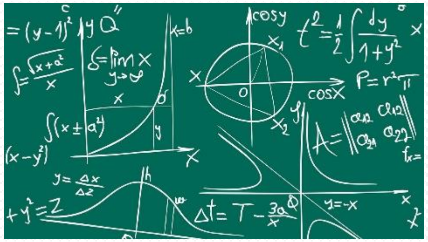
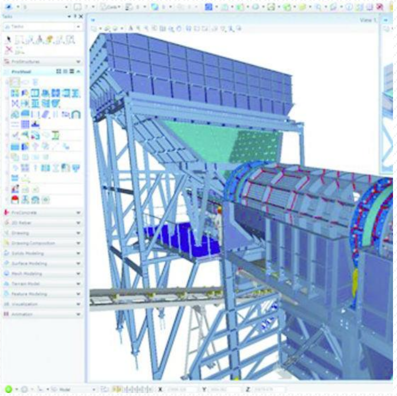
SCIENCES DE L'INGENIEUR



Outils mathématiques



Informatique et modélisation

Concepts physiques et chimiques

Les 2 grands chapitres en S.I en CPGE

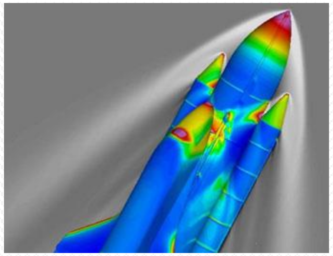
SLCI: systèmes linéaires continus et invariants

Asservissement du freinage d'un A 318

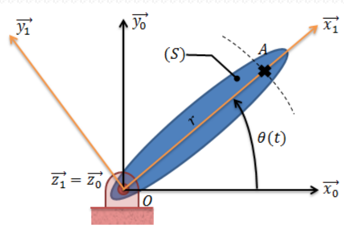
Asservissement en vitesse et position d'un centre d'usinage

Asservissement de la position du rotor d'une pompe turbo moléculaire

Cinématique, statique et dynamique



Dynamique des fluides



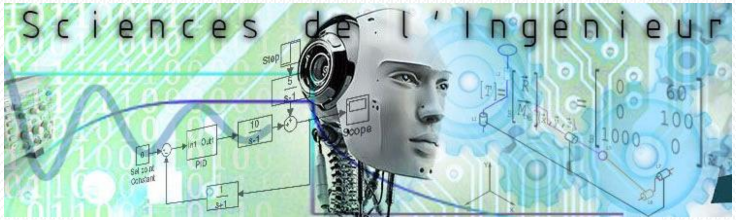
Vitesses, accélérations

$$\left\{\mathcal{C}_{S/R_g}\right\} = {}_A\left\{ \begin{matrix} m.\vec{V}_{G,S/R_g} \\ \vec{\sigma}_{A,S/R_g} = I_{A,S}.\vec{\Omega}_{S/R_g} + m.\overrightarrow{AG} \wedge \vec{V}_{A,S/R_g} \end{matrix} \right\}$$

$$\left\{\mathcal{D}_{S/R_g}\right\} = {}_A\left\{ \begin{matrix} m.\vec{\Gamma}_{G,S/R_g} \\ \vec{\delta}_{A,S/R_g} = \frac{d\vec{\sigma}_{A,S/R_g}}{dt}/R_g + \vec{V}_{A,A/R_g} \wedge m.\vec{V}_{G,S/R_g} \end{matrix} \right\}$$

Le socle scientifique de 1$^{\text{ère}}$ et T$^{\text{nale}}$ nécessaire au sciences de l'ingénieur en CPGE

- Dérivation
- Intégration
- Fonction exponentielle
- Limites, convergences
- Trigonométrie
- Produit scalaire
- Produit vectoriel
- Géométrie



CPGE
Classe Préparatoire
aux Grandes Ecoles

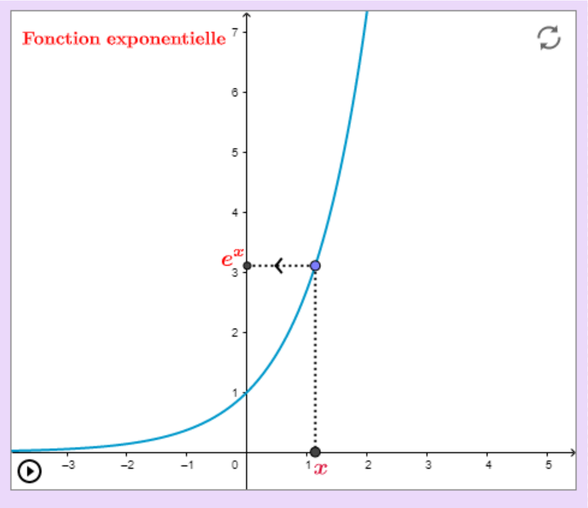
REVISIONS : fonction exponentielle et logarithme

Propriétés:

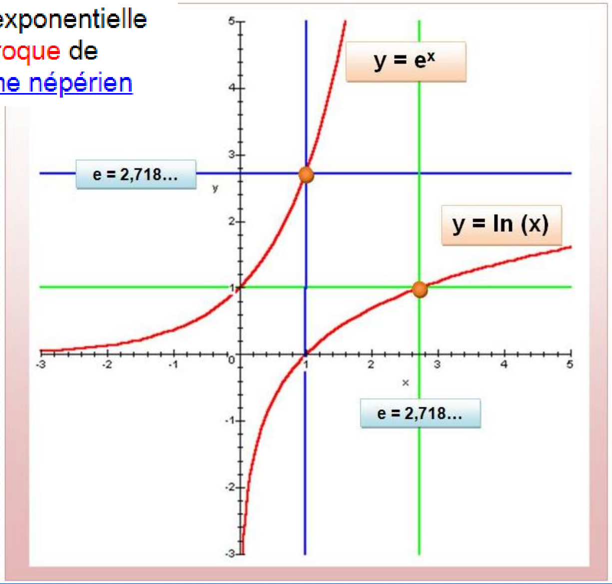
Logarithme et Exponentielle : $e^{\ln x} = \ln(e^x) = x$

$\ln 1 = 0$	$\ln(ab) = \ln(a) + \ln(b)$	$\ln(a/b) = \ln(a) - \ln(b)$	$\ln(1/a) = -\ln(a)$	$\ln(\sqrt{a}) = \ln(a)/2$	$\ln(a^\alpha) = \alpha \ln(a)$
$e^0 = 1$	$e^{x+y} = e^x e^y$	$e^{x-y} = e^x / e^y$	$e^{-x} = 1/e^x$	$\sqrt{e^x} = e^{x/2}$	$(e^x)^y = e^{xy}$

$\lim\limits_{x \to -\infty} e^x = 0$	$\lim\limits_{x \to +\infty} e^x = +\infty$	$\lim\limits_{x \to 0} \ln(x) = -\infty$	$\lim\limits_{x \to +\infty} \ln(x) = +\infty$	$\lim\limits_{x \to 0} x\ln(x) = 0$	$\lim\limits_{x \to +\infty} \ln(x)/x = 0$
$\lim\limits_{x \to -\infty} xe^x = 0$	$\lim\limits_{x \to +\infty} e^x/x = +\infty$	$\lim\limits_{x \to +\infty} \ln(x)/x = 0$	$\lim\limits_{x \to -\infty} x^n e^x = 0$	$\lim\limits_{x \to +\infty} e^x/x^n = +\infty$	$\lim\limits_{x \to +\infty} \ln(x)/x^n = 0$



On appelle fonction exponentielle la bijection réciproque de la fonction logarithme népérien



REVISIONS : fonction exponentielle

Exercices 1: Simplifier une expression avec la fonction exponentielle

Simplifier les expressions suivantes où x est un réel quelconque:

$a)\ \dfrac{e^{1+x}}{e^{x+2}} \qquad b)\ \dfrac{e^{3x}+e^{x}}{e^{2x}+e^{x}}$

Exercices 2: Résoudre des équations avec la fonction exponentielle

Résoudre dans $\mathbb{R}$ les équations suivantes:

$a)\ e^{2-x}=e^{x} \qquad b)\ e^{2x+3}=1 \qquad c)\ e^{5-x^2}=e$

Exercices 3: Déterminer des limites avec la fonction exponentielle

Étudier les limites suivantes:

$a)\ \lim\limits_{x\to+\infty} x-e^{x}+1 \qquad b)\ \lim\limits_{x\to-\infty} x-e^{x}+1 \qquad c)\ \lim\limits_{x\to+\infty} \dfrac{e^{x}-x}{e^{2x}+1}$

Calcul de dérivées:

1. $f(x) = 3e^x$

2. $f(x) = xe^x$

3. $f(x) = (x^2 + 2)\, e^x$

4. $f(x) = \dfrac{1}{2x+3} e^x$

Systèmes Linéaires Continus et Invariants (SLCI)

Adapt est le prototype de l'atterisseur de la fusée Falcon 9 de Space X, partenaire industriel de la Nasa. Adapt veut être capable de décoller et d'atterrir à la verticale

