

Načrtovanje scenskega sistema gledališke dvorane

Aleš Turšič

Fakulteta za elektrotehniko, Tržaška 25

1000 Ljubljana, Slovenija

ta.luc@siol.net

Theatre Hall Scene System Design

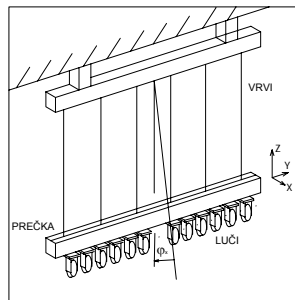
Abstract: *The objective of our work was to investigate batten hoist systems which are used in practically all theatres.. Such a system is used also in Cankarjev dom in Ljubljana where we were introduced to the functionality and construction properties of such stage machinery by the experts. As control design research work is almost impossible on the real systems, we have decided to construct a pilot device in smaller scale which is presented in the paper.*

1 Uvod

Današnji scenski gledališki sistemi so že zelo napredni in računalniško podprti. Želeli smo raziskati dinamične lastnosti tovrstnih sistemov, ki so strokovno imenovani tudi linijski vlek.

Problematično eksperimentiranje z realnimi procesi je zaradi njihove velikosti in cene, pa tudi motenj kulturnega programa, skoraj nemogoče. V namene raziskovanja smo naredili pilotno napravo v merilu 1:20 s pomočjo katere želimo proučevati različne strategije vodenja, ki bi zmanjšale vpliv nezaželenih motenj. Le-te v največji meri povzročajo motorizirane inteligentne luči.

Izhodiščni realni sistem, pri katerem smo se seznanili s osnovno problematiko tovrstnih procesov, je nameščen v največji dvorani Cankarjevega doma v Ljubljani, to je Gallusova dvorana. Shematično je proces ilustriran na sliki 1.



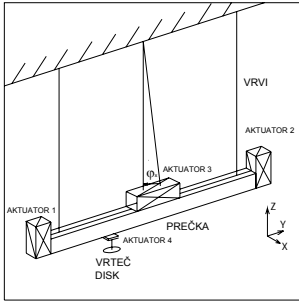
Slika 1 Shematični prikaz linijskega vleka v Gallusovi dvorani Cankarjevega doma v Ljubljani

Scenske luči visijo na prečki z dolžino 24m, ki je pritrjena na jeklene vrvi. Le-te med predstavo dvigujejo in spuščajo. Dolžina vrvi se giblje med 5 in 22 metri.

Na prečki so nameščene motorizirane luči, ki lahko spreminjajo smer osvetljevanja. Vrtenje dokaj težkih luči seveda povzroča momente na prečko in posledice so nezaželene oscilacije sistema. Le te motijo nepravilno osvetlitev odra. V našem primeru je bilo na prečki nameščeno 26 luči s skupno težo 350 kg.

2 Načrtovanje pilotne naprave

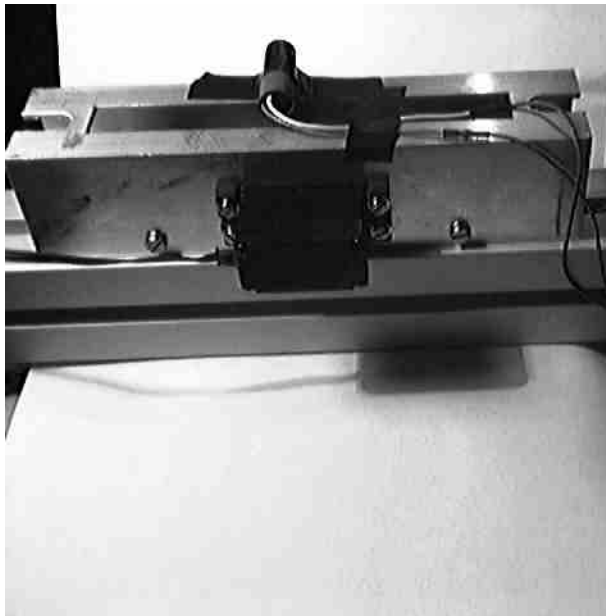
Pilotno napravo smo načrtovali v merilu 1:20 predvsem zaradi prostorskih in merilnih pogojev. Skušali smo jo opremiti z merilno regulacijsko opremo, ki bi omogočala čim učinkovitejše eksperimentiranje s sistemom. Osnovni gradniki pilotne naprave so shematsko prikazane na sliki 2.



