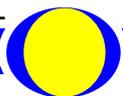


MAXPID-E

Chaîne fonctionnelle asservie



DOSSIER TECHNIQUE



1.		Avertissements
	1.1 Conformité aux normes C.E.	p7
	1.2 Précautions d'emploi	p8
	1.2.1 Précautions avant utilisation	p8
	1.2.2 Précautions pendant l'utilisation	p8
	1.3 Entretien du système MAXPID	p8
2.		Généralités
	2.1 Historique des programmes de recherche en robotique PELLENC	p11
	2.1.1 Les robots cueilleurs de fruits « MAGALI » et « CITRUS »	p11
	2.1.1.1 <i>Le bras robotisé PELLENC</i>	<i>p12</i>
	2.1.1.2 <i>Le système de vision artificielle</i>	<i>p14</i>
	2.1.2 Le robot de tri « PLANEKO »	p16
	2.1.2.1 <i>PLANEKO en centre de tri</i>	<i>p17</i>
	2.1.2.2 <i>Disposition du bras électrique sur PLANEKO</i>	<i>p18</i>
	2.2 MAXPID dans PLANEKO	p19
	2.2.1 L'axe R2	p19
	2.2.2 L'axe R3	p20
	2.2.3 L'axe R4	p21
3.		Présentation du système
	3.1 Présentation	p25
	3.2 Description	p26
	3.2.1 Le système MAXPID et ses équipements	p26
	3.2.2 La chaîne fonctionnelle MAXPID	p27
	3.3 Principe	p29
	3.4 La carte de commande EPOS2	p30
	3.4.1 Introduction	p30
	3.4.2 Caractéristiques matérielles	p30
	3.4.3 Architecture générale	p30
	3.4.4 Régulation de Courant	p31
	3.4.5 Régulation de Position	p32
	3.5 Constituants	p34
	3.5.1 Mécanisme MAXPID	p34
	3.5.2 Actionneur	p37

4.**Mise en œuvre**

4.1 Vérifications préliminaires	p41
4.2 Installation	p42
4.2.1 Choix du plan de travail	p42
4.2.2 Préparation	p43
4.2.2.1 <i>Mise en place d'une masse sur le bras</i>	p43
4.2.2.2 <i>Shunt courant</i>	p45
4.3 Raccordements	p46
4.3.1 Alimentation secteur	p46
4.3.2 Connexion USB	p46
4.3.3 Connexion PC	p46
4.4 Mise sous tension	p48

5.**Première Utilisation**

5.1 Accueil et lancement du logiciel	p51
5.2 Etablir la connexion	p53
5.3 Initialisation Axe et activation Asservissement	p54
5.4 Etalonner le capteur de Position	p55
5.5 Positionner l'axe MAXPID-E	p56
5.6 Les Fonctions de l'Interface MAXPID-E	p57

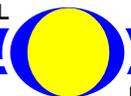
6.**Ressources constructeurs**

6.1 Schéma de câblage	p61
6.2 Alimentation 24V	p62
6.3 Régulateur Shunt	p63
6.4 Carte de commande EPOS2	p66
6.5 Moteur MAXON	p90
6.5.1 Documentation technique	p90
6.5.2 Lexique moteurs à courant continu	p92
6.6 Codeur magnétique incrémental	p94
6.7 Capteur de sécurité porte	p99
6.8 Vis à billes	p100
6.9 Accouplement moteur/vis à billes	p102
6.10 Roulement à billes à contact oblique	p104
6.11 Nomenclature et plans	p105





AVERTISSEMENTS





1.1 Conformité aux normes CE

**Le système pédagogique « MAXPID E » a été conçu et fabriqué dans le respect des objectifs de la réglementation qui lui sont applicable.
Les équipements qui seront associés à MAXPID doivent également respecter les objectifs de la réglementation qui leurs sont applicables.**

Matériel



1.2 Précautions d'emploi

1.2.1 Précautions avant utilisation

Le système MAXPID doit être situé dans un lieu éclairé conformément aux impositions du code du travail.

Il doit être installé sur un support horizontal et rigide suffisamment robuste et suffisamment spacieux pour qu'il y repose de manière stable.

Prendre connaissance de l'ensemble de la présente documentation avant toute mise en service et conserver soigneusement celle-ci.

**VERIFIER LA PRESENCE DE TOUS LES ELEMENTS DE PROTECTION
(PORTE EN PLEXIGLAS)**

1.2.2 Précautions pendant l'utilisation

Respecter scrupuleusement les avertissements et instructions figurant dans la présente documentation, comme dans les documents constructeurs des appareils eux-mêmes.

De manière générale, les travaux pratiques devront se faire sous la responsabilité d'un enseignant, ou de toute personne habilitée et formée aux manipulations de ce type de matériel.

L'usage de ce matériel à d'autres fins que celle prévues dans le présent document ou dans le dossier pédagogique est rigoureusement interdit.

Pour la mise en service de ce matériel, se conformer précisément aux instructions données dans le chapitre 4.

- La poignée de manipulation est normalement retirée du système, vérifiez qu'elle soit entièrement enlevée en fonctionnement.
- A l'ouverture de la porte en Plexiglas la puissance est coupée pour toute manipulation du bras, par exemple pour changer une masse.
- Le débranchement ou le blocage de l'interrupteur de sécurité par l'opérateur est strictement interdit. **Cela rendrait les manipulations très dangereuses.**

1.3 Entretien du système MAXPID

Le système ne nécessite aucun entretien particulier autre qu'un nettoyage au chiffon sec en cas de poussière excessive.

- Ne pas utiliser de solvants, uniquement un chiffon humidifié à l'eau claire.

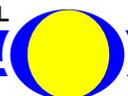
**DIDASTEL PROVENCE décline toute responsabilité sur les conséquences
éventuelle de l'opérateur sur l'ensemble de l'alimentation.**

**Avant toute intervention, procédez à la coupure de l'alimentation
d'énergie en débranchant le cordon d'alimentation secteur**





GENERALITES





2.1 Historique des programmes de recherche en robotique PELLENC

2.1.1 Les robots cueilleur de fruits « MAGALI » et « CITRUS »



Dans les années 80, l'entreprise PELLENC spécialisée dans le machinisme agricole décide de se lancer dans un programme de robotisation intégrale de la récolte des pommes et des oranges.

Deux projets voient ainsi le jour : « MAGALI » pour la récolte des pommes et « CITRUS » pour celle des oranges.

- « MAGALI » (1985 → 1991) est un projet soutenu par l'ANVAR (Agence Nationale de Valorisation de la Recherche). Il associe l'entreprise PELLENC au CEMAGREF (Centre d'Étude du Machinisme Agricole et du Génie Rural des Eaux et Forêts) et à la SAGEM.
- « CITRUS » (1987 → 1997) est un programme de recherche européen « EUREKA », qui regroupe les mêmes partenaires autour d'un organisme de recherche public et d'une entreprise de construction mécanique basés en Espagne.

Ces programmes étaient articulés autour de plusieurs axes de recherches :

- Le traitement et la détection des fruits dans une image couleur (caméra RVB + Flash) ;
- La mise au point de préhenseurs spécifiques à la cueillette des pommes et des oranges ;
- La mise au point d'un bras robotisé à 3 axes capable d'embarquer le préhenseur et d'effectuer un cycle de cueillette en deux secondes maximum ;
- La mise au point du dispositif de manutention et de stockage en palox des fruits cueillis ;
- Et enfin, la mise au point d'un porteur hydraulique à quatre roues motrice équipé de plateformes ou de nacelles pouvant embarquer les bras cueilleurs et muni d'un dispositif d'avancement et de guidage automatique dans le rang.

Parallèlement à tous ces développements techniques, un autre aspect concernait l'adaptation des vergers à cette future machine.

A cet effet, des organismes publics comme le CTIFL en France ou l'IVIA en Espagne furent chargés de mettre au point de nouvelles méthodes de conduite¹ des vergers pour optimiser le fonctionnement de la cueillette robotisée.

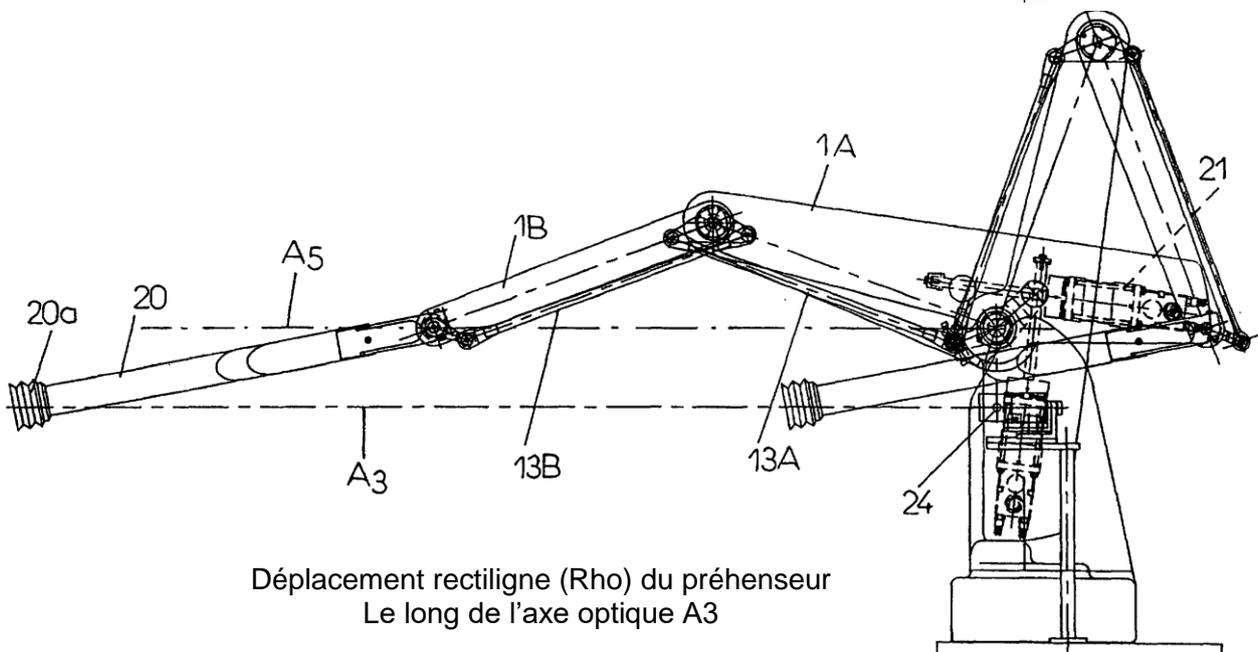
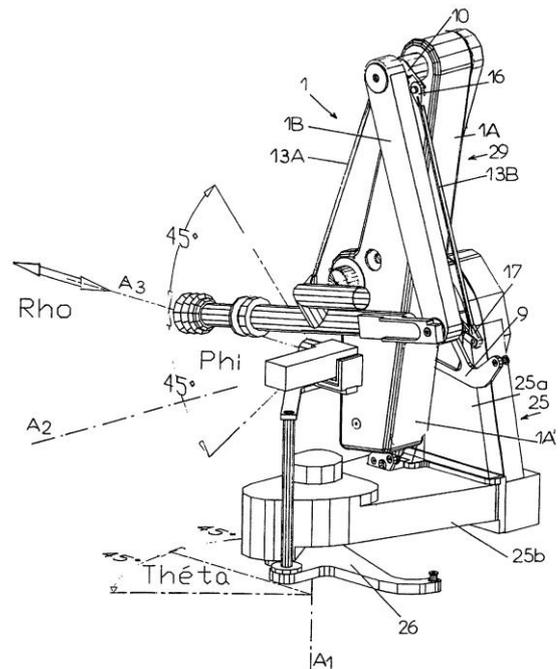
Ainsi, la conduite en « Mur Fruitier » du pommier mis au point par le CTIFL spécifiquement pour le robot MAGALI est encore utilisée aujourd'hui pour améliorer le rendement de la cueillette manuelle.

2.1.1.1 Le bras robotisé PELLENC

Pour cueillir le fruit, la machine est équipée de deux bras robotisés équipés chacun d'une caméra couleur.

Ce tandem « Vision + Bras » fait l'objet d'un dépôt de brevet international car il comporte des innovations majeures :

- Le capteur CCD de la caméra couleur est placé exactement au centre des coordonnées sphériques des deux axes de pointage (A1 et A2 sur la figure du brevet ci-contre)
- L'axe optique (A3) de la caméra correspond à la trajectoire rectiligne (Rho) de déplacement aller et retour du préhenseur.



Déplacement rectiligne (Rho) du préhenseur
Le long de l'axe optique A3

¹ Concerne toutes les étapes relatives à un verger (méthode de plantation, taille, amendements, traitements, récoltes etc..).

Principales caractéristiques du bras cueilleur :

Nombre de degrés de liberté :

- 3 axes, numérotés **R2**, **R3**, et **R4**, plus rotation préhenseur ;
- R2 pour rotation Tourelle/Embase ;
- R3 pour rotation Basculeur/Tourelle ;
- R4 pour élévation Bras/Avant bras.

Configuration :

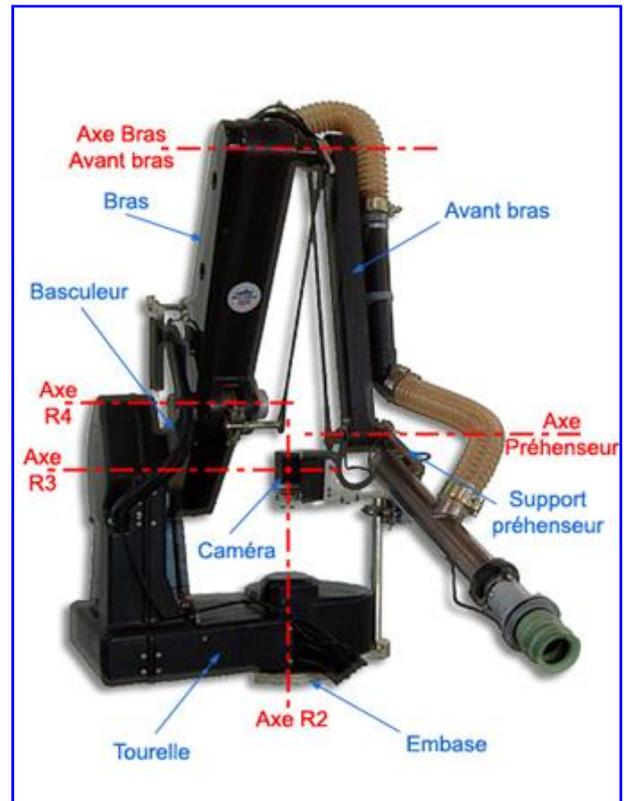
- géométrie sphérique, élévation réalisée par pantographe ;
- l'avant-bras peut reculer derrière le bras, ce qui implique un certain déport par rapport à l'axe de visée.

Actionneurs (tous identiques):

- 3 vérins électriques comprenant :
 - o moteurs brushless ou CC : 350 W nominal ;
 - o vis avec écrou à billes ;
 - o butées mécaniques de fin de course.

Capteurs de position :

- potentiomètres de 95 ° de type automobile.



Accessoires:

- Passage d'air prévu autour de la structure pour aspirer les objets.

Volume de travail : (voir *Spécifications techniques du Bras-Vision PELLENC en annexes*)

Charge Utile nominale : (s'exprime hors préhenseur)

- 0,5 kg en position horizontale (Cueillette des fruits)
- 1 kg en position suspendue (Utilisation en industrie type PLANEKO).

Répétabilité : +/- 2 mm

Poids : (voir *Spécifications techniques du Bras-Vision PELLENC en annexes*).

Commande : numérique par cartes MAX, avec asservissement PID de position.

Alimentation : en 24 V CC

Durée de vie :

- 15 000 000 cycles en utilisation agricole (Magali et Citrus).
- 70 000 000 cycles en utilisation industrielle. (Planeco)

MAXPID reprend la technologie qui est utilisé sur les actionneurs du robot PELLENC

2.1.1.2 Le système de vision artificielle

Pour détecter les fruits dans la végétation, la machine utilise une caméra CCD (une caméra par bras).

Cette caméra, couplée à un flash très puissant, prend une image de la végétation appelée « Scène ».

La « scène » est ensuite analysée par un ordinateur pour rechercher les fruits en fonction de leur teinte RVB.



Une fois les fruits détectés, d'autres algorithmes interviennent pour reconstituer le diamètre de chaque fruit à partir de sa partie visible, ce qui permet d'en déterminer le centre (coordonnées X et Y).

En analysant la réflexion de la lumière sur le fruit (due au flash), l'ordinateur calcule également sa distance par rapport à la caméra.

Les coordonnées X et Y, ainsi que l'estimation de distance sont ensuite transmises à l'ordinateur de contrôle du bras robotisé pour que celui-ci puisse aller chercher le fruit.

Une image de la scène est réalisée à chaque cycle de cueillette du bras et son traitement se fait en « temps masqué » (pendant le cycle d'aller et de retour du bras) pour gagner du temps.

L'ordinateur met également en place une stratégie dans l'ordre de ramassage des fruits.

Les fruits au premier plan sont ainsi cueillis en premier pour faire apparaître ceux qui sont masqués.





MAGALI : Le bras robotisé en train de cueillir une pomme

2.1.2 Le robot de tri « PLANECO »

A partir de 1994, la société PELLENC commence à réorienter son programme de recherche en robotique de cueillette vers l'industrie du recyclage.

A l'époque (1992), le gouvernement français vient de décider que toutes les décharges publiques devront disparaître à l'échéance de l'année 2002.

Les circuits de collecte des déchets se mettent en place et les centres de tri commencent à faire leur apparition.

Très vite, et face à la pénibilité des opérations de tri manuel, la société PELLENC est sollicitée pour mettre au point des machines de tri.

La technologie développée par PELLENC pour la cueillette des fruits va alors être mise au service du tri des déchets dits « Corps creux » (contenants collectés par apport volontaires : Bouteilles en plastique, briques et cannettes en aluminium).

La solution retenue par PELLENC consiste à suspendre son robot de cueillette sur un portique muni de goulottes latérales (chaque goulotte correspondant à une classification d'objet).

Cet ensemble, ou « **Poste de Tri PLANECO** » enjambe un convoyeur sur lequel circulent les objets à trier.



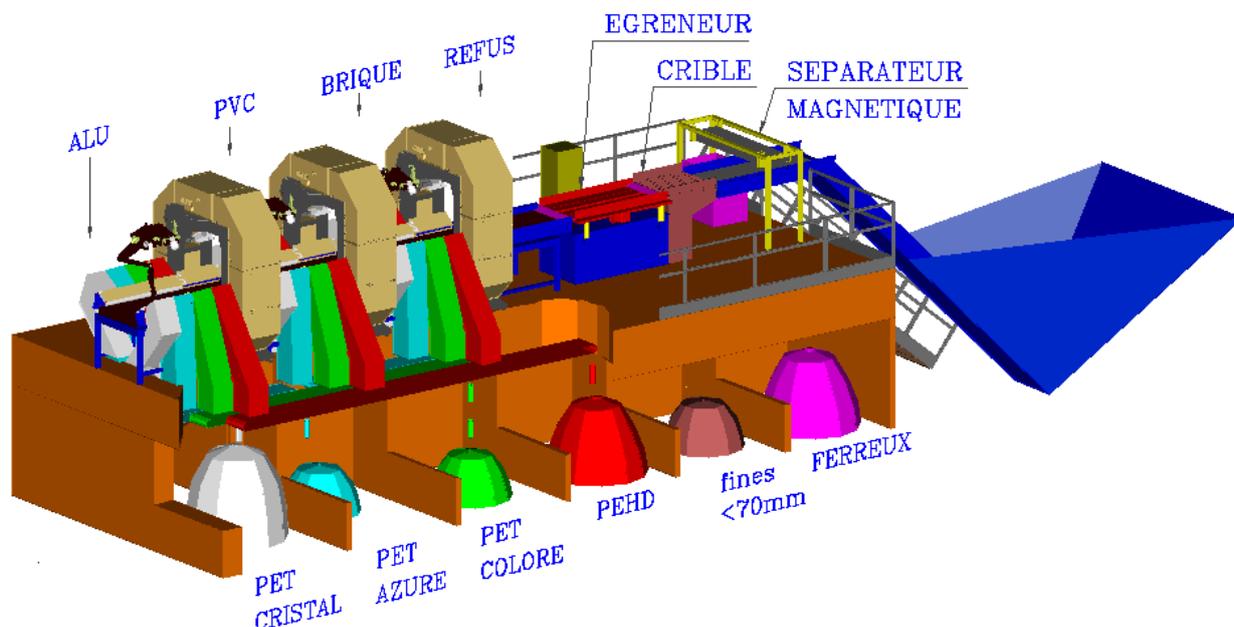
Le bras évacue une bouteille de lait

En fonction du débit d'objets et du nombre de catégories à trier, un ou plusieurs « PLANECO » sont disposés en cascade le long du convoyeur (2 PLANECO à la suite sur l'image ci-contre).



Deux postes de tri PLANECO à la suite

2.1.2.1 PLANECO en centre de tri

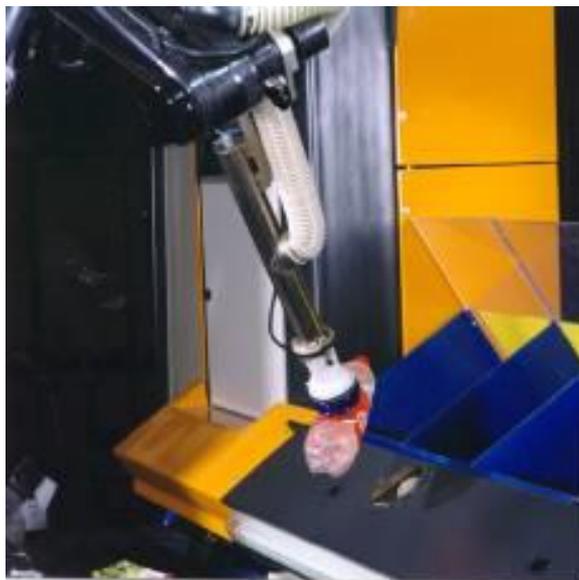


A partir de la matière d'œuvre entrante (corps creux) un tapis roulant élévateur va étaler les objets à trier sous forme d'une monocouche afin que chaque objet soit visible suivant une direction verticale.

- Le premier tri concerne les objets **Ferreux** : boîtes de conserves et canettes. Il est réalisé au moyen d'un **séparateur magnétique** ou "overband".
- L'étape suivante permet de sortir les **Fines** à l'aide d'un crible.
- L'égreneur (sorte de table vibrante) va étaler les objets restants de sorte à créer une monocouche sur le convoyeur qui circule sous les postes de tri PLANECO.
- Les bras des postes de tri PLANECO vont ensuite saisir les objets et les évacuer vers les goulottes latérales en fonction de leur classification :
 - PEHD ;
 - PET coloré ;
 - PET azuré ;
 - PET cristal ;
 - ALU (canettes) ;
 - PVC ;
 - Briques ;
 - Refus (objets ne correspondant à aucuns critères).

Comme pour la cueillette des fruits, la détection des objets sur le tapis du convoyeur est réalisée par l'analyse de l'image capturée par la caméra placée au centre du robot. Une série de capteurs (métaux, spectromètre infrarouge...) permet ensuite de déterminer ensuite la nature du matériau.

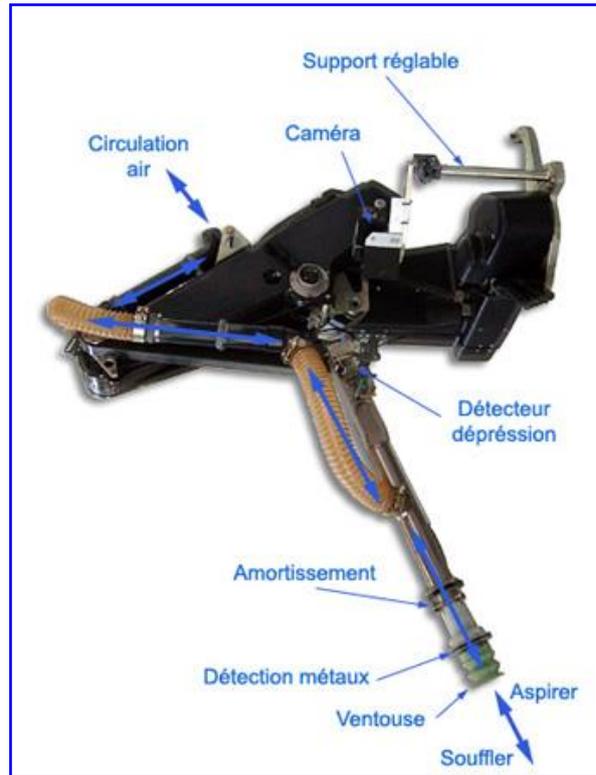
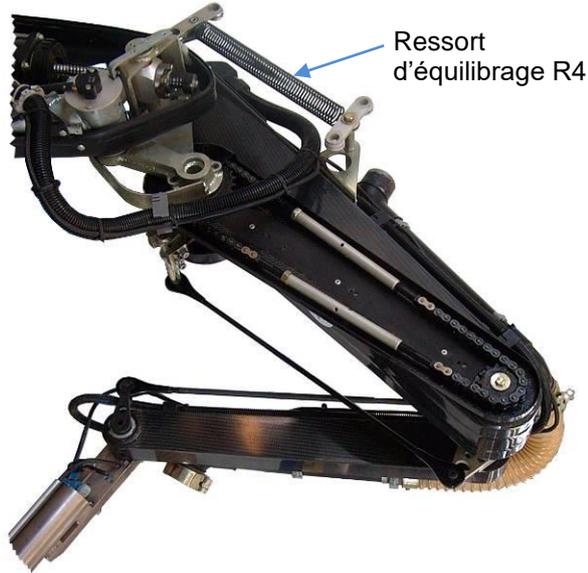
Sur l'image ci-contre, le robot présente une bouteille en plastique devant un spectromètre infrarouge pour en connaître la nature exacte du matériau.



2.1.2.2 Disposition du bras robotisé sur PLANECO

Le bras robotisé de PLANECO est globalement identique à celui utilisé sur les robots de cueillette MAGALI et CITRUS (Cf.2.1.1.1 *Le bras cueilleur de fruits*).

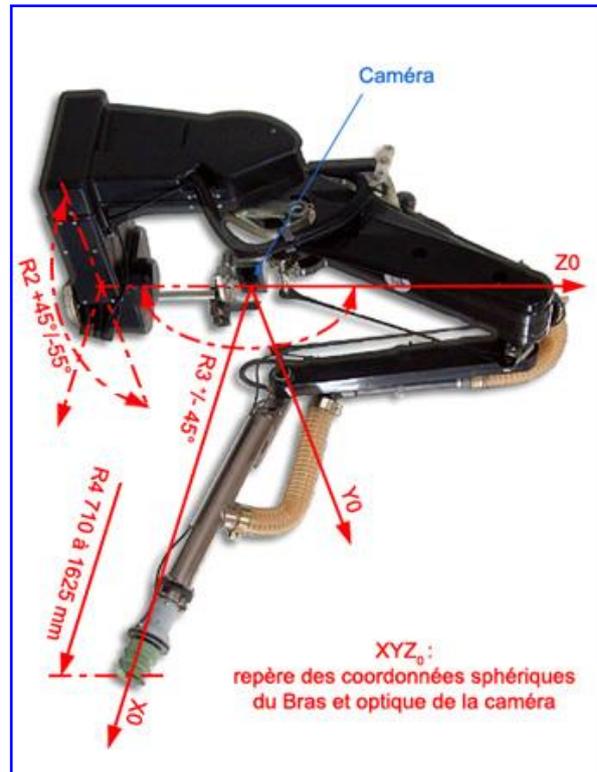
En revanche, le fait qu'il travaille en position « suspendue » impose l'utilisation de ressorts d'équilibrage pour chaque axe (R2, R3 et R4).



Comme sur le bras de MAGALI ou de CITRUS, on retrouve la caméra placée au centre.

Un détecteur de métaux à été rajouté sur le préhenseur pour détecter la présence d'aluminium dans les matériaux (canette et tetrapack).

Le détecteur de dépression permet de valider la présence d'un objet dans la ventouse.







PRESENTATION DU SYSTEME





3.1 Présentation

Issu des technologies mécatroniques industrielles, **MAXPID** permet une approche expérimentale et intuitive des asservissements de position.

MAXPID intègre des composants éprouvés tels que la carte de commande EPOS de chez MAXON motors

Le logiciel de pilotage de **MAXPID** est utilisé sur « PLANEKO » robot de tri des déchets ménagés.

