

Table des matières

Fiche 1	Présentation générale	2
	Partie opérative :	2
	Partie commande:	2
	Modélisation de l'axe de commande :	4
Fiche 2	Mise en œuvre du système Et Mesure	5
	Mise en service	5
	Mise hors service	5
	Exécution d'un mouvement	5
	Tracé des courbes	5
Fiche 3	Structure d'un vérin	6
Instrumentation		7
	Potentiomètres	7
	Génératrice	7
Fiche 4	Moteurs	8
Fiche 5	Mesure par reconnaissance d'image	9
	Camera	9
	Interface de mesure	9
	Etape 1. Réglages des niveaux	10
	Etape 2. Réglage de l'échelle	12
	Etape 3. Mesure	12
	Etape 4. Traitement des résultats	12

Fiche 1 PRESENTATION GENERALE

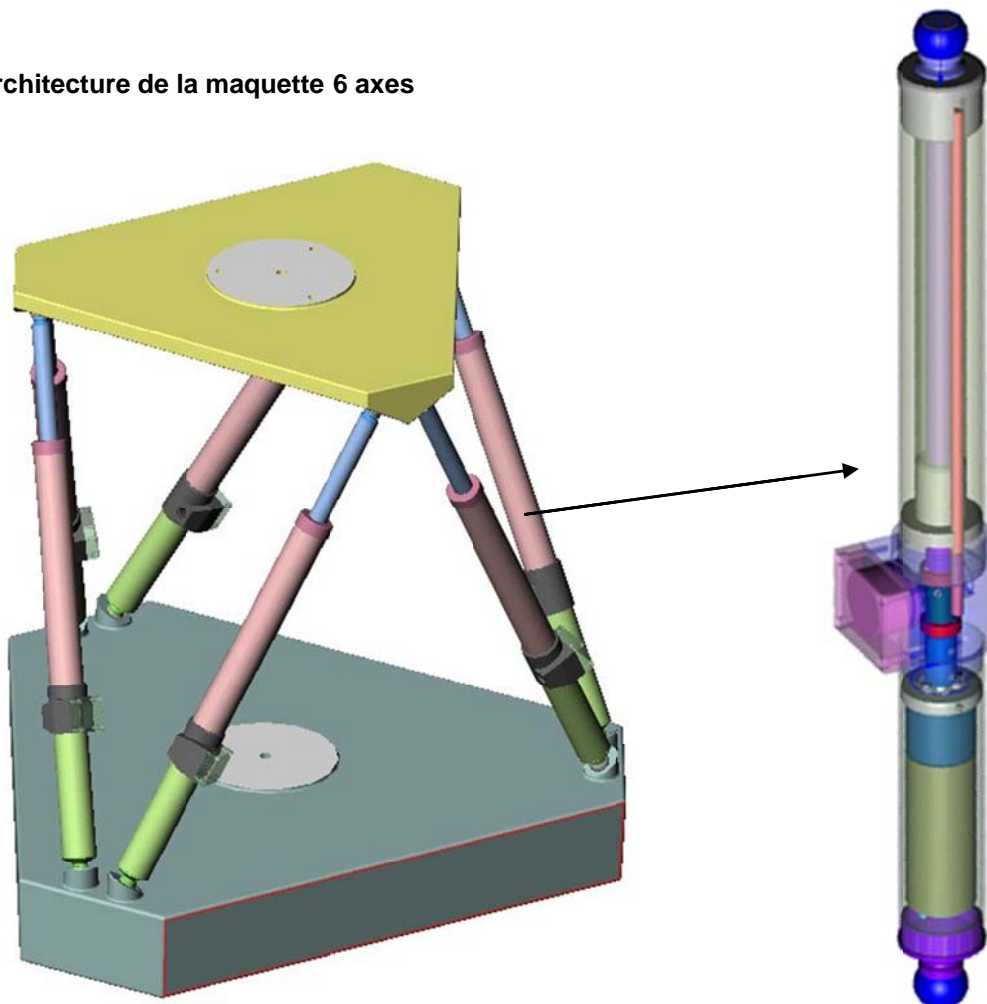
Partie opérative :

L'architecture de la partie opérative est celle d'un robot parallèle, comportant 6 vérins montés en parallèle. Pour chacun de ces vérins, une extrémité est articulée sur une embase fixe et l'autre extrémité s'articule sur la plateforme mobile. Les articulations sont réalisées à l'aide de liaisons **rotules**. Chaque vérin, de course théorique d'environ 150 mm, est un vérin électrique, construit à partir d'une liaison **glissière hélicoïdale**, et motorisé par un motoréducteur à courant continu, de puissance environ 5 W.

La maquette est complétée d'un 7ème axe, autonome, monté sur un support spécifique, afin d'effectuer des tests isolés (asservissement, raideur, ...) et de s'affranchir des problèmes dynamiques de couplage.

