

# REZUMATUL

Tezei de doctorat intitulată

## “CERCETĂRI PRIVIND MECANISMELE PANTOGRAF UTILIZATE LA MIJLOACE DE TRANSPORT”

elaborată de doctorand Hacman Liviu

### CUPRINS

Prefață

#### **Partea I: Date din literatură privind mecanismele pantograf**

1. Geometria mecanismelor pantograf
2. Domenii de folosire a mecanismelor pantograf
3. Alte mecanisme pantograf
4. Mecanisme pantograf folosite la mijloace de transport pe calea ferată
5. Metode de analiză și sinteză a mecanismelor pantograf folosite la roboți
6. Probleme dinamice la mecanismele pantograf folosite pentru captarea curentului la mijloacele de transport pe calea ferată

#### **Partea a II-a: Cercetări privind mecanismele pantograf utilizate la mijloace de transport**

7. Cercetări privind structura unor mecanisme pantograf
8. Cercetări privind cinematica unor mecanisme pantograf
9. Cercetări privind sinteza geometrică a unui mecanism pantograf original
10. Prezentarea constructivă a mecanismului pantograf original pentru LE 5100 kW
11. Reproiectarea pantografului pentru metrou
12. Cercetări experimentale. Analiza rezultatelor obținute.  
Descriere ștand probe pantograf, original
13. Studiul dinamicii pantografului folosind programe de calcul specializate
14. Probleme privind vibrațiile pantografului
15. Concluzii generale. Contribuții proprii  
Bibliografie

## **Cuvinte cheie:**

calculare mecanism pantograf, dinamică pantograf, omotetie, pantograf locomotivă, pantograf metrou, vibrații pantograf.

## **Sinteze ale părților principale ale lucrării**

Partea I conține 6 capitole în care sunt prezentate date din literatură privind mecanismele pantograf.

În capitolul 1 “Geometria mecanismelor pantograf” se prezintă considerații generale cu privire la mecanismele pantograf, folosite pentru transformarea unor curbe în alte curbe, printr-un raport de omotetie. Sunt arătate considerațiile teoretice care au stat la baza acestor mecanisme, precum și cele două tipuri de mecanisme pantograf, tip Scheiner și Sylvester.

În capitolul 2 “ Domenii de folosire a mecanismelor pantograf ” sunt mai multe subcapitole în care se prezintă diferite domenii în care se aplică mecanismele pantograf cum ar:

- Mecanisme pantograf folosite pentru mașinile de copiat la scară, 2D sau 3D, în care se prezintă mai multe tipuri de mașini de copiat produse de diferite firme constructoare;
- Mecanisme pantograf folosite la mașinile de tăiat cu apă sub presiune;
- Mecanisme pantograf folosite la paletele de transport, în care se prezintă diferite tipuri constructive de mecanisme pantograf, cu diferite tipuri de acționări, folosite pentru ridicarea sau transportul unor sarcini de diferite valori la diferite înălțimi;
- Mecanisme pantograf pentru copierea la scară a desenelor în plan, în care se prezintă diferite tipuri de mecanisme pantograf, folosite pentru copierea la diferite scări a unor desene. În acest capitol sunt prezentate mecanisme pantograf care realizează duble simetrii ortogonale, duble simetrii axial ortogonale, trei simetrii axial ortogonale precum și alte tipuri constructive.

În capitolul 3 “ Alte mecanisme pantograf ” sunt prezentate mecanisme pantograf folosite în marină, în construcția aparatelor electrice, în arhitectură, artă, uși de acces, manipolatoare și roboți.

În capitolul 4 “ Mecanisme pantograf folosite la mijloacele de transport pe calea ferată ” sunt prezentate mecanismele de tip pantograf care se folosesc pentru transmiterea energiei electrice de la rețeaua fixă de alimentare la

echipamentele electrice ale mijloacelor de transport feroviar. In acest capitol se prezintă evoluția pantografelor începând de la primele pantografe folosite încă din secolul XIX și până la cele folosite pe mijloacele actuale de transport, metrouri, tramvaie, rame electrice, locomotive electrice.

Sunt prezentate diferite tipuri de pantografe, simetrice sau asimetrice, pentru viteze mici, medii sau mari de circulație, pentru aplicații uzuale sau speciale.

