

ROBOT ERICC 3 ABB BARRAS PROVENCE

PRÉSENTATION DE L'ÉPREUVE

Cette épreuve d'une durée de quatre heures n'est pas une épreuve écrite, il n'est donc pas demandé de rédiger un compte-rendu. Toutefois, il est demandé d'élaborer avec soin les dessins, les schémas et les graphes utilisés comme illustration lors de cette prestation orale. Pour préparer les réponses aux questions posées, il faut utiliser les feuilles remises comme brouillon en début d'épreuve. La qualité de la prestation orale est évaluée.

TABLE DES MATIERES

1. Première partie
 - 1.1. Problématique du TP
 - 1.2. Etude générale du Robot Ericc 3
 - 1.3. Etude de la chaîne fonctionnelle associée au mouvement de lacet
2. Validation d'un modèle pour l'asservissement de l'axe de lacet
 - 2.1. Objectif
 - 2.2. Identification des paramètres mécaniques du modèle
 - 2.2.1. Modèle de connaissance du système
 - 2.2.2. Identification des paramètres $Cr0$ et f
 - 2.2.3. Identification de l'inertie équivalente et validation
 - 2.3. Structure et paramètres de l'asservissement en courant
 - 2.3.1. Modèle de connaissance de la commande en courant
 - 2.3.2. Analyse du modèle
 - 2.3.3. Validation du modèle d'asservissement de courant
3. Utilisation du modèle et validation des performances du cahier des charges fonctionnel
 - 3.1. Objectif
 - 3.2. Loi de commande utilisée
 - 3.3. Limite de la correction proportionnelle
 - 3.4. Détermination des paramètres du correcteur proportionnel dérivé

1. Première partie

Dans cette première partie, les manipulations proposées ainsi que les questions posées ont pour objectif de faciliter la compréhension du fonctionnement global de ce robot. Il n'est pas demandé de répondre aux questions obligatoirement dans l'ordre proposé ci-après, par contre une synthèse orale sera présentée, selon un plan personnel, en se limitant à ces manipulations et à ces questions.

La durée de cette présentation ne doit pas dépasser 10 minutes et le temps conseillé pour la préparation de cette première partie est 45 minutes environ.

Pendant le temps de préparation de cette première partie, il ne faut pas hésiter à faire appel à un examinateur en cas de problème (lors de l'utilisation du robot, incompréhension des questions posées ou des manipulations proposées ...).

Dès que votre intervention orale est prête, le signaler à l'examineur, puis passer à la suite sans attendre.

Pour la suite de l'épreuve, préparer les réponses aux questions posées en suivant l'ordre et les indications du texte, puis exposez les à l'examineur lors de ses passages réguliers.

Quelque soit l'état d'avancement, vous préparez, à la fin de l'épreuve, une synthèse orale, d'une durée de cinq minutes, concluant l'étude menée. Vous l'exposerez à l'examineur lors de son dernier passage dans les dix dernières minutes de l'épreuve.

Le sujet fourni comprend :

- L'énoncé page 1 à 10
- Un ensemble de documents ressources, documents 1 à 9.

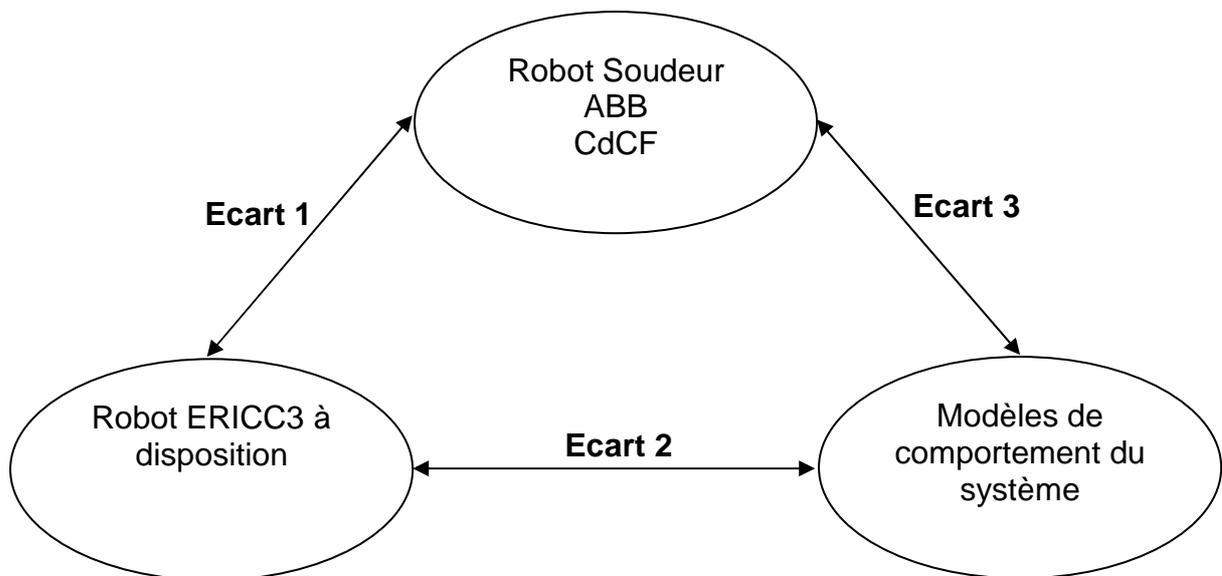
1.1. Problématique du TP

Le robot Ericc 3 (ABB Barras Provence) est du type robot sphérique 5 axes (Voir document ressource 2). Les éléments du système mécanique articulé sont (en partant du bâti ou socle) : la chaise (solide 1) ; le bras (solide 2) ; l'avant - bras (solide 3) ; le poignet (solide 4) ; la main ou la pince (solide 5).

Ce robot peut être équipé, au niveau de sa main, soit d'une pince, pour déplacer une pièce, soit d'un organe terminal permettant de réaliser la fonction globale qui lui est demandée. Nous nous intéresserons ici à l'utilisation de ce robot sphérique dans une application de soudage à l'arc. Le document ressource 1 précise l'analyse fonctionnelle de cette application.



Dans l'ensemble du questionnaire, vous pourrez vous appuyer sur le schéma ci-dessous pour présenter vos réponses et étayer vos conclusions.



Les objectifs du travail sont :

- de proposer, d'identifier et de valider un modèle d'asservissement de l'axe du lacet du robot ERICC 3
- d'utiliser ce modèle pour déterminer les paramètres du correcteur permettant de vérifier les performances imposées par le cahier des charges fonctionnel
- De valider, par expérience, les performances atteintes par le robot avec ces réglages.

1.2. Etude générale du Robot Ericc 3

Question 1 : Proposer un actigramme A-0 du robot ERICC 3 dans son application de robot soudeur. Identifier les énergies alimentant le robot présent et préciser pourquoi elles ne sont pas toutes utilisées dans l'application de soudage étudiée ici.

Question 2 : A l'aide du document ressource 2, définir la propriété géométrique reliant l'axe de la pince à l'axe de lacet limitant les tâches effectuées par le robot. Où faudrait-il placer une articulation supplémentaire pour lever cette limitation ?

Question 3 : À l'aide du logiciel, se placer dans la rubrique « déplacement manuel du robot » et effectuer la prise d'origine de mesure ; en déterminant le type de capteur utilisé, justifier la nécessité de cette prise d'origine. **Identifier et repérer** le capteur (au niveau de l'articulation de coude) qui permet de réaliser la prise d'origine.

