

M.E.I.

- INSTITUTUL POLITEHNIC „TRAIAN VUIA” TIMIȘOARA -  
- FACULTATEA DE MECANICĂ -

Ing. ANDREI COVACIU

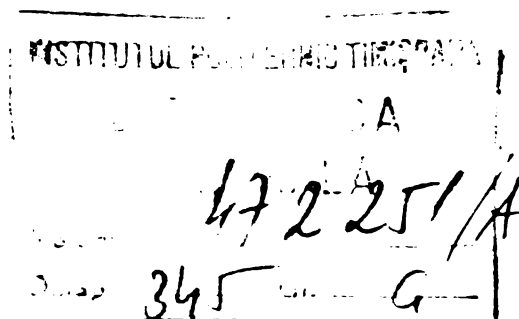
# A N E X E

## la teza de doctorat

CONTRIBUȚII LA STUDIUL BOGHIURILOR LOCOMO-  
TIVELOR DIESEL ELECTRICE ȘI ELECTRICE DE  
PUTERI ȘI VITEZE MARI, PE ȘASE OSII CU  
SUSPENSIA LOCOMOTIVELOR ÎN DOUĂ  
TREPTE

- CONDUCĂTOR ȘTIINȚIFIC:  
PROF. EM. ING. ION ZĂGĂNESCU

BIBLIOTECA CENTRALĂ  
UNIVERSITATEA "POLITEHNICA"  
TIMIȘOARA



- 1982 -

C U P R I N S U L A N E X E L O R

- ANEXA A - TABELE CU DATE CENTRALIZATE

- Tabelul nr. 2-4 - Dimensiunile elipsei de contact  
pentru  $R_s = 30$  cm pag. 6
- Tabelul nr. 2-5 - Dimensiunile elipsei de contact  
pentru  $R_s = 50$  cm pag. 7
- Tabelul nr. 2-6 - Datele elipsei de contact ptr.  
 $R_s = 30$  cm pag. 8
- Tabelul nr. 2-7 - Datele elipsei de contact ptr.  
 $R_s = 50$  cm pag. 9
- Tabelul nr. 2-8 - Forța de frecare și coeficien-  
tul static de frecare pentru  
 $R_s = 30$  cm pag. 10
- Tabel nr. 2-9 - Forța de frecare și coeficien-  
tul static de frecare pentru  
 $R_s = 50$  cm pag. 11
- Tabelul nr. 2-10 - Variația presiunilor maxime și  
medii funcție de sarcina pe  
roată, diametrul de rulare și  
 $R_s = 30$  cm pag. 12
- Tabelul nr. 2-11 - Variația presiunilor maxime și  
medii în suprafața de contact  
funcție de sarcina pe roată,  
diametrul de rulare pentru  
 $R_s = 50$  cm pag. 13
- Tabelul nr. 2-12 - Datele de calcul pentru stabi-  
lirea nivelului de eforturi în  
suprafața de contact cu folosi-  
rea de șină tip 65 pag. 14
- Tabelul nr. 2-13 - Nivelul de eforturi în supra-  
fața de contact pentru sarcina  
pe osie de 20000 daN și șină  
tip R 65 pag. 15
- Tabelul nr. 2-14 - Nivelul de eforturi în suprafața  
de contact pentru sarcina pe  
osie de 21000 daN și șină tip  
R 65 pag. 16
- Tabelul nr. 2-15 - Nivelul de eforturi în supra-  
fața de contact pentru sarcina  
pe osie de 22000 daN și șină

	tip R 65	pag. 17
- Tabelul nr. 3-1	- Influența ghidării asupra elementelor de stabilitate a osiei montate	pag. 18
- Tabelul nr. 3-2	- Influența masei osiei montate asupra stabilității acesteia	pag. 23
- Tabelul nr. 3-3	- Influența momentului de inerție a osiei montate inclusiv angrenajul de tracțiune asupra stabilității osiei montate	pag. 33
- Tabelul nr. 3-4	- Influența sarcinii pe osie asupra stabilității osiei montate	pag. 40

**ANEXA B - DIAGRAME SI FIGURI**

- Fig. 2-8	- Contactul roată - șină	pag. 45
- Fig. 2-12	- Zona de aderență pentru diferite situații de lucru	pag. 46
- Fig. 2-13	- Variația semiaxelor $a$ și $b$ funcție de $Q$ și $D$	pag. 47
- Fig. 2-14	- Variația semiaxelor $a$ și $b$ funcție de $Q$ și $D$ pentru $R_s = 50$ cm	pag. 47
- Fig. 2-15	- Variația coeficientului de frecare static funcție de sarcina pe roată și diametrul de rulare	pag. 48
- Fig. 2-16	- Variația coeficientului de frecare static funcție de sarcina pe roată, diametrul de rulare și $R_s = 50$ cm	pag. 48
- Fig. 2-17	- Variația presiunii maxime și medii funcție de sarcina pe roată și diametrul de rulare	pag. 49
- Fig. 2-18	- Variația presiunii maxime și medii funcție de sarcina pe roată, diametrul de rulare și $R_s = 50$ cm	pag. 50
- Fig. 3-10	- Variația factorului de amortizare a pulsației mișcării, funcție de viteza locomotivei și caracteristicile de ghidare osie	pag. 51
- Fig. 3-11	- Variația factorului de amortizare, pulsației mișcării în rotație în jurul axei $z-z$ funcție de viteza locomotivei și caracteristicile de	

	ghidare osie	pag. 52
- Fig. 3-12	- Variația vitezei critice funcție de caracteristicile de ghidare	pag. 53
- Fig. 3-13	- Decrementul logaritmic funcție de caracteristica de ghidare	pag. 54
- Fig. 3-14	- Variația factorului de amortizare, pulsația mișcării în translație după $y-y$ influențate de masa „ $m$ ” a osiei montate și viteza locomotivei	pag. 55
- Fig. 3-15	- Variația factorului de amortizare, pulsația în jurul axei $z-z$ prin variația masei osiei montate	pag. 56
- Fig. 3-16	- Variația vitezei critice și frecvenței critice funcție de masa osiei montate	pag. 57
- Fig. 3-17	- Decrementul logaritmic funcție de masa osiei	pag. 58
- Fig. 3-18	- Variația factorului de amortizare, a pulsației mișcării în translație după axa $y$ cu variația momentului de inerție	pag. 59
- Fig. 3-19	- Variația factorului de amortizare, pulsației mișcării în jurul axei $z$ cu variația momentului de inerție	pag. 60
- Fig. 3-20	- Variația vitezei critice, a frecvenței critice funcție de variația momentului de inerție osie montată	pag. 61
- Fig. 3-21	- Decrementul logaritmic funcție de momentul de inerție	pag. 62
- Fig. 3-22	- Variația factorului de amortizare și pulsației mișcării funcție de sarcina pe osie $Q$	pag. 63
- Fig. 3-23	- Variația factorului de amortizare $\alpha \varphi$ și $\beta \varphi$ funcție de sarcina pe osie	pag. 64
- Fig. 3-24	- Variația factorului de amortizare și pulsației la $V = 100$ km/h funcție de sarcina pe osie	pag. 65
- Fig. 3-25	- Decrementul logaritmic funcție de sarcina pe osie	pag. 66
- Fig. 5-2	- Sistemul de suspensie secundară IDE Co-Co 2100 CP	pag. 67

- Fig. 5-3	- Sistemul de suspensie al LB Co-Co 5100 kW	pag. 68
- Fig. 5-4	- Sistemul de suspensie al boghiului LDH 1250 CP	pag. 69
- Fig. 7-8	- Extras din diagrama vitezelor de probă	pag. 70
- Fig. 7-15	- Spectrul amplitudinilor accelerațiilor verticale cutie postul 1	pag. 70
- Fig. 7-16	- Spectrul amplitudinilor deplasărilor verticale relative cutie boghiul 1	pag. 71
- Fig. 7-17	- Spectrul amplitudinilor accelerațiilor verticale boghiu	pag. 71
- Fig. 7-18	- Spectrul amplitudinilor accelerațiilor laterale boghiu la 80 km/h (50 mph)	pag. 72
- Fig. 7-19	- Spectrul amplitudinilor accelerațiilor laterale boghiu la $V = 96$ km/h (60 mph)	pag. 72
- Fig. 7-20	- Spectrul amplitudinilor accelerațiilor laterale boghiu la $V = 112$ km/h (70 mph)	pag. 73
- Fig. 7-21	- Spectrul amplitudinilor accelerațiilor verticale relative lagăr osie - ramă boghiu	pag. 73
- Fig. 7-22	- Spectrul amplitudinilor accelerațiilor verticale motor tracțiune la fixa- rea pe osie - linie sudată	pag. 74
- Fig. 7-23	- Spectrul amplitudinilor accelerațiilor verticale motor tracțiune la suspensia pe ramă - linie sudată	pag. 74
- Fig. 7-24	- Spectrul amplitudinilor accelerațiilor verticale motor tracțiune la fixarea pe osie - linie cu joante	pag. 75
- Fig. 7-25	- Spectrul amplitudinilor accelerațiilor verticale motor tracțiune la suspensia pe ramă - linie cu joante	pag. 75
- Fig. 7-26	- Accelerațiile verticale cutie postul 1 - linie sudată	pag. 76
- Fig. 7-27	- Accelerațiile verticale cutie postul 2 - linie sudată	pag. 76
- Fig. 7-28	- Accelerațiile verticale cutie postul 1 - linie cu joante	pag. 77

- Fig. 7-29	- Accelerațiile verticale cutie postul 2 - linie cu joante	pag.77
- Fig. 7-30	- Accelerațiile laterale cutie postul 1 podea, linie sudată	pag. 78
- Fig. 7-31	- Accelerațiile laterale cutie postul 2 - podea, linie sudată	pag.78
- Fig. 7-32	- Accelerațiile laterale podea cutie postul 1 - linie cu joante	pag.79
- Fig. 7-33	- Accelerațiile laterale cutie postul 2 - podea, linie cu joante	pag.79
- Fig. 7-34	- Comparații între accelerațiile late- rale cutie - tavan podea	pag. 80
- Fig. 7-35	- Accelerațiile laterale la motorul de tracțiune	pag. 81
- Fig. 7-36	- Accelerațiile laterale pe rama boghiu	pag. 82
- Fig. 7-37	- Accelerațiile verticale pe rama boghiu	pag. 82
- Fig. 7-38	- Deplasarea verticală relativă cutie - boghiul postul 1 - linie sudată	pag. 83
- Fig. 7-39	- Deplasarea verticală relativă cutie - boghiul postul 2 - linie sudată	pag. 83
- Fig. 7-40	- Deplasarea verticală relativă cutie - boghiul postul 1 - linie cu joante	pag. 84
- Fig. 7-41	- Deplasarea verticală relativă cutie - boghiul postul 2 - linie cu joante	pag. 84
- Fig. 7-42	- Deplasarea laterală relativă cutie - boghiul postul 1 - linie sudată	pag. 85
- Fig. 7-43	- Deplasarea laterală relativă cutie - boghiul postul 2 - linie sudată	pag. 85
- Fig. 7-44	- Deplasarea laterală relativă cutie - boghiul postul 1 - linie cu joante	pag. 86
- Fig. 7-45	- Deplasarea laterală relativă cutie - boghiul postul 2 - linie cu joante	pag. 86
- Fig. 7-46	- Deplasarea relativă lagăr osie - ramă boghiu roata 1 - linie cu joante	pag. 87
- Fig. 7-47	- Deplasarea relativă lagăr osie - ramă boghiu roata 3 - linie cu joante	pag. 87
- Fig. 7-48	- Comparații între variația joc relativ lagăr osie - ramă boghiu	pag. 88
- Fig. 7-49	- Vitezele de amortizare hidraulice orizontale	pag. 89
- ANEXA C - STABILIREA ECUATIILOR DE MIȘCARE ÎN PLAN ORIZONTAL ALB BOGHIULUI PE TREI OSII		pag. 90

DIMENSIUNILE ELIPSEI DE CONTACT PTR.  $R_s = 30$  cm

Tabel nr. 2 - 4

Q (daN) $a, b = f(R_R)$	8000	9000	10000	10500	11000	Diametrul cercului de rulare
	$a_1 \Rightarrow R_R = 40$	6,25	6,5	6,73	6,84	
$a_2 \Rightarrow R_R = 45$	6,6	6,86	7,11	7,22	7,34	D = 900 mm
$a_3 \Rightarrow R_R = 50$	6,94	7,22	7,48	7,6	7,72	D = 1000 mm
$a_4 \Rightarrow R_R = 55$	7,22	7,5	7,77	7,9	8,02	D = 1100 mm
$a_5 \Rightarrow R_R = 62,5$	7,72	8,03	8,32	8,46	8,59	D = 1250 mm
$a_6 \Rightarrow R_R = 65$	7,87	8,18	8,48	8,62	8,75	D = 1300 mm
$a_7 \Rightarrow R_R = 70$	8,15	8,48	8,78	8,93	9,07	D = 1400 mm
$b_1 \Rightarrow R_R = 40$	5,067	5,27	5,458	5,548	5,63	D = 800 mm
$b_2 \Rightarrow R_R = 45$	4,985	5,184	5,369	5,458	5,54	D = 900 mm
$b_3 \Rightarrow R_R = 50$	4,89	5,086	5,267	5,354	5,43	D = 1000 mm
$b_4 \Rightarrow R_R = 55$	4,844	5,038	5,218	5,3039	5,38	D = 1100 mm
$b_5 \Rightarrow R_R = 62,5$	4,7	4,895	5,07	5,154	5,234	D = 1250 mm
$b_6 \Rightarrow R_R = 65$	4,675	4,862	5,036	5,119	5,199	D = 1300 mm
$b_7 \Rightarrow R_R = 70$	4,607	4,792	4,963	5,045	5,124	D = 1400 mm

DIMENSIUNILE ELIPSEI DE CONTACT PTR.  $R_s = 50$  cm

Tabel nr. 2 - 5

Q (daN)	8000	9000	10000	10500	11000
$a, b = f(R_R)$					
$a_1 \implies R_R = 50$	0,628	0,6535	0,6769	0,688	0,6988
$a_2 \implies R_R = 55$	0,609	0,6858	0,7103	0,722	0,733
$a_3 \implies R_R = 62,5$	0,7068	0,735	0,7614	0,7739	0,786
$a_4 \implies R_R = 65$	0,7164	0,745	0,7717	0,7844	0,7966
$a_5 \implies R_R = 70$	0,7426	0,772	0,7999	0,813	0,825
$b_1 \implies R_R = 50$	0,628	0,6535	0,6769	0,688	0,6988
$b_2 \implies R_R = 55$	0,618	0,6434	0,6664	0,6774	0,688
$b_3 \implies R_R = 62,5$	0,6018	0,6259	0,6482	0,6589	0,669
$b_4 \implies R_R = 65$	0,6012	0,6253	0,6477	0,6583	0,668
$b_5 \implies R_R = 70$	0,593	0,6172	0,6393	0,647	0,6599



DATELE ELIPSEI DE CONTACT PENTRU  $R_s = 30\text{ cm}$

Tabel nr. 2-6

$R_R$	$Q$	8000 daN			9000 daN			10000 daN			10500 daN			11000 daN		
		a [mm]	b [mm]	F [mm <sup>2</sup> ]	a [mm]	b [mm]	F [mm <sup>2</sup> ]	a [mm]	b [mm]	F [mm <sup>2</sup> ]	a [mm]	b [mm]	F [mm <sup>2</sup> ]	a [mm]	b [mm]	F [mm <sup>2</sup> ]
40		6,25	5,067	99,49	6,5	5,27	107,61	6,73	5,458	115,39	6,84	5,548	119,21	6,95	5,63	112,9
45		6,6	4,985	103,36	6,86	5,184	111,72	7,11	5,369	119,92	7,22	5,458	123,79	7,34	5,54	127,74
50		6,94	4,89	106,61	7,22	5,086	115,36	7,48	5,267	123,81	7,6	5,354	127,83	7,72	5,43	131,6
55		7,22	4,844	109,87	7,5	5,038	118,7	7,77	5,218	127,37	7,9	5,303	131,63	8,02	5,38	135,5
62,5		7,72	4,7	113,98	8,03	4,895	123,48	8,32	5,07	132,52	8,46	5,154	136,98	8,59	5,23	141,2
65		7,87	4,675	115,58	8,18	4,862	124,94	8,48	5,036	134,16	8,62	5,119	138,62	8,75	5,19	142,9
70		8,15	4,607	117,95	8,48	4,792	127,66	8,78	4,963	136,89	8,93	5,045	141,53	9,07	5,12	146

DATELE ELIPSEI DE CONTACT PENTRU  $R_s = 50$  cm

Tabel nr.2 -7

$R_R$ \ a	8000			9000			10000			10500			11000		
	a	b	F	a	b	F	a	b	F	a	b	F	a	b	F
50	0,628	0,628	1,23899	0,6535	0,6535	1,3416	0,6769	0,6769	1,4394	0,688	0,688	1,457	0,6988	0,6988	1,534
55	0,659	0,618	1,2794	0,6858	0,6434	1,3862	0,7103	0,6664	1,487	0,722	0,6774	1,536	0,733	0,688	1,584
62,5	0,7068	0,601	1,3362	0,735	0,6258	1,4452	0,7614	0,6482	1,55	0,7739	0,6589	1,6	0,786	0,669	1,65
65	0,7164	0,601	1,353	0,745	0,6253	1,4635	0,7717	0,6477	1,57	0,7844	0,6583	1,622	0,7966	0,668	1,67
70	0,7426	0,593	1,3834	0,772	0,6172	1,4969	0,7999	0,6393	1,606	0,813	0,647	1,652	0,825	0,6599	1,71

FORTA DE FRECARÉ SI COEFICIENTUL STATIC DE FRECARÉ PENTRU  $R_s = 30 \text{ cm}$

Tabel nr. 2 -8

$Q$ $R_R$	8000			9000			10000			10500			11000		
	F	R	$\mu_0$	F	R	$\mu_0$	F	R	$\mu_0$	F	R	$\mu_0$	F	R	$\mu_0$
40	0,9949	2387	0,298	1,0761	2583	0,287	1,1539	2769	0,276	1,1921	2861	0,272	1,2292	2950	0,208
45	1,0336	2480	0,31	1,1172	2681	0,297	1,1992	2878	0,287	1,2379	2970	0,282	1,2774	3066	0,278
50	1,0661	2558	0,319	1,1536	2768	0,307	1,2381	2971	0,297	1,2783	3067	0,292	1,3169	3160	0,287
55	1,0987	2636	0,329	1,187	2849	0,316	1,2737	3057	0,305	1,3163	3159	0,3	1,3555	3253	0,295
62,5	1,1398	2735	0,341	1,2348	2963	0,329	1,3252	3180	0,318	1,3698	3287	0,313	1,4124	3390	0,308
65	1,1558	2773	0,346	1,2484	2998	0,333	1,3416	3220	0,322	1,3862	3327	0,316	1,4292	3430	0,311
70	1,1795	2830	0,353	1,2766	3064	0,34	1,3686	3285	0,328	1,4153	3397	0,323	1,46	3504	0,318