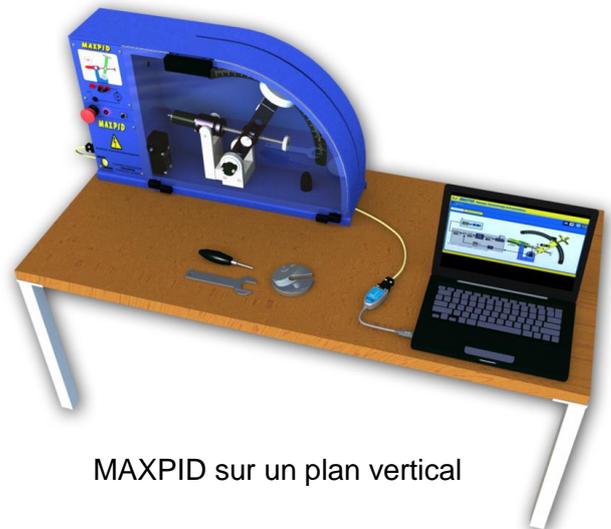
MAXPID intègre :

- les fonctions de réglage des paramètres ;
- le pilotage de l'axe asservi ;
- la visualisation des courbes de réponses ;
- un logiciel d'identification associé.

MAXPID fonctionne dans un plan horizontal ou vertical, avec des charges, menantes ou non, variables ou non, qui font apparaître les variations des paramètres dynamiques.

MAXPID rend les fonctionnements physiquement perceptibles par l'utilisateur, qui peut le perturber manuellement. Ces perturbations sont directement visualisées à l'écran.

MAXPID propose une série de Travaux Pratiques adaptés aux Classes Préparatoires aux Grandes Ecoles.



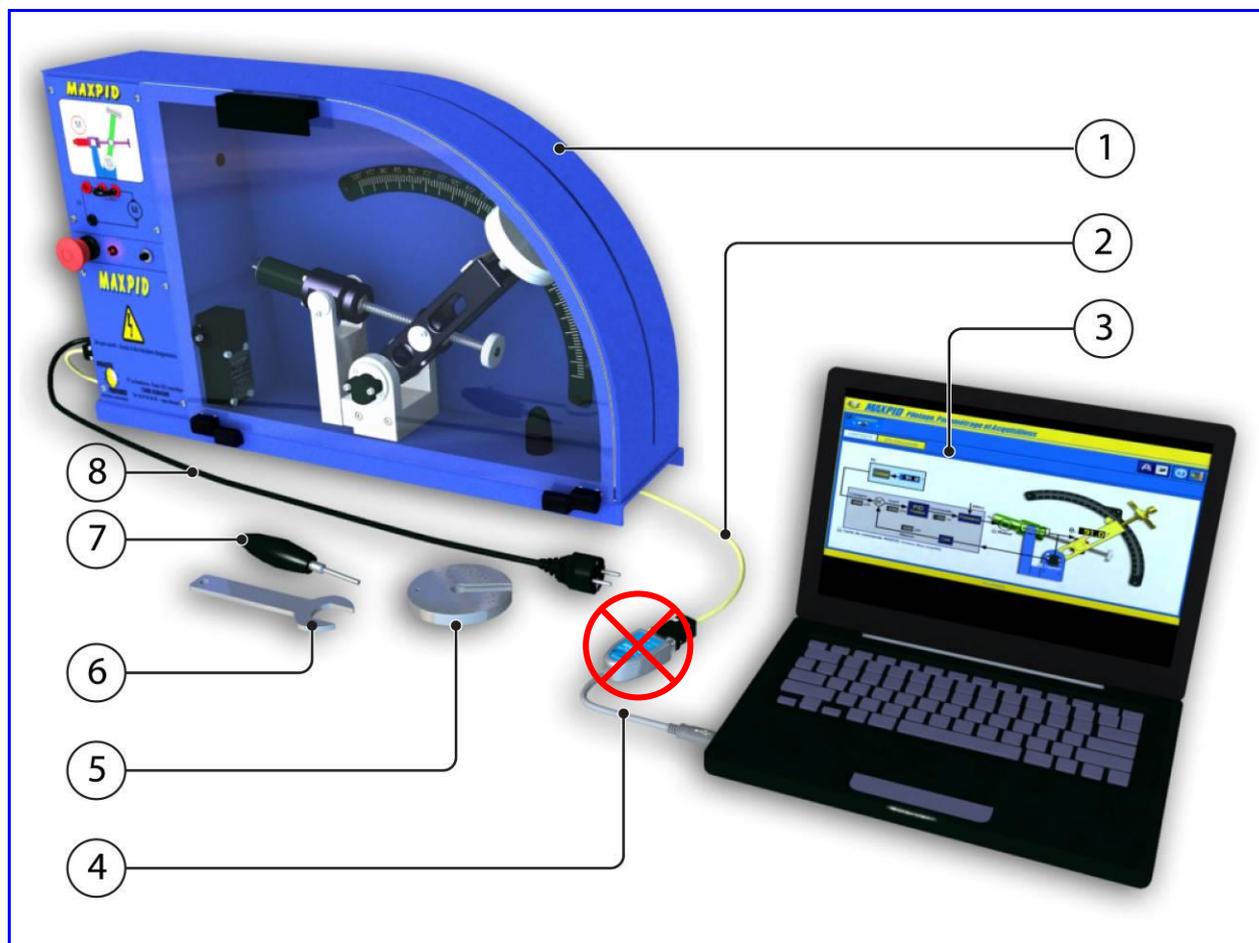
MAXPID sur un plan vertical



MAXPID sur un plan horizontal

3.2 Description

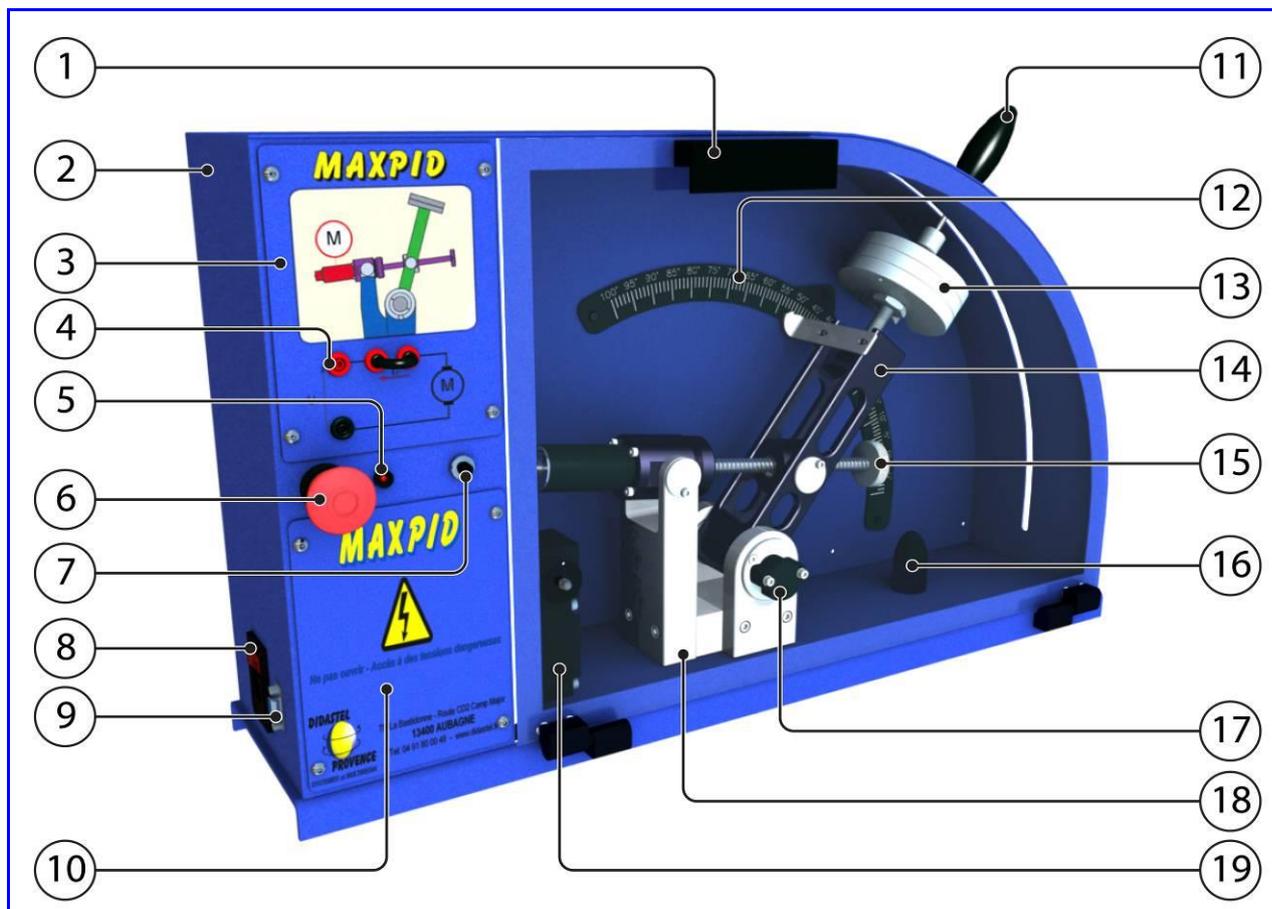
3.2.1 Le système MAXPID et ses équipements



L'offre pédagogique comprend les éléments suivants :

Repère	Description
1	CHAÎNE FONCTIONNELLE MAXPID
2	CÂBLE DE LIAISON USB
3	INTERFACE DE PARAMETRAGE, PILOTAGE ET ACQUISITION
4	CONVERTISSEUR RS232/USB (EN OPTION ^o) PAS DANS LA VERSION MAXPID-E
5	MASSES (3) DESTINEES A CHARGER LE BRAS
6	CLE DE SERRAGE MASSES
7	POIGNEE DE MANIPULATION
8	CÂBLE D'ALIMENTATION SECTEUR

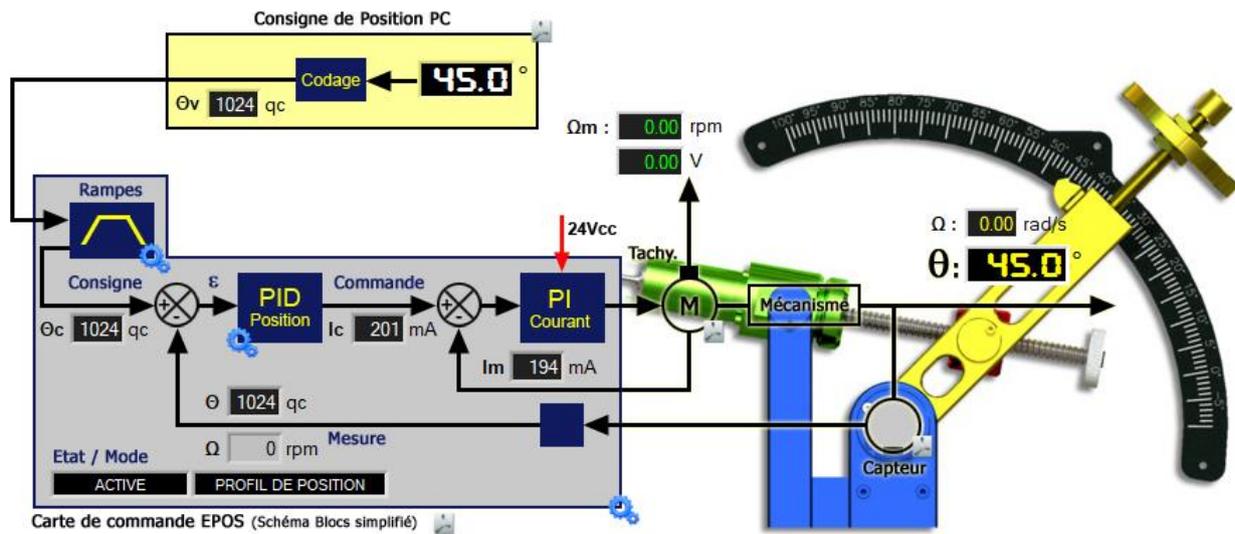
3.2.2 La chaîne fonctionnelle MAXPID



Repère	Description
1	<p>PORTE PLEXIGLAS</p> <p>Cette porte permet d'accéder au mécanisme pour installer les masses sur le bras. Elle est équipée d'un interrupteur de sécurité (aimant codé) qui interdit tout mouvement du bras lorsqu'elle est ouverte.</p>
2	<p>CHASSIS</p> <p>Châssis en tôles mécano-soudées conçu pour une utilisation de MAXPID dans un plan horizontal ou vertical.</p>
3	<p>CARTE ELECTRONIQUE DE COMMANDE</p> <p>Ce compartiment abrite la carte électronique d'asservissement « PELLENC ».</p>
4	<p>POINTS DE MESURE</p> <p>Ces douilles de test permettent de mesurer la tension et le courant aux bornes du moteur.</p>
5	<p>VOYANT DE PUISSANCE</p> <p>Ce voyant indique la présence du 24V puissance</p>
6	<p>ARRÊT D'URGENCE</p> <p>Ce bouton coup de poing permet de couper la puissance au niveau du moteur électrique.</p>
7	<p>BOUTON POUSSOIR « INTERRUPTION MESURE »</p> <p>Ce bouton poussoir permet de couper la lecture de l'information délivrée par le capteur de position angulaire (manipulation demandée dans certains TP).</p>

8	<p>BOUTON M/A ET FUSIBLE Ce bloc intègre le bouton M/A général de MAXPID ainsi qu'un fusible de protection (2A).</p>
9	<p>CONNECTEUR LIAISON USB (ici ancienne version MAXPID-V2 représentée) Ce connecteur permet de relier MAXPID (câble fourni) à un ordinateur de type PC.</p>
10	<p>ALIMENTATION Ce compartiment abrite l'alimentation électrique 230V/24Vcc NE PAS OUVRIR RISQUE DE CHOC ELECTRIQUES</p>
11	<p>POIGNEE DE MANIPULATION Cette poignée permet de manœuvrer le bras à la main (simulation de perturbations externes). Un système à ressort empêche la poignée de rester en place sur le bras si elle n'est pas maintenue par l'opérateur.</p>
12	<p>REGLE GRADUEE Règle graduée de -5 à 100°, permet de visualiser la position angulaire du bras.</p>
13	<p>MASSES Les masses (3) permettent de charger le bras de MAXPID.</p>
14	<p>BRAS Le bras est la partie « mobile » de MAXPID. Il est articulé à sa base et est entraîné en mouvement par l'actionneur. Il peut être chargé à l'aide des masses fournies avec le système. Le bras se déplace sur une plage de 95°.</p>
15	<p>ACTIONNEUR Actionneur électrique de type « vis à billes » équipé d'un moteur à courant continu et d'une génératrice tachymétrique.</p>
16	<p>TAMPON Le tampon fait office de butée mécanique du bras en position basse.</p>
17	<p>CAPTEUR DE POSITION ANGULAIRE (ici ancienne version MAXPID-V2 représentée) Ce codeur magnétique permet de mesurer la position angulaire du bras. Il est relié à la carte électronique de commande EPOS de MAXPID.</p>
18	<p>CHAISE Cet ensemble mécanique constitue l'élément commun de fixation de l'articulation du bras et de l'actionneur de MAXPID. Il supporte également le codeur du système.</p>
19	<p>INTERRUPTEUR DE SECURITE OUVERTURE PORTE (ici ancienne version MAXPID-V2 représentée) Cet interrupteur de sécurité interdit tout fonctionnement du moteur électrique lorsque la porte plexiglas de MAXPID est ouverte. Il se compose d'un récepteur fixé sur le châssis et d'un aimant codé fixé sur la porte.</p>

3.3 Principe



Raccordé à un ordinateur du type PC par le biais de la liaison USB, la carte de commande EPOS, qui gère le système **MAXPID**, fournit en temps réel les paramètres courants de l'asservissement à l'utilisateur.

Le logiciel permet :

- de régler les paramètres de commande : gains correcteur PID Position, erreur de poursuite, ainsi que les paramètres de génération de trajectoire : vitesse, accélération, butées, positions, etc. ;
- de tracer à l'écran ou sur imprimante les courbes de réponses : position, consigne, commande, courant, vitesse ... au choix ;
- de lancer des mouvements pour l'étude dynamique du système :
 - Profil de Position (trapèze de vitesse) ;
 - Echelon de Position ;
 - Commande sinusoïdale ;
 - Commande en Courant, boucle de position ouverte ;
- de connaître instantanément et d'analyser : l'erreur de poursuite, le dépassement, les temps de réponse, les vitesses, les accélérations.

L'énergie électrique est fournie par une alimentation stabilisée de 24V continu raccordée au secteur.

Au travers de la carte électronique, cette énergie est transmise à un moteur électrique à courant continu.

Le moteur imprime un mouvement de rotation, grâce à un accouplement, à une vis à bille au pas de 4 mm, dont l'écrou à double recirculation de billes transforme le mouvement de rotation en mouvement de translation.

Ce mouvement de translation est ensuite traduit en un mouvement de rotation grâce à une liaison pivot entre le bras et le châssis.

Un codeur incrémental situé au niveau de cette liaison informe la carte électronique sur la position angulaire du bras exprimée en points.

Cette carte électronique gère l'ensemble de l'asservissement du bras grâce à de nombreux paramètres :

- coefficients des actions Proportionnelles, Intégrale et Dérivée du correcteur Position ;
- valeur de l'accélération maximale du bras ;
- valeur de la vitesse maximale du bras ;
- valeur maximale du courant admis dans la carte ;
- erreur de traînage maximum tolérée.

3.4 La carte de commande EPOS2

3.4.1. Introduction

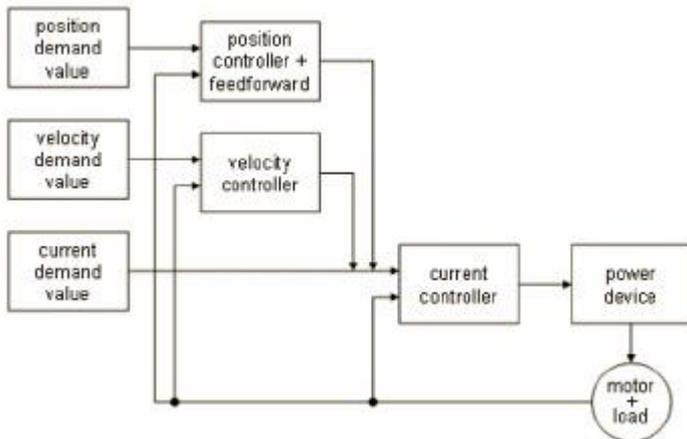
L'EPOS2 24/5 est une carte de commande de positionnement dynamique dans un boîtier robuste, prête au raccordement. Adaptée aux moteurs DC avec balais et codeur ainsi qu'aux moteurs EC sans balais (BLDC) avec capteurs à effet Hall et codeur jusqu'à 120 W. Le grand nombre de modes de fonctionnement et les différentes interfaces de commande permettent une utilisation souple dans des systèmes d'entraînement très différents en automatisation et en mécatronique.



3.4.2. Caractéristiques matérielles

Puissance max	120 W
Tension d'alimentation	11 à 24 VDC
Courant de sortie en pointe	10 A (<1s)
Courant de sortie permanent max	5A
Vitesse moteur maximum	25 000 tr/min (moteur 2 pôles)
Mode de régulation	Courant, Vitesse, Position
Mode de fonctionnement	Entrées/sorties digitales Liaison RS232 ou CAN
ENTREES :	
Description	6 entrées digitales 24 VDC
Analogiques	2 entrées analogiques résolution 10-bit 0.. +5 VDC
Codeur	A,A\,B,B\,I,I\ (max 1 MHz)
Liaison série	RS-232
Liaison CAN	CAN-ID configurable avec DIP Switch 1 ... 7
SORTIES :	
Description	4 sorties digitales 24 VDC
Alimentation sondes hall	+5 VDC , max. 30 mA
Alimentation codeur	+5 VDC , max. 100 mA
REGLAGES :	
Profil de déplacement	Accélération, décélération, vitesse, course
Paramètres de régulation	Recherche automatique (auto tuning)
Visualisation graphique	Courant, Vitesse, Position
PROTECTIONS :	
Suralimentation	Fusible
Surcharge de courant	Limitation par réglage
Court-circuit moteur	oui
Court-circuit sur entrées / sorties	oui
Court-circuit sur alim. Auxiliaire	oui
ENVIRONNEMENT :	
Exploitation	-10 à +45°C
Stockage	-40 à +85°C
Humidité relative	20 à 80% Non condensée
CONNEXIONS :	
Connecteur	Molex Mini-Fit Jr., Molex Micro-Fit 3.0
Connecteur codeur	Fiche DIN 41651
MECANIQUE :	
Poids	170 g
Boîtier	105 x 83 x 24 mm
Fixation	Par vis M3

3.4.3 Architecture générale



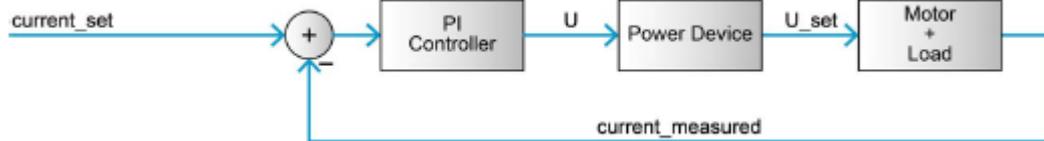
L'architecture du contrôleur EPOS2 contient trois boucles de contrôle intégrées.

- La régulation de courant est utilisée dans tous les modes.
- La régulation de position ou de vitesse n'est utilisée que dans les modes basés respectivement sur la position ou sur la vitesse.

3.4.4 Régulation de Courant

Lors d'un mouvement d'un système mécanique, les couples doivent être contrôlés.

Par conséquent, la carte de commande EPOS propose un contrôle basé sur la régulation de courant.



Le régulateur de Courant est implémenté avec un correcteur PI.

La période d'échantillonnage de la boucle de Courant est de : $T_s = 0.1 \text{ ms}$.

Conversion des paramètres du contrôleur PI (EPOS2 en unités SI) :

$$K_{P...SI} = \frac{1\Omega}{2^8} \cdot K_{P...EPOS5} = 3.91m\Omega \cdot K_{P...EPOS2}$$

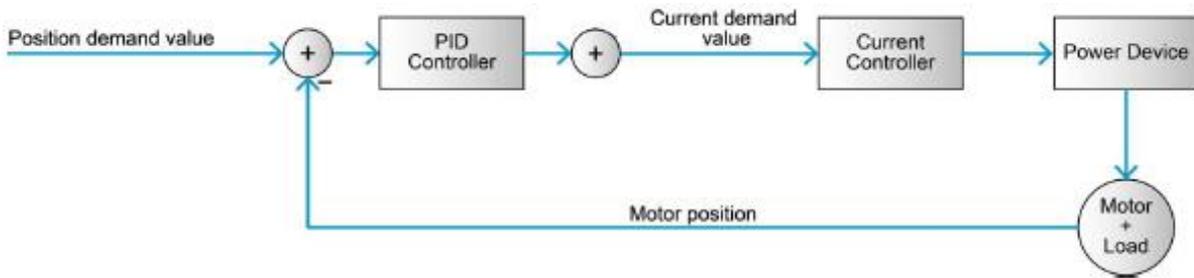
$$K_{I...SI} = \frac{1\Omega}{2^8 T_s} \cdot K_{I...EPOS5} = 3.91 \frac{\Omega}{s} \cdot K_{I...EPOS2}$$

Les paramètres du régulateur PI de Courant en unités SI peuvent être utilisés dans des simulations analytiques ou numériques par la fonction de transfert suivante :

$$C_{current}(s) = K_{P...SI} + \frac{K_{I...SI}}{s}$$

3.4.5 Régulation de Position

La boucle de régulation de positionnement s'appuie sur une commande subordonnée du type boucle de Courant :



Le régulateur de Position est implémenté avec un correcteur PID.

La période d'échantillonnage de la boucle de Position est de : $T_s = 1 \text{ ms}$

Conversion des paramètres du contrôleur PID (EPOS2 en unités SI) :

$$K_{P...SI} = 10 \frac{\text{mA}}{\text{rad}} \cdot K_{P...EPOS2}$$

$$K_{I...SI} = 78 \frac{(\text{mA})/\text{s}}{\text{rad}} \cdot K_{I...EPOS2}$$

$$K_{D...SI} = 80 \frac{\mu\text{As}}{\text{rad}} \cdot K_{D...EPOS2}$$

Les paramètres du régulateur PID de position en unités SI peuvent être utilisés dans des simulations analytiques ou numériques par transfert avec la fonction suivante :

$$C_{\text{position}}(s) = K_{P...SI} + \frac{K_{I...SI}}{s} + \frac{K_{D...SI}s}{1 + \frac{K_{D...SI}}{16K_{P...SI}}s}$$

NOTA :

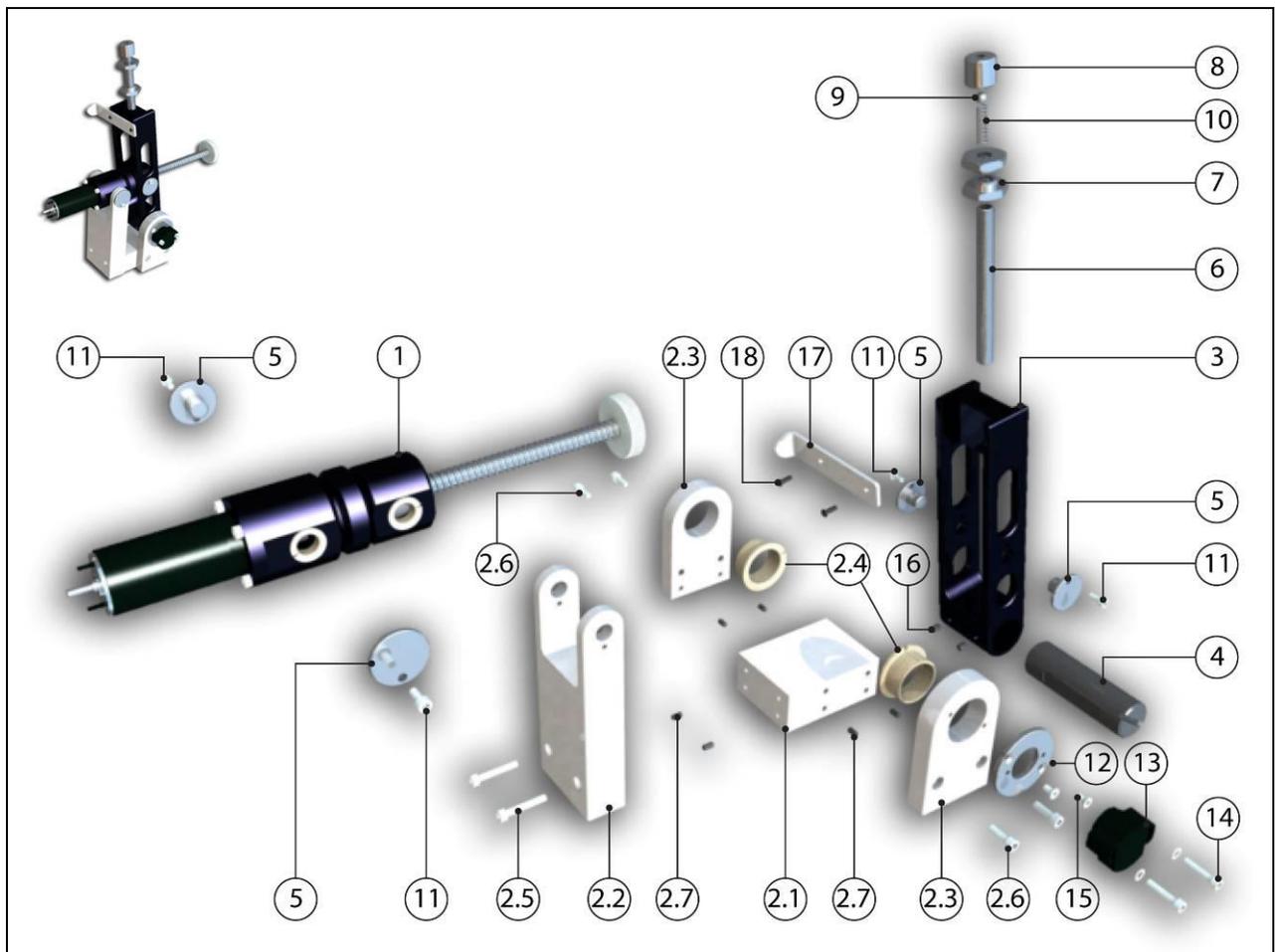
Pour en savoir plus sur la Carte de commande EPOS et sa Régulation de Courant et Position, veuillez consulter le document

MAXON :

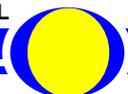
« EPOS2 Application Notes Collection.pdf »
disponible dans le répertoire « Professeur / Constituants /
Motorisation ».