https://youtu.be/-1DlP71ukTw?list=RDCMUCk5FnYuxji0PakxkJ2s-O4g

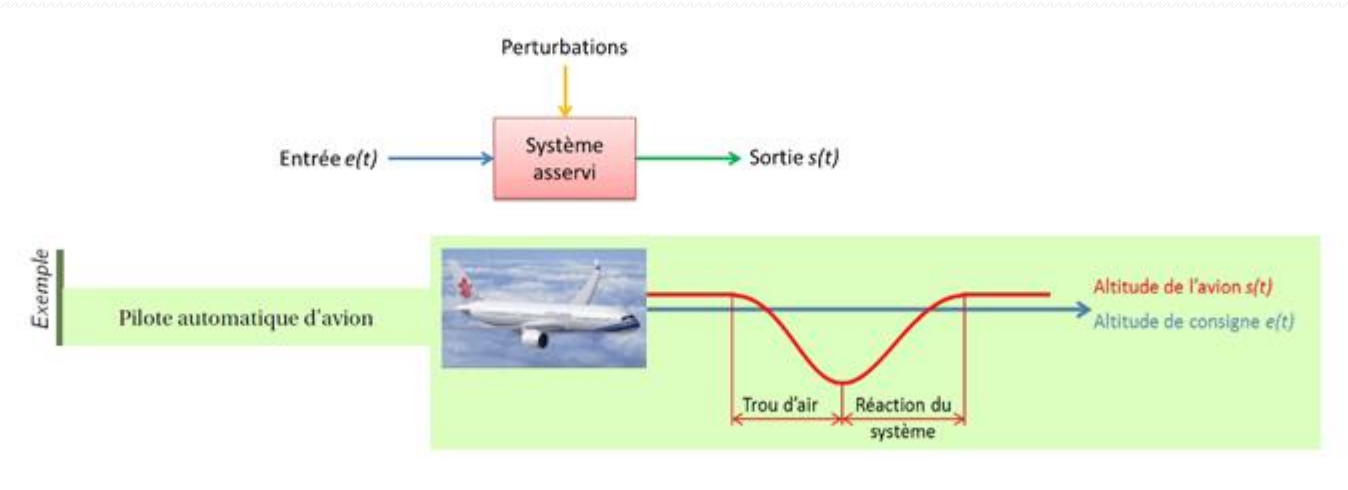
La comparaison d'images et un algorithme pour un positionnement à toute épreuve

Deux technologies ont été testées à bord du démonstrateur. La première est LVS (Lander Vision System), une technologie de positionnement basée sur l'étude du terrain sous le véhicule lors de son approche. Un capteur prend des photos du sol et les compare aux données de référence à bord pour déterminer automatiquement sa position par rapport au site d'atterrissage prévu. Le véhicule peut alors corriger sa trajectoire pour se rapprocher au maximum du site choisi. La second technologie est G-FOLD (Guidance for Fuel-Optimal Large Diverts), un algorithme mis au point par le JPL qui calcule des changements de trajectoire en temps réel lorsqu'il est nécessaire de détourner un véhicule d'un site vers un autre, tout en optimisant sa consommation de carburant.

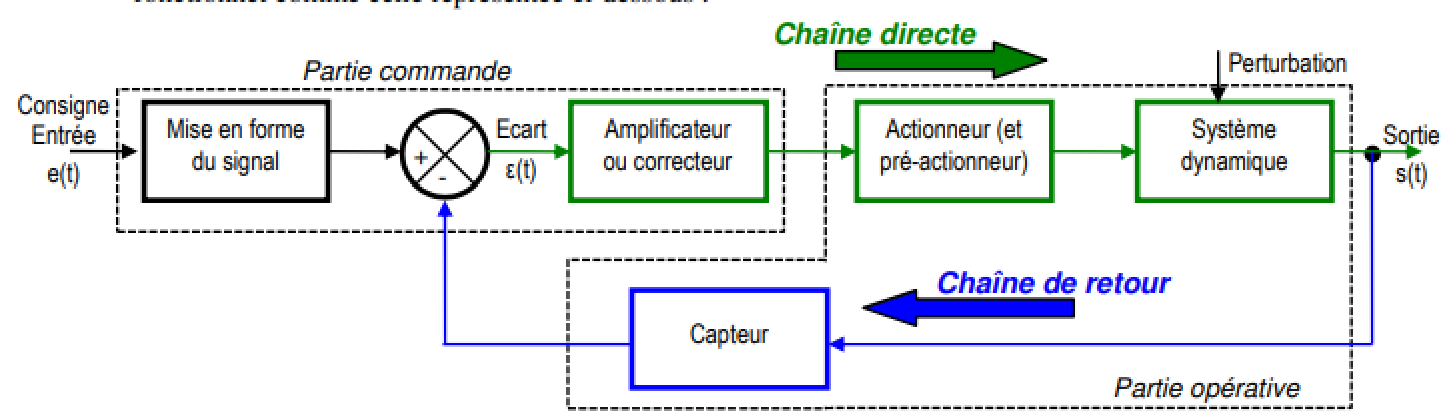
https://www.youtube.com/watch?v=Vee5ShhA51k

