIR, torseur simplifié dans le cas plan
- Avec aide si nécessaire : liaisons équivalentes série et parallèle : composition ou compatibilité cinématique ; identification intuitive et par calcul

Transmetteurs

- Linéaires (ou proportionnels) vs non linéaires (exemple : bielle manivelle)
- Rapport de transmission : réduction ou amplification de vitesse, exemples.
- Hypothèses d'analyse : RSG, adhérence
- Définitions : engrenages plans, sphériques, gauches. Contacts intérieur et extérieur.
- Propriétés structurelles : cercles de pied, de tête, primitif, entraxe ; lien entre entraxe et diamètres primitifs (montage)
- Représentation normalisée par les cercles primitifs tangents
- Train d'engrenages simples : propriétés primitives, détermination du rapport de transmission par calcul (RSG) et par formule $(-1)^n \frac{\Pi Z_{menants}}{\Pi Z_{menés}}$.
- Pas de denture ; module de denture (compatibilité géométrique)
- Trains épicycloïdaux : représentation, intérêts pratiques, familles de pièces, calcul par le RSG et par la formule de Willis

PROGRAMME DE COLLE N°11 EN PCSI5
SEMAINES DU 11 AU 23 MARS

Toute l'automatique continue, y compris

- Manipulation des schémas-blocs et détermination de toute transmittance par calcul ou par formule de Black
- stabilité qualitative et quantitative,
- précision absolue et relative pour une entrée en échelon, rampe et parabole, sensibilité aux perturbations additives.
- Tracé et analyse de tout type de diagrammes de Bode.
- Compensation de pôles dominants
- Influence du facteur proportionnel des correcteurs
- Influence du facteur intégral des correcteurs
- Intérêt du correcteur Proportionnel-Intégral (réglage si guidé)

PROGRAMME DE COLLE N°10 EN PCSI5
SEMAINES DU 26-02 AU 8-03

Programme précédent +

- Liens entre les propriétés de la FTBO et les propriétés de la FTBF à retour unitaire (feuille A3 distribuée à compléter sur mon site si nécessaire)
- Rapidité temporelle et fréquentielle (réactivité) : critères de performances, cas où les deux performances évoluent de manière contraire

A partir du 4 mars :

- Marges de gain et de phase, calculs et détermination graphique. Utilisation justifiée de simplifications asymptotiques avant calcul.
- Influence d'un correcteur proportionnel sur les diagrammes de Bode et donc sur les marges de la FTBO. Conséquences sur les performances de la FTBF.
- Précision statique, de traînage et en accélération : tableau synthétique à connaître et à savoir redémontrer.
- Sensibilité aux perturbations additives dans une boucle : influence du gain de boucle et des intégrateurs
- Réglage d'un correcteur possible si (très) guidé (cela reste du programme de la seconde année).

PROGRAMME DE COLLE N°9 EN PCSI5
SEMAINE DU 5-02 AU 9-02

Programme précédent +

- Influence d'un retard pur sur les diagrammes de Bode en gain et en phase.
- Influence d'un intégrateur dans la FTBO sur la précision de la FTBF (la stabilité n'a été qu'évoquée en EBSB pour la FTBF et en position relative par rapport à $-1 \in C$ pour la FTBO).
- Définition et intérêt du diagramme de Nyquist et du diagramme de Black, lien avec les diagrammes de Bode. Notion de point critique et placement de ce point dans les trois représentations.
- Notion de pôles dominants : définition et liens entre les points de vue temporel, fréquentiels et algébrique. Placement des pôles dans le plan complexe.
- Si guidé : raisonnement asymptotique pour déterminer un gain à une pulsation donnée en limitant les calculs. Limite de cette approche pour la phase.

PROGRAMME DE COLLE N°8 EN PCSI5
SEMAINE DU 22-01 AU 02-02

Programme précédent +

Analyse harmonique des systèmes : tout

- contexte et objectifs de l'analyse harmonique en automatique : étude de la FTBO au lieu de la FTBF, justification du passage de p en $j\omega$.
- définition et calcul des gains et phase d'une fonction de transfert factorisée en vue du tracé des diagrammes de Bode
- systèmes élémentaires : expressions réelles et asymptotiques du gain et de la phase, tracé asymptotique sans calcul, arguments pour le tracé de la courbe réelle (intégrateur, premier ordre et second ordre résonant ou non)
- produits de systèmes élémentaires : par construction par pulsation croissante ou par superposition
- influence d'un intégrateur
- insister sur les approximations du gain en deçà et au-delà d'une pulsation ou entre deux pulsations.
- détermination asymptotique de ω_{0dB}.