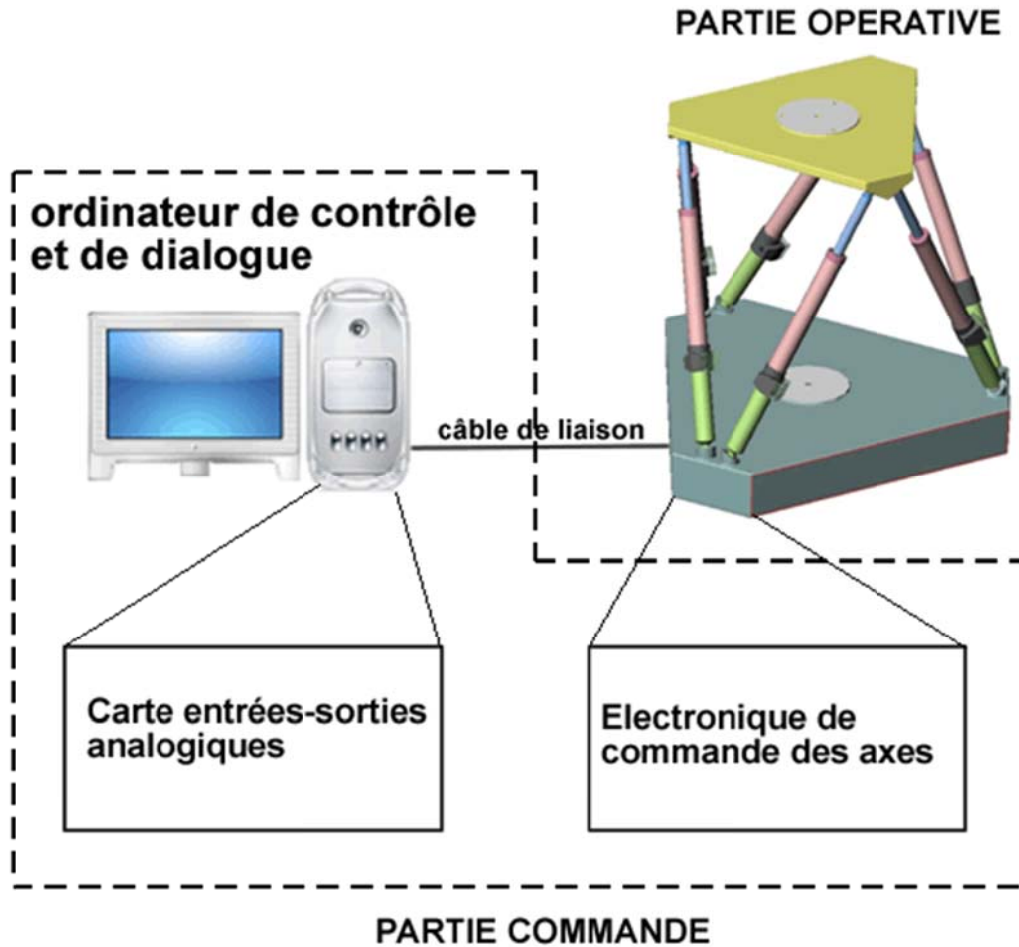
Architecture d'un vérin électrique

Architecture de la maquette 6 axes



Partie commande:

La commande de chaque moteur de vérins est une commande asservie en position par l'intermédiaire d'un capteur potentiométrique monotour lié à la vis d'entraînement (en sortie du réducteur : voir architecture d'un axe page suivante). Elle est assurée par une commande d'asservissement multi-axes intégrant le pilotage en courant des moteurs.



L'entrée des consignes de position s'effectue à partir d'un ordinateur comportant un logiciel de simulation-pilotage, interfacé avec la commande d'axes. La carte d'interfaces analogique-numérique entre l'ordinateur et l'électronique de commande des axes permet à la fois, en « temps réel » :

- de transmettre les consignes calculées par l'ordinateur vers chacun des axes commandés ;
- d'acquérir les différentes mesures de position, de vitesse et de « couple » pour les visualiser.

Chaque vérin ainsi commandé présente une architecture **de chaîne fonctionnelle asservie**.

L'axe autonome auxiliaire est commandé par la même commande d'axes.

Le logiciel développé spécifiquement pour cette application intègre les fonctions suivantes :

- une fonction **interface utilisateur**, sous forme d'un menu arborescent ;
- fonction **contrôle-commande** de la plateforme et de l'axe auxiliaire. Cette fonction de directeur de commande d'axe calcule les consignes de position à appliquer sur chacun des axes à chaque période d'échantillonnage pour obtenir la trajectoire sélectionnée au menu, transmet ces consignes aux modules électroniques de commande des axes, via la carte d'interface implantée dans l'ordinateur ;
- fonction **oscilloscope**. Cette fonction de visualisation des courbes (menu Résultats) exploite les mesures effectuées en temps réel sur les différentes grandeurs des axes pendant l'exécution d'une trajectoire demandée. Elle permet d'obtenir les courbes de position, de vitesse et de couple moteur.



On appelle période d'échantillonnage T l'intervalle de temps constant entre deux changements d'application de consigne sur les axes (ici valeur réglable au menu, par "Tempo").

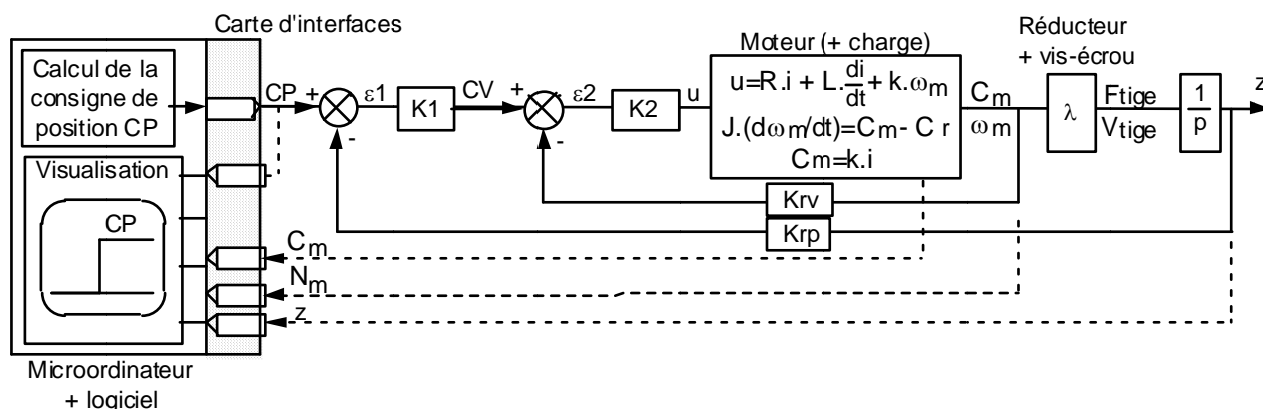
Le chronogramme ci-contre illustre l'effet de l'échantillonnage sur trois des axes : sur tous les axes, la consigne de position évolue avec une période T

(en traits pointillés l'évolution de la vitesse moyenne sur chacun des axes).

