

CONTROL'X

DOCUMENTS  
RESSOURCES



## Table des matières

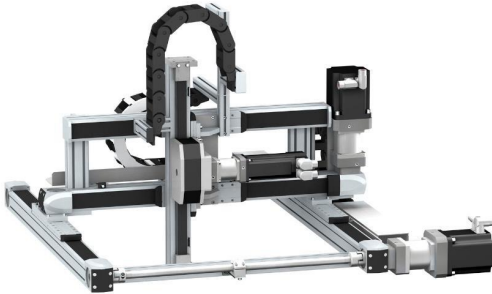
Fiche 1	Présentation Générale .....	3
	Description générale .....	3
Fiche 2	Mise en service – Control'Drive .....	4
	Pilotage en boucle fermée : commande de la position du chariot .....	4
	Pilotage en boucle ouverte : pilotage de la tension d'alimentation du moteur .....	4
Fiche 3	Réaliser une mesure avec Control'Drive.....	5
	Pilotage en boucle fermée : commande de la position du chariot .....	5
	Pilotage en boucle ouverte : commande de la tension d'alimentation du moteur .....	5
	Gestion de l'affichage des courbes .....	6
Fiche 4	Composants .....	7
	Moteur Sanyo T511-T012-EL8 .....	8
	Génératrice tachymétrique Sanyo .....	10
	Codeur incrémental Sanyo .....	10
	Réducteur Neugart PLE 60 .....	10
	Joint d'accouplement .....	12
	Poulies crantées .....	13
	Courroie.....	13
	Axe Schneider PAS 42 B.....	14
	Variateur de vitesse Maxon ESCON 50/5 .....	15
	Carte de commande NI PCIe 6321 .....	16
	Joystick APEM série 3000 .....	17
	Capteur de position magnétostrictif ASM Posimag PMIS3 .....	18

Capteur d'effort.....	18
Capteur de distance SHARP GP2Y0A41SK0F .....	19
Ressort SPEC T42240 .....	19

# Fiche 1 PRÉSENTATION GÉNÉRALE

## Description générale

Le Control'X est un axe numérique asservi pouvant être présent dans plusieurs domaines industriels :



*Axe d'un portique de machine automatisée*

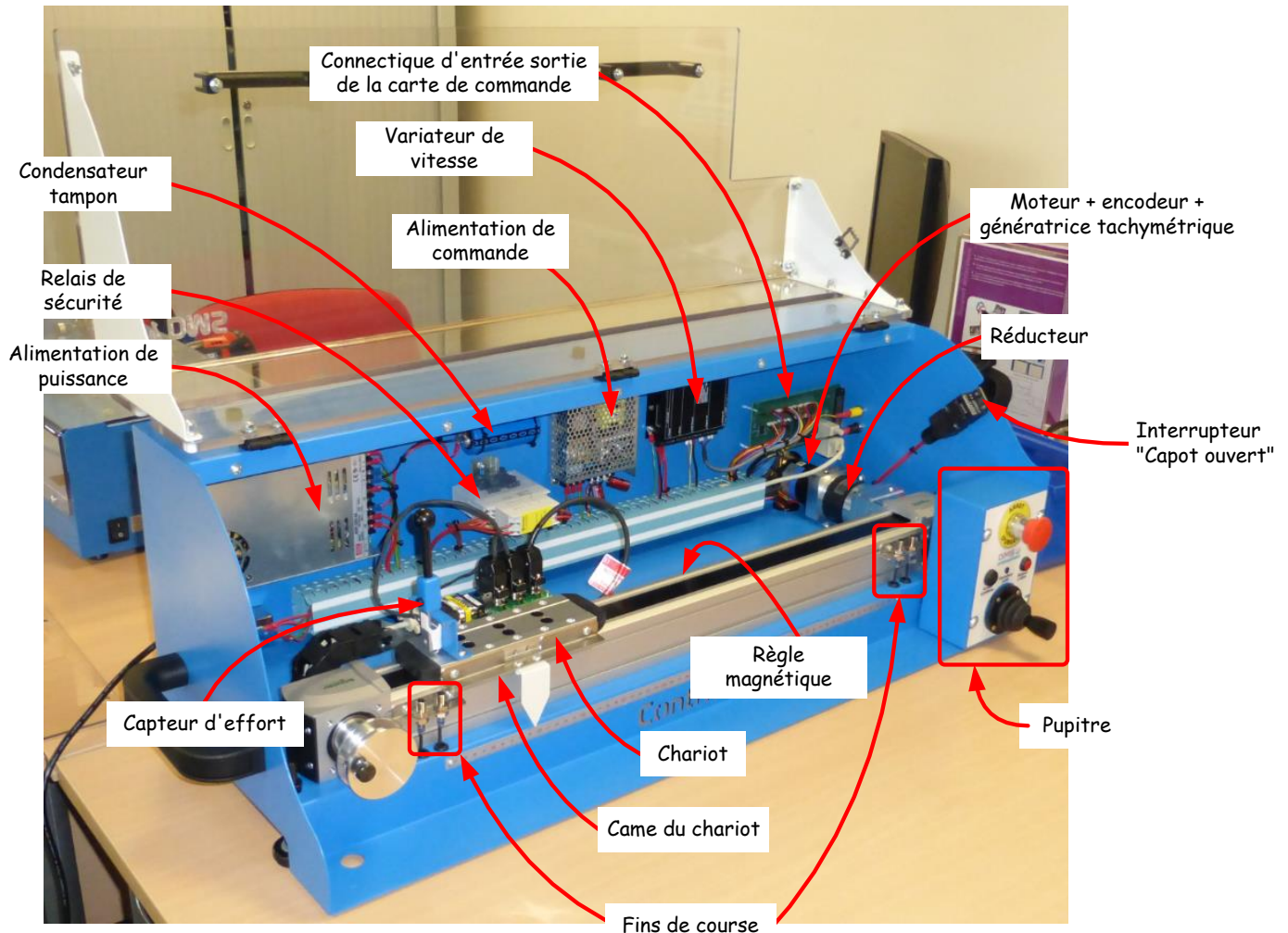


*Axe d'un robot collaboratif*






L'axe linéaire peut aussi être celui qu'on retrouverait sur une machine-outil.