Question 4 : Dans cette fenêtre « déplacement manuel », **observer et réaliser** les déplacements nécessaires permettant de tester les différentes possibilités de pilotage manuel. **Définir précisément** le paramétrage utilisé par les deux systèmes de description de la position spatiale de l'organe terminal ; **Justifier** ce double paramétrage.

1.3. Etude de la chaîne fonctionnelle associée au mouvement de lacet

Le système robot est constitué de 5 chaînes fonctionnelles identiques. On se limite à l'étude du comportement de l'axe de lacet ou mouvement de rotation de la chaise par rapport au socle.

Question 5 : **Décrire** les chaînes fonctionnelles de l'axe de lacet. **Formaliser** la structure de ces chaînes à l'aide d'un schéma fonctionnel (Chaîne d'énergie et chaîne d'information par exemple). En vous aidant des documents techniques fournis, **repérer** sur le robot, les différents constituants : capteurs, préactionneurs, actionneurs et effecteurs. **Relever** sur les documents ressources, les caractéristiques cinématiques de l'axe de lacet (rapport de réduction du réducteur et du système poulies – courroie, nombre de points générés par le codeur).

Question 6 : **Rappeler** le fonctionnement d'un codeur incrémental, puis, à l'aide du document 3, **calculer** la plus petite amplitude mesurable du mouvement de rotation de l'axe de lacet, correspondant à une impulsion du codeur incrémental.

Question 7 : **Calculer** le déplacement du centre d'outil correspondant à cette amplitude, pour une posture telle que le rayon de la trajectoire soit maximal. Conclure par rapport aux performances du cahier des charges.

2. Validation d'un modèle pour l'asservissement de l'axe de lacet

2.1. Objectif

L'objectif est ici de proposer, d'identifier et de valider expérimentalement un modèle de l'asservissement de vitesse en boucle ouverte de l'axe de lacet.

2.2. Identification des paramètres mécaniques du modèle

2.2.1. Modèle de connaissance du système

On considère le système constitué du moteur à courant continu de l'axe du lacet, du réducteur harmonique drive et du système poulies courroie, piloté en courant. On suppose dans un premier temps cet asservissement en courant parfait.

- l'entrée du moteur est donc le courant moteur $i(t)$.
- la sortie est la vitesse de rotation de la chaise par rapport au socle, notée $\omega(t)$.

Hypothèses de l'étude et notations :

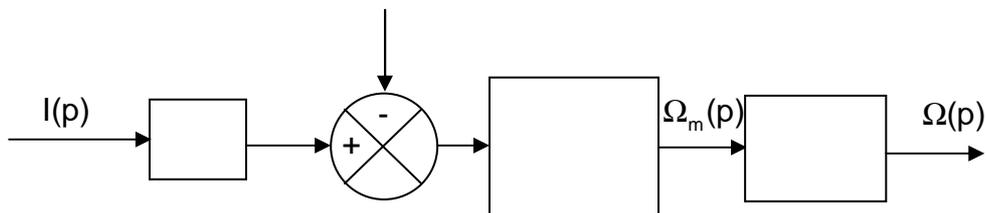
- $\omega_{red}(t)$ est la vitesse de rotation de l'axe de sortie du réducteur Harmonic Drive par rapport à la chaise.
- $\omega_m(t)$ est la vitesse de rotation du rotor du moteur par rapport au stator (encastré par rapport à la chaise).

- $C_m(t)$: couple moteur, fonction de l'intensité du courant moteur tel que : $C_m(t) = K_T i(t)$ (K_T constante de couple du moteur à courant continu)
- J_{equ} : inertie totale du système entraîné par le moteur, ramenée au niveau de l'arbre moteur ;
- f : coefficient de frottement visqueux au niveau des guidages des différents mobiles entraînés par le moteur (ramené sur l'arbre moteur);
- C_{r0} : couple résistant supposé constant sur l'arbre moteur, dont le signe dépend du sens de rotation.
- $\rho_1 = \frac{1}{100}$: rapport de réduction du réducteur Harmonic Drive ;
- $\rho_2 = \frac{12}{40}$: rapport de réduction du système poulies courroie crantées.
- On note e l'entraxe entre les poulies du système poulies courroie.

Question 8 : Faire un schéma cinématique de l'ensemble de mise en mouvement du lacet, en vous aidant du dessin partiel du socle et de la chaise fourni dans le document 4. En déduire, en fonction de ρ_1 et de ρ_2 , le rapport de transmission noté $K_{mec} = \frac{\omega(t)}{\omega_m(t)}$.

On note J_{equ} l'inertie équivalente de l'ensemble de mise en mouvement de l'axe de lacet, ramenée sur l'axe du moteur.

Question 9 : Appliquer le théorème de l'énergie cinétique à l'ensemble précédent (ensembles 1 et 2). En déduire l'équation de mouvement de l'axe de lacet puis compléter le schéma bloc du système mécanique ci-dessous.



Question 10 : Déterminer l'expression de $\Omega(p)$ en fonction de $I(p)$ et de C_{r0} supposé constant. Précisez l'ordre et les paramètres caractéristiques du système.

Question 11 : Exprimer littéralement, en fonction de f et de C_{r0} , la valeur atteinte en régime permanent, notée $\omega_\infty = \lim_{t \rightarrow \infty} \omega(t)$ lorsque l'intensité est un échelon d'amplitude I .

2.2.2. Identification des paramètres Cr0 et f

Les fonctionnalités du logiciel de commande du robot sont résumées dans la notice d'utilisation fournie.

Nota : Le robot sera d'abord placé dans la posture suivante :

$$\theta_{\text{lacet}} = \theta_1 = 0^\circ ; \theta_{\text{épaule}} = \theta_2 = 0^\circ ; \theta_{\text{coude}} = \theta_3 = -90^\circ ; \theta_{\text{poignet}} = \theta_4 = 0^\circ$$

Question 12 : Effectuer un enregistrement de la réponse temporelle en boucle ouverte, à différents échelons d'entrée d'intensité correspondant à 40%, 60% et 80% du DAC (donc respectivement d'amplitude 0,68 A, 1,02 A et 1,36).

COCHER LA CASE « mettre l'axe en position 0° », et prendre une durée de 1,5 s (pour 40 % et 60 %) puis 1 s (pour 80 %) et une transition de 1 s. **Enregistrer les vitesses réelles de l'axe du lacet et le courant moteur**. Les positions réelles sont automatiquement enregistrées mais non nécessaires. Elles pourront être supprimées dans la fenêtre info .

Question 13 : En analysant l'allure des courbes obtenues au niveau des vitesses de rotation, **valider** la modélisation définie précédemment.

Question 14 : **Proposer** à l'examineur une démarche pour identifier les paramètres C_{r0} et f, puis **réaliser** alors l'identification expérimentale de ces deux paramètres.

2.2.3. Identification de l'inertie équivalente et validation

Question 15 : A partir des mesures précédentes, **proposer** une démarche expérimentale permettant la détermination de l'inertie équivalente de l'ensemble entraîné par le moteur de lacet. **Appliquer** cette démarche et **déterminer** la valeur de J_{equ} .

Le modèle proposé est mis en place dans Did'acsyde. Voir le document ressource 9 pour une aide sur l'utilisation de ce logiciel. Lancer Did'acsyde (icône sur le bureau), puis ouvrir le fichier Partie_meca.sch situé sur le bureau. Le bloc Sig a pour fonction de changer de signe Cr0 en fonction du sens de la rotation de l'axe de lacet.