In capitolul 5 “ Metode de analiză și sinteză a mecanismelor pantograf folosite la roboți ” se prezintă metodele de analiză și sinteză folosite de diverși cercetători care au folosit mecanisme pantograf la realizarea roboților pășitori. In câteva subcapitole sunt prezentate studiile privind analiza și sinteza unor mecanisme pantograf care realizează interfețe virtuale, mecanisme pantograf cu elemente elastice și articulații cu grad mare de deformare, precum și cercetări privind analiza și sinteza unui mecanism pantograf folosit la inspecția țevelor.

In capitolul 6 “ Probleme dinamice la mecanismele pantograf folosite pentru captarea curentului la mijloacele de transport pe calea ferată ” se prezintă studiile realizate privind interacțiunea dintre pantograful mijloacelor de transport feroviar și rețeaua fixă de alimentare cu energie electrică. In cadrul acestui capitol se prezintă diferite abordări ale fenomenului complex al interacțiunii pantograf-catenară, rezultatele unor simulări și încercări efectuate in condiții reale de funcționare a unor pantografe.

Partea a II-a conține 9 capitole in care sunt prezentate rezultatele cercetărilor proprii efectuate in legătură cu mecanismele pantograf utilizate la mijloace de transport.

In capitolul 7 “ Cercetări privind structura unor mecanisme pantograf ” sunt prezentate cercetările proprii efectuate privind structura a patru mecanisme pantograf folosite la mijloacele de transport, trei dintre ele fiind asimetrice, cel de-al patrulea fiind simetric. Pentru fiecare dintre ele se prezintă descompunerea lor in grupe cinematice.

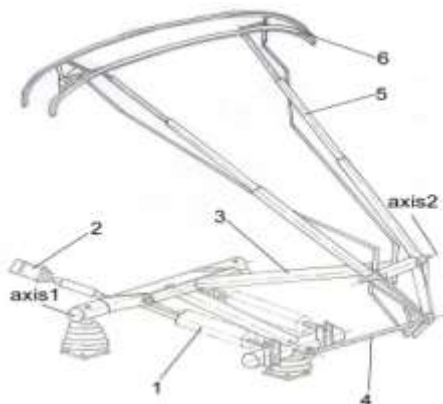


Fig.1

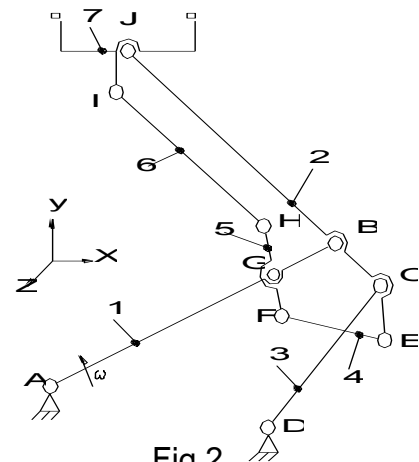


Fig. 2

Printre mecanismele pantograf studiate din punct de vedere al structurii lor se numără pantograful asimetric EP2 care a echipat locomotivele electrice LE 5100 kW produse la SC Electroputere SA., care este prezentat in fig.1 și fig.2.

Al doilea pantograf studiat a fost pantograful produs de firma Faiveley care este acționat cu burduf pneumatic și este prezentat in fig.3 și fig.4.

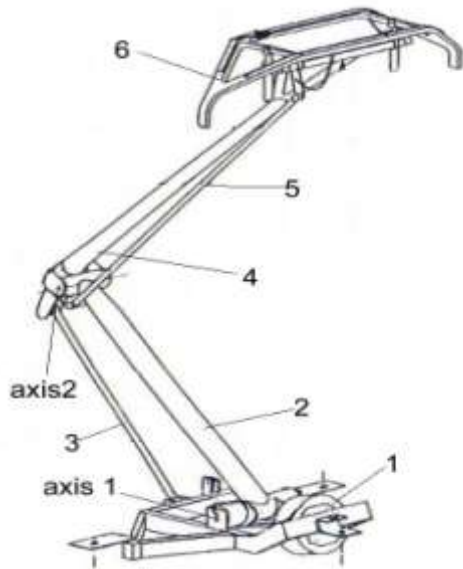


Fig.3

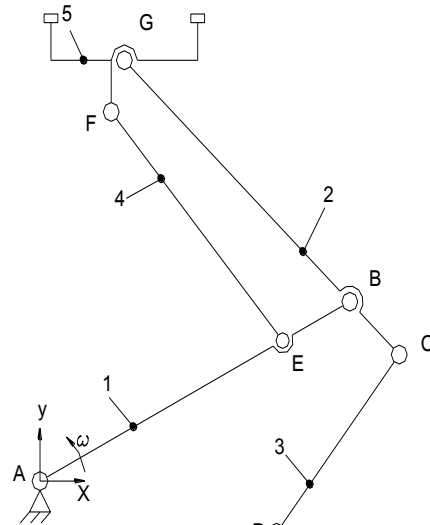


Fig.4

De asemenea s-a studiat din punct de vedere structural mecanismul pantograf etajat produs de firma Faiveley, care a echipat trenurile de mare viteză TGV. In fig. 5 și fig.6 se prezintă acest pantograf.