Slika 2 Shematski prikaz pilotne naprave

Na sredini in na koncih nosilne prečke pilotne naprave so nameščeni aktuatorji, ki s pomočjo premika uteži spreminjajo masno težišče nosilne prečke.

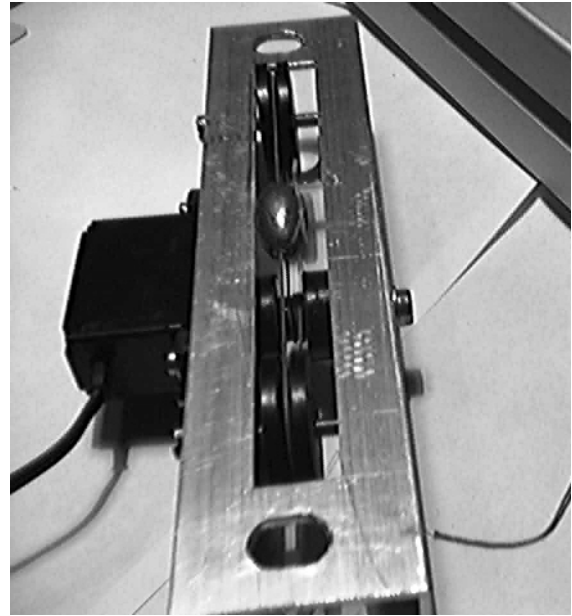
Na sliki 3 in 4 je podrobneje prikazan mehanizem aktuatorja 3



Slika 3 Grafični prikaz aktuatorja 3 na pilotni napravi

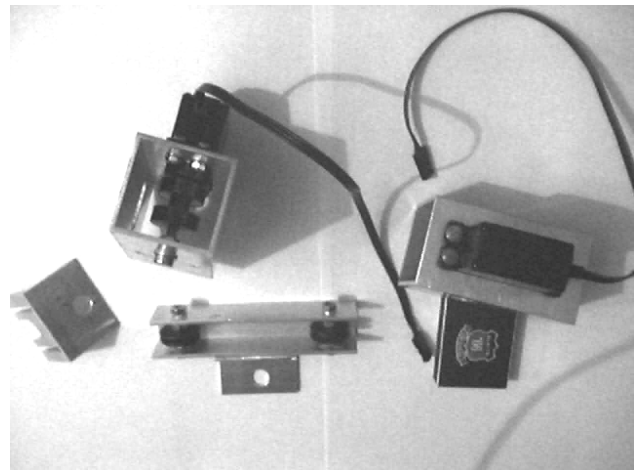
Na aktuatorju 3 je nameščen kazalni linijski diodni laser, s pomočjo katerega opazujemo odklone prečke.

Na sliki 4 je podrobneje prikazan mehanizem aktuatorja 3. Na vlečni vrvi je nameščena utež, katero premika servomotor.



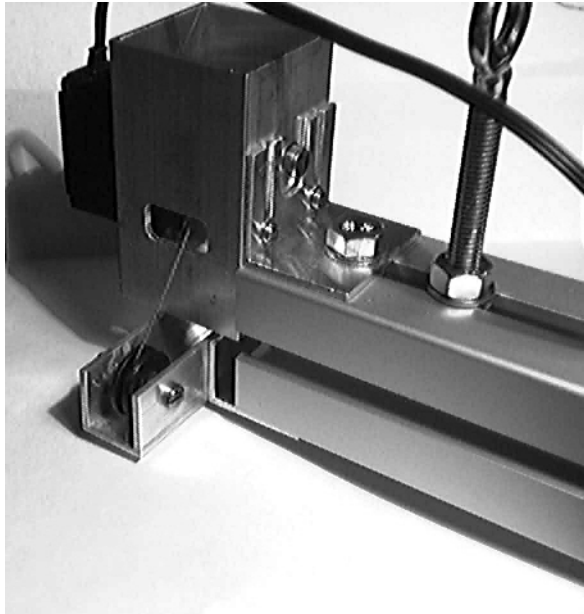
Slika 4 Grafični prikaz aktuatorja 3 iz spodnje strani

Sestavni deli aktuatorjev 1 in 2 so prikazani na sliki 5 . Sestavljena sta iz treh delov: spodnji del s preusmernimi kolesci (škripec), držalo zgornjega dela in zgornji del z vgrajenim servomotorjem.