FORTA DE FRECARÉ ŞI COEFICIENTUL STATIC DE FRECARÉ PENTRU  $R_s = 50\text{cm}$

Tabel nr. 2 - 9

$\alpha$ RR	8000			9000			10000			10500			11000		
	F	R	$\mu_0$	F	R	$\mu_0$	F	R	$\mu_0$	F	R	$\mu_0$	F	R	$\mu_0$
50	1,23899	2973	0,37	1,3416	3220	0,357	1,4394	3454	0,345	1,487	3568	0,339	1,534	3681	0,334
55	1,2794	3070	0,38	1,3862	3326	0,369	1,457	3568	0,356	1,536	3686	0,35	1,584	3801	0,3456
62,5	1,3362	3200	0,40	1,4452	3468	0,385	1,55	3570	0,372	1,6	3840	0,365	1,65	3960	0,36
65	1,353	3247	0,405	1,4635	3512	0,39	1,57	3768	0,376	1,622	3892	0,37	1,67	4000	0,364
70	1,3834	3320	0,415	1,4969	3592	0,399	1,656	3854	0,385	1,652	3954	0,377	1,71	4100	0,373

VARIATIA PRESIUNILOR MAXIME SI MEDII FUNCȚIE DE SARCINA PE ROATĂ, DIAMETRUL DE RULARE

Rs = 30 cm

Tabel nr.2 -10

Q RR	8000			9000			10000			10500			11000		
	F	$\rho_{max}$	$\rho_m$	F	$\rho_{max}$	$\rho_m$	F	$\rho_{max}$	$\rho_m$	F	$\rho_{max}$	$\rho_m$	F	$\rho_{max}$	$\rho_m$
40	0,9949	12061	8041	1,0761	12545	8364	1,1539	12999	8666	1,1921	13212	8808	1,2292	13423	8949
45	1,0336	11610	7740	1,1172	12083	8056	1,1992	12508	8339	1,2379	12723	8482	1,2774	12917	8611
50	1,0661	11256	7504	1,1536	11702	7802	1,2381	12115	8077	1,2783	12321	8214	1,3169	12529	8353
55	1,0987	10922	7281	1,187	11373	7582	1,2737	11777	7851	1,3163	11965	7977	1,3555	12173	8115
62,5	1,1398	10528	7019	1,2348	10933	7289	1,3252	11319	7546	1,3698	11498	7665	1,4124	11682	7788
65	1,1558	10382	6922	1,2494	10805	7203	1,3416	11180	7454	1,3862	11362	7575	1,4291	11546	7697
70	1,1795	10174	6783	1,2766	10574	7050	1,3689	10958	7305	1,4153	11128	7419	1,46	11301	7534

VARIATIA PRESIUNILOR MAXIME SI MEDII IN SUPRAFATA DE CONTACT FUNCTIE DE SARCINA PE ROATA,  
DIAMETRUL DE RULARE PENTRU Rs = 50cm

Tabel nr. 2-11

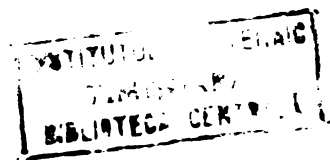
R <sub>R</sub> \ a	8000			9000			10000			10500			11000		
	F	ρ <sub>max.</sub>	ρ <sub>m</sub>	F	ρ <sub>max.</sub>	ρ <sub>m</sub>	F	ρ <sub>max.</sub>	ρ <sub>m</sub>	F	ρ <sub>max.</sub>	ρ <sub>m</sub>	F	ρ <sub>max.</sub>	ρ <sub>m</sub>
50	1,23899	9685	6457	1,3416	10062	6708	1,4344	10459	6971	1,457	10591	7061	1,534	10756	7170
55	1,2794	9379	6252	1,3862	9738	6492	1,487	10087	6725	1,536	10253	6836	1,584	10416	6944
62,5	1,3362	8980	5987	1,4452	9341	6227	1,55	9677	6451	1,6	9843	6563	1,65	10000	6667
65	1,353	8869	5912	1,4635	9224	6149	1,57	9554	6369	1,622	9710	6473	1,67	9880	6587
70	1,3834	8674	5783	1,4969	9018	6012	1,606	9340	6226	1,652	9533	6536	1,71	9649	6433

DATELE DE CALCUL PENTRU STABILIREA NIVELULUI DE EFORTURI ÎN SUPRAFAȚA DE CONTACT CU

FOLOSIREA DE ȘINĂ TIP 65

Tabel nr. 2-12

Q [daN]	10000			10500			11000		
	1000	1100	1250	1000	1100	1250	1000	1100	1250
D [mm]	6,769	7,103	7,614	6,88	7,22	7,739	6,988	7,33	7,86
a [mm]	6,769	6,664	6,482	6,88	6,774	6,589	6,988	6,88	6,69
a/b	1	1,0658	1,1746	1	1,0658	1,1745	1	1,0654	1,1745
b/a	1	0,9381	0,851	1	0,938	0,851	1	0,938	0,851
$\rho_{max}$	10459	10087	9677	10591	10253	9843	10756	10416	10000
$\phi$	0,633	0,616	0,6	0,633	0,616	0,6	0,633	0,616	0,6
$\ominus$	0,121	0,115	0,11	0,121	0,115	0,11	0,121	0,115	0,11
$\psi$	0,75	0,7166	0,65	0,75	0,7166	0,65	0,75	0,7166	0,65



NIVELUL DE EFORTURI ÎN SUPRAFAȚA DE CONTACT PENTRU SARCINA PE OSIE DE 20000daN ȘI ȘINĂ

TIP R 65

Tabel nr.2 -13

D(mm)	1000				1100				1250			
	2	4	6	8	2	4	6	8	2	4	6	8
a(mm)	6,769											
b(mm)	6,769											
x(mm)	2	4	6	8	2	4	6	8	2	4	6	8
y(mm)	2	4	6	6,769	1,876	3,752	5,62	6,663	1,702	3,404	5,106	6,479
x/a	0,295	0,59	0,886	1	0,281	0,563	0,844	1	0,262	0,525	0,788	1
y/b	0,295	0,59	0,886	1	0,281	0,563	0,844	1	0,262	0,525	0,788	1
$\sigma_x$	16,26	32,52	48,83	55,12	14,53	29,12	43,66	51,74	12,61	25,28	37,94	48,15
$\sigma_y$	-3	-6,84	-10,27	-11,6	3	6	9	10,67	2,53	5,02	7,54	9,57
$\tau_{xy}$	6,38	12,76	19,16	21,63	6	12,03	18,03	21,36	5,38	10,79	16,2	20,56







INFLUENȚA GHIDĂRII ASUPRA ELEMENTELOR DE  
STABILITATE A OSIEI MONTATE

- MĂRIMI CONSTANTE:

- Sarcina pe osie	$Q = 21000$ [daN]
- Raza cercului de rulare	$r_0 = 0,55$ [m]
- Distanța între cercurile de rulare	$l = 1,5$ [m]
- Distanța între ghidajele osiei	$b = 2,01$ [m]
- Masa osiei montate, inclusiv angrenajul de tracțiune	$m = 250,6$ [daN/m/sec. <sup>2</sup> ]
- Momentul de inerție a osiei montate inclusiv angrenajul	$I = 115,57$ [daN·m·sec. <sup>2</sup> ]

- CARACTERISTICI VARIABLE:

- Caracteristica longitudinală pe lagăr $K_1$ ( $K_x$ ) [daN/m]	$K_x = 2 \cdot 10^6; 3 \cdot 10^6; 4 \cdot 10^6;$ $5 \cdot 10^6; 6 \cdot 10^6; 7,6 \cdot 10^6.$
- Caracteristica transversală pe lagăr $K_2$ ( $K_y$ ) [daN/m]	$K_y = 1 \cdot 10^6; 1,5 \cdot 10^6; 2 \cdot 10^6;$ $2,5 \cdot 10^6; 3 \cdot 10^6; 3,5 \cdot 10^6;$ $4 \cdot 10^6; 4,5 \cdot 10^6; 7,6 \cdot 10^6;$
- Viteza locomotivei [km/h]	$V = 20, 40, 60, 80, 100,$ $120, 140, 160, 180, 200.$

1.

$V$	80	100	120	140	160	180	200
$K_y$		$1 \cdot 10^6$					
$\alpha_y$	204	163	136	116,8	102,2	90,9	81,8
$\beta_y$							39,3
$\gamma_y$							0,439
$\alpha_\psi$	249	194	166	142,7	124	111	99,9
$\beta_\psi$	205	254	277	290	298	308	307
$\gamma_\psi$	0,683	0,5322	0,455	0,391	0,34	0,304	0,274
$\omega_p$		89,3					
$\omega_\psi$		364					
$V_c$		461					
$f_c$		227					
$C_{y/2}$							9848
$\delta_p$							3,07
$\delta_\psi$	5,87	3,94	3,21	2,66	2,27	2	1,79
$C_\psi$	28777	22420	19184	16492	14330	12828	11545
$C_{CR,y/2}$		22387					
$C_{CR,\psi/2}$		42122					

2.

$V$	80	100	120	140	160	180	200
Ky		$3 \cdot 10^6$					
$\alpha y$	204	163	136	116,8	102	90,8	81,8
$\beta y$			75,2	102,9	117	125	132
$\gamma y$			0,878	0,754	0,659	0,586	0,528
$\alpha \varphi$	244,9	199,9	166,5	142,7	124	111	99,9
$\beta \varphi$	205	254	277	290	298	303	307
$\gamma \varphi$	0,683	0,5322	0,455	0,391	0,34	0,304	0,274
$\omega p$		154,7					
$\omega \varphi$		364					
Vc		499					
fc		245					
Cy/2			34081	29245	25561	22754	20474
$\delta p$			11,52	7,21	5,5	4,54	3,9
$\delta \varphi$	5,87	3,94	3,21	2,66	2,27	2	1,79
C $\varphi$	28777	22420	19184	16492	14330	12828	11545
CCR.y/2		38776					
CCR. $\varphi$ /2		42122					

3.

V	60	80	100	120	140	160	180	200
Ky			4,5·10 <sup>6</sup>					
$\alpha y$	272	204,45	163,6	136,3	116,8	102	90,9	81,8
$\beta y$			96,9	132,5	150	160	167	171,7
$\xi y$			0,86	0,717	0,615	0,538	0,478	0,431
$\alpha \varphi$	333	249,8	199,8	166,5	142,7	124	111	99,9
$\beta \varphi$	147	264,9	304,4	323,8	334,9	342	346,7	350,1
$\xi \varphi$		0,683	0,5322	0,455	0,391	0,34	0,304	0,274
$\omega p$			189,5					
$\omega \varphi$			364					
Vc			572					
fc			282					
Cy/2			40848	34032	29220	25561	22729	20499
$\delta p$			10,58	6,46	4,9	4	3,41	3
$\delta \varphi$		5,87	3,94	3,21	2,66	2,27	2	1,79
C $\varphi$		28777	22420	19184	16492	14330	12828	11545
C <sub>CR.y/2</sub>			47491					
C <sub>CR.<math>\varphi</math>/2</sub>			42122					

4.

V	60	80	100	120	140	160	180	200
Ky			$7,6 \cdot 10^6$					
$\alpha y$	276	204	163	136	116,8	102,2	90,8	81,7
$\beta y$		141	187	207	219	226,5	231	234
$\xi y$		0,828	0,661	0,552	0,474	0,414	0,368	0,331
$\alpha \psi$	333,9	250	199,9	166,6	142,8	124,9	111	99,9
$\beta \psi$	152	268	307	326	337	344,4	349	352
$\xi \psi$		0,683	0,5322	0,455	0,391	0,34	0,304	0,274
$\omega p$			246					
$\omega \psi$			364					
Vc			624					
fc			307					
Cy/2		51122	40847,8	34082	29270	25611	22754	20474
$\delta p$		9,27	5,53	4,15	3,38	2,85	2,48	2,2
$\delta \psi$		5,87	3,94	3,21	2,66	2,27	2	1,79
C $\psi$		28777	22420	19184	16452	14330	12828	11545
CCR y/2			61718					
CCR $\psi$ /2			42122					

INFLUENȚA MASEI OSIEI MONTATE ASUPRA STABILITĂȚII ACESTEIA- DATE CONSTRUCTIVE DE BAZĂ:

- Sarcina pe osie  $Q = 21$  [t]
- Raza cercului de rulare  $r_0 = 0,55$  [m]
- Distanța dintre cercurile de rulare ale aceleiași osii  $l = 1,5$  [m]
- Distanța între ghidajele osiei  $b = 2,01$  [m]
- Momentul de inerție a osiei montate inclusiv angrenajul de tracțiune  $I_{z-g} = 115,56$  [daN·m·sec.<sup>2</sup>]
- Caracteristica longitudinală de ghidare osie pe lagăr  $K_1(Kx) = 7,6 \cdot 10^6$  [daN/m]
- Caracteristica transversală pe lagăr a ghidării osiei  $K_2(Ky) = 7,6 \cdot 10^6$  [daN/m]
- Conicitate bandaj  $\lambda = 0,1$

- MARIȚI VARIABILE:

- Viteza locomotivei  $V = 20 \div 200$  [km/h]
- Masa osiei montate inclusiv angrenajul de tracțiune  $m = 150 \div 983$  [daN/m/sec.<sup>2</sup>]



V	60	80	100	120	140	160	180	200
m			250,6					
$\alpha_y$		204,3	163,5	136,2	116,8	102,2	90,8	81,7
$\beta_y$		141,3	187	207,8	219,4	226,5	231,3	234,7
$\xi_y$		0,829	0,663	0,553	0,474	0,414	0,368	0,331
$\alpha_\psi$	333,9	250	199,9	166,2	142,8	124,9	111	99,95
$\beta_\psi$	152,3	268	307	326	337,4	344	349	352
$\xi_\psi$		0,686	0,548	0,455	0,39	0,342	0,304	0,274
$\omega_p$			246					
$\omega_\psi$			364					
Vc			624					
fc			307					
Cy/2		51197	40973	34132	29270	25611	22754	20474
$\delta_p$		9,31	5,56	4,17	3,38	2,85	2,48	2,2
$\delta_\psi$		5,92	4,11	3,21	2,66	2,28	2	1,79
C $\psi$ /2		28892	23102	19184	16503	14434	12808	11551
C <sub>CR,y/2</sub>			61718					
C <sub>CR,<math>\psi</math>/2</sub>			42122					

V	60	80	100	120	140	160	180	200
m			150					
$\alpha_y$	457	342	274	228,5	196	171,6	152,6	137,4
$\beta_y$			168,3	226,4	255	272,2	283,3	291
$\xi_y$			0,86	0,717	0,615	0,539	0,479	0,431
$\alpha_{\varphi}$	332,5	249,2	199	165,8	142	124	110	99,1
$\beta_{\varphi}$	153	268	307	326	337	344	348,7	351,9
$\xi_{\varphi}$	0,916	0,686	0,548	0,455	0,39	0,342	0,304	0,274
$\omega_p$			318					
$\omega_{\varphi}$			364					
Vc			706,8					
fc			348					
Cy/2			41100	34275	29400	25740	22890	20610
$\delta_p$			10,58	7,05	4,9	3,92	3,42	3
$\delta_{\varphi}$	14,38	5,92	4,11	3,21	2,66	2,28	2	1,79
CCR.y/2			47749					
CCR. $\varphi$ /2			42122					

3.

V	60	80	100	120	140	160	180	200
m			350					
$\alpha_y$	194	146	117	97,5	83,6	73,1	65	58,5
$\beta_y$	78,58	150,8	174,5	186	192,8	197	199,9	201,3
$\gamma_y$	0,93	0,7	0,561	0,467	0,4	0,35	0,31	0,28
$\alpha_\psi$	334	250	199,9	166,6	142,8	124,9	111	99,9
$\beta_\psi$	154	268	307,4	326,6	337,7	344,7	349,4	352,7
$\omega_p$			208					
$\omega_\psi$			364					
Vc			565					
fc			278					
Cy/2	67900	51100	40950	34125	29260	25585	22750	20475
$\delta p$	15,8	6,15	4,25	3,31	2,74	2,34	2,04	1,83
$\delta \psi$	14,38	5,92	4,11	3,21	2,66	2,28	2	1,79
C $\psi$	38600	28892	23102	19184	16503	14434	12828	11551
CCR y/2			72938					
CCR $\psi$ /2			42122					

6

4.

$V$	60	80	100	120	140	160	180	200
$m$			450					
$\alpha_y$	151	113,7	90,9	75,8	65,01	56,89	50,5	45,5
$\beta_y$	106	146,2	161	169	173,5	176,4	178,3	179,6
$\xi_y$	0,821	0,618	0,494	0,412	0,353	0,309	0,274	0,247
$\alpha_\psi$	333,5	249,9	199,9	166,5	142,7	124,9	111	99,9
$\beta_\psi$	154	268,6	307,5	326,7	337,8	344,7	349,4	352,8
$\omega_p$			183,7					
$\omega_\psi$			364					
$V_c$			520					
$f_c$			256					
$C_{y/2}$	67950	51165	40905	34110	29250	25600	22725	20475
$\delta_p$	9,03	4,93	3,56	2,84	2,37	2,04	1,79	1,6
$\delta_\psi$	14,38	5,92	4,11	3,21	2,66	2,28	2	1,79
$C_\psi$	38600	28892	23102	19184	16503	14434	13828	11551
$C_{CR, y/2}$			82704					
$C_{CR, \psi/2}$			42122					

5.