Asservissement en position, vitesse, accélération = SLCI

Structure d'un SLCI



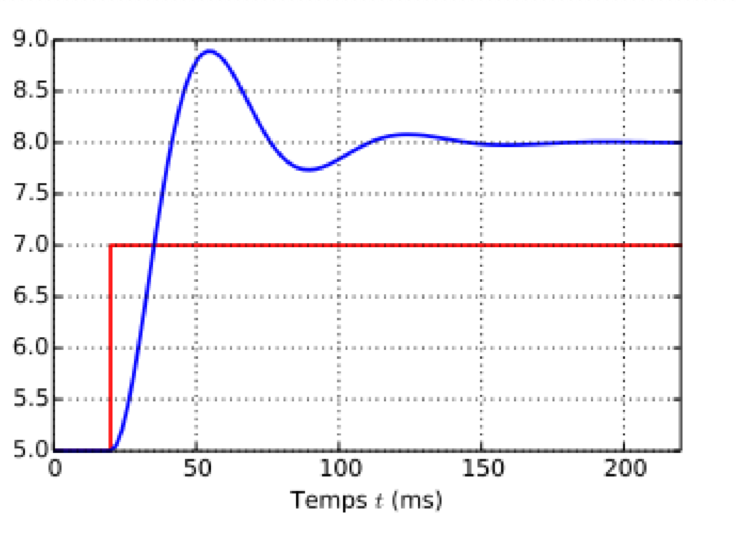
Un **système automatique asservi mécatronique** présente généralement une structure en schéma-bloc fonctionnel comme celle représentée ci-dessous :



Performances d'un SLCI

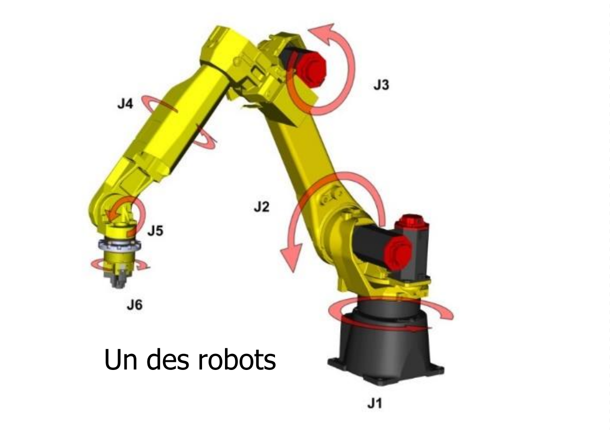
3 performances attendues:

- Précision
- Rapidité
- Stabilité

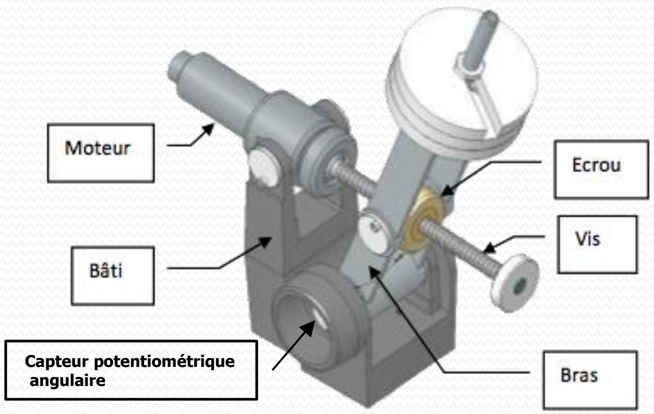


Exercice : structure d’un asservissement robot soudage

Chaine assemblage soudage chassis camion

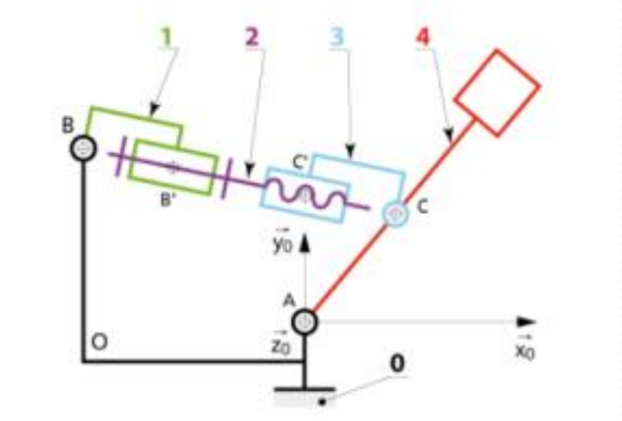


Un des robots



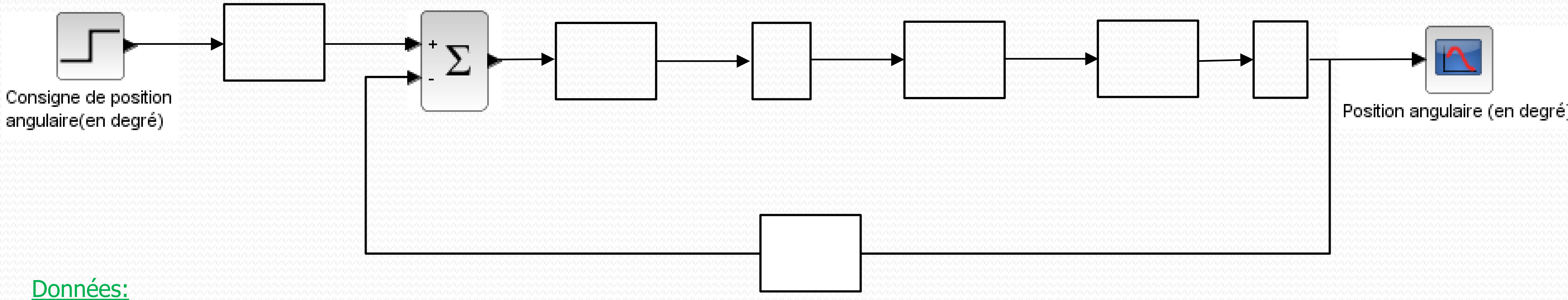
Structure de l’axe asservis en position angulaire

