

ACTIVITES A PREPARER

Dans le cadre de la préparation à l'oral, il est nécessaire de travailler avec sérieux

Les TP	La technologie	Tout le programme de l'année	Les logiciels de simulation (juste pour être à l'aise)
--------	----------------	------------------------------	--

Les activités proposées dans ce document sont volontairement « ouvertes ». A vous de :

- ☐ Chercher,
- ☐ Discuter entre vous,
- ☐ Discuter avec moi,
- ☐ Synthétiser,
- ☐ Partager,
- ☐ Ajouter les informations manquantes ;
- ☐ Préciser les questions jugées trop vagues.

Bon courage 😊

1 COURS

1.1 Chaîne fonctionnelle

1.1.1 Ce qu'il faut savoir

1.1.2 Ce qu'il faut remplir

- ☐ Le nom des fonctions et des composants associés
 - Attention à dissocier le convertisseur (moteur) du transmetteur (réducteur)
 - Attention à dissocier les différents transmetteurs (réducteur, vis-écrou, roue-vis sans fin...)
- ☐ Renseigner les grandeurs d'effort (force, couple, pression, tension électrique)
- ☐ Renseigner les grandeurs de flux (vitesse, vitesse angulaire, débit, courant électrique)
- ☐ Attention à être précis dans les liens entre chaîne d'information et chaîne d'énergie
 - Les capteurs prélèvent des informations à des endroits précis de la chaîne d'énergie.
 - La commande (provenant de la chaîne d'info) est en liaison avec la fonction distribuer de la chaîne d'énergie.

1.1.3 Ce qu'il faut faire

Analyser

Pour tous les systèmes du laboratoire :

- ☐ Réaliser la chaîne fonctionnelle.
- ☐ Décrire le fonctionnement des capteurs.
- ☐ Décrire le fonctionnement des distributeurs d'énergie.
- ☐ Décrire le fonctionnement des convertisseurs de puissance.
- ☐ Donner les expressions de la puissance dans la chaîne de puissance.

1.2 Modélisation

1.2.1 Modélisation en général

Activité

Connaître

- ☐ la différence entre : modèle de comportement, modèle de connaissance ;
- ☐ modélisation causale et modélisation acausale ;
- ☐ grandeur flux et grandeur effort.

1.2.2 Schémas cinématiques, graphe de liaisons

Pour tous les systèmes du laboratoire, savoir et savoir faire

- | | |
|-----------------|---|
| Activité | ☐ Les schémas des liaisons (avec une couleur par pièce) |
| | ☐ Les torseurs associés |
| | ☐ Schéma cinématique minimal (avec une couleur par pièce) |
| | ☐ Schéma cinématique d'architecture (avec une couleur par pièce) |
| | ☐ Graphe de liaisons |
| | ☐ Paramétrage des distances et des angles. |

1.2.3 Modélisation des SLCI

- ☐ Equations du moteur à courant continu
- ☐ Schéma bloc du moteur à courant continu
- ☐ Schéma bloc d'un asservissement en position
- ☐ Schéma-bloc d'un asservissement en vitesse
- ☐ Schéma-bloc d'un asservissement en température
- ☐ Déterminer le modèle de comportement d'un système d'ordre 1
- ☐ Déterminer le modèle de comportement d'un système d'ordre 2
- ☐ Déterminer le modèle de comportement d'un système du premier ordre intégré
- ☐ Déterminer un coefficient de frottement sec
- ☐ Déterminer un coefficient de frottement visqueux
- ☐ Déterminer l'inertie d'un solide en rotation
- ☐ Déterminer les paramètres d'un moteur à courant continu
- ☐ Analyser des non linéarités :
 - Non linéarité géométrique
 - Saturation de courant ou saturation de tension
 - Seuil dû aux frottements
 - Jeu

1.2.4 Moteur à courant continu

- | | |
|-----------------|--|
| Activité | ☐ Donner les équations du moteur à courant continu. |
| | ☐ Donner le schéma blocs du moteur à courant continu. |
| | ☐ Proposer un protocole expérimental pour déterminer R. |
| | ☐ Proposer un protocole expérimental pour déterminer L. |
| | ☐ Proposer un protocole expérimental pour déterminer K. |
| | ☐ Proposer un protocole expérimental pour déterminer le couple de frottement sec. |
| | ☐ Proposer un protocole expérimental pour déterminer f_v . |
| | ☐ Proposer un protocole expérimental pour déterminer J |

1.3 Schéma-blocs

- | | |
|-----------------|--|
| Activité | Pour tous les systèmes du laboratoire |
| | ☐ Proposer un schéma bloc du système. |

2 ANALYSE DE COURBES

2.1 Control'X

Le Control'X est un axe linéaire asservi. Il est positionné horizontalement.