$V$	60	80	100	120	140	160	180	200
m			550					
$\alpha_y$	123,9	93	74,4	62	53,1	46,5	41,3	37,2
$\beta_y$	112,5	139	150	155,7	158,9	161	162,4	163
$\gamma_y$	0,745	0,559	0,447	0,372	0,319	0,279	0,248	0,223
$\alpha_\psi$	333,5	249,8	199,8	166,5	142,7	124,9	111	99,9
$\beta_\psi$	154,4	268,7	307,6	326,8	337,8	344,8	349	352,8
$\gamma_\psi$	0,916	0,686	0,548	0,455	0,39	0,342	0,304	0,274
$\omega_p$			166					
$\omega_\psi$			364					
Vc			484,8					
fc			238,7					
Cy/2,	65145	51150	40920	34100	29205	25575	22715	20460
$\delta_p$	7,01	4,23	3,13	2,51	2,11	1,82	1,6	1,44
$\delta_\psi$	14,38	5,92	4,11	3,21	2,66	2,28	2	1,79
C $\psi$	38600	28892	23102	19184	16503	14434	13828	11551
CCR y/2			91433					
CCR $\psi$ 2			42122					

V	60	80	100	120	140	160	180	200
m			650					
$\alpha y$	104,8	78,7	63	52,5	45	39,3	35	31,5
$\beta y$	112,7	132,4	140	144,9	147,4	149	150	150,9
$\gamma y$	0,685	0,514	0,411	0,343	0,294	0,256	0,228	0,205
$\alpha \varphi$	333,2	249,8	199,8	166,5	142,7	124,9	111	99,9
$\beta \varphi$	154,3	132,4	307,6	326,8	337	344,8	349	352,8
$\gamma \varphi$	0,916	0,686	0,548	0,455	0,39	0,342	0,304	0,274
$\omega p$			152,9					
$\omega \varphi$			364					
Vc			455,6					
fc			224,3					
Cy/2	68120	51155	40950	34125	29250	25545	22750	20475
$\delta p$	5,9	3,76	2,83	2,29	1,93	1,66	1,47	1,32
$\delta \varphi$	14,38	5,92	4,11	3,21	2,66	2,28	2	1,76
C $\psi$	38600	28892	23102	19184	16563	14434	13828	11551
CCR $y/2$			99398					
CCR $\varphi/2$			42122					

V	40	60	80	100	120	140	160	180	200
m				750					
$\alpha y$	134,4	90,9	68,2	54,6	45,5	39	34,1	30,3	27,3
$\beta y$	43,9	110,8	126,2	132,7	136	138	139,4	140	140,9
$\xi y$	0,94	0,638	0,479	0,383	0,319	0,273	0,239	0,212	0,191
$\alpha \psi$	501	333,1	249,8	199,8	166,5	142,7	124,8	111	99,9
$\beta \psi$		154,3	268,7	307,6	326,8	337,9	344,8	349,5	352
$\omega p$				142					
$\omega \psi$				364					
Vc				431					
fc				212,2					
Cy/2	100500	68175	51150	40950	34125	29250	25575	22725	20475
$\delta p$	173	5,2	3,42	2,6	2,11	1,78	1,54	1,36	1,22
$\delta \psi$		14,38	5,92	4,11	3,21	2,66	2,28	2	1,76
C $\psi$		38600	28892	23102	19184	16563	14474	13828	11501
CCR y/2				106770					
CCR $\psi$ /2				42122					

V	40	60	80	100	120	140	160	180	200
m				850					
$\alpha_y$	119,6	80,25	60,2	48,1	40,1	34,4	30,1	26,7	24
$\beta_y$	60,1	108	120,5	125,9	128,7	130,3	131,4	132	132,6
$\xi_y$	0,894	0,6	0,45	0,358	0,299	0,257	0,225	0,199	0,179
$\alpha_\psi$	501	333	249,7	199,8	166,5	142,7	124,8	111	99,9
$\beta_\psi$		154,3	268,7	307,6	326,8	337,9	344,8	349,6	352,9
$\xi_\psi$		0,916	0,686	0,548	0,455	0,34	0,342	0,304	0,274
$\omega_p$				133,7					
$\omega_\psi$				364					
Vc				410					
fc				201,9					
C <sub>y/2</sub>	101660	68212	51170	40800	34085	29240	25585	22695	20400
$\delta_p$	12,5	4,71	3,166	2,4	1,96	1,67	1,45	1,27	1,14
$\delta_\psi$		14,38	5,92	4,11	3,21	2,66	2,28	2	1,73
C $\psi$		38600	28892	23102	19184	16563	14474	13828	11550
C <sub>CR,y/2</sub>				113666					
C <sub>CR,<math>\psi/2</math></sub>				42122					



9.

V	40	60	80	100	120	140	160	180	200
m				983					
$\alpha\gamma$	103,8	69,4	52	41,66	34,7	29,9	26,04	23,1	20,8
$\beta\gamma$	69,4	104,3	114	118	120,4	121,7	122,6	123,2	123,6
$\xi\gamma$	0,834	0,558	0,418	0,334	0,279	0,24	0,209	0,185	0,167
$\alpha\psi$	500,5	333	249,7	199,8	166,5	142,7	124,8	111	99,9
$\beta\psi$		154,3	268,7	307,6	326,8	337,9	344,9	349,6	352,9
$\xi\psi$		0,916	0,686	0,548	0,455	0,39	0,342	0,304	0,274
$\omega\rho$				124					
$\omega\psi$				364					
Vc				386,5					
fc				190,3					
Cy/2	102035	68220	51116	40892	34110	29391	25597	22707	20446
$\delta\rho$	9,49	4,22	2,89	2,22	1,82	1,55	1,34	1,18	1,06
$\delta\psi$		14,38	5,92	4,11	3,21	2,66	2,28	2	1,73
C $\psi$		38600	28892	23102	19184	16563	14474	13828	11551
CCR.y/2				122235					
CCR. $\psi$ /2				42122					

**INFLUENȚA MOMENTULUI DE INERTIE A OSIEI MONTATE INCLUSIV**  
**ANGRENAJUL DE TRACȚIUNE ASUPRA STABILITĂȚII OSIEI**  
**MONTATE**

**- DATE DE BAZA CONSTRUCTIVE:**

- |   |   |
|---|---|
| - Sarcina pe osie                                       | $Q = 21 \text{ [t]}$                                  |
| - Raza cercului de rulare                               | $r_0 = 0,55 \text{ [m]}$                              |
| - Distanța între cercurile de rulare ale aceleiași osii | $l = 1,5 \text{ [m]}$                                 |
| - Distanța între ghidajele osiei                        | $b = 2,01 \text{ [m]}$                                |
| - Masa osiei montate inclusiv angrenajul de tracțiune   | $m = 250,6 \text{ [daN/m/sec.}^2\text{]}$             |
| - Caracteristica longitudinală de ghidare osie pe lagăr | $K_1(K_x) = 7,7 \cdot 10^6 \text{ [daN/m]}$           |
| - Caracteristica transversală pe lagăr a ghidării osiei | $K_2(K_y) = 7,7 \cdot 10^6 \text{ [daN/m]}$           |
| - Conicitate bandaj                                     | $\lambda = 0,1$                                       |
| <br>  |   |
| <b><u>- MARIMI VARIABILE:</u></b>                       |   |
| - Viteza locomotivei                                    | $V = 20 \div 200 \text{ [km/h]}$                      |
| - Momentul de inerție                                   | $I_{z-z} = 100 \div 458 \text{ [daN/m/sec}^2\text{]}$ |

1.

V	60	80	100	120	140	160	180	200
I			100					
$\alpha y$	265	204	163	136	116,7	102	90,8	81,7
$\beta y$		141,3	187	207	219	226	231	234
$\xi y$		0,828	0,661	0,552	0,473	0,414	0,368	0,331
$\alpha \varphi$	392	289	231	192	165	144	128	115
$\beta \varphi$	84,9	268	319	343	357,8	366	372	376,7
$\xi \varphi$	0,993	0,732	0,585	0,436	0,418	0,365	0,324	0,291
$\omega p$			246,2					
$\omega \varphi$			391					
Vc			643					
fc			317					
Cy/2		51122	40847	34081	29245	25561	22754	20474
$\delta p$		9,27	5,53	4,15	3,37	2,85	2,48	2,2
$\delta \varphi$	52,8	6,75	4,53	3,49	2,89	2,46	2,15	1,91
C $\varphi$	39200	28900	23100	19200	16500	14400	12800	11500
C <sub>CR,y/2</sub>			61718					
C <sub>CR<math>\varphi</math>/2</sub>			39439					

2.

V	60	80	100	120	140	160	180	200
I			115					
$\alpha y$	271,7	204,3	163	136	116,8	102	90,8	81,7
$\beta y$		141	187	207,8	219	226	231	234
$\gamma y$		0,828	0,661	0,552	0,473	0,414	0,368	0,331
$\alpha \varphi$	335	251	200	167	143	125,5	111	100
$\beta \varphi$	150	268	305	326	338	345	349	349
$\gamma \varphi$	0,919	0,688	0,548	0,458	0,392	0,344	0,304	0,274
$\omega p$			246					
$\omega \varphi$			364					
Vc			624					
fc			307					
Cy/2		51122	40847	34081	29245	25561	22754	20474
$\delta p$		9,27	5,53	4,15	3,37	2,85	2,48	2,2
$\delta \varphi$	52,8	6,75	4,53	3,49	2,89	2,46	2,15	1,91
C $\varphi$	39200	28900	23100	19200	16500	14400	12800	11500
CCR y/2			61718					
CCR $\varphi$ /2			39439					

33

V	40	60	80	100	120	140	160	180	200
I				200					
$\alpha_y$	148,6	273	205	164	137	117,5	102,9	91,6	82,5
$\beta_y$			140,9	187	207,8	219,5	226	231,6	235
$\xi_y$			0,828	0,661	0,552	0,473	0,414	0,368	0,331
$\alpha_\varphi$	549	192	143,8	114,9	95,6	81,8	71,4	63,4	57
$\beta_\varphi$		201	238	253	261	265,7	268	270	271,9
$\xi_\varphi$		0,692	0,519	0,414	0,345	0,295	0,257	0,228	0,205
$\omega_p$				246					
$\omega_\varphi$				277					
Vc				710					
fc				266					
Cy/2			51122	40847	34081	29245	25561	22754	20474
$\delta_p$			9,27	5,53	4,15	3,37	2,85	2,48	2,2
$\delta_\varphi$		6,09	3,81	2,85	2,3	1,93	1,67	1,47	1,32
C $\varphi$		38400	28760	22980	19120	16360	14280	12680	11400
C <sub>CR,y/2</sub>				61718					
C <sub>CR,<math>\varphi</math>/2</sub>				55412					

4.

V	40	60	80	100	120	140	160	180	200
I				250					
$\sigma_y$	160	205	205	164	137	117	103,3	92	83
$\rho_y$		140	140	186	207	219	228	231	234
$\xi_y$			0,828	0,661	0,552	0,473	0,414	0,368	0,331
$\alpha_\psi$	230,5	153	114	91,7	76	65	56,7	50,1	44,9
$\rho_\psi$	939	196	220	231	237	240	242	243,8	244,8
$\xi_\psi$	0,928	0,617	0,46	0,37	0,306	0,262	0,228	0,2	0,18
$\omega_p$				246					
$\omega_\psi$				241					
Vc				619					
fc				248,8					
Cy/2			51122	40847	34081	29245	25561	22754	20474
$\delta_p$			9,27	5,53	4,15	3,37	2,85	2,48	2,2
$\delta_\psi$	15,6	4,92	3,25	2,5	2,01	1,7	1,47	1,28	1,15
C $\psi$	57500	38250	28500	22925	19000	16250	14175	12500	11225
C <sub>CR-y/2</sub>				61718					
C <sub>CR-<math>\psi</math>2</sub>				61952					

5.

$V$	40	60	80	100	120	140	160	180	200
I				350					
$\alpha y$	409,5	272,9	205	164	137	117,5	102,9	91,6	82,5
$\beta y$			140	186	207,6	218,5	225,7	230	233,7
$\gamma y$			0,828	0,661	0,552	0,473	0,414	0,368	0,331
$\alpha \varphi$	164,6	10,5	82	65,4	53,3	46,5	40,5	35,9	32,32
$\beta \varphi$	131	179	193,9	200	203,6	205,6	207	207,9	208,6
$\gamma \varphi$	0,785	0,522	0,391	0,312	0,254	0,222	0,193	0,171	0,154
$\omega p$				246					
$\omega \varphi$				209					
Vc				493					
fc				222					
Cy/2			51122	40847	34081	29245	25561	22754	20474
$\delta p$			9,27	5,53	4,15	3,37	2,85	2,48	2,2
$\delta \varphi$	7,96	3,84	2,66	2,06	1,65	1,43	1,23	1,09	0,98
C $\varphi$	57610	38325	28700	22890	18655	16275	14175	12565	11312
CCR.y/2				61718					
CCR. $\varphi$ /2				73303					

6.

V	40	60	80	100	120	140	160	180	200
I				458					
$\alpha y$	409,5	272,5	205	164	136,8	117,3	102,7	91,3	82,2
$\beta y$			140	186	206,9	218,5	225,6	230	233,7
$\gamma y$			0,828	0,661	0,552	0,473	0,414	0,368	0,331
$\alpha \varphi$	125,7	83,6	62,6	50	41,6	35,6	31	27,6	24,8
$\beta \varphi$	134	164	173	177	179,6	181	181,9	182,5	182,9
$\gamma \varphi$	0,686	0,456	0,341	0,273	0,227	0,194	0,169	0,15	0,135
$\omega p$				246					
$\omega \varphi$				183					
Vc				404					
fc				201					
Cy/2			51122	40847	34081	29245	25561	22754	20474
$\delta p$			9,27	5,53	4,15	3,37	2,85	2,48	2,2
$\delta \varphi$	5,92	3,21	2,27	1,78	1,46	1,24	1,05	0,95	0,856
C $\varphi$	57550	38288	28670	22900	19052	16304	14198	12640	11358
CCR <sub>y/2</sub>				61718					
CCR <sub><math>\varphi/2</math></sub>				83853					



INFLUENȚA SARCINII PE OSIE ASUPRA STABILITĂȚII  
OSIEI MONTATE

- DATE DE BAZA CONSTANTE:

- |  |   |
|--|---|
| - Raza cercului de rulare  | $r_o = 0,55 \text{ [m]}$  |
| - Distanța între cercurile de rulare ale aceleași osii                 | $l = 1,5 \text{ [m]}$   |
| - Distanța între ghidajele osiei                                       | $b = 2,01 \text{ [m]}$  |
| - Masa osiei montate inclusiv angrenajul de tracțiune                  | $m = 250,6 \text{ [daN/m/sec}^2\text{]}$                                  |
| - Caracteristica longitudinală de ghidare osie pe lagăr                | $K_1(K_x) = 7,7 \cdot 10^6 \text{ [daN/m]}$                               |
| - Caracteristica transversală pe lagăr a ghidării osiei                | $K_2(K_y) = 7,7 \cdot 10^6 \text{ [daN/m]}$                               |
| - Momentul de inerție a osiei montate inclusiv angrenajul de tracțiune | $I_{z-z} = 115,56 \text{ [daN} \cdot \text{m} \cdot \text{sec}^2\text{]}$ |

- MARIMI VARIABILE:

- |                      |                               |
|----------------------|-------------------------------|
| - Viteza locomotivei | $V = 20 + 200 \text{ [km/h]}$ |
| - Sarcina pe osie    | $Q = 12 + 21 \text{ [t]}$     |

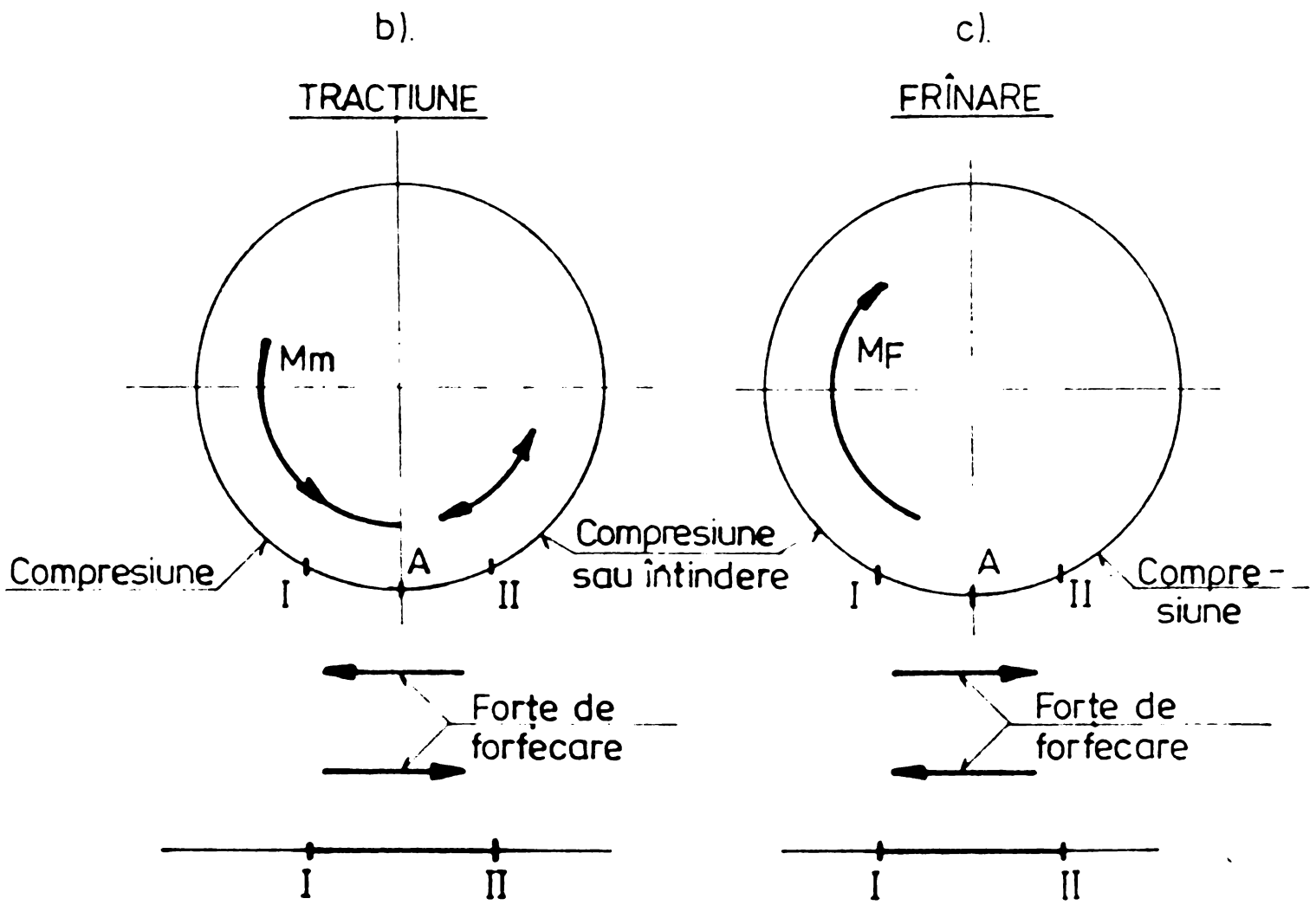
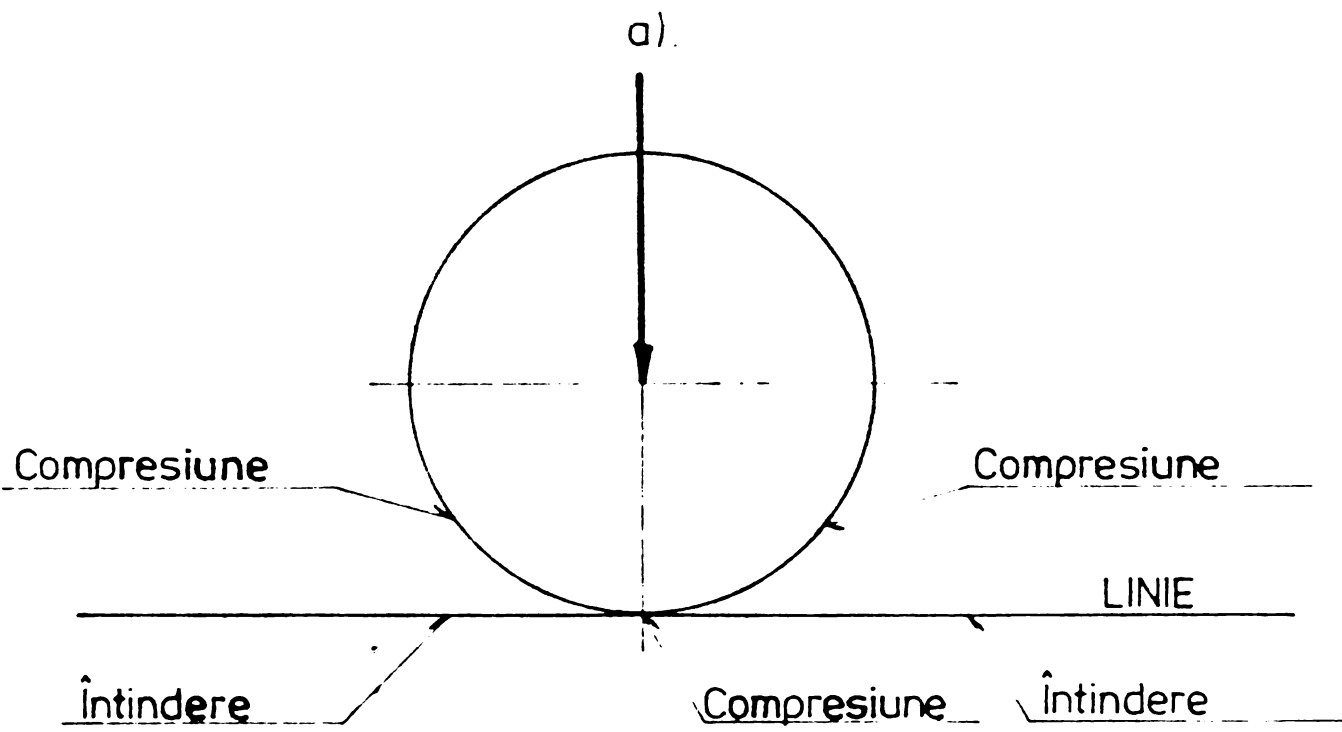
1.

