

## **Factori de influenta a sistemelor de pozitionare**

In cadrul proiectului este necesar sa se utilizeze un sistem precis de deplasare pe 6 axe. Sistemul trebuie realizat astfel incit sa satisfaca cerintele de precizie dorite, sa pastreze pozitia in timp si factorii de mediu sa nu il influenteze. Un astfel de sistem care poate satisface cerintele este prezentat in cadrul raportului in 2 variante. Urmeaza ca in continuare in cadrul proiectului sa se stabileasca solutia dorita.

### **Parametri de performanta**

Funcție de aplicatie, de obiectul care se dorește deplasat, de tipul deplasării: liniară, rotativă, combinată pe una sau mai multe axe, se vor alege parametrii doriti.

Intelegerea definitiilor diversilor parametri si modul in care acestea afecteaza performanta va simplifica procesul de selectie.

### **Materiale**

Cea mai mare parte a componentelor mecanice sunt realizate din aluminiu sau alama deoarece au masa redusa, uneori functie de aplicatie din otel inoxidabil.

Intr-o aplicatie trebuie studiate cu atentie proprietatile materialelor relevante care ar trebui luate in considerare.

### **Rigiditate**

Rigiditatea este o masura a cantitatii de deformare (forta / arie), necesara pentru a provoca o anumita tensiune. Deformarea si tensiunea sunt proportionale si sunt legate prin ecuatia urmatoare  $\sigma = E\varepsilon$  unde  $\sigma$  = deformatia,  $\varepsilon$  = tensiunea iar  $E$  = modulul lui Young (dependentă de material). Un material este cu atat mai rigid cu cit modulul de elasticitate este mai mare si mai putin rigid daca  $E$  este mai redus.

De exemplu otelul inoxidabil este de aproximativ 3 ori mai rigid decit aluminiul. Pe de alta parte aluminiul este de 1.3 ori mai moale ca alama.

Rigiditatea specifica definita ca Modulul lui Young raportat la densitatea de material este extrem de importanta atunci cind modul de vibratie poate fi o problema.

Componentele cu aceeasi forma, rigiditate specifica vor avea aceeasi frecventa de rezonanta. O rigiditate ridicata implica o frecventa de rezonanta mai ridicata.

## **Dilatarea termica**

Modificarile de temperatura pot cauza modificari de forma si de dimensiuni intr-o componenta la montaj. Si cum in cazul nostru orice modificare a pozitiei obiectului poate cauza probleme de masuratori, avem nevoie de stabilitate dimensionala, si ca urmare materialele trebuie alese cu grija.

Cauzele modificarii dimensionale sunt : materialul utilizat, temperatura.

Ecuatia de modificare dimensionala cu temperatura este :  $\Delta L = \alpha L \Delta T$ , unde  $\alpha$  este coeficient de dilatare termica.

Coeficientul de dilatare termica al oțelului inoxidabil este jumate din cel al aluminiului ca urmare este mai stabil dimensional.

Conductivitatea termica a aluminiului este mai mare de circa zece ori decat cea a oțelului inoxidabil, astfel incit caldura se disipata mai usor

## **Instabilitatea materialului**

Instabilitatea materialul se refera la modificarea dimensiunilor sale in timp. Acest lucru se poate observa pentru componente din aluminiu, alama, sau oțel inoxidabil intr-o perioada de timp de ordinul a citorva luni sau ani.

## **Rezumat materiale**

Fiecare dintre materialele folosite la componentele de pozitionare au propriile lor avantaje si dezavantaje. Nu exista un material universal care indeplineste toate cerintele, trebuie ales cel care satisface cel mai bine necesitatea.

Aluminiul este un material usor, rezistent la frig sau la fluaj, are rigiditate buna. Are un coeficient de dilatare termica si o conductivitate termica ridicata, ceea ce il recomanda pentru aplicatii cu pante termice sau pentru aclimatizare rapida la schimbarile de temperatura. Se prelucreaza rapid, cu costuri reduse si este utilizat pe scara larga in structuri componente.

De asemenea, nu rugineste si are rezistenta la coroziune într-un mediu de laborator, chiar și atunci cind suprafața este neprotejata. Se poate finisa prin anodizare.