Il pourrait aussi être celui d'un robot collaboratif (Cobot). Un Cobot est un robot permettant d'assister un opérateur en le soulageant du poids de l'outil. Par exemple, dans la photo ci-dessus, un axe numérique aide l'opérateur à porter l'outil et à positionner l'outil. Dans ce cadre, le Cobot participe à la lutte contre les troubles musculo squelettiques.



## Fiche 2 MISE EN SERVICE – CONTROL'DRIVE

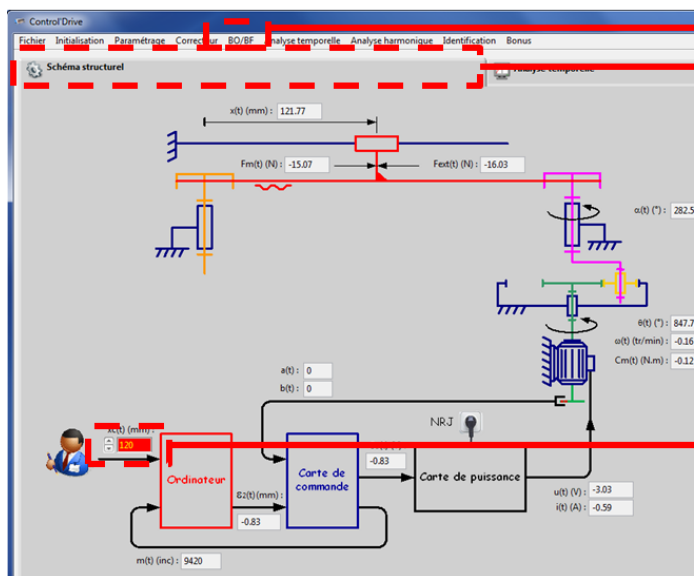
1. Allumer le système.	2. S'assurer (capot fermée) que le chariot est en position « milieu ». Vous pourrez pour cela utiliser la poignée.	3. Déverrouiller le bouton d'arrêt d'urgence, et armer le système.
		



- ☐ Lancer le logiciel « Control'Drive ».
- ☐ Aller dans l'onglet « Schéma structurel ».

### Pilotage en boucle fermée : commande de la position du chariot

- ☐ Menu BO/BF ► Boucle fermée
- ☐ Appuyer sur les flèches haut ou bas pour observer le déplacement de l'axe.
  - Pour réduire le déplacement positionner le curseur au niveau des dizaines ou des unités et appuyer sur haut ou bas (ou faire tourner la molette de la souris.)
- ☐ Passer sur les différents blocs pour observer les composants.



Menu BO/BF  
Onglet schéma structurel

Modification de la position du chariot

### Pilotage en boucle ouverte : pilotage de la tension d'alimentation du moteur

- ☐ Menu BO/BF ► Boucle ouverte
- ☐ Appuyer sur les flèches haut ou bas et observer le déplacement de l'axe.
  - Que se passe-t-il pour une commande de -3V ?
  - Que se passe-t-il pour une commande de +3V ?
- ☐ Passer sur les différents blocs pour observer les composants.

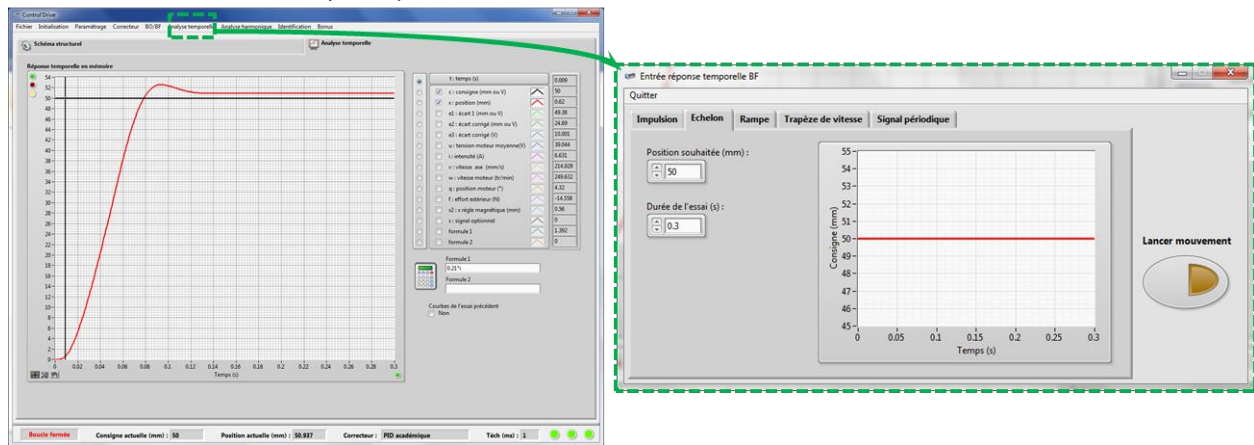
## Fiche 3 RÉALISER UNE MESURE AVEC CONTROL'DRIVE

- ☐ Lancer le logiciel « Control'Drive ».
- ☐ Aller dans l'onglet « Analyse temporelle ».