3.5 Constituants

3.5.1 Mécanisme MAXPID



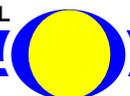
Rep	Constituant	Ref/Plan	Description
1	ACTIONNEUR	MaxV2_Actionneur	Cet actionneur de type « vis à billes » permet d'entraîner le bras (rep.3).
2	CHAISE	MaxV2_Chaise	Ensemble assemblé par vissage et constituant la chaise. <i>La chaise a été éclatée sur cette illustration</i>
2.1	BLOC	MaxV2_ChaiseBloc	Cette pièce usinée constitue le bloc central de la chaise sur lequel viennent se fixer les chapes bras (rep.2.3) et la chape moteur (rep.2.2).
2.2	CHAPE MOTEUR	MaxV2_ChaiseChapeMoteur	Cette pièce usinée constitue la chape de fixation de l'actionneur (rep.1) au niveau de son moteur. Elle est fixée sur le bloc rep.2.1.
2.3	CHAPE BRAS (2)	MaxV2_ChaiseChapeBras	Ces deux pièces identiques constituent la chape de fixation du bras lorsqu'elles sont fixées sur le bloc (rep.2.1).



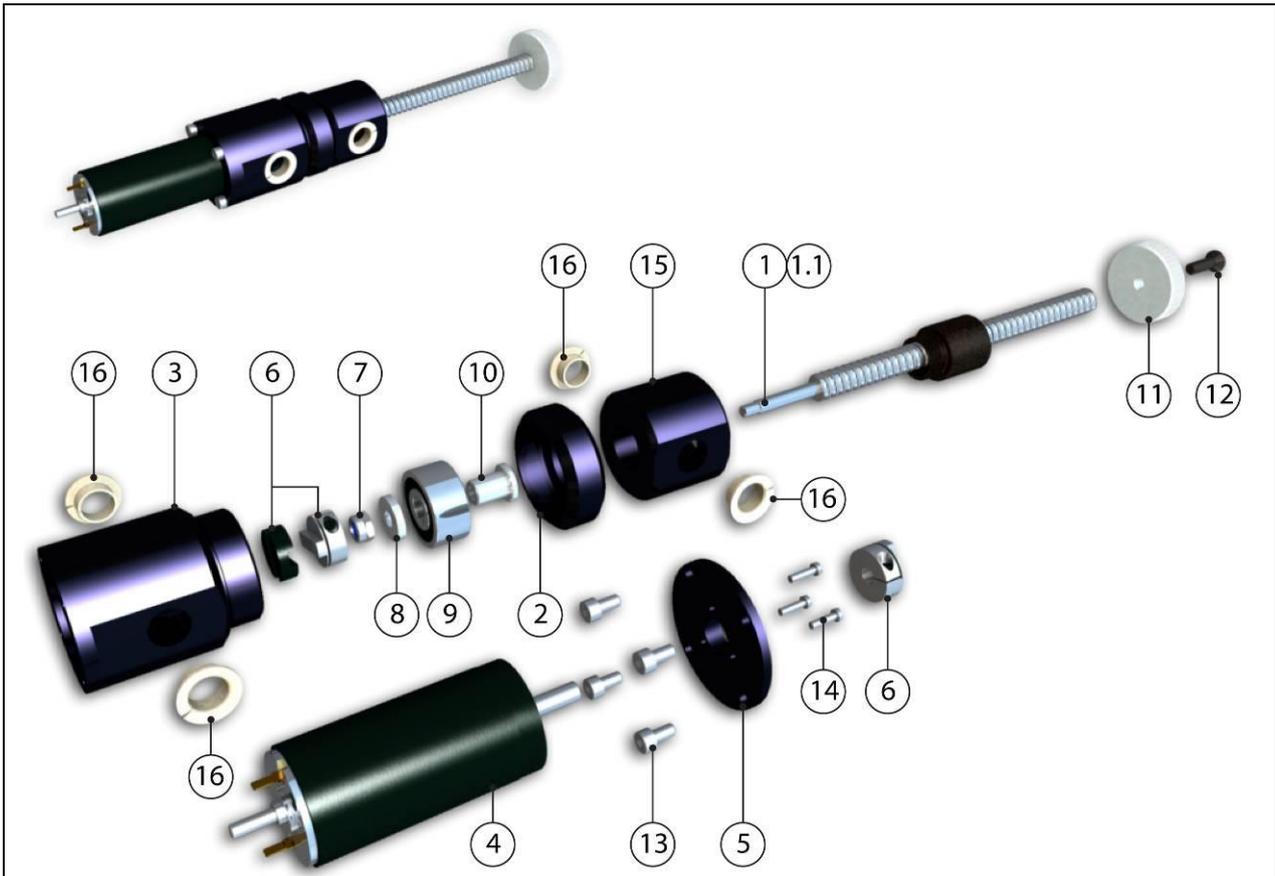
2.4	BAGUE PERMAGLIDE D30xD34x16 (2)	PAF-30-160-P10	Ces deux bagues sont montées dans chaque chape bras (rep.2.3). Elles permettent de limiter les frottements au niveau de l'articulation de l'axe bras (rep.4).
2.5	VIS CHC M5x30 (2)	ISO 4762-M5x30	Ces deux vis permettent de fixer la chape moteur (rep.2.2) sur le bloc (rep.2.1).
2.6	VIS CHC M5x16 (4)	ISO 4762-M5x16	Ces quatre vis permettent de fixer les deux chapes bras (rep.2.3) sur le bloc (rep.2.1).
2.7	GOUPILLE D4x8 (4)		Ces quatre goupilles sont utilisées pour assurer un alignement parfait lors du montage des chapes bras (rep.2.3) et de la chape moteur (rep.2.2) sur le bloc (rep.2.1).
3	BRAS	MaxV2_Bras	Cette pièce usinée constitue le bras de MAXPID
4	AXE BRAS	MaxE_AxeBras	Cet axe usiné permet d'articuler le bras sur la chaise.
5	AXE ARTICULATION (4)	Max_AxeArticul	Ces quatre pièces usinées font office d'axe d'articulation de l'actionneur (rep.1).
6	AXE POIDS	Max_AxePoids	Cet axe fileté est vissé en bout du bras. Il supporte les masses et le dispositif d'insertion de la poignée de manipulation.
7	ECROU SERRAGE POIDS (2)	Max_EcrSerPoids	Ces deux écrous usinés permettent de serrer les masses sur l'axe poids (rep.6).
8	AXE RESSORT	Max_AxeRessort	Pièce usinée destinée au guidage de la poignée de manipulation et au maintien de la bille (rep.9).
9	BILLE D7		Cette bille associée au ressort (rep.10) permet d'éjecter la poignée de manipulation si elle n'est pas maintenue par l'opérateur.
10	RESSORT	Ressort C30x08x1.5	Ce ressort associé à la bille (rep.9) permet d'éjecter la poignée de manipulation si elle n'est pas maintenue par l'opérateur.
11	VIS CHC M4x10 (4)	ISO 4762-M4x10	Ces quatre vis permettent de maintenir les axes d'articulation (rep.5) sur le bras et sur la chaise
12	BRIDE RMC35	MaxE_BrideRMC35	Cette pièce usinée permet de fixer le codeur (rep.13) sur la chaise (rep. 2).
13	CODEUR MAGNETIQUE	RMC35	Capteur de position de type codeur magnétique. Il permet de mesurer la position angulaire du bras. (ici ancienne version MAXPID-V2 représentée)
14	VIS CHC M4x20 (2)	ISO 4762-M4x20	Ces deux vis, associées aux rondelles permettent de fixer le codeur sur la bride RMC35 (rep.12)
15	VIS FHC M4x8 (2)	ISO 10462-M4x8	Ces deux vis permettent de fixer la rondelle potentiomètre (rep.12) sur la chaise (rep.2).
16	Vis HC M6x8 (2)	ISO 4926-M6x8	Ces deux vis HC permettent de bloquer l'axe bras (rep.4) dans le bras.



17	EQUERRE DE REPERAGE	Max_EqueRep	Cette pièce fixée sur le bras (rep.3) permet de repérer la position angulaire du bras sur la règle graduée en degrés qui est fixée sur le châssis de MAXPID
18	VIS CHC BOMBEE M3x10 (2)	ISO 7380-M3x10	Ces deux vis permettent de fixer l'équerre de repérage (rep.17) sur le bras.



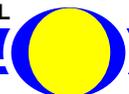
3.5.2 Actionneur



Rep	Constituant	Ref/Plan	Description
1	USINAGE VIS A BILLES	Max_VisBille	Opération d'usinage réalisée sur la vis à bille du commerce rep.1.1
1.1	VIS A BILLE	SHBO-14-4XR	Vis à billes et son écrou du commerce. Cet ensemble permet de transformer le mouvement de rotation de l'axe de sortie du moteur en un déplacement linéaire au niveau de l'écrou à billes.
2	ECROU SUPPORT VIS A BILLES	Max_SupVisABille	Cette pièce usinée permet de serrer le roulement (rep.9) de la vis à billes dans le support vis à bille (rep.3).
3	SUPPORT VIS A BILLES	Max_AxeBras	Cette pièce usinée reçoit l'ensemble vis à billes équipée de son roulement ainsi que le moteur électrique et son accouplement. Elle possède deux points d'articulation avec bagues (rep.16) permettant à l'actionneur de pivoter au niveau de la chaise de MAXPID.
4	MOTEUR MAXON RE035 + TACHY	RE035G34**/2822	Moteur électrique à courant continu équipé d'une génératrice tachymétrique (non visible ici) permettant d'entraîner la vis à billes en rotation.
5	BRIDE MOTEUR	Max_BridMoteur	Pièce usinée permettant d'interfacer le moteur électrique avec le support vis à billes (rep.3).



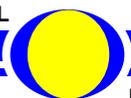
6	ACCOUPLLEMENT VIS A BILLES/MOTEUR	Oldham-Hudo D6-D5	Accouplement de type « Oldham » destiné à relier l'axe de sortie du moteur à celui de la vis billes tout en corrigeant les défauts d'alignements éventuels.
7	ECROU FREIN HM6	ISO 10511-M6	Ecrou permettant de serrer le roulement (rep.9) en bout de la vis à billes (rep.1).
8	RONDELLE D6xD17x3		Rondelle usinée destinée au serrage de la bague intérieure du roulement (rep.9) sur la vis à billes (rep.1).
9	ROULEMENT	3200-A-RS1	Roulement à double rangée de billes destiné au guidage en rotation de la vis à bille dans son support (rep.3).
10	BAGUE VIS A BILLES	Max_BagVis	Pièce usinée faisant office de bague entre la bague intérieure du roulement (rep.9) et la vis à billes (rep.1).
11	RONDELLE VIS A BILLES	Max_RondVAB	Cette pièce usinée permet de manœuvrer à la main l'actionneur par sa vis à billes.
12	VIS FHC M6x20	ISO 10642-M6x20	Cette vis permet de fixer la rondelle vis à billes (rep.11) en bout de la vis à billes (rep.1).
13	VIS CHC M4x10 (4)	ISO 4762-M4x10	Ces quatre vis permettent de fixer la bride moteur (rep.5) sur le support de vis à billes (rep.3).
14	VIS M2.5x10 (3)	ISO 1207-M2.5x10	Ces trois vis permettent de fixer le moteur sur sa bride (rep.5).
15	SUPPORT ECROU VIS A BILLES	Max_SupEcrou	Cette pièce usinée est vissée sur l'écrou de la vis à billes. Elle s'interface ensuite avec le bras de MAXPID pour lui transmettre le mouvement linéaire de l'écrou.
16	BAGUE PERMAGLIDE D12xD14x7 (4)	PAF-12-070-P10	Ces bagues permettent de réduire les frottements au niveau des points d'articulation de l'actionneur.







MISE EN ŒUVRE





4.1 Vérifications préliminaires

A la réception du matériel, veuillez vérifier la présence des fournitures suivantes :

- 1 Système Pédagogique « MAXPID ».

- Les accessoires suivants :
 - 3 Masses de test ;
 - 1 Câble de liaison USB « MAXPID → PC de pilotage et d'acquisitions » ;
 - 1 Câble d'alimentation secteur 230V ;
 - 1 Clé de serrage pour les masses ;
 - 1 Poignée de manipulation.

- Le dossier pédagogique contenant :
 - Dossier Technique « MAXPID_E » ;
 - Manuel d'utilisation IHM « MAXPID_E ».

- Le Cd-rom contenant :
 - Interface de pilotage et d'acquisition « MAXPID_E » ;
 - Ressources « Professeur ».

Une fois cette vérification effectuée, assurez-vous du bon état du matériel garantissant des bonnes conditions de transport en vérifiant les points suivants :

- Pas de traces de choc sur le système;
- Présences des accessoires et des éléments du ou des dossier(s) pédagogique(s).

4.2 INSTALLATION

4.2.1 Choix du plan de travail

MAXPID s'installe sur une table, dans un lieu correctement éclairé.
Vous pouvez choisir entre un plan de fonctionnement « HORIZONTAL » ou « VERTICAL ».

Plan « Horizontal » :

Dans cette configuration, le bras travaillera « à plat », ce qui a pour effet d'annuler l'effet de « charge menante ».

La direction de la pesanteur est parallèle à l'axe de rotation principal entre le bras et le châssis.



Plan « Vertical » :

C'est la configuration classique, dans laquelle les effets de « charge menante » sont présents.

La direction de la pesanteur est perpendiculaire à l'axe de rotation principal entre le bras et le châssis.



4.2.2 Préparation

4.2.2.1 Mise en place d'une masse sur le bras

A la livraison, MAXPID n'est pas équipé de masses pour éviter d'endommager le bras pendant le transport.

Pour mettre en place une masse sur le bras, procédez comme suit :

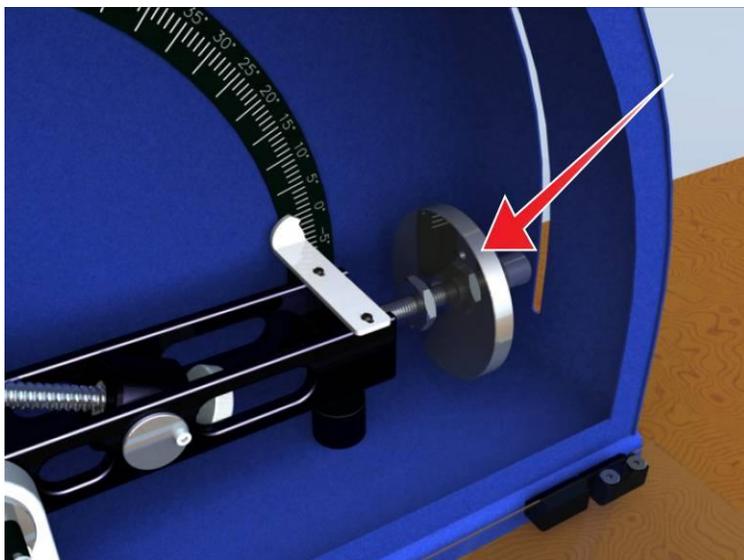
Vous devez vous munir de la clé de serrage de 27mm et d'une ou plusieurs masses

1 : Ouvrir la porte en plexiglas ;

2 : Manœuvrer le bras à la main pour le positionner en butée basse.



Ecarter les écrous de serrage et installer une masse en veillant à la centrer correctement sur la collerette d'un des deux écrous.

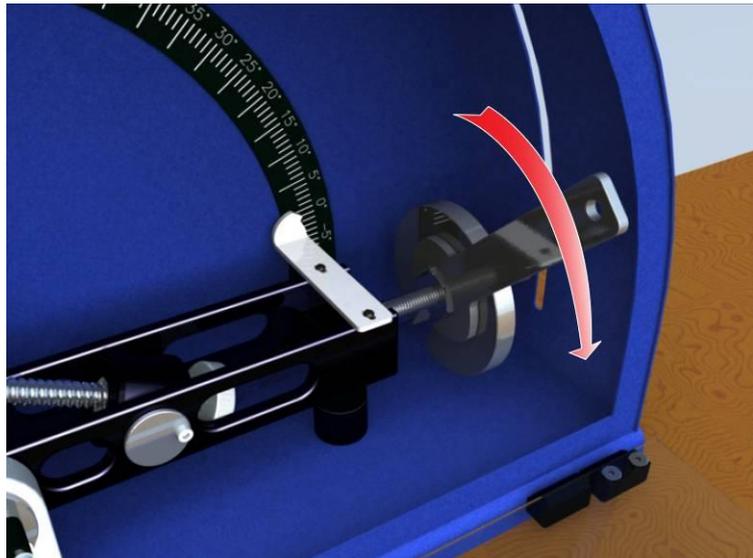


IMPORTANT :

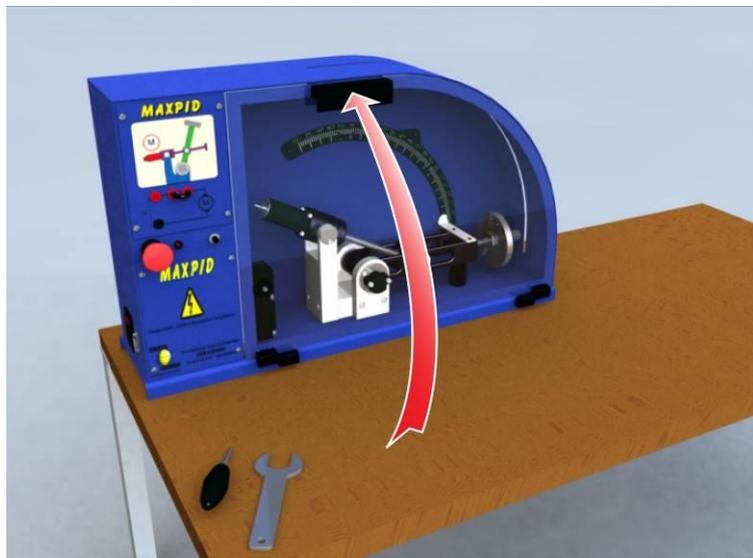
**NE JAMAIS TRANSPORTER MAXPID AVEC UNE OU PLUSIEURS
MASSES INSTALLEES SUR SON BRAS ! (RISQUE DE DOMMAGES MECANQUES)**

Ramener à la main l'autre écrou jusqu'au contact de la masse en veillant à ce que sa collerette soit centrée dans la masse ;

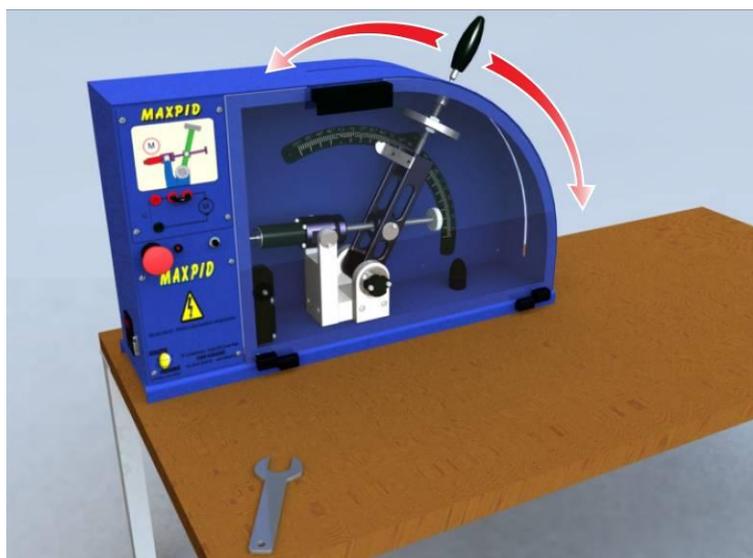
Serrer modérément la masse à l'aide de la clef de serrage.



Refermer la porte en plexiglas.



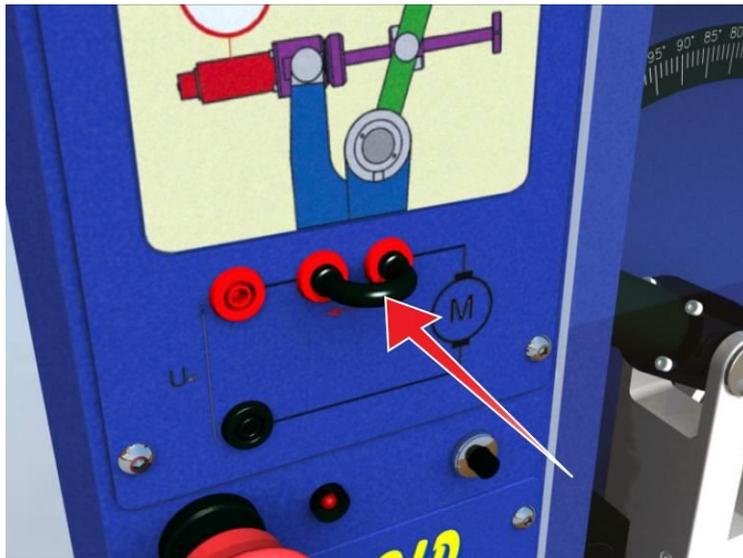
Vérifier que le bras se déplace normalement en utilisant la poignée de manœuvre fournie avec MAXPID.



4.2.2.2 Shunt courant

MAXPID est équipé de douilles de test destinées à mesurer la tension et le courant au niveau des bornes du moteur.

En dehors des activités de mesures, il est **IMPERATIF** de mettre en place le shunt pour que le moteur puisse fonctionner.

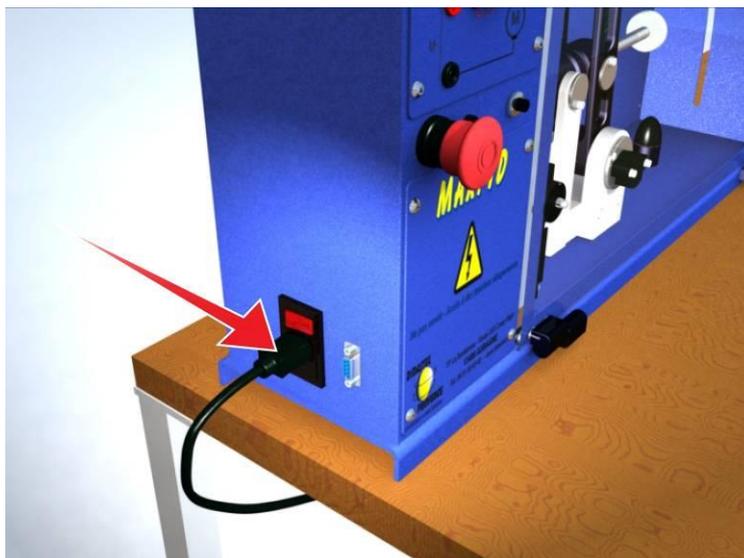


MAXPID EST PRÊT A ÊTRE RACCORDE

4.3 RACCORDEMENTS

4.3.1 Alimentation secteur

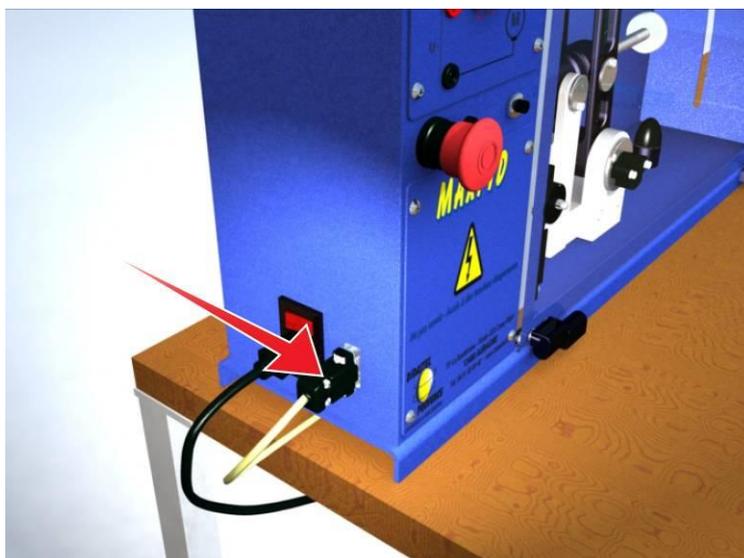
Raccorder le câble d'alimentation secteur au niveau du bloc d'alimentation muni d'un interrupteur rouge (sur le côté gauche de MAXPID).



4.3.2 Connexion USB

Se munir du câble de liaison USB (fourni).

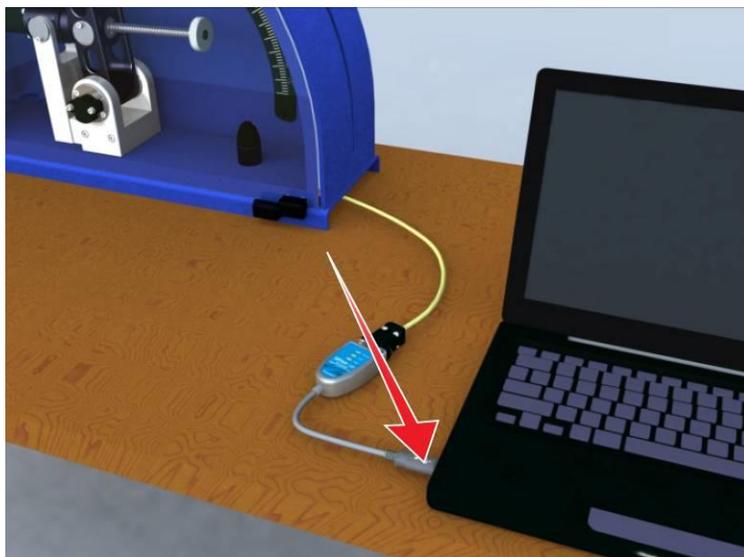
Connecter le câble sur la prise USB femelle située juste à côté du bloc d'alimentation. (ici ancienne version « MAXPID-V2 » représentée)

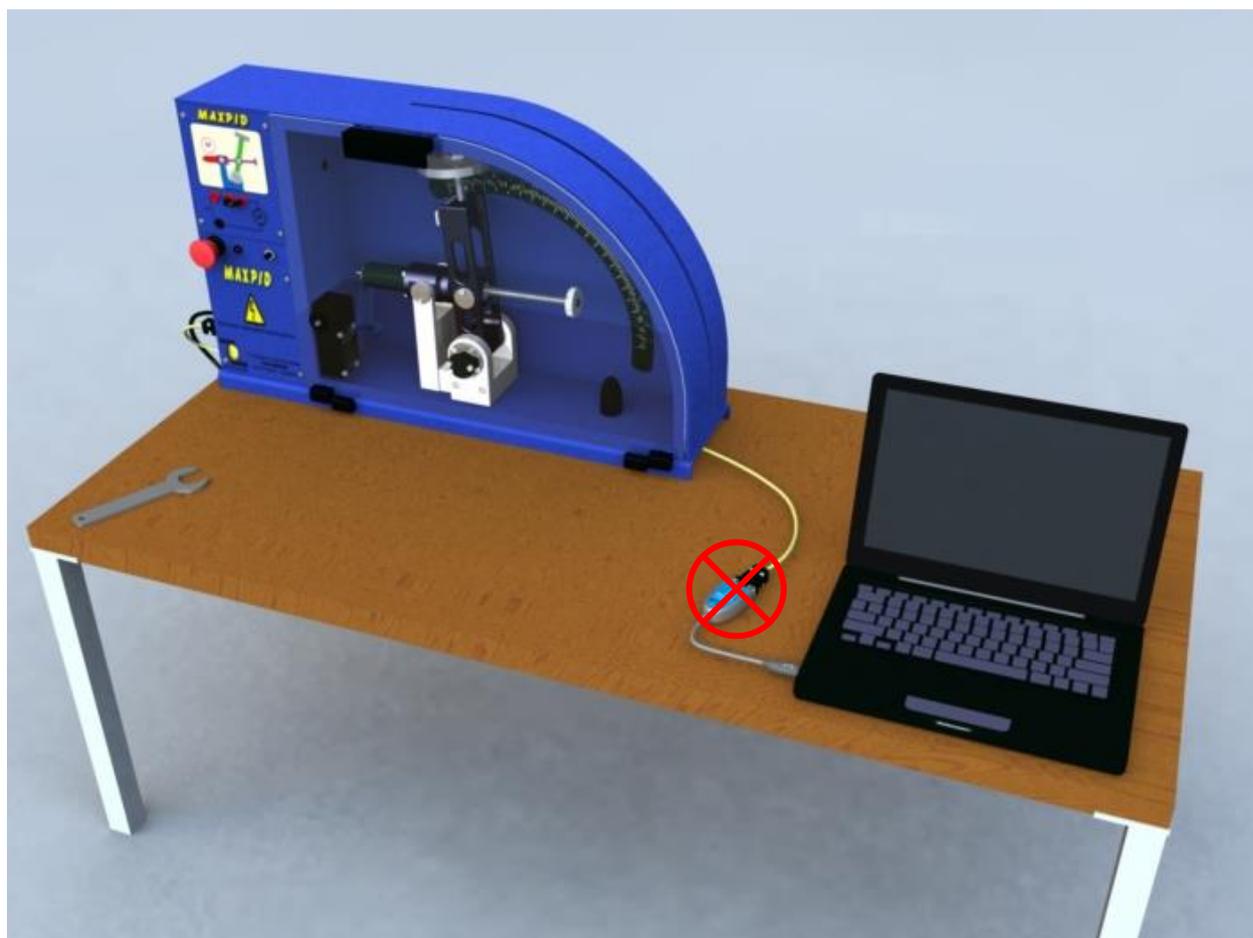


4.3.3 Connexion PC

Raccorder l'autre extrémité du câble de liaison sur un port USB de votre PC.

