**TD 02**

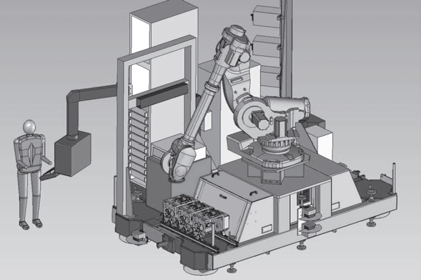
**Étude Cinématique Des Systèmes de Solides De La Chaîne D’Énergie**

**Analyser, Modéliser, Résoudre**

**Cycle 1**

**Cellule d’assemblage pour avion falcon**

***D’après concours E3A – PSI 2015.***



|  |
| --- |
| **Objectifs :**   * Objectif 1 * Objectif 2 |

# Mise en situation

## Présentation

# Sélectionner les fixations – Exigence 1.1

## Notations domaine temporel – domaine de Laplace

## Critères à respecter pour l’exigence 1.2

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Exigence** | **Critères** | **Niveaux** |
| **Déplacer le chariot** | **Stabilité** :   * Marge de gain * Marge de phase | MG=6dB mini  Mφ=45° mini |
| **Précision** :   * Erreur statique par rapport à une consigne de vitesse constante | NULLE |
| Rapidité :   * Temps de réponse à 5% en réponse à une consigne échelon | Tr5% = 0,1 s maxi |

## Choix d’une architecture de la chaine de transmission

1. Proposer sous la forme d’un schéma une autre solution permettant le déplacement du chariot. La conversion de l’énergie électrique en énergie mécanique par un moteur doit être conservée.

|  |
| --- |
| **Corrige**  Utilisation d’un système vis-écrou. |

Compte tenu des vitesses de translation importantes, le système retenu est de type poulie-courroie.

## Détermination de l’inertie équivalente

1. À partir des grandeurs définies déterminer l’expression littérale de l’inertie équivalente de l’ensemble ramenée sur l’arbre moteur. Cette inertie équivalente est définie par .

|  |
| --- |
| **Corrige**  On a donc |

1. Déterminer la valeur numérique de l’expression précédente.

|  |
| --- |
| **Corrige** |

## Modèle de connaissance du moteur à courant continu

1. À partir des équations du moteur à courant continu, réaliser le schéma bloc du moteur à courant continu.

|  |
| --- |
| **Corrige** |

1. En considérant que , déterminer la fonction de transfert sous sa forme canonique et donner la valeur des caractéristiques de la fonction de transfert.

|  |
| --- |
| **Corrige** |

1. Montrer que la fonction de transfert peut se mettre sous la forme . Justifier la réponse. Pour cette question, la valeur numérique de considérée sera indépendamment du résultat numérique calculé précédemment.

|  |
| --- |
| **Corrige**  En faisant les applications numériques on montre que est négligeable devant et que et négligeable devant On a donc : |

1. Montrer qu’avec l’expression, peut s’écrire sous la forme avec .

|  |
| --- |
| **Corrige**  On a (résolution d’une équation du second degré):  et s. |

# Étude de l’asservissement en position de l’axe

## Modélisation de l’asservissement en position

1. Quelle doit être la valeur de pour assurer un asservissement correct (c’est à dire l’écart doit être nul si la position de l’axe est identique à la consigne) ?

|  |
| --- |
| **Corrige**  On doit avoir . |

1. Donner le schéma bloc de l’asservissement.

|  |
| --- |
| **Corrige** |

## Étude du modèle simplifié

1. Donner l’expression de .

|  |
| --- |
| **Corrige**  On raisonne par superposition :  Si  Si  On a donc |

1. Calculer l’écart statique pour . Conclure.

|  |
| --- |
| **Corrige**  On a donc : .  Remarque : si l’erreur statique sera nulle. |

|  |
| --- |
| **Corrige**  On souhaite savoir si, lorsque le système déplace à vitesse constante, le système atteint bien la vitesse souhaitée. Pour cela, on sollicite le système par une rampe de vitesse et on regarde la pente de la réponse en régime permanent. On considère que la perturbation est toujours de type échelon.  On a donc : .  Il faut montrer qu’en régime permanent tend vers .  (Cela est vrai pour les deux correcteurs) |

1. Conclure sur la conformité au cahier des charges du système ainsi réglé.

|  |
| --- |
| **Corrige** |



|  |
| --- |
| **Corrige**  L’erreur statique est nulle et le temps de réponse est inférieur à 0,1 seconde. |

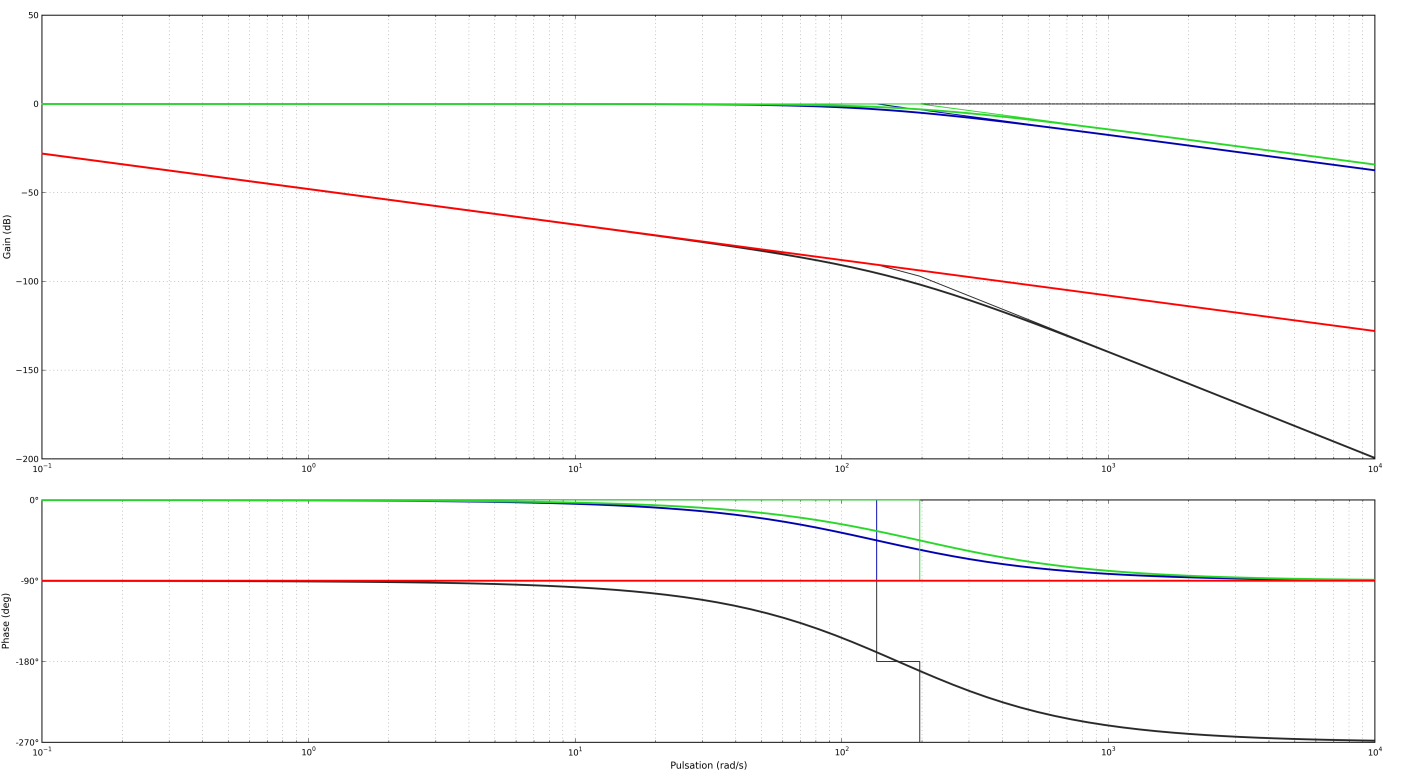


## Tracé de diagramme de Bode

On considère.

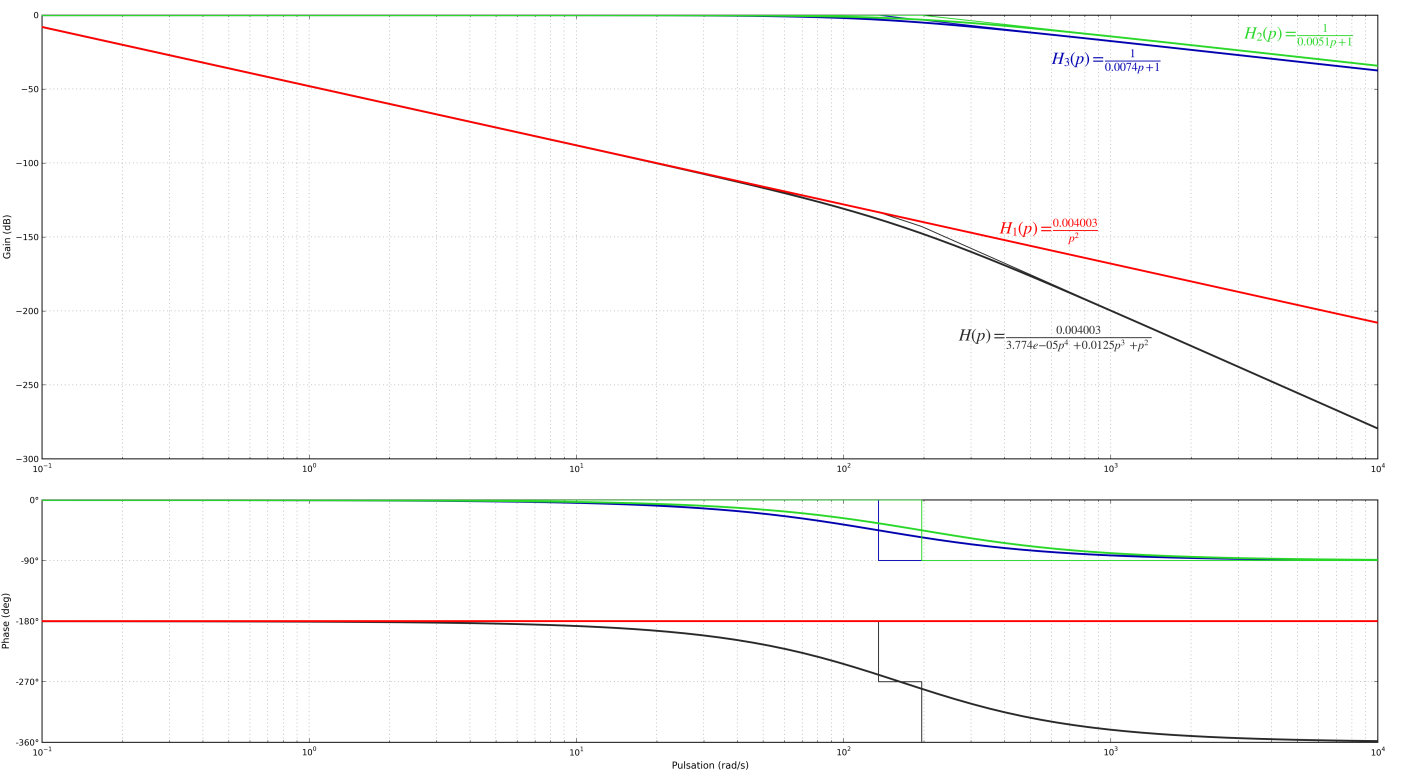
1. Tracer le diagramme de Bode de la fonction de transfert en boucle ouverte pour.

|  |
| --- |
| **Corrige** |



*Il faudrait aller chercher la pulsation pour laquelle la courbe de gain croise l’axe 0dB.*

1. Tracer le diagramme de Bode de la fonction de transfert en boucle ouverte pour.



1. On donne ci-dessous les diagrammes de Bode avec les correcteurs optimisés. Déterminer les marges de gain et marges de phase.



**CDC OK.**

**CDC OK.**

# Vérification des performances de l’axe du magasin de rivets

Afin de vérifier les réglages précédents, un essai sur le système réel est réalisé. L’absence de système d’acquisition dédié impose un système de mesure extérieur au système réel. C’est un dispositif d’analyse d’image qui est retenu pour ces mesures.

1. À partir des relevés ci-dessous, conclure sur le respect des exigences fonctionnelles de l’axe du magasin de stockage des rivets.

|  |
| --- |
| **Corrige**  Le déplacement est effectué en moins d’une seconde.  Un écart de 0,5 mm en position est permis par le cahier des charges. L’écart semble supérieur. |

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| *Position du chariot en fonction du temps* | *Position et vitesse du chariot en fonction du temps* |

Le diagramme de Bode de la fonction de transfert en boucle ouverte HBO(p) est donné sur le document réponse. Le tracé est donné pour C(p) = 1.

1. Le système est-il stable ? Justifier la réponse.

Le couple résistant est un couple constant qui traduit l’action mécanique de pesanteur subie par l’ensemble mobile.

1. Justifier que si , l’exigence fonctionnelle liée à la précision (erreur nulle) ne peut être respectée. Proposer une forme générale de fonction de transfert pour ce correcteur permettant de satisfaire à cette exigence fonctionnelle.

Afin de répondre totalement au cahier des charges, l’utilisation d’un correcteur proportionnel intégral dérivé est retenue. En effet, la commande de l’axe intègre directement ce type de correcteur. Dans la suite du problème, le correcteur sera de la forme : Le réglage des coefficients a été fait par simulation numérique.

1. Ce nouveau correcteur permet-il de respecter l’exigence fonctionnelle liée à la précision ? Justifier la réponse par un calcul littéral.

Le diagramme de Bode de la nouvelle fonction de transfert en boucle ouverte est donné sur le document réponse.

1. À partir du diagramme de Bode conclure sur l’exigence fonctionnelle liée à la stabilité.

Afin de vérifier maintenant le critère de rapidité, on donne la réponse temporelle de l’axe à un échelon de position de .

1. Conclure sur la conformité au cahier des charges du système ainsi réglé.

La simulation a permis de déterminer un réglage satisfaisant vis-à-vis des exigences fonctionnelles pour ce système. Il faut maintenant vérifier ces réglages par la mesure directe d’un déplacement de l’axe.

# Vérification des performances de l’axe du magasin de rivets

Afin de vérifier les réglages précédents, un essai sur le système réel est réalisé. L’absence de système d’acquisition dédié impose un système de mesure extérieur au système réel. C’est un dispositif d’analyse d’image qui est retenu pour ces mesures.

L’objectif de cette partie est de traiter les mesures obtenues puis de vérifier que les performances obtenues sont satisfaisantes.

1. À partir des mesures précédentes, conclure sur le respect des exigences fonctionnelles de l’axe du magasin de stockage des rivets.