

CUPRINS

CAPITOLUL 1 - ARHITECTURI HIPER-REDUNDANTE	9
1.1 Arhitecturi hiper-redundante. Stadiu la zi	9
1.1.1 Arhitecturi de roboți hiper-redundanți de tip trompă de elefant	16
1.1.2 Arhitecturi de roboți hiper-redundanți de tip șarpe	20
1.1.3 Roboți cu structura continuă	23
1.2 Arhitectura structurii robotice hiper-redundante HIPROB-I	26
1.2.1 Prezentare generală	26
1.2.2 Modelarea geometrică și prezentarea structurii mecanice a robotului HIPROB-I	26
1.2.3 Sistemul de acționare	39
1.2.4 Sistemul de comandă și control	40
CAPITOLUL 2 - ANALIZA MODAL – DINAMICĂ A BRAȚULUI FLEXIBIL AL ROBOTULUI HIPROB-I	43
2.1 Prezentare generală a software-ului ADAMS	44
2.2 Fundamente teoretice pentru analiza modal - dinamică cu programul Adams	46
2.2.1 Suprapunerea modală	46
2.2.1.1 Metoda Craig-Bampton	47
2.2.1.2 Ortonormalizarea formei modale	48
2.2.2 Flexibilitatea modala	49
2.2.2.1 Cinematica markerilor corpului flexibil	49
2.2.2.2 Aplicarea sarcinilor	52
2.2.2.3 Ecuațiile de mișcare ale corpului deformabil	55
2.3 Analiza modal - dinamică a unității flexibile	56
2.3.1 Analiza mișcării centrului de masă al vertebrei centrale în mișcarea de solid deformabil	57
2.3.2 Analiza elastodinamică a vertebrei centrale	60
2.3.3 Analiza modal – dinamică pentru vertebra elastică centrală	62
2.4 Analiza răspunsului dinamic al structurii din punct de vedere al tensiunilor și deformațiilor	81

CAPITOLUL 3 - SISTEME DE MĂSURARE A PARAMETRILOR MIȘCĂRII UNUI ROBOT HIPER-REDUNDANT	85
3.1 Sisteme de măsurare a robotului hiper-redundant folosind informația vizuală	85
3.1.1 Legătura dintre coordonatele din imagine și coordonatele din spațiul de operare	85
3.1.2 Extragerea caracteristicii liniare	92
3.1.3 Visual Servoing-principii generale	100
3.1.4 Măsurarea 2D a poziției robotului hiper-redundant HIPROB-I	105
3.2 Sisteme de măsurare a parametrilor mișcării robotului hiper-redundant folosind senzori	109
3.2.1 Generalități	109
3.2.1.1 Principii generale privind senzorii de curbură ...	109
3.2.1.2 Modul de funcționare al potențiometrului senzorului de îndoire	110
3.2.1.3 Senzorul de curbură	111
3.2.2 Sistemul de achiziție a datelor	114
3.2.3 Rezultate experimentale	117
3.2.3.1 Testarea fiabilității unui senzor de curbură	117
3.2.3.2 Testarea fiabilității unui senzor de forță	119
CAPITOLUL 4 - SISTEME DE CONDUCERE PENTRU ROBOTUL HIPER-REDUNDANT HIPROB 1 PE BAZA INFORMAȚIEI VIZUALE	126
4.1 Algoritmi de conducere	126
4.1.1 Sistemul camerelor	126
4.1.2 Sistemul de visual-servoing	129
4.2 Experimente folosind senzori de imagine	130
4.2.1 Descrierea echipamentului utilizat	130
4.2.2 Etapele experimentului	132
4.2.3 Rezultate experimentale	133
4.2.3.1 Analiza deplasărilor pentru modulul 1	133
4.2.3.2 Amplitudini unghiulare (modulul 1)	136
4.2.3.3 Analiza deplasărilor pentru modulul 2	137
4.2.3.4 Amplitudini unghiulare (modulul 2)	140
4.2.3.5 Analiza deplasărilor pentru modulul 3	141
4.2.3.6 Amplitudini unghiulare (modulul 3)	143

CAPITOLUL 5 - SISTEME DE CONDUCERE CU SENZORI DE CURBURĂ PENTRU ROBOȚI HIPER-REDUNDANȚI	146
5.1 Conducerea roboților hiper - redundanți prin observeri distribuiți	146
5.1.1 Conducerea roboților cu structuri continue	146
5.1.2 Modele dinamice pentru brațe continue hiper-redundante	147
5.1.2.1 Modele dinamice pentru brațe continue hiper-redundante cu senzori pe frontieră	147
5.1.2.2 Modele dinamice pentru brațe continue hiper-redundante cu senzori distribuiți	149
5.1.3 Conducerea prin observeri cu senzori pe frontieră	151
5.1.4 Optimizarea locației senzorului pe brațul hiper-redundant	157
5.1.5 Conducerea prin observeri cu senzori distribuiți	160
5.2 Simularea sistemelor de conducere cu observeri pentru roboți hiper-redundanți	163
5.2.1 Simularea sistemelor de conducere cu observeri pe frontieră pentru roboți hiper-redundanți	163
5.2.2 Simularea sistemelor de conducere cu observeri distribuiți pentru roboți hiper-redundanți	167
5.3 Experiment privind conducerea prin observeri	173
CAPITOLUL 6 - CONCLUZII FINALE	181
BIBLIOGRAFIE	185
ANEXA 1 Modelarea cu elemente finite a sistemului robotic poliarticulat. Modele matematice – analiza dinamică a unei structuri mecanice elastice	201
ANEXA 2 Analiza deplasărilor și amplitudinilor unghiulare în cazul acționării celor 3 module ale structurii robotice HIPROB-I	226