V	40	60	80	100	120	140	160	180	200
q				12000					
$\alpha y$	205,46	206	154,6	123,7	103	88,3	77,3	68,7	61,8
$\beta y$		138	194	215	225,8	232	235	238,5	240
$\gamma y$		0,836	0,627	0,502	0,418	0,358	0,313	0,278	0,25
$\alpha \psi$	481	251	188	151	125,8	107	94,4	83,9	75
$\beta \psi$		266,5	314	334	344	350	354	356,8	358
$\gamma \psi$		0,688	0,515	0,414	0,345	0,293	0,258	0,23	0,20
$\omega p$				246					
$\omega \psi$				364					
Vc				624					
fc				307					
Cy/2		51623	38742	30999	25812	22128	19371	17216	15487
$\delta p$		9,57	5,05	3,64	2,89	2,4	2,07	1,8	1,62
$\delta \psi$		5,95	3,77	2,85	2,3	1,92	1,67	1,48	1,32
C $\psi$		29008	21727	17451	14538	12366	10909	9696	8667
CCR <sub>y/2</sub>				61718					
CCR <sub><math>\psi/2</math></sub>				42122					

V	40	60	80	100	120	140	160	180	200
Q				14000					
$\alpha y$	169	222	166,9	133,5	111	95,4	83,5	74	66,8
$\beta y$		110	183	209	221	229	233	234	239
$\xi y$		09	0,677	0,542	0,45	0,387	0,339	0,3	0,27
$\alpha \psi$	572	272	204	163	135,9	116,5	101,9	90,6	81,5
$\beta \psi$		245,8	304,6	328	340	347	352	355	357
$\xi \psi$		0,746	0,559	0,447	0,372	0,319	0,279	0,248	0,223
$\omega p$				246					
$\omega \psi$				364					
Vc				624					
fc				307					
Cy/2		55633	41825	33455	27816	23907	20925	18544	16740
$\delta p$		12,9	5,77	4,05	3,16	2,63	2,26	1,97	1,76
$\delta \psi$		7,03	4,23	3,13	2,51	2,11	1,82	1,6	1,44
C $\psi$		31435	23576	18837	15705	13464	11776	10470	9419
CCR <sub>y/2</sub>				61718					
CCR <sub>02</sub>				42122					

V	40	60	80	100	120	140	160	180	200
Q				16000					
$\alpha_y$	149,5	237	178	142,7	119	102	89	79,3	71,4
$\beta_y$		71,3	172,7	203	213	226,5	231	235	237
$\xi_y$		0,96	0,722	0,579	0,483	0,414	0,36	0,32	0,28
$\alpha_\psi$	643	290	218	174	145	124,6	109	96,9	87,2
$\beta_\psi$		223	294,6	322	336	344	349,9	353	355
$\xi_\psi$		0,795	0,598	0,477	0,397	0,34	0,299	0,265	0,239
$\omega_p$				246					
$\omega_\psi$				364					
Vc				624					
fc				307					
Cy/2		59392	44606	35760	29821	25561	22303	19872	17892
$\delta_p$		21,5	6,5	4,46	346	2,85	2,42	2,12	1,9
$\delta_\psi$		8,23	4,68	3,41	2,7	2,27	1,96	1,72	1,55
C $\psi$		33515	25194	20109	16757	14400	12597	11198	10077
CCR.y/2				61718					
CCR. $\psi$ /2				42122					

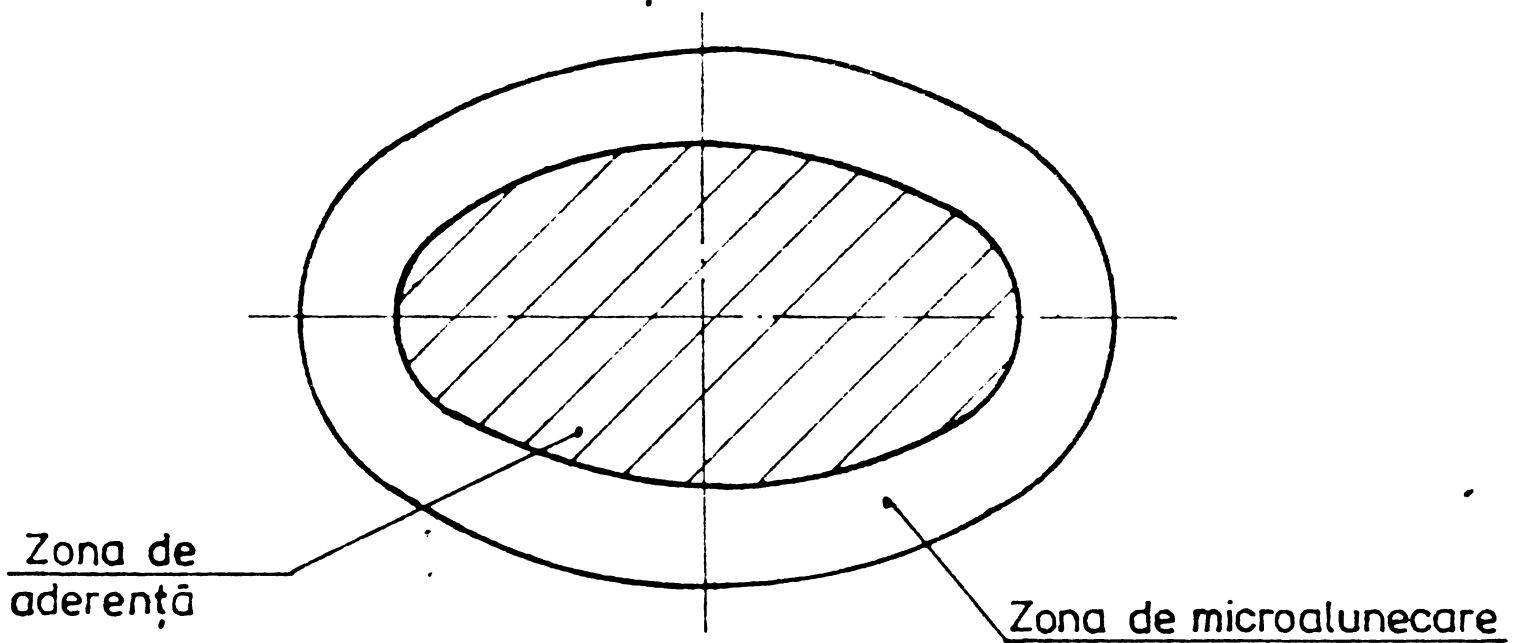
V	40	60	80	100	120	140	160	180	200
a				18000					
$\alpha_y$	136,4	251	182	151	126	108	94,6	84,1	75,7
$\beta_y$			160	196,9	214	223	229	233	236
$\xi_y$			0,738	0,613	0,511	0,438	0,384	0,341	0,307
$\alpha_{\psi}$	705	3087	231	185	154	132	115,6	102,8	92,5
$\beta_{\psi}$		1979	284	316	332	341	347	351	256
$\xi_{\psi}$		0,846	0,634	0,507	0,422	0,362	0,317	0,282	0,25
$\omega_p$				246					
$\omega_{\psi}$				364					
Vc				624					
fc				307					
Cy/2			45609	37840	31575	27064	23706	21075	18970
$\delta_p$			6,87	4,87	3,73	3,06	2,6	2,27	2,02
$\delta_{\psi}$		9,96	5,15	3,69	2,92	2,43	2,1	1,84	1,64
C $\psi$		35676	26708	21380	17797	15255	13359	11880	10690
C <sub>CRy/2</sub>				61718					
C <sub>CR<math>\psi</math>2</sub>				42122					