RAPPEL : Pas de convertisseur sur la version « MAXPID-E »



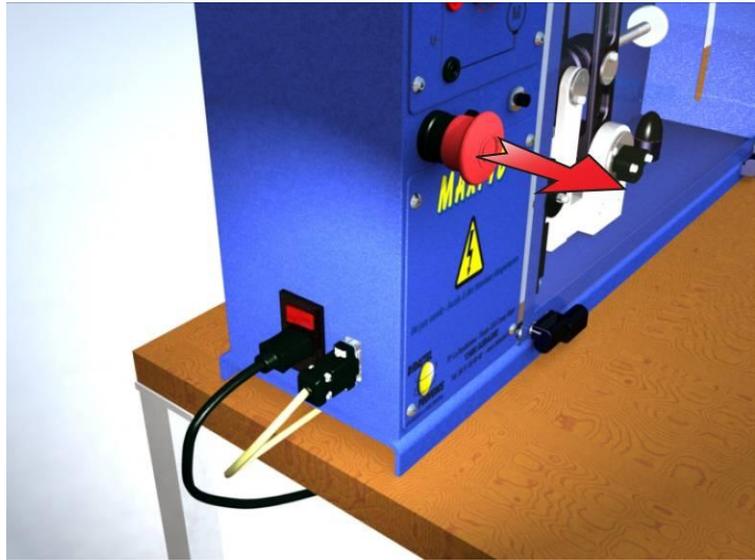


MAXPID EST PRÊT A ÊTRE MIS SOUS TENSION

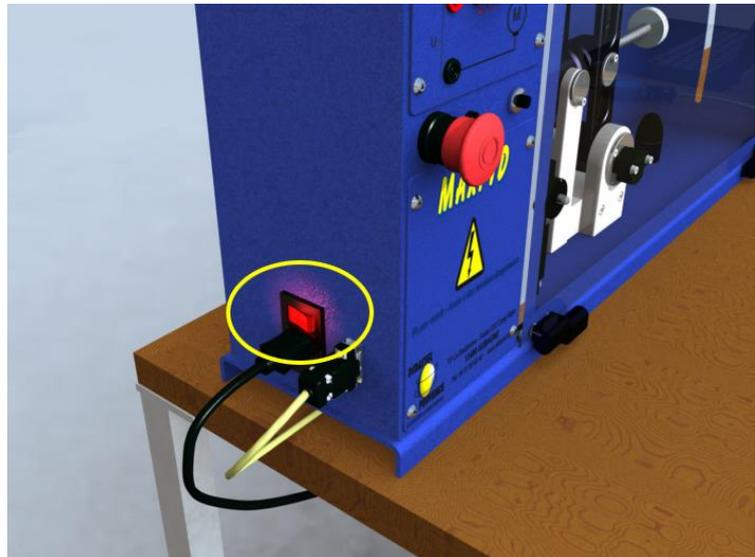
RAPPEL : Pas de convertisseur USB sur la version MAXPID-E

4.4 MISE SOUS TENSION

Vérifier que l'arrêt d'urgence situé sur la face-avant est bien soulevé.



Basculer l'interrupteur général de mise sous tension, le voyant de l'interrupteur s'allume.



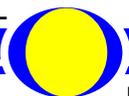
Vérifier que le voyant de présence de la carte de commande EPOS s'allume.

MAXPID est prêt à être utilisé.





PREMIERE UTILISATION





5.1 Accueil et lancement du logiciel

- A l'aide de votre barre des tâches Windows vous pouvez accéder au Groupe « **Interface MAXPID-E** » situé dans le Groupe « **Programmes** » et cliquer sur l'objet « **Interface MAXPID-E** » pour lancer votre interface.

- A l'affichage de l'écran d'accueil ci-dessous, vous devez vous assurer que :

- le système MAXPID-E est bien sous tension ;
- le bouton poussoir d'arrêt d'Urgence sur la face avant du système est bien relevé ;
- le système MAXPID-E est relié par liaison USB à votre PC.



- Si cet écran est barré par le message suivant :

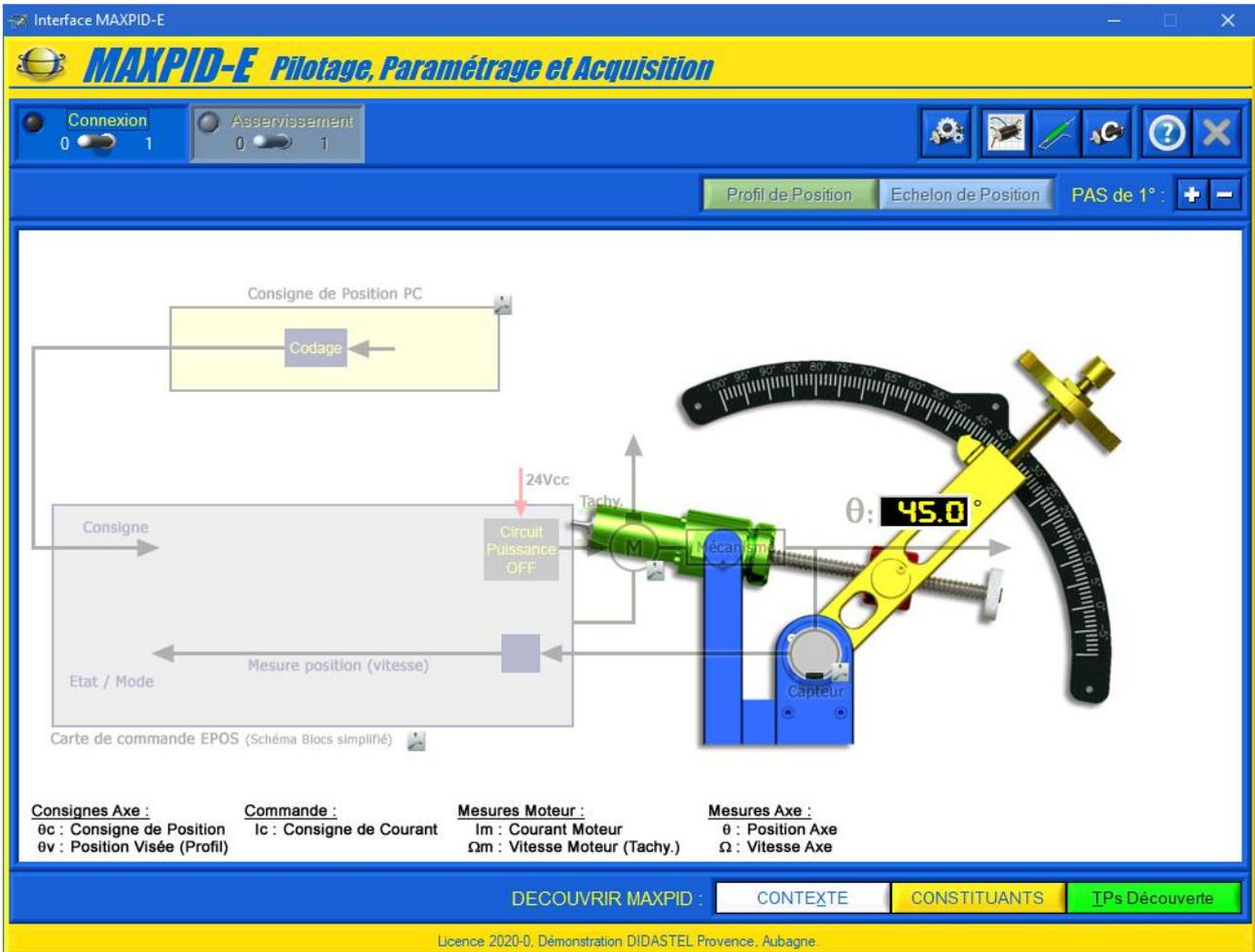
Défaut de licence : enregistrez votre licence à l'aide du cédérom d'installation.

Vous avez oublié ou mal enregistré votre licence. Il est alors impossible d'utiliser l'Interface de Pilotage, Paramétrage et Acquisition du système MAXPID-E.

- Insérez alors le cédérom « Installation Professeur » dans votre PC et enregistrez votre licence ;

- Une fois ces vérifications effectuées, cliquez sur « **Continuer** » pour entrer dans l'Interface PC du système MAXPID-E.

La fenêtre principale de l'Interface MAXPID-E est un écran de type IHM (Interface Homme Machine) et offre à l'utilisateur le choix entre plusieurs objets pour accéder à toutes les fonctions du logiciel :



Chacun d'entre eux peut être sélectionné comme tout objet sous Windows :

- soit par la souris en cliquant sur l'objet désiré ;
- soit en utilisant la touche **TABULATION** de votre clavier pour se placer sur l'objet voulu et en tapant sur la touche **ENTREE**.

Non connectée au système MAXPID-E, l'interface offre des fonctionnalités réduites.

Pour découvrir toutes les fonctionnalités du logiciel, veuillez établir la communication avec le système MAXPID-E, étalonner le capteur de position et activer l'asservissement afin de valider la mise en œuvre de votre système avec le logiciel.

5.2 Etablir la connexion

NOTA :

Avant d'établir la connexion avec le système MAXPID-E vous devez préalablement installer les Pilotes USB de la carte de commandes Moteur « EPOS » de chez « MAXON ».



- Dans la fenêtre principale de l'interface cliquez sur l'interrupteur « **Connexion** » ;

ERREUR CONNEXION :

Si l'établissement de la communication a échoué, un message d'erreur « **ERREUR CONNEXION** » s'affiche sur votre écran, deux défauts sont alors possibles :

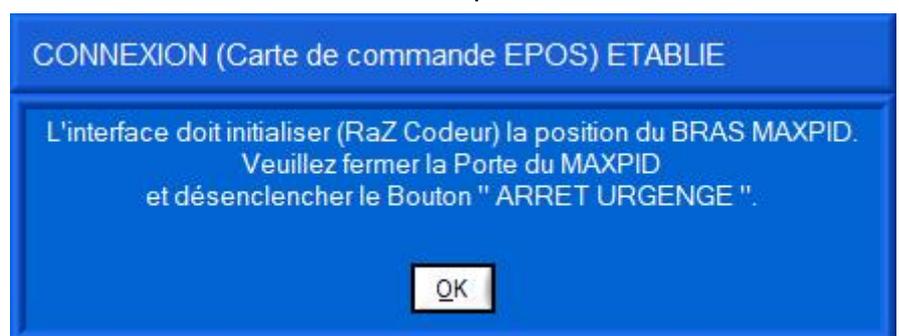


- « **Impossible d'ouvrir le port de communication ...** », la liaison USB de la carte de commande EPOS n'est pas disponible ou sa configuration est incorrecte, vérifiez votre liaison USB et l'installation des pilotes USB ;
- « **Port de communication ouvert, mais dialogue impossible avec la carte de commande EPOS ?** », le port USB choisi est correct, la communication ne s'établit pas, vérifiez si le système MAXPID-E est sous tension.

CONNEXION ETABLIE :

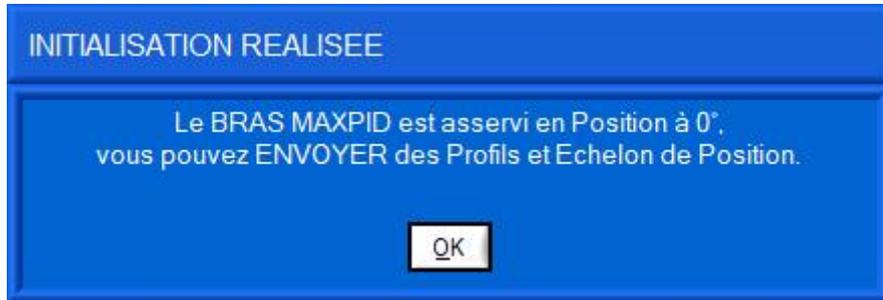
Si la communication est correctement établie, s'affiche à l'écran le panneau « **CONNEXION ETABLIE** » ci-contre.

Le dialogue entre le PC et MAXPID-E est opérationnel.



5.3 Initialisation Axe et activation Asservissement

- Suite à la connexion, cliquez sur « **OK** » sur le panneau d'information « **CONNEXION ETABLIE** » pour initialiser (RaZ codeur) la position du Bras MAXPID-E, le système va automatiquement chercher la butée basse (plot caoutchouc), s'affiche ensuite à l'écran le panneau ci-contre.



De retour à la fenêtre principale, l'axe MAXPID-E est alors asservi avec une consigne de position de 0°, la led verte « **Connexion** » et la led rouge « **Asservissement** » sont allumées :

Interface MAXPID-E

MAXPID-E Pilotage, Paramétrage et Acquisition

Connexion 0 1 Asservissement 0 1

ENVOYER CONSIGNE de POSITION : 0.0 ° 0 qc Profil de Position Echelon de Position PAS de 1° + -

Consigne de Position PC
Codage 0.0 °

Ωm : 0.00 rpm
0.00 V

Ω : 0.00 rad/s
θ : 0.0 °

Carte de commande EPOS (Schéma Blocs simplifié)

Consignes Axe :
θc : Consigne de Position
θv : Position Visée (Profil)

Commande :
Ic : Consigne de Courant

Mesures Moteur :
Im : Courant Moteur
Ωm : Vitesse Moteur (Tachy.)

Mesures Axe :
θ : Position Axe
Ω : Vitesse Axe

DECOUVRIR MAXPID : CONTEXTE CONSTITUANTS IPs Découverte

Licence 2020-0, Démonstration DIDASTEL Provence, Aubagne

Suite à cette opération, les fichiers comportant les paramètres d'asservissement, d'affichage et tracés sont créés dans votre répertoire d'installation de l'Interface MAXPID-E.

5.4 Etalonner le capteur de Position

Cette opération est nécessaire pour que votre logiciel soit étalonné en fonction de la règle graduée (visualisation position bras) de votre système MAXPID-E.

Si le capteur de position n'a pas été étalonné, à la connexion, s'affiche à l'écran la fenêtre suivante :

Le Bras du système MAXPID-E est normalement posé sur plot en caoutchouc (butée basse).

- Veuillez saisir à l'aide de l'objet « θ : » la position du Bras visualisée sur la règle graduée du MAXPID-E, cette position correspond à la butée basse du Bras ;



- Validez cette position basse en sélectionnant « **VALIDER** ».

- Vous pouvez également annuler votre procédure en sélectionnant « **ANNULER** ».

De retour à la fenêtre principale, la position affichée en degrés doit correspondre à la position réelle de votre bras MAXPID (règle de repérage) :

5.5 Positionner l'axe MAXPID-E

- Dans la fenêtre principale et à l'aide de l'objet « **ENVOYER CONSIGNE de POSITION** », saisissez la position souhaitée en degré (45° sur l'exemple ci-contre) :

ENVOYER CONSIGNE de POSITION : **45.0** ° : 1024 qc **Profil de Position** Echelon de Position PAS de 1° : + -

- Cliquez sur le bouton « **Profil de Position** », la demande de position est envoyée à la carte de commande MAXPID6E, le bras se positionne autour de 45°, l'axe MAXPID-E est asservi à la position demandée :

The screenshot displays the MAXPID-E software interface. At the top, the title bar reads "Interface MAXPID-E". Below it, the main window title is "MAXPID-E Pilotage, Paramétrage et Acquisition". The interface includes status indicators for "Connexion" (0) and "Asservissement" (0). The control panel shows "ENVOYER CONSIGNE de POSITION" set to 45.0°, a resolution of 1024 qc, and the "Profil de Position" button selected. The main area features a block diagram of the control system. A "Consigne de Position PC" block outputs 45.0° to a "Codage" block. The control loop includes a "PID Position" block (output ϵ), a "PI Courant" block (output "Commande", current limit $I_c = 201$ mA, motor current limit $I_m = 194$ mA), a motor "M", a "Mécanisme", and a "Capteur". The capteur provides feedback for position θ (1024 qc) and angular velocity Ω (0 rpm). The motor velocity Ω_m is 0.00 rpm and voltage is 0.00 V. The physical mechanism is shown with a protractor indicating the arm is at 45.0°. The "Etat / Mode" section shows "ACTIVE" and "PROFIL DE POSITION".

Consignes Axe :
 θ_c : Consigne de Position
 θ_v : Position Visée (Profil)

Commande :
 I_c : Consigne de Courant

Mesures Moteur :
 I_m : Courant Moteur
 Ω_m : Vitesse Moteur (Tachy.)

Mesures Axe :
 θ : Position Axe
 Ω : Vitesse Axe

DECOUVRIR MAXPID : CONTEXTE CONSTITUANTS IPs Découverte

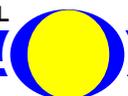
Licence 2020-0, Démonstration DIDASTEL Provence, Aubagne.

5.5 Les Fonction de l'Interface MAXPID-E

Cette interface vous permet de :

- Etablir la communication entre l'ordinateur et le système MAXPID-E ;
- Etalonner le capteur de position ;
- Paramétrer la carte de commande du système MAXPID-E :
 - o Paramètre du Profil de Position (trapèze de vitesse) ;
 - o Correcteur PID Position ;
 - o Erreur de poursuite ;
 - o Etc. ;
- Piloter MAXPID et envoyer les sollicitations suivantes :
 - o Profil de Position ;
 - o Echelon de Position ;
 - o Commande Sinusoïdale ;
 - o Commande en Courant, boucle de Position ouverte ;
- Lancer une sollicitation et acquérir les grandeurs physiques de la réponse :
 - o Consigne de Position, Vitesse et Courant ;
 - o Mesure Position Axe, Vitesse Axe, Courant Moteur et Vitesse (Génératrice tachymétrique) ;
- Accéder à un schéma cinématique 3D animé interconnecté au système MAXPID-E ;
- Mesurer du couple statique moteur ;
- Accéder en ligne aux documentations utiles ;
- Réaliser les Travaux de découverte du système MAXPID ;
- Découvrir le Contexte du robot PLANECO de tri des déchets ;
- Accéder aux Constituants du système MAXPID.

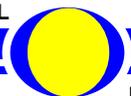
**VEUILLEZ CONSULTER LE MANUEL DE L'INTERFACE
MAXPID-E POUR DECOUVRIR TOUTE LES
FONCTIONNALITES DU LOGICIEL.**







RESSOURCES CONSTRUCTEUR





6.1 Schéma de câblage



6.2 Alimentation 24V



100W Single Output Switching Power Supply

LRS-100 series

SPECIFICATION

MODEL		LRS-100-3.3	LRS-100-5	LRS-100-12	LRS-100-15	LRS-100-24	LRS-100-36	LRS-100-48	
OUTPUT	DC VOLTAGE	3.3V	5V	12V	15V	24V	36V	48V	
	RATED CURRENT	20A	18A	8.5A	7A	4.5A	2.8A	2.3A	
	CURRENT RANGE	0 ~ 20A	0 ~ 18A	0 ~ 8.5A	0 ~ 7A	0 ~ 4.5A	0 ~ 2.8A	0 ~ 2.3A	
	RATED POWER	66W	90W	102W	105W	108W	100.8W	110.4W	
	RIPPLE & NOISE (max.) Note.2	100mVp-p	100mVp-p	120mVp-p	120mVp-p	150mVp-p	200mVp-p	200mVp-p	
	VOLTAGE ADJ. RANGE	2.97 ~ 3.6V	4.5 ~ 5.5V	10.2 ~ 13.8V	13.5 ~ 18V	21.6 ~ 28.8V	32.4 ~ 39.6V	43.2 ~ 52.8V	
	VOLTAGE TOLERANCE Note.3	±3.0%	±2.0%	±1.0%	±1.0%	±1.0%	±1.0%	±1.0%	
	LINE REGULATION Note.4	±0.5%	±0.5%	±0.5%	±0.5%	±0.5%	±0.5%	±0.5%	
	LOAD REGULATION Note.5	±2.0%	±1.0%	±0.5%	±0.5%	±0.5%	±0.5%	±0.5%	
	SETUP, RISE TIME	500ms, 30ms/230VAC 500ms, 30ms/115VAC at full load							
HOLD UP TIME (Typ.)	55ms/230VAC 10ms/115VAC at full load								
INPUT	VOLTAGE RANGE	85 ~ 264VAC 120 ~ 373VDC (Withstand 300VAC surge for 5sec. Without damage)							
	FREQUENCY RANGE	47 ~ 63Hz							
	EFFICIENCY (Typ.)	84.5%	86%	88%	88.5%	90%	90.5%	91%	
	AC CURRENT (Typ.)	1.9A/115VAC 1.2A/230VAC							
	INRUSH CURRENT (Typ.)	COLD START 50A/230VAC							
	LEAKAGE CURRENT	<0.75mA / 240VAC							
PROTECTION	OVER LOAD	110 ~ 150% rated output power Protection type : Hiccup mode, recovers automatically after fault condition is removed							
	OVER VOLTAGE	3.8 ~ 4.45V	5.75 ~ 6.75V	13.8 ~ 16.2V	18.75 ~ 21.75V	28.8 ~ 33.6V	41.4 ~ 48.6V	55.2 ~ 64.8V	
		Protection type : Shut down o/p voltage, re-power on to recover							
ENVIRONMENT	WORKING TEMP.	-30 ~ +70°C (Refer to "Derating Curve")							
	WORKING HUMIDITY	20 ~ 90% RH non-condensing							
	STORAGE TEMP., HUMIDITY	-40 ~ +85°C, 10 ~ 95% RH							
	TEMP. COEFFICIENT	±0.03%/°C (0 ~ 50°C)							
	VIBRATION	10 ~ 500Hz, 5G 10min./1cycle, 60min. each along X, Y, Z axes							
SAFETY & EMC (Note 8)	SAFETY STANDARDS	UL60950-1, TUV EN60950-1, EN60335-1, EN61558-1/-2-16, CCC GB4943 approved							
	WITHSTAND VOLTAGE	I/P-O/P:3.75KVAC I/P-FG:2KVAC O/P-FG:1.25KVAC							
	ISOLATION RESISTANCE	I/P-O/P, I/P-FG, O/P-FG:100M Ohms / 500VDC / 25°C / 70% RH							
	EMC EMISSION	Compliance to EN55022 (CISPR22), GB9254 Class B, EN55014 EN61000-3-2,-3							
	EMC IMMUNITY	Compliance to EN61000-4-2,3,4,5,6,8,11, EN61000-6-2 (EN50082-2), heavy industry level, criteria A							
OTHERS	MTBF	720.6K hrs min. MIL-HDBK-217F (25°C)							
	DIMENSION	129*97*30mm (L*W*H)							
	PACKING	0.34Kg ; 40pcs/14.6Kg/0.92CUFT							
NOTE	<p>1. All parameters NOT specially mentioned are measured at 230VAC input, rated load and 25°C of ambient temperature.</p> <p>2. Ripple & noise are measured at 20MHz of bandwidth by using a 12" twisted pair-wire terminated with a 0.1uF & 47uF parallel capacitor.</p> <p>3. Tolerance : includes set up tolerance, line regulation and load regulation.</p> <p>4. Line regulation is measured from low line to high line at rated load.</p> <p>5. Load regulation is measured from 0% to 100% rated load.</p> <p>6. Length of set up time is measured at cold first start. Turning ON/OFF the power supply very quickly may lead to increase of the set up time.</p> <p>7. The ambient temperature derating of 5°C/1000m is needed for operating altitude greater than 2000m(6500ft).</p> <p>8. The power supply is considered a component which will be installed into a final equipment. All the EMC tests are been executed by mounting the unit on a 360mm*360mm metal plate with 1mm of thickness. The final equipment must be re-confirmed that it still meets EMC directives. For guidance on how to perform these EMC tests, please refer to "EMI testing of component power supplies." (as available on http://www.meanwell.com)</p>								



6.3 Régulateur Shunt

maxon motor

maxon motor control

Shunt Regulator DSR 50/5

Order Number 309687

Operating Instructions

August 2005 Edition

The shunt regulator DSR 50/5 is designed to limit the supply voltage of the amplifier. The threshold voltage can be selected as 27 V for up to 24 V supply voltage or as 56 V for up to 50 V supply voltage.

The shunt regulator DSR 50/5 is an article from the supplementary product line of maxon motor control.

Putting it into operation is very easy - additional equipment is not required.

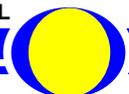
In normal operation the value of the supply voltage is given by the power supply. 4-quadrant amplifiers are able to feed back brake energy into the supply and therefore work like a generator. Thus a long braking process can cause the supply voltage to rise due to the feed back energy. The task of the shunt regulator is to limit the voltage increase up to a permissible value and to transform the excess energy into heat.



Table of contents

1	Safety Instructions	2
2	Performance Data	3
3	Minimum External Wiring	4
4	Operating Instructions	5
5	Operating Status	6
6	Diagram 1: Maximal performance depending on time	7
7	Diagram 2: Maximal power dissipation depending on temperature.....	7
8	Block Diagram	8
9	Dimension Drawing	8

The latest edition of these operating instructions may be downloaded from the internet as a PDF-file under www.maxonmotor.com, category "Service", subdirectory "Downloads", Order Number 309687.