https://youtu.be/_zF-W0e0dCs



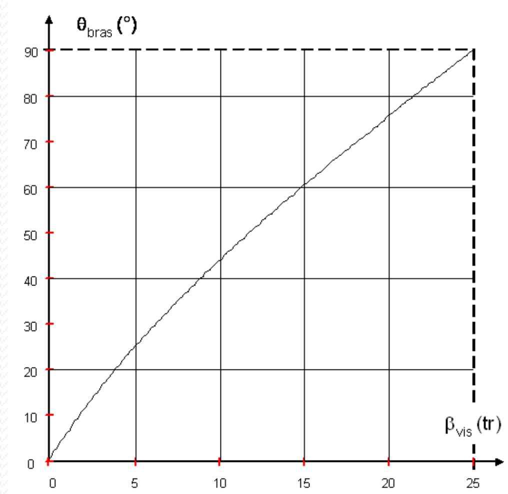
Un de ses axes asservis en position angulaire (schéma cinématique)

Schéma bloc de la structure:



Données:

- Pas vis=4mm, course écrou pour 0 à 90° bras = 100mm
- Loi entrée-sortie vis moteur / bras (cf ci-contre tracé)
- Capteur potentiométrique: plage angulaire de 90° pour 0 à 5V



Détermination des fonctions de transfert (bloc):

1) Vis-écrou:

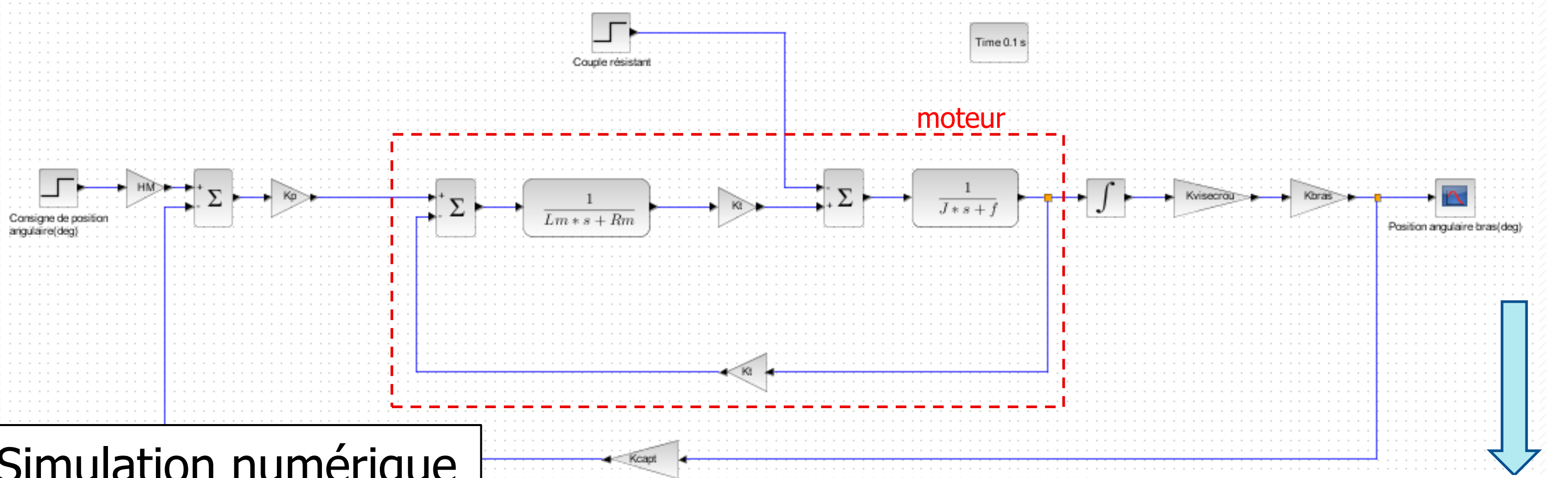
2) Chaine cinématique:

3) Conversion rad/degré:

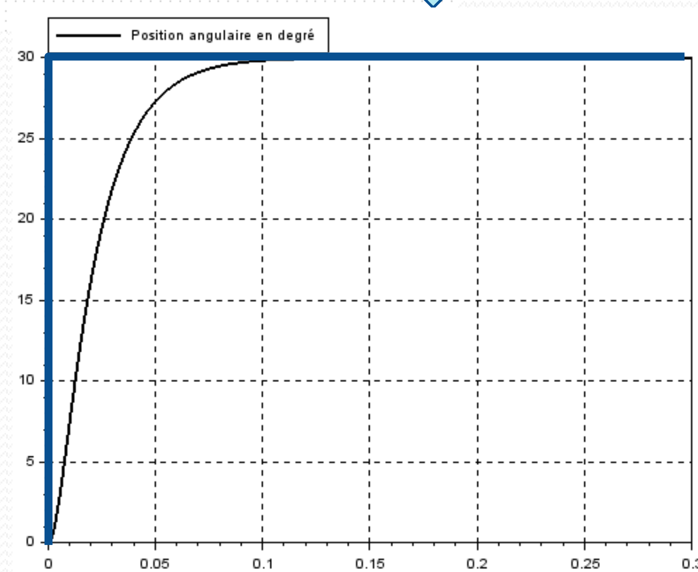
4) Capteur:

5) IHM:

Pilotage du système par une entrée (consigne de 30°):



Simulation numérique



Analyse des performances

- Précision:
- Rapidité:
- Stabilité:

Vérification de l'erreur (précision) par un calcul de limite (convergence):

On constate que la structure complète de notre système asservis est composée de:

* gains purs (capteur, vis-écrou…),
* d'un intégrateur
* d'une fonction de transfert pour le moteur (issue équation différentielle sortie/entrée)

On apprendra à déterminer en CPGE la **fonction de transfert globale du système**
⇔ expression de la sortie en fonction du temps pour une consigne donnée:

Voici celle obtenue pour notre système:

$$\boxed{Y(t) = \frac{\theta_b}{\theta_c} = 30\left(1-e^{\frac{-t}{0{,}03}}\right)}$$

Vérifions la convergence de la sortie à

Passons par un calcul de limite sur la fonction…

$\lim_{t\to\infty} Y(t)=$

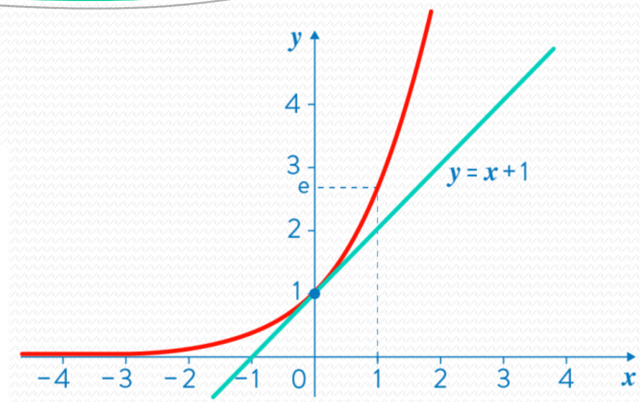
⇨

Système précis:

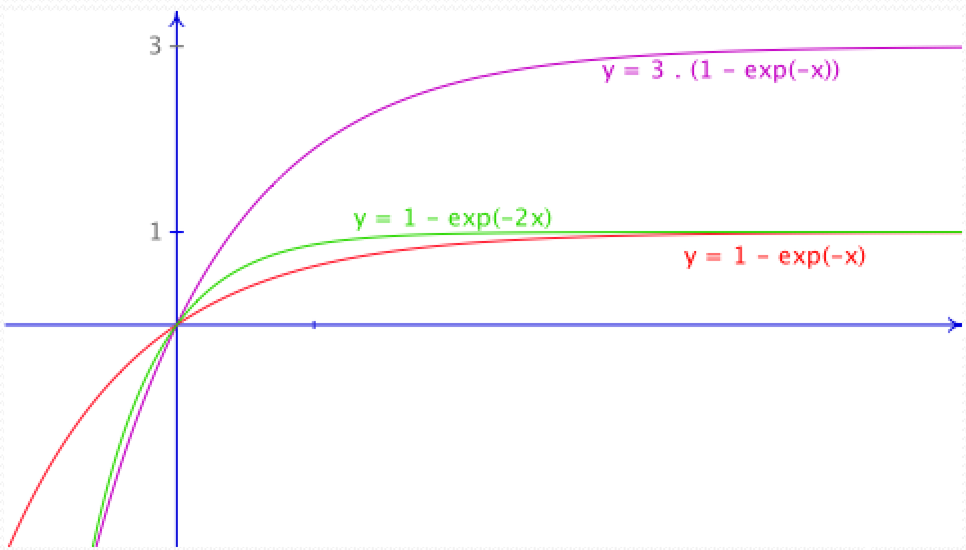
Rappel sur la fonction exponentielle: $y=e^x$

PROPRIÉTÉ

La fonction exponentielle est **strictement positive** et **strictement croissante** sur $\mathbb{R}$.



x	$-\infty$		0		1		$+\infty$
$(\exp)'(x)$		$+$	1	$+$	e	$+$	
$\exp(x)$	0	$\nearrow$	1	$\nearrow$	e	$\nearrow$	$+\infty$



Vérification de la rapidité du système par un calcul de la pente à l'origine:

On a la fonction du système:

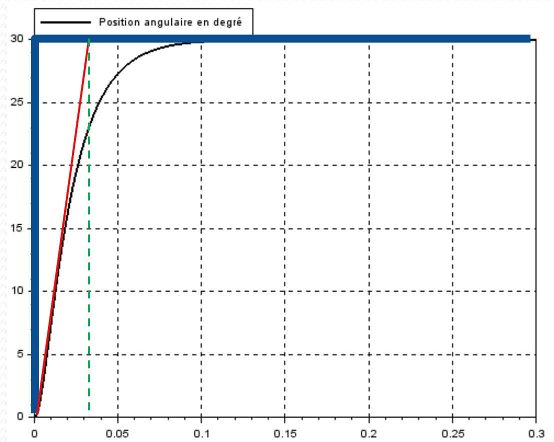
$$Y(t) = \frac{\theta_b}{\theta_c} = 30\,(1-e^{\frac{-t}{0{,}03}})$$

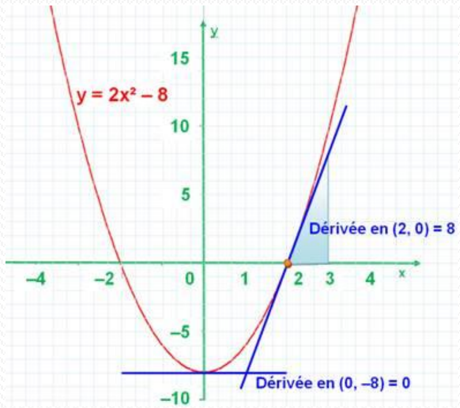
Déterminons la rapidité par le temps de montée, c'est-à-dire la

Cela passe par le calcul de la dérivée en 0 de la fonction :

Y'(0)=

Système rapide:

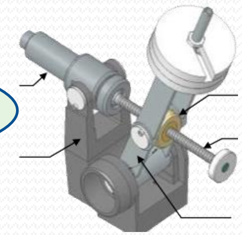




Que fait l'ingénieur de ces calculs ?

CDC et besoin

Première idée de conception



+

Calculs et dimensionnement du système asservi

Performances atteintes ?

oui

Validation

non

Reconception système

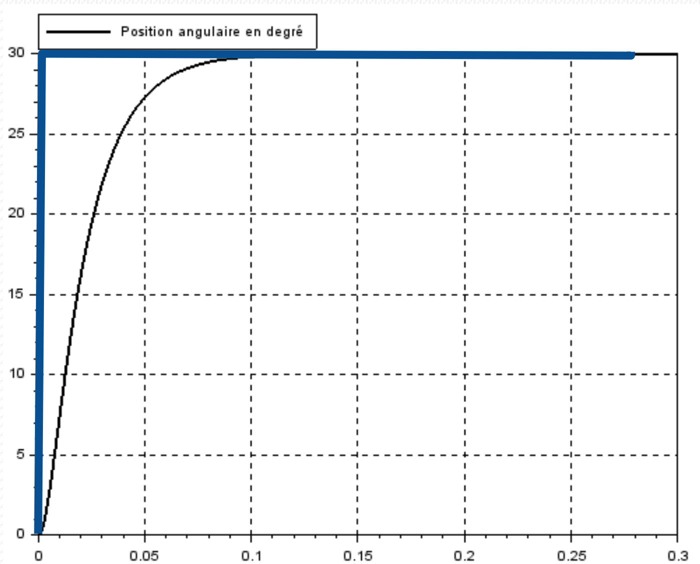
- Prototypes
- Simulation numérique
- Modifications physiques sur le système

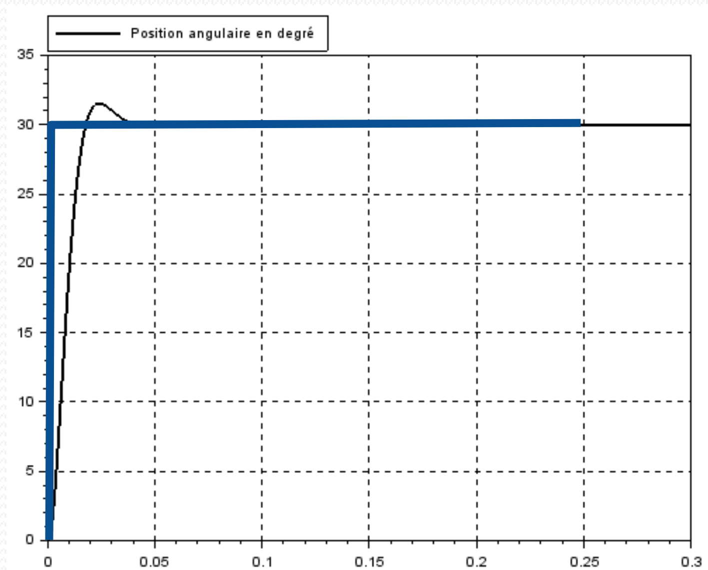
Comment améliorer les performances ?

