

Costică NIȚUCĂ

**ALIMENTAREA ȘI CAPTAREA
ENERGIEI ELECTRICE
ÎN
TRACȚIUNEA FERROVIARĂ**



PERFORMANTICA

COSTICĂ NIȚUCĂ

ALIMENTAREA ȘI CAPTAREA ENERGIEI ELECTRICE
ÎN
TRACȚIUNEA FERROVIARĂ

Editura Performantica, Iași

2009

Editura PERFORMANTICA

Institutul Național de Inventică, Iași

performantica@inventica.org.ro

Iași, Campusul Universitar "Tudor Vladimirescu",

Corp T24, Etaj 1, PO Box 727

Tel/fax: 0232-214763

Descrierea CIP a Bibliotecii Naționale a României

NIȚUCĂ, COSTICĂ

ALIMENTAREA ȘI CAPTAREA ENERGIEI ELECTRICE

ÎN TRACȚIUNEA FERROVIARĂ /

COSTICĂ NIȚUCĂ

– Iași: Performantica, 2009

ISBN: 978-973-730-628-9

Referenți științifici:

Prof. univ. dr. ing. Lorin CANTEMIR

Membru al Academiei de Științe Tehnice a României,

Doctor Honoris Causa al Universității Tehnice a Moldovei, Chișinău

Prof. univ. dr. ing. Dorin Dumitru LUCACHE

Facultatea de Inginerie Electrică, Energetică și Informatică Aplicată din Iași

Consilier editorial:

Prof. univ. dr. Traian D. Stănculescu

Secretar editorial:

Octav Păuneț

Coperta:

Carmen Anton

EDITURĂ ACREDITATĂ DE CNCIS BUCUREȘTI, 1142/30.06.2003

Copyright © 2009

Toate drepturile asupra acestei ediții sunt rezervate autorului

Capitolul 1 **Sistem**
transp

- 1.1. Compu
- 1.2. Sistem
- 1.3. Sistem
- 1.4. Sistem
- joasă (
- 1.5. Sistem
- industri
- 1.5.1. Substaț
- 1.5.2. Substaț
- 1.5.3. Substaț
- 1.5.4. Substaț
- conecta

Capitolul 2 **Linia d**

- 2.1. Proble
- 2.2. Linia de
- 2.2.1. Elemen
- 2.2.2. Suspen
- 2.2.3. Comper
- 2.3. Sistem
- 2.3.1. Firul de
- 2.3.2. Catenar
- 2.3.2.1. Catenar
- 2.3.2.2. Catenar
- 2.3.2.3. Catenar
- 2.3.2.4. Catenar
- 2.4. Sistem
- 2.4.1. Catenar
- 2.4.2. Catenar
- 2.4.3. Catenar
- 2.4.4. Catenar
- 2.4.5. Catenar
- 2.4.6. Catenar
- 2.5. Elasticit