Fig.5

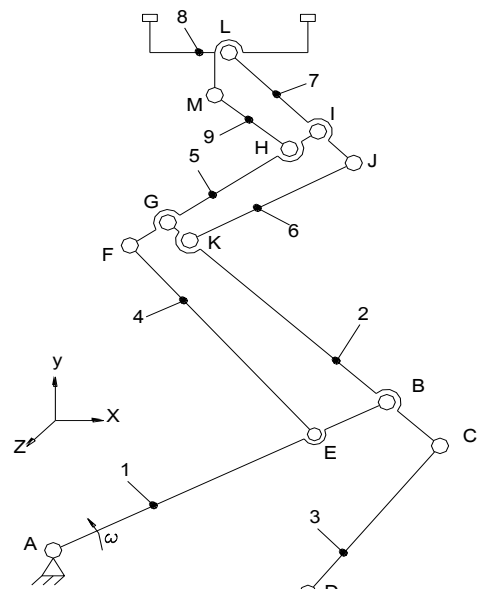


Fig.6

In capitolul 8 “ Cercetări privind cinematica unor mecanisme pantograf “ se prezintă cercetările proprii privind cinematica mecanismelor pantograf analizate din punct de vedere structural in capitolul 7. Pentru fiecare dintre aceste mecanisme pantograf se prezintă schema cinematică precum și relațiile matematice pentru determinarea pozițiilor, vitezelor și accelerațiilor plecând de la elementul conducător și ajungând la sania colectoare, respectiv patina de contact a pantografului.

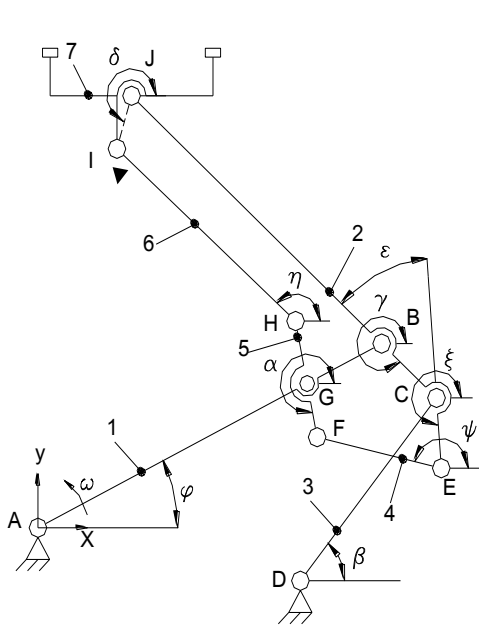


Fig.7

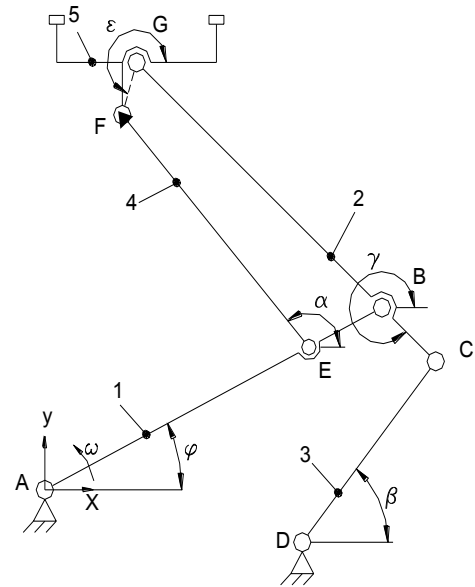


Fig.8

S-a studiat cinematica mecanismului pantograf EP2 prezentat in fig.7, precum și cinematica unui mecanism pantograf produs de Faiveley acționat cu burduf pneumatic, prezentat in fig.8. S-a studiat de asemenea cinematica unui mecanism pantograf simetric.

In capitolul 9 “ Cercetări privind sinteza geometrică a unui mecanism pantograf original “ sunt prezentate cercetările proprii privind sinteza geometrică a unui mecanism pantograf pentru locomotivele electrice LE 5100 kW, câteva variante constructive teoretic posibile, precum și rezultatele sintezei geometrice.