Modélisation de l'axe de commande :

Schéma fonctionnel simplifié :

La figure ci-dessous présente un schéma fonctionnel simplifié de la commande de l'axe. Ce schéma fait apparaître deux boucles d'asservissement imbriquées :

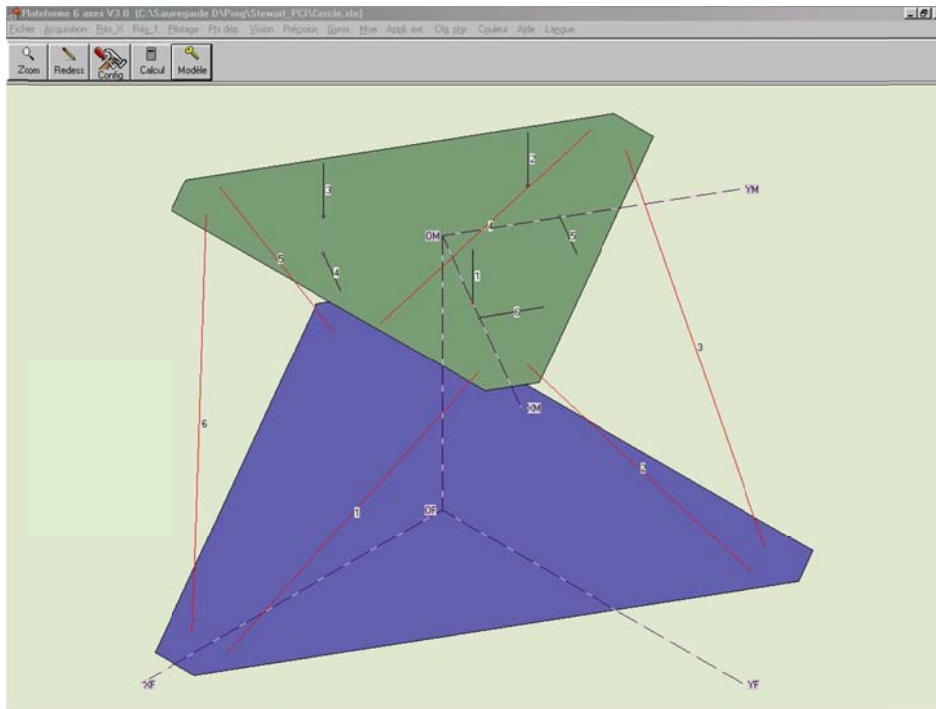


- La boucle principale est la boucle d'asservissement en **position** : elle élabore l'écart de position ε_1 différence entre la consigne de position, CP, et le déplacement mesuré de l'axe. Cet écart est amplifié pour générer la consigne d'asservissement de vitesse du moteur, CV.
- La seconde boucle est la boucle d'asservissement de vitesse du moteur et de l'axe. Elle élabore l'écart de vitesse ε_2 qui agit sur la commande en courant du moteur pour engendrer le couple nécessaire pour déplacer la tige du vérin compte tenu de sa masse, des frottements. Ce couple est à l'origine de l'accélération moteur qui engendre le déplacement de l'axe.

Fiche 2 MISE EN ŒUVRE DU SYSTEME ET MESURE

Mise en service

- Allumer l'ordinateur associé, choisir Windows XP pour le système d'exploitation.
- Ouvrir le logiciel STEWART



- Mettre alors la plateforme sous tension, en actionnant l'interrupteur situé sur son socle.

Mise hors service

Quitter le logiciel, puis mettre la table hors tension **avant de couper l'alimentation du PC**.

Exécution d'un mouvement

- Dans le menu **Fichier**, cliquer sur **Ouvrir**
- Choisir l'un des programmes prédéfinis
- Puis dans le menu **Pilotage** cliquer sur **Action**

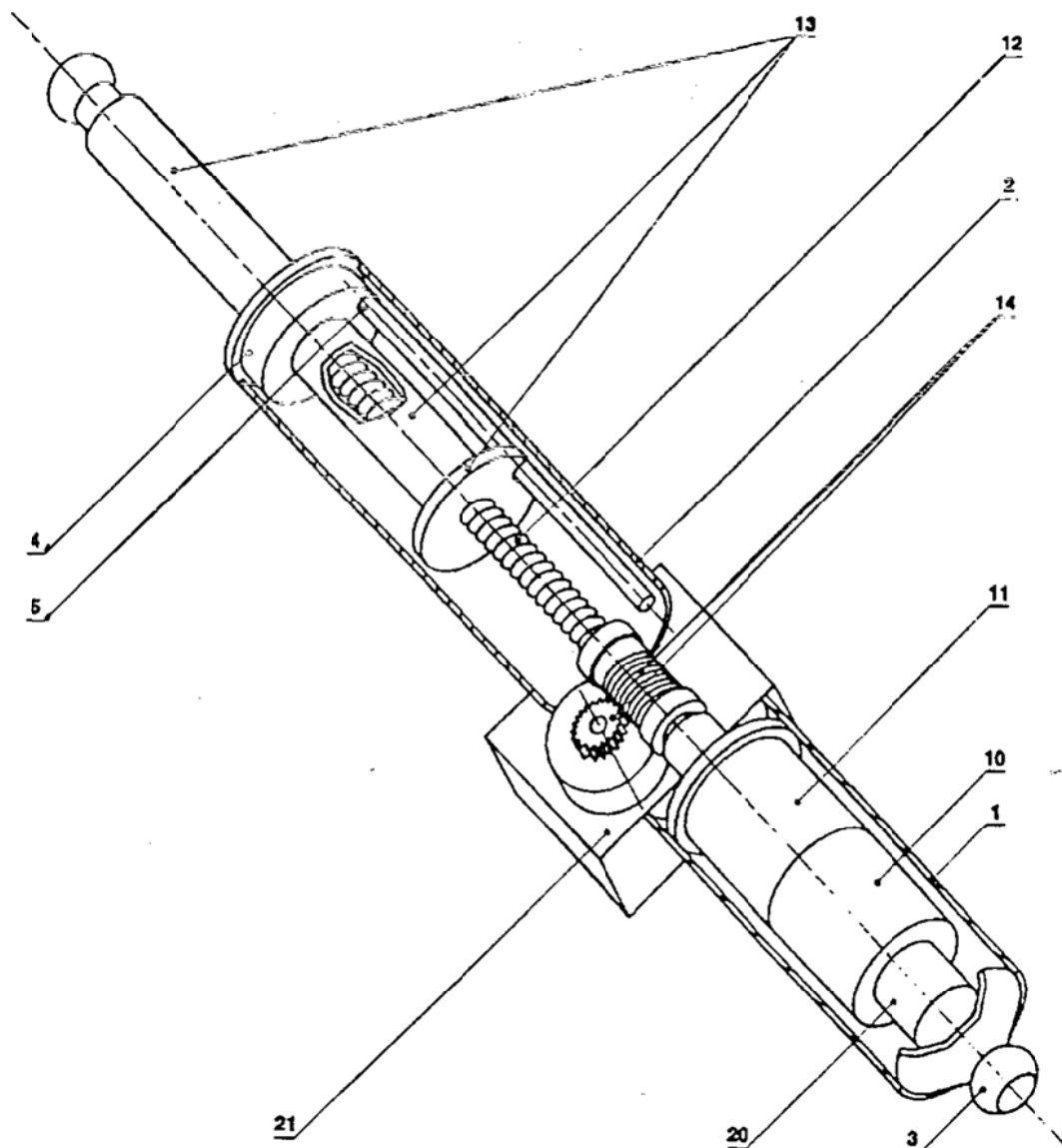
La plateforme regagne d'abord sa position initiale, attendre l'invite pour lancer le déplacement (**Continu**)