### Pilotage en boucle fermée : commande de la position du chariot

- ☐ Menu BO/BF ► Boucle fermée
- ☐ Aller dans le **menu** Analyse temporelle ► Définir entrée.
- ☐ Dans la fenêtre qui choisir une sollicitation, par exemple « Échelon ».
  - Configurer la durée de l'essai :
    - Position souhaitée : 50 mm.
    - Durée de l'essai : 0,3 s.
  - Sur le pupitre : appuyer sur réinitialiser pour mettre le chariot en position initiale.
  - Appuyer sur le bouton « Lancer mouvement ».

menu Analyse temporelle ► Définir entrée



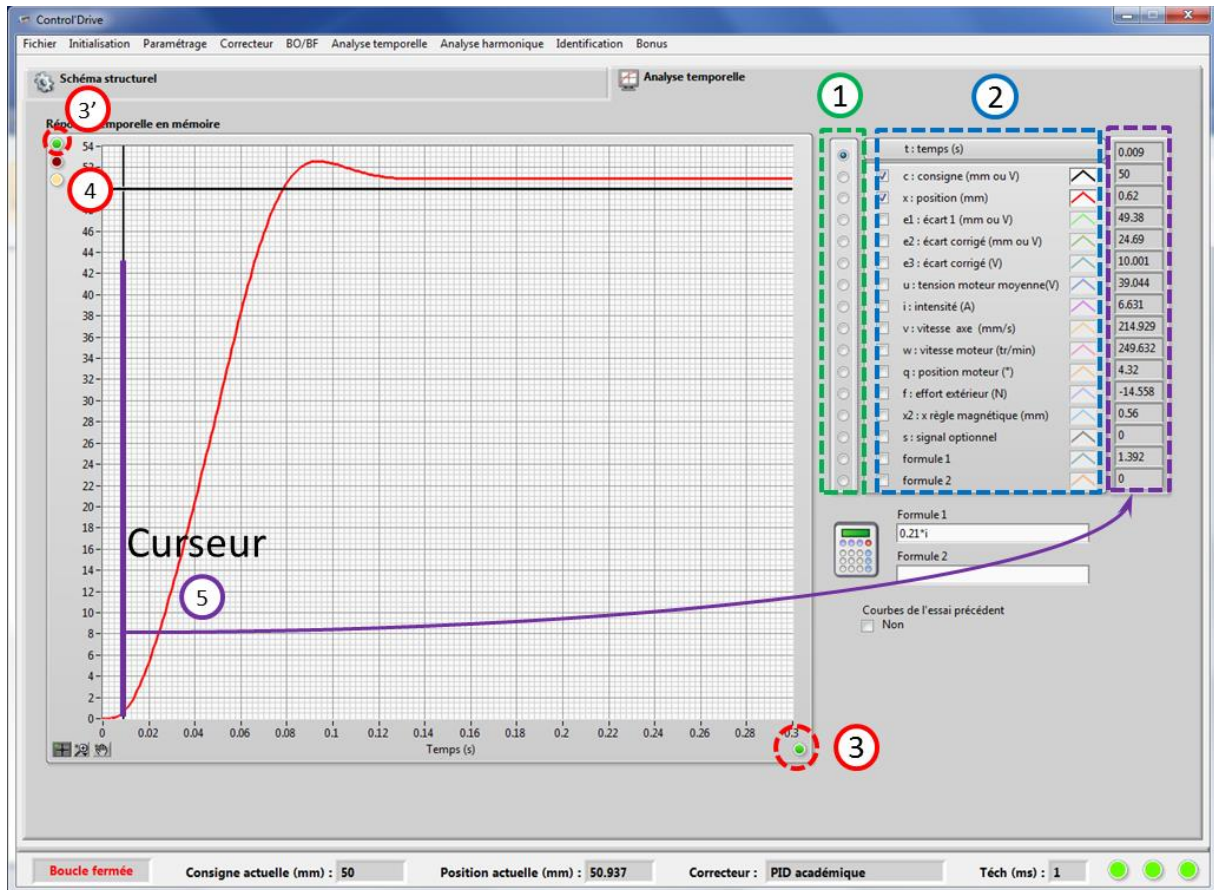
### Pilotage en boucle ouverte : commande de la tension d'alimentation du moteur

- ☐ Menu BO/BF ► Boucle ouverte
- ☐ Aller dans le **menu** Analyse temporelle ► Définir entrée.
- ☐ Dans la fenêtre qui choisir une sollicitation, par exemple « Echelon ».
  - Configurer la durée de l'essai :
    - Tension: 5V.
    - Durée de l'essai : 0,3 s.
  - Sur le pupitre : appuyer sur réinitialiser pour mettre le chariot en position initiale (ou bouger le chariot avec la poignée).
  - Appuyer sur le bouton « Lancer mouvement ».