2 Performance Data

2.1 Electrical data

Supply voltage V_{CC}	12...50 VDC
Threshold voltage V_{th}	27 VDC or 56 VDC
Max. continuous power loss P_{cont} without additional cooling at $T_U=25^\circ\text{C}$	10 W
Intermittent power loss P_{max}	see Diagram 1, Chapter 6
Max. current	5 A
No-load current	15 mA

2.2 Capacity

Capacity of the capacitors	940 μF
----------------------------------	-------------------

2.3 Inputs

Voltage Input	12...50 VDC
Set value of the threshold voltage	selectable by jumper JP1

2.4 Outputs

Voltage Output	12...50 VDC
----------------------	-------------

2.5 Display

LED green	Operating status
LED yellow	Shunt regulator active

2.6 Ambient temperature / humidity range

Operation temperature	see Diagram 2, Chapter 7
Storage	-40...+85°C
No condensation	20...80 %

2.7 Mechanical data

Weight	approx. 60 g
Dimensions	see Dimension drawing, Chapter 9
Fastening	Mounting plate for M3 screws

2.8 Connections

Removable PCB-clamps	4 poles
Pitch	3.5 mm
Suitable for wire cross section	0.14...1.5 mm^2 (AWG 26-16)

8 Block Diagram

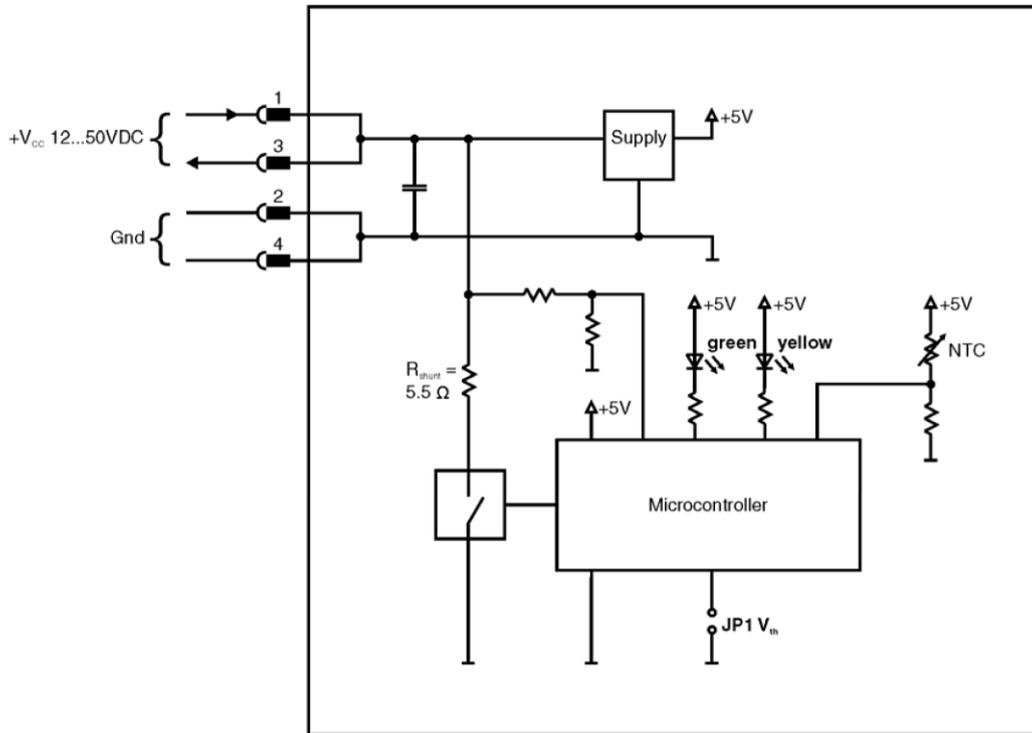


Figure 2: Block Diagramm

9 Dimension Drawing

Dimensions in [mm]

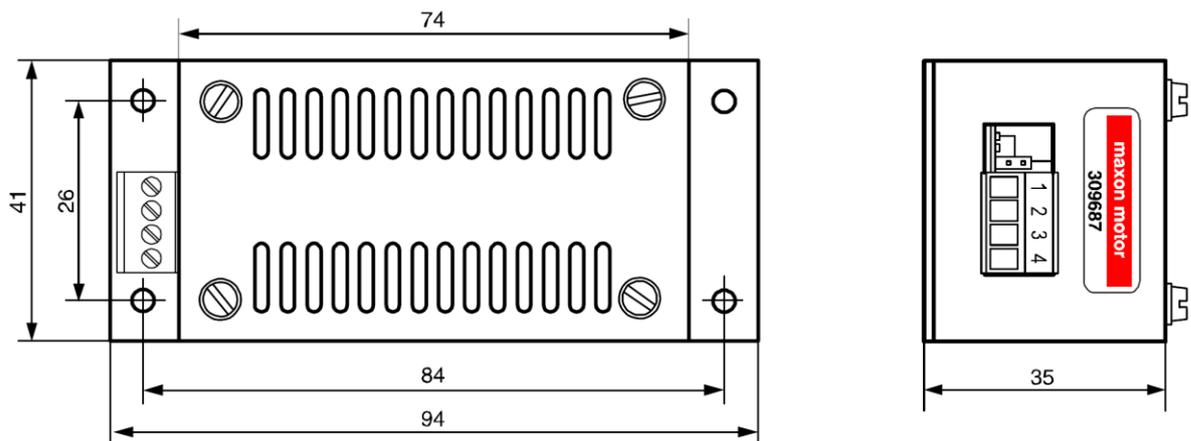


Figure 3: Dimension drawing

6.4 Carte de commande EPOS2

maxon motor

3 Technical Data

3.1 Electrical Data

Rating	
Nominal power supply voltage V_{CC}	11...24 VDC
Nominal logic supply voltage V_C (optional)	11...24 VDC
Absolute minimum supply voltage	10 VDC
Absolute max. supply voltage	28 VDC
Max. output voltage	$0.9 \cdot V_{CC}$
Max. output current I_{max} (<1sec)	10 A
Continuous output current I_{cont}	5 A
Switching frequency	50 kHz
Max. efficiency	92%
Sample rate PI – current controller	10 kHz
Sample rate PI – speed controller	1 kHz
Sample rate PID – positioning controller	1 kHz
Max. speed @ sinusoidal commutation (motors with 1 pole pair)	25 000 rpm
Max. speed @ block commutation (motors with 1 pole pair)	100 000 rpm
Built-in motor choke per phase	15 μ H / 5 A

Table 3-4 Electrical Data – Rating

Inputs	
Hall sensor signals	Hall sensor 1, Hall sensor 2 and Hall sensor 3 for Hall effect sensor ICs (Schmitt trigger with open collector output)
Encoder signals	A, A _B , B, B _B , I, I _B (max. 5 MHz) internal line receiver EIA RS422 Standard
Digital Input 1 ("General Purpose")	+3...+24 VDC (R _i = 8 k Ω)
Digital Input 2 ("General Purpose")	+3...+24 VDC (R _i = 8 k Ω)
Digital Input 3 ("General Purpose")	+3...+24 VDC (R _i = 8 k Ω)
Digital Input 4 ("Home Switch")	+9...+24 VDC (R _i = 4 k Ω)
Digital Input 5 ("Positive Limit Switch")	+9...+24 VDC (R _i = 4 k Ω)
Digital Input 6 ("Negative Limit Switch")	+9...+24 VDC (R _i = 4 k Ω)
Analog Input 1	resolution 12-bit 0...+5 V (R _i = 47 k Ω)
Analog Input 2	resolution 12-bit 0...+5 V (R _i = 47 k Ω)
CAN ID (CAN identification)	ID 1...127 configurable via DIP switch or software

Table 3-5 Electrical Data – Inputs

Outputs	
Digital Output 1 ("General Purpose"), open drain	max. 24 VDC (I _L <100 mA)
Digital Output 2 ("General Purpose"), open drain	max. 24 VDC (I _L <100 mA)
Digital Output 3 ("General Purpose"), open drain	max. 24 VDC (I _L <100 mA)
Digital Output 4 ("Brake") open drain	max. 24 VDC (I _L <1000 mA)

Table 3-6 Electrical Data – Outputs



maxon motor

Voltage Outputs	
Encoder supply voltage	+5 VDC ($I_L < 100$ mA)
Hall sensors supply voltage	+5 VDC ($I_L < 30$ mA)
Auxiliary output voltage	V_{cc} ($I_L < 1300$ mA)

Table 3-7 Electrical Data – Voltage Outputs

Motor Connections	
maxon EC motor	maxon DC motor
Motor winding 1	+ Motor
Motor winding 2	- Motor
Motor winding 3	

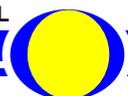
Table 3-8 Electrical Data – Motor Connections

Interfaces		
RS232	RxD; TxD	max. 115 200 bit/s
USB 2.0 / USB 3.0	Data+; Data-	full speed
CAN 1	CAN_H (high); CAN_L (low)	max. 1 Mbit/s
CAN 2	CAN_H (high); CAN_L (low)	max. 1 Mbit/s

Table 3-9 Electrical Data – Interfaces

Status Indicators	
Operation	green LED
Error	red LED

Table 3-10 Electrical Data – LEDs



9 Controller Architecture

9.1 In Brief

A wide variety of operating modes permit flexible configuration of drive and automation systems by using positioning, speed and current regulation. The built-in CANopen interface allows networking to multiple axes drives as well as online commanding by CAN bus master units.

In addition to the standard EPOS2 PID position control, also feedforward compensation is available. The feedforward compensation provides faster setpoint following in applications with higher load inertia and accelerations and/or in applications with considerable speed-dependent load (as with friction-afflicted drives). With some EPOS2 Positioning Controllers, dual loop regulation is available.

9.1.1 Objective

The present Application Note explains the EPOS2 controller architecture. Furthermore explained will be mapping of internal controller parameters to controller parameters in SI units, and vice versa.

In addition to PID position regulation, the functionalities of built-in acceleration and velocity feedforward are described. Their advantages, compared to simple PID control are shown using two "in practice examples".

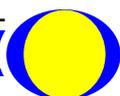
Contents

9.2 Overview	9-123
9.3 Regulation Methods	9-124
9.4 Regulation Tuning	9-127
9.5 Dual Loop Regulation	9-128
9.6 Application Examples	9-131
9.7 Conclusion	9-145

9.1.2 Scope

Hardware	Order #	Firmware Version	Reference
EPOS2		2121h	Firmware Specification
EPOS2 70/10	375711	2120h or higher	
EPOS2 50/5	347717	2110h or higher	
EPOS2 Module 36/2	360665	2110h or higher	
EPOS2 24/5	367676	2110h or higher	
EPOS2 24/2	380264 390003 390438 530239	2121h or higher	

Table 9-121 Controller Architecture – covered Hardware and required Documents



9.2 Overview

The EPOS2 controller architecture contains three built-in control loops.

- Current regulation is used in all modes.
- Position and velocity controllers are only used in position-based, respectively velocity-based modes.
- Current control loop receives as input the position, respectively velocity controller's output.

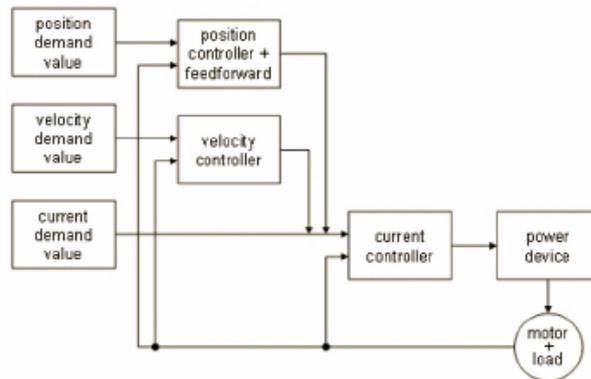


Figure 9-73 Controller Architecture

maxon motor

Controller Architecture
Regulation Methods

9.3 Regulation Methods

9.3.1 Current Regulation

During a movement within a drive system, forces and/or torques must be controlled. Therefore, as a principal regulation structure, EPOS2 offers current-based control.

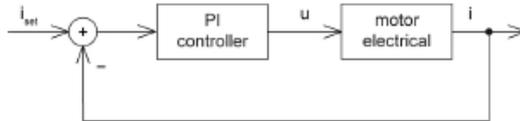


Figure 9-74 Controller Architecture – Current Regulator

Constants

Sampling period: $T_s = 100 \mu\text{s}$

Object Dictionary Entries

Symbol	Name	Index	Subindex
K_{P_EPOS2}	Current Regulator P-Gain	0x60F6	0x01
K_{I_EPOS2}	Current Regulator I-Gain	0x60F6	0x02

Table 9-123 Current Regulation – Object Dictionary

Conversion of PI Controller Parameters (EPOS2 to SI Units)

$$K_{P...SI} = \frac{1\Omega}{2^8} \cdot K_{P...EPOS2} = 3.91\text{m}\Omega \cdot K_{P...EPOS2}$$

$$K_{I...SI} = \frac{1\Omega}{2^8 T_s} \cdot K_{I...EPOS2} = 39.1 \frac{\Omega}{\text{s}} \cdot K_{I...EPOS2}$$

Current controller parameters in SI units can be used in analytical calculations, respectively numerical simulations via transfer function:

$$C_{\text{current}}(s) = K_{P...SI} + \frac{K_{I...SI}}{s}$$



9.3.2 Velocity Regulation (with Feedforward)

Based on the subordinated current control, EPOS2 also offers velocity regulation.

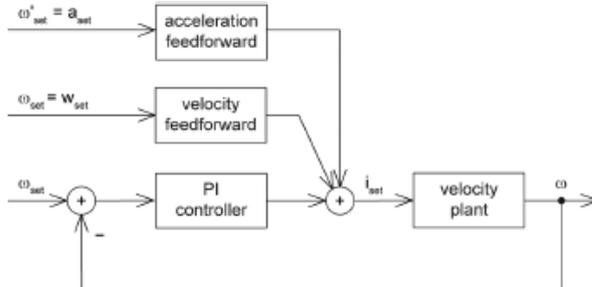


Figure 9-75 Controller Architecture – Velocity Regulator

Constants

Sampling period: $T_s = 1 \text{ ms}$

Object Dictionary Entries

Symbol	Name	Index	Subindex
K_{p_EPOS2}	Speed Regulator P-Gain	0x60F9	0x01
K_{I_EPOS2}	Speed Regulator I-Gain	0x60F9	0x02
K_{ω_EPOS2}	Velocity Feedforward Factor in Speed Regulator	0x60F9	0x04
K_{α_EPOS2}	Acceleration Feedforward Factor in Speed Regulator	0x60F9	0x05

Table 9-124 Velocity Regulation – Object Dictionary

Conversion of PI Controller Parameters (EPOS2 to SI Units)

$$K_{P...SI} = 20 \frac{\mu A}{(rad)/s} \cdot K_{P...EPOS2}$$

$$K_{I...SI} = 5 \frac{(mA)/s}{(rad)/s} \cdot K_{I...EPOS2}$$

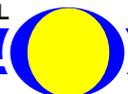
Velocity controller parameters in SI units can be used in analytical calculations, respectively numerical simulations via transfer function:

$$C_{velocity}(s) = K_{P...SI} + \frac{K_{I...SI}}{s}$$

Conversion of Feedforward Parameters (EPOS2 to SI Units)

Velocity feedforward: $K_{\omega...SI} = 1 \frac{\mu A}{(rad)/s} \cdot K_{\omega...EPOS2}$

Acceleration feedforward: $K_{\alpha...SI} = 1 \frac{\mu A}{(rad)/s^2} \cdot K_{\alpha...EPOS2}$



9.3.3 Position Regulation (with Feedforward)

Based on the subordinated current control, EPOS2 is able to close a positioning control loop.

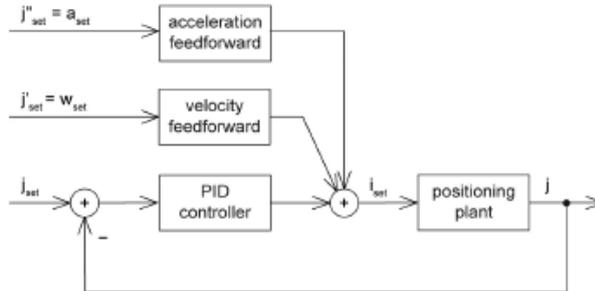


Figure 9-76 Controller Architecture – Position Regulator with Feedforward

Constants

Sampling period: $T_s = 1 \text{ ms}$

Object Dictionary Entries

Symbol	Name	Index	Subindex
K_{p_EPOS2}	Position Regulator P-Gain	0x60FB	0x01
K_{i_EPOS2}	Position Regulator I-Gain	0x60FB	0x02
K_{d_EPOS2}	Position Regulator D-Gain	0x60FB	0x03
K_{v_EPOS2}	Velocity Feedforward Factor in Position Regulator	0x60FB	0x04
K_{a_EPOS2}	Acceleration Feedforward Factor in Position Regulator	0x60FB	0x05

Table 9-125 Position Regulation with Feedforward – Object Dictionary

The position controller is implemented as PID controller. To improve the motion system's setpoint following, positioning regulation is supplemented by feedforward control. Thereby, velocity feedforward serves for compensation of speed-proportional friction, whereas acceleration feedforward considers known inertia.

Conversion of PI Controller Parameters (EPOS2 to SI Units)

$$K_{P...SI} = 10 \frac{mA}{rad} \cdot K_{P...EPOS2}$$

$$K_{I...SI} = 78 \frac{(mA)/s}{rad} \cdot K_{I...EPOS2}$$

$$K_{D...SI} = 80 \frac{\mu As}{rad} \cdot K_{D...EPOS2}$$

Position controller parameters in SI units can be used in analytical calculations, respectively numerical simulations via transfer function:

$$C_{position}(s) = K_{P...SI} + \frac{K_{I...SI}}{s} + \frac{K_{D...SI}s}{1 + \frac{K_{D...SI}}{16K_{P...SI}}s}$$



Conversion of Feedforward Parameters (EPOS2 to SI Units)

$$\text{Velocity feedforward: } K_{\omega...SI} = 1 \frac{\mu A}{(rad)/s} \cdot K_{\omega...EPOS2}$$

$$\text{Acceleration feedforward: } K_{\alpha...SI} = 1 \frac{\mu A}{(rad)/s^2} \cdot K_{\alpha...EPOS2}$$

9.3.4 Operation Modes with Feedforward

Acceleration and velocity feedforward have an effect in «Profile Position Mode», «Profile Velocity Mode» and «Homing Mode». All other operating modes are not influenced.

9.3.4.1 Purpose of Velocity Feedforward

Velocity feedforward provides additional current in cases, where the load increases with speed, such as speed-dependent friction. The load is assumed to increase proportional with speed. The optimal velocity feedforward parameter in SI units is...

$$K_{\omega...SI} = \frac{r}{k_M}$$

Meaning: With given total friction proportional factor "r" relative to the motor shaft, and the motor's torque constant "k_M", you ought to adjust the velocity feedforward parameter to...

$$K_{\omega...EPOS2} = \frac{r}{k_M} \cdot \frac{(rad)/s}{1\mu A} = \frac{r}{k_M} \cdot \frac{10^6 (rad)/s}{A}$$

9.3.4.2 Purpose of Acceleration Feedforward

Acceleration feedforward provides additional current in cases of high acceleration and/or high load inertias. The optimal acceleration feedforward parameter in SI units is...

$$K_{\alpha...SI} = \frac{J}{k_M}$$

Meaning: With given total inertia "J" relative to the motor shaft, and the motor's torque constant "k_M", you ought to adjust the acceleration feedforward parameter to...

$$K_{\alpha...EPOS2} = \frac{J}{k_M} \cdot \frac{(rad)/s^2}{1\mu A} = \frac{J}{k_M} \cdot \frac{10^6 (rad)/s^2}{A}$$

maxon motor

Controller Architecture
Application Examples

Electrical Part

$$R = 1.25 \Omega$$

$$L = 0.319 \text{ mH}$$

Interface between electrical and mechanical Parts

$$k_M = 38.2 \frac{\text{mNm}}{\text{A}}$$

Mechanical Part

$$J = J_{\text{motor}} + J_{\text{load}} = 5085 \text{ gcm}^2$$

$$r = \frac{k_M I_0}{n_0 \frac{2\pi \text{rad}}{1} \cdot \frac{1 \text{min}}{60 \text{s}}} = \frac{9.86 \text{ mNm}}{1089 \text{ rad}^2} = 9.05 \frac{\mu\text{Nm}}{(\text{rad})/\text{s}}$$

- Input is the voltage at the motor winding.
- Outputs are current, velocity or position.

Regulation Tuning as to the described conditions results in the following controller and feedforward parameters:

Index	Subindex	Name	Type	Access	Value
0x2001	End0	CAN Baudrate	UV16	RW	0
0x2002	End0	RS232 Baudrate	UV16	RW	5
0x2008	End0	Miscellaneous Configuration	UV16	RW	0
0x200A	End0	CAN Baudrate Debort	UV16	RO	0
0x2210		Sensor Configuration			
0x2211	End1	Pulse Number Incremental Encoder 1	UV16	RW	500
0x2212	End2	Position Sensor Type	UV16	RW	1
0x2213	End4	Position Sensor Polarity	UV16	RW	0
0x6003	End0	Max Following Error	UV16	RW	20000
0x600F		Current Control Parameter Set			
0x6016	End1	Current Regulator P-Gain	Int16	RW	434
0x6016	End2	Current Regulator I-Gain	Int16	RW	105
0x601F		Velocity Control Parameter Set			
0x601F	End1	Speed Regulator P-Gain	Int16	RW	21983
0x601F	End2	Speed Regulator I-Gain	Int16	RW	747
0x601F	End4	Velocity Feedforward Factor in Speed Regulator	UV16	RW	0
0x601F	End5	Acceleration Feedforward Factor in Speed Regulator	UV16	RW	13961
0x601F		Position Control Parameter Set			
0x601F	End1	Position Regulator P-Gain	Int16	RW	1128
0x601F	End2	Position Regulator I-Gain	Int16	RW	813
0x601F	End3	Position Regulator D-Gain	Int16	RW	8244
0x601F	End4	Velocity Feedforward Factor in Position Regulator	UV16	RW	0
0x601F	End5	Acceleration Feedforward Factor in Position Regulator	UV16	RW	13961
0x6402	End0	Motor Type	UV16	RW	1
0x6410		Motor Data			
0x6411	End1	Continuous Current Limit	UV16	RW	1938
0x6411	End2	Output Current Limit	UV16	RW	3948
0x6411	End3	Pole Pair Number	UV8	RW	1
0x6411	End4	Maximal Motor Speed	UV16	RW	12000
0x6411	End5	Thermal Time Constant Winding	UV16	RW	300

Figure 9-81 Example1 – System Parameters, real



For numerical simulation, the conversion results from EPOS2 to SI units are as follows:

Current Controller

$$K_{P...EPOS2} = 434 \quad \Rightarrow \quad K_{P...SI} = 1.70\Omega$$

$$K_{I...EPOS2} = 105 \quad \Rightarrow \quad K_{I...SI} = 4.11 \frac{k\Omega}{s}$$

Velocity Controller

$$K_{P...EPOS2} = 21983 \quad \Rightarrow \quad K_{P...SI} = 0.440 \frac{A}{(rad)/s}$$

$$K_{I...EPOS2} = 747 \quad \Rightarrow \quad K_{I...SI} = 3.74 \frac{A/s}{(rad)/s}$$

Position Controller

$$K_{P...EPOS2} = 1120 \quad \Rightarrow \quad K_{P...SI} = 11.2 \frac{A}{rad}$$

$$K_{I...EPOS2} = 812 \quad \Rightarrow \quad K_{I...SI} = 63.2 \frac{A/s}{rad}$$

$$K_{D...EPOS2} = 8244 \quad \Rightarrow \quad K_{D...SI} = 0.660 \frac{As}{rad}$$

Positioning and Velocity Feedforward

$$K_{\omega...EPOS2} = 0 \quad \Rightarrow \quad K_{\omega...SI} = 0 \frac{A}{(rad)/s}$$

$$K_{\alpha...EPOS2} = 13061 \quad \Rightarrow \quad K_{\alpha...SI} = 13.06 \frac{mA}{(rad)/s^2}$$

Plausibility Check

$$K_{\omega...SI} = \frac{r}{k_M} = 237 \frac{\mu A}{(rad)/s} \quad (\Rightarrow) \quad K_{\omega...SI} = 237 \frac{\mu A}{(rad)/s} \sim 0 \frac{A}{(rad)/s} \quad \checkmark$$

$$K_{\alpha...SI} = \frac{J}{k_M} = \frac{5085 \cdot 10^{-7} \frac{Nm}{(rad)/s}}{38.2 \cdot 10^{-3} \frac{Nm}{A}} = 13.3 \frac{mA}{(rad)/s^2} \quad \checkmark$$



maxon motor

Controller Architecture
Application Examples

Verification of Current Control

The plant is connected to the PI current controller. The controller is parameterized as described above.

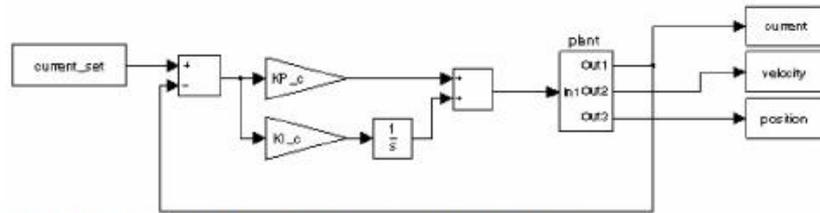


Figure 9-82 Example1 – Current Regulation, Block Model

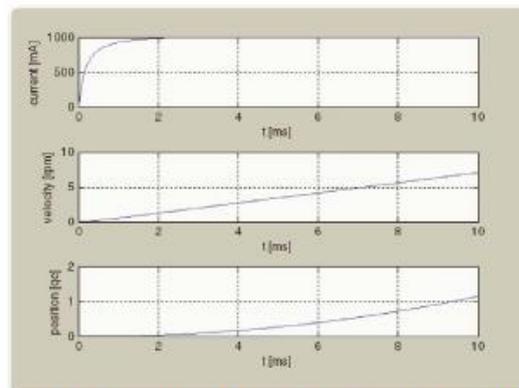


Figure 9-83 Example1 – Current Regulation, simulated

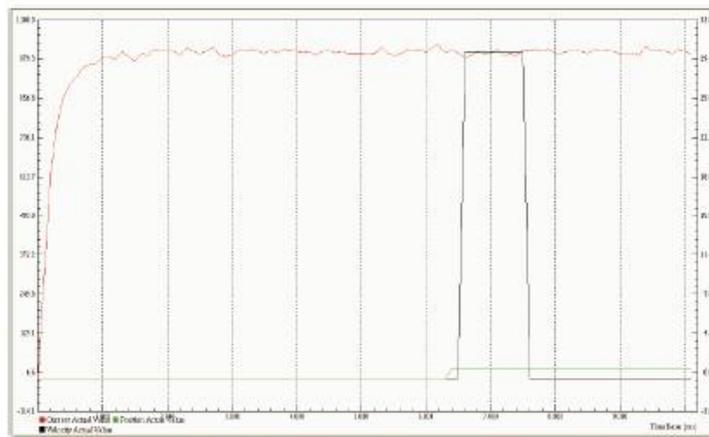
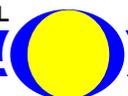


Figure 9-84 Example1 – Current Regulation, measured



Verification of Velocity Control

The PI velocity controller is connected to current regulation.

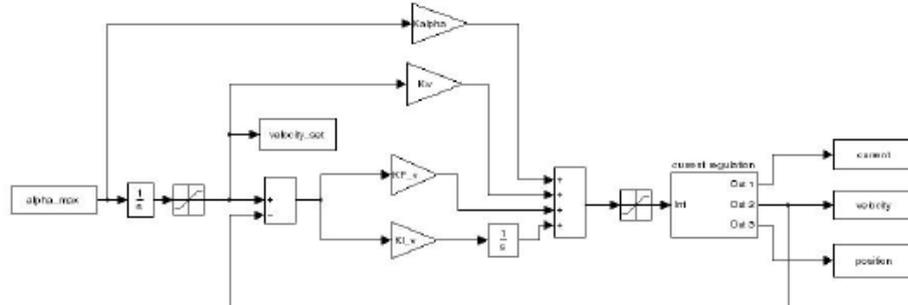


Figure 9-85 Example1 – Velocity Regulation, Block Model

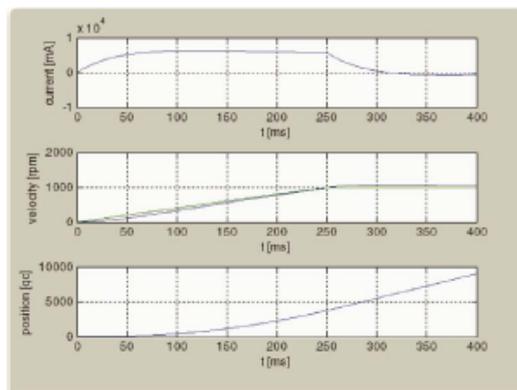


Figure 9-86 Example1 – Velocity Regulation, simulated

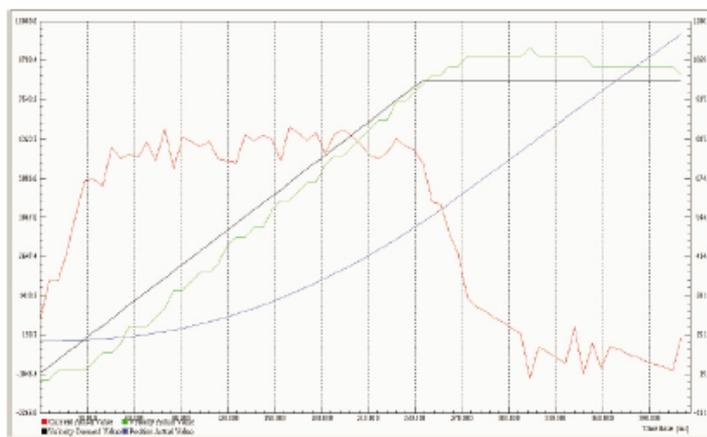
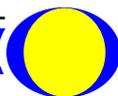


Figure 9-87 Example1 – Velocity Regulation, measured



maxon motor

Controller Architecture
Application Examples

Verification of Position Control with Feedforward

The PID position controller is connected to current regulation.