Cuvânt
Aprecie

Cuprins

	Cuvânt înainte	7
	Aprecieri	13
Capitolul 1	Sisteme de alimentare cu energie electrică în transportul feroviar	15
1.1.	Compunerea sistemului general de tracțiune electrică.....	15
1.2.	Sistemul de alimentare în curent continuu.....	17
1.3.	Sistemul de alimentare în curent alternativ trifazat.....	25
1.4.	Sistemul de alimentare în curent monofazat de frecvență joasă (16 2/3 Hz).....	26
1.5.	Sistemul de alimentare în curent monofazat de frecvență industrială.....	29
1.5.1.	Substația de tracțiune cu transformator monofazat.....	29
1.5.2.	Substația de tracțiune cu transformator de tip Scott.....	31
1.5.3.	Substația de tracțiune cu transformator trifazat.....	32
1.5.4.	Substația de tracțiune cu transformatoare monofazate conectate în W.....	33
Capitolul 2	Linia de contact	35
2.1.	Probleme generale.....	35
2.2.	Linia de contact elastică.....	39
2.2.1.	Elementele principale ale liniei de contact elastice.....	39
2.2.2.	Suspendarea liniei de contact.....	45
2.2.3.	Compensarea liniei de contact.....	47
2.3.	Sisteme de catenare.....	50
2.3.1.	Firul de contact simplu suspendat.....	50
2.3.2.	Catenara multiplă.....	51
2.3.2.1.	Catenara cu suspensie elastică în Y.....	52
2.3.2.2.	Catenara compound.....	53
2.3.2.3.	Catenara poligonală.....	54
2.3.2.4.	Catenara înclinată.....	55
2.4.	Sisteme de catenare de foarte mare viteză.....	57
2.4.1.	Catenara antirezonanță.....	57
2.4.2.	Catenara compound în Y.....	58
2.4.3.	Catenara cu cuplaj continuu.....	59
2.4.4.	Catenara compound compusă.....	59
2.4.5.	Catenara de tip R 3.....	60
2.4.6.	Catenara rigidă.....	62
2.5.	Elasticitatea liniei de contact.....	62

2.6.	Săgeata liniei de contact.....	67
2.7.	Linia de contact cvasirigidă.....	74
2.8.	Influența electrostatică a liniei de contact asupra liniilor aeriene de telecomunicații.....	77
2.9.	Influența electromagnetică a liniei de contact asupra liniilor aeriene de telecomunicații.....	79
2.10.	Influența electromagnetică a liniei de contact asupra liniilor în cablu.....	81
2.11.	Măsurile speciale aplicabile liniilor de telecomunicații în curent continuu.....	83
2.12.	Influența armonicilor curentului redresat asupra sistemului general de alimentare.....	85
Capitolul 3	Influența mediului ambiant asupra liniei de contact....	87
3.1.	Încărcările specifice care acționează asupra liniei de contact..	87
3.2.	Influența vântului asupra liniei de contact.....	90
3.2.1.	Acțiunea staționară a vântului asupra liniei de contact.....	90
3.2.2.	Acțiunea cvasi-staționară a vântului asupra liniei de contact...	95
3.2.2.1.	Oscilațiile laterale de pendulare ale liniei de contact.....	96
3.2.2.2.	Oscilațiile transversale ale liniei de contact pe o deschidere...	98
3.2.3.	Oscilațiile longitudinale ale liniei de contact pe o deschidere...	100
3.3.	Influența depunerilor de precipitații solide asupra liniei de contact.....	101
3.3.1.	Condițiile de formare a gheții pe conductoarele liniei de contact	102
3.3.2.	Factorii care influențează fenomenul de depunere a gheții pe linia de contact.....	102
3.3.3.	Determinarea suprasarcinilor de gheață.....	105
3.4.	Influența temperaturii mediului ambiant asupra liniei de contact.....	106
3.4.1.	Stabilirea modului de elasticitate echivalent și a coeficientului de dilatare termică echivalent pentru linia de contact.....	106
3.5.	Aspecte privind influența ecartului de temperatură asupra liniei de contact.....	109
Capitolul 4	Captatori de curent.....	117
4.1.	Captatori de tip pantograf. Problematika captării curentului electric.....	117
4.2.	Tipuri de pantografe.....	118
4.2.1.	Construcția pantografului simetric.....	118
4.2.2.	Construcția pantografului asimetric.....	122
4.3.	Acționarea pantografului.....	124
4.4.	Condiții tehnice și de funcționare ale pantografului.....	127