Tracé des courbes

- Dans le menu **Pilotage**, cliquer sur **Résultats**
- Sélectionner un vérin, et cliquer sur **Outil, Choix courbe**

Cliquer sur Valeurs puis sur les flèches pour déplacer le curseur et obtenir ainsi les valeurs particulières.

Fiche 3 STRUCTURE D'UN VERIN



Repère	Désignation
1	Carter du moteur
2	Carter du vérin
3	Rotule
4	Palier fixe
5	Glissière guide
10	Moteur à courant continu
11	Réducteur épicycloïdal ($r=19,4$)
12	Vis liée au rotor du moteur (pas $p=6,35\text{mm}$)
13	Écrou lié à la tige du vérin (pas $p=6,35\text{mm}$)
14	Réducteur roue-vis sans fin ($r=26$)
20	Génératrice tachymétrique
21	Potentiomètre monotour de mesure de position

INSTRUMENTATION

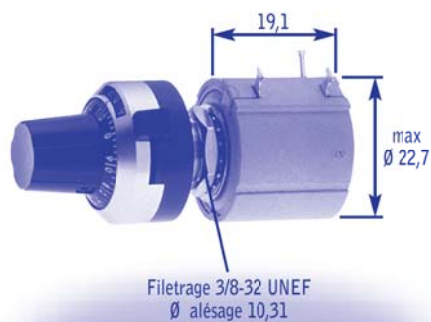
Potentiomètres

Potentiomètre POT-10T

2,2 K Ω /10 K Ω

Courant continu

Motorlink



Spécifications techniques			Version	
			2,2 K	10 K
1	Tolérance +/-	%	5	5
2	Linéarité +/-	%	0,25	0,25
3	Puissance	W	2	2
4	Course angulaire	°	3600	3600
5	Résistance d'isolement	Mohm	1000	1000
6	Tension diélectrique	V	1000	1000

Potentiomètre de précision 10 tours.

Génératrice

Génératrice 2822

0,52 V/1000

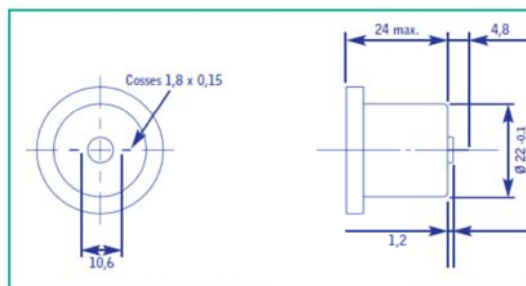
Courant continu

Maxon

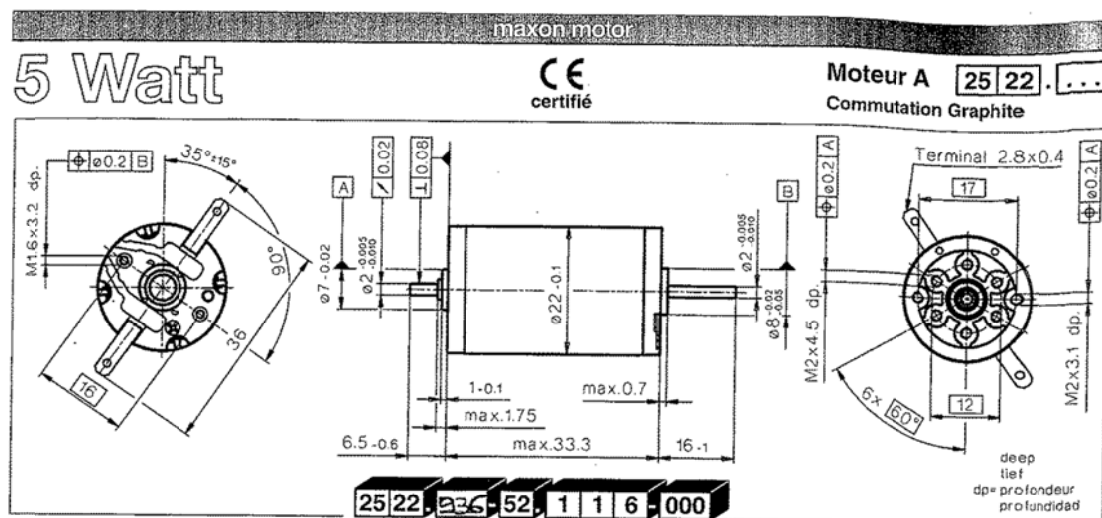


Spécifications techniques			Version
			0,52 / 1000
1	Tension de sortie	V/1000tr/mn	0,52
2	Résistance du rotor	Ohm	57
3	Taux d'ondulation	%	6
4	Linéarité +/-	%	0,7
5	Courant maximum conseillé	mA	10
6	Impédance nominale de charge	Kohm	10
7	Tolérance sur tension de sortie +/-	%	15
8	Coefficient de température	%/°C	0,4
9	Commutation		Métal
10	Aimant		AINiCo
11	Nombre de lames au collecteur		7
12	Température minimum d'utilisation	°C	-20
13	Température maximum d'utilisation	°C	65
14	Inertie	gcm ²	3

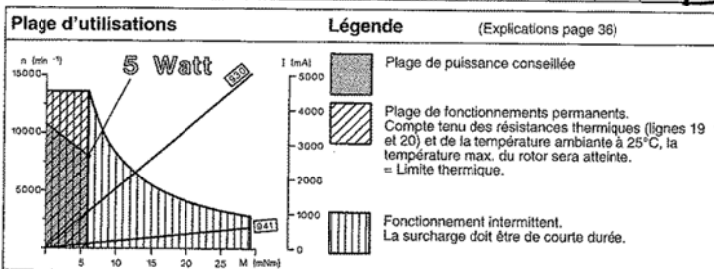
- Génératrice à faible inertie pour les boucles d'asservissement.
- Adaptée aux applications à basse vitesse.