Question 16 : **Grâce** à une analyse temporelle (Menu Analyse puis Analyse temporelle), renseigner les valeurs identifiées précédemment, ainsi que les paramètres demandés, puis lancer l'analyse avec comme entrées les valeurs d'intensité 0.34,0.68,1.02,1.36 (valeurs séparées par des virgules) pendant 3 secondes. **Critiquer** les résultats obtenus et **valider** le modèle mis en place.

2.3. Structure et paramètres de l'asservissement en courant

2.3.1. Modèle de connaissance de la commande en courant

- Le courant qui alimente le moteur est issu d'une conversion tension – courant de facteur $K_{UI} = 0,17 A.V^{-1}$;
- Cette tension étant elle-même la sortie analogique d'un convertisseur numérique analogique 16 bits (1 bit de signe + 15 bits de données), noté DAC, tel que $\pm 32\,767$ incréments en entrée correspondant à une tension de commande de ± 10 V.
- Le moteur à courant continu est régi par les traditionnelles équations du moteur électrique, à savoir :
 - $u(t) = Ri(t) + L \frac{di(t)}{dt} + e(t)$, avec $u(t)$ tension aux bornes du moteur, R et L respectivement sa résistance et son inductance et $e(t)$ la force électromotrice.
 - $e(t) = K_e \omega(t)$
 - On considérera que $K_e = K_t$

Ouvrir le fichier BO_complet.sch à l'aide de Did'acsyde. L'entrée du système est désormais le nombre d'incrément envoyés en sortie du correcteur numérique du système complet.

2.3.2. Analyse du modèle

Question 17 : Associer, à chaque nouveau bloc de l'asservissement en courant mis en place dans Did'acsyde, son composant. **Donner** la fonction de transfert utilisée pour le régulateur d'intensité. Comment s'appelle ce régulateur ? **Déterminer** la valeur à imposer dans le bloc K_{sys} .

2.3.3. Validation du modèle d'asservissement de courant

Question 18 : **Effectuer un enregistrement** de la réponse temporelle en boucle fermée , à un échelon d'entrée d'amplitude 5°, de durée 1000 ms. **Cocher** les cases *mettre l'axe à zéro avant la mesure* et enregistrer *le courant moteur*.

Question 19 : Que remarque t-on sur la courbe d'intensité ? **Justifier** alors la valeur de la saturation d'intensité mise en place dans Did'acsyde.

Question 20 : **Effectuer à nouveau un enregistrement** de la réponse temporelle en boucle ouverte , à un échelon d'entrée correspondant à 100% du DAC. **COCHER LA CASE** « **mettre l'axe en position 0°** », et prendre une durée de 1 s et une transition de 1 s. **Enregistrer les vitesses réelles** de l'axe du lacet ainsi que *le courant moteur*. Les positions réelles sont automatiquement enregistrées mais non nécessaires et pourront être supprimées.

Question 21 : Que constate t-on sur la courbe d'intensité ? Après avoir déterminé la relation entre l'intensité dans le moteur et la tension à ses bornes en

régime permanent, **valider** la valeur de la saturation de tension mise en place dans Did'acsyde.

Question 22 : **Conclure** cette étude en vérifiant que les réponses temporelles expérimentales et simulées, de la vitesse de rotation (variable ω) et de l'intensité (variable I), à un échelon d'entrée d'amplitude 32767 incréments (100 % du DAC), correspondent bien (on utilisera un horizon temporel de 1 s).

3. Utilisation du modèle et validation des performances du cahier des charges fonctionnel

3.1. Objectif

L'objectif est de déterminer, grâce au modèle validé précédemment, les paramètres de l'asservissement en position permettant de satisfaire les performances attendues du cahier des charges, puis de vérifier par essai sur le système réel que ces paramètres conviennent effectivement à l'application étudiée.

La structure complète de l'asservissement en position de l'axe de lacet est fournie dans le fichier BF_complet.sch. Tous les paramètres du modèle y sont déjà rentrés, à l'exception de ceux du correcteur. Le correcteur du robot est un correcteur PID, mais nous ne considérerons ici pour simplifier uniquement deux actions :

- Une action proportionnelle de gain K_p
- Une action dérivée de gain K_d

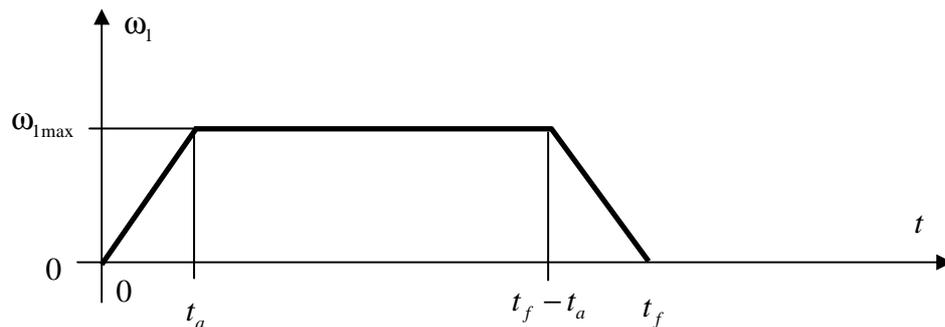
Ces paramètres sont réglables dans le logiciel en cliquant sur l'icône , qui fait apparaître la fenêtre de réglage du correcteur. Les coefficients K_i , K_{vff} et K_{aff} seront maintenus nuls, seuls les coefficients K_p et K_d seront non nuls.

Question 23 : **Analyser** la structure du correcteur mis en place dans Did'acsyde puis tracer le schéma bloc associé aux deux actions envisagées.

Question 24 : Dans l'hypothèse d'un asservissement en courant parfait ($I=I_r$, la consigne d'intensité est considérée comme égale à l'intensité qui traverse le moteur), et dans le cas d'une correction uniquement proportionnelle, déterminer la classe du système asservi en position.

3.2. Loi de commande utilisée

Le déplacement de l'outil qui réalise le cordon de soudure suit une loi de commande dite « en trapèze des vitesses ». Compte tenu de cette particularité de la commande, le programme « c:\programf\poursuit.pmc » (fourni en document 8) impose un déplacement entre deux points, en ne faisant bouger que la chaise du robot et en imposant une loi de vitesse « en trapèze » pour l'axe du lacet. Cette loi temporelle est de la forme suivante :



Question 25 : **Déduire** de la loi de vitesse imposée, la loi de consigne de position imposée à l'entrée de l'asservissement de position pour les différentes phases de fonctionnement. **Justifier** les blocs en entrée mis en place dans Did'acsyde.

3.3. Limite de la correction proportionnelle

On ne considère dans cette partie qu'une action proportionnelle. Le gain K_d sera donc maintenu nul.

Question 26 : En précisant votre démarche, **déterminer**, grâce à Did'acsyde, la valeur de K_p nécessaire pour satisfaire l'erreur de poursuite (ou de traînage) imposée par le cahier des charges. Pour cela, on pourra imposer différentes valeurs de K_p (10^4 , $5 \cdot 10^4$, 10^5 , $2 \cdot 10^5$, $5 \cdot 10^5$), séparées par des virgules et prendre un horizon temporel de 3 s.

Question 27 : **Imposer** cette valeur dans les paramètres du correcteur d'Ericc3. En cliquant sur l'icône  pour exécuter le programme *poursuit.pmc* n°995, **effectuer l'acquisition des grandeurs** nécessaires à la détermination de l'erreur de poursuite (ou erreur de traînage) expérimentale. Le temps d'acquisition sera pris égal à 6 s avec 400 points de mesure.