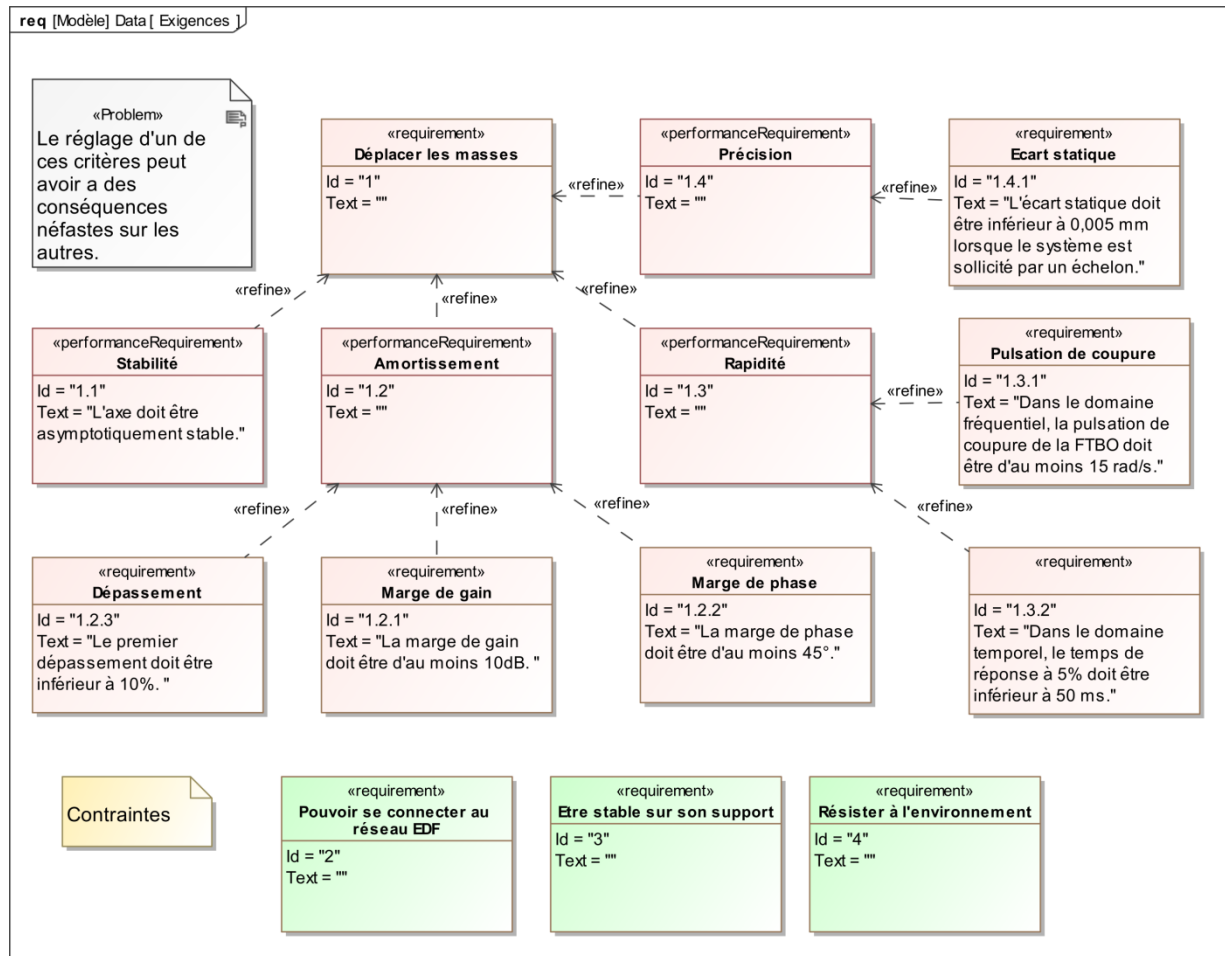


## Gestion de l'affichage des courbes

1. Choix de l'abscisse
2. Choix de l'ordonnée
3. Activation de l'échelle automatique (sur l'abscisse 3 et sur l'ordonnée 3').
4. Visualisation des échantillons mesurés
5. Données en un point



## Fiche 4 DIAGRAMME DES EXIGENCES



## Fiche 5 COMPOSANTS

### Moteur Sanyo T511-T012-EL8

Caractéristique	Température	Symbole	Unité	Valeur	Observations
Puissance nominale	**	$P_{nom}$	W	110	
Tension nominale	**	$U_{nom}$	V	75	
Couple nominal	**	$C_{nom}$	N.m	0.34	
Courant nominal	**	$I_{nom}$	A	2.0	
Vitesse nominale	**	$\omega_{nom}$	tr/min	3000	soit 314 rad/s
Couple maxi en continu	**	$C_{cont}$	N.m	0.42	
Couple maxi instantané	**	$C_{max}$	N.m	3.4	
Courant maxi en continu	**	$I_{cont}$	A	2.2	
Courant maxi instantané	**	$I_{max}$	A	18	
Vitesse maximale			tr/min	5000	soit 523 rad/s
Couple de friction	*	$C_{frott-moteur}$	N.m	0.022	
Accélération instantanée	maxi **		rad/s <sup>2</sup>	$91.9 \times 10^{-3}$	
Coefficient de frottement visqueux	*	$f_{\omega-moteur}$	N.m/min	$0.013 \times 10^{-3}$	soit $0.124 \times 10^{-3}$ N.m/(rad/s)
Constante de couple	*	$k$ ou $k_c$	N.m/A	0.21	
Constante de force contre électromotrice	*	$k$ ou $k_e$	V/min	$21.8 \times 10^{-3}$	soit 0.2083V/(rad/s)
Moment d'inertie du rotor	*	$J_{mot}$	kg.m <sup>2</sup>	$0.037 \times 10^{-3}$	
Résistance d'induit	*	$r$	$\Omega$	5.1	
Inductance d'induit	*	$L$	mH	3.2	
Constante de temps mécanique	*	$\tau_{méca}$	ms	4.3	
Constante de temps électrique	*	$\tau_{élec}$	ms	0.63	
Constante de temps thermique	**		min	30	
Résistance thermique	**		K/W	2.4	
Température limite	**		°C	105	

\* Valeur numérique correspondant à une température ambiante de 25°C

\*\* Valeur numérique correspondant à la température maxi de 105 °C



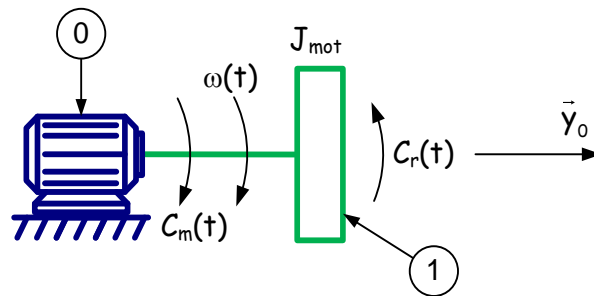
Un dépassement de l'intensité maxi de 18 A peut entraîner une démagnétisation irréversible des aimants permanents.