Oțelul inoxidabil are modul ridicat de elasticitate, rigiditate foarte buna (aproape de trei ori mai mare ca aluminiul), precum si buna stabilitate dimensionala. De aceea este o buna alegere in laborator in cazul in care exista modificari de temperatura.

Prelucrarea oțelului este mult mai lenta decit prelucrarea aluminiului si din acest motiv componentele din otel sunt mult mai scumpe.

Insa otelul obisnuit are probleme legate de coroziune. Aliajele de otel inoxidabil evita problemele de coroziune a otelurilor obisnuite.

Alama este un material greu, mai dens decit otelul, se prelucreaza rapid, are o rigiditate mai mica decit otelul. Dilatare termica a alamei este similara cu cea a aluminiului, dar are o conductivitatea termica mai buna. Este un material rezistent la uzura.

### **Finisajul**

Aluminiu anodizat asigura excelenta rezistenta la coroziune si o finisare bună. Culoarea neagra este des folosita in domeniul optic. Suprafata anodizata este foarte poroasa. Anodizarea intareste suprafata; imbunatateste rezistenta la uzura.

Piese metalice sunt, in general acoperite prin placare sau vopsire. Placarea este facuta cu crom, nichel, rodium, sau cadmiu.

Aliajele de otel inoxidabil nu ruginesc si se pot finisa excelent ca urmare in anumite situatii sunt de recomandat.

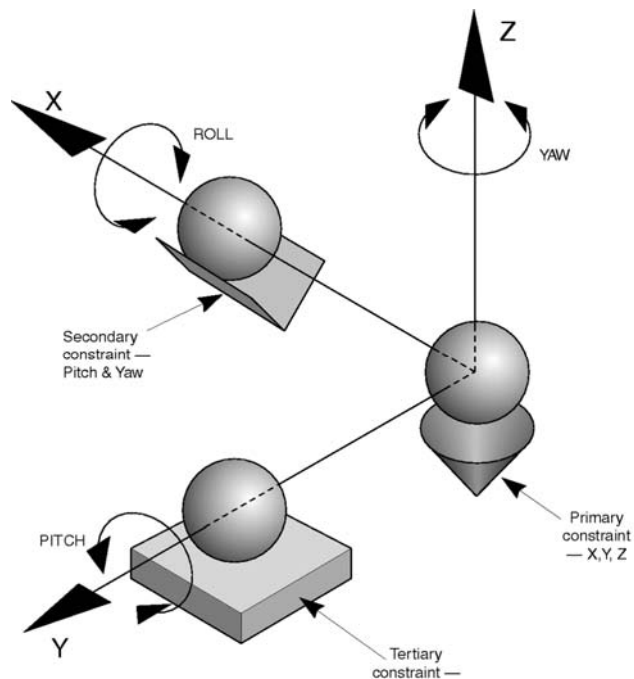
### **Montura normala si cinematica**

Un sistem de pozitionare cu sase axe de coordonate independente, 3 rotatii si 3 translatii fata de un sistem de coordonate fix, care are si un numar de 6 constrangeri se numeste sistem cinematic de montare optica.

Cel mai frecvent tip de sistem de pozitionare cinematica este de tip con, asa cum este ilustrat schematic in Figura 3.1.

Consideram sistemul optic ca fiind atasat la sistemul de coordonate cu cele 3 sfere asa ca in Figura 3.1 si montura sa corespunzatoare conului, V-ului si placii.

In cazul in care optic este asezat in con, trei grade de libertate (x, y, și z – translatii) sunt eliminate fără redundanta.



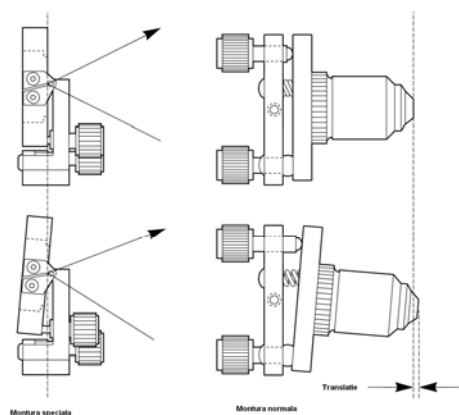
Alinierea V-ului spre con este importanta deoarece nu trebuie supra-constrinse gradele de libertate. In final exista doar un grad de libertate ramas de constrins rotatia in jurul axei X. Acest lucru se realizeaza prin asezarea sferei pe placa.