I - II - Zona de contact

Fig.2 -8

a). Situația statică



b). Situația dinamică

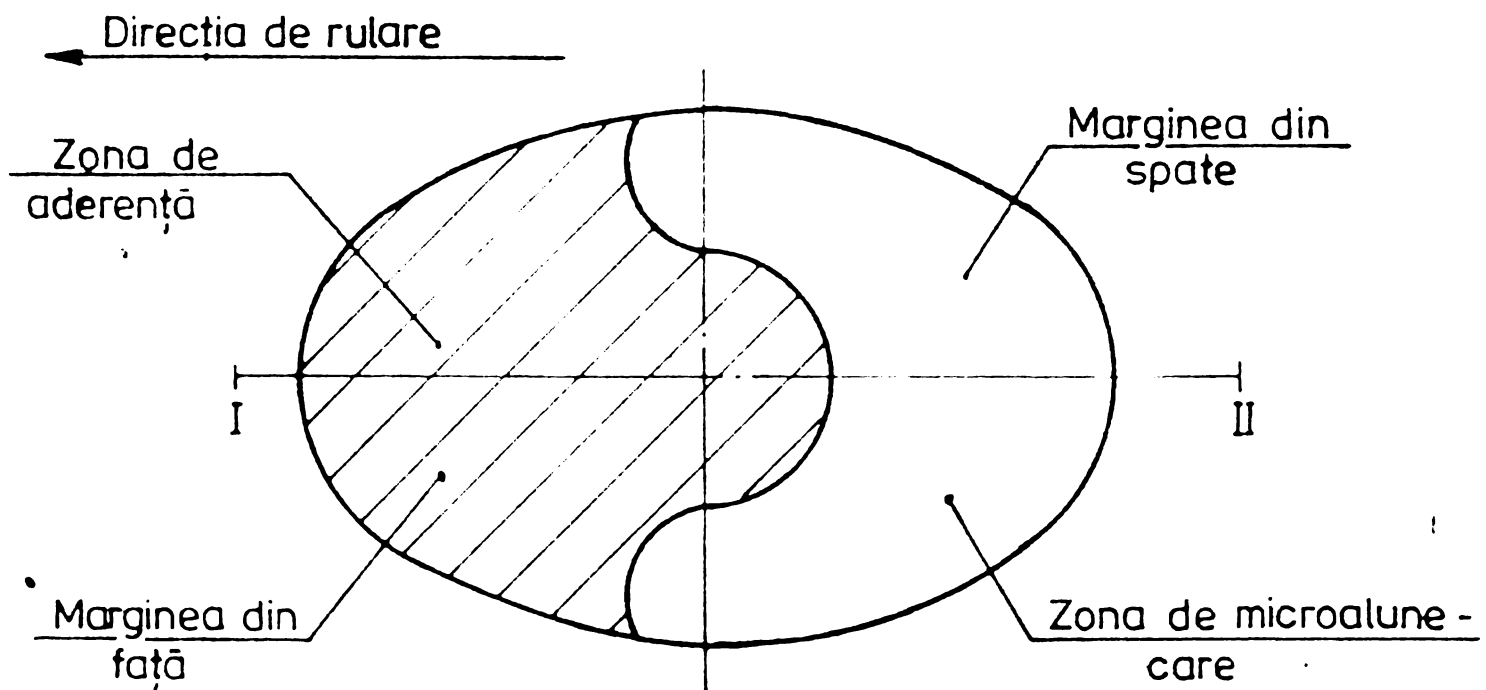


Fig. 2-12. Zona de aderență pentru diferite situații de lucru

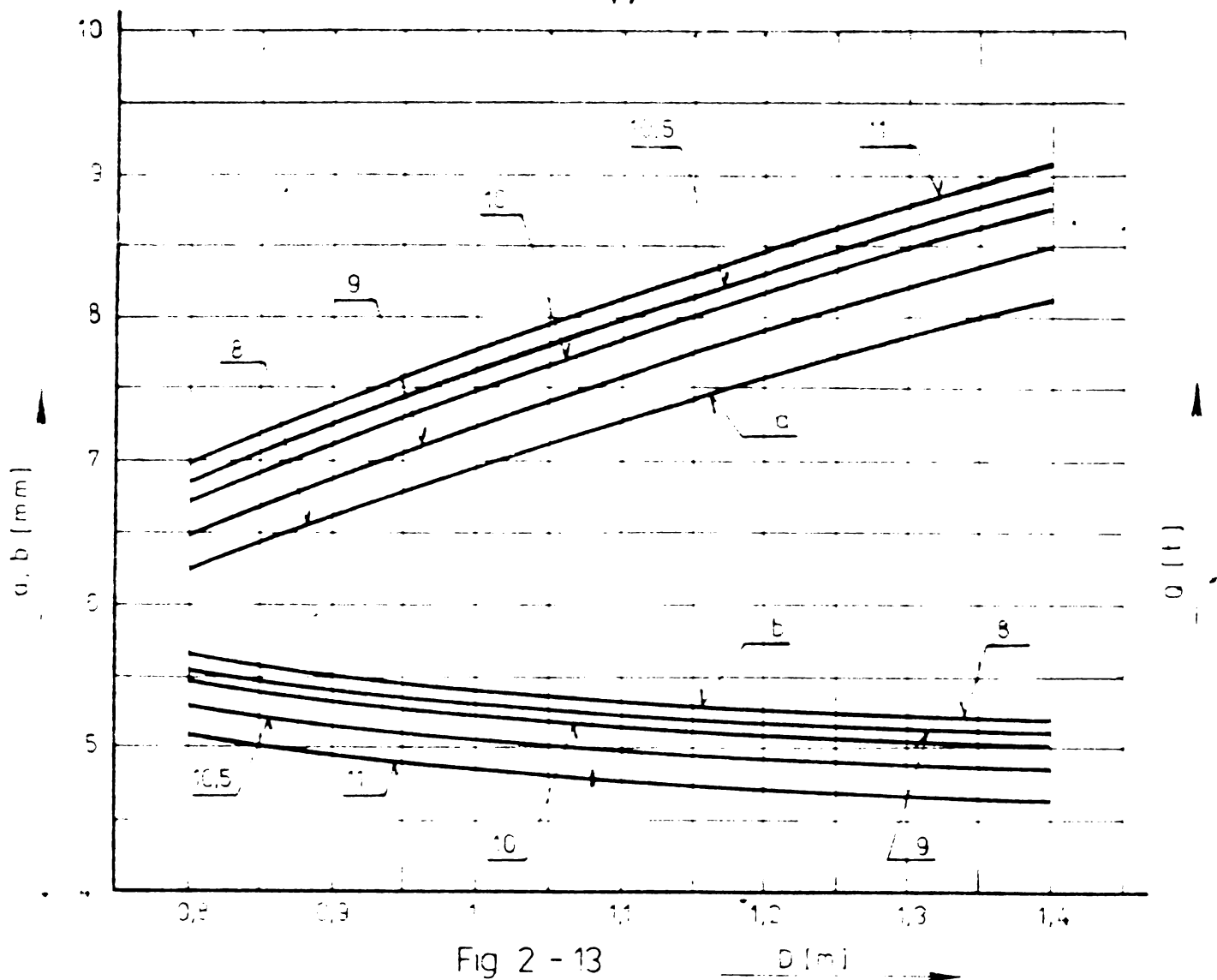


Fig 2 - 13

Variația semiaxelor a și b în funcție de Q și D

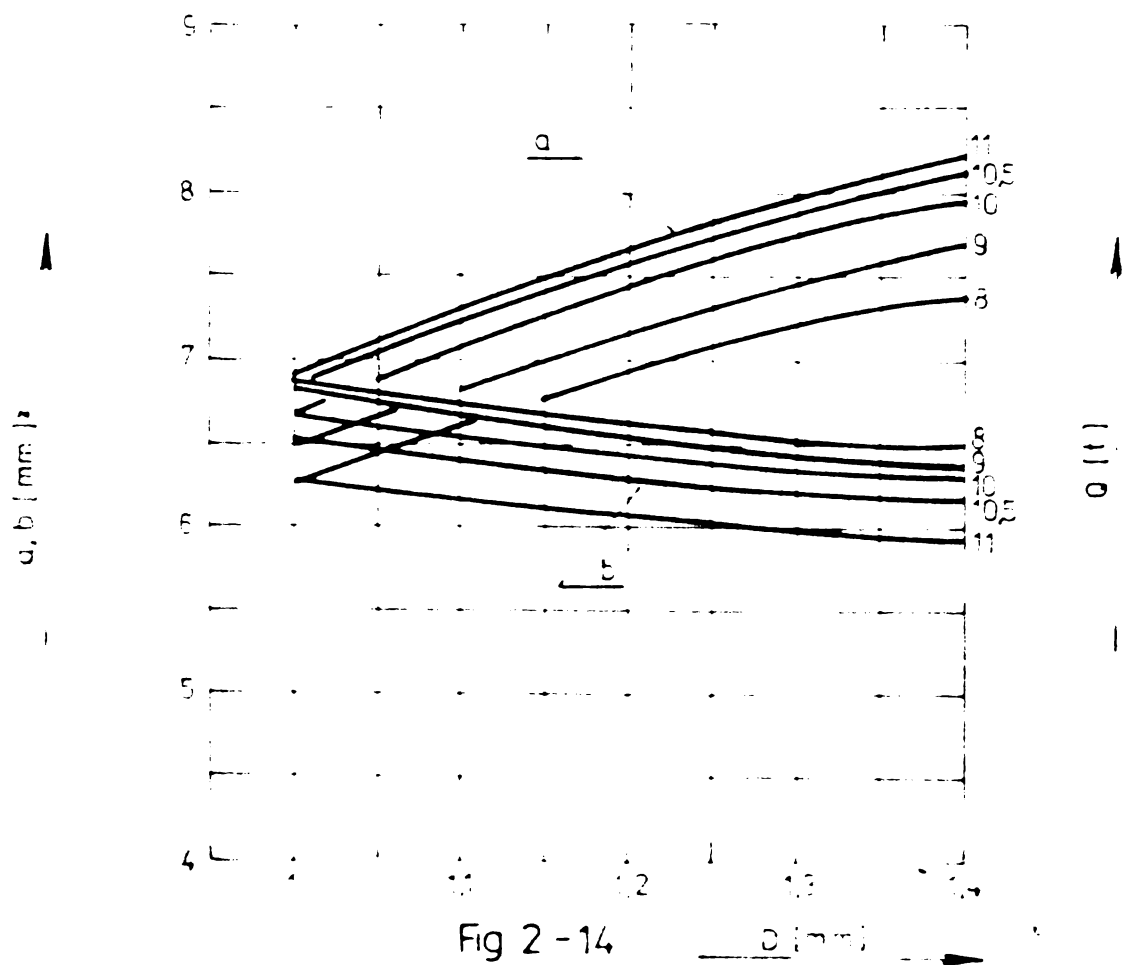


Fig 2 - 14

Variația semiaxelor a și b funcție de Q, D pentru  $R_s = 50\text{cm}$



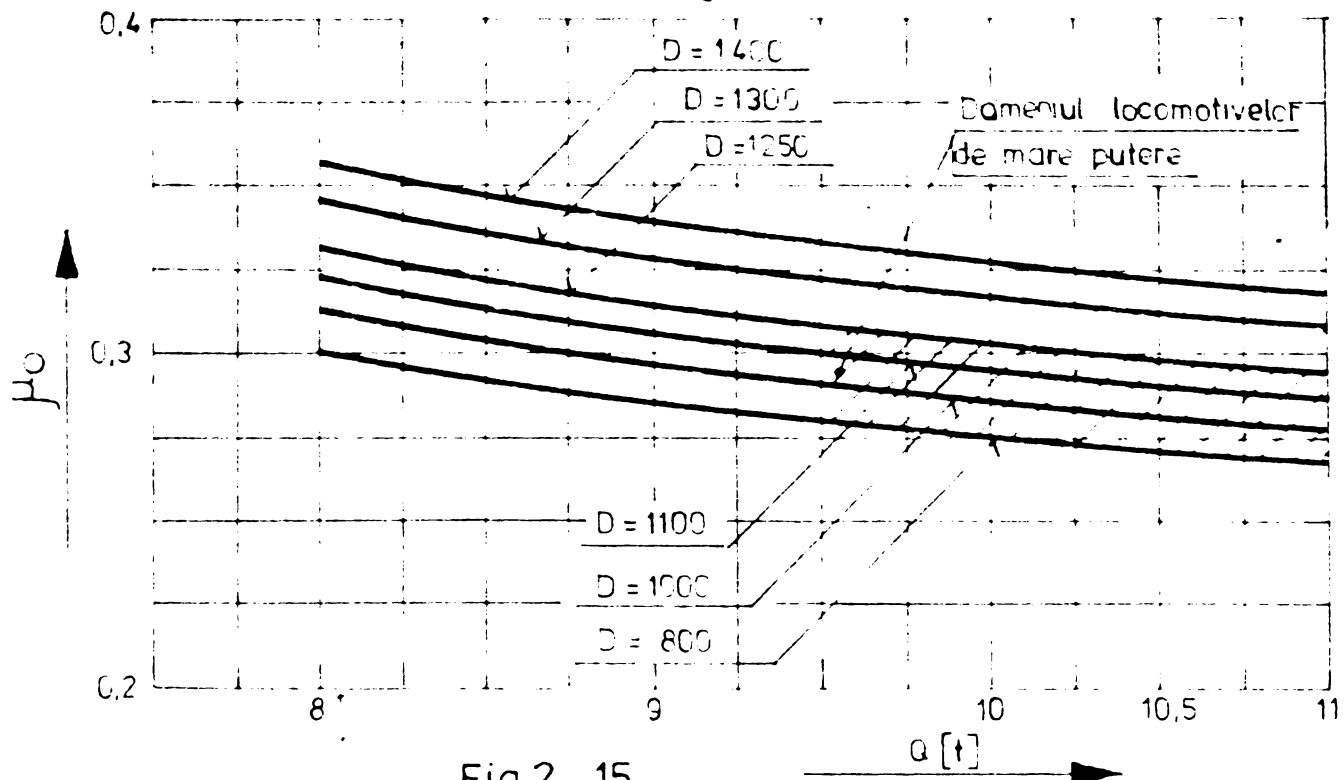


Fig.2 -15

Variația coeficientului de frecare static funcție de sarcina pe roată și diametrul de rulare.

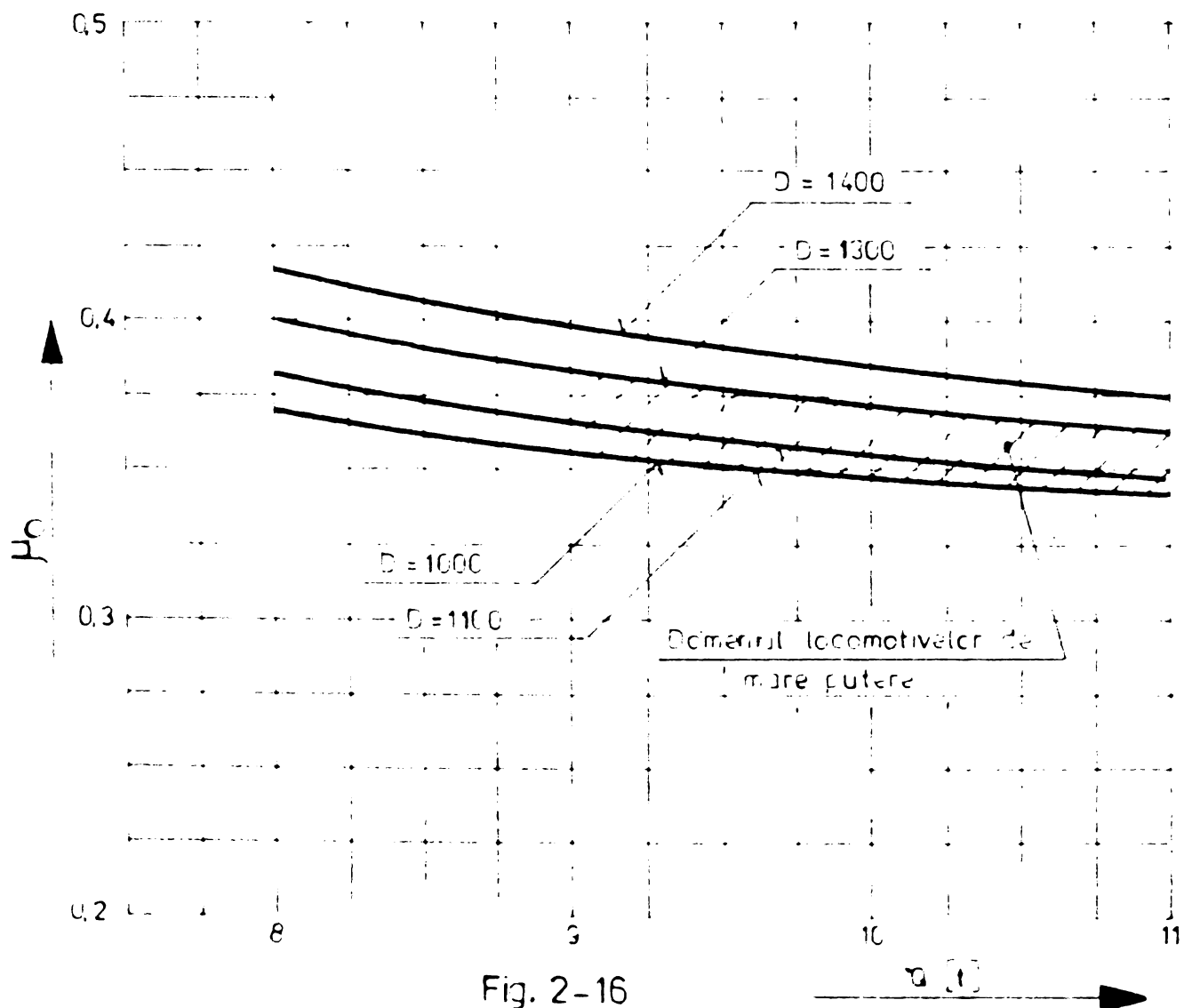


Fig. 2-16

Variația coeficientului de frecare static funcție de sarcina pe roată, diametrul de rulare și  $R_s = 50$  cm

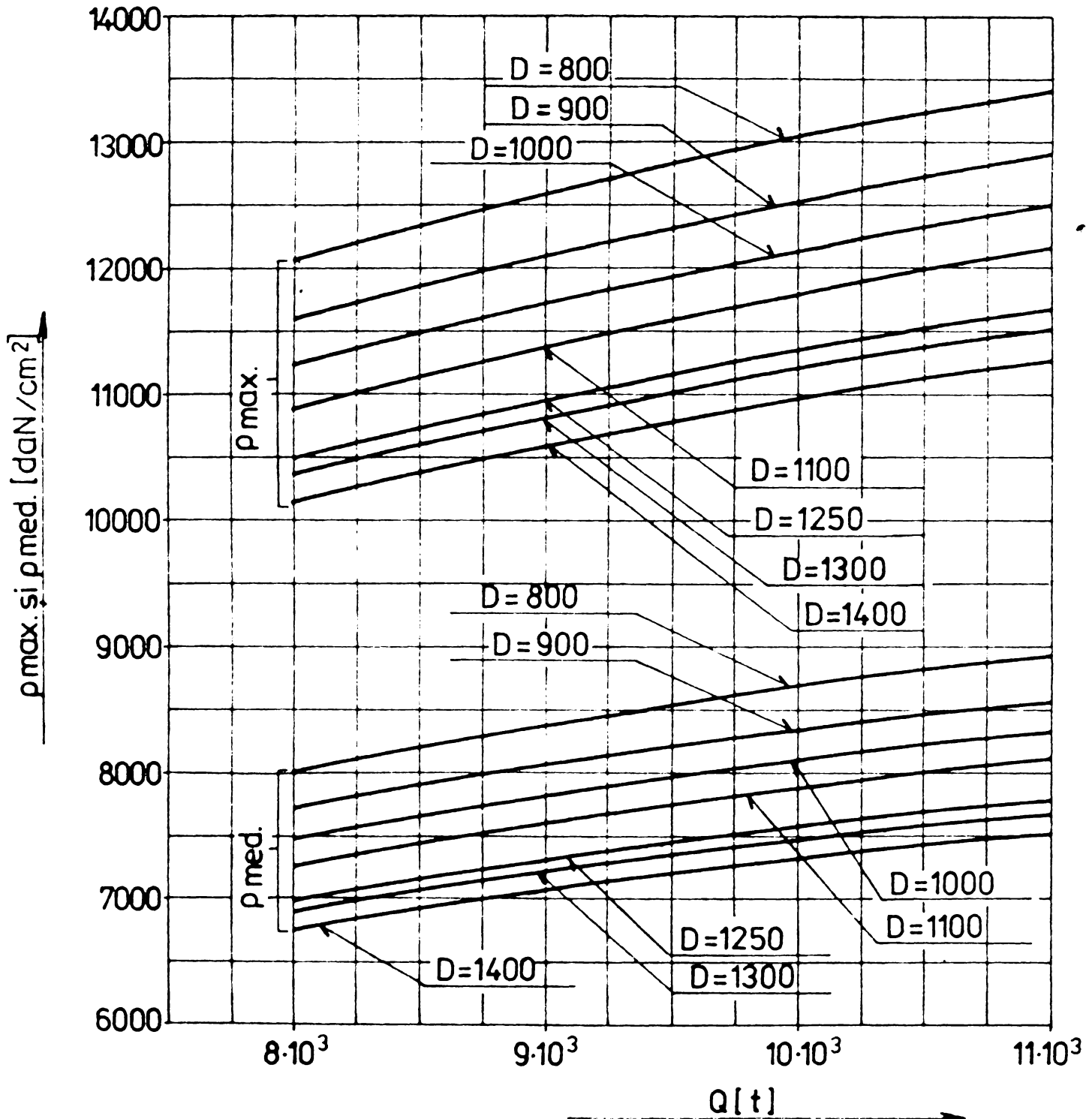


Fig.2 - 17

Variația presiunii maxime și medii funcție de sarcina pe roată și diametrul de rulare.

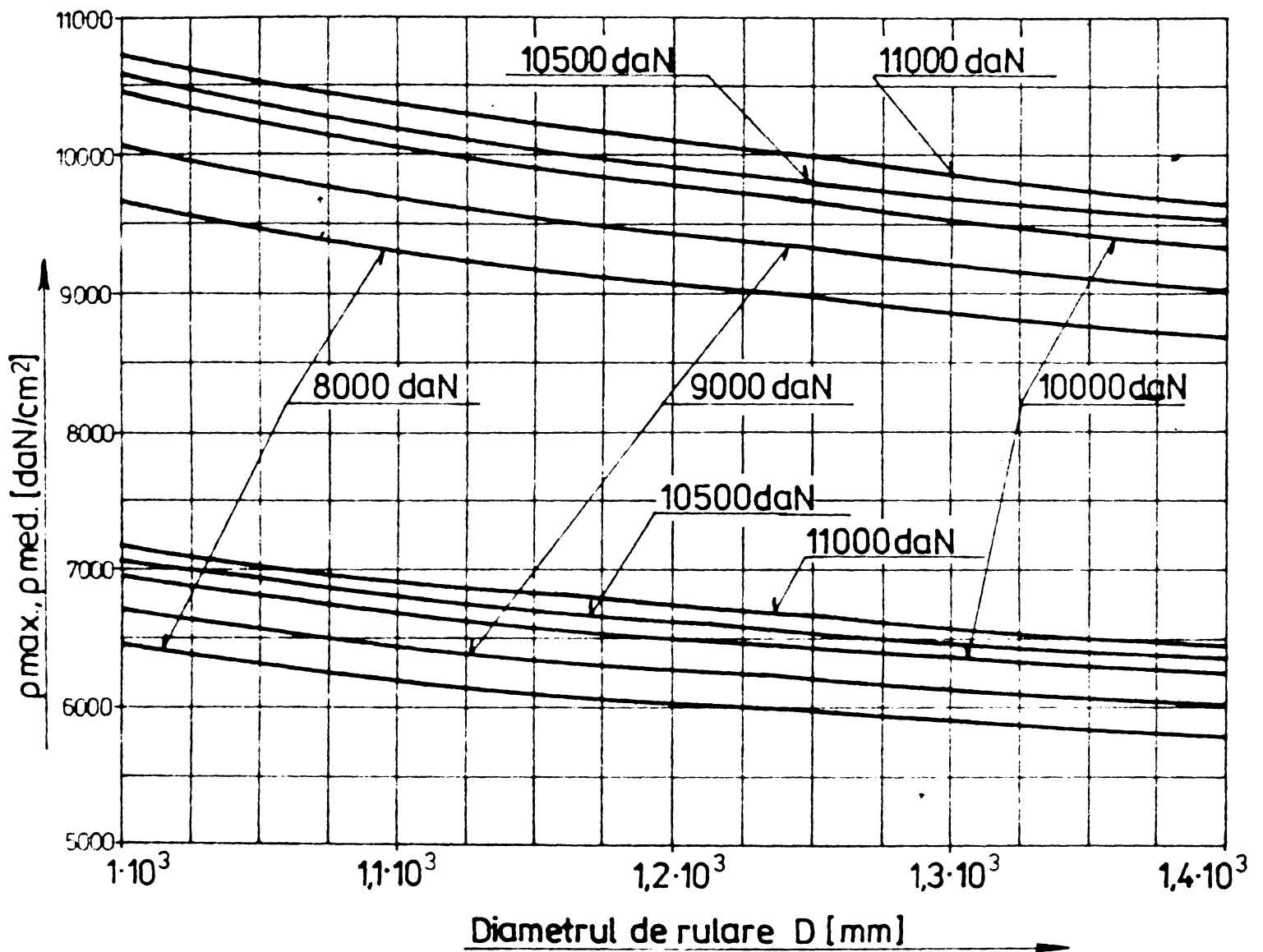


Fig. 2 - 18

Variația presiunii maxime și medii funcție de sarcina pe roată, diametrul de rulare și  $R_s = 50$  cm

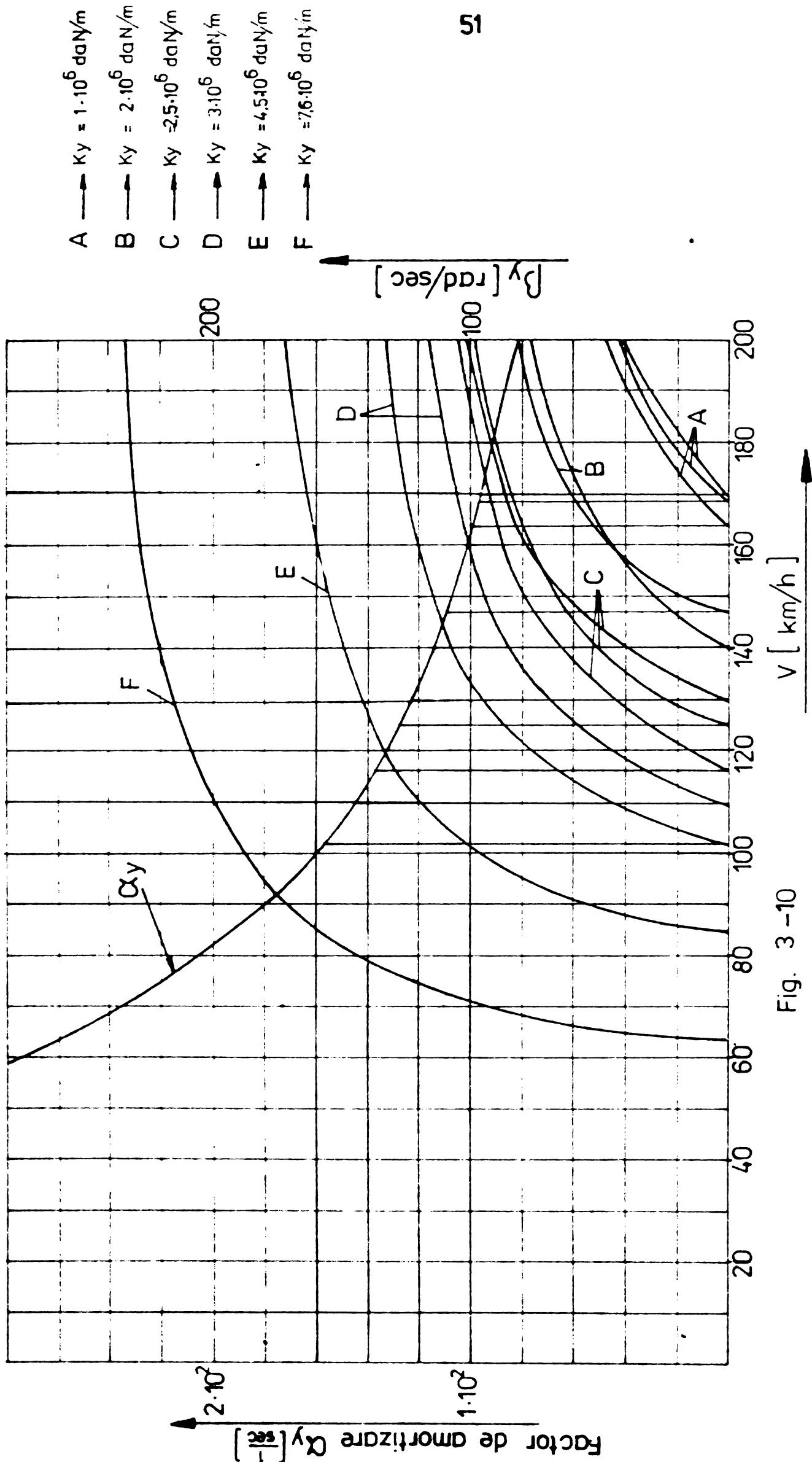


Fig. 3-10

Variația factorului de amortizare, a pulsației mișcării, a amortizării critice după axa Y-Y în funcție de viteză locomotivei și caracteristicile de ghidare a osiei.