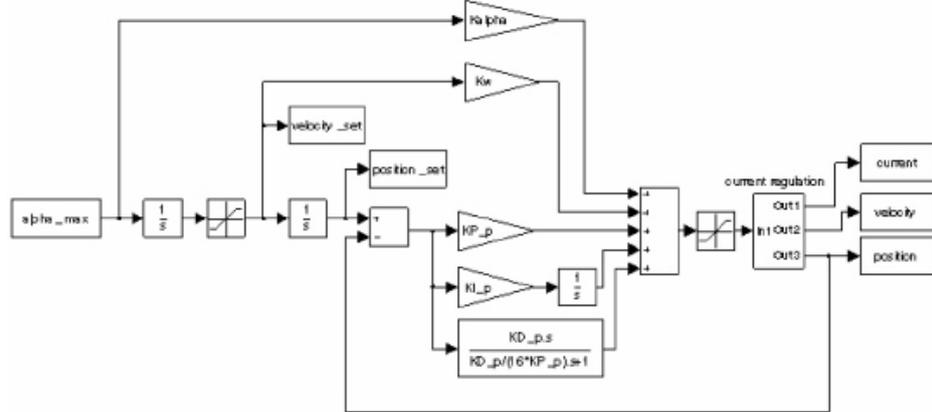


Figure 9-88 Example1 – Position Control with Feedforward, Block Model

With correct Feedforward

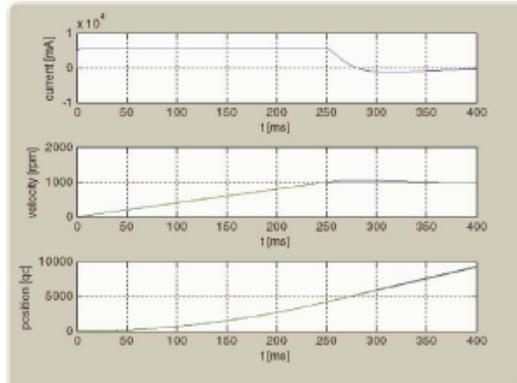


Figure 9-89 Example1 – Position Control with Feedforward, simulated

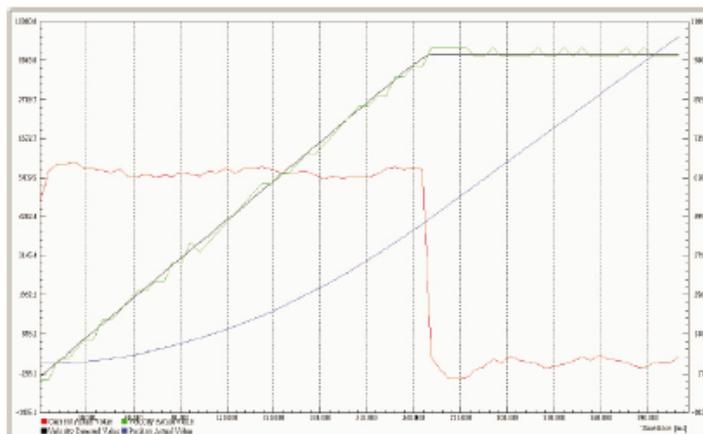


Figure 9-90 Example1 – Position Control with Feedforward, measured



Without Feedforward

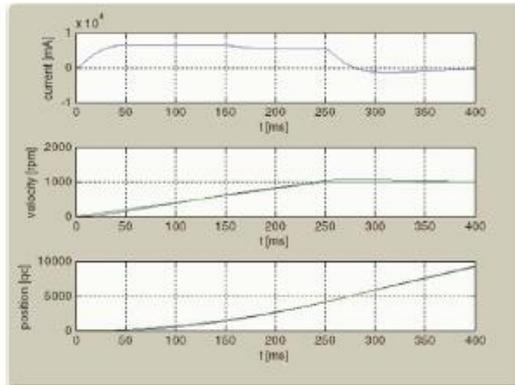


Figure 9-91 Example1 – Position Control without Feedforward, simulated

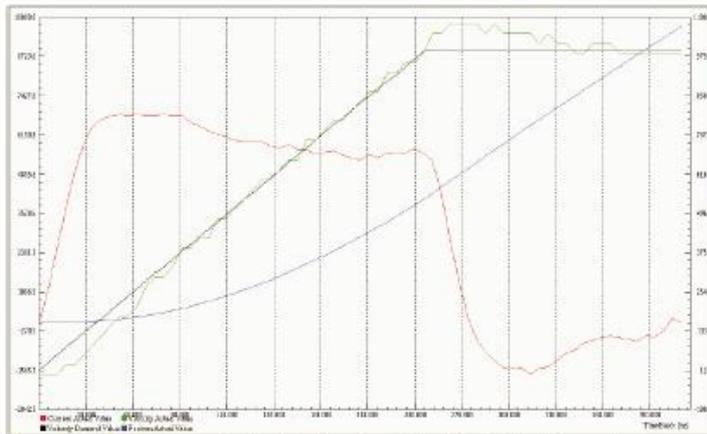
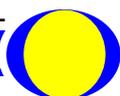


Figure 9-92 Example1 – Position Control without Feedforward, measured



maxon motor

Controller Architecture
Application Examples

With incorrect Feedforward (acceleration Feedforward parameter doubled)

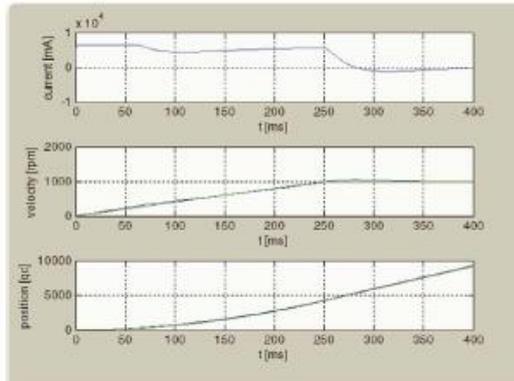


Figure 9-93 Example1 – Position Control with incorrect Feedforward, simulated

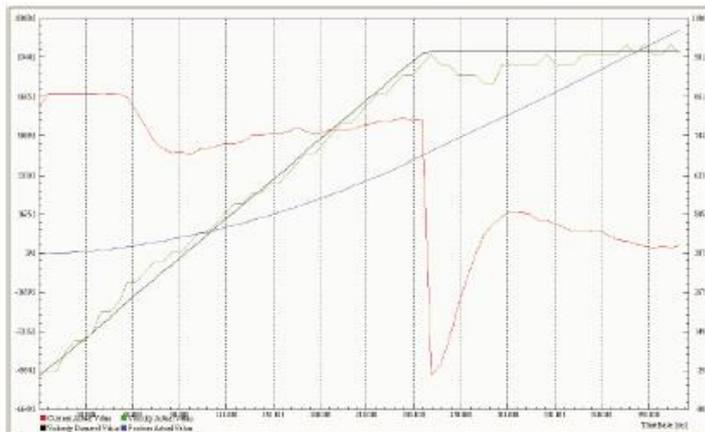
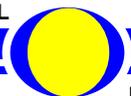
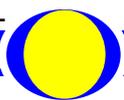


Figure 9-94 Example1 – Position Control with incorrect Feedforward, measured





maxon motor

Controller Architecture
Application Examples

9.6.2 Example 2: System with low Inertia, but high Friction



Figure 9-95 Controller Architecture – Example 2: System with low Inertia/high Friction

System Components

Item	Description	Setting
Controller EPOS2 50/5 (347717)		
Motor maxon RE 35 (273754)	No load speed (line 2)	$n_0 = 7530 \text{ rpm}$
	No load current (line 3)	$I_0 = 92.7 \text{ mA}$
	Nominal current (line 6)	$I_n = 1.95 \text{ A}$
	Resistance phase to phase (line 10)	$R = 2.07 \Omega$
	Inductance phase to phase (line 11)	$L = 0.620 \text{ mH}$
	Torque constant (line 12)	$k_M = 52.5 \text{ mNm/A}$
	Rotor inertia (line 16)	$J_{\text{motor}} = 72 \text{ gcm}^2$
Encoder HEDL 5540 (110514)	Encoder pulse number	500
Mechanical load Linear Drive	Inertia	$J_{\text{load}} = 100 \text{ gcm}^2$
	Friction, velocity-dependent	$M_f = 211 \frac{\mu\text{Nm}}{(\text{rad})/\text{s}} \omega + 8.65 \text{ mNm} \cdot \text{sign}(\omega)$

Table 9-127 Controller Architecture – Example 2: Components

Model of the Plant

The following parameters can be deduced:

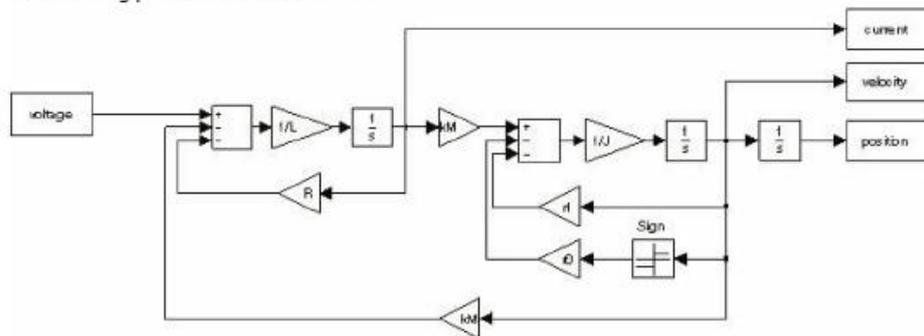
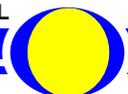


Figure 9-96 Example 2 – Block Diagram



maxon motor

Controller Architecture
Application Examples

Electrical Part

$$R = 2.07 \Omega$$

$$L = 0.620 \text{ mH}$$

Interface between electrical and mechanical Parts

$$k_M = 52.5 \frac{\text{mNm}}{\text{A}}$$

Mechanical Part

$$J = J_{\text{motor}} + J_{\text{load}} = 172 \text{ gcm}^2$$

$$r_0 = 8.65 \text{ mNm}$$

$$r_1 = \frac{211 \frac{\mu\text{Nm}}{(\text{rad})/\text{s}}}{\text{load}} + \frac{k_M I_0}{\underbrace{\frac{2\pi \text{rad}}{1} \cdot \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}}}_{\text{motor}}} = (211 + 6) \frac{\pi \text{Nm}}{(\text{rad})/\text{s}} = 217 \frac{\pi \text{Nm}}{(\text{rad})/\text{s}}$$

- Input is the voltage at the motor winding.
- Outputs are current, velocity or position.

Regulation Tuning according to the described conditions results in the following controller and feedforward parameters:

ID	SubID	Name	Type	Access	Value
-0x2001	0x00	CAN Baudrate	UInt16	RW	0
-0x2002	0x00	RS232 Baudrate	UInt16	RW	5
-0x2008	0x00	Miscellaneous Configuration	UInt16	RW	0
-0x200A	0x00	CAN Baudrate Display	UInt16	RO	0
0x02210		Sensor Configuration			
-0x2210	0x01	Pulse Number Incremental Encoder 1	UInt32	RW	500
-0x2210	0x02	Position Sensor Type	UInt16	RW	1
-0x2210	0x04	Position Sensor Polarity	UInt16	RW	0
-0x0002	0x00	Max. Following Error	UInt32	RW	200000
0x0006		Current Control Parameter Set			
-0x0006	0x01	Current Regulator P-Gain	Int16	RW	832
-0x0006	0x02	Current Regulator I-Gain	Int16	RW	209
0x0009		Velocity Control Parameter Set			
-0x0009	0x01	Speed Regulator P-Gain	Int16	RW	1575
-0x0009	0x02	Speed Regulator I-Gain	Int16	RW	257
-0x0009	0x04	Velocity Feedforward Factor in Speed Regulator	UInt16	RW	4426
-0x0009	0x05	Acceleration Feedforward Factor in Speed Regulator	UInt16	RW	279
0x000B		Position Control Parameter Set			
-0x000B	0x01	Position Regulator P-Gain	Int16	RW	386
-0x000B	0x02	Position Regulator I-Gain	Int16	RW	1140
-0x000B	0x03	Position Regulator D-Gain	Int16	RW	016
-0x000B	0x04	Velocity Feedforward Factor in Position Regulator	UInt16	RW	4426
-0x000B	0x05	Acceleration Feedforward Factor in Position Regulator	UInt16	RW	279
0x0402	0x00	Motor Type	UInt16	RW	1
0x0410		MOTOR DATA			
-0x0410	0x01	Continuous Current Limit	UInt16	RW	1998
-0x0410	0x02	Output Current Limit	UInt16	RW	3996
-0x0410	0x03	Disq. Pos. Number	UInt8	RW	1
-0x0410	0x04	Maximal Motor Speed	UInt32	RW	12000
-0x0410	0x05	Thermal Time Constant Winding	UInt16	RW	300

Figure 9-97 Example 2 – System Parameters, real



For numerical simulation, the conversion results from EPOS2 to SI units are as follows:

Current Controller

$$K_{P...EPOS2} = 832 \quad \Rightarrow \quad K_{P...SI} = 3.25\Omega$$

$$K_{I...EPOS2} = 209 \quad \Rightarrow \quad K_{I...SI} = 8.17 \frac{k\Omega}{s}$$

Velocity Controller

$$K_{P...EPOS2} = 1575 \quad \Rightarrow \quad K_{P...SI} = 31.5 \frac{mA}{(rad)/s}$$

$$K_{I...EPOS2} = 257 \quad \Rightarrow \quad K_{I...SI} = 1.29 \frac{A/s}{(rad)/s}$$

Position Controller

$$K_{P...EPOS2} = 386 \quad \Rightarrow \quad K_{P...SI} = 3.86 \frac{A}{rad}$$

$$K_{I...EPOS2} = 1193 \quad \Rightarrow \quad K_{I...SI} = 93.1 \frac{A/s}{rad}$$

$$K_{D...EPOS2} = 616 \quad \Rightarrow \quad K_{D...SI} = 49.3 \frac{mAs}{rad}$$

Positioning and Velocity Feedforward

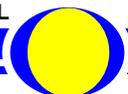
$$K_{\omega...EPOS2} = 4426 \quad \Rightarrow \quad K_{\omega...SI} = 4.42 \frac{mA}{(rad)/s}$$

$$K_{\alpha...EPOS2} = 270 \quad \Rightarrow \quad K_{\alpha...SI} = 270 \frac{\mu A}{(rad)/s^2}$$

Plausibility Check

$$K_{\omega...SI} = \frac{r_1}{k_M} = 4.13 \frac{mA}{(rad)/s} \quad \checkmark$$

$$K_{\alpha...SI} = \frac{J}{k_M} = \frac{172 \cdot 10^{-7} \frac{Nm}{(rad)/s}}{52.5 \cdot 10^{-3} \frac{Nm}{A}} = 327 \frac{\mu A}{(rad)/s^2} \quad \checkmark$$



maxon motor

Controller Architecture
Application Examples

Verification of Current Control

The plant is connected to the PI current controller. The controller is parameterized as described above.

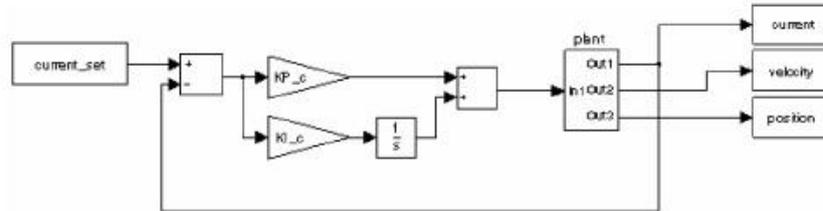


Figure 9-98 Example 2 – Current Regulation, Block Model

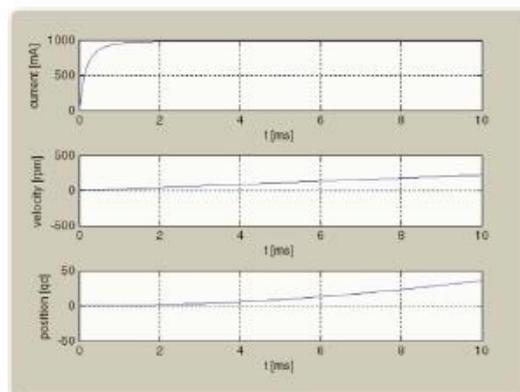


Figure 9-99 Example 2 – Current Regulation, simulated

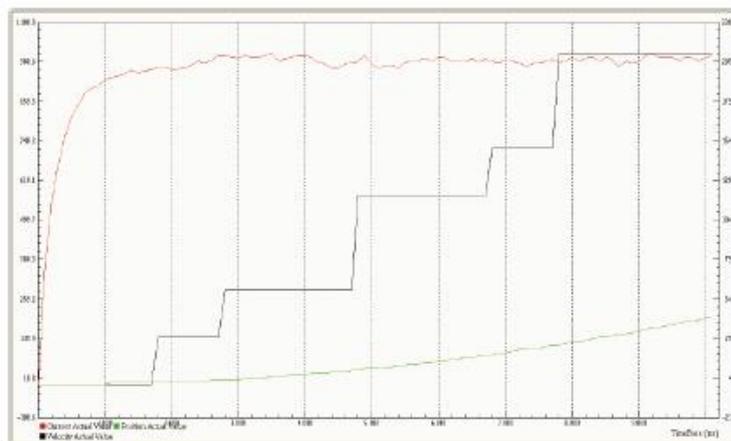
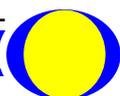


Figure 9-100 Example 2 – Current Regulation, measured



maxon motor

Verification of Velocity Control

The PI velocity controller is connected to current regulation.

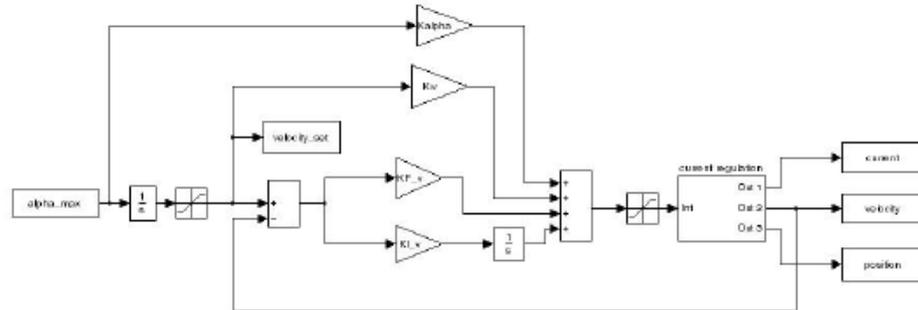


Figure 9-101 Example 2 – Velocity Regulation, Block Model

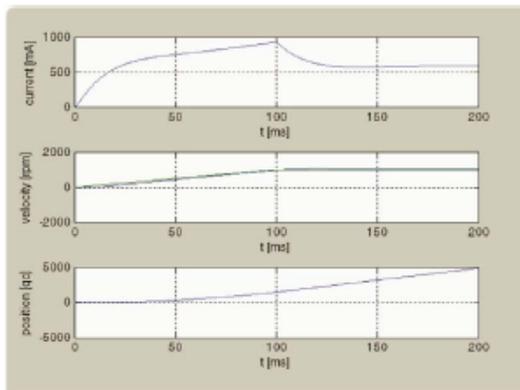


Figure 9-102 Example 2 – Velocity Regulation, simulated

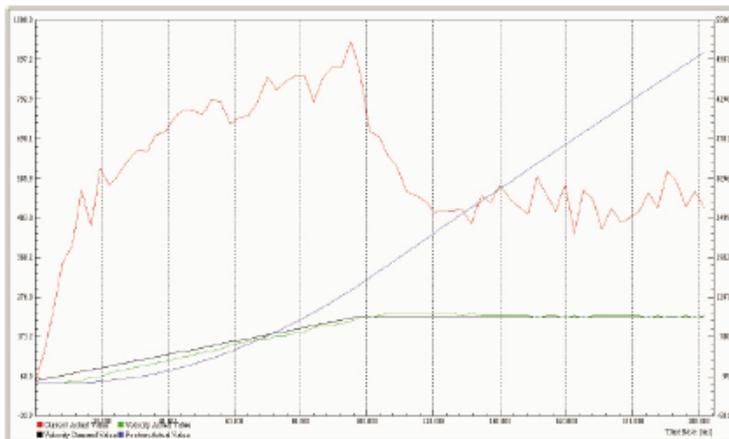


Figure 9-103 Example 2 – Velocity Regulation, measured



maxon motor

Controller Architecture
Application Examples

Verification of Position Control with Feedforward

The PID position controller is connected to current regulation.

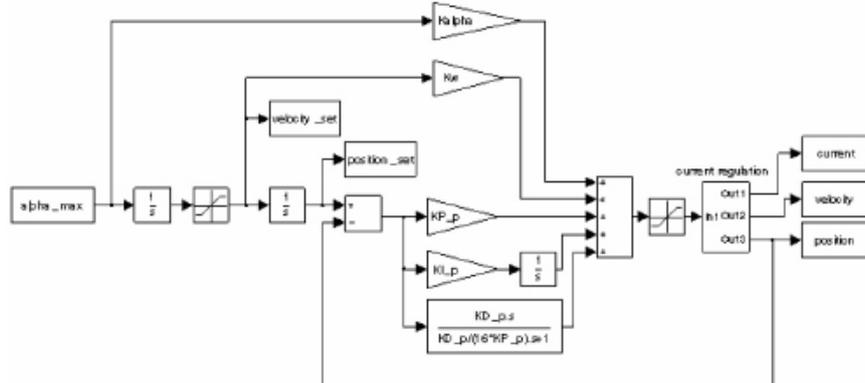


Figure 9-104 Example 2 – Position Control with Feedforward, Block Model

With correct Feedforward

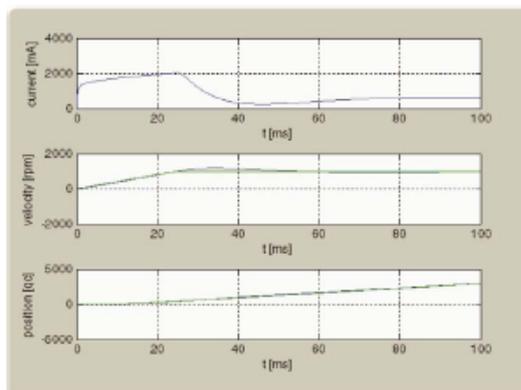


Figure 9-105 Example 2 – Position Control with Feedforward, simulated

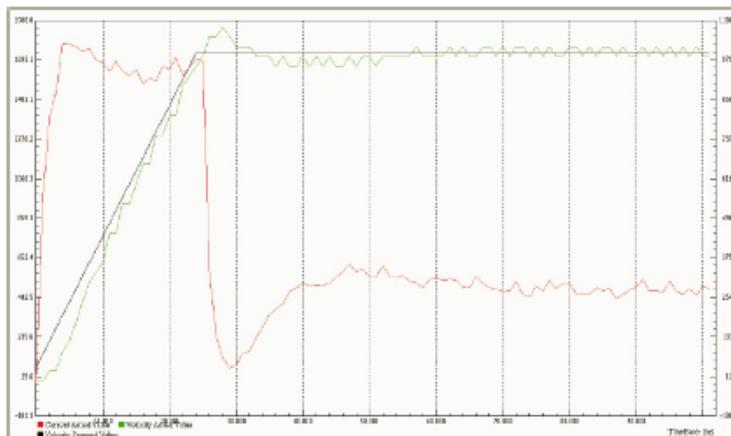
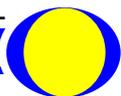


Figure 9-106 Example 2 – Position Control with Feedforward, measured



Without Feedforward

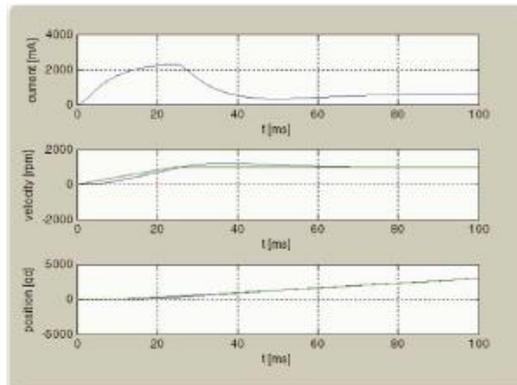


Figure 9-107 Example 2 – Position Control without Feedforward, simulated

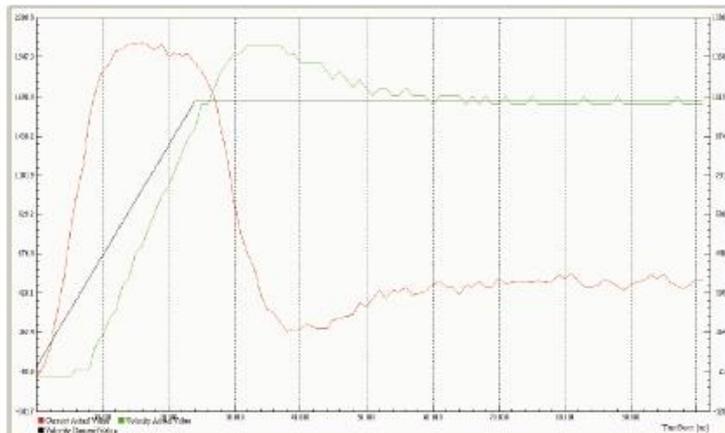


Figure 9-108 Example 2 – Position Control without Feedforward, measured

9.7 Conclusion

Scaling of the internal controller parameters is a specific EPOS2 feature. To understand these parameters and to use them in analytical calculations, respectively numerical simulations, understanding on how to map EPOS2's internal controller parameters to SI units controller parameters, and vice versa, is essential.

In practice, direct drive systems are often used because of their lower overall costs and the requirement for a backlash-free behavior. As a result, the ratio between motor inertia and load inertia often are 1:10, or higher.

Therefore, EPOS2's PID position control with feedforward compensation is of great advantage. Compared to simple PID control, the feedforward compensation provides significant faster and more accurate setpoint following.

6.5 Moteur MAXON

6.5.1 Documentation technique



Moteur courant continu RE035G



Les avantages :

Moteur d'asservissement idéal pour fonctionner en start/stop et inversion de sens de rotation - Faible consommation
Faible bruit - Rapport puissance/encombrement exceptionnel

Les produits associés :

- > Alimentation
DR-120-24
DR-60-24
S-100-24
S-60-24
- > Codeur
HEDL 5540
HEDS 5540
- > Connectique
EPOS KIT POUR MOTEUR
EPOS KIT START DC
- > Frein
02-15-620
- > Génératrice
2822
- > Réducteur
PLG42S
PLG52
- > Selfs-Moteur
SELF MOTEUR
- > Cartes
EPOS P
EPOS2
ADS 50/
FIRST D
FIRST D
NANO D

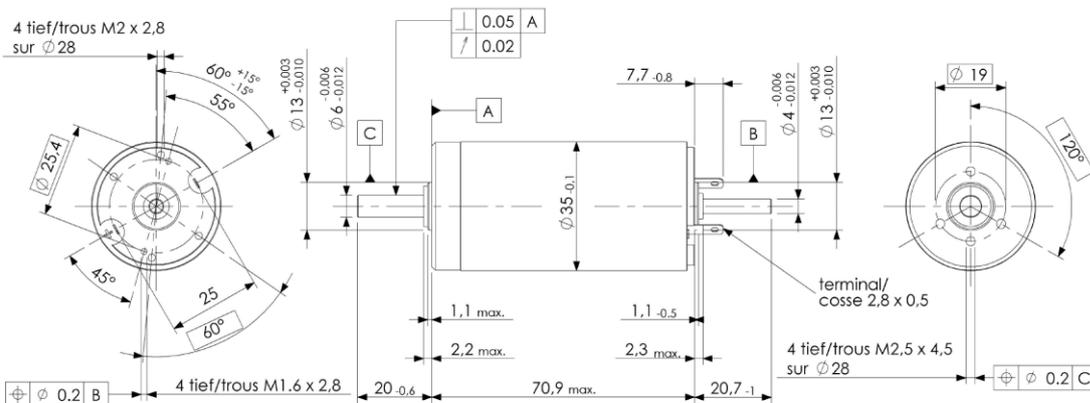
maxon motor

41 W - 97 W

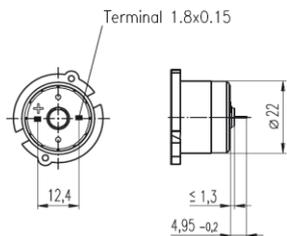
Tension d'alimentation (Ua)	V	12	24
Vitesse au courant In	tr/mn	5565	3493
Couple au courant In	mNm	77.70	113.00
Courant max permanent (In)	mA	4000	2150
Vitesse à vide à Ua à +/- 10%	tr/mn	6222	4303
Courant à vide à +/- 50%	mA	245	93
Couple de démarrage à Ua	mNm	698.00	611.00
Courant de démarrage à Ua	mA	35920	11600
Constante de couple	mNm/A	19.40	52.50
Constante de vitesse	tr/mn/V	491	182
Pente vitesse/couple	tr/mn/mN	8	7
Vitesse limite	tr/mn	8200	8200
Puissance utile max. à Ua	W	114	68.9
Rendement maximum	%	81	86
Constante de temps	ms	6	5
Inertie	gcm ²	65.5	69.6
Résistance aux bornes	Ohm	0.334	2.07
Inductivité	mH	0.09	0.62
Résistance thermique	K/W	6.2	6.2
Résistance thermique Rotor/Boîtier	K/W	2	2

Commutation	Graphite
Nombre de lames au collecteur	13
Paliers	Roulements à billes
Aimants	Néodym Fer Bore
Charge axiale maximum (dynamique)	5.6 N
Jeu axial minimum	0.05 mm
Jeu axial maximum	0.15 mm
Charge radiale maximum	28 N
à une distance de la face de :	5 mm
Jeu radial	0.025 mm
Force de chassage maximum (statique)	110 N
Si axe arrière tenu	1200 N
Température ambiante mini de	-20 °C
Température ambiante maxi de	100 °C
Température max. rotor	155 °C
Poids	340 g

Edition avril 2013 / sous réserve de modifications



Génératrice DCT 22 0.52 Volt



Important

- Génératrice équipée du rotor sans fer maxon.
- Génératrice avec commutation en métaux précieux.
- Inertie du système = inertie rotor moteur + inertie rotor génératrice.
- Le rotor génératrice tourne dans le même sens que le rotor moteur (la rotation du moteur en sens horaire, vu en bout d'axe, fournit une tension positive sur la cosse marquée +).
- Il est recommandé d'utiliser un amplificateur à haute impédance d'entrée.
- La génératrice ne doit pas être trop chargée en courant.
- La fréquence de résonance donnée provient des systèmes rotor-moteur et rotor-TG.