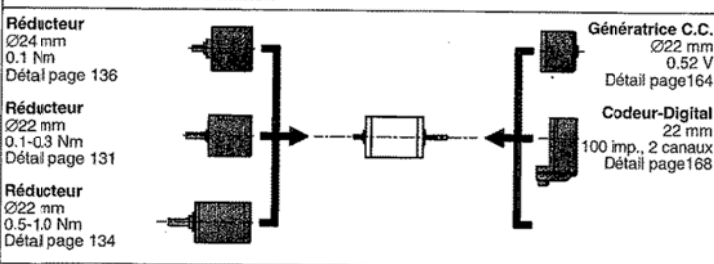
Fiche 4 MOTEURS



Caractéristiques moteur	N° de bobinage (N° de commande)	930	931	932	933	934	935	936	937	938	939	940	941
1 Puissance conseillée	W	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
2 Tension nominale	Volt	7,20	8,00	10,00	12,00	12,00	15,00	15,00	21,00	24,00	30,00	42,00	48,00
3 Vitesse à vide	tr/min	11700	11800	11200	11800	10500	11900	10300	11800	10800	10900	11500	9340
4 Couple de démarrage	mNm	24,2	24,5	25,2	27,1	24,1	28,6	23,2	26,0	23,9	23,9	24,7	19,3
5 Pente vitesse/couple	tr/min/mNm	492	489	452	443	444	455	454	460	461	467	475	496
6 Courant à vide	mA	76,5	69,7	52,3	46,5	40,5	37,5	31,8	26,4	20,9	17,0	12,9	8,82
7 Courant de démarrage	mA	4180	3860	3010	2840	2250	2240	1710	1550	1150	927	725	402
8 Résistance aux bornes	Ohm	1,72	2,07	3,33	4,22	5,32	6,69	8,78	13,5	20,9	32,4	57,9	120
9 Vitesse limite	tr/min	13600	13600	13600	13600	13600	13600	13600	13600	13600	13600	13600	13600
10 Courant permanent max.	mA	720	720	720	679	605	539	471	379	305	245	183	128
11 Couple permanent max.	mNm	4,16	4,58	6,04	6,48	6,47	6,39	6,40	6,35	6,35	6,31	6,25	6,12
12 Puissance max. fournie à la tens. nom.	mW	7260	7450	7270	8270	6640	8150	6190	7890	6660	6720	7370	4630
13 Rendement max.	%	75,0	75,1	75,6	76,3	75,2	76,1	74,8	75,9	75,1	75,1	75,4	72,9
14 Constante de couple	mNm/A	5,78	6,36	8,38	9,54	10,7	11,9	13,6	16,8	20,8	25,7	34,1	48,0
15 Constante de vitesse	tr/min/V	1650	1500	1140	1000	893	806	703	569	459	371	280	199
16 Constante de temps mécanique	ms	18,8	18,7	18,3	18,2	18,2	18,1	18,1	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0
17 Inertie du rotor	gcm ²	3,65	3,64	3,87	3,93	3,90	3,81	3,80	3,74	3,73	3,68	3,61	3,47
18 Inductivité	mH	0,12	0,14	0,24	0,32	0,40	0,49	0,64	0,97	1,50	2,29	4,02	7,97
19 Résistance therm. carcasse/ambiant	K/W	21,50	21,50	21,50	21,50	21,50	21,50	21,50	21,50	21,50	21,50	21,50	21,50
20 Résistance therm. rotor/carcasse	K/W	6,30	6,30	6,30	6,30	6,30	6,30	6,30	6,30	6,30	6,30	6,30	6,30



Construction modulaire maxon



- Programme Stock
- Programme Standard
- Programme Spécial (sur demande!)
- Jeu axial 0,1 - 0,2 mm
 - Charge maximum des paliers
 - axiale (dynamique) 1,0 N
 - radiale (à 5 mm de la face) 2,8 N
 - Chassage (statique) 80 N
 - (statique, axe soutenu) 170 N
 - Charge maximum des roulements
 - axiale (dynamique) 1,1 N
 - radiale (à 5 mm de la face) 5,5 N
 - Chassage (statique) 45 N
 - Jeu radial
 - avec paliers lisses 0,012 mm
 - avec roulements 0,025 mm
 - Températures d'utilisation -20/+65°C
 - Température rotor max. +85°C
 - Nombre de lames collecteur 9
 - Poids 54 g
 - Les caractéristiques moteur du tableau sont des valeurs nominales. Plage de tolérances voir page 33. Pour des caractéristiques complémentaires, demandez nos fiches ordinateur.
 - Option: également livrable avec des fils de connexion (en association avec une génératrice ou un codeur) ou avec des roulements à billes.