Vérifier la performance attendue (on prendra soin de régler les échelles de manière identiques sur les courbes dans la fenêtre ).

Question 28 : **Réaliser**, avec le même réglage du correcteur, l'enregistrement de la réponse temporelle expérimentale en boucle fermée  à un échelon d'amplitude 1° . Toutes les performances du cahier des charges sont-elles satisfaites ?

Ouvrir le fichier *BF_complet_Bode.sch*. Ce fichier permet de réaliser l'analyse fréquentielle de l'asservissement, les sources de non linéarité ayant été supprimées.

Question 29 : En réalisant l'analyse fréquentielle pour la valeur de K_p déterminée précédemment (Menu *Analyse* et *Réponse fréquentielle*, en précisant bien les nœuds d'entrée et de sortie), déterminer dans ce cas la valeur de la marge de phase du système asservi en position. On réalisera l'analyse

fréquentielle entre 1 et 1000 rad/s avec 100 points de mesure. Conclure quant au respect des performances spécifiées dans le cahier des charges.

Question 30 : Quel phénomène physique est pourtant à l'origine de l'apparente stabilité du système en l'absence de correction dérivée ?

3.4. Détermination des paramètres du correcteur proportionnel dérivé

Indépendamment de la valeur précédente, la valeur du gain proportionnel sera maintenant maintenue telle que $K_p=5 \cdot 10^5$.

On décide de rajouter l'action dérivée.

Question 31 : Quel est l'intérêt de rajouter de l'action dérivée ? A l'aide d'une analyse fréquentielle, entre 1 et 1000 rad/s, pour 100 points de mesures, avec les valeurs de K_d 100,500,1000,1500 (valeurs séparées par des virgules), déterminer la valeur minimale de K_d à imposer pour satisfaire le critère de stabilité imposé par le cahier des charges.

Question 32 : Présenter, en guise de conclusion, les paramètres du correcteur déterminés à partir du modèle mis en place, permettant de satisfaire l'ensemble des performances du cahier des charges. Vérifier, par analyse temporelle que la précision reste satisfaite malgré l'introduction du correcteur dérivé. Vérifier enfin par des essais sur le robot que ces réglages permettent de satisfaire les exigences de l'application demandée.

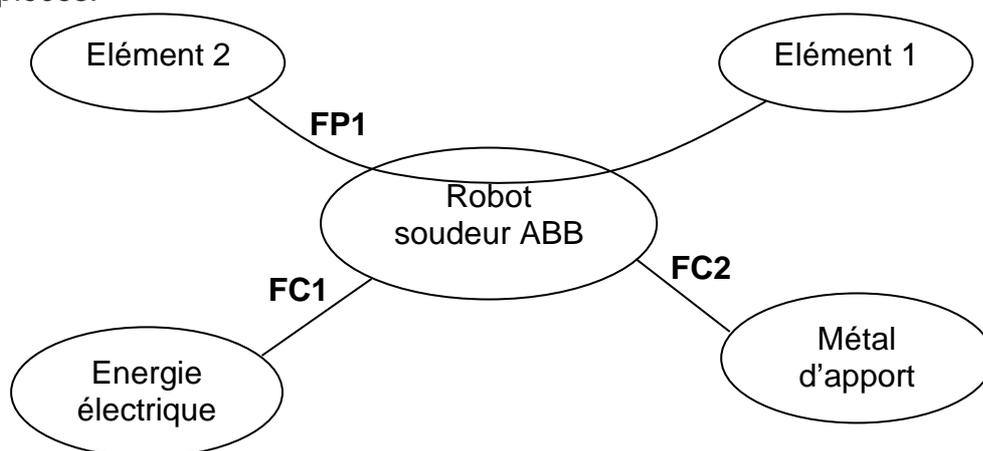
DOCUMENT 1

L'utilisation de robots soudeurs permet d'obtenir des soudures d'une très grande qualité et ce, d'une façon constante. Même les pièces complexes et de formes irrégulières sont soudées avec précision.

L'utilisation de cet équipement, par rapport à la soudure manuelle, permet un meilleur contrôle de la température, ce qui contribue à réduire de beaucoup la déformation des pièces. Par conséquent, le rejet de pièces à l'étape de contrôle en est infiniment réduit.

De plus, la soudure de pièces de grandes dimensions ou de formes complexes peut toujours être accomplie avec la même précision.

La mise en place d'un cordon de soudure entre deux points nécessite une très bonne précision de positionnement, en évitant les dépassements au niveau de l'arrivée au point final, pour éviter de taper sur les autres faces des pièces.



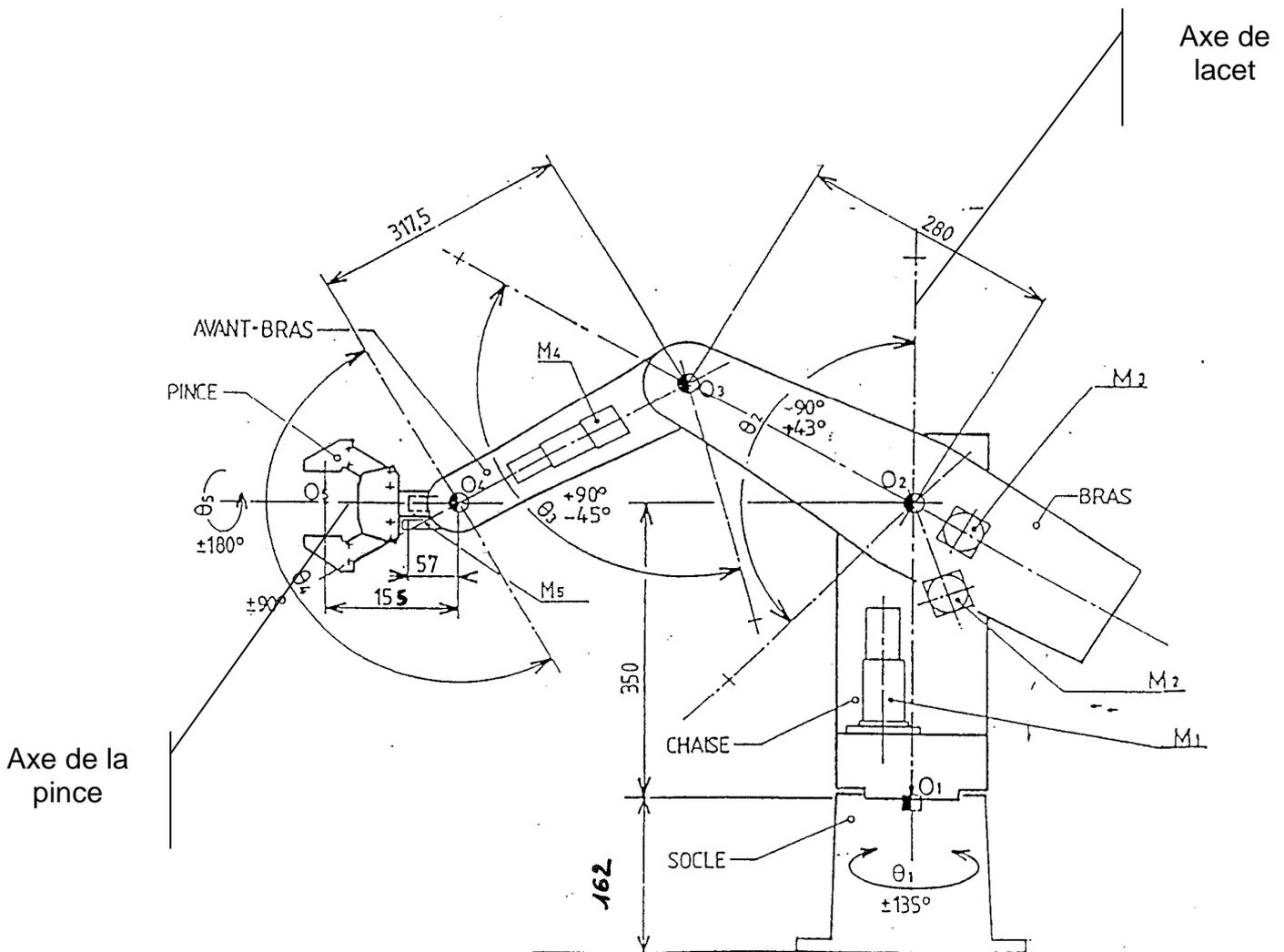
Fonction	Enoncé	Critères	Niveaux
FP1	Soudier l'élément 1 à l'élément 2 par réalisation d'un cordon de soudure	Précision de positionnement	±0,1 mm
		Erreur statique de position	Inférieure à 0,1 mm
		Erreur de Traînage	Inférieure à 0.15° pour une vitesse de 40% de 40%
		Stabilité	Marge de phase de 60° minimum
		Dépassement	Aucun
FC1	Être alimenté par l'énergie électrique	Tension – Intensité maximum	
FC2	Être approvisionné en continu par du métal d'apport	Vitesse d'amenée du métal d'apport	50 cm/s