Cele 6 constrangeri neredundante fac ca acest sistem de pozitionare sa se numeasca cinematic.

Astfel de sisteme de pozitionare se folosesc deoarece: asigura o stabilitate ridicata, nu introduce distorsii optice de montaj, asigura pozitionarea cu precizie si repetabilitatea. Din Figura 3.1 se poate observa cu usurinta stabilitatea dimensionala a sistemului.

In mod normal se folosesc monturi cinematice ajustabile atasand un surub la sfera a doua si a treia pentru a prevedea o ajustare unghiulara a opticii referitor la baza. O chestiune pentru acest tip de monturi cinematice este pozitionarea si orientarea axelor de rotatie a monturii. De obicei sunt in spatele opticii si nu sunt stationare. Adica se deplaseaza cu fiecare ajustare. Din acest motiv putem avea 2 probleme care trebuiesc rezolvate. Deoarece axele nu sunt ortogonale pe axa optica poate apare o miscare in timpul ajustarii. Rotatia pura in directiile ortogonale pe axa optica necesita ajustarea ambelor axe a monturii cinematice. Secundar, aceste axe de rotatie sunt in spatele opticii cind ajustarile sunt facute, amindoua miscari, rotatie si translatie, pot apare.

Utilizarea unui monturi speciale care se poate inclina liber elimina aceste probleme. O montura de acest tip este definita ca o montura care are axele de rotatie ortogonale si fixate in spatiu. De asemenea atunci cind axele sunt facute sa intersecteze suprafata opticii in montura, acest lucru permite ajustarea rotatiei fara translatie asa cum se vede din Figura 3.2.



**Figura 3.2.** Montura fara miscare de translatie.

### **Eroarea de schimbare a deplasarii**

Se refera la eroarea care apare la schimbarea sensului de mers. De exemplu un motor simplu cu sensor de deplasare poate sa aibe o eroare de deplasarea la schimbarea sensului de mers de citva microni.

### **Miscarea compusa**

Suma de miscari pe o singura axa, datorita ajustarii unei axe diferite intr-un dispozitiv de deplasare: de exemplu pe 2 axe sau montura cinematica. De exemplu se poate considera deplasarea pe axa X a unui dispozitiv de translatie pe 2 axe atunci cind se ajusteaza axa Y

### **Histerezisul**

Se refera la eroarea de repetabilitatea a miscarii la porniri/opriri dese. Este foarte important mai ales pentru pozitionari extrem de precise la nivel de micron.

### **Incrementul minim**

Cea mai mica deplasare pe care un dispozitiv este capabil sa il faca. Este total diferit de rezolutie, desi uneori se confunda cu aceasta. Rezolutia se refera la cel mai mic increment care se poate afisa.

### **Precizia**

Reprezinta gama de abateri la iesire care au loc pentru aceeasi eroare de intrare. Precizia se mai numeste si repetabilitate.

Cu toate ca de multe ori se confunda in limbajul comun, acuratetea si precizia nu sunt acelasi lucru

### **Repetabilitatea**

Capacitatea unui sistem de a se deplasa in aceeasi pozitie comandata de mai multe ori.

Producatorii de multe ori specifica epetabilitatea unidirectională, ceea ce inseamna capacitatea sistemului de a junge in aceeasi pozitie la aceeasi comanda repetata pe o singura axa. Este influentata de histerezis.

Mai importanta este repetabilitate bidirectionala.

### **Rezolutia de afisare**

Cea mai mica deplasare elementara care poate fi afisate la depalsarea unui sistem.