70 maxon DC motor

Edition Avril 1999 / Modifications réservées

Fiche 5 MESURE PAR RECONNAISSANCE D'IMAGE

Camera

La caméra utilisée pour la mesure est une Webcam TeckNet® HD 720P Webcam C016

Caractéristiques principales :

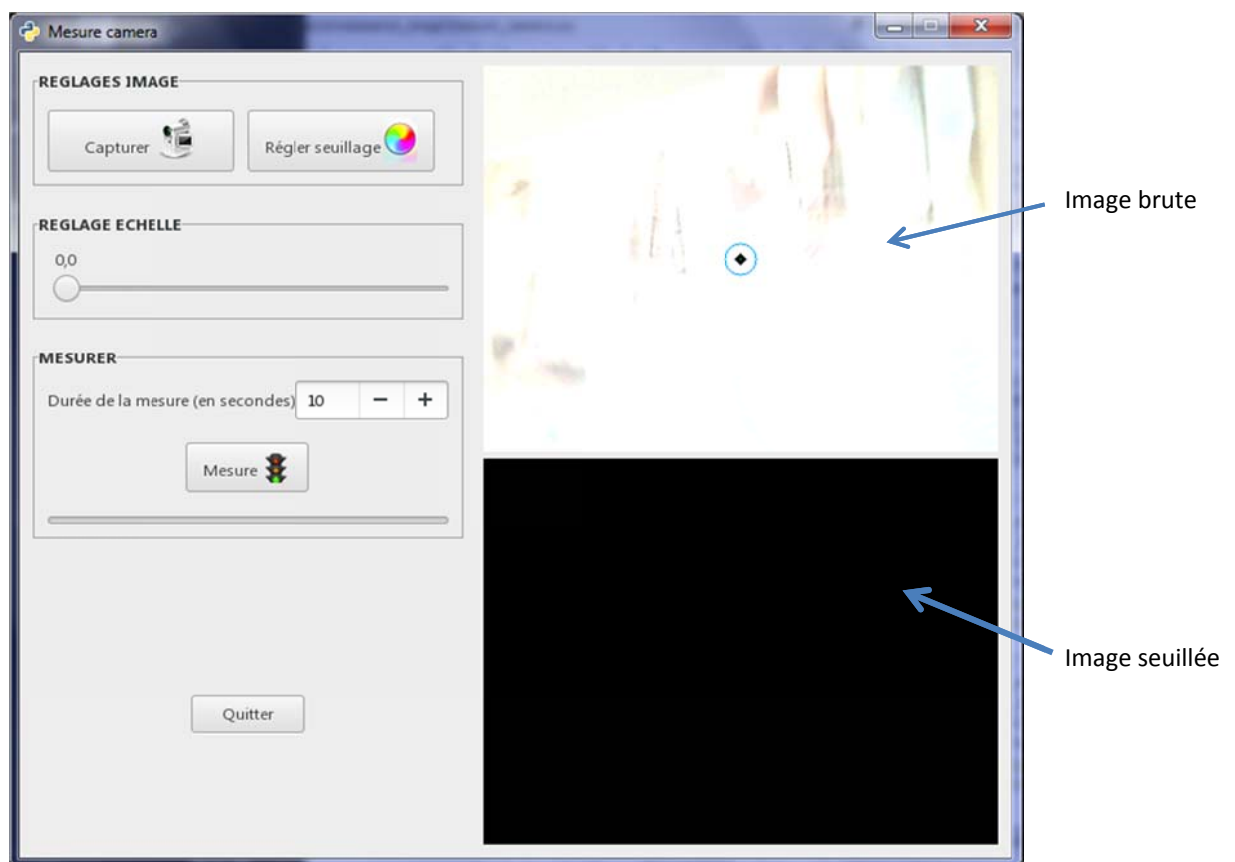
- Full Haute Définition d'une résolution de 720p, 1280 x 720 pixels, résolution maximale de 5 méga pixels, capture d'image : en résolution 2560*1920
- Lentille : Haute qualité 5 couches de lentilles de verre,
- 6 LED des deux côtés de la lentille
- Microphone USB intégré
- Objectif à mise au point manuelle : Focale 6.0 mm. Point de focale : de 20 mm au champ de vision,
- Balance des blancs et contrôle de l'exposition : automatique / manuel
- Fréquence d'acquisition : 30 images par secondes



Interface de mesure

Pour lancer l'interface de mesure, il faut ouvrir Spyder, puis exécuter le script « mesure_camera.py » fourni.

Sélectionner alors la fenêtre apparue dans la zone des tâches :



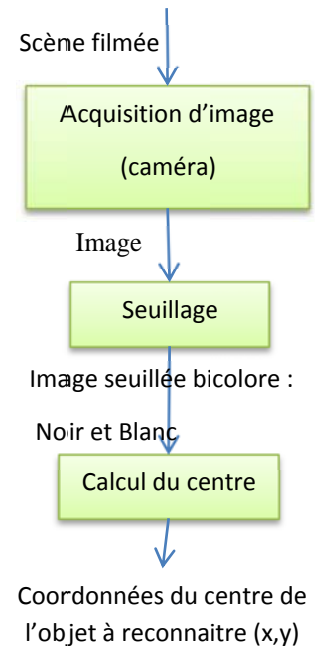
Principe

L'objectif est de détecter le centre d'un objet filmé par la caméra, afin de pouvoir déterminer ses mouvements.

Cela suppose que l'objet à détecter soit d'une couleur bien différentiable du fond de l'image.

Dans un premier temps, l'algorithme de traitement seuille l'image, c'est-à-dire que l'image est redimensionnée, puis les pixels dont la couleur s'approche de la couleur de la forme à détecter sont transformés en pixels blancs. Le reste de l'image (fond) sera noire.

Puis, l'algorithme calcule le centre de la forme blanche sur l'image seuillée.