## Caractéristiques sous la tension nominale de 75 V rajoutées à celles données par le constructeur : Calculées à partir d'un modèle avec frottements secs et visqueux du moteur seul

[Ctrl + clic pour revenir au sommaire](#)

Modèle utilisé :



Equation de mouvement :

$$C_{m-utile}(t) - C_r(t) = J_{eq} \cdot \dot{\omega}(t) \text{ où } C_{m-utile} = k_c \cdot i - f_{\omega-moteur} \cdot \omega - C_{frott-moteur} - J_{mot} \cdot \dot{\omega}(t)$$

Equation électrique :

$$u(t) = r \cdot i(t) + L \cdot \frac{di(t)}{dt} + e'(t)$$

Equations électromécaniques :

$$C_m(t) = k_c \cdot i(t) \text{ et } e'(t) = k_e \cdot \omega(t)$$

On trouve alors les valeurs suivantes :

Caractéristique	Symbole	Unité	Valeur	Observations
Vitesse à vide	$\omega_{max}$	tr/min	3361	soit 352 rad/s
Courant arbre bloqué	$i_{max}$	A	14.7	
Courant à vide	$i_{vide}$	A	0.31	
Courant nominal	$i_{nom}$	A	1.88	
Couple arbre bloqué	$C_{max}$	N.m	3.07	
Puissance nominale	$P_{nom}$	W	107	
Puissance maxi	$P_{max}$	W	270	
Rendement maxi	$\eta_{max}$	%	75	

## Génératrice tachymétrique Sanyo

Caractéristique	Température	Symbole	Unité	Valeur	Observations
Tension de sortie par tr/min	*	$k_g$	V/(tr/min)	$7 \times 10^{-3}$ 10%	soit 7 V/(1000tr/min) 0.0669 V/(rad/s)
Ondulation effective (rms)	*		%	1	
Ondulation crête à crête	*		%	3	
Linéarité	*		%	1	
Résistance aux bornes	*		$\Omega$	26	
Inductance aux bornes	*		mH	4.1	
Résistance de charge mini	*		k $\Omega$	10	
Moment d'inertie du rotor		$J_g$	kg.m <sup>2</sup>	$0.012 \times 10^{-3}$	

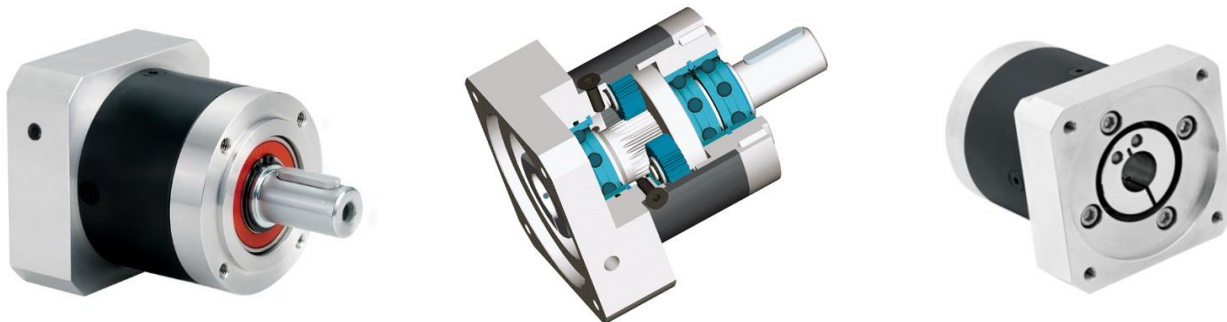
\* Valeur numérique correspondant à une température ambiante de 25°C

\*\* Valeur numérique correspondant à la température maxi de 105 °C

## Codeur incrémental Sanyo

Caractéristique	Symbole	Unité	Valeur	Observations
Nombre d'impulsions par tour	n		1000	
Circuiterie de sortie			Line driver	
Nombre de canaux			3	
Tension d'entrée		V DC	+5 ±10%	
Intensité consommée		mA	160 max	
Tensions de sortie		V	$V_{OH} = 2.4 \text{ min}$ $V_{OL} = 0.54 \text{ max à } I_0 = 20 \text{ mA}$	
Courant de sortie		mA	20 max	
Réponse en fréquence		kHz	0 à 300	
Rapport cyclique des impulsions			$T_1 = 1/2.T_0 \pm 1/8.T_0$	
Différence de phase			$T_2 \text{ à } T_5 = 1/4.T_0 \pm 1/8.T_0$	Quadrature
Couplage			$(T_{0 \text{ max}} - T_{0 \text{ min}})/T_0 < 0.08$	
Température de travail		°C	-10 à + 85	
Élément électroluminescent émetteur			Diode infrarouge	
Élément électroluminescent récepteur			Photodiode	
Moment d'inertie	$J_e$	kg.m <sup>2</sup>	$8 \times 10^{-8}$	

## Réducteur Neugart PLE 60

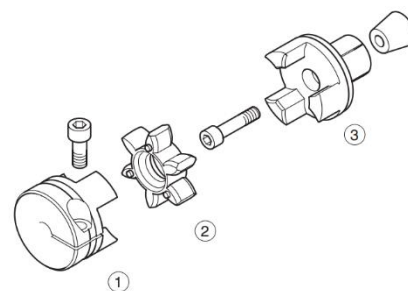


Caractéristique	Symbole	Unité	Valeur	Observations
-----------------	---------	-------	--------	--------------