DOCUMENT 2

Partie opérative.

Le bras-porteur se compose de plusieurs parties.

- ✓ Le socle
- ✓ La chaise
- ✓ Le bras
- ✓ L'avant-bras
- ✓ Le poignet
- ✓ La pince.



DOCUMENT 3

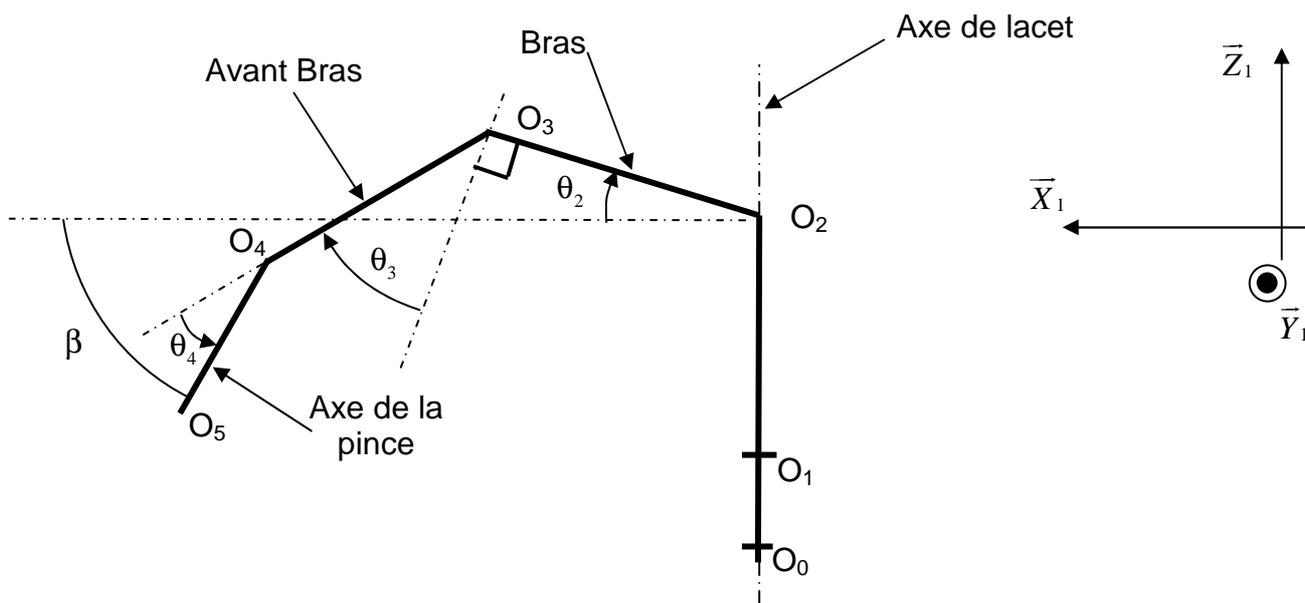
Les performances des axes sont :

Axe	Course (degrés)	Vitesse max. mesurée (degrés/s)	tps accél. min. (ms)	Accél. (degrés/s ²)	FE-/FE+ (degrés)
θ1	270	90	355	324	-1.6/0
θ2	135	70	170	410	-1.74/0
θ3	135	70	70	938	0/0
θ4	180	200	80	2500	+3.6/0
θ5	multi-tour (10)	145	29	5000	0/0

Les erreurs de poursuite mini et maxi (FE-/FE+) ont été mesurées dans la configuration « bras tendu » avec une charge de 1 kg.

Si l'on prend en compte les mouvements du lacet et de l'épaule, la vitesse linéaire maximum est de **1,497 m/s**.

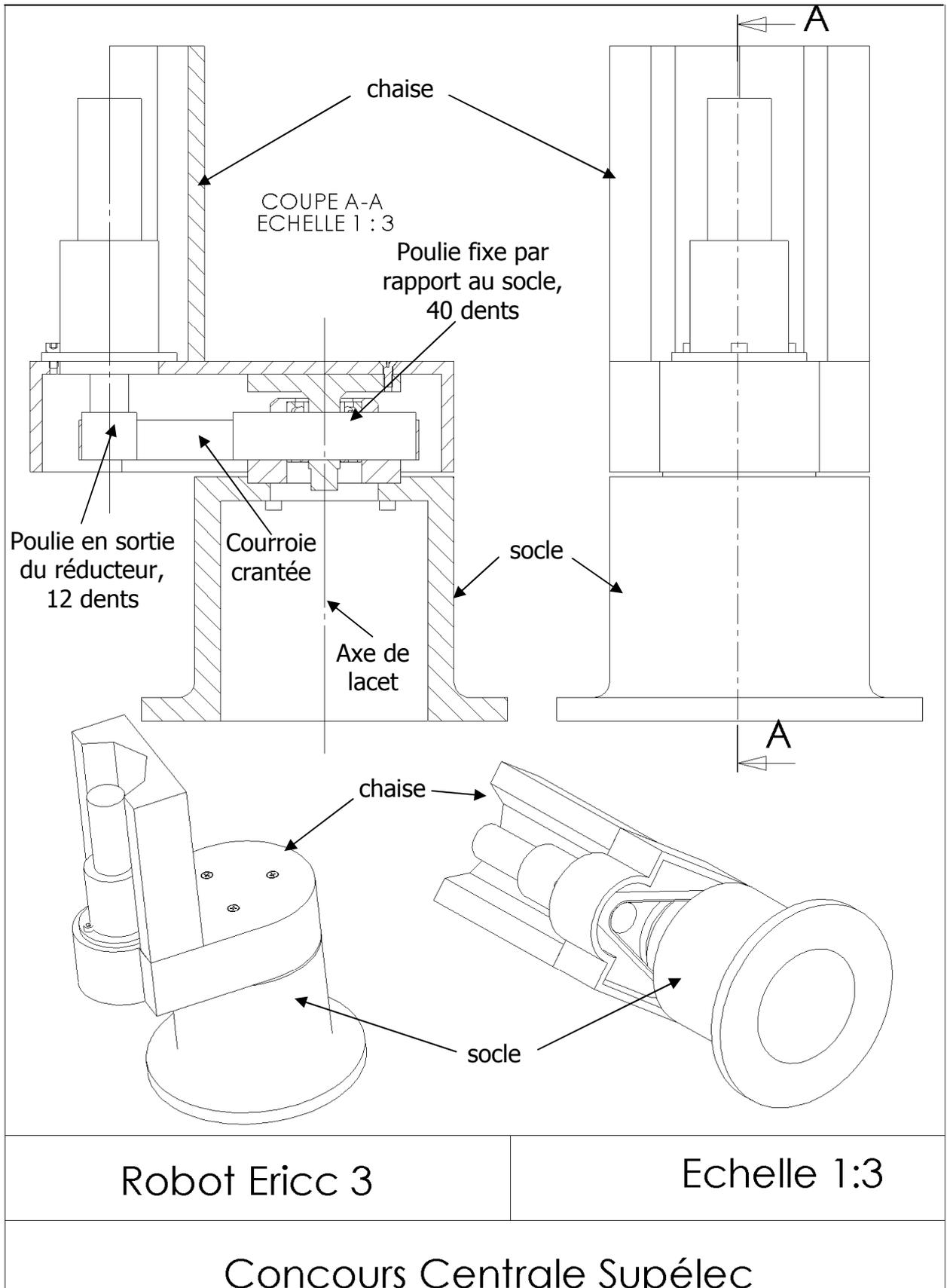
En configuration bras tendu, nous avons $O_2O_5 = R = 0,7525m$.