### **Sensibilitatea**

Se defineste relativ la un dispozitiv actionat manual, ca fiind cea mai mică miscare liniara sau unghiulara care poat fi discriminata. Acest termen este uneori mentionat ca rezolutie si este adesea confundat cu rezolutie de afişare. Deoarece dexteritatea manuala

variaza de la o persoana la alta, se presupune ca virful degetelor este suficient de sensibil pentru a putea sa faca rotatia unui surub de reglare si, prin urmare, cind vezi citata sensibilitate unui surub de ajustare, acesta reprezinta cursa asociata unei rotatii a surubului

### Frecarea

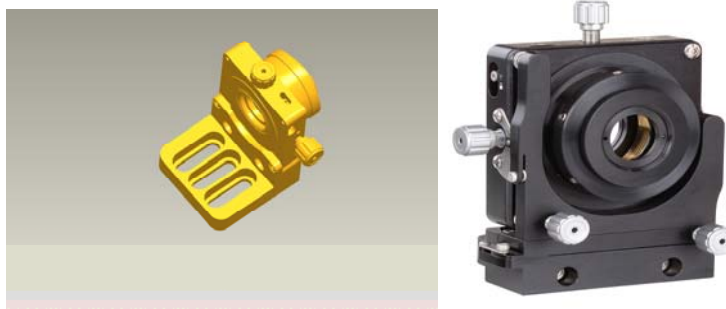
Coeficientul de frecare statică este mai mare decit coeficientul de frecare de miscare. Ca urmare atunci cind un dispozitiv de translatie este in repaus si se incearca punerea sa in miscare pentru deplasari incrementale nu apare miscare.

Ca o concluzie a celor prezentate mai susu, pentru acest proiect este necesar sa se aleaga un sistem de deplasare pe 6 axe : 3 axe liniare si 3 axe rotative.

### 3.1. Schita tehnica a variantei de sistem de pozitionare precisa

#### Varianta 1

In Figura 3.3.a este prezentata schita tehnica a variantei de sistem de pozitionare precisa, iar in Figura 3.3.b este prezentata o varianta posibila de sistem de pozitionare.



a)

**Figura 3.3.** Schita tehnica si imagine a variantei 1 a sistemului de pozitionare

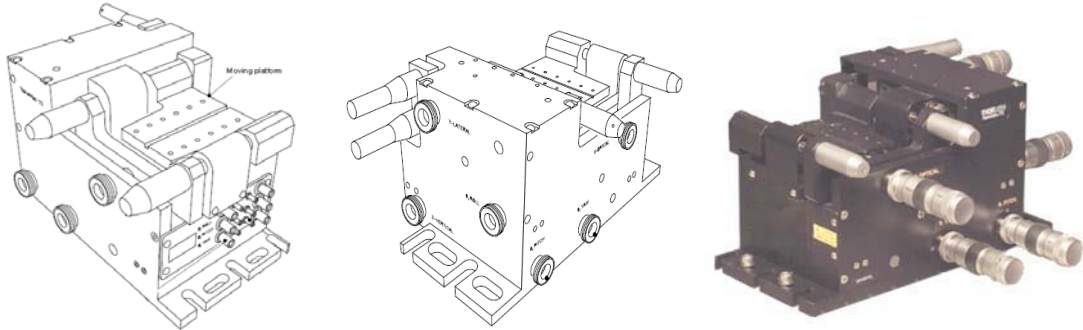
Specificatiile tehnice pentru un astfel de sistem sunt urmatoarele:

	LP-05A-XY	LP-05A-XYZ	LP-05A	LP-1A-XY	LP-1A-XYZ	LP-1A	LP-2A-XY	LP-2A-XYZ	LP-2A
Degrees of Freedom	XY	XYZ	XYZ $\theta_x \theta_y$	XY	XYZ	XYZ $\theta_x \theta_y$	XY	XYZ	XYZ $\theta_x \theta_y$
Maximum Optic Diameter, using Optic Holder [in. (mm.)]	0.5 (12.7)	0.5 (12.7)	0.5 (12.7)	1.0 (25.4)	1.0 (25.4)	1.0 (25.4)	1.5 (38.1)	1.5 (38.1)	1.5 (38.1)
Optic Holder included	LPUH-50T	LPUH-50T	LPUH-50T	LPUH-1T	LPUH-1T	LPUH-1T	LPUH-1.5T	LPUH-1.5T	LPUH-1.5T
Maximum Optic Diameter, using Retaining Rings [in. (mm.)]	0.93 (21.5)	0.93 (21.5)	0.93 (21.5)	1.375 (34.9)	1.375 (34.9)	1.375 (34.9)	2.0 (50.8)	2.0 (50.8)	2.0 (50.8)
Range, XY [in. (mm.)]	$\pm 0.063$ (1.6)	$\pm 0.063$ (1.6)	$\pm 0.063$ (1.6)	$\pm 0.125$ (3.2)	$\pm 0.125$ (3.2)	$\pm 0.125$ (3.2)	$\pm 0.125$ (3.2)	$\pm 0.125$ (3.2)	$\pm 0.125$ (3.2)
Range, Z [in. (mm.)]		$\pm 0.125$ (3.2)	$\pm 0.125$ (3.2)		$\pm 0.125$ (3.2)	$\pm 0.125$ (3.2)		$\pm 0.125$ (3.2)	$\pm 0.125$ (3.2)
Range, $\theta_x \theta_y$			$\pm 5^\circ$			$\pm 5^\circ$			$\pm 5^\circ$
Sensitivity, XY ( $\mu\text{m}$ )	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
Sensitivity, Z ( $\mu\text{m}$ )		1	1		1	1		1	1
Sensitivity, $\theta_x \theta_y$ (arc sec)			3			2			1