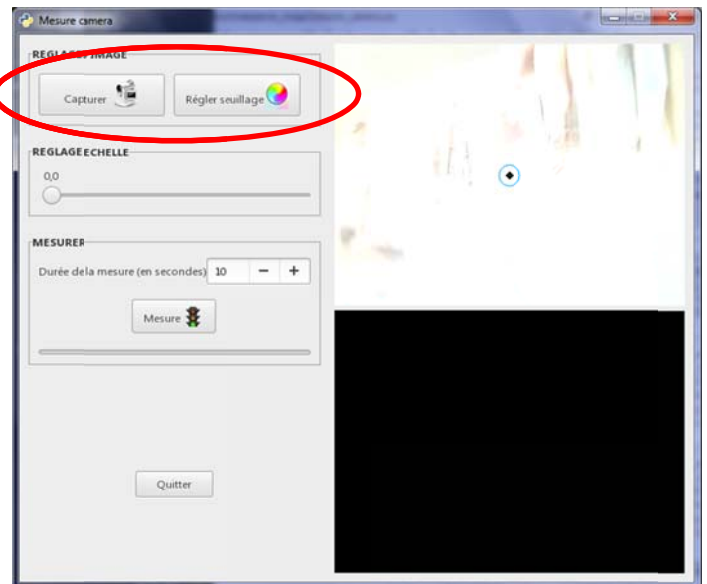
Etape 1. Réglages des niveaux

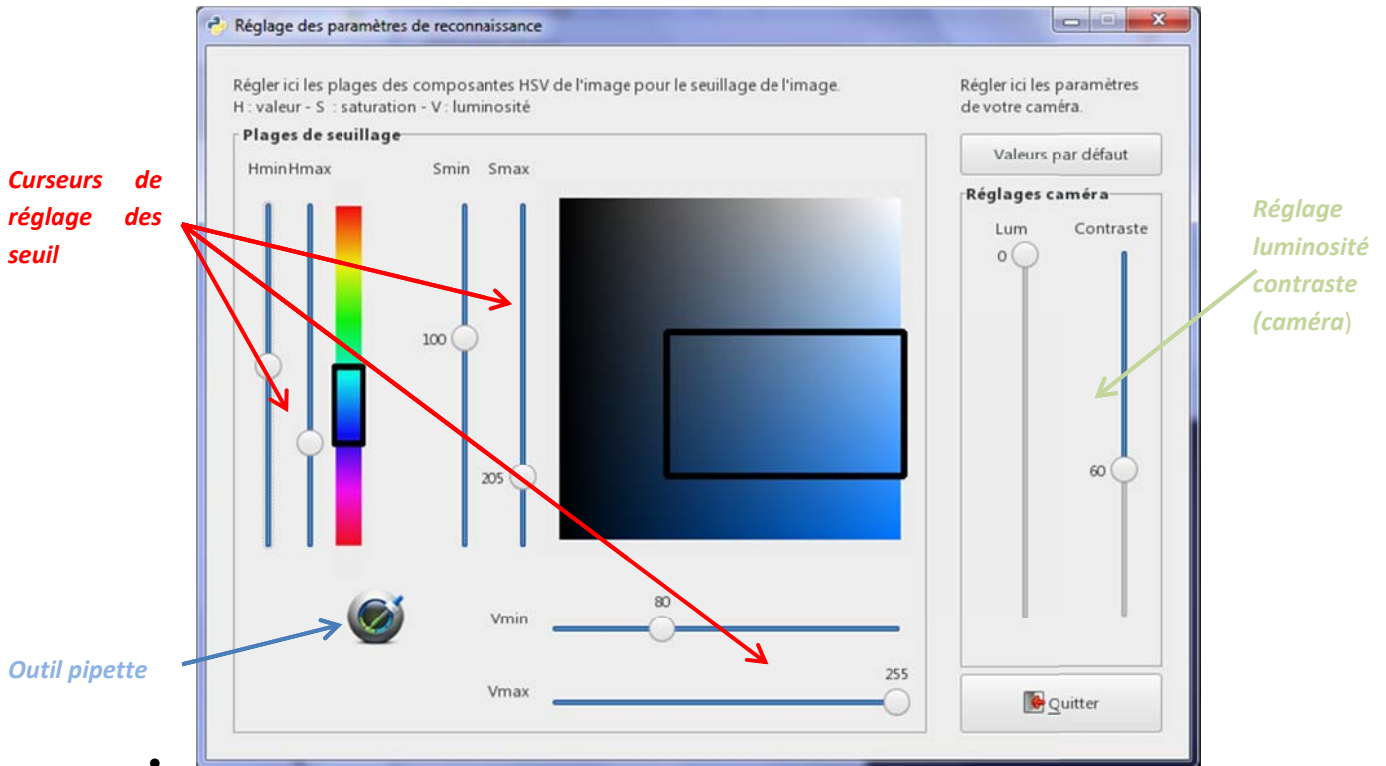
Pour que la mesure fonctionne, il faut au préalable régler les niveaux de seuillage de l'image.

Le but de cette étape est d'avoir sur l'image seuillée une forme blanche correspondant à l'objet à détecter. Les pixels blancs de l'image seuillée ne doivent être que ceux de l'objet à détecter. Pour cela il faut éviter d'avoir dans la zone de mesure des objets parasites de couleur semblable à celle de l'objet à détecter.

On utilise les 2 boutons :

- **Capturer** : ce bouton permet de capturer une autre image de la scène
- **Régler seuillage** : ce bouton déclenche l'ouverture d'une fenêtre de réglage des paramètres de reconnaissance.