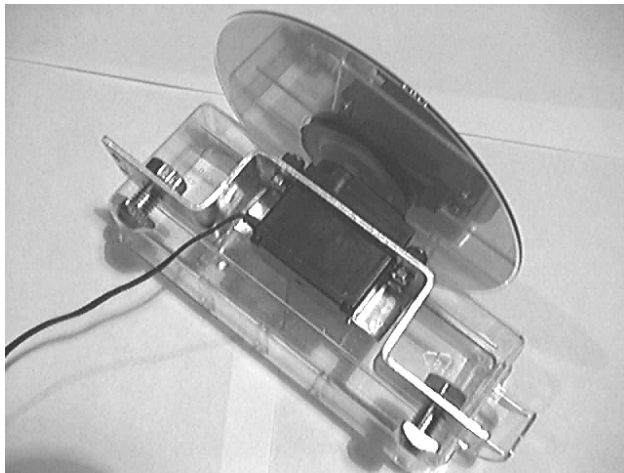
Slika 5 Grafični prikaz sestavnih delov aktuatorjev 1 in 2

Sestavljen aktuator 1 je prikazan na sliki 6. Z dvigom zgornjega dela aktuatorja se napne vlečna vrstica, ki premika utež, ki je nameščena v spodnjem delu aktuatorja 1.



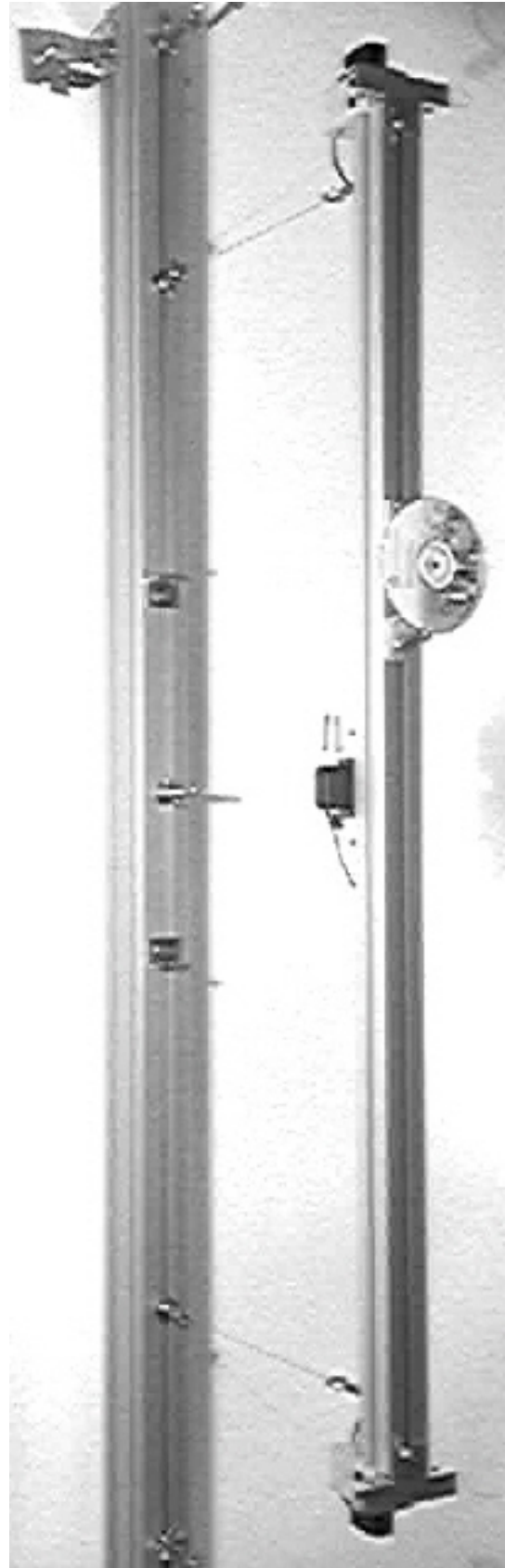
Slika 6 Grafični prikaz namestitve aktuatorja 1

Četrti aktuator je rotacijskega tipa in posnema lastnosti motorizirane inteligentne luči. aktuator 4 je prikazan na sliki 7.