Elementul optic de asigurare a feedbackului optic se monteaza in centru iar apoi se poate ajusta pozitia sa functie de necesitati.

### Varianta 2

In figura 3.4 este prezentat un alt dispozitiv similar.



**Figura 3.4.** Schita tehnica si imagine a variantei 2 a dispozitivului de pozitionare.

Specificatiile tehnice pentru un astfel de produs sunt urmatoarele.

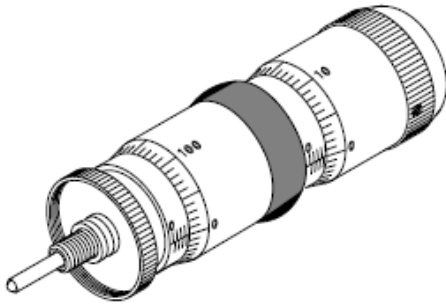
Axis	Units	Travel per unit			Resolution per unit			
		Manual (coarse) and motor	Manual (fine)	Piezo	Manual (coarse)	Manual (fine)	Motor	Piezo
X (Optical)	mm	4	0.45	0.03	0.001	0.00007	$3.75 \times 10^{-5}$	$3 \times 10^{-5}$
Y (Lateral)	mm	4	0.45	0.03	0.001	0.00007	$3.75 \times 10^{-5}$	$3 \times 10^{-5}$
Z (Vertical)	mm	4	0.3	0.03	0.0007	0.00005	$2.5 \times 10^{-5}$	$3 \times 10^{-5}$
$\varnothing x$ (Roll)	degrees	6	0.3	0.03	0.0007	0.00007	$2.5 \times 10^{-5}$	$3 \times 10^{-5}$
$\varnothing y$ (Pitch)	degrees	6	0.3	0.03	0.0007	0.00007	$2.5 \times 10^{-5}$	$3 \times 10^{-5}$
$\varnothing z$ (Yaw)	degrees	6	0.3	0.03	0.0007	0.00007	$2.5 \times 10^{-5}$	$3 \times 10^{-5}$

O axa de deplasare este compusa din sistem mecanic de asezare si un sistem de actionare care poate sa fie mecanic (surub de miscare micrometrica) sau electromecanic (motor pas cu pas).

In cazul in care se doreste o precizie deosebita a miscarii de ordinul micrometrilor si nanometrilor se foloseste o miscare compusa. Astfel exista o miscare grosiera realizata cu o axa de miscare de precizie, miscare care este completata de o miscare fina realizata de un al doilea sistem cu precizie micronica sau nanometrica montat peste primul. Obiectul dorit se aseaza pe subsistemul a doilea astfel ca miscarea grosiera il aduce aproape de pozitia dorita, in timp ce miscarea fina il aduce exact in pozitia dorita. Acest lucru se poate realiza pe cele 3 directii.

Avantajul acestei variante il reprezinta posibilitatea automatizarii prin montarea in locul suruburilor micrometrice a unor suruburi actionate automat prin intermediul unui sistem dedicat controlat de PC.

In Figura 3.5 este prezentat un surub microimetric folosit pentru deplasarea de mare precizie pe o axa.



**Figura 3.5.** Surub micrometric.