In capitolul 10 “ Prezentarea constructivă a mecanismului pantograf original pentru LE 5100 kW “ sunt arătate soluțiile constructive originale utilizate la proiectarea mecanismului pantograf pentru LE 5100 kW, care folosește o sanie colectoare formată din două patine de contact cu suspensii independente. Sunt prezentate câteva ansamble și subansamble ale pantografului.

Ansamblul general al acestui pantograf este prezentat in fig.9

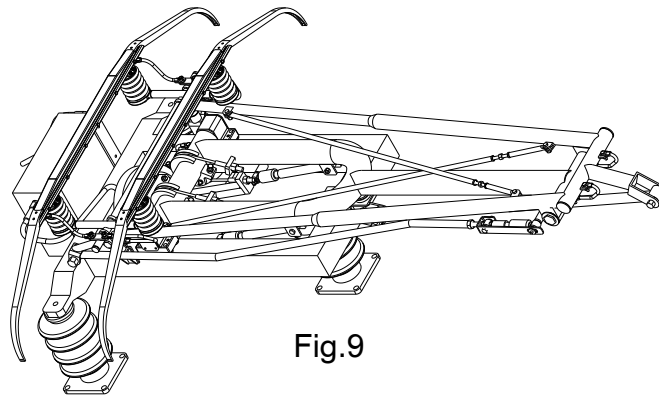


Fig.9

In capitolul 11 “ Reproiectarea pantografului pentru metrou “ se prezintă un pantograf pentru metrou la care s-a reproiectat cadrul superior al pantografului, patina de contact care a fost prevăzută cu suspensie, bara de control a cadrului superior precum și bara de control a patinei de contact. Se prezintă toate soluțiile constructive folosite și schema cinematică folosită.

In fig.10 se arată modelul 3D al mecanismului pantograf pentru metrou, reproiectat.

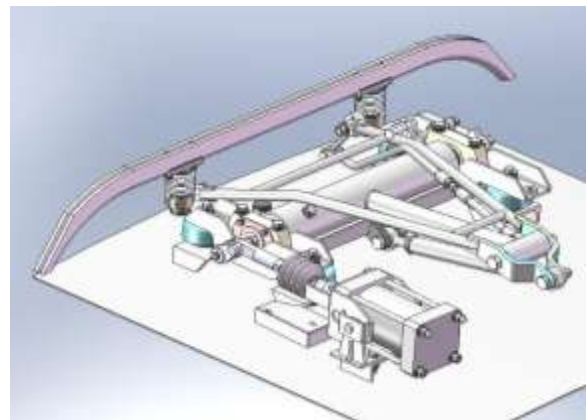


Fig.10

In capitolul 12 “ Cercetări experimentale. Analiza rezultatelor obținute. Descriere ștand probe pantograf, original “ se prezintă ștandul construit pentru realizarea probelor in vederea determinării caracteristicilor dinamice ale pantografului pentru metrou. Sunt arătate soluțiile constructive folosite la realizarea ștandului, modul de fixare a pantografului pe ștand, precum și modul de funcționare. Se prezintă aparatura electronică folosită pentru achiziția datelor inregistrate in timpul probelor, precum și rezultatele obținute. S-au efectuat 5 inregistrări, două la urcarea pantografului și 3 la coborârea acestuia pentru diferite condiții de acționare a cilindrului pneumatic de acționare al pantografului. Sunt prezentate graficele cu mărimile inregistrate precum și cele cu mărimile calculate cum ar fi viteza și accelerația diferitelor elemente ale mecanismului pantograf. Se prezintă și valoarea forței de contact dintre patina de contact și rețeaua de alimentare pentru diferite poziții ale patinei de contact pe axa verticală.

Inregistrările efectuate se prezintă sub forma unor grafice cum este cel prezentat in fig.11.