Axe	réducteur	courroie crantée	Nb pulses codeur	comptage	coefficient
θ1	1/100	12/40	500	x 4	1851.851852
θ2	1/100	12/40	500	x 4	1851.851852
θ3	1/100	15/52	500	x 4	1925.925926
θ4	1/60	18/60	500	x 1	277.777778
θ5	1/262	18/36	16	x 4	93.155556

Nombre d'impulsions par tour = Nombre de pulses codeur x comptage

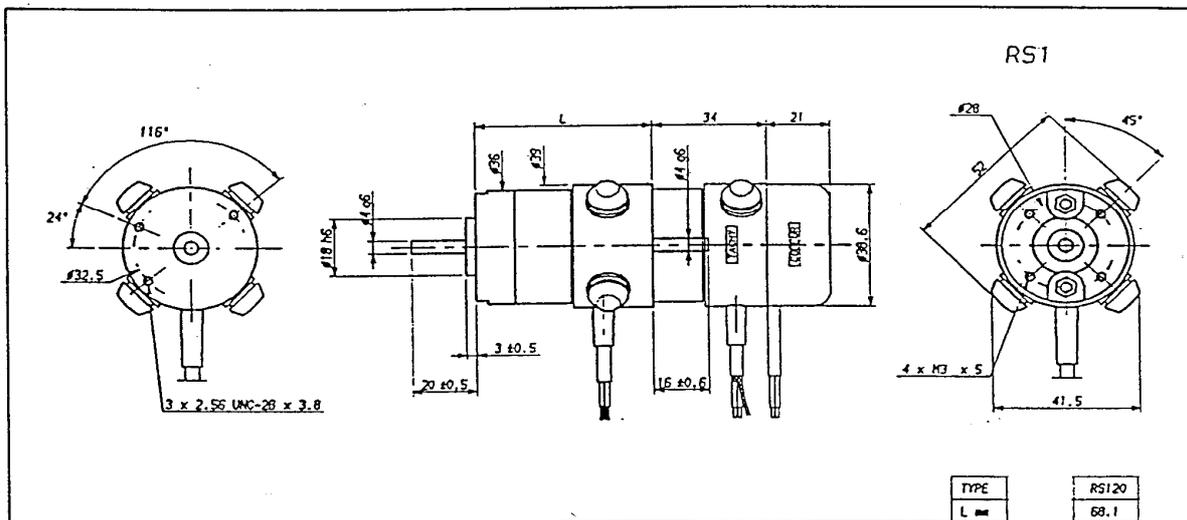
DOCUMENT 4



DOCUMENT 5

Moteur LACET.

CARACTÉRISTIQUES (40 ° C ambiant) Facteur de forme $\leq 1,02$	Couple permanent en rotation lente	Vitesse nominale	Puissance nominale	Tension nominale	Courant permanent en rotation lente	Courant maximal en rotation lente	FEM _v par 1000 min ⁻¹ (25 °C)	Couple par ampère (25 °C)	Résistance induit (25 °C)	Inductance	Inertie	Constante de temps mécanique	Constante de temps thermique	Charge axiale admissible	Charge radiale admissible à m-longueur de fibre	Masse
SYMBOLE	Co	Nn	Pn	Un	Io	I max	KE	KT	R	L	J	τ_m	τ_{th}	Fa*	Fr*	M
UNITE	Nm	min ⁻¹	W	V	A	A	V	Nm/A	ohm	mH	kgm ² . 10 ⁻⁶	ms	min	daN	daN	kg
RS 120 G	0.105	3000	30	21	2.53	8.1	4.5	0.043	2.3	1.1	0.41	5.1	6.5	3	6	0.39



Les signaux sont complétés A, \bar{A} , B, \bar{B} avec top zéro et top zéro. Alimentation 5 V TTL. Toutes les sorties sont pilotées par amplificateur de ligne.

Moteur	Codeur	Raccordement	Traits par tours		Inertie kgm ² .10 ⁻⁶	Masse kg
			Standard	Option		
RS1...RS4	K9	câble 1 m	500	250	0.06	0.06

DOCUMENT 7

Codeurs

LACET - ERAULE - COUDE.

Montées sans accouplement, donc très rigides, les génératrices tachymétriques usinées au micron donnent une image fidèle de la vitesse instantanée, du passage à vitesse nulle et du sens de rotation.

GÉNÉRATRICE TACHYMÉTRIQUE

La génératrice, présente ici, n'est pas utilisée dans l'asservissement. Elle permet d'avoir accès à la mesure de la vitesse de rotation de l'axe.

Moteur	Tachy	F.E.M.	Résistance à 25 °C	Inertie	Masse
		Volt/1000 min ⁻¹	ohm	kgm ² .10 ⁻⁵	kg
RS1	TBN 103	3	60	0.1	0.1
RS2...RS4	TBN 206	6	47	0.5	0.2
RS5 + RS6	TBN 306	6	11	2.5	0.3

Le frein bloque l'arbre moteur à l'arrêt (utilisation statique).
Utilisation dynamique en cas d'arrêt d'urgence.

FREIN DE MAINTIEN A MANQUE DE COURANT

Moteur	Couple de maintien		Tension (± 10%)	Courant	Inertie	Masse
	à 20 °C	à 100 °C				
	Nm	Nm	V	A	kgm ² .10 ⁻⁵	kg
RS2	0.6	0.35	24	0.34	0.2	0.2
RS3 + RS4	1.5	1	24	0.38	0.6	0.24
RS5	6	5.5	24	0.54	6.3	0.7
RS6	12	10	24	0.75	17	1.4

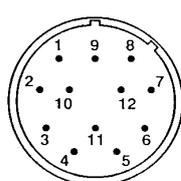
CODEUR INCRÉMENTAL

Les signaux sont complétés A, \bar{A} , B, \bar{B} avec top zéro et top zéro. Alimentation 5 V TTL. Toutes les sorties sont pilotées par amplificateur de ligne.