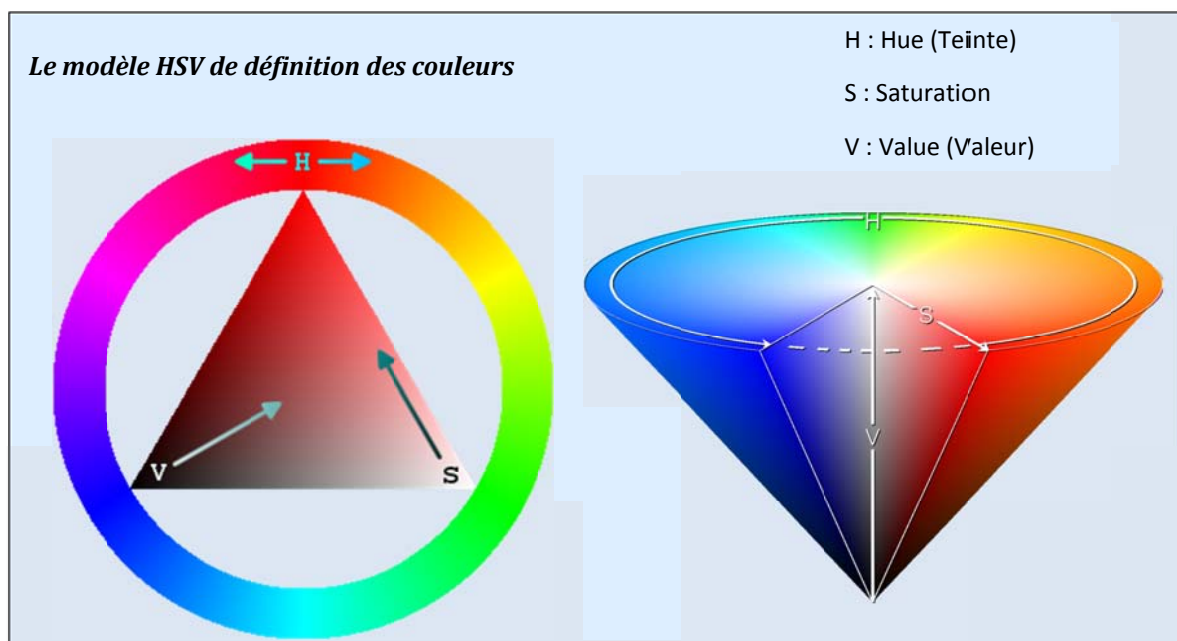


Les réglages s'effectuent en manipulant les curseurs (Hmin, Hmax, Smin, Smax, Vmin et Vmax). Ces curseurs définissent la plage de couleur conservée. Vérifier l'effet sur l'image seuillée.

L'outil pipette permet de venir pointer une zone de l'image brute (sur la fenêtre « Mesure caméra ») contenant la couleur voulue, et un prérègle automatiquement les curseurs.

Les 2 curseurs luminosité/contraste, permettent de régler la caméra, si conditions lumineuses de la pièce ne permettent pas d'avoir une image traitable.

Attention pour la zone teinte (H) : Le rouge pur est la couleur ayant une teinte la valeur 180. Les nuances de rouges se situent alors dans les plages {160-180} et {0-20}. En plaçant le curseur de gauche (MIN) à une valeur supérieure au curseur de droite (MAX), on obtient l'ensemble de ces 2 plages de valeurs.

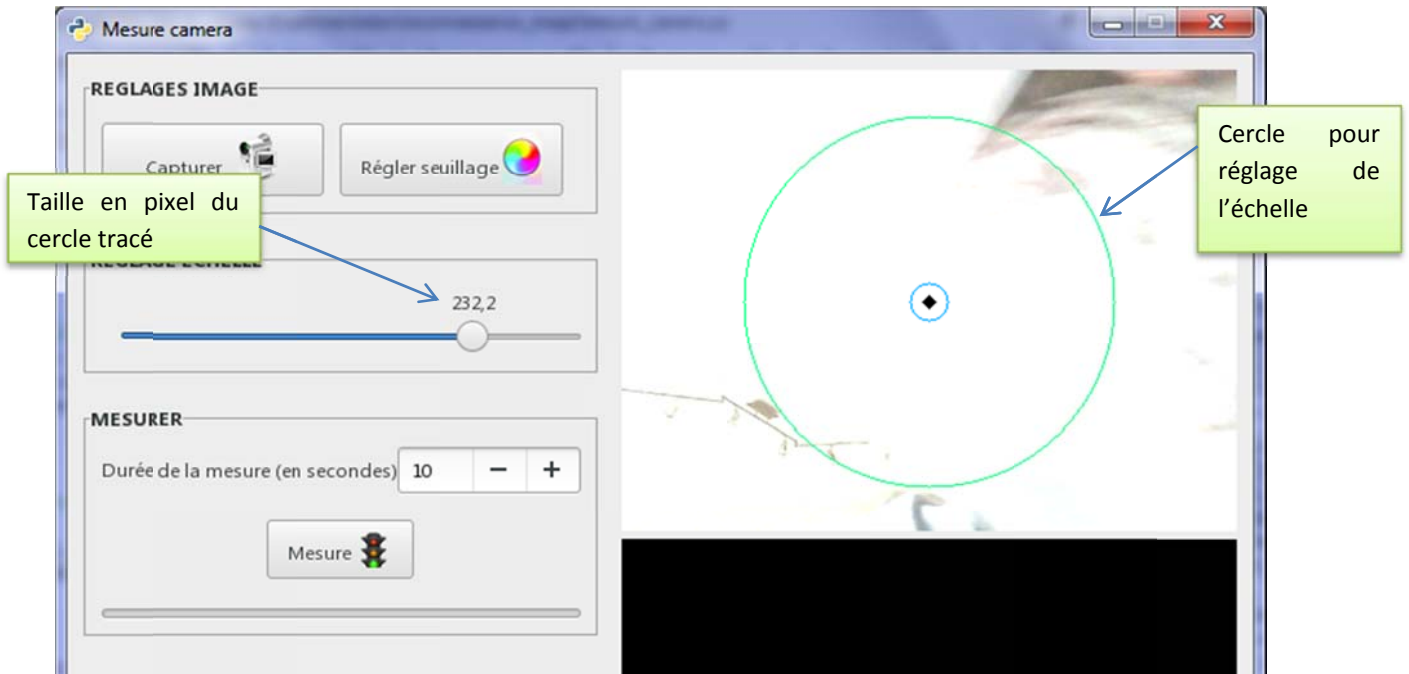


Etape 2. Réglage de l'échelle

Le résultat de la mesure est donné en pixels sur l'image traitée (de taille 512*384).

La procédure de réglage permet de dessiner sur l'image un cercle de taille réglable, afin de connaître le rapport cm/pixel.

On fait pour cela l'hypothèse que la distance de l'objet au plan focal reste la même au cours de la mesure.



Etape 3. Mesure

Après avoir réglé la durée de la mesure, lancer la mesure en cliquant sur le bouton mesure.

Lorsque le temps est écoulé, les résultats sont automatiquement stockés dans un fichier resultats.csv situé dans le même dossier que le fichier mesure_camera.py exécuté.

Etape 4. Traitement des résultats

Les résultats obtenus sont pour chaque image traitée :

- Le temps t en secondes (l'origine des temps étant l'instant du clic sur le bouton **Mesure**)
- Les coordonnées (x,y) du centre de la forme reconnue, en pixels. L'origine est le coin supérieur gauche de l'image.

Le traitement des résultats peut se faire :

- Directement dans Python en utilisant la liste Lres générée après fermeture de l'application : cette liste contient pour chaque image traitée le triplet [temps, x, y]
- En travaillant dans un tableur avec le fichier « resultats.csv »