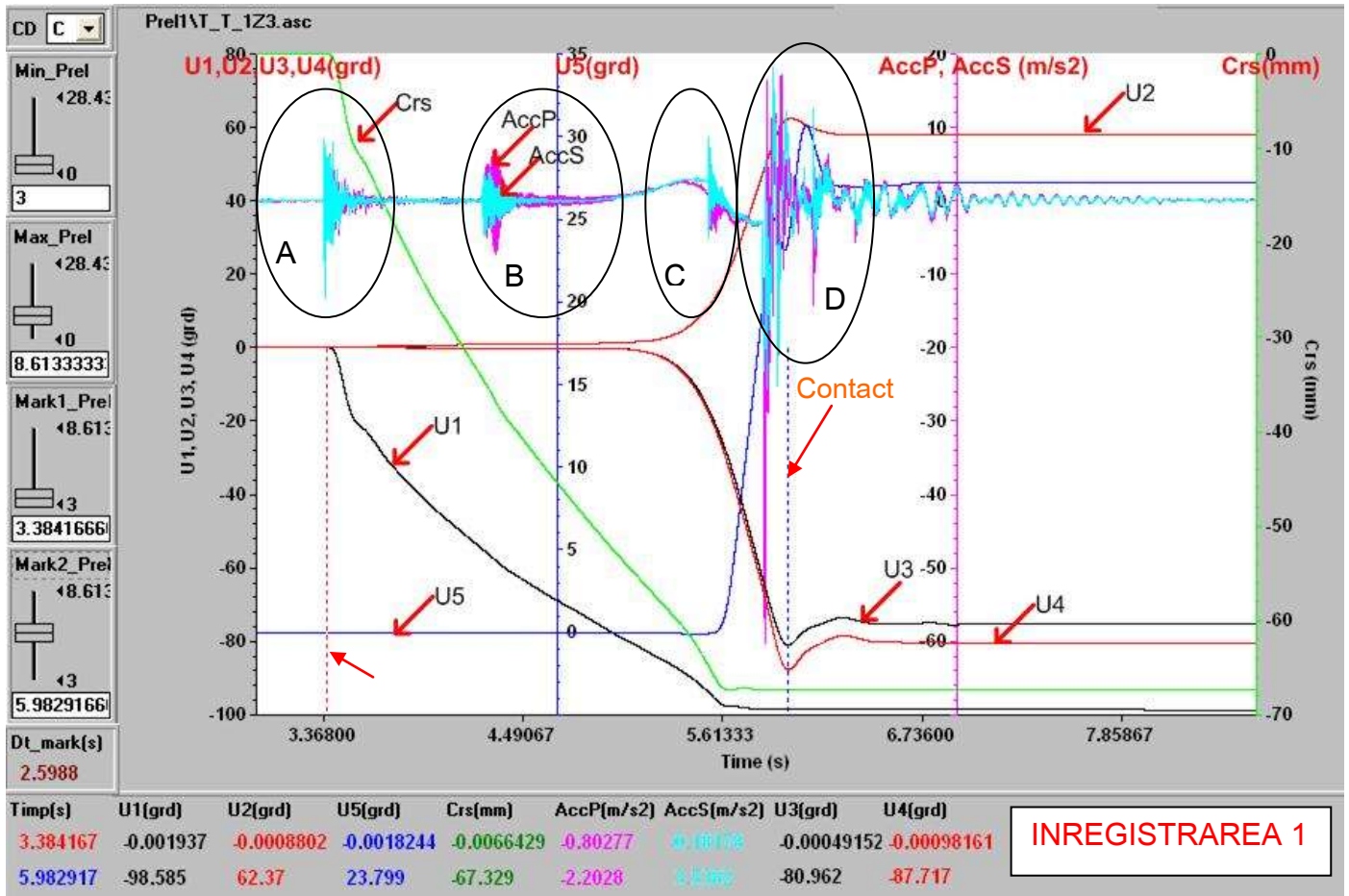


Fig.11

In capitolul 13 “Studiul dinamicii pantografului folosind programe de calcul specializate” este prezentat modul in care s-a realizat model 3D care s-a folosit pentru efectuarea simulărilor dinamice folosind programe specializate de calcul. Se prezintă de asemenea condițiile impuse modelului, precum și rezultatele obținute in urma simulărilor efectuate. Se prezintă și studierea modului in care influențează masa cadrului superior al pantografului, comportamentul dinamic al acestuia, precum și posibilitățile de reglare a forței de contact dintre patina de contact și rețeaua de alimentare.

Sunt prezentate graficele și valorile obținute in urma simulărilor realizate.

In fig.12 este prezentat un astfel de grafic cu valorile obținute in urma simulării efectuate.



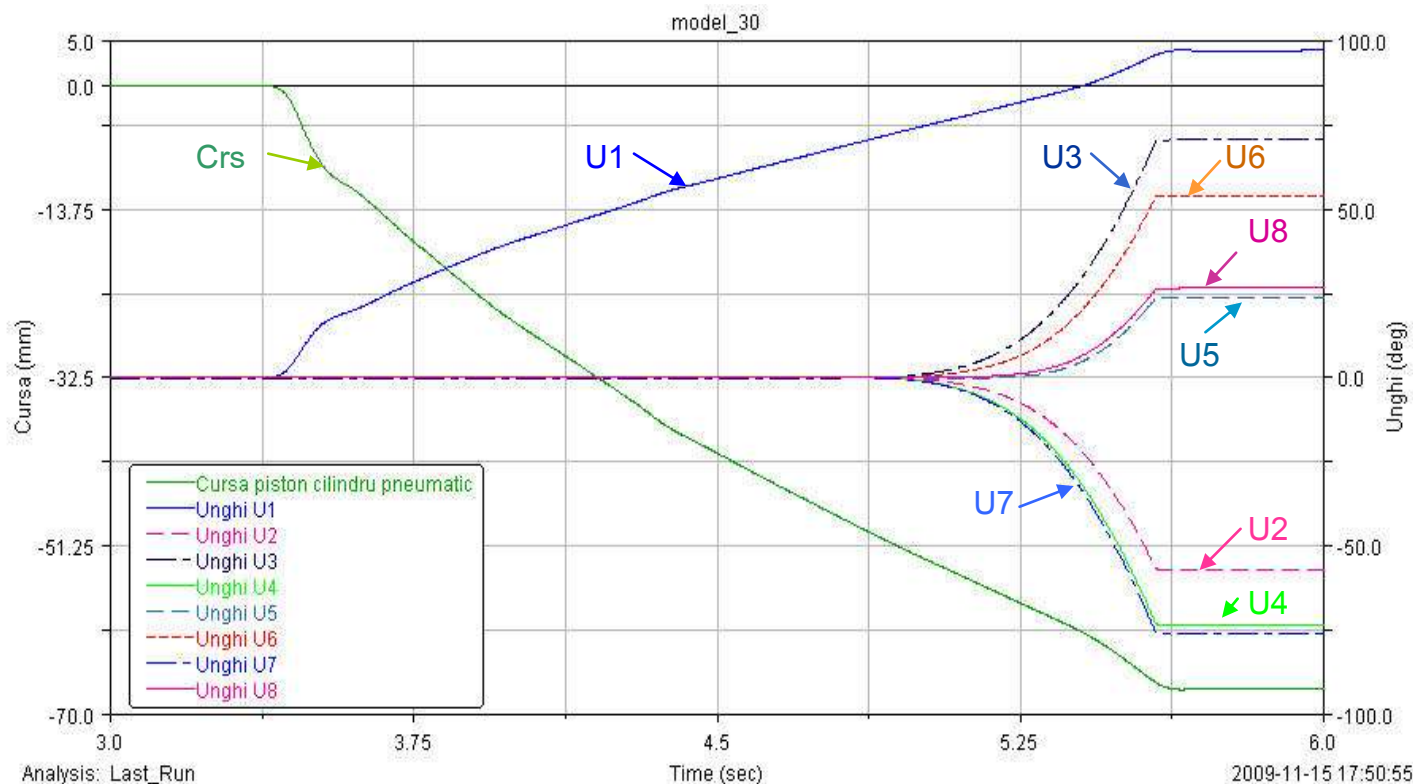


Fig.12

În capitolul 14 “ Probleme privind vibrațiile pantografului “ sunt arătate schemele de măsură pentru determinarea funcțiilor de răspuns în frecvență pe direcțiile verticală și orizontal-transversală și amplasarea punctelor de măsură și a celor de excitație. Sunt descrise echipamentele folosite pentru achiziționarea valorilor înregistrate, modul de lucru și rezultatele obținute.

Se prezintă funcțiile de răspuns în frecvență și formele de oscilație ale mecanismului pantograf la diferite frecvențe pe direcțiile verticală și orizontală precum și modul în care oscilează pantograful atunci când este excitat la baza sa cu valorile înregistrate pe suportii de sprijin ai pantografului amplasați pe acoperișul ramei de metrou, când aceasta se află în deplasare pe calea ferată. În cadrul acestui capitol s-a studiat pantograful echipat în două variante, una cu suspensia patinei de contact blocată, alta cu suspensia activă.

În capitolul 15 “Concluzii generale. Contribuții proprii ” sunt prezentate concluziile generale precum și câteva recomandări pentru îmbunătățirea comportamentului dinamic al mecanismului pantograf studiat. Sunt prezentate de asemenea contribuțiile proprii.