On peut diminuer la constante de temps du système, par exemple:

$$Y(t) = \frac{\theta_b}{\theta_c} = 30\,(1-e^{\frac{-t}{0,03}})$$

$$Y(t) = \frac{\theta_b}{\theta_c} = 30\,(1-e^{\frac{-t}{0,01}})$$

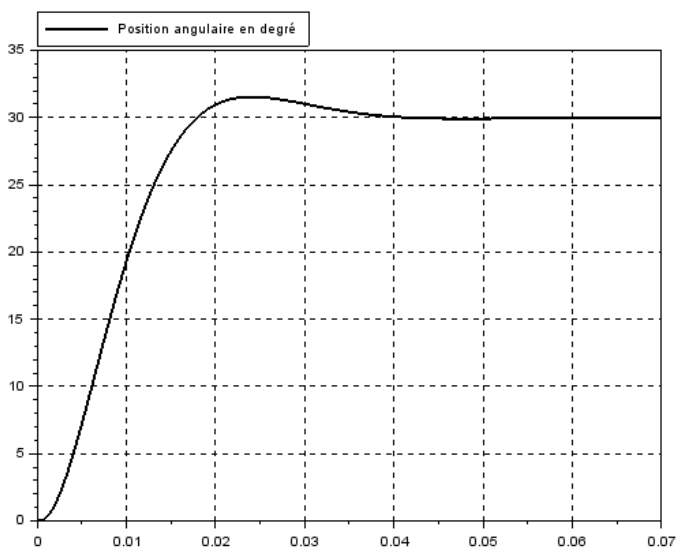


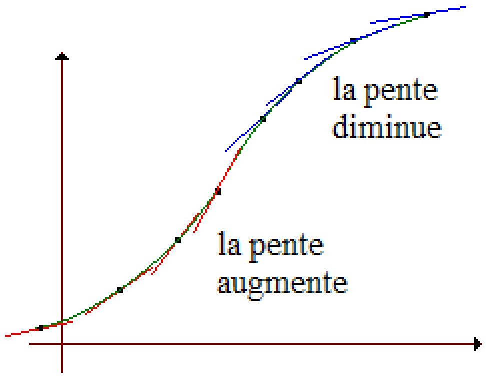


OU/ET: on peut amplifier la tension en entrée du moteur par un gain Kp…cf simulation.

Notion de point d'inflexion…

Zoomons la courbe:





Notion de dépassement/consigne…un intérêt évident pour l'ingénieur …

L'ORÉAL

Pour répondre aux nouvelles attentes des consommateurs, l'industrie doit gagner en agilité tout en réduisant le time-to-market. Stéphane Lannuzel, Operations Chief Digital Officer chez L'Oréal, revient sur les changements technologiques au sein du Groupe.

Répondre aux nouvelles exigences du consommateur

Les consommateurs ont fait leur révolution. Pour **Stéphane Lannuzel, Operations Chief Digital Officer** chez L'Oréal, ces derniers ont bien plus changé dans les trois à cinq dernières années qu'au cours des 30 précédentes. *« Aujourd'hui, il faut pouvoir répondre à une nouvelle tendance en moins de six mois. »* Et pour cause : de plus en plus connectés, les consommateurs sont impatients et ne sont plus prêts à attendre 18 mois (le cycle de production classique d'un produit) pour suivre une tendance beauté qu'ils auraient repérée sur les réseaux sociaux. *« Nous nous rapprochons du « fast fashion », et les jeunes générations sont beaucoup plus attentives à l'image que leurs aînés »*, rappelle Stéphane Lannuzel. Il explique : *« Il n'est pas rare qu'ils se rendent en point de vente en ayant 'googlisé' le produit recherché, et en ayant une connaissance pointue des produits »*. S'ajoute à cette sur-information une vraie demande de transparence : les clients attendent des marques de savoir d'où viennent les produits, et comment ils sont fabriqués. *« Tous ces changements nous conduisent à réfléchir à la façon dont on structure nos opérations c'est-à-dire notre chaîne de valeur »*, explique Stéphane Lannuzel, mettant l'accent sur les deux priorités : réduire le délai de mise sur le marché tout en offrant des gammes de produits toujours plus larges et en maintenant le niveau d'exigence en matière de qualité.

Pour ce spécialiste du digital, les deux mots-clés de la transformation numérique sont donc l'agilité et les data. Concrètement, les opérations 4.0, c'est-à-dire le programme de transformation digitale des Opérations qui regroupe les métiers du packaging, des achats ainsi que le manufacturing et la Supply Chain, visent à mobiliser les nouvelles technologies pour être toujours plus flexible et efficace. *« Alors que dans les années 1980 et 1990, nos stratégies tournaient essentiellement autour des économies d'échelle, aujourd'hui, elles passent principalement par la reconception de notre chaîne de valeur, depuis nos fournisseurs jusqu'aux consommateurs, avec la flexibilité comme leitmotiv ! »*