- Programme Stock
- Programme Standard
- Programme Spécial (sur demande)

Numéros de commande

118908	118909	118910
--------	--------	--------

Type	2	3	4
Diamètre de l'arbre (mm)			



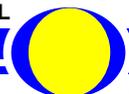
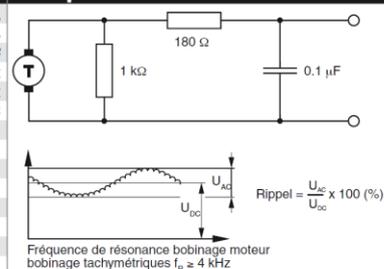
Construction modulaire maxon

+ Moteur	Page	+ Réducteur	Page	Longueur totale [mm] / voir réducteur
RE 25	77/79			76.8
RE 25	77/79	GP 26, 0.5 - 2.0 Nm	227	•
RE 25	77/79	GP 32, 0.75 - 4.5 Nm	229/230	•
RE 25	77/79	GP 32, 0.75 - 6.0 Nm	232	•
RE 25	77/79	GP 32, 1.0 - 4.5 Nm	235	•
RE 25	77/79	GP 32 S	249-251	•
RE 25	78			65.3
RE 25	78	GP 26, 0.5 - 2.0 Nm	227	•
RE 25	78	GP 32, 0.75 - 4.5 Nm	229/230	•
RE 25	78	GP 32, 0.75 - 6.0 Nm	232	•
RE 25	78	GP 32, 1.0 - 4.5 Nm	235	•
RE 25	78	GP 32 S	249-251	•
RE 35, 90 W	81			89.1
RE 35, 90 W	81	GP 32, 0.75 - 4.5 Nm	229	•
RE 35, 90 W	81	GP 32, 0.75 - 6.0 Nm	231/232	•
RE 35, 90 W	81	GP 32, 8 Nm	234	•
RE 35, 90 W	81	GP 42, 3.0 - 15 Nm	237	•
RE 35, 90 W	81	GP 32 S	249-251	•

Données techniques

Tension de sortie par 1000 tr / min	0.52 V	Courant max. conseillé	10 mA
Résistance aux bornes tachymétrique	37.7 Ω	Tolérance de la tension de sortie	± 15%
Ondulation moyenne effective crête à crête	≤ 6%	Inertie du rotor génératrice	< 3 gcm ²
Nombre d'ondulations par tour	14	Fréq. de résonance avec le mot. des p. 77-79 avec le moteur en p. 81	> 2 kHz
Linéarité entre 500 et 5000 tr / min à vide	± 0.2%	Plage de températures	> 4.5 kHz
Linéarité avec résistance de charge de 10 kΩ	± 0.7%		-20 ... +65°C
Erreur d'inversion	± 0.1%		
Coefficient de température de la FEM (aimant)	-0.02% /°C	Option: également livrable avec des fils de connexion.	
Coefficient de temp. sur résistance d'induit	+0.4% /°C		

Exemple de connexion



6.5.2 Lexique moteurs à courant continu

CONSTANTE de COUPLE (mNm/A) :

C'est le facteur de proportionnalité entre le couple fourni et le courant consommé.
Le produit de cette constante par le courant consommé donne donc le couple demandé au moteur.
C'est une des constantes les plus caractéristiques du moteur.

CONSTANTE de TEMPS ELECTROMECHANIQUE (ms) :

C'est le temps nécessaire au rotor pour passer de 0 à 63% de sa vitesse à vide.

CONSTANTE de VITESSE (tr/mn/V) :

C'est le facteur de proportionnalité entre la tension appliquée au moteur et la vitesse à vide (en négligeant la chute de vitesse liée aux frottements).

La multiplication de cette constante par la tension d'alimentation donne donc la vitesse à vide du moteur. C'est également une des constantes les plus caractéristiques du moteur.

La valeur inverse de la constante de vitesse est la constante de tension, aussi appelée constante force contre-électromotrice.

CONSTANTE THERMIQUE BOITIER / AMBIANT (K/W) :

C'est la résistance thermique entre la carcasse et l'air ambiant (valeur théorique, sans aucun refroidisseur additionnel). Cette caractéristique intervient dans le calcul de la puissance dissipée maximale admissible.

CONSTANTE THERMIQUE ROTOR / BOITIER (K/W) :

C'est la résistance thermique entre le rotor et la carcasse du moteur (valeur théorique, sans aucun refroidisseur additionnel).

Cette caractéristique intervient dans le calcul de la puissance dissipée maximale admissible.

CONSTANTE VITESSE / COUPLE (tr/mn/mNm) :

Elle permet de calculer la chute de vitesse du moteur en fonction du couple qu'il fournit.

C'est une des constantes caractéristiques du moteur qui permet de faire le lien entre vitesse à vide et vitesse en charge. L'écart entre ces 2 valeurs est donc égal au produit du couple fourni par cette constante.

COUPLE de DEMARRAGE (mNm) :

C'est le couple moteur à vitesse nulle.

Il ne peut être appliqué que quelques fractions de seconde et il est directement proportionnel à la tension d'alimentation. Des précautions sont à prendre pour des tensions supérieures à la tension nominale.

Il varie en fonction de la température du moteur.

COUPLE NOMINAL ou COUPLE au COURANT I_n (mNm) :

C'est le couple disponible sur l'arbre moteur au courant maximum permanent I_n .

Il varie en fonction de la température du moteur.

COURANT à VIDE (mA) :

C'est le courant consommé par le moteur en fonctionnement à vide.

Il dépend des frottements des balais et des paliers.

Cette valeur peut évoluer pendant la période de rodage et varie avec la vitesse et la température.

COURANT de DEMARRAGE (mA) :

C'est le rapport entre la tension d'alimentation et la résistance aux bornes du moteur.

Il varie en fonction de la température du moteur.

COURANT MAXIMUM PERMANENT I_n (mA) :

C'est le courant maximum admissible par le moteur afin de ne pas dépasser la température maximale entraînant la destruction du bobinage.

Il évolue en fonction de la charge et constitue une limite physique du moteur.

Il varie en fonction de la température du moteur.

DUREE de VIE :

Il n'y a pas de généralités en ce qui concerne la durée de vie, celle-ci étant liée à de nombreux facteurs. Elle peut varier dans une fourchette allant de plusieurs dizaines de milliers d'heures en utilisation facile à quelques dizaines d'heures en utilisation extrême.

Les facteurs déterminants de la durée de vie sont : la charge (plus la charge est importante, plus le courant est élevé et plus l'usure est rapide), la vitesse (cf. "vitesse limite"), le cycle de fonctionnement (les arrêts/démarrages et changements de sens créent des appels de courant), l'environnement (vibrations, humidité, température ambiante, radiation, gaz ...) ainsi que le type de commutation et paliers.

INDUCTIVITE (mH) :

C'est l'inductance aux bornes du moteur, mesurée à l'arrêt (à 1 kHz, sinus).

INERTIE (gcm²) :

C'est l'inertie du rotor.

PUISSANCE MAXIMALE ADMISSIBLE (W) :

C'est la puissance maximale du moteur en régime intermittent.

Elle est le résultat du produit de la moitié de la vitesse à vide par la moitié du couple de démarrage et ce, à la tension de mesure et à une température du rotor de 25°C.

Cette valeur varie en fonction de la température du moteur.

PUISSANCE UTILE MAXIMALE PERMANENTE (W) :

C'est la puissance maximale d'utilisation permanente du moteur.

Pour obtenir cette puissance, il est parfois nécessaire d'alimenter le moteur à une tension supérieure à la tension nominale, afin que le moteur fonctionne à sa vitesse limite et à son courant maximum permanent.

Cette valeur varie en fonction de la température du moteur. (Elle figure en haut à droite de la fiche technique du moteur).

PUISSANCE UTILE NOMINALE (W) :

C'est le produit de la vitesse nominale de rotation du moteur par le couple nominal disponible.

C'est la puissance d'utilisation permanente conseillée.

Cette valeur varie en fonction de la température du moteur. (Elle figure en haut à gauche de la fiche technique du moteur).

RENDEMENT MAXIMUM (%) :

C'est le rendement maximum atteignable.

C'est le rapport entre la puissance utile nominale et la puissance absorbée.

RESISTANCE aux BORNES (W) :

C'est la résistance mesurée aux bornes du moteur (à une température ambiante de 25°C).

Elle est la somme des résistances du bobinage et de la commutation.

Elle détermine, sous une tension donnée, le courant de démarrage et elle varie en fonction de la température.

Dans le cas de balais graphites, le courant absorbé influe sur la résistance des balais.

TENSION NOMINALE ou TENSION d'ALIMENTATION (V) :

C'est la tension à laquelle sont mesurées toutes les valeurs.

Le couple de démarrage étant directement proportionnel à cette valeur, elle devra être suffisamment élevée pour permettre au moteur de démarrer au couple d'utilisation.

VITESSE à VIDE (tr/mn) :

C'est la vitesse atteinte par le moteur sans charge additionnelle et alimentée à la tension nominale.

Elle est proportionnelle à la tension appliquée (en négligeant la chute de vitesse liée aux frottements).

VITESSE LIMITE (tr/mn) :

C'est la vitesse qui ne doit normalement pas être dépassée.

Elle est déterminée en fonction de l'équilibrage du rotor, de la commutation et des paliers.

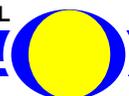
L'utilisation au-delà de cette limite influe de façon importante sur la durée de vie du moteur.

VITESSE NOMINALE ou VITESSE AU COURANT In (tr/mn) :

C'est la vitesse obtenue à tension et couple nominaux (à une température ambiante de 25°C).

Cette vitesse doit être inférieure à la vitesse limite du moteur.

Elle varie en fonction de la température.

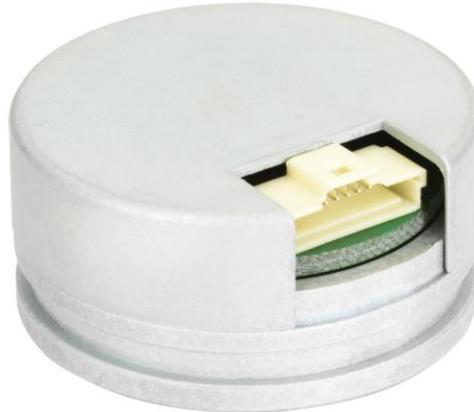


6.6 Codeur magnétique incrémental

Data sheet
RMC35D01_06
Issue 6, 26th March 2018



RMC35 commutation and incremental encoder solution



The RMC35 is designed for use in motor feedback applications requiring both A, B, Z incremental and U, V, W signals.

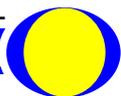
Robust non-contact OnAxis™ sensor technology provides ultimate long term reliability and with simple installation costs of ownership are minimal.

Installation is simplified with a range of magnetic actuators and mounting options for the encoder. A simple one time zero position programming then removes the need for careful adjustment of the encoder.

Resolutions are available from 64 to 2,048 pulses per revolution (256 to 8,192 counts per revolution with $\times 4$ evaluation). U, V, W commutation signals are simultaneously output with 1 to 8 pole pairs (2 to 16 poles).

- Incremental resolution from 256 to 8,192 cpr
- Simple installation and setup
- U, V, W commutation signals with up to 16 poles (± 24 mA output drive)
- Industry standard incremental outputs (RS422)
- Operating speed to 30,000 rpm
- Compact - 35 mm diameter body
- Non-contact, frictionless design
- Low inertia

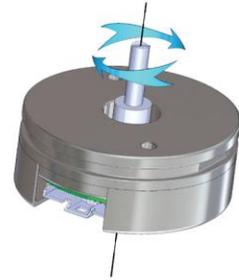
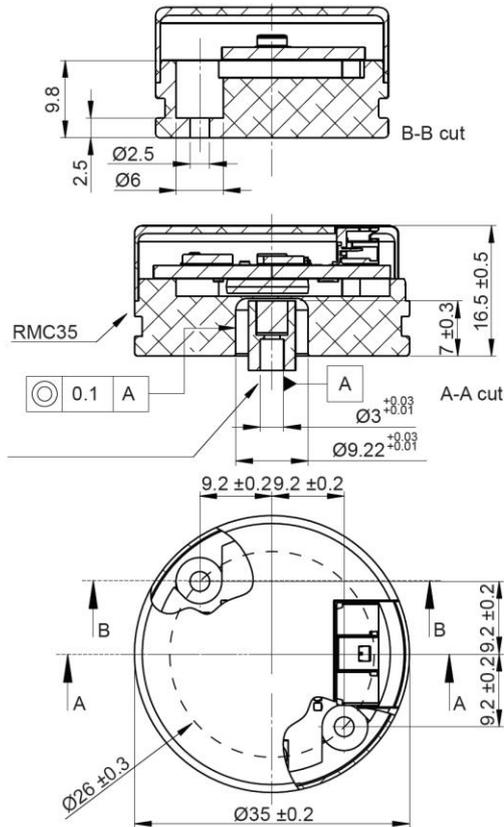
A **RENISHAW**  associate company



Data sheet
RMC35D01_06

Installation drawing

Dimensions and tolerances in mm



Clockwise rotation of magnetic actuator.

Connector type

Molex 501568-1107

Mating connector (Not provided)

Molex 501330-1100 (crimp terminal 501334-xxxx)

Installation procedure

1. Install the magnetic actuator

Use glue to fix the magnetic actuator to the shaft (recommended LOCTITE 648 or LOCTITE 2701). Actuator should protrude by 7 mm.

2. Install the flange with the encoder module on the mounting surface

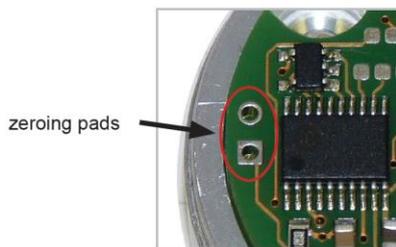
Screw the flange to the mounting surface using 2 screws (not provided).

3. Turn the power on

Plug in the mating connector and turn on the power

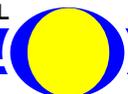
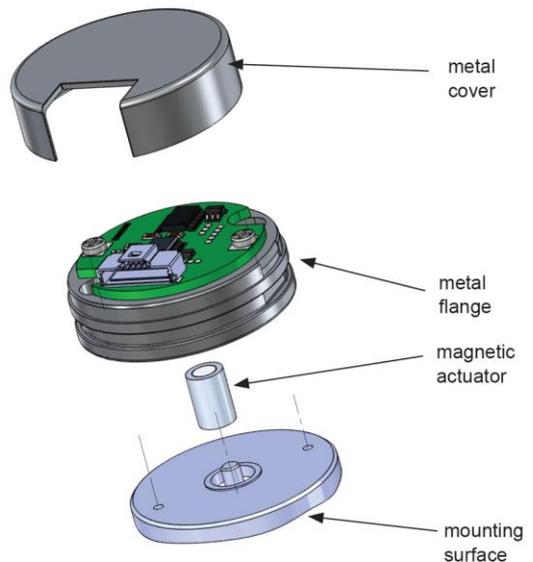
4. Zero the UVW signals

Move the motor to the required zero UVW position. Short together the two zeroing pads.



5. Cover the encoder with the metal cover

Place the metal cover over the encoder and gently press it in position. Be sure to align the opening with the connector.



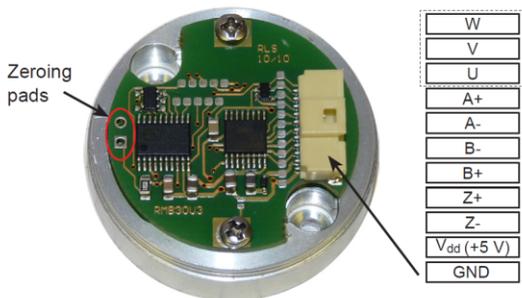


Product specification

Power supply	5 V ± 10 %
Power consumption	40 mA (not loaded)
Accuracy	±0.5°
Hysteresis	0.17° typ.
Incremental outputs	A, B, Z, A-, B-, Z- (RS422)
Incremental resolution	256, 320, 400, 500, 512, 800, 1,000, 1,024, 1,600, 2,000, 2,048, 4,096, 8,192 cpr
Commutation outputs	U, V, W (±24 mA output drive)
Number of poles for commutation outputs	2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16
Operating temperature	-40 °C to +105 °C (Limited by connector. All other components used are specified for operation from -40 °C to +125 °C.)
Weight	45 g

Incremental resolution (cpr)	Maximum speed (rpm)
8,192	4,000
4,096	8,000
2,048, 2,000	16,000
1,600	20,000
All other resolutions	30,000

Connections



Please note!
For IC output pins 9, 10 and 11 are not connected.

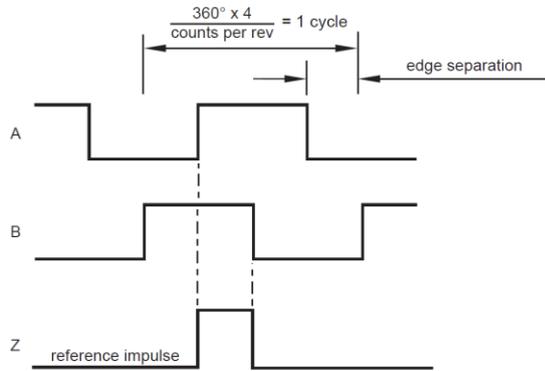
UVW outputs

Pole	A	Period	Pole pairs*
2	60°	360°	one
4	30°	180°	two
6	20°	120°	three
8	15°	90°	four
10	12°	72°	five
12	10°	60°	six
14	8.57°	51.42°	seven
16	7.50°	45°	eight

* Number of pole pairs equals number of periods per revolution.

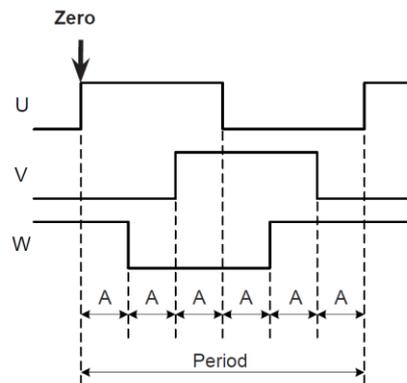
Timing diagram - Incremental

Complementary signals not shown



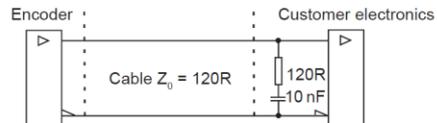
B leads A for clockwise rotation of magnet.

Timing diagram - Commutation for clockwise rotation



Recommended signal termination

For complementary signals only



Zero function

The UVW commutation outputs can be zeroed at any angle with a resolution of 0.0879 degrees. The first rising edge on the U signal will be reset at this point of zeroing. The reference impulse of the incremental signals is not changed by this procedure.

A RENISHAW associate company



Data sheet
RMC35D01_06

Part numbering

RMC35 UA 12B AA 10

Output type

IC - Incremental, RS422, 5 V
Ux - Commutation single ended + incremental with line driver, 5 V

Code	Description	Nr. of poles
UA	one (1) period per revolution	2 poles
UB	two (2) periods per revolution	4 poles
UC	three (3) periods per revolution	6 poles
UD	four (4) periods per revolution	8 poles
UE	five (5) periods per revolution	10 poles
UF	six (6) periods per revolution	12 poles
UG	seven (7) periods per revolution	14 poles
UH	eight (8) periods per revolution	16 poles

Special requirements
10 - None (standard)

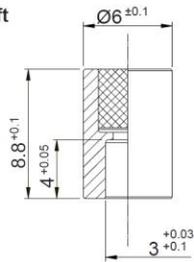
Connector type
AA - Molex 501568-1107

Resolution (counts per revolution)

Decimal		Binary	
D32 - 320	1D0 - 1,000	08B - 256	12B - 4,096
D40 - 400	1D6 - 1,600	09B - 512	13B - 8,192
D50 - 500	2D0 - 2,000	10B - 1,024	
D80 - 800		11B - 2,048	

Magnetic actuator and magnet part numbering

Actuator for integration onto shaft

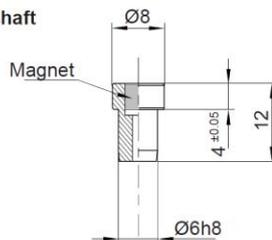


Part number:

For resolutions from 10 bit absolute (800 cpr incremental) and above
RMA03A3A07 – Ø3 mm shaft

Fixing: Glue (recommended – LOCTITE 648 or LOCTITE 2701)

Actuator for integration into shaft

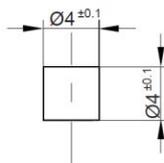


Part numbers:

For resolutions from 10 bit absolute (800 cpr incremental) and above
RMH06A3A00

Hole = Ø6G7
Fixing: Glue (recommended – LOCTITE 648 or LOCTITE 2701)

Magnet for direct recessing in non-ferrous shafts



Part numbers:

For resolutions from 10 bit absolute (800 cpr incremental) and above
RMM44A3A00 (individually packed) – for sample quantities only
RMM44A3C00 (packed in tubes)

Fixing: Glue (recommended – LOCTITE 648 or LOCTITE 2701)



Accessories part numbering

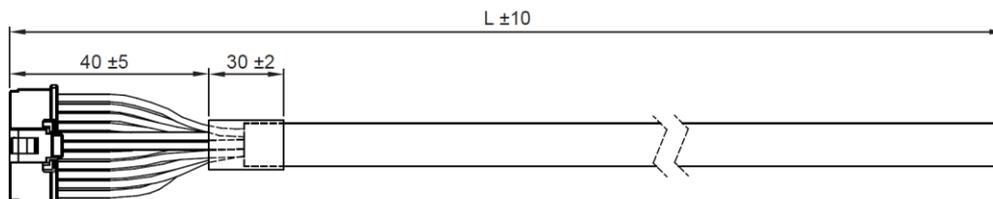


Cable assembly for connection
of MOLEX 501330-1100, 12 core

Cable specifications

Cable specifications	LI12YC12Y
Configuration	4 × 2 × 0.14 mm ²
Sheath color	Grey (RAL7032)
Rated voltage	250 V
Temperature range	Stationary -40 °C to +130 °C Moving -30 °C to +125 °C
Environmental conformation	Conform to RoHS Conform to 73/23/EWG-Guideline CE Halogen free
Chemical resistance	Largely resistant to acids, bases and usual oils. Free from lacquer damaging substances and silicone.

Dimensions



Part number	Cable length (L)
ACC001	30 cm
ACC002	50 cm
ACC003	100 cm

6.7 Capteur de sécurité porte

MAGNETIC SENSOR

MP2019 Series



Reed-based magnetic position sensor in plastic flange-mount package.

Features

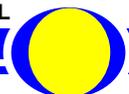
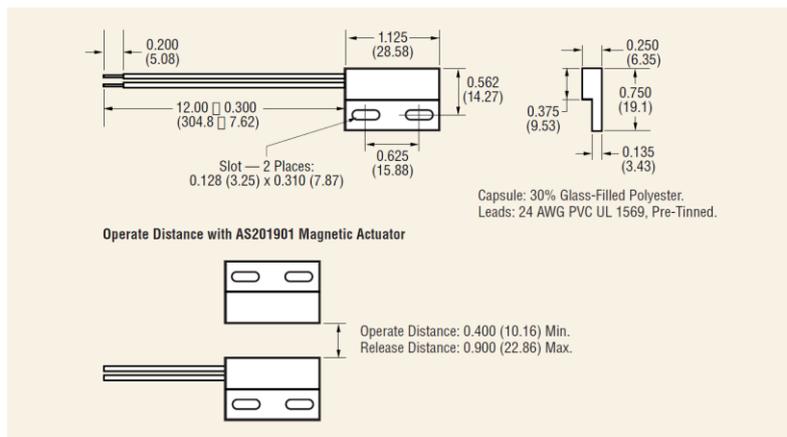
- Immune to hostile environments
- Contacts hermetically sealed for long life
- Suitable for DC and AC circuits
- Zero power consumption
- A standard magnetic actuator is available in the same housing (Cherry part number [AS201901](#))
- RoHS Compliant

Specifications

Part Number	Contact Form	Power Rating (W max.)	Switching Voltage (AC/DC max.)	Breakdown Voltage (VDC min.)	Switching Current (Amps max.)	Contact Resistance (Ohms max.)	Operating Temp Range (°C)	Operate Time (msec typical)
MP201901	SPST-NO Form A	10	AC 100 DC 100	200	0.5	0.100	-40 to 105	0.3
MP201902	SPST-NC Form B	3	AC 30 DC 30	200	0.2	0.100	-40 to 105	1.0
MP201903	SPDT-CO Form C	3	AC 30 DC 30	200	0.2	0.100	-40 to 105	1.0

Dimensions inches (mm)

All tolerances ± 0.005 (0.13) unless otherwise noted.

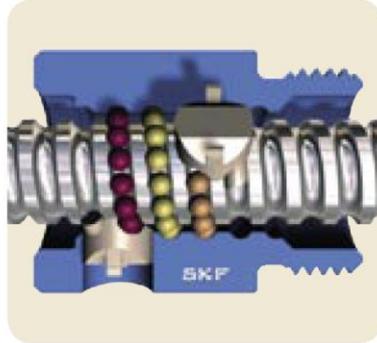


6.8 Vis à billes SKF

SD/BD vis miniatures



Ecrou standard



Recirculation



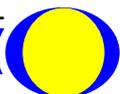
Ecrou spécial

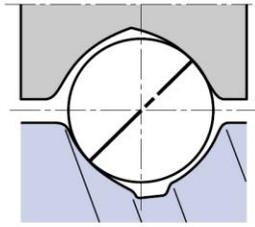
Fonctionnement doux et excellente réversibilité avec la nouvelle recirculation interne par pions composite.