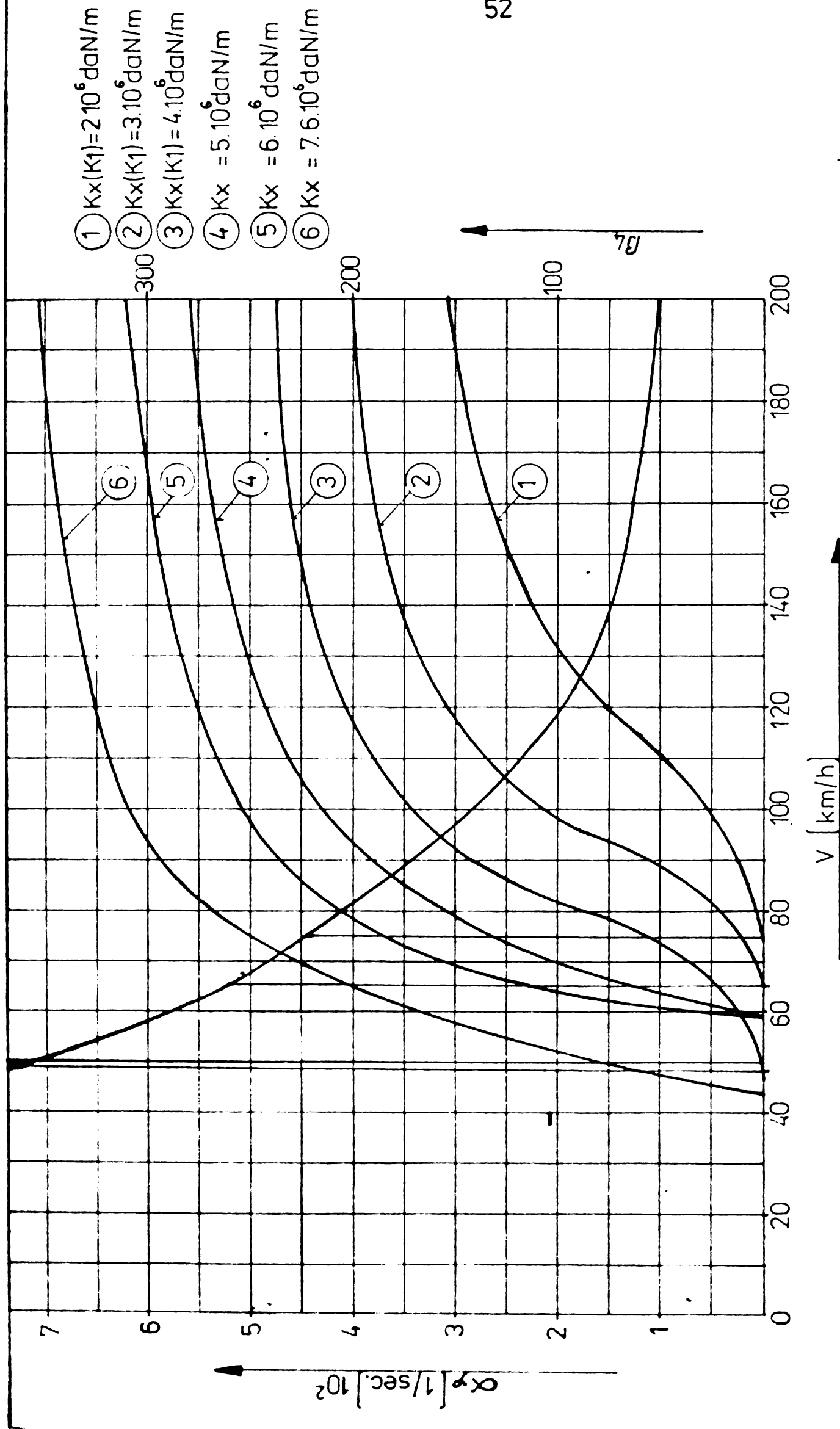


Fig. 3-11

Variația factorului de amortizare, pulsația mișcării, amortizării critice în rotație în jurul axei z-z funcție de viteza locomotivei și caracteristicilor de ghidare osie.

- ①  $K_y = 1 \cdot 10^6$  [daN/m] ———  
 ②  $K_y = 1,5 \cdot 10^6$  ———  
 ③  $K_y = 2 \cdot 10^6$  ———  
 ④  $K_y = 2,5 \cdot 10^6$  ———  
 ⑤  $K_y = 3 \cdot 10^6$  ———  
 ⑥  $K_y = 3,8 \cdot 10^6$  ———  
 ⑦  $K_y = 4,5 \cdot 10^6$  ———

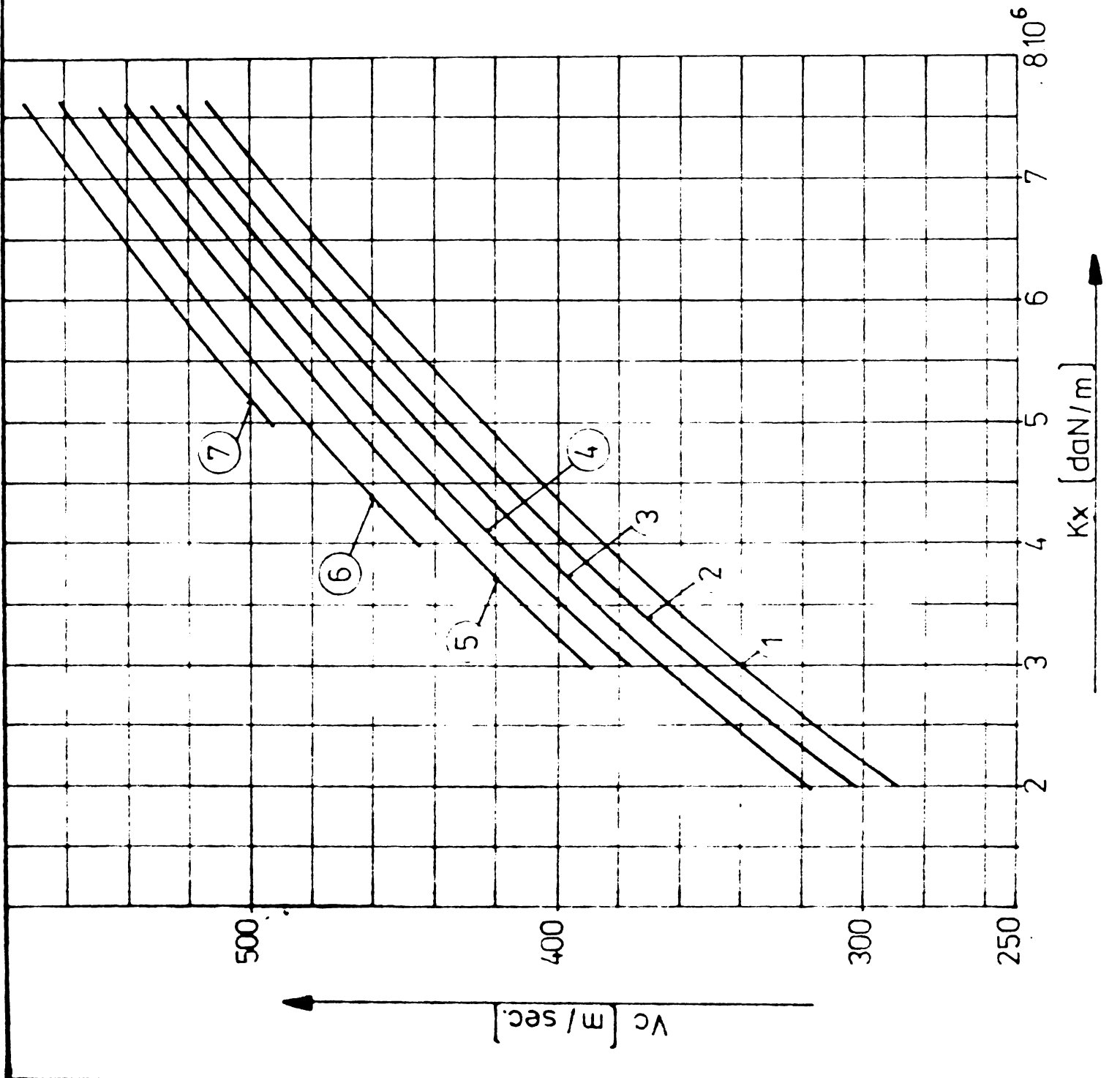


Fig. 3-12

Variația vitezei critice funcție de caracteristicile de ghidare.

- ①  $K_y(K_2) = 3 \cdot 10^5 \text{ [daN/m]}$   
 ②  $K_y(K_2) = 4,5 \cdot 10^5 \text{ [daN/m]}$   
 ③  $K_y(K_2) = 7,6 \cdot 10^5 \text{ [daN/m]}$

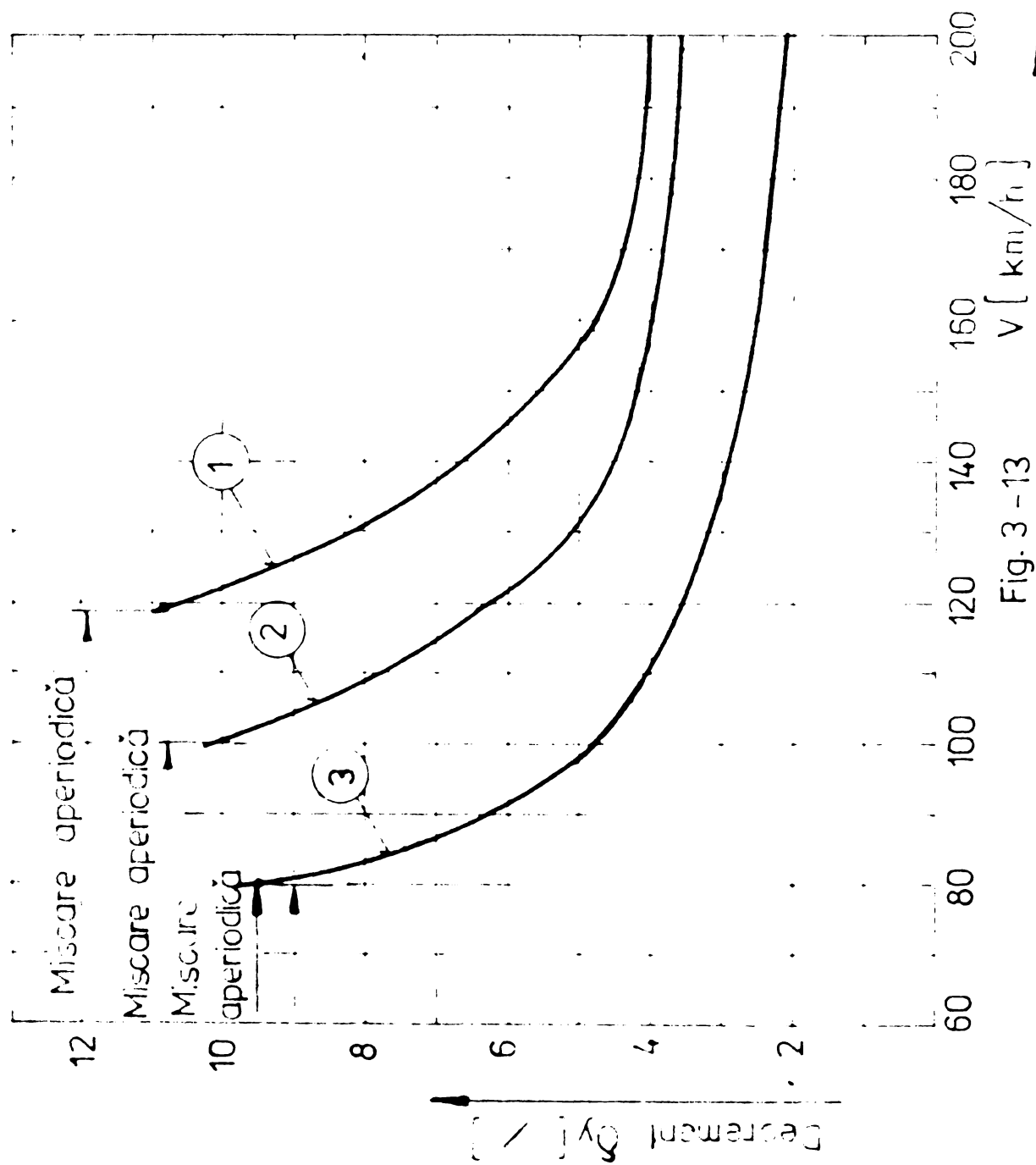


Fig. 3-13

Decrementul logaritmic funcție de caracteristica laterală de ghidare

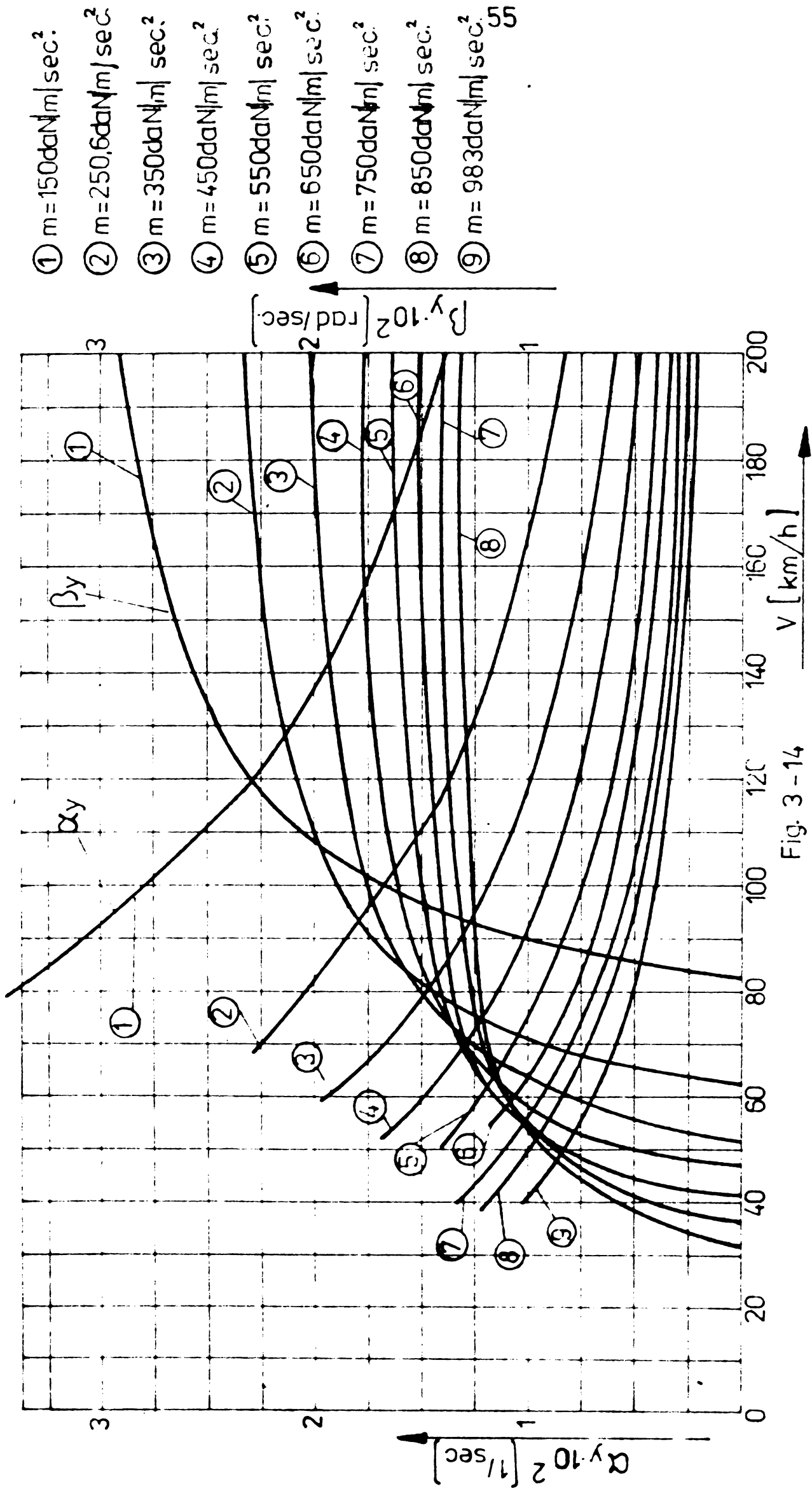


Fig. 3 - 14

Variația factorului de amortizare, puiștia mișcării, amortizării critice în tranșiație după axa Y-Y influențate de masa „m” a osiei montate și viteza locomotivei.