Nombre d'étage		1	Train épicycloïdal
Rapport de réduction	1/i	1/3	( $\omega_{\text{sortie}}/\omega_{\text{entrée}}$ )
Couple de sortie nominal	N.m	28	
Couple de sortie max	N.m	45	
Couple d'urgence	N.m	66	Autorisé 1000 fois
Jeu angulaire	Arcmin	< 10	Ramené sur la sortie (à priori)
Vitesse d'entrée max	tr/min	13000	
F <sub>R</sub> max pour 300000 h	N	340	
F <sub>A</sub> max pour 300000 h	N	450	
F <sub>R</sub> max	N	700	
F <sub>A</sub> max	N	800	
Rigidité en torsion	N.m/arcmin	2.3	7.907×10 <sup>3</sup> N.m/rad
Masse	Kg	0.9	
Moment d'inertie	J <sub>r</sub> kg.cm <sup>2</sup>	0.135	0.135.10 <sup>-4</sup> : ramené sur l'entrée
Rendement	%	97	
Durée de vie	H	30000	
Température de fonctionnement	°C	-25 à +90	

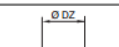
## Joint d'accouplement

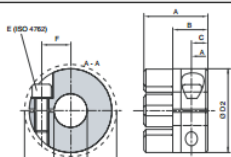
Caractéristique	Symbole	Unité	Valeur
Type			
Couple maxi transmissible			
Moment d'inertie	$J_a$	$\text{kg.m}^2$	$2.53 \times 10^{-5}$
Raideur en torsion			
Raideur en flexion			
Raideur en cisaillement			
Raideur en traction compression			



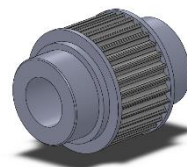
Technical drawing of a coupling joint. The drawing shows a side view of the coupling with dimensions labeled: B (total width), A (width of the central hub), C (width of the outer flange), F (width of the inner flange), E (ISO 4762 screw), Ø D1 (outer diameter), and Ø D2 (inner diameter).

For axis ...			PAS41	PAS42	PAS43	PAS44
Moment of inertia	J	kgm <sup>2</sup>	0.009	0.09	0.32	0.77
Max. torque	M <sub>max</sub>	Nm	7.7	85.7	82	182
Screw ISO 4762	E		M4	M6	M8	M10
Wrench size		mm	3	5	6	8
Tightening torque		Nm (lb-in)	2.9 (25.67)	10 (88.51)	25 (221.27)	49 (433.69)
	A	mm	16	22	24	25.5
Installation length	B	mm	14	20	30	36
	C	mm	7	8	12	13
Expanding hub h9	D1	mm	10	20	25	35
	D2	mm	25	40	55	65
	F	mm	5	8	8	8

	For axis ...			PAS41	PAS42	PAS43	PAS44
	Shore hardness			98 Sh A	98 Sh A	98 Sh A	98 Sh A
	Color			Red	Red	Red	Red
	Max. torque	M <sub>max</sub>	Nm	18	34	120	320
	Nominal torque	M <sub>N</sub>	Nm	7	17	60	160
	Moment of inertia	J	kg·cm <sup>2</sup>	0.001	0.013	0.067	0.15
	Diameter	DZ	mm	9	14	20	25

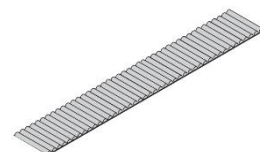
	For axis ...		PAS41	PAS42	PAS43	PAS44	
	Moment of inertia	J	kg·m <sup>2</sup>	0.015	0.15	0.55	1.22
	Screw ISO 4762	E		M3	M6	M6	M8
	Wrench size		mm	2.5	5	5	6
	Tightening torque		Nm (lb·in)	1.9 (16.82)	4 (123.91)	14 (123.91)	35 (309.78)
	Hub length	A	mm	22	31	36	39
	Hole depth	B	mm	11	7	20	21
	Distance between centers	C	mm	5	8	10	9
	Inside diameter H7	D1	mm	1)	1)	1)	1)
		D2	mm	25	40	55	65
	Outside diameter	DK	mm	25.8	35	57.5	73
		F	mm	8	4	20	25

## Poulies crantées



Caractéristique	Symbole	Unité	Valeur	Observations
Type				25 HTD 5M
Largeur		mm	25	
Pas	$p^*$	mm	5	
Nombre de dents	Z		31	
Rayon primitif	R	mm	24.67	Avance de 155 mm/tour
Avance par tour	a	mm	155	
Moment d'inertie	$J_p$	kg.m <sup>2</sup>	$4.2 \cdot 10^{-5}$	Calculé avec SolidWorks (aluminium)

## Courroie



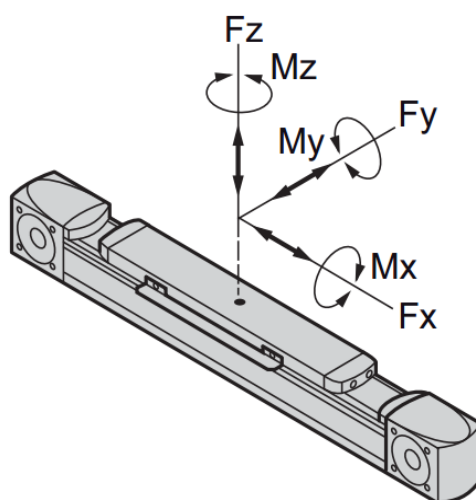
Caractéristique	Symbole	Unité	Valeur	Observations
Type				25 HTD 5M
Largeur		mm	25	
Pas	$p^*$	mm	5	
Longueur primitive de courroie	$l_c$	mm	1670	
Masse linéique	$\lambda_c$	kg/m	0.096	
Masse	$m_c$	kg	0.16	
Raideur spécifique	$r_s$	N	$0.572 \times 10^6$	*
Tension recommandée		N	[570, 710]	