Performances et analyse générale des systèmes asservis

- Retard des signaux, retard des systèmes : influence sur les diagrammes de Bode (gain et phase) : *vu mercredi 24*.
- Liens entre les propriétés de la FTBO et les performances de la FTBF (gain statique, constante de temps, classe, etc.) *issus de la feuille A3 distribuée avant Noël, à compléter*

Remarques aux colleurs :

- *Le second ordre a été vu en physique avec le même vocabulaire qu'en automatique. Il sera rappelé en cours de SII mercredi 24.*
- *Les marges n'ont pas été définies*

PROGRAMME DE COLLE N°7 EN PCSI5
SEMAINES DU 8-01 AU 19-01

Toute l'automatique continue en point de vue temporel

C'est-à-dire, programme de colle précédent +

Caractérisation, simplification et stabilité des systèmes

- Système du second ordre : tout en analyse et en identification (abaques et/ou formules)
- Notion de mode dominant (la notion de pôle dominant n'a été vue que dans le cas du système du second ordre apériodique au travers du rapport entre les constantes de temps)
- Système du premier ordre vu comme simplification d'un système du second ordre ; tout en analyse et en identification ; calcul de la réponse indicielle par décomposition et TL inverse.
- Systèmes généralisés ; cas du saut à l'instant initial (causalité au sens large lors de l'égalité des degrés numérateur et dénominateur) vu comme simplification d'un système causal au sens strict ; intérêt du théorème de la valeur initiale dans ce seul cas. Le calcul de la réponse n'est pas exigible, mais le principe doit être connu.
- Notion de stabilité par le signe de la partie réelle des pôles ou par les signes des coefficients du polynôme du dénominateur (critère de Routh limité au 1^{er} et 2^{nd} ordre)

PROGRAMME DE COLLE N°6 EN PCSI5
SEMAINES DU 11 AU 22-12

Programme précédent +…

- Typologie des signaux d'entrée : Dirac, échelon, rampe, sinusoïde
- Expression de ces signaux en temporel et en symbolique : lecture du tableau de correspondance dans les deux sens (utiliser les propriétés d'intégration, de décalage fréquentiel, d'amortissement).
- Dans le cas stable : théorème de la valeur finale et son raccourci, le gain statique. Théorème de la valeur initiale.
- Typologie des systèmes canoniques : nom et allure des réponses à une sollicitation en échelon pour proportionnel, intégrateur, premier ordre et second ordre (voir ci-dessous). Équations différentielles et la forme canonique de leur transmittance associée (avec le nom des paramètres canoniques pour le 1^{er} et 2^{nd} ordres) sous hypothèse de CI nulles.
- Utilisation de la décomposition en éléments simples de monômes du premier degré pour retrouver une réponse temporelle apériodique. Tableau des TL à fournir mais à savoir retrouver avec les théorèmes du décalage fréquentiel et du retard

Si *très guidé,* pour la semaine du 18/12 :

- Tracé et identification de la réponse indicielle d'un second ordre dans le cas pseudo-périodique à l'aide des formules du dépassement relatif en fonction du facteur d'amortissement et de la pseudo-période (à connaître) et à l'aide des abaques fournis.
- Tracé et identification approximative de la réponse indicielle du second ordre dans le cas apériodique. Aucune technique d'identification complète n'est exigible dans ce cas. Une technique dont le mode d'emploi est fourni doit pour pouvoir être suivie.

PROGRAMME DE COLLE N°5 EN PCSI5
SEMAINES DU 27/11 AU 8/12

Plus de cinématique, passage en automatique continue

Programme précédent, plus… :

- Compléter un schéma-blocs à partir d'une description technique précise : équation temporelle puis passage en Laplace puis fonction de transfert
- Équivalence 'système dynamique continu = équations différentielle = fonction de transfert = schéma-blocs bouclé'.
- Distinction 'bouclage' et 'asservissement'
- Chaîne directe et chaîne de retour pour un couple de signaux choisi.
- Détermination de l'adaptateur de consigne dans l'IHM (argument sur l'écart en sortie de comparateur) et construction du schéma-bloc.
- FTBO d'une boucle, FTBF, formule de Black à savoir démontrer.
- Principe de superposition : hypothèse et expression générale

Systèmes : manipulation des schémas-bloc

- Formule de Black dans le cas général, application aux schémas multi-boucles emboîtés
- Principe de superposition : énoncé, définition des transmittances 'partielles', calculs par lecture inverse ou par Black, y compris pour les perturbations.

Signaux

- Théorèmes généraux : dérivée, intégrale, retard et décalage fréquentiel (en question de cours seulement)
- Réponse du premier ordre : définition et identification graphique du gain statique et de la constante de temps
- Lien avec les critères de performances : rapidité et précision
- Passage d'un profil de position à celui de la vitesse et de l'accélération, dans tout sens (Cf DS1 si nécessaire) en temporel uniquement

La suite sera vue le 29/11 : questions possibles mais s'attendre à aider un peu

- Mise en forme du schéma de poursuite (pour l'entrée de consigne) : bloc d'adaptation, signification concrète, critère de réglage, transformation en schéma à retour unitaire équivalent
- Algèbre des schémas-bloc : si très guidé
- Forme canonique générale des transmittances : ordre, classe, gain, gain statique. Condition de causalité : (d°(Den)≥ d°(Num) de la fonction de transfert d'un système physique (annexes du cours).
- Influence du gain de boucle K_{BO} sur les performances de rapidité et de précision d'une boucle

PROGRAMME DE COLLE N°4 EN PCSI5
SEMAINES DU 14-11 AU 25-11

Toute la cinématique du point, notion de torseur (Varignon et composition pas au programme)

Plus :

AUTOMATIQUE CONTINUE : GENERALITES

- Signification des lettres dans 'SLCI SISO' et du mot 'causalité' des systèmes et des signaux
- Hypothèses concrètes à la base des hypothèses mathématiques
- Lien entre 'système dynamique' et 'équations différentielles'
- Application au moteur à courant continu : quatre équations à connaître, signification et origine

AUTOMATIQUE CONTINUE :TECHNIQUE

- Définition de ordre, classe, gain, zéros, pôles, mise sous forme canonique d'un fraction rationnelle
- Décomposition en éléments simples : forme et identification des paramètres
- Résolution des équations différentielles d'ordre 1 et 2 avec conditions initiales et avec second membre constant

A PARTIR DU LUNDI 21 NOVEMBRE

Avec de l'aide…

- Notion de Transformées de Laplace, ou de 'calcul symbolique', ou de 'passage en complexe': objectifs
- Unité de la variable de Laplace
- Dérivation symbolique à l'ordre 1 et 2 avec conditions initiales nulles :
- Intégration symbolique
- Échelon unitaire ou de Heaviside et rampe causale: expressions temporelle et symbolique

Remarque : les démonstrations par IPP ne sont pas au programme officiel, mais peuvent toutefois être demandées en question de cours.

- Définition et calcul d'une fonction de transfert, ou transmittance : obtention à partir d'une équation différentielle linéaire, hypothèse de conditions initiales nulles, ou de Heaviside
- Application au moteur à courant continu, et aux transformations linéaires : transmetteurs classiques, potentiomètre, etc. Culture technique encore limitée : la résolution peut nécessiter de l'aide.
- Gain statique et constante de temps (*forme canonique du premier ordre non officiellement vue*)
- Calcul des transmittances d'un système bloc par bloc : obtention à partir d'une description du fonctionnement des composants et sous hypothèse de conditions initiales nulles
- Structures fondamentales d'un schéma-bloc : série, parallèle, boucle
- Calcul du signal de sortie en fonction de toutes les entrées (commande et perturbations)

***NB** : Les deux premières semaines sont consacrées aux structures des systèmes. L'étude générale des signaux vient après.*

PROGRAMME DE COLLE N°4 EN PCSI5
SEMAINE DU 13-11 AU 19-11

MECANIQUE

Toute la cinématique du point et calculs simples en cinématique des mécanismes : position, vitesse et accélération de tout point de tout solide dans toute situation peuvent être demandées. Approche par la cinématique des mécanismes (des solides) encouragée.
Rq : le roulement sans glissement n'a pas été défini, mais calculs faisables en donnant l'expression de départ.

Plus :

AUTOMATIQUE CONTINUE : GENERALITES

- Signification des lettres dans 'SLCI SISO' et du mot 'causalité' des systèmes et des signaux
- Hypothèses concrètes à la base des hypothèses mathématiques
- Lien entre 'système dynamique' et 'équations différentielles'
- Application au moteur à courant continu : quatre équations à connaître, signification et origine

PROGRAMME DE COLLE N°3 EN PCSI5
SEMAINES DU 16-10 AU 10-11

Toute la modélisation des mécanismes, la géométrie des mécanismes ouverts ou fermés et la cinématique du point, y compris le positionnement général d'un solide dans l'espace par les angles d'Euler.

Techniques de modélisation et de résolution à connaître :

- compléter, réaliser, analyser un schéma cinématique d'un mécanisme en utilisant les liaisons normalisées
- proposer un paramétrage de la position d'un solide dans un repère imposé et représenter les figures de calcul associées
- déterminer une loi entrée-sortie géométrique quelconque : par élimination d'une variable angulaire (Pythagore) ou linéaire (projection sur l'orthogonal ou division membre à membre en veillant aux singularités), isolement d'angle dans les mécanismes 4 barres (en normalisant pour obtenir 'cos(α+φ)')
- déterminer une loi entrée-sortie cinématique par dérivation de loi E/S géométrique.
- déterminer les vecteurs vitesse et accélération de tout point et dans tout repère en fonction de paramètres imposés.
- traduire des contraintes opérationnelles de positionnement et de mouvement (trajectoire d'un point de l'effecteur) en contraintes articulaires (mouvements des actionneurs). Envisager le problème inverse : quelle amplitude ou quelle vitesse d'actionneur pour une amplitude ou une vitesse imposée de l'effecteur.
- modéliser un mouvement par un torseur : éléments de réduction du torseur cinématique. Torseur cinématique de la liaison pivot et de la liaison glissière. Propriétés des champs de vitesse équiprojectifs : relation de Varignon et composition des vitesses. Contrainte de passage de la cinématique du point à celle du solide : passer par des points fixes d'un solide. Application au calcul de vitesse dans un mouvement de translation.
- Analyser le comportement d'un système par les performances lues sur une réponse à une consigne : détermination de la stabilité, du plus grand dépassement, de la précision et de la rapidité selon le critère du temps de réponse à 5%.

NB : Les angles d'Euler sont vus mercredi 18 octobre. Les calculs de cinématique doivent se concentrer sur la cinématique du point avec extension à la cinématique du solide, en étant aidés si nécessaire.

PROGRAMME DE COLLE N°2 EN PCSI5
SEMAINES DU 2 AU 13 OCTOBRE

CHAPITRE 1 : INTRODUCTION AUX SII (QUESTIONS CULTURELLES)

- Notions culturelles : SII, produit, système industriel, système automatisé.

CHAPITRE 2 : ANALYSE DES SYSTEMES AUTOMATISES (SA)

- Typologies de systèmes : domaine, matière d'œuvre, contexte, manuels/mécanisés/automatisés
- Structure globale en quatre parties (IHM, PC, Interfaces, PO) d'un SA et raison d'être de chaque partie.
- Justification de la rétroaction : présence de perturbations menant aux notions de régulation (réaction à une perturbation) et de poursuite (réaction à la consigne).
- Structure de chaîne fonctionnelle : décomposition en chaîne de puissance et chaîne d'information puis leur liaison. Fonctions (convertir,...) et dénominations (actionneurs,...) des éléments techniques.

CHAPITRE 3 : OUTILS SYSTEMES... PAS DE QUESTIONS SUR CE CHAPITRE

- Cycle de vie : développement durable (en cycle) puis cycle de développement (en V), fonction globale et flux (MEI), cahier des charges fonctionnel : fonction, critère, niveau, flexibilité
- De manière très guidée : SysML rôle des diagrammes (req, uc, seq, bdd, ibd), savoir lire et compléter les diagrammes SysML pour un système correctement documenté.

CHAPITRE 4 : GEOMETRIE ET CINEMATIQUE DES MECANISMES

- Définition 'cinématique', 'statique', 'dynamique'. Hypothèses générales sur les solides et sur les contacts
- Liaisons géométriquement et énergétiquement parfaites.
- Classes d'équivalence, graphe de structure, chaîne (=ouverte) et boucle (=fermée)
- Représentation et dénomination des liaisons normalisées, repère associé et tableau des mouvements
- Graphe des liaisons.
- Mécanisme plan, justification (avec de l'aide…), lecture du paramétrage angulaire et linéaire d'un schéma plan.
- Vecteur position d'un point dans un repère, expression naturelle
- Fermeture dimensionnelle (ou géométrique) et angulaire sur une boucle.
- Calcul de loi entrée-sortie géométrique : fermeture géométrique dimensionnelle et angulaire, élimination d'angle ou de distance, vérification de la cohérence mécanique et de l'homogénéité.
- Calcul de loi entrée-sortie cinématique par dérivation de la loi E/S géométrique. Point particulier sur la dérivation des fonctions composées.
- Taux de rotation (ou vitesse angulaire), composition des taux de rotation.
- **Spécifiquement pour la semaine du 9/10 : Calcul de vecteurs vitesse et accélération de points**

CALCULS

- Base, repère, schémas de changement de base (figures de calcul)
- Produit scalaire, produit vectoriel, produit mixte, dérivation vectorielle par la formule de la base mobile.

PERFORMANCES D'UN SYSTEME : DOIT ETRE TRES GUIDÉ

- *En donnant les définitions de ces performances, déterminer sur des courbes de réponse d'un système le régime transitoire/permanent, le comportement apériodique vs pseudo-périodique, la précision statique, les dépassements absolu et relatif, la rapidité au sens du t5%.*