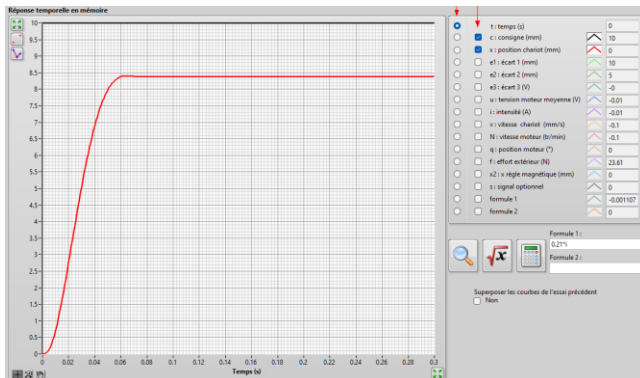
Le cahier des charges est le suivant :

- Stabilité : dépassement inférieur à 5%.

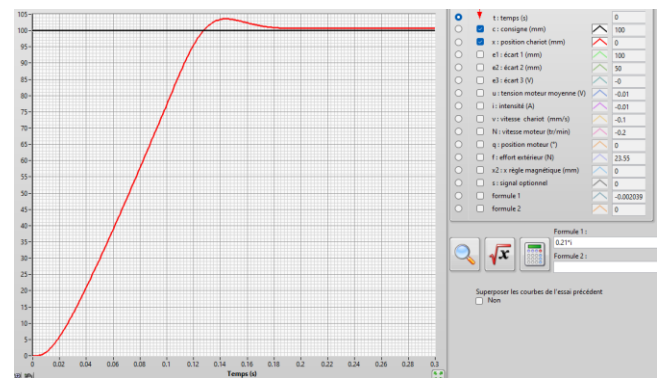


- Ecart statique : inférieur à 0,1 mm pour un échelon de 10 mm (inférieur à 1% de l'entrée).
- Rapidité : temps de réponse inférieur à 0,05 s.

On donne les relevés de position pour un déplacement de 10 mm et un déplacement de 100 mm.



Echelon de 10 mm
Position en mm



Echelon de 100 mm
Position en mm

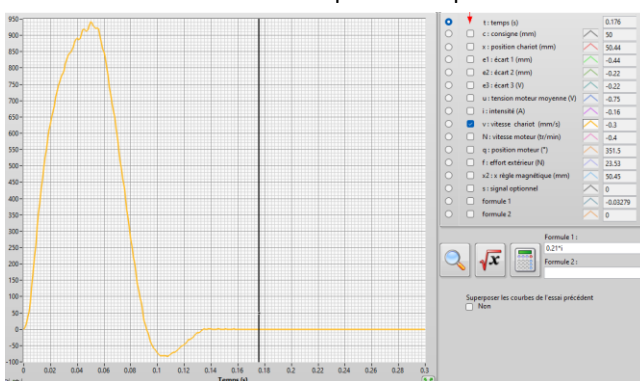
Activité 1

- ☐ Déterminer les performances du système sur ces essais. Conclure vis-à-vis du cahier des charges.
- ☐ Ce système satisfait-il les hypothèses des SLCI ? Justifier.

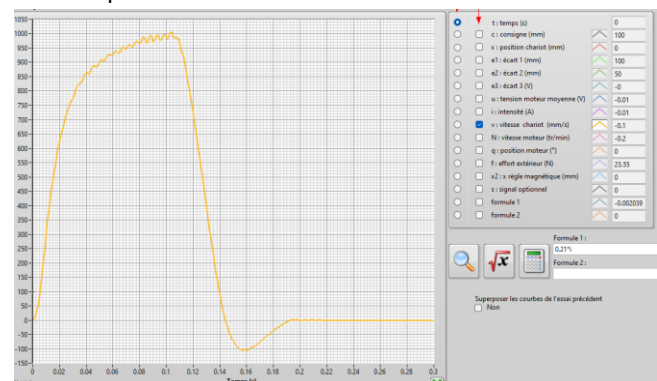
Aide

- ☐ Que signifie « SLCI » ?
- ☐ L'écart statique doit-il dépendre de l'entrée ? Discuter ?
- ☐ Le temps de réponse doit-il dépendre de l'entrée ? Discuter.