\* En notant  $k_c$  la raideur (N/m) d'une longueur  $l$  (m) de courroie, la raideur spécifique  $r_s$  (N) est le produit  $r_s = k_c \cdot l$

La raideur  $k_c$  (N/m) d'une longueur  $l$  (m) de courroie vaut donc :  $k_c = \frac{r_s}{l}$

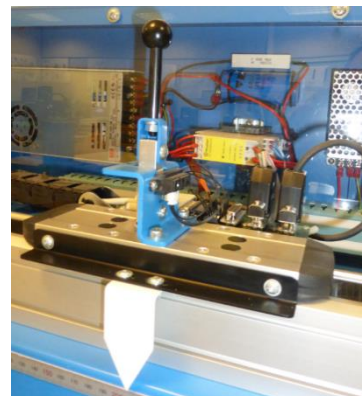
## Axe Schneider PAS 42 B

Caractéristique	Symbole	Unité	Valeur	Observations
Type de guidage du chariot				A galets sur roulements*
Masse du chariot	M	kg	0.9	1.74 kg avec tous les accessoires montés **
Charge typique		kg	12	
Vitesse maxi		m/s	8	
Accélération maxi		m/s <sup>2</sup>	20	
Couple d'entraînement maxi		N.m	20	
Force d'entraînement maxi		N	800	
Force maxi selon Y		N	660	
Force maxi selon Y		N	430	
Couple maxi selon X		N.m	9	
Couple maxi selon Y		N.m	18	
Couple maxi selon Z		N.m	28	
Course utile		mm	450	
Répétabilité		mm	±0.05	
Section transversale		mm	60×60	
Durée de vie		km	30000	
Masse de l'axe à course nulle		kg	7.5	
Masse par mètre de course		kg	5.6	



\* Roulements de poulie crantée : 6907 LU :  $\Phi$  35-55-10

\*\* Chariot + accessoires + ensemble capteur d'effort (ci-contre)





## Variateur de vitesse Maxon ESCON 50/5



Caractéristique	Symbole	Unité	Valeur	Observations
Tension nominale de service	$V_{CC}$	V	[10, 50]	Réglée à 40.8 V
Tension maximum de sortie		V	$0.98 \cdot V_{CC}$	C'est la tension de saturation : 40 V
Courant de sortie max permanent		A	5	
Courant de sortie max instantané		A	15	
Gain		B	4	Amplificateur de gain pur dans le mode de fonctionnement réglé (variateur de vitesse)
Fréquence du PWM		kHz	53.6	
Fréquence d'échantillonnage du régulateur de courant PI		kHz	53.6	
Fréquence d'échantillonnage du régulateur de vitesse PI		kHz	5.36	
Rendement maxi		%	95	
Self de lissage intégrée		$\mu H$	30	
Entrées numériques			2	
Entrées/Sorties numériques			2	
Entrées analogiques			2	
Résolution entrées analogiques		bits	12	
Gamme entrées analogiques		V	[-10, 10]	
Sorties analogiques			2	
Résolution sorties analogiques		bits	12	
Gamme sorties analogiques		V	[-4, 4]	

## Carte de commande NI PCIe 6321



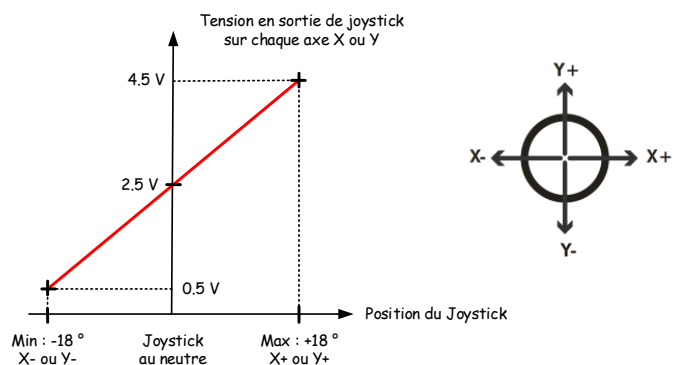
Caractéristique	Unité	Valeur	Observations
<b>Entrées analogiques</b>			
		8 différentielles ou 16 asymétriques	
Fréquence max d'échantillonnage	kéch./s	250	Pour l'ensemble des voies. (Un seul CAN avec entrées multiplexées)
Résolution	bits	16	
Gamme maximum de tension	V	[-10, 10]	
Précision	mV	2.2	
Gamme maximum de tension	V	[-0.2, 0.2]	
Précision	μV	69	
Nombre de gammes		4	
<b>Sortie analogiques</b>			
		2	
Résolution	bits	16	
Gamme maximum de tension	V	[-10, 10]	C'est la tension de saturation
Précision	mV	3.27	
Taux de rafraîchissement	kéch./s	900	Pour une voie. (840 si deux voies)
Courant fourni sur une voie	mA	5	
<b>Entrées /sorties numériques bidirectionnelles</b>			
		24	
Fréquence d'horloge maxi	MHz	1	
Gamme de tension	V	[0, 5]	
Niveaux logiques		TTL	
<b>Compteurs-Timers</b>			
		4	
Fréquence maxi	MHz	100	
Taille du compteur	bits	32	
Niveau logique	V	TTL	



Caractéristique	Unité	Valeur	Observations
Tension d'entrée	V AC	124-370	
Tension de sortie	V DC	48	Réglable entre 41 et 56 V, réglé sur 40.8 V
Courant nominal	A	6.7	
Puissance nominale	W	321.6	
Ondulation et bruit max	V	240 mV	
Stabilité de la tension de sortie		$\pm 1\%$	
Rendement		90 %	
Surcharge autorisée		105 % - 135%	De la puissance nominale
Surtension autorisée	V	58.4 - 68	

## Joystick APEM série 3000

Le joystick APEM utilisé est un joystick 2 axes sans contact à technologie à effet Hall. Son comportement se rapproche toutefois d'un simple joystick à potentiomètre alimenté en 0, +5V.