Slika 7 Grafični prikaz aktuatorja 4

Prečka z nameščenimi aktuatorji in merilnimi elementi je preko dveh vrvic pripeta na tog nosilni stropni element. Celotna pilotna naprava je prikazana na sliki 8.



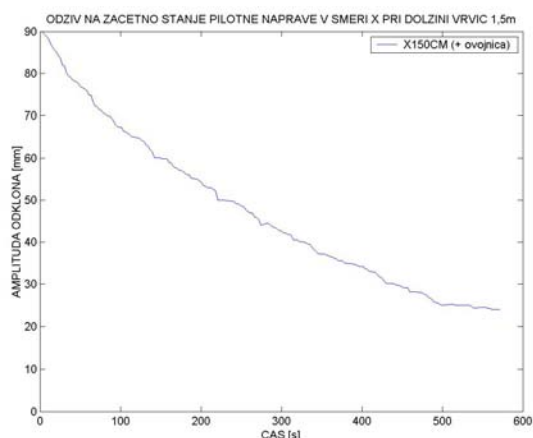
Slika 8: Grafični prikaz celotne pilotne naprave

3 Izhodiščno vrednotenje sistema

Zaradi že omenjenih pogojev smo na realnem sistemu in pilotni napravi izvedli le meritve odziva na začetno stanje in merjenje dušene periode nihanja. Meritve smo obdelali v programu Matlab.

3.1 Meritve na pilotni napravi

Gibanje prečke pilotne naprave smo opazovali s pomočjo projekcije svetlobnega žarka in beležili potek ovojnice s časom. Graf na sliki 9 predstavlja potek ene ovojnice pri pogojih meritve, ki so bili naslednji: projekcijska razdalja 3,35m, začetni odklon φ_z (pri 90mm) je znašal $1,34^\circ$.



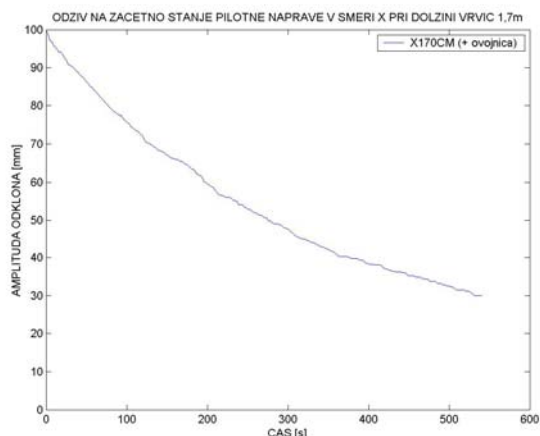
Slika 9: Ovojnica odklonov prečke v smeri x pri dolžini vrvic 1,5m

Graf na sliki 10 tudi predstavlja potek ene ovojnice, vendar pri dolžini vrvic 1,7m in enaki projekcijski razdalji. Začetni odklon je v tem primeru (pri 100mm) $\varphi_z = 1,71^\circ$.

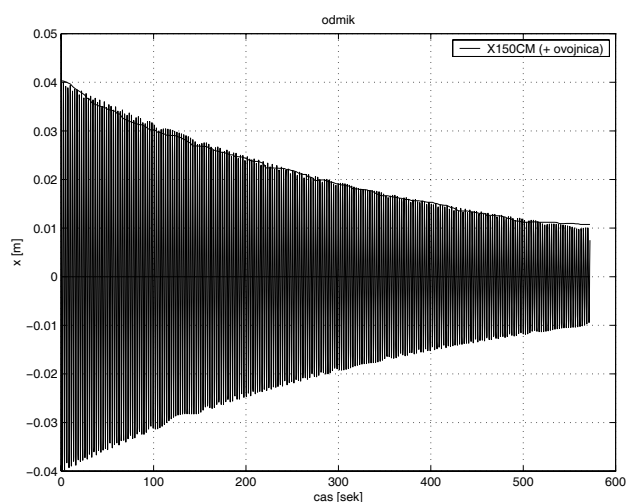
Na osnovi podanih odzivov je mogoče sklepati, da je obnašanje pilotne naprave zelo podobno odzivu matematičnega nihala, ki ga opisuje nelinearna enačba oblike:

$$\frac{d^2\theta}{dt^2} = -\frac{f}{ml^2} \frac{d\theta}{dt} - \frac{g}{l} \sin \theta \quad (1)$$

Na sliki 11 je prikazana meritev s slike 9 in odziv modela opisanega z enačbo (1), kar potrjuje podano ugotovitev.