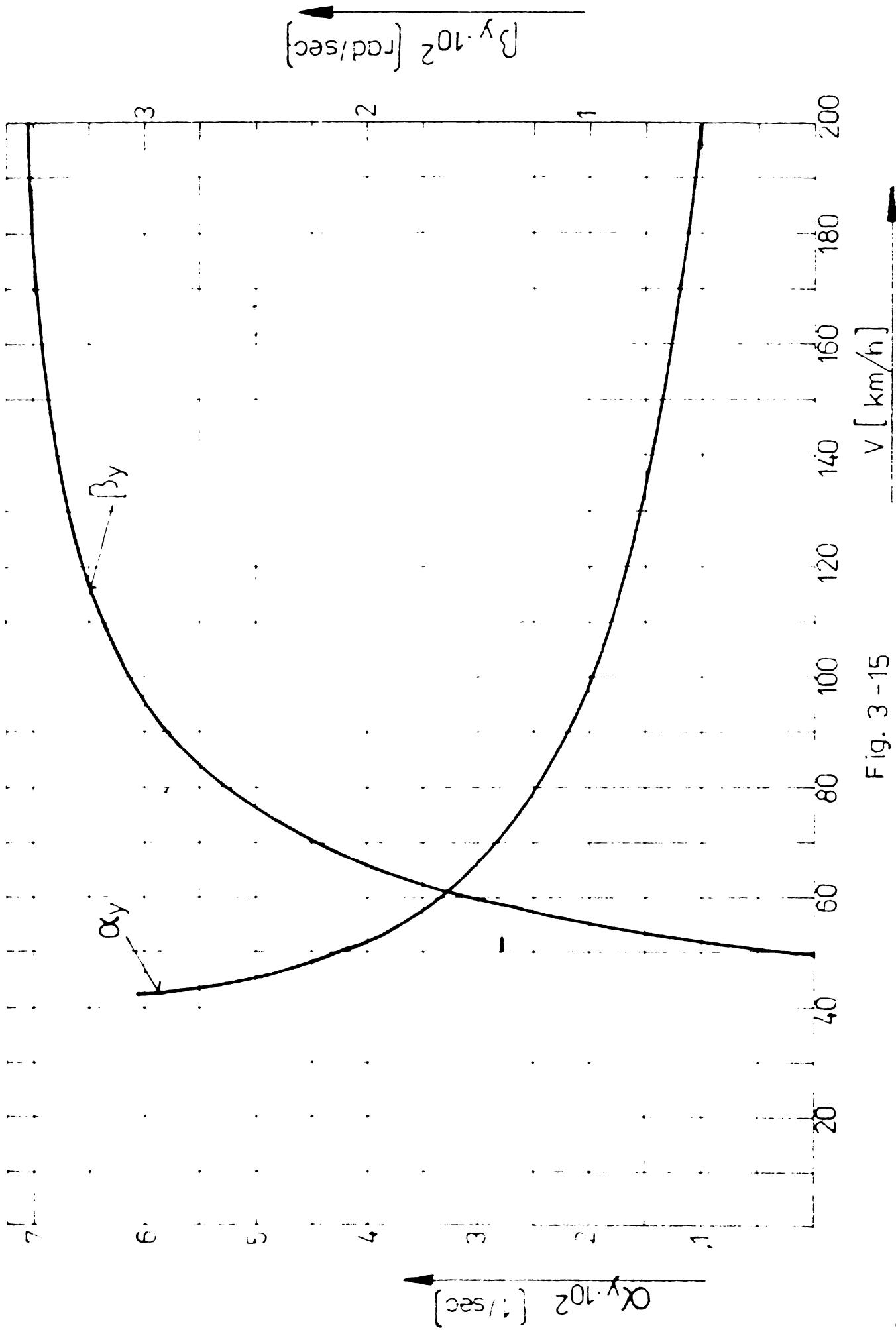


Fig. 3-15

Variația factorului de amortizare, pulsația în jurul axei Z - Z, prin variația masei osiei montate.

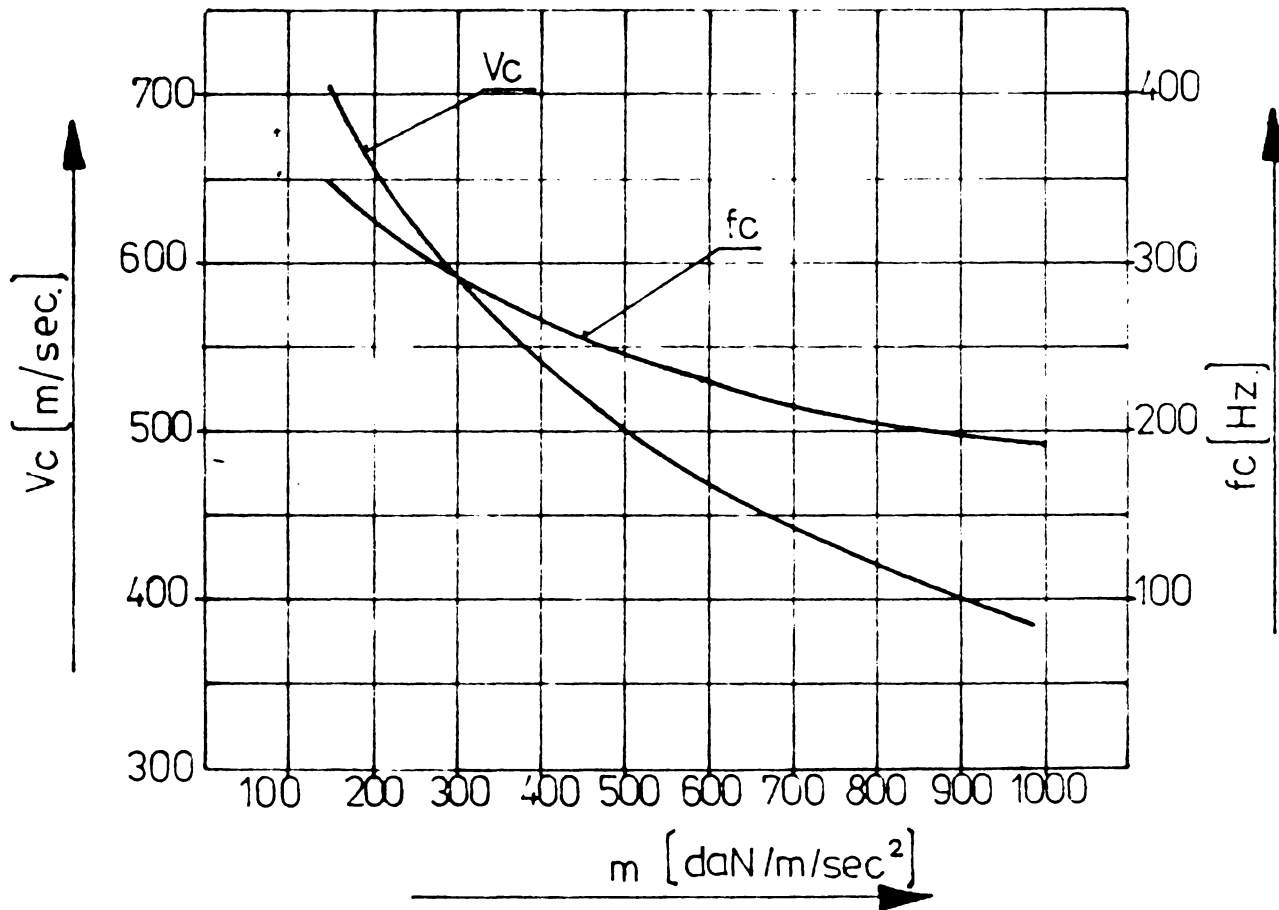


Fig. 3-16

Variația vitezei critice și frecvenței critice  
funcție de masa osiei montate

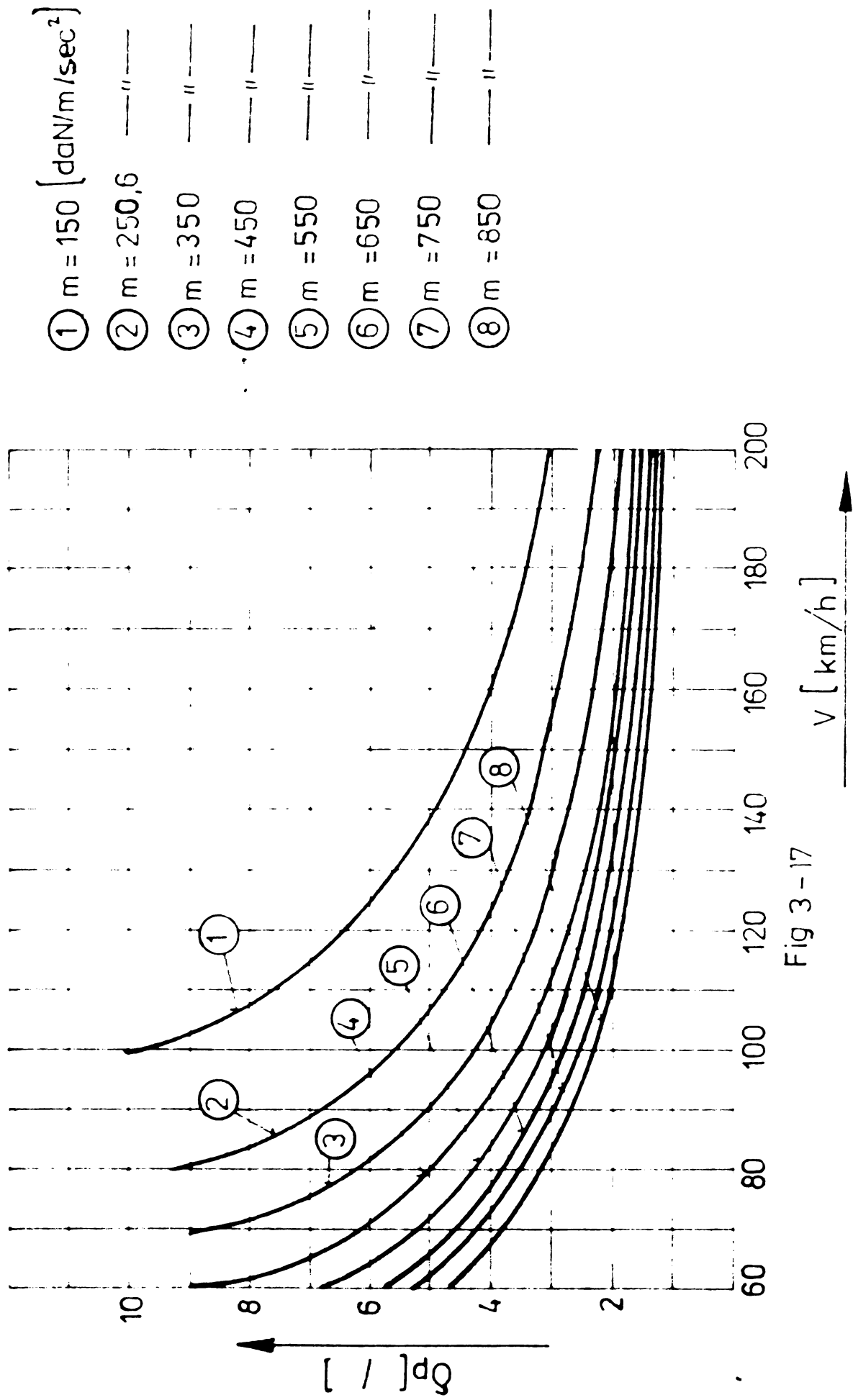


Fig 3 - 17

Decrementul logaritmic funcție de masa osiei.

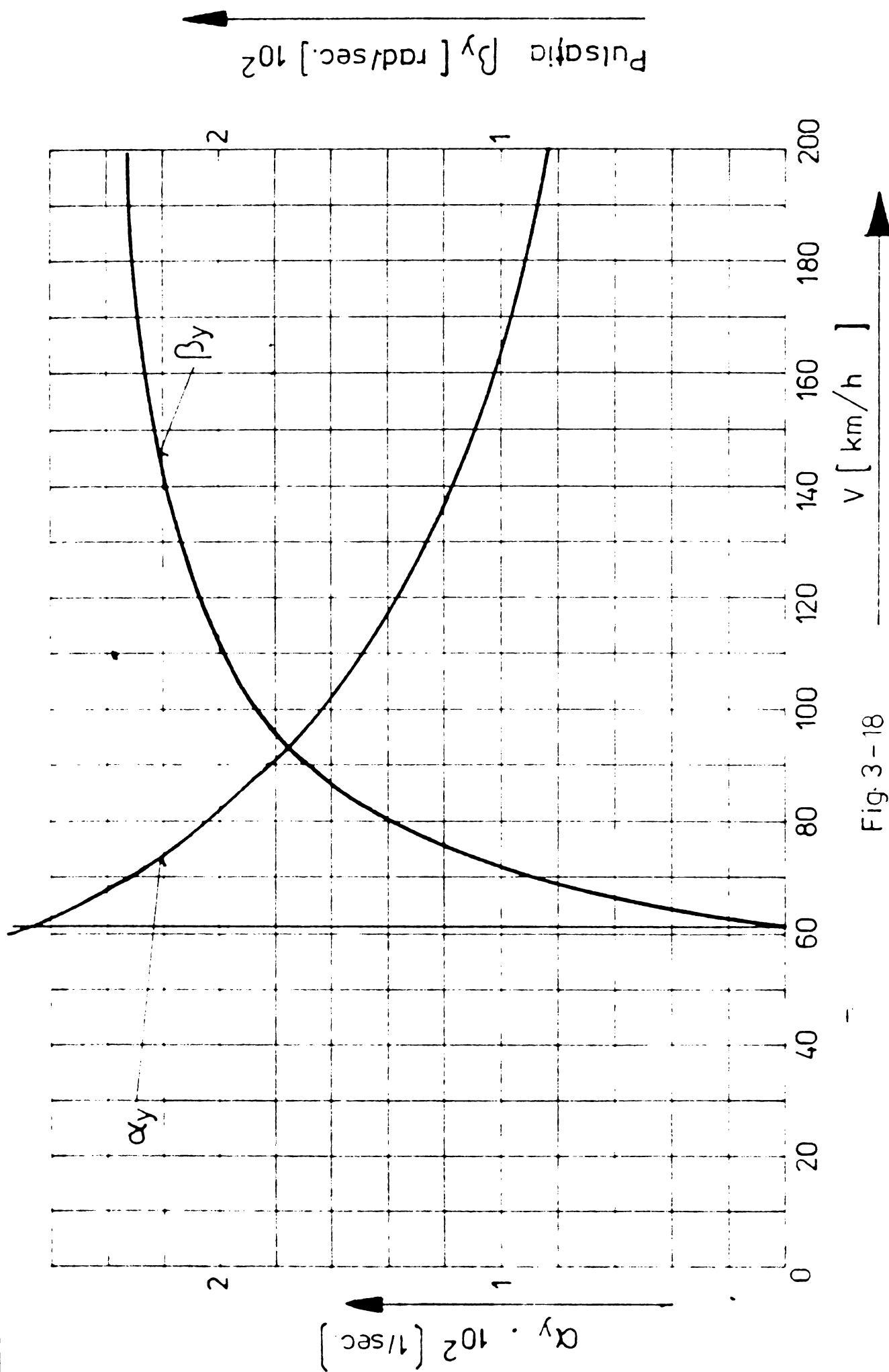


Fig. 3-18

Variația factorului de amortizare, a pulsației mișcării, a amortizării critice în translație după axa Y-Y cu variația momentului de inerție I.

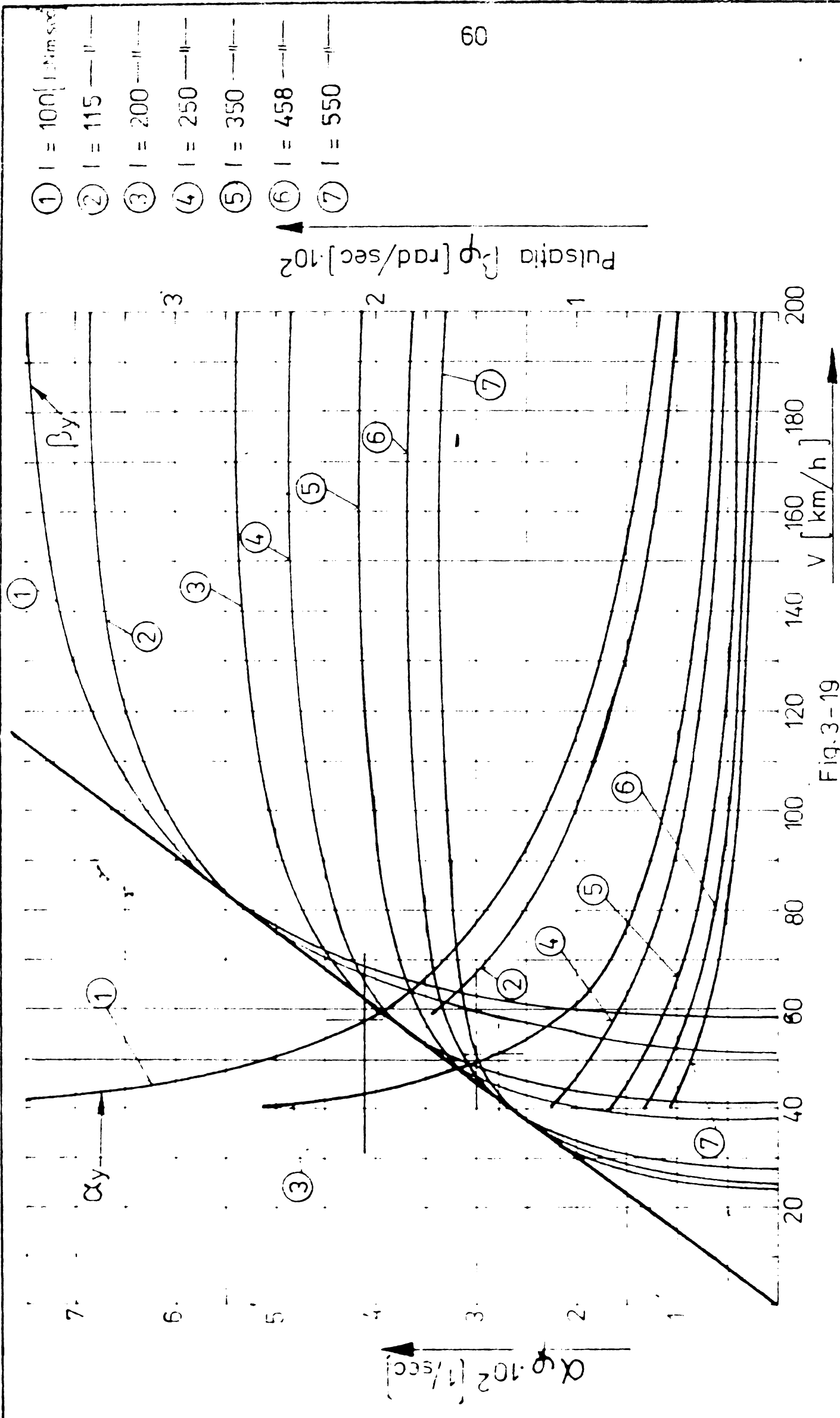


Fig.3-19

Variația factorului de amortizare, pulsația mișcării a amortizării critice în jurul axei Z-Z cu variația momentului de inerție