K9	Fonction	Couleur
	A	Blanc
	\bar{A}	Blanc/noir
	B	Bleu
	\bar{B}	Bleu/blanc
	top 0	Vert
	top 0	Vert/blanc
	+ 5 V	Rouge
	0 V	Noir

Moteur	Codeur	Raccordement	Traits par tours		Inertie	Masse
			Standard	Option		
RS1...RS4	K9	câble 1 m	500	250	0.06	0.06
RS5 + RS6	C6 B	connecteur	500-1000	2000-2500	0.34	0.58

Le nombre de points peut-être multiplié par 2 ou 4 par la commande numérique.



Vue embase

C6 B	Fonction	Broche
	A	5
	\bar{A}	6
	B	8
	\bar{B}	1
	top 0	3
	top 0	4
	+ 5 V	2-12
	0 V	10-11

Solidaire de l'arbre moteur, le codeur K9 est très compact. Les charges axiales sur l'arbre sont donc à proscrire.

Le codeur C6 B est particulièrement bien adapté à une ambiance industrielle sévère grâce à sa protection thermique et mécanique renforcée.

DOCUMENT 8

Programme poursuit.pmc

```
DELETE GATHER
OPEN PROG 995 CLEAR
;
;ETUDE DE L'ASSERVISSEMENT DE POSITION
;erreur de poursuite en réponse à une rampe
;durée du S = 0 (vraie loi en trapèze)
ts0
;durée d'accélération : 355 ms
ta355
;vitesse moyenne :40 degrés/s
f40

;point de départ
G00 b0.0g0.0x751.4y0.0z536.4
dwell1000

;point d'arrivée
G00 b-0.0g0.0x531.4y531.2z536.4
dwell1000

;retour au point de départ
G00 b0.0g0.0x751.4y0.0z536.4

;fin de programme
CLOSE
```

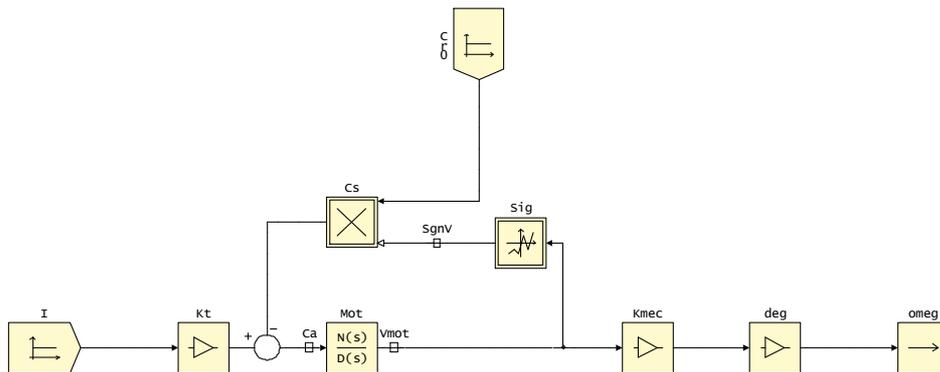
DOCUMENT 9

Le logiciel de simulation **Did'Acsyde** permet d'effectuer :

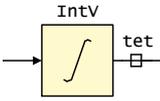
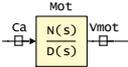
- La saisie des valeurs des paramètres et l'analyse temporelle ou fréquentielle du schéma-bloc,
- L'affichage graphique des résultats.

Le schéma bloc étant fourni, il n'est pas nécessaire de saisir ce schéma.

➤ Lecture des blocs



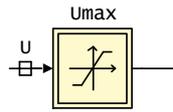
Pour lire ce qu'il y a dans un bloc, il suffit de double cliquer dessus. Les blocs sont principalement :

- Des gains  , la valeur du gain est directement inscrite
- Des intégrations  , la valeur du gain de cette intégration est inscrit dans le bloc (souvent 1)
- Des transmittances  . Pour une **TRANSMITTANCE-CONTINUE**, il apparaît dans la fenêtre trois champs. Le premier correspond au gain statique, le second et le troisième permettent de saisir les coefficients des polynômes N(s) et D(s) par ordre décroissant des puissances de s, séparés par des virgules. (Exemple : s^4+5s^3+8s s'écrit «1, 5, 0, 8, 0»). s est la variable de Laplace, noté usuellement p.

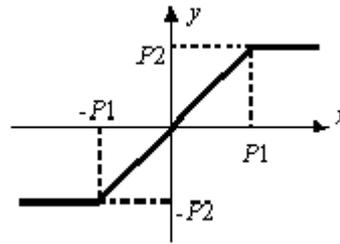
Pour le logiciel **Did'acsyde** , la fonction de transfert s'écrit :

$$H(s) = K \frac{a_m s^m + a_{m-1} s^{m-1} + \dots + a_1 s^1 + a_0 s^0}{b_n s^n + b_{n-1} s^{n-1} + \dots + b_1 s^1 + b_0 s^0}$$

- Des sorties  , aucune valeur ne peut y être imposée, puisqu'elles sont justement calculées.



- Des saturations , dont les 2 valeurs attendues, P1 et P2



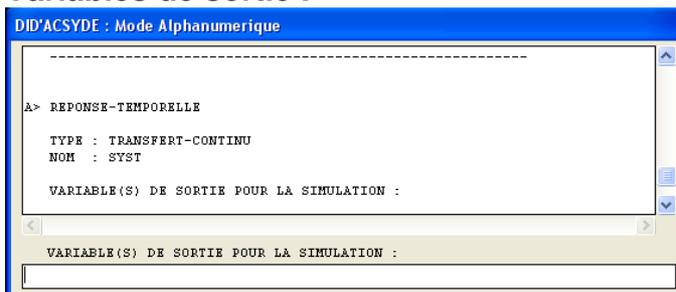
permettent de définir les paramètres
La plupart du temps, P1=P2.

➤ **Étude temporelle**

Pour faire une étude temporelle, il faut cliquer sur **Analyse**, puis sur **Réponse Temporelle**.

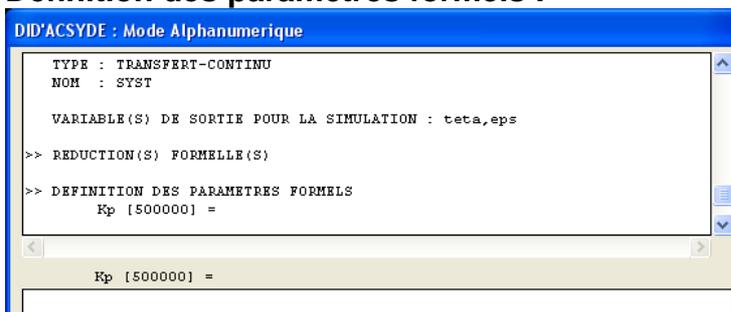
Ensuite, il faut répondre aux questions qui permettent de définir les paramètres de la simulation :

Variables de sortie :