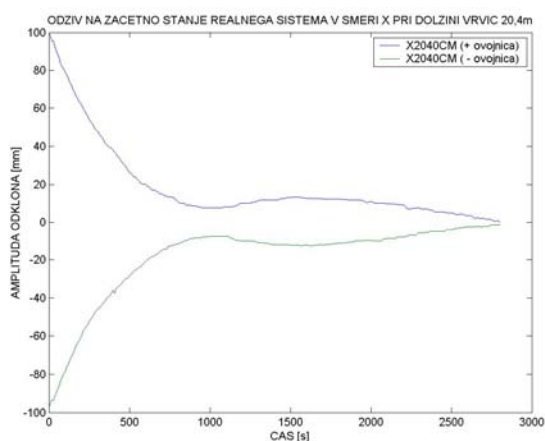
Slika 10: Ovojnica odklonov prečke v smeri x pri dolžini vrvic 1,7m



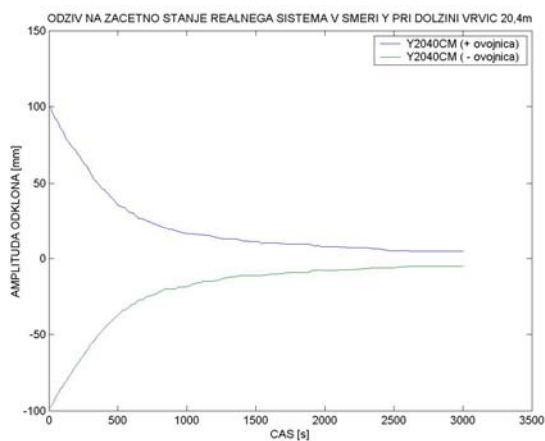
Slika 11: Ovojnica odklonov prečke v smeri x pri dolžini vrvic 1,5m in odziv modela sistema

3.2 Meritve na realnem sistemu linijskega vleka

Gibanje realnega sistema smo opazovali s pomočjo dveh projekcij svetlobnih žarkov in tako beležili ovojnici nihanja v obeh smereh. Izmerjeni odziv sistema v smeri x je prikazan na sliki 12, v smeri y pa na sliki 13.



Slika 12: Ovojnici odklonov prečke v smeri x pri dolžini vrvic 20,4m



Slika 13: Ovojnici odklonov prečke v smeri y pri dolžini vrvic 20,4m

Pri meritvah, kot so prikazane na slikah 12 in 13, je znašala projekcijska razdalja 6,2m začetni odklon pa (pri 100mm) $\varphi_z = 0,22^\circ$.

4 Zaključek

Bistveno razliko v lastnostih realnega procesa in pilotne naprave lahko detektiramo s primerjavo ovojnic v smeri x, kot so prikazane na slikah 12 in 9 ter 10. Natančnejši študij realnega procesa je pokazal razlog nemodeliranih dinamičnih lastnosti. Na realnem sistemu je namreč pred vpetjem v strop nameščena še ena prečka, ki povzroča, da se realen proces pri nekaterih dolžinah vrvi obnaša podobno kot dvojno nihalo.

V nadaljnjem delu zato predvidevamo najprej dopolnitev modelne naprave tako, da bo lahko posnemala tudi takšne situacije, nato pa še razvoj vodenega delovanja.

5 Literatura

- [1] Horst Rohling, Harry Schmidt, Friedrich priročnik za elektrotehniko in elektroniko, Tehnična založba Slovenije, 1995
- [2] Janko Drnovšek, ..., Procesni merilni sistemi (študijska skripta), CLMKA Univerza v Ljubljani Fakulteta za elektrotehniko 2000
- [3] Maja Atanasijević-Kunc, Električna in mehanska vezja (študijska skripta), Univerza v Ljubljani Fakulteta za elektrotehniko 2001-2002
- [4] Tadej Bajd, Robotika (študijska skripta), Univerza v Ljubljani Fakulteta za elektrotehniko 2002

Delo je bilo izvedeno pod mentorstvom dr. Maje Atanasijević Kunc