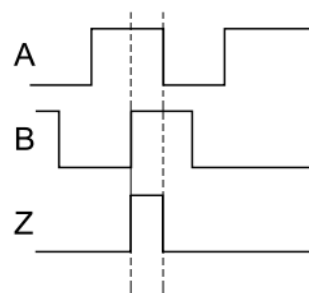
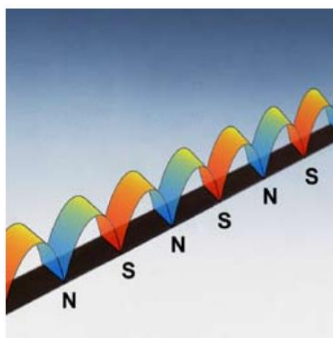


Caractéristique	Unité	Valeur	Observations
Course	°	36°	
Tension d'alimentation V	V	$5 \pm 0.5$	
Gain	V	$\pm 40\% \times V = \pm 2$	
Tension au neutre	V	$2.5 \pm 5\% \times \text{Gain}$ $2.5 \pm 0.1$	
Type de capteur			Effet Hall

## Capteur de position magnétostrictif ASM Posimag PMIS3

Réf de la tête de lecture : PMIS3-50-10-100KHZ-TTL-Z1-1M-S

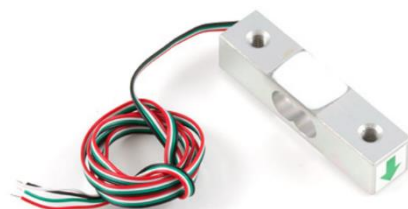
Réf de la règle magnétique : PMIB3-50N-Z680-R/340



Le canal Z (top 0) est positionné à mi-course du chariot de Control'X et est accessible sur l'entrée P1.4 de la carte NI. (National Instrument).

Caractéristique	Unité	Valeur	Observations
Nombre de canaux		3	A et B en quadrature, Z : top de référence
Tension d'alimentation	V DC	5	$\pm 5\%$
Courant à vide	mA	50-300	
Période magnétique	mm	5	
Entrefer	mm	0.1-2	
Résolution	$\mu\text{m}$	10	(avec interpolation $\times 4$ )
Vitesse max	m/s	3.2	avec fréquence de 100 kHz
Sorties			TTL, RS422
Linéarité		$30\mu\text{m} \pm 40\mu\text{m/m}$	
Répétabilité	digit	1	

## Capteur d'effort



Caractéristique	Unité	Valeur	Observations
Capacité maxi	kg	20	
Surcharge maxi	kg	24	avant défaillance
Répétabilité	g	$\pm 10$	maxi
Non linéarité	g	10	maxi
Hystérésis	g	10	maxi
Offset	g	$\pm 300$	lorsqu'aucun effort n'est appliqué
Tension d'alimentation	V DC	5	maxi
Impédance de sortie	k $\Omega$	1	
Tension de sortie nominale	mV/V	1	1mV par V de tension d'alimentation sous la charge maxi de 20 kg : Pour une alimentation en 5V, on recueille aux bornes du pont 5mV sous 20 kg.
Erreur sur la tension de sortie	$\mu\text{V/V}$	$\pm 150$	

Le montage en pont de Wheastone et la disposition des jauges de déformation font que le capteur n'est sensible qu'à l'effort de cisaillement subi par la poutre et non au moment de flexion induit par l'effort exercé. L'information recueillie aux bornes du pont ne dépend donc pas du point d'application de la force horizontale exercée.

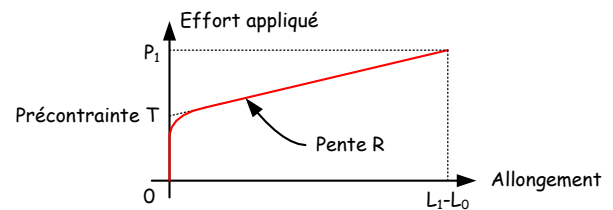
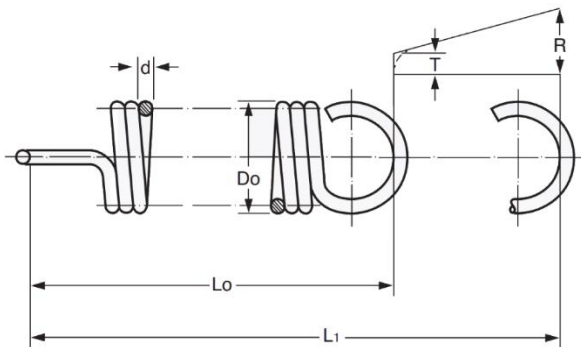
=

## Capteur de distance SHARP GP2Y0A41SK0F



Caractéristique	Unité	Valeur	Observations
Technologie			Infra-rouge
Plage de mesure	cm	4 - 30	
Alimentation	V DC	4.5 - 5.5	
Durée de mesure	ms	$16.5 \pm 3.7$	
Intensité moyenne consommée	mA	12	

## Ressort SPEC T42240



Caractéristique	Symbole	Unité	Valeur	Observations
Type				Ressort de traction
Matériau				Inox
Diamètre extérieur	$D_0$	mm	12	
Diamètre du fil	$d$	mm	1.8	
Longueur libre	$L_0$	mm	290	
Longueur de l'extension maximum	$L_1$	mm	465	Avant déformation plastique
Charge à $L_1$	$P_1$	N	117.45	
Tension initiale	$T$	N	17.85	Le ressort est à spires jointives, il est légèrement précontraint
Raideur	$R$	N/mm	0.57	

**N.B. :** La tension initiale est donnée à titre indicatif et peut varier d'un ressort à l'autre.