- Diamètre nominal 8 à 16 mm
- Pas: 2 à 5 mm
- Ecrou cylindrique avec nez fileté: montage facilité
- Excellente répétabilité: bonne qualité de positionnement
- Recirculation interne par pions composite: fonctionnement doux et bonne réversibilité
- Elimination du jeu axial par augmentation du diamètre des billes sur demande (désignation BD)
- Sécurité renforcée: jonc de sécurité (*) en option: 12x4R - 14x4R - 16x5R
- Racleurs en options (*): pour toutes les dimensions
- Vis phosphatée (voir page 16)

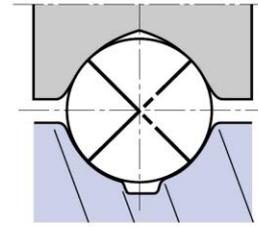
(*) Les 2 options (racleurs + jonc de sécurité) ne sont pas possibles sur le même écrou

Diamètre nominal	Pas à droite	Longueur maximum	Charges de base		Nombre de circuits de billes	Jeu axial maximum	Jeu axial réduit maximum (sur demande)	Masse de l'écrou	Masse de la vis	Inertie pour 1 m de vis	Désignation
			dynamique	statique							
d_0	P_h		C_a	C_{0a}							
mm	mm	mm	kN	kN	—	mm		kg	kg/m	kgmm ²	
8	2,5	1050	2,2	2,6	3	0,07	0,03	0,025	0,32	2,1	SD/BD 8x2,5 R
10	2	1050	2,5	3,5	3	0,07	0,03	0,030	0,51	5,2	SD/BD 10x2 R
10	4	1050	4,5	5,4	3	0,07	0,03	0,040	0,43	3,8	SD/BD 10x4 R
12	2	2100	2,9	4,6	3	0,07	0,03	0,023	0,67	10,0	SD/BD 12x2 R
12	4	2100	5,0	6,5	3	0,07	0,03	0,066	0,71	10,8	SD/BD 12x4 R
12	5	2100	4,2	5,3	3	0,07	0,03	0,058	0,71	10,1	SD/BD 12x5 R
14	4	2100	6,0	9,0	3	0,07	0,03	0,083	1,05	22,0	SD/BD 14x4 R
16	2	2100	3,3	6,2	3	0,07	0,03	0,100	1,40	39,7	SD/BD 16x2 R
16	5	2100	7,6	10,5	3	0,07	0,03	0,135	1,30	33,9	SD/BD 16x5 R

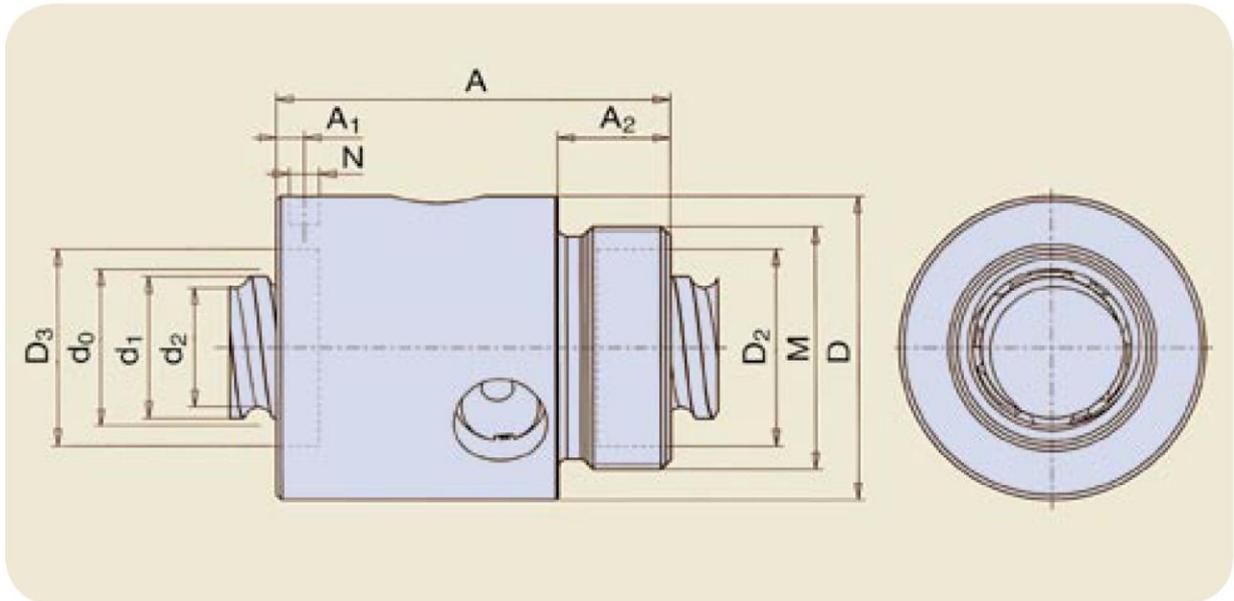




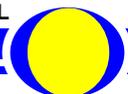
SD



BD



Désignation	Vis		Erou		Sans racleur	Avec racleur	Clé de serrage		Sans racleur			
	d ₂	d ₁	D h10	M 6g	A +/-0,3	A ₂	(FACOM)	N	A ₁ ±0,2	D ₂	D ₃	
—	mm											
SD/BD 8x2,5 R	6,3	7,6	17,5	M15x1	23,5	23,5	7,5	126-A35	3,2	3	11,1	11,1
SD/BD 10x2 R	8,3	9,5	19,5	M17x1	22,0	22,0	7,5	126-A35	3,2	3	13,3	13,3
SD/BD 10x4 R	7,4	8,9	21,0	M18x1	28,0	-	8,0	126-A35	3,2	3	13,0	-
SD/BD 12x2 R	9,9	11,2	20,0	M18x1	20,0	23,5	8,0	126-A35	3,2	3	13,2	-
SD/BD 12x4 R	9,4	11,3	25,5	M20x1	34,0	34,0	10,0	126-A35	3,2	3	16,1	16,1
SD/BD 12x5 R	9,3	11,8	23,0	M20x1	36,0	40,0	10,0	126-A35	3,2	3	-	-
SD/BD 14x4 R	11,9	13,7	27,0	M22x1,5	30,0	34,0	8,0	126-A35	3,2	3	-	-
SD/BD 16x2 R	14,3	15,6	29,5	M25x1,5	27,0	27,0	12,0	126-A35	3,2	3	20,1	20,1
SD/BD 16x5 R	12,7	15,2	32,5	M26x1,5	42,0	42,0	12,0	126-A35	3,2	3	-	21,1



6.9 Accouplement Moteur / Vis à billes

Accouplements flexibles à disque type OLDHAM - HUCO

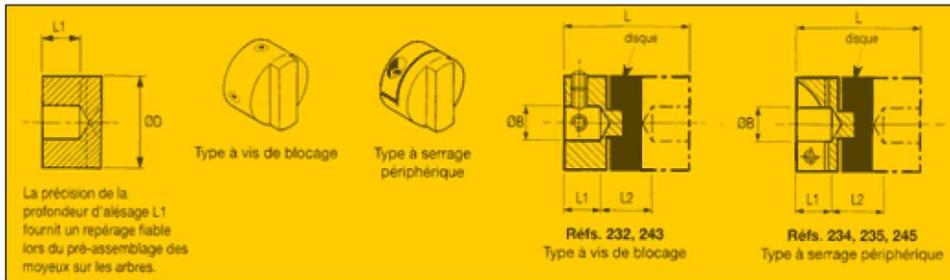
Référence : OLDHAM-HUCO



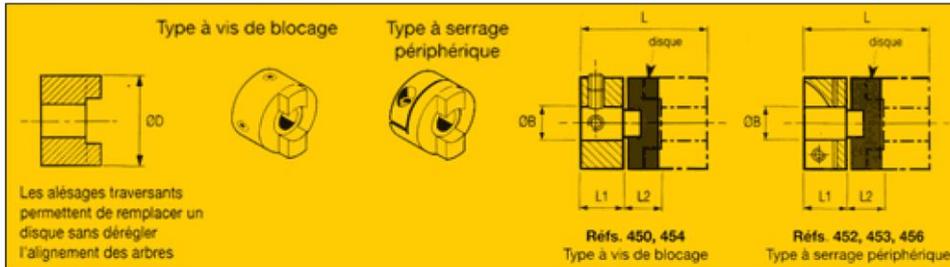
Les Oldham sont des accouplements à 3 pièces, composés de 2 moyeux et d'un disque de transmission de couple. Les moyeux déterminent la méthode d'installation et le mode de fixation, les disques déterminent la qualité de transmission.

Les 4 types de moyeux et les 2 matières de disques qui forment la gamme sont entièrement interchangeables, dans chacune des 9 tailles proposées. Pour profiter de cette souplesse, les moyeux et les disques sont spécifiés et livrés séparément. Les disques sont des éléments qui peuvent être remplacés à un prix raisonnable, en cas d'usure ou de cassure.

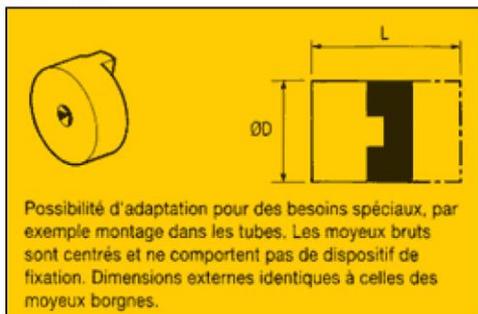
Moyeux borgnes



Moyeux à alésage traversant



Moyeux bruts



Taille	Réf. complète du moyeu	ØD	L
06	231.06.00	6.4	12.7
19	231.09.00	9.5	12.7
13	231.13.00	12.7	15.9
19	231.19.00	19.1	22.0
25	231.25.00	25.4	28.4
33	231.33.00	33.3	48.0
41	231.41.00	41.3	50.8

Disques standard (les plus grandes tailles sont renforcées)

Acétal - Rigidité torsionnelle élevée, bonnes propriétés de portée, longue durée de vie utile.





Nylon 11 - Matériau résistant, isole du bruit et des vibrations.
Performances égales à environ 25% de celle du disque en acétal.

Disques à alésage traversant



Les disques traversants permettent de monter les arbres presque en about, diamètre de perçage standard = $\varnothing D \times 0,5$.
Pour commander, ajouter le suffixe "T" au code de commande, par exemple, 236.25T

D'autres diamètres de perçage sont fabriqués sur commande. Spécifier la réf. du disque et le diamètre traversant. Cela devrait être équivalent au plus grand diamètre d'arbre + 2 \varnothing défaut d'alignement radial max.

Remarquer que les disques à alésage traversant réduisent la résistance à la torsion.

EXEMPLE DE CODE DE COMMANDE

Associer la réf de l'accouplement au code d'alésage du tableau

452H25.28

Réf. accouplement Réf. d'alésage

Commander les disques séparément à partir du Tableau Principal

236.25

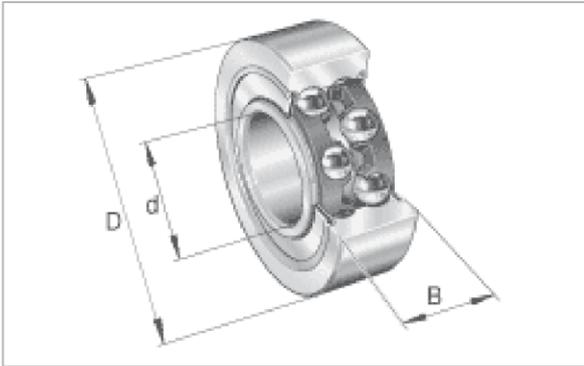
Réf. Disque

**COMMANDER 2 MOYEUX
+ 1 DISQUE PAR ACCOUPLEMENT**



6.10 Roulement à billes à contact oblique

Cette fiche technique ne donne qu'un aperçu des dimensions et charges de base de la série sélectionnée. Respectez impérativement toutes les remarques de ces pages d'aperçu. Des informations complémentaires sont données, pour de nombreux produits, dans "Description". Vous pouvez aussi demander des renseignements détaillés, par ex. une sélection de catalogues (www.ina.de/media-service), par e-mail (kataloge@de.ina.com) ou téléphone +49 (91 32) 82 - 28 97.



	d	D	B
3202B.2RSR.TVH	15 mm	35 mm	15,9 mm
3203B.2RSR.TVH	17 mm	40 mm	17,5 mm
3204B.2RSR.TVH	20 mm	47 mm	20,6 mm
3205B.2RSR.TVH	25 mm	52 mm	20,6 mm
3206B.2RSR.TVH	30 mm	62 mm	23,8 mm
3207B.2RSR.TVH	35 mm	72 mm	27 mm
3208B.2RSR.TVH	40 mm	80 mm	30,2 mm
3209B.2RSR.TVH	45 mm	85 mm	30,2 mm
3210B.2RSR.TVH	50 mm	90 mm	30,2 mm
3211B.2RSR.TVH	55 mm	100 mm	33,3 mm
3212B.2RSR.TVH	60 mm	110 mm	36,5 mm
3213B.2RSR.TVH	65 mm	120 mm	38,1 mm
	d	D	B

Sur MAXPID est utilisé le modèle non standard :

3200B.2RSR.TVH

10 mm

30 mm

14 mm

Figure 1

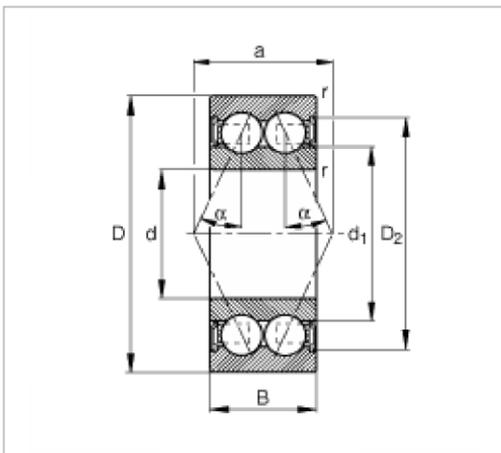
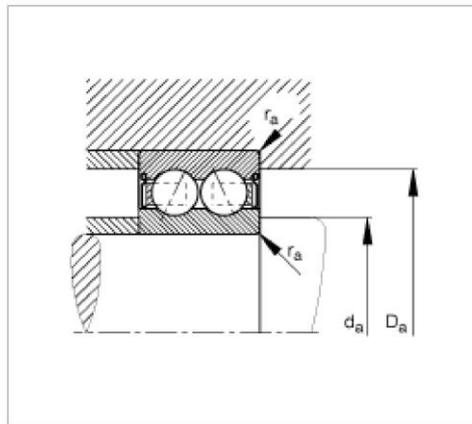


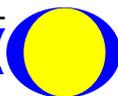
Figure 2



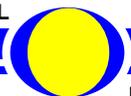
3200B.TVH

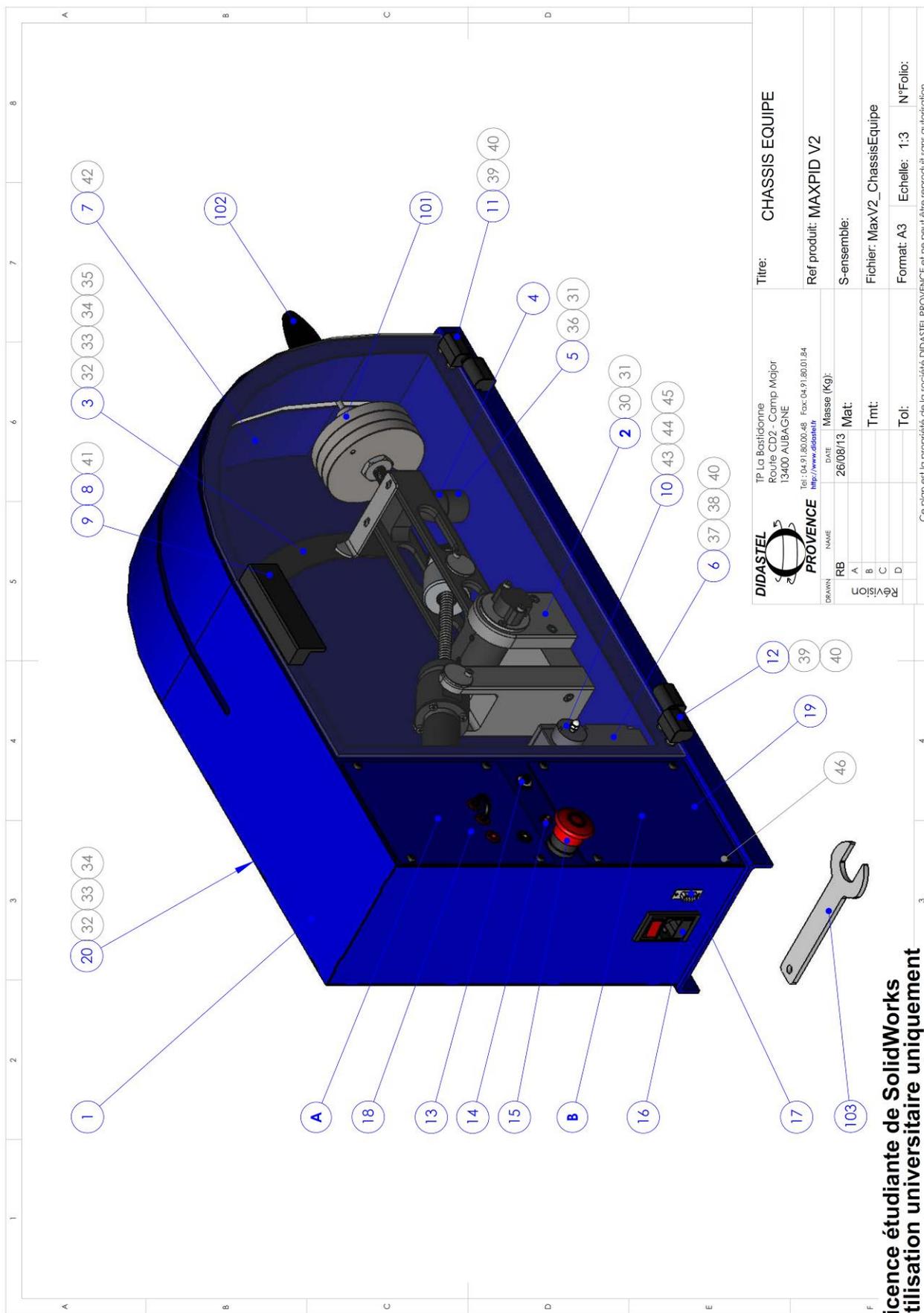
Figure 1, Figure 2,

d	10 mm	
D	30 mm	
B	14 mm	
a	15 mm	
D1	23,9 mm	
d1	17,9 mm	
D2	25,3 mm	
Da max	25,8 mm	
da min	14,2 mm	
fa max	0,6 mm	
rmin	0,6 mm	
m	0,05 kg	masse
Cr	7800 N	charge dyn. de base, radiale
Cor	4550 N	charge statique de base, radiale
ng	22000 1/min	vitesse limite
nb	24000 1/min	vitesse de base
Cur	225 N	charge limite de fatigue, radiale



6.11 Nomenclature et plans





DIDASTEL TP La Bastidonne Route CD2 - Camp Major 13400 AUBAGNE Tel: 04 91 80 00 48 Fax: 04 91 80 01 84 http://www.didastel.fr		Titre: CHASSIS EQUIPE Ref produit: MAXPID V2 S-ensemble: Fichier: MaxV2_ChassisEquipe Format: A3 Echelle: 1:3 N°Folio:
DRAWN: RB NAME: A B C D Révision	DATE: 26/08/13 Masse (kg): Mat: Tmt: Tol:	Ce plan est la propriété de la société DIDASTEL PROVENCE et ne peut être reproduit sans autorisation

licence étudiante de SolidWorks
 J'utilisation universitaire uniquement

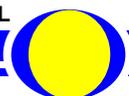


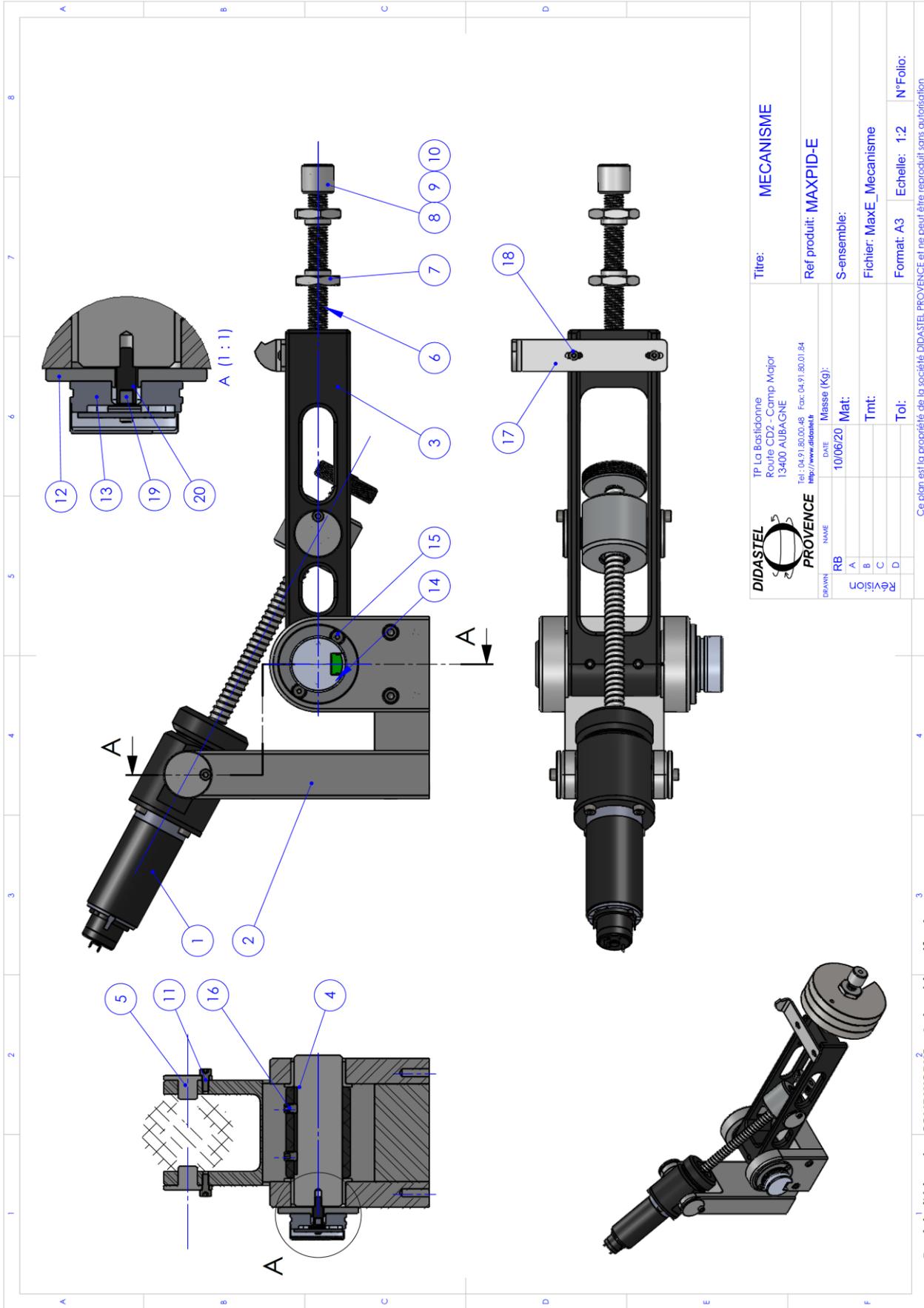


Nomenclature MAXPID-E

MECANISME

Rep.	Désignation	Qté	Référence / Plan	Fournisseur / Sous-traitant
1	Actionneur	1	MaxV2_Actionneur	
2	Chaise	1	MaxV2_Chaise	
1	Bloc	1	MaxV2_ChaiseBloc	SOLMECA
2	Chape Moteur	1	MaxV2_ChaiseChapeMoteur	SOLMECA
3	Chape Bras	2	MaxV2_ChaiseChapeBras	SOLMECA
4	Bague permaglide d30xd34x16	2	PAF-30-160-P10	LOUDET (INA)
5	Vis CHC M5x30	2	ISO 4762-M5x30	LOUDET
6	Vis CHC M5x16	4	ISO 4762-M5x16	LOUDET
7	Goupille d4x8	6		LOUDET
3	Bras	1	MaxV2_Bras	SOLMECA
4	Axe Bras	1	MaxE_AxeBras	SOLMECA
5	Axe Articulation	4	Max_AxeArticul	SOLMECA
6	Axe Poids	1	Max_AxePoids	SOLMECA
7	Ecrou serrage Poids	2	Max_EcrSerPoids	SOLMECA
8	Axe ressort	1	Max_AxeRessort	SOLMECA
9	Bille d7	1		LOUDET
10	Ressort	1	Ressort C30x08x1.5	LOUDET
11	Vis CHC M4x10	4	ISO 4762-M4x10	LOUDET
12	Bride RMC35	1	MaxE_BrideRMC35	SOLMECA
13	Codeur RMC35	1	RMC35	IRLS
14	Vis TC M2,5x10	2	ISO 1580 - M2.5 x 10 - 10C	LOUDET
15	Vis FHC M4x8	2	ISO 10462-M4x8	LOUDET
16	Vis HC M6x8	2	ISO 4926-M6x8	LOUDET
17	Equerre de repérage	1	Max_EqueRep	LAVENIR
18	Vis CHC Bombé M3x10	2	ISO 7380-M3x10	LOUDET
19	Aimant codeur	1	MaxE_SupportAimant	SOLMECA
20	Support Aimant	1	ISO 7380-M3x10	LOUDET





Titre: MECANISME

TP La Bastidonne
Route CD2 - Camp Major
13400 AUBAGNE
Tel: 04.91.80.00.88 Fax: 04.91.80.01.84
<http://www.didastel.fr>

DIDASTEL
PROVENCE

Ref produit: MAXPID-E

S-ensemble:

Fichier: MaxE_Mecanisme

Format: A3 Echelle: 1:2 N°Folio:

DATE: 10/06/20

Masse (Kg):

Mat:

Tmt:

Tol:

RevisiON

RB

A

B

C

D

Ce plan est la propriété de la société DIDASTEL PROVENCE et ne peut être reproduit sans autorisation

Produit d'éducation SOLIDWORKS - A titre éducatif uniquement

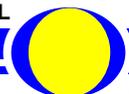


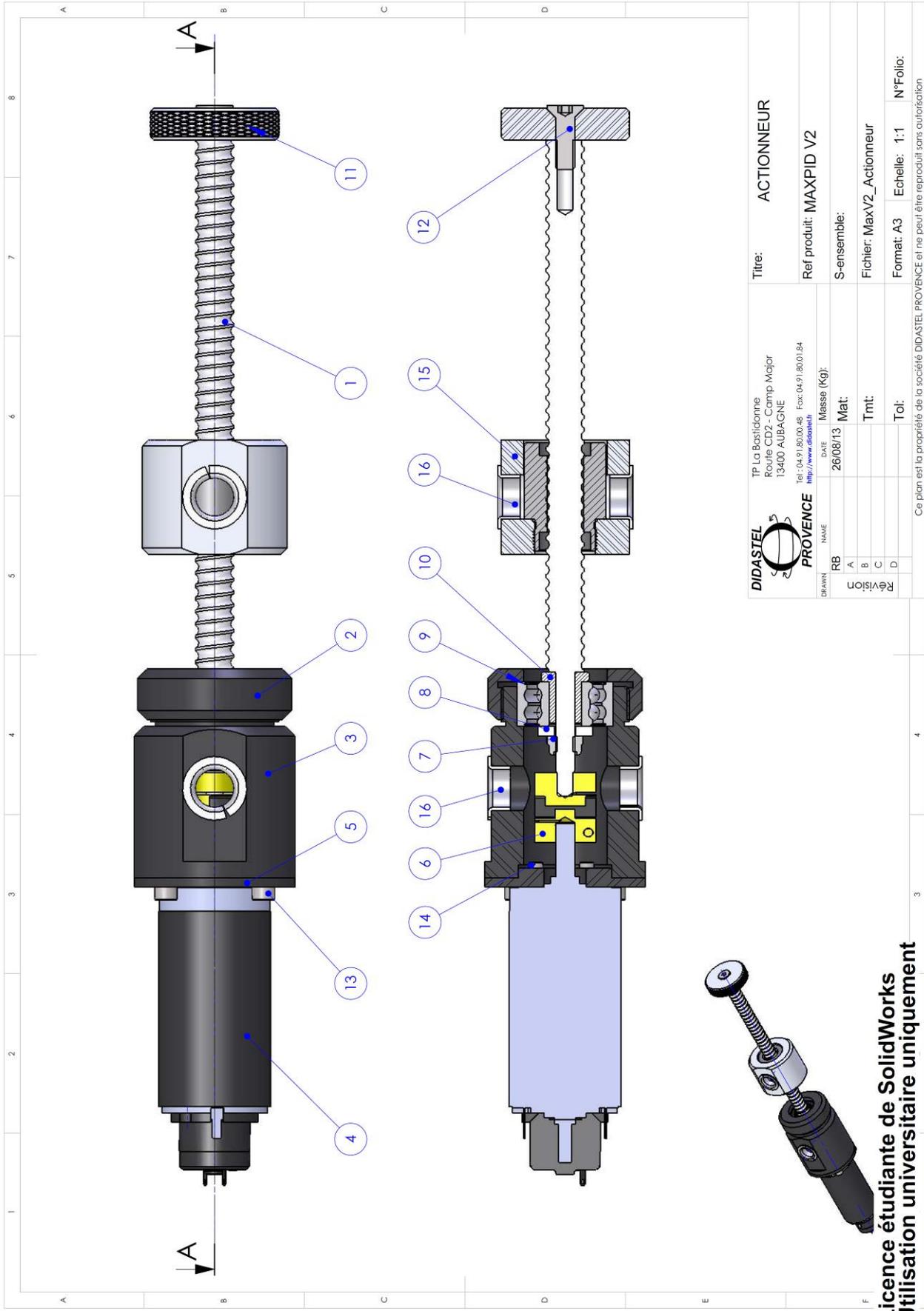


Nomenclature MAXPID V2

ACTIONNEUR

Rep.	Désignation	Qté	Référence / Plan
1	Usinage Vis à billes	1	Max_VisBille
1	Vis à billes	1	SHBO-14-4XR
2	Ecrou support Vis à billes	1	Max_EcrSupVis
3	Support Vis à billes	1	Max_SupVisABille
4	Moteur Maxon RE035 + Tachy	1	RE035G34**/2822
5	Bride Moteur	1	Max_BridMoteur
6	Accouplement Vis à billes / Moteur	1	Oldham-Hudo D6-D5
7	Ecrou frein M6	1	ISO 10511-M6
8	Rondelle d6xd17x3	1	
9	Roulement	1	3200-A-RS1
10	Bague Vis à billes	1	Max_BagVis
11	Rondelle Vis à billes	1	Max_RondVAB
12	Vis FHC M6x20	1	ISO 10642-M6x20
13	Vis CHC M4x10	4	ISO 4762-M4x10
14	Vis M2.5x10	3	ISO 1207-M2.5x10
15	Support Ecrou Vis à bille	1	Max_SupEcrou
16	Bague permaglides d12xd14x7	4	PAF-12-070-P10





DIDASTEL TP La Bastidonne Route CD2 - Camp Major 13400 AUBAGNE Tel: 04 91 80 00 48 Fax: 04 91 80 01 84 http://www.didastel.fr		Titre: ACTIONNEUR Ref produit: MAXPID V2 S-ensemble: Fichier: MaxV2_Actionneur Format: A3 Echelle: 1:1 N°Folio: Ce plan est la propriété de la société DIDASTEL PROVENCE et ne peut être reproduit sans autorisation
DATE: 26/08/13 Masse (Kg): Mat: Tmt: Tol:	Révision A B C D	

licence étudiante de SolidWorks
 utilisation universitaire uniquement





**Technic Parc de la Bastidonne
Route CD2 – Camp Major
13400 AUBAGNE**

**Tel : 04.91.80.00.48 - Fax : 04.91.80.01.84
E-mail : info@didastel.fr - <http://www.didastel.fr>**