4.4.1.	Planul de contact al patinei pantografului.....	128
4.4.2.	Securitatea în funcționare a pantografului.....	129
4.4.3.	Stabilitatea laterală a pantografului.....	130
4.4.4.	Inerția sistemului articulat al pantografului.....	131
4.4.5.	Masa redusă a pantografului raportată la patină.....	131
4.4.5.1.	Determinarea pe cale experimentală a masei reduse a pantografului.....	132
4.4.5.2.	Determinarea pe cale grafică a masei reduse a pantografului.....	133
4.4.5.3.	Determinarea pe cale analitică a masei reduse a pantografului.....	137
4.4.6.	Determinarea forței totale de contact a pantografului.....	139
4.4.6.1.	Determinarea analitică a caracteristicii statice ideale.....	140
4.4.6.2.	Analiza variației parametrilor constitutivi ai unui pantograf realizat la scară redusă.....	143
4.4.6.3.	Verificarea experimentală a caracteristicii ideale.....	151
4.5.	Aspecte teoretice privind proiectarea unui pantograf asimetric.....	152
4.5.1.	Stabilirea traiectoriei patinei pantografului.....	153
4.5.2.	Determinarea momentului de ridicare a pantografului.....	155
4.5.3.	Determinarea cursei arcului.....	158
4.5.4.	Determinarea forței de contact.....	162
3.5. 5.	Determinarea prin metoda analitică a masei echivalente a pantografului asimetric.....	164
3.6.	Captatori de curent pentru linia de contact cvasirigidă.....	168
3.7.	Materiale de contact pentru pantografele unităților motoare...	170
3.7.1.	Greutatea materialului pentru bara de uzură a pantografului...	170
4.7.2.	Uzura mecanică a piesei de contact.....	171
4.7.3.	Condiții referitoare la rezistența mecanică a barelor de uzură..	173
4.7.4.	Fenomene electrice în zona punctului de trecere a curentului electric.....	174
4.7.5.	Uzura glisierelor în timpul deplasării sub firul de contact.....	174
Capitolul 5	Dinamica sistemului pantograf-catenară.....	177
5.1.	Probleme generale de dinamica sistemului pantograf-catenară	177
5.2.	Aprecieri privind mișcarea de interacțiune dintre pantograf și linia de contact.....	179
5.3.	Influența liniei de contact asupra procesului de captare.....	183
5.3.1.	Generalități privind acțiunea liniei de contact asupra pantografului.....	183
5.3.2.	Vibrațiile forțate ale pantografului considerat fără amortizare..	185
5.3.3.	Vibrațiile forțate ale pantografului considerat cu amortizare....	189
5.4.	Modelarea și simularea interacțiunii sistemului pantograf – catenară.....	195

5.4.1.	Stabilirea modelului matematic al traiectoriei punctului de contact.....	195
5.4.2.	Comportarea dinamică a pantografului.....	199
5.4.3.	Comportarea dinamică a pantografului dată de oscilațiile liniei de contact.....	206
Capitolul 6	Soluții constructive pentru pantografe.....	213
6.1.	Comportarea dinamică a sistemului pantograf-linie de contact	213
6.2.	Construcția pantografului simetric CN 01.....	215
6.3.	Experimentarea și validarea rezultatelor pentru pantograful simetric CN 01.....	218
6.4.	Construcția și experimentarea pantografului asimetric CN 02..	221
Capitolul 7	Sisteme de captare neconvențională a energiei electrice.....	227
7.1.	Captarea curentului electric prin inducție electromagnetică.....	227
7.1.1.	Captarea curentului electric fără circuit magnetic.....	228
7.1.2.	Captarea curentului electric cu ajutorul unui circuit magnetic deschis.....	229
7.1.2.1.	Eficiența transferului energetic prin sistemul picup de inducție	233
7. 2.	Captarea curentului electric prin jet de plasmă.....	234
7.2.1.	Probleme generale.....	234
7.2.2.	Captarea curentului electric prin jet de plasmă în regim static.	236
7.2.3.	Captarea curentului electric prin jet de plasmă în regim dinamic.....	239
	Anexă	243
	Bibliografie.....	251



Editura PERFORMANTICA
Institutul Național de Inventică, Iași
performantica@inventica.org.ro
Iași, Campusul Universitar "Tudor Vladimirescu",
Corp T24, Etaj 1, PO Box 727
Tel/fax: 0232-214763