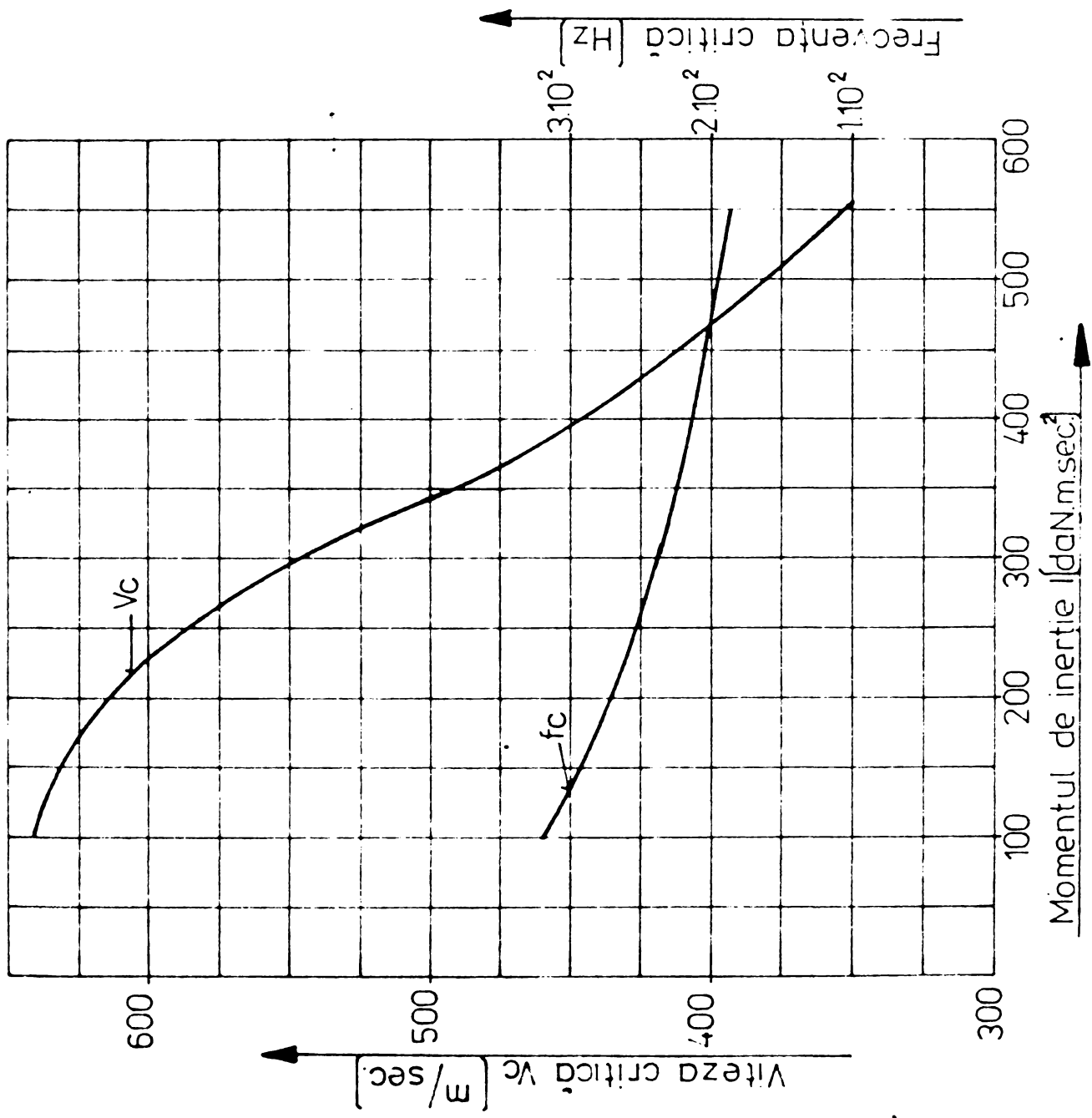


Fig. 3 - 20

Variația vitezei critice și a frecvenței critice funcție de variația momentului de inerție osie montată

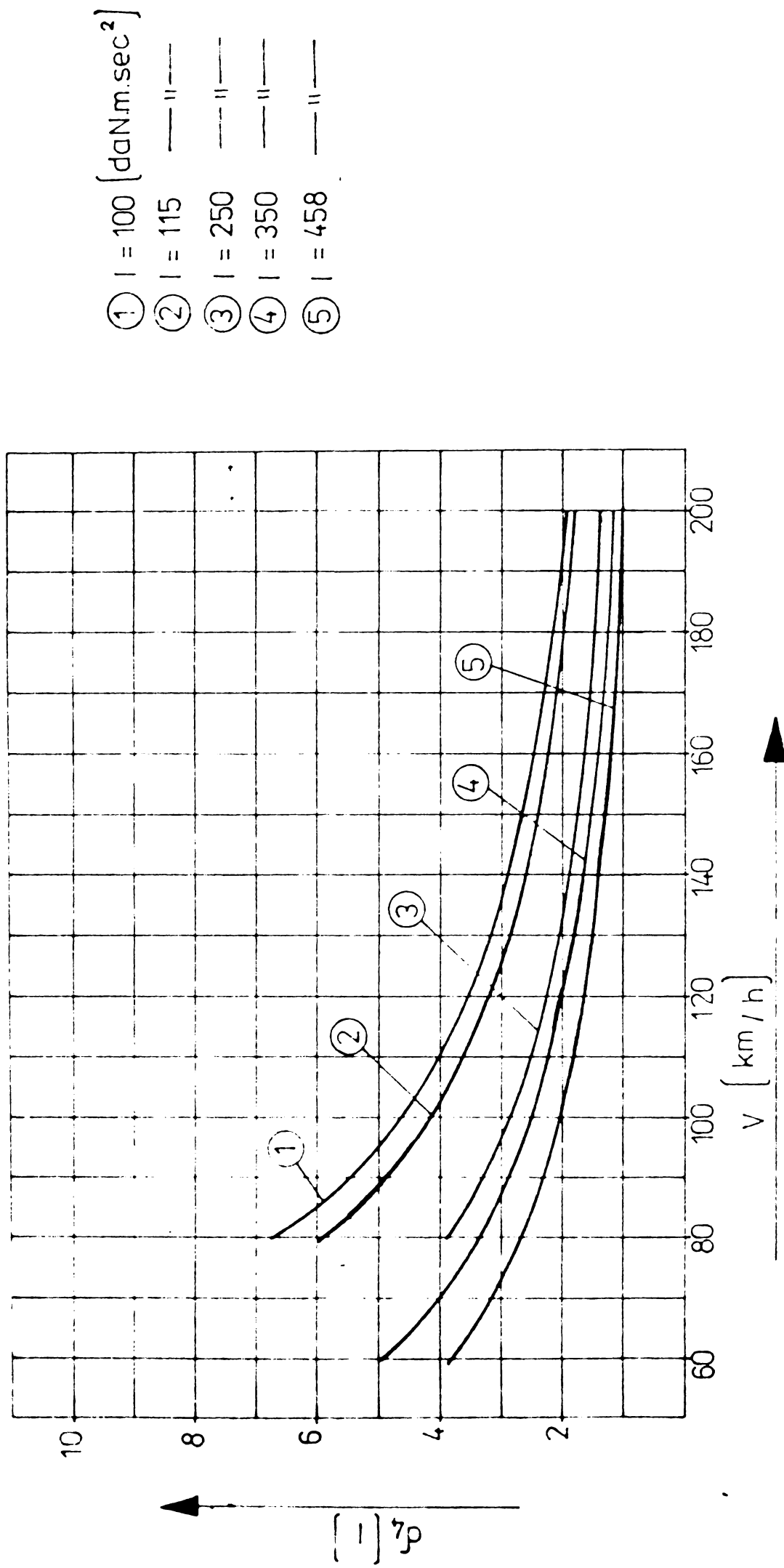


Fig. 3 - 21  
Decrementul logaritmic funcție de  
momentul de inerție

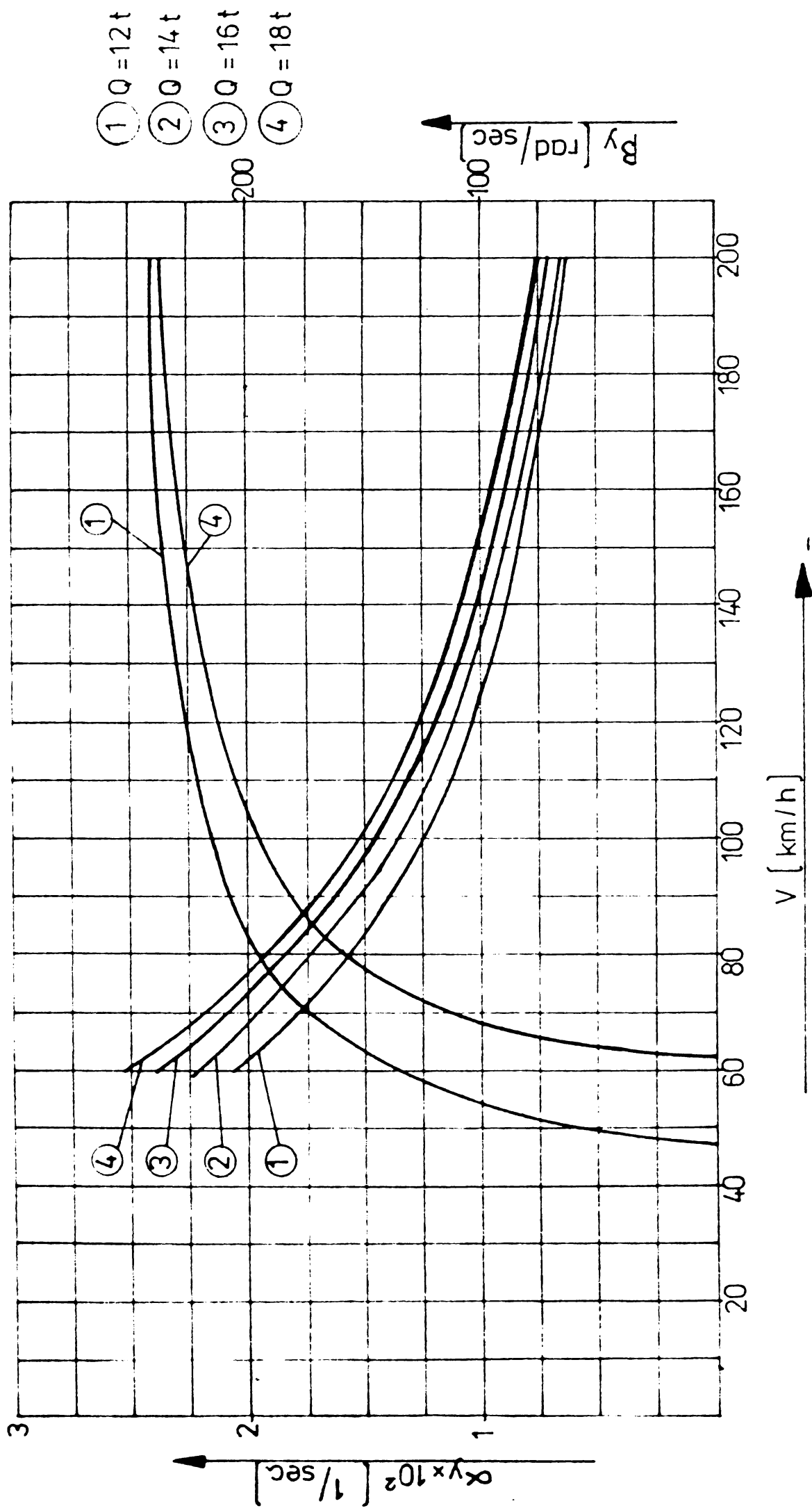


Fig. 3-22  
 Variația factorului de amortizare și pulsății mișcării  
 funcție de sarcina pe osie  $Q$



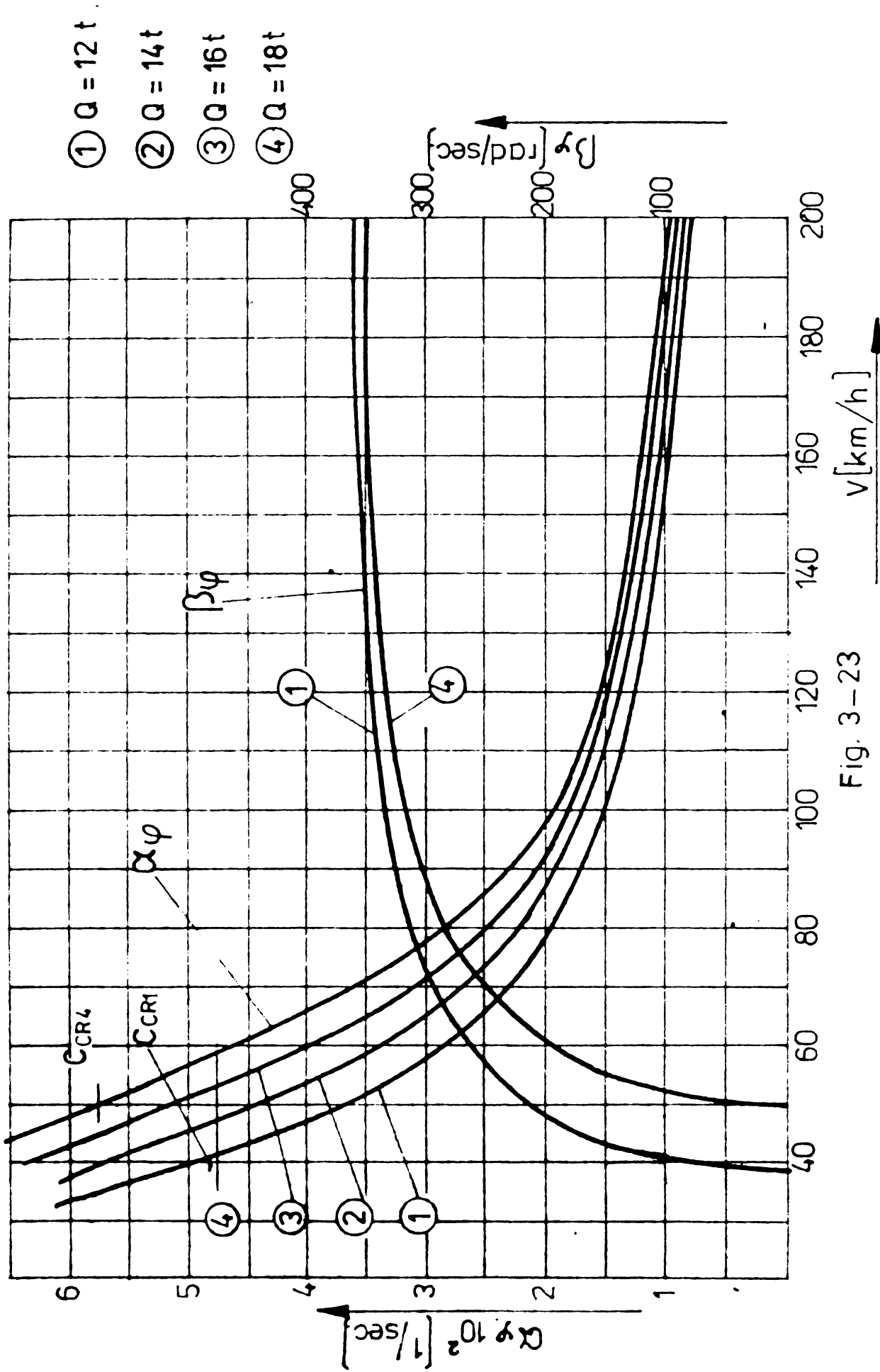


Fig. 3-23

Varianta factorului de amortizare  $\alpha_y$  și pulsația  $\beta_y$  funcție de sarcina pe osie.

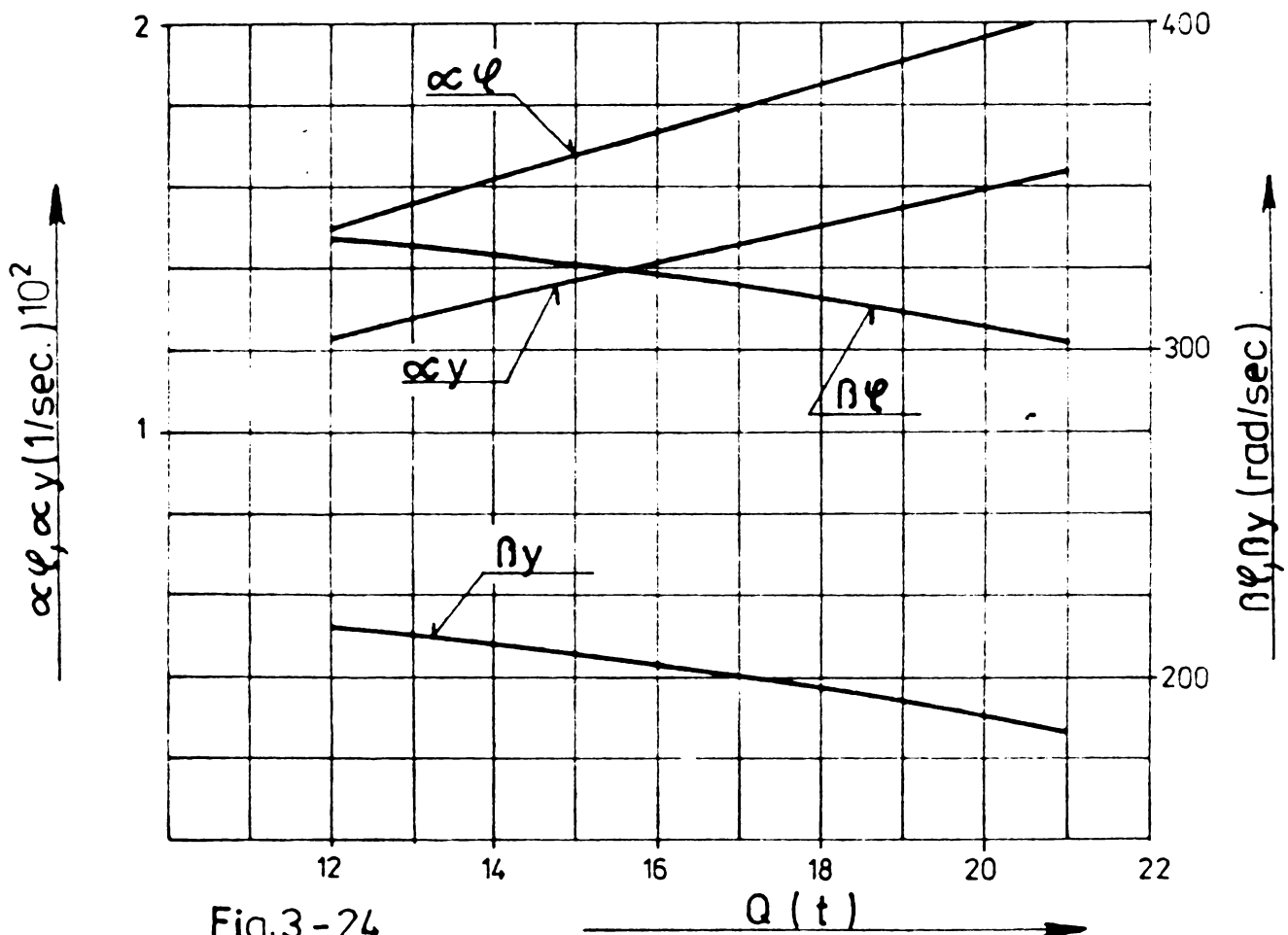


Fig.3-24

Variația factorului de amortizare și pulsație  
la  $V = 100$  km/h funcție de sarcina pe osie  $Q$ .