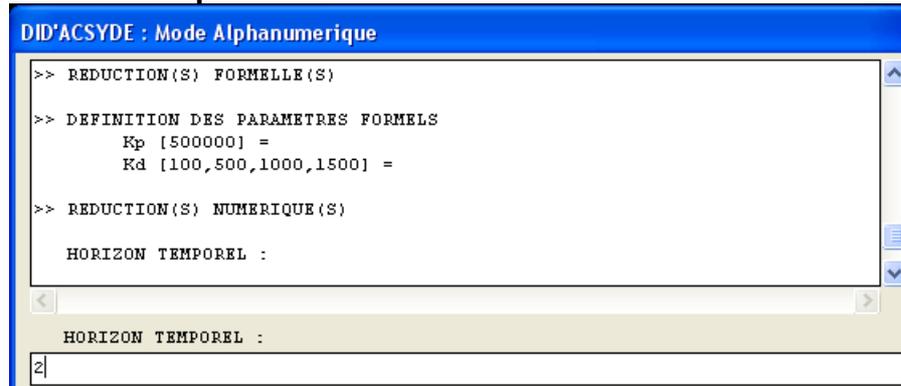
Il faut indiquer les noms des variables dont on souhaite avoir l'évolution temporelle. S'il y en a plusieurs, on sépare les noms par des virgules. Exemple : teta,eps

Définition des paramètres formels :



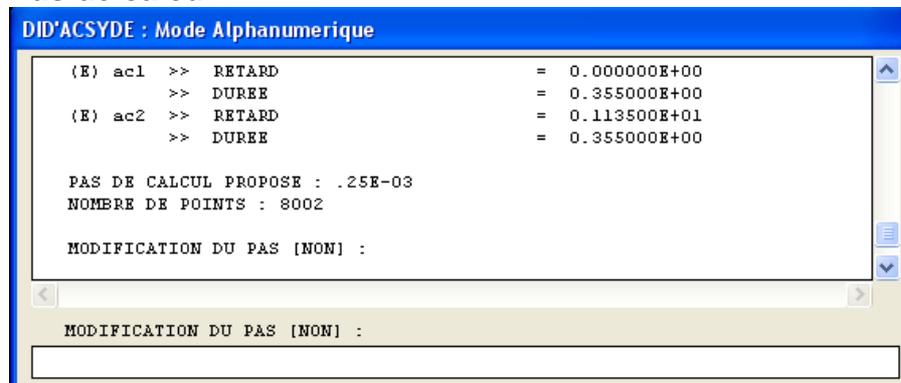
Rentrer les valeurs de chaque paramètre. Plusieurs valeurs peuvent être introduites (le calcul s'effectuera pour chaque valeur), séparées par une virgule. Si des valeurs précédentes ont déjà été saisies, elles sont proposées entre crochets []. Il suffit alors de valider (touche entrée), sans nécessairement les ressaisir à nouveau.

Horizon temporel :



Rentrer la durée de la simulation (en s). Elle doit être en accord avec la durée d'observation souhaitée.

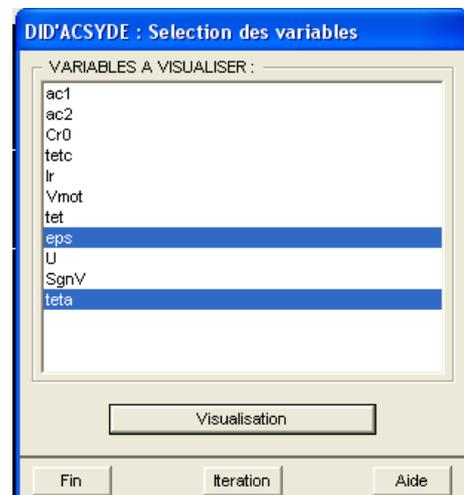
Pas de calcul :



Accepter le pas proposé (la plupart du temps, c'est suffisant), en validant (touche entrée). Le pas est la durée entre 2 points de calcul (en s)

Après avoir effectué les calculs nécessaires, le logiciel permet de faire un choix dans les courbes à visualiser. Pour cela, il faut cliquer dessus pour les activer ou les désactiver. Ensuite, il faut cliquer sur **Visualisation**.

En cliquant sur **FIN** on revient au menu précédent. Il est possible de recommencer la simulation de façon à modifier la valeur de certains paramètres. Pour cela, il faut cliquer sur **Itération**.



➤ Exploitation des résultats

La fenêtre d'affichage graphique comporte à droite une colonne de menu.

La commande **CURSEUR** permet d'afficher les coordonnées des points d'une courbe. Pour cela il faut cliquer sur **CURSEUR** puis sélectionner un cadre. Ensuite, il faut cliquer en haut à droite sur le nom de la courbe que l'on veut étudier, puis valider en cliquant sur **OK**. Pour sortir du mode **CURSEUR**, il faut à nouveau cliquer en bas à droite sur **OK**.

Il est aussi possible d'ajouter des « **HORIZONTALE** », des « **VERTICALE** », une « **GRILLE** »..

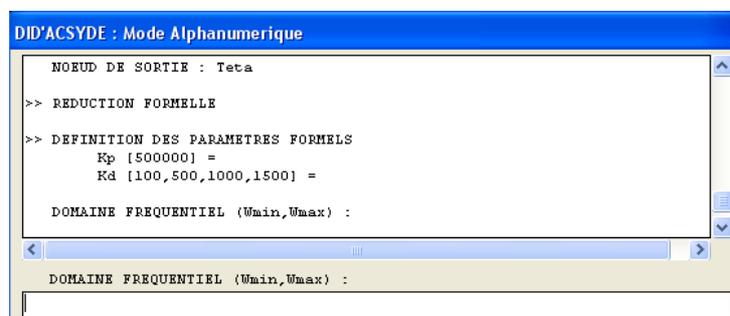
Il est aussi possible de ne sélectionner qu'un seul cadre (**CHOIX CADRE**, ou **CHOIX COURBE**).

Pour revenir au schéma fonctionnel, il faut cliquer sur **FIN** en bas à droite de l'écran.

➤ Analyse fréquentielle

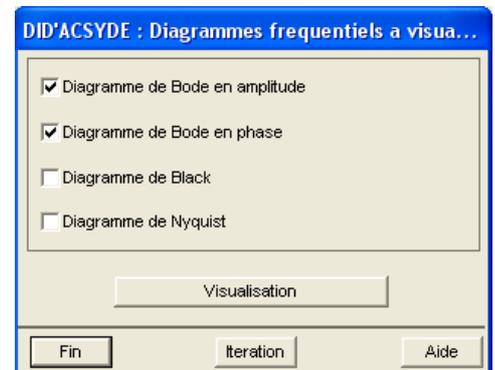
Cette fois, il faut cliquer dans le menu *Analyse* sur *Réponse Fréquentielle*. La démarche est identique. Néanmoins, les paramètres à renseigner sont dans l'ordre :

- Le nœud d'entrée (le $E(p)$ de la fonction transfert souhaitée)
- Le nœud de sortie (le $S(p)$ de la fonction de transfert souhaitée)
- Les paramètres (comme en temporel)
- Le domaine fréquentiel (en pulsation, en rad/s). Il faut donner la pulsation minimale et la pulsation maximale séparées par des virgules.



- Le nombre de points à visualiser (qui donne la précision du tracé mais allonge les calculs).
- Il faut ensuite sélectionner les diagrammes que l'on souhaite tracer.

Dans la fenêtre graphique qui apparaît alors, il peut être judicieux, lors du tracé des diagrammes de Bode, de sélectionner le **MODE BANDE**, ce qui permet de mettre les deux diagrammes l'un en dessous de l'autre.



Il est là aussi possible de rajouter une **GRILLE**, de tracer des « **HORIZONTALE** » ou des « **VERTICALE** » et de se servir du « **CURSEUR** » pour avoir des valeurs précises.