On donne les relevés de vitesse pour un déplacement de 10 mm et un déplacement de 100 mm.

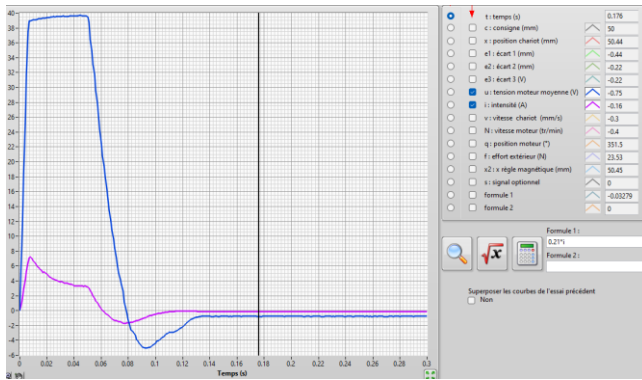


Echelon de 10 mm
Vitesse du chariot en mm/s

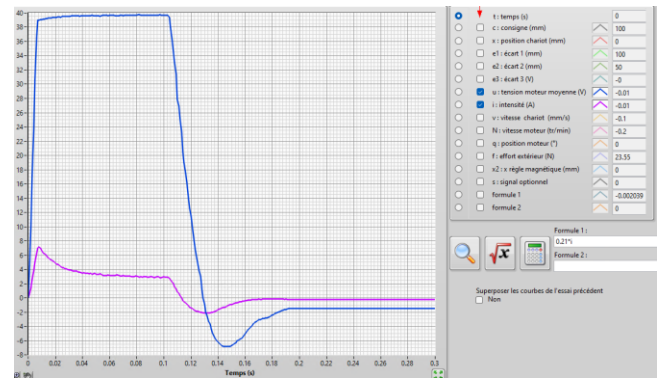


Echelon de 100 mm
Vitesse du chariot en mm/s

On donne les relevés de courant et tension pour un déplacement de 10 mm et un déplacement de 100 mm.



Echelon de 10 mm
Tension (V) – Courant(A)



Echelon de 100 mm
Tension (V) – Courant(A)

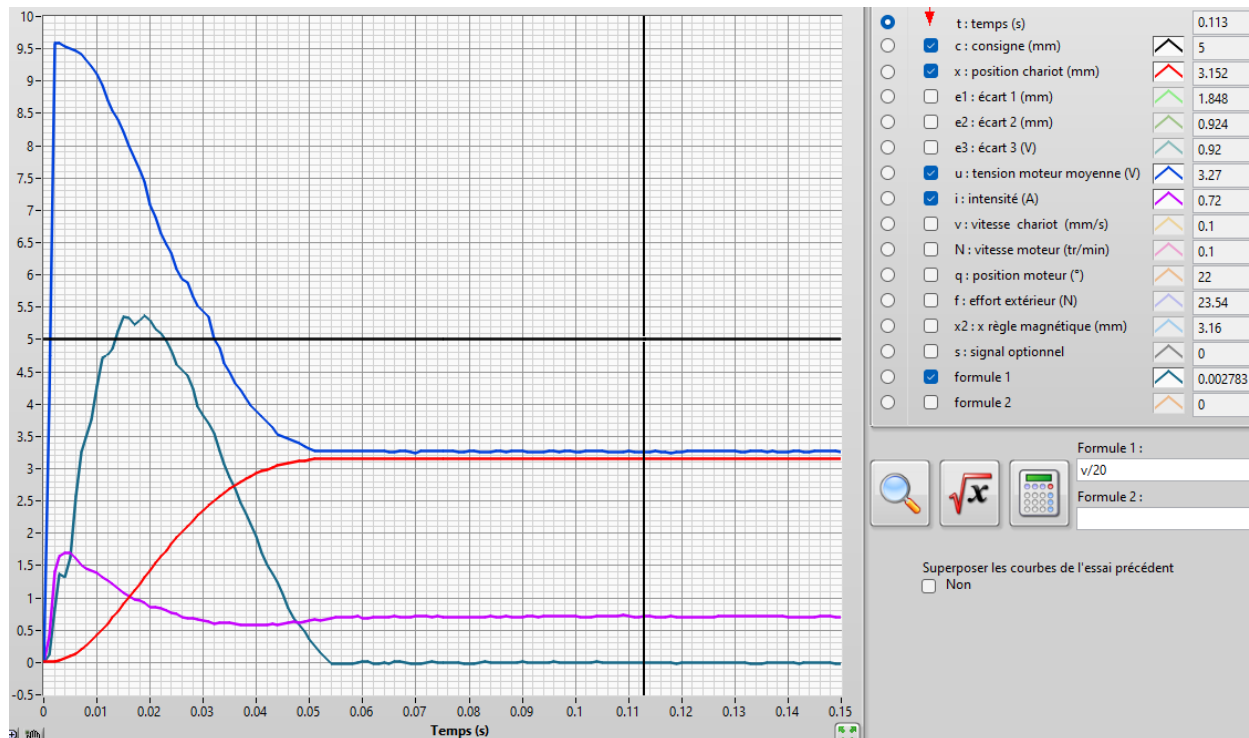
Activité 2

- ☐ Commenter les courbes.

Aide

- ☐ A quoi est dû l'allure du « plateau » de tension ?
- ☐ Pourquoi le courant et la tension changent-ils de signe ?
- ☐ Quelle est l'origine du pic de courant ?
- ☐ Pourquoi le courant est non nul en régime permanent ? (lorsque la vitesse est nulle et lorsqu'elle ne l'est pas).

On donne la réponse temporelle pour un échelon de 5mm.



Activité 3

- ☐ Commenter les courbes.

3 DETERMINATION DES LOIS DE MOUVEMENT

3.1 Robot à câbles RC4

Objectif

L'objectif de ce TD est de déterminer les longueurs de chacun des câbles pour que le mobile réalise le mouvement de translation prévu.



Pour un peu plus tard

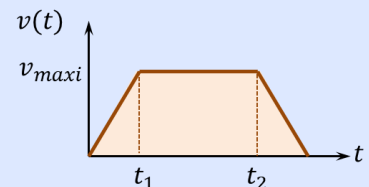
Ouvrir le notebook Capytale suivant .

<https://capytale2.ac-paris.fr/web/c/27f0-3424307>

Résoudre analytiquement

Activité 1 – Réalisation d'une loi en trapèze

- ❑ Lors d'un déplacement en ligne droite, le mobile suit une loi en trapèze de vitesse. On note t_1 , t_2 et t_3 les temps de chacune des phases. L'accélération maximale est notée a_{max} , la vitesse maximale accessible est v_{max} , la distance à parcourir est notée distance. Déterminer t_1 , t_2 et t_3 en fonction de a_{max} , v_{max} et distance.
- ❑ Implémenter dans python la fonction `calcule_temps(amax :float, vmax :float, distance :float) -> float,float,float`, renvoyant t_1 , t_2 et t_3 .



Résoudre analytiquement

Activité 2 – Réalisation d'une loi en trapèze

- ❑ Ecrire une fonction `calcule_les_t(amax :float, vmax :float, distance :float, dt :float) -> [float]` retournant :
 - `les_t` : liste de flottants des temps discrétisés toutes les dt s.
- ❑ Ecrire une fonction `calcule_les_a(amax :float, vmax :float, distance :float, les_t : [float]) -> [float]` retournant :
 - `les_a` : liste de flottants des accélérations.
- ❑ Ecrire une fonction `integre(les_t : [float], les_y : [float]) -> [float]` qui intègre le signal `les_y` en utilisant la méthode des rectangles à gauche. Elle retourne donc
 - `les_s` : liste de flottants du signal intégré. Cette liste devra avoir la même taille que `les_y`. On pourra éventuellement doubler la dernière valeur de la liste `les_s`.
- ❑ Tracer les profils de position, vitesse et accélération du mobile, pour un déplacement de 100 mm.

Activité 3 – Détermination de la longueur d'enroulement des câbles

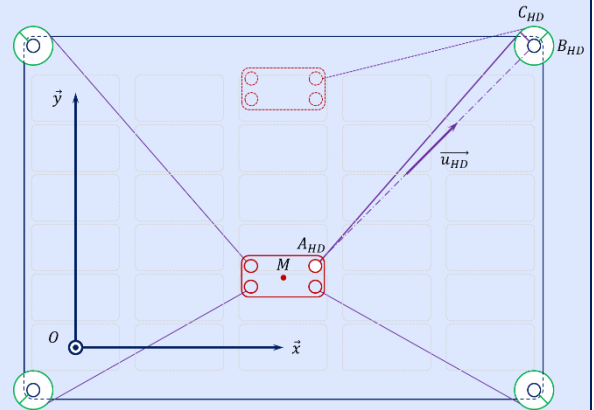
On propose le schéma ci-contre où :

- M est le centre du mobile ;
- A_{HD} est le point d'accroche du câble sur le mobile ;
- B_{HD} est le centre de la poulie en haut à droite ;
- C_{HD} est le point où le câble vient s'enrouler sur la poulie.

On note :

- $\overrightarrow{OM} = X_M \vec{x} + Y_M \vec{y}$;
- $\overrightarrow{OB_{HD}} = X_{HD} \vec{x} + Y_{HD} \vec{y}$;
- $\overrightarrow{A_{HG}A_{HD}} = L_M \vec{x}_M$;
- $A_{BG}A_{HG} = H_M \vec{y}_M$.

- ☐ Exprimer la distance $D_{HD} = A_{HD}B_{HD}$ en fonction de $L_M, H_M, X_M, Y_M, X_{HD}, Y_{HD}$.
- ☐ On note $\varphi_{HD} = (\vec{x}, \vec{u}_{HD})$. Exprimer φ_{HD} en fonction des paramètres géométriques.
- ☐ Implémenter la fonction `calcule_DPhi (H,L,theta,Xm,Xhd,Ym,Yhd) -> float,float` renvoyant D_{HD} et φ_{HD} .



Résoudre numériquement

Activité 4 – Déterminer les longueurs de câble en fonction du temps

- ☐ Pour un déplacement de votre choix, tracer les longueurs de chacun des 4 câbles en fonction du temps.
- ☐ Comparer avec les résultats expérimentaux (Déplacement du point (250,0) au point (250,600)).
- ☐ Commenter les résultats obtenus.

Synthèse

☐ Réaliser une synthèse dans le but d'une préparation orale

- Présenter les points clés de la modélisation analytique.
- Comparer les résultats de la simulation et les résultats expérimentaux.
- Conclure.

✎ Pour XENS – CCINP – Centrale :

- Donner l'objectif des activités.
- Présenter les points clés de la modélisation.
- Présenter les points clés de la résolution utilisant Capytale.
- Présenter le protocole expérimental.
- Présenter la courbe illustrant les résultats expérimentaux et ceux de la résolution.
- Analyser les écarts.

✎ Pour CCMP :

- Synthétiser les points précédents sur un compte rendu.
- Imprimer le graphe où les courbes sont superposées.

4 IDENTIFICATION MODELE DE COMPORTEMENT

4.1 Control'X

Le Control'X est un axe linéaire asservi. Il est positionné horizontalement.



Activité 0

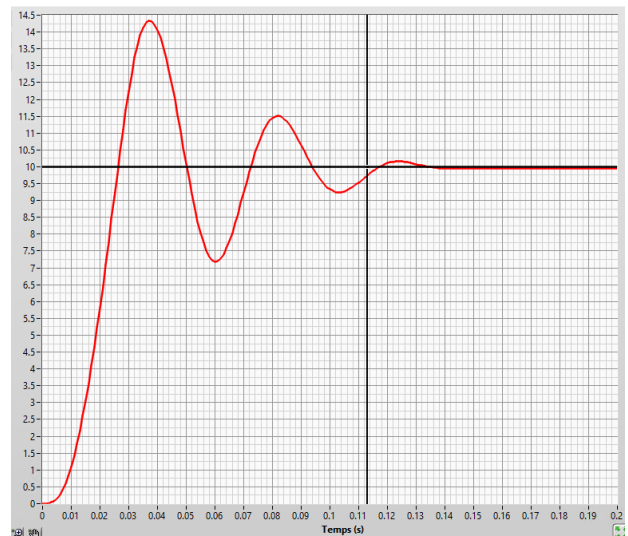
- ☐ Proposer une structure d'asservissement pour un asservissement en position.

4.1.1 Protocole 1

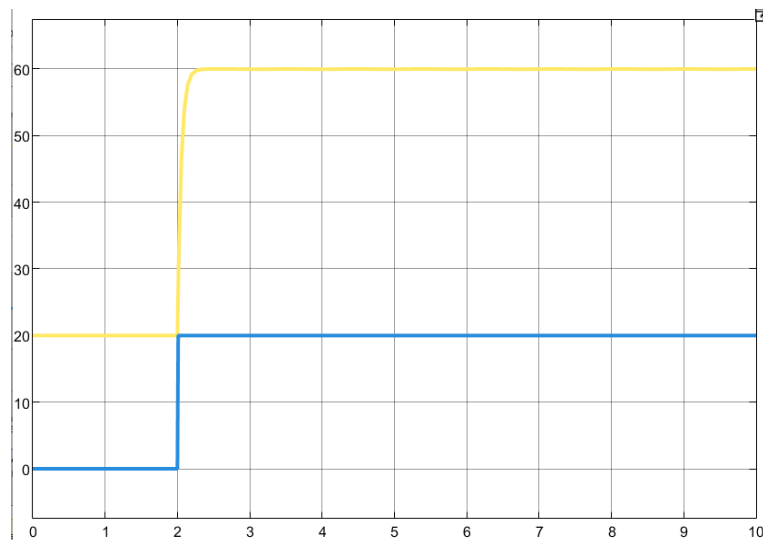
On réalise un échelon de 10 mm et on mesure le déplacement du chariot en BF pour un gain de proportionnel de 0,5 et un gain proportionnel de 3.



Essai 1



Essai 2



Activité 1

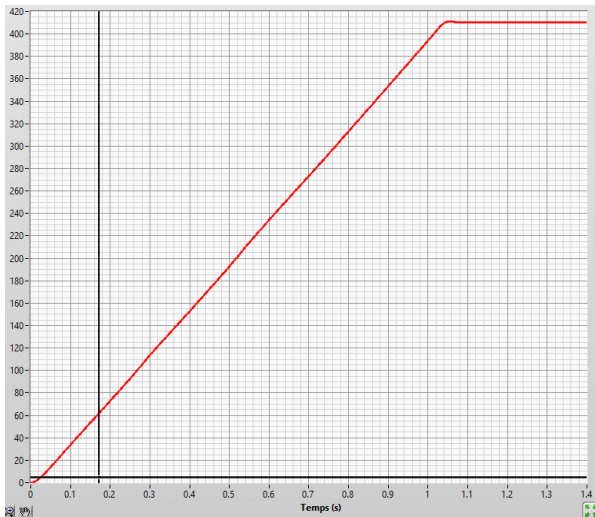
- ☐ En utilisant le schéma-bloc, que cherche-t-on à modéliser ?
- ☐ En utilisant un modèle de comportement, associer une (ou plusieurs) fonctions de transfert à chacun des essais.
- ☐ Quelles sont les limites d'utilisation de ces modèles ?

Aide

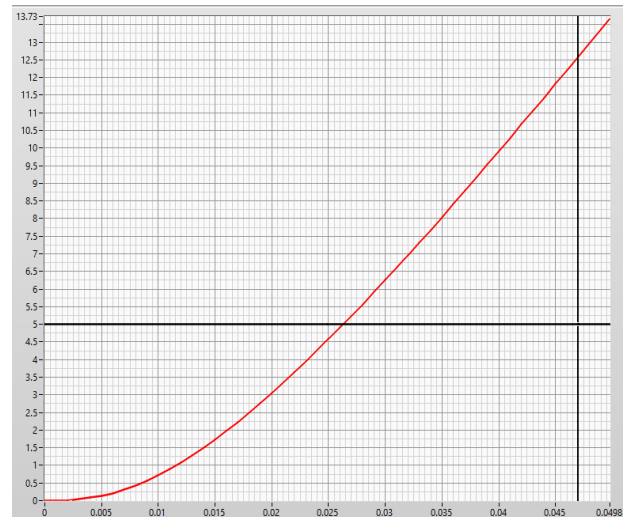
- ☐ Qu'est-ce qu'un modèle de comportement ?
- ☐ Par quel type de fonction de transfert peut-on identifier le système ? Comment justifier un choix ?
- ☐ Comment déterminer les constantes d'un système d'ordre 1 en utilisant une réponse à un échelon ?
- ☐ Comment déterminer les constantes d'un système d'ordre 2 en utilisant une réponse à un échelon ?
- ☐ Le temps de réponse doit-il dépendre de l'entrée ? Discuter.

4.1.2 Protocole 2

On réalise un échelon de tension de 5V, en BO. On mesure le déplacement du chariot (mm).



Mesure de la position



Zoom sur l'origine

Activité 2

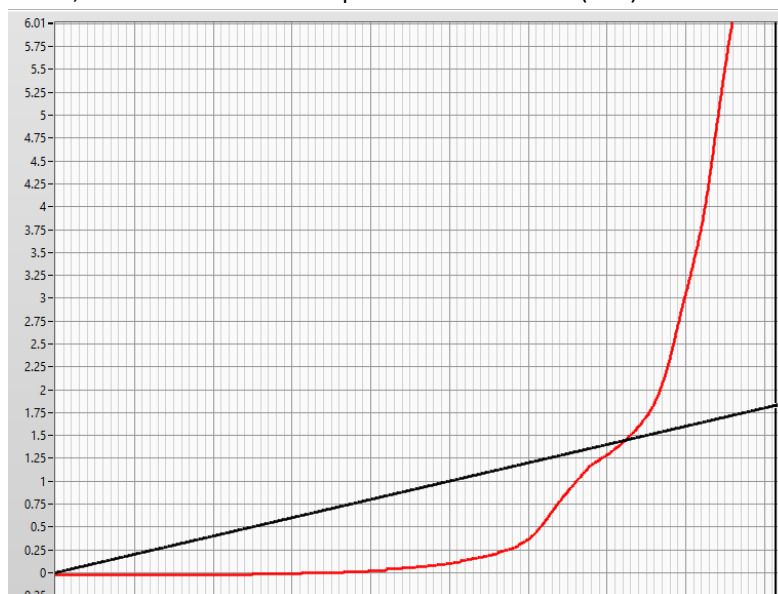
- ☐ En utilisant le schéma-bloc, que cherche-t-on à modéliser ? Quel est l'intérêt d'un tel modèle ?
- ☐ Commenter la courbe.
- ☐ En utilisant un modèle de comportement, associer une fonction de transfert à cet essai.

Aide

- ☐ Donner la fonction de transfert d'un premier ordre intégré.
- ☐ Comment trouver les paramètres de la fonction de transfert ?
- ☐ Quelle est la pente de l'asymptote ?

4.1.3 Protocole 3

On réalise une rampe de tension, en BO. On mesure le déplacement du chariot (mm).

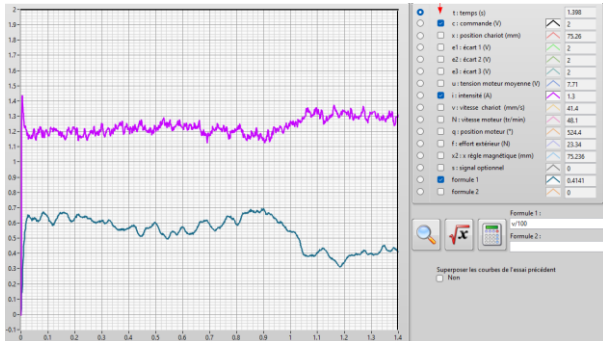


Activité 3

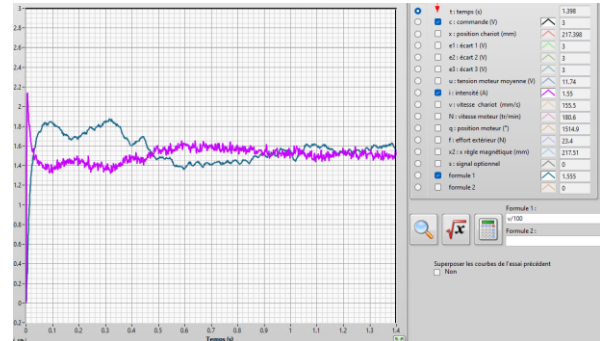
- ☐ Commenter la courbe.
- ☐ Que peut-on modéliser ?

4.1.4 Protocole 4

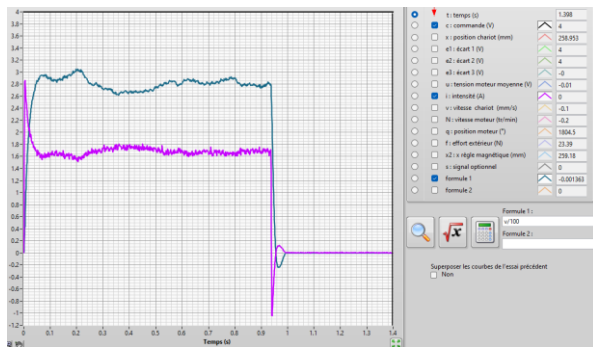
On donne les relevés de courant et vitesse du chariot ($v/100$ en mm/s) pour différents échelons de tension en BO. On précise que le couple moteur en fonction du courant est donné par $C_m = 0,21 i$ et que la v vitesse du chariot (en mm/s) est proportionnelle à la vitesse du moteur N en (tr/min) : $v = 0,8595 N$.



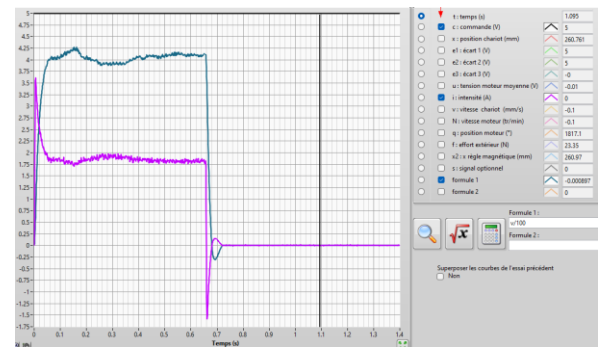
Echelon de 2 V
Vitesse ($v/100$ en mm/s) – Courant(A)



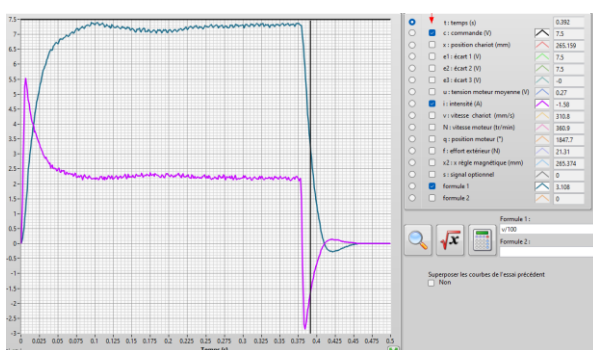
Echelon de 3 V
Vitesse ($v/100$ en mm/s) – Courant(A)



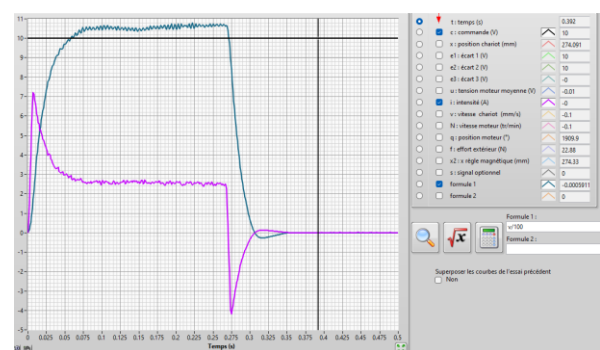
Echelon de 4 V
Vitesse ($v/100$ en mm/s) – Courant(A)



Echelon de 5 V
Vitesse ($v/100$ en mm/s) – Courant(A)



Echelon de 7,5 V
Vitesse ($v/100$ en mm/s) – Courant(A)



Echelon de 10 V
Vitesse ($v/100$ en mm/s) – Courant(A)

Activité 4

- ☐ Commenter les courbes.
- ☐ Que peut-on modéliser ?