

CHARIOT de GOLF Intelligent

Un produit instrumenté pour les filières

Conçu à partir du système réel pour l'enseignement
des sciences industrielles de l'ingénieur

CPGE – PCSI/PSI-PTSI/PT-TSI/ATS

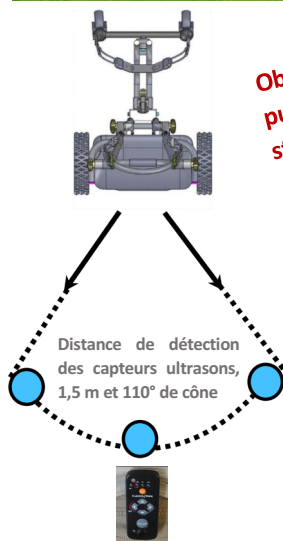
Du produit réel :

Chariot de golf intelligent.

Un chariot intelligent qui suit ou devance le golfeur en s'adaptant à la vitesse de marche et ce, quelque soit le profil du parcours de golf.



Chariots de golf intelligent
en action



Principe de fonctionnement. Le chariot asservit la distance entre lui et la télécommande portée par le golfeur.

La fourniture comprend :

- ✓ Un chariot de golf intelligent instrumenté
- ✓ Un banc d'étude instrumenté pour l'étude de comportement
- ✓ Un dossier technique
- ✓ Un dossier pédagogique
- ✓ En option, un banc d'étude des capteurs à ultrasons

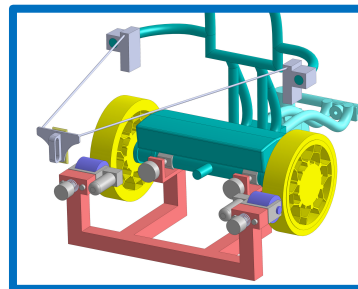
Référence : SD//1600

Domaine : Les biens d'aide à la personne et de loisir

Fonction : Suivre ou devancer le golfeur en portant le sac de golf sur un parcours plat ou incliné

Au produit réel instrumenté :

Chariot de golf intelligent réel, monté sur un banc d'étude de comportement
En option, un banc d'étude des capteurs à ultrasons (avec carte Arduino se substituant à la commande initiale).



Banc d'étude
instrumenté
(en cours de
définition)



Boîtier de mesure de I et V
et interface commande des
moteurs et des capteurs
pour pilotage externe
(en cours de définition)



Le **chariot de golf intelligent CaddyTrek** est équipé :

- de 4 roues dont 2 avant sont montées sur un palonnier
- de 2 moteurs « Brushless » de 150 Watts incorporés dans les roues
- de 2 capteurs à ultrasons
- d'une centrale inertielle
- d'une carte contrôleur qui gère le suivi et la stabilité
- d'une télécommande qui permet de piloter les différents modes de marche (télécommande à distance de l'avance, du recul et de la rotation, suivi automatique du golfeur).

Fonctionnalités principales du Chariot de golf intelligent mises en œuvre avec le banc d'étude

Toutes ces fonctionnalités font l'objet de TP

Fonctionnalités du chariot de golf suiveur	Mode de fonctionnement du banc d'étude
Suivi normal du golfeur sur parcours plan, en ligne droite ou orientée	Réglage du support de télécommande en latéral et en profondeur Acquisition de la puissance moteur et des valeurs de la distance capteurs ultrasons/ Télécommande
Suivi du golfeur en descente droite ou orientée	Commande des moteurs des galets presseurs avec des tensions égales ou différentes Acquisition de la puissance moteur et des valeurs des codeurs
Suivi du golfeur en montée droite ou orientée	Réglage des galets presseurs avec des compressions du ressort égales ou différentes Acquisition de la puissance moteur et des valeurs des codeurs

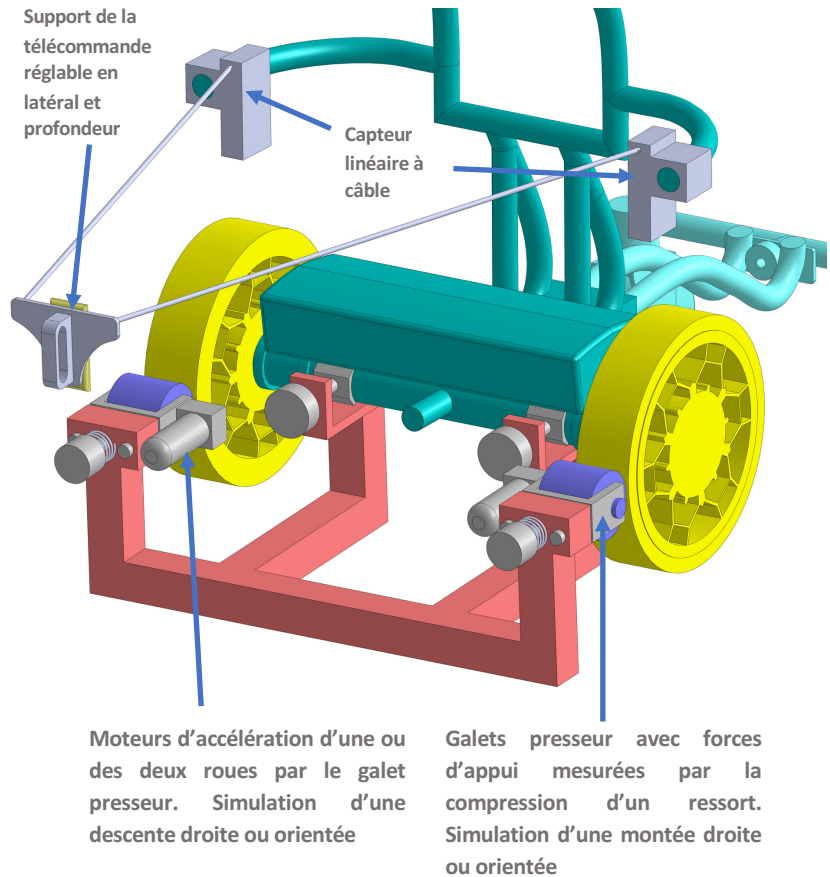
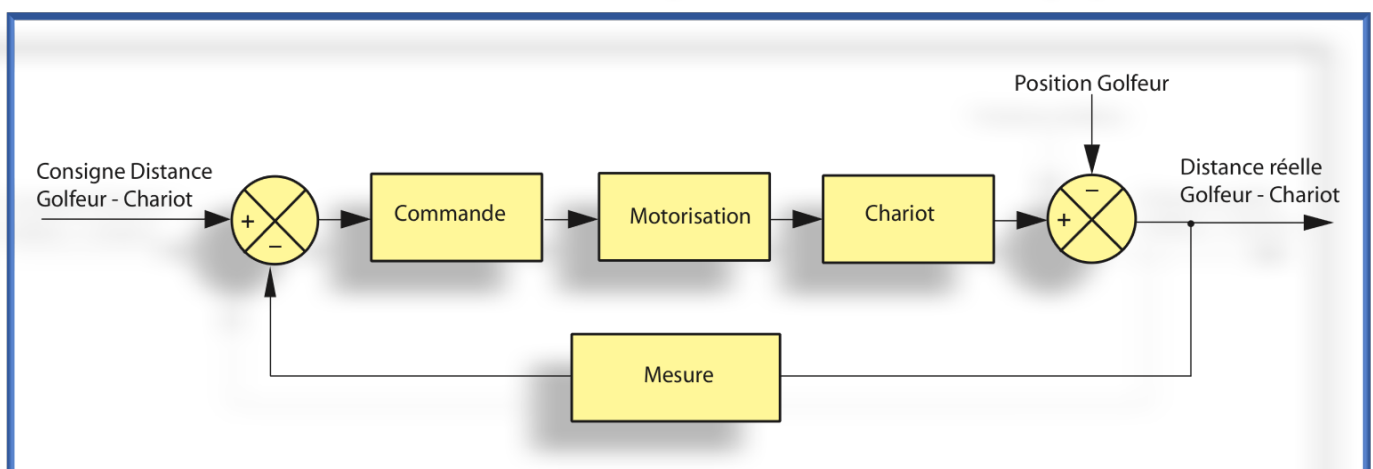
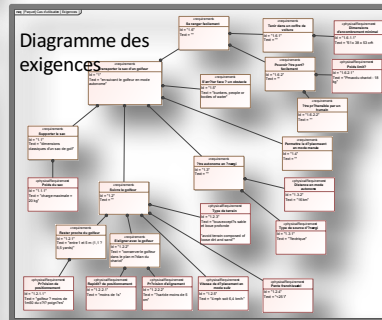
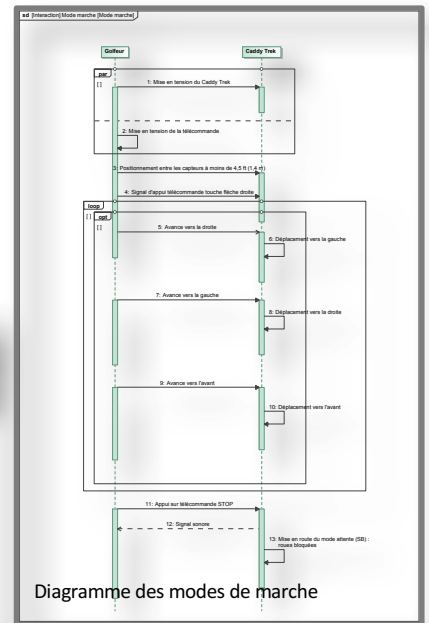


Schéma-bloc fonctionnel (extrait du dossier technique)



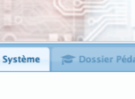


The diagram illustrates the comparison of performance domains across three system types: Système souhait  (green), Système réel (orange), and Système simul  (blue). Each system type is associated with a specific domain (Domaine du client, Domaine du laboratoire, and Domaine de la simulation) and a set of performance metrics (Performances attendues, Performances mesur es, and Performances simul es). The diagram shows the relationship between these domains and metrics, with vertical arrows indicating the comparison between expected, measured, and simulated performance.

Système	Domaine	Performances
Système souhait�	Domaine du client	Performances attendues
Système réel	Domaine du laboratoire	Performances mesur�es
Système simul�	Domaine de la simulation	Performances simul�es

Vertical arrows indicate the comparison between the performance domains:

- Ecart 1: Difference between Performances attendues and Performances mesur es.
- Ecart 2: Difference between Performances mesur es and Performances simul es.
- Ecart 3: Difference between Performances attendues and Performances simul es.



Espace Numérique de Travaux Pratiques
Établissement S2i-DIDAC – MARSEILLE
Développement de produits S2i
Chariot de golf intelligent CaddyTrak

Déconnecter Jean Lhivert

⚙️ Changer de Système
📁 Dossier Pédagogique
📁 Dossier Technique
📁 Dossier Ressources
➡️ Entrée par la Filière
📊 Tableau de bord

📌 🔄 Tableau des TPs par Centres d'Intérêts

PCSI
Semestre 1
• Centres d'intérêts PCSI-S1 par défaut

Chariot de golf intelligent

PCSI Semestre 1 Développement de produits S2i Chariot de golf intelligent		CAPACITÉS ↓																			
		ANALYSER				MODÉLISER				RÉSoudre				EXPÉRIMENTER				CONCEVOIR		COMMUNIQUER	
		COMPÉTENCES ↓																			
CENTRES D'INTÉRÊTS	TRAVAUX PRATIQUES	A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	C1	C2	C3	D1	D2	D3	E	F1	F2			
CI01	1 TP	🔍																🔍	🔍		
CI02	1 TP			🔍																	
CI03	1 TP				🔍								🔍					🔍	🔍		
CI04	1 TP							🔍										🔍	🔍		
CI05	1 TP							🔍										🔍	🔍		
CI06	1 TP							🔍										🔍	🔍		
CI07	1 TP							🔍										🔍	🔍		
CI08	1 TP							🔍										🔍	🔍		
CI09	1 TP							🔍										🔍	🔍		
CI10	1 TP									🔍								🔍	🔍		
CI11	1 TP													🔍							
CI12	1 TP													🔍	🔍			🔍	🔍		

Couverture pédagogique proposée - 10 TP développés (PCSI/PSI) et 11 à 14 TP possibles en PCSI/PSI et PTSI/PT
Exemples de TP en PCSI positionnés dans les centres d'intérêts

PCSI	1er Semestre	TP	PCSI	2ème Semestre	TP
CI 1	Identifier le besoin, les exigences du cahier des charges et les fonctions techniques	X	CI 1	Présenter et interpréter l'évolution temporelle d'un système	X
CI 2	Analyser l'architecture fonctionnelle, structurelle d'un système asservi	X	CI 2	Caractériser les grandeurs physiques d'un système pluritechnologique	X
CI 3	Analyser les chaînes d'information et d'énergie	X	CI 3	Proposer un modèle de connaissance et de comportement cinématique d'un système	X
CI 4	Modéliser les systèmes linéaires continus et invariants	X	CI 4	Proposer un modèle de connaissance et de comportement mécanique d'un système	X
CI 5	Déterminer les réponses temporelles et fréquentielles	X	CI 5	Proposer un modèle de connaissance et de comportement des liaisons mécaniques	X
CI 6	Analyser le schéma-bloc et déterminer les fonctions de transfert	X	CI 6	Proposer un modèle de connaissance et de comportement d'un système logique	X
CI 7	Renseigner les paramètres d'un modèle de comportement	X	CI 7	Proposer un modèle de connaissance d'un système à événements discrets	X
CI 8	Paramétrer les mouvements d'un solide indéformable	X	CI 8	Proposer un modèle de connaissance d'un système à structure algorithmique	X
CI 9	Modéliser les mouvements en cinématique plane	X	CI 9	Procéder une modélisation d'une démarche de résolution analytique	
CI 10	Mettre en œuvre une démarche de résolution analytique	X	CI 10	Procéder à la mise en œuvre d'une démarche pour vérifier les performances d'un système	
CI 11	Identifier les paramètres à partir d'une réponse indicielle	X	CI 11	Proposer un protocole expérimental pour valider un modèle de comportement	X
CI 12	Identifier les paramètres à partir d'une réponse fréquentielle	X	CI 12	Concevoir la modification d'un paramètre d'un système	X

PCSI 1 ^{er} semestre	CI01	Analyser – Modéliser – Résoudre – Expérimenter – Communiquer	Équipe d'étudiants en ilot
Problématique	Présenter le produit et son environnement sous forme d'un document numérique pour le service commercial.		
- Le Professeur doit présenter le problème et l'environnement. - L'équipe d'étudiants doit décrire le travail commun à toute l'équipe et les démarches de résolution spécifiques à chaque poste. - L'étudiant du poste 1 doit harmoniser le travail des autres postes et apporter sa contribution si nécessaire. Il doit faire la synthèse à la fin de la séance. - L'étudiant du poste 2 doit vérifier le comportement des capteurs au regard du fonctionnement décrit dans le cahier des charges. - L'étudiant du poste 3 doit vérifier le comportement du chariot dans les différents modes de marche.			
PCSI 1 ^{er} semestre	CI02	Analyser – Modéliser – Résoudre – Expérimenter – Communiquer	Équipe d'étudiants en ilot
Problématique	Présenter le système et décrire son fonctionnement asservi sous forme d'un document numérique pour le service commercial.		
- Le professeur doit présenter la problématique en mettant en œuvre le système en mode "Follow ». - L'équipe d'étudiants doit : - mettre en œuvre le système dans chacun des modes ; - préciser les caractéristiques de la valeur ajoutée par le système par rapport à un chariot classique. - L'étudiant du poste 1 doit identifier et localiser les constituants de la partie opérative à partir de la lecture des diagrammes SysML BDD et du système réel. - L'étudiant du poste 2 doit identifier et localiser les constituants de la partie opérative à partir de la visualisation de la maquette CAO. - L'étudiant du poste 3 doit identifier et localiser les constituants de la partie commande à partir de la lecture des diagrammes SysML BDD et du système réel. - L'étudiant du poste 4 doit identifier et localiser les constituants de la partie commande à partir de la visualisation de la maquette CAO. - Les étudiants des postes 1 & 2 doivent : - localiser et se présenter mutuellement les constituants identifiés par BDD et maquette CAO ; - identifier d'éventuelles perturbations ; - préparer une présentation détaillant les constituants identifiés et leur(s) fonction(s). - Les étudiants des postes 3 & 4 doivent : - localiser et se présenter mutuellement les constituants identifiés par BDD et maquette CAO ; - identifier d'éventuelles perturbations ; - préparer une présentation détaillant les constituants identifiés et leur(s) fonction(s). - Les étudiants des postes 1 - 2 - 3 - 4 doivent : - Localiser et se présenter mutuellement les constituants des parties commandes et partie opérative ; - identifier les constituants utilisées dans chacun des modes de fonctionnement ; - localiser le(s) constituant(s) permettant l'asservissement ainsi que les perturbations à combattre ; - localiser les constituants de la chaîne directe ; - construire un fichier de présentation présentant les chaînes fonctionnelles et détaillant le rôle de chaque constituant.			
PCSI 1 ^{er} semestre	CI03	Analyser – Modéliser – Résoudre – Expérimenter – Communiquer	Équipe d'étudiants en ilot
Problématique	Présenter les caractéristiques techniques du produit sous forme d'un document numérique pour le service commercial.		
- Le Professeur doit présenter la problématique en mettant en œuvre le système. - L'équipe d'étudiants doit : (travail sur système réel) - mettre en œuvre le système en mode « follow » ; - préciser les caractéristique de la valeur ajoutée par le système par rapport à un chariot classique ; - mettre en œuvre le système réel en mode "follow" et mesurer les débattements possibles du golfeur sans mettre en mouvement le chariot ; - comparer aux exigences du CdC ; - localiser le système de capteurs de la position du golfeur. - L'étudiant du poste 1 doit : (chaînes d'énergie) - identifier et localiser les constituants du système à partir de la lecture des diagrammes SysML BDD et du système réel ; - compléter le schéma des chaînes d'énergie à partir des diagrammes BDD et IBD ; - préciser le type de constituant et leur fonction au sein de la chaîne ; - identifier les constituants participant à l'asservissement - L'étudiant du poste 2 doit : (chaîne d'information) - identifier et localiser les constituants du système à partir de la lecture des diagrammes SysML BDD et du système réel ; - compléter le schéma de la chaîne d'information à partir des diagrammes BDD et IBD ; - réviser le type de constituant et leur fonction au sein de la chaîne ; - identifier les constituants participant à l'asservissement. - Les étudiants des postes 1 & 2 doivent : - mettre en commun les résultats afin d'obtenir le schéma structurel global ; - mettre en évidence les liens entre chaîne d'énergie et chaîne d'information ; - préparer une présentation présentant les chaînes structurelles du système.			

CHARIOT de GOLF Intelligent

 Conçu à partir du système réel pour l'enseignement
 des sciences industrielles de l'ingénieur

Un produit instrumenté pour les filières

CPGE – PCSI/PSI-PTSI/PT-TSI/ATS

PCSI 1 ^{er} semestre	CI04	Analyser – Modéliser – Résoudre – Expérimenter – Communiquer	Équipe d'étudiants en ilot
Problématique	Proposer un modèle de connaissance de la chaîne asservie en position pour valider la performance de rapidité de positionnement.		
Le Professeur doit : - Montrer la nécessité de disposer d'un bon réglage de la chaîne asservie pour assurer le suivi du golfeur. - Indiquer sur le CdC (diagramme SysML d'exigences) la performance de précision de positionnement à vérifier. L'équipe d'étudiants doit : - Proposer un schéma-bloc de principe à partir de l'analyse des diagrammes SysML IBD. L'étudiant du poste 1 doit : - Proposer un schéma-bloc de connaissance du moteur (équations du modèle fournies : approximation moteur CC). Déterminer la fonction de transfert du moteur par ce modèle de connaissance. L'étudiant du poste 2 doit : - Mettre en œuvre le système pour acquérir la réponse à un échelon d'un moteur à vide. L'équipe d'étudiants doit : - Comparer les résultats obtenus et juger de la pertinence de l'approximation du modèle de connaissance type moteur CC pour représenter le comportement du moteur brushless. Identifier / recalculer les paramètres du modèle de la motorisation. L'étudiant du poste 1 doit : - Proposer une fonction de transfert (gain) pour l'électronique de commande (fiche fournie). Déterminer la fonction de transfert (gain) d'une roue. L'étudiant du poste 2 doit : - Proposer une fonction de transfert (gain) pour le système de capteur L'équipe d'étudiants doit : - Compléter le modèle Scilab ou Matlab proposé. - Simuler la réponse indicielle du système sous Scilab. - Comparer les résultats simulation / essai / CdC. - Conclure sur les approximations, hypothèses, etc., effectuées à chaque étape de la modélisation. - Produire le document de synthèse et la fiche de formation en choisissant un modèle pour le système étudié.			
PCSI 2 ^e semestre	CI01	Analyser – Modéliser – Résoudre – Expérimenter – Communiquer	Équipe d'étudiants en ilot
Problématique	Réaliser une notice décrivant l'évolution temporelle du système, permettant de faire une démonstration pour le présenter à un auditoire.		
Le Professeur doit : - Mettre en évidence qu'il est nécessaire de disposer d'un modèle permettant de prévoir le comportement attendu et les échanges de flux (matière, énergie, information) lors d'une utilisation donnée d'un produit. - Présenter les séquences d'étude étudiées ensuite par les étudiants de chaque poste : mode manuel, mode follow, mode télécommandé L'étudiant de chaque poste doit : (1 : mode manuel ; 2 : mode follow ; 3 : mode télécommandé) - Mettre en œuvre le système dans le mode étudié et identifier les sous-systèmes en interactions dans ce mode. - Préciser la nature des flux échangés en isolant tour à tour chacun des éléments en interactions (à partir de l'IBD). - Décomposer le fonctionnement dans le mode étudié en séquences, pour chacune desquelles il y a invariance des types de flux échangés. L'équipe d'étudiants doit : - Présenter aux autres postes le travail effectué. - Identifier les constituants utilisés dans les 3 modes. - Identifier les constituants en interaction seulement dans certain(s) mode(s). L'étudiant de chaque poste doit : (1 : mode manuel ; 2 : mode follow ; 3 : mode télécommandé) - Regrouper et synthétiser les résultats en rédigeant un document (fichier présentation type "ppt") mettant en parallèle les diagrammes SysML (de séquence et d'état) et la nature des flux échangés avec chacun des éléments extérieurs aux différents instants. - Présenter, à partir de ce document, aux étudiants des autres ilots les flux échangés entre les sous systèmes pour le mode étudié.			
PCSI 2 ^e semestre	CI02	Analyser – Modéliser – Résoudre – Expérimenter – Communiquer	Équipe d'étudiants en ilot
Problématique	Présenter les caractéristiques techniques du système relatives à sa constitution matérielle, à l'énergie utilisée et aux informations échangées.		
L'équipe d'étudiants doit : - Identifier et lister les flux (M,E,I) du système avec l'extérieur. - Localiser les ports associés. L'étudiant du poste 1 doit : - Identifier et quantifier si possible les flux internes d'information (mode follow). - Localiser les ports par lesquels transite l'information. - Préparer une présentation détaillant les flux d'information à l'intérieur du système. L'étudiant du poste 2 doit : - Identifier et quantifier si possible les flux internes d'énergie (mode télécommandé). - Localiser les ports par lesquels transite l'énergie. - Préparer une présentation détaillant les flux d'énergie à l'intérieur du système. L'équipe d'étudiants doit : - Présenter (à l'aide du document produit) à l'étudiant de l'autre poste les flux étudiés. L'étudiant du poste 1 doit : - Déterminer les différences (s'il y a lieu) en terme de flux d'énergie entre le mode télécommandé (étudié initialement et présenté par poste 2) et le mode follow. L'étudiant du poste 2 doit : - Déterminer les différences (s'il y a lieu) en terme de flux d'information entre le mode follow (étudié initialement et présenté par poste 1) et le mode télécommandé L'équipe d'étudiants doit : - Récapituler les résultats sous forme d'une présentation de synthèse.			

Exemples de TP en PSI positionnés dans les centres d'intérêts

PSI	1er Semestre	TP	PSI	2ème Semestre	TP
CI 1	Analyser la réversibilité d'une chaîne d'énergie	X	CI 1	Justifier le choix des constituants d'un système, identifier et interpréter les modèles associés	X
CI 2	Identifier et caractériser les grandeurs physiques associées à la transmission de puissance	X	CI 2	Identifier quantifier et interpréter les écarts entre les performances mesurées, simulées et attendues	X
CI 3	Proposer un modèle de connaissance associé aux composants des chaînes d'énergie et d'information	X	CI 3	Apprécier la pertinence et la validité des résultats mesurés ou/et simulés	X
CI 4	Linéariser un système non linéaire		CI 4	Choisir et présenter un modèle adapté au problème posé et déterminer les grandeurs influentes	X
CI 5	Proposer un modèle de comportement d'un système mécanique	X	CI 5	Proposer un modèle de connaissance et de comportement mécanique d'un système	X
CI 6	Vérifier la cohérence d'un modèle par rapport aux résultats d'expérimentation	X	CI 6	Mettre en œuvre une démarche de résolution analytique liée au comportement cinématique	X
CI 7	Valider un modèle déterminant la dynamique asymptotique du système	X	CI 7	Mettre en œuvre une démarche de résolution numérique pour simuler un système	X
CI 8	Proposer une démarche de résolution appliquée à des chaînes de solides	X	CI 8	S'approprier le fonctionnement d'un système pluritechnologique	X
CI 9	Proposer une démarche de réglage d'un correcteur		CI 9	Proposer, justifier et mettre en œuvre un protocole expérimental	X
CI 10	Analyser la stabilité d'un système linéaire continu et invariant	X	CI 10	Générer un programme et l'implanter	X
CI 11	Analyser la précision d'un système linéaire continu et invariant	X	CI 11	Concevoir une architecture fonctionnelle et proposer les constituants	
CI 12	Mettre en œuvre une démarche de résolution analytique liée au comportement dynamique		CI 12	Concevoir la correction d'un système asservi	X

PSI 3 ^e semestre	CI02	Analyser – Modéliser – Résoudre – Expérimenter – Concevoir – Communiquer	Équipe d'étudiants en ilot
Problématique	Réaliser une notice présentant les caractéristiques énergétiques liées à la transmission de puissance afin de s'assurer du bon dimensionnement de la batterie pour remplir l'exigence d'autonomie		
Le Professeur doit : - présenter le problème et l'environnement, à savoir, caractériser le rendement de la chaîne d'énergie afin de déterminer si l'exigence d'autonomie est validée. L'équipe d'étudiants (postes 1 et 2) doit : - Compléter (constituants et grandeurs physiques) une description sous forme de blocs de la chaîne d'énergie de l'axe étudié à partir de l'analyse des diagrammes SysML BDD et IBD et indiquer les grandeurs véhiculées par la chaîne d'énergie qui peuvent être mesurées. L'étudiant du poste 1 doit : - Proposer un ordre de grandeur du rendement global de cette chaîne d'énergie. - Proposer un ordre de grandeur du rendement de chaque constituant de la chaîne d'énergie en précisant le type de pertes éventuelles. - Mesurer la puissance consommée dans les cas suivants : système alimenté au repos ; système en mode « télécommandé » en ligne droite à vitesse maximale ; système en mode « télécommandé » en rotation sur place. L'étudiant du poste 2 doit : - Déterminer l'expression de la puissance de l'action de pesanteur exercée sur le chariot (cas de la montée d'une pente). - Par manipulation de la maquette CAO sous Solidworks, relever la position du centre de gravité du chariot chargé. - Exprimer analytiquement la puissance de l'action de pesanteur exercée sur le chariot dans un mouvement de montée en translation. - Localiser cette puissance sur la chaîne d'énergie. L'étudiant du poste 3 doit : - Déterminer l'expression de la puissance des actions du sol sur les roues dans le cas de contacts frottants (modèle de Coulomb). - Quantifier cette puissance dans le cas de différents sols pour la vitesse d'avance maximale L'équipe d'étudiants doit : - Présenter démarche et résultats aux étudiants des autres postes. - Conclure sur les pertes dans cette chaîne et sur son rendement. - Apporter une conclusion à la problématique initiale en évaluant l'autonomie dans différents cas d'utilisation.			
PSI 3 ^e semestre	CI03	Analyser – Modéliser – Résoudre – Expérimenter – Concevoir – Communiquer	Équipe d'étudiants en ilot
Problématique	Caractériser le système de capteur de position : comment le système de capteurs (1 émetteur sur la télécommande + 2 capteurs fixés sur le chariot) permet-il de localiser le golfeur ?		
Poste 1 : expérimentation - Caractérisation expérimentale de l'intensité du signal issu d'un capteur en fonction de la position de la télécommande Poste 2 : modélisation - Etude géométrique de la triangulation : 2 capteurs + 1 émetteur (télécommande). Postes 1 et 2 : échange des résultats Poste 1 : modélisation - Détermination des signaux attendus par modélisation à partir des résultats expérimentaux sur 1 capteur et du modèle géométrique. Poste 2 : expérimentation - Caractérisation expérimentale de l'intensité des signaux de chacun des capteurs en fonction de la position de la télécommande. Postes 1 et 2 : comparaison des résultats puis conclusion - Préparation d'une communication diaporama détaillant succinctement démarches et résultats. Et en bonus : - Proposer et mettre en œuvre un protocole expérimental permettant d'étudier l'influence d'obstacles sur le signal reçu.			
PSI 4 ^e semestre	CI10	Analyser – Modéliser – Résoudre – Expérimenter – Concevoir – Communiquer	Équipe d'étudiants en ilot
Problématique	Concevoir un programme permettant de commander les déplacements simples du chariot		
L'étudiant du poste 1 : programmation de mouvements basiques - Prendre en main la fonction permettant de piloter la rotation d'un moteur en l'utilisant dans un programme simple puis en le testant. - Proposer un programme permettant de faire avancer le chariot en ligne droite. L'étudiant du poste 2 : modélisation - À l'aide d'une modélisation cinématique simple, relier le mouvement global du chariot (V, ω) aux vitesses de rotation des 2 roues motrices. Postes 1 et 2 : mise en commun des résultats - Faire évoluer le programme proposé par l'étudiant du poste 1 pour créer une fonction "Avance" (V, ω) mettant en mouvement le chariot à la vitesse V et vitesse de rotation ω en pilotant les 2 moteurs. - Tester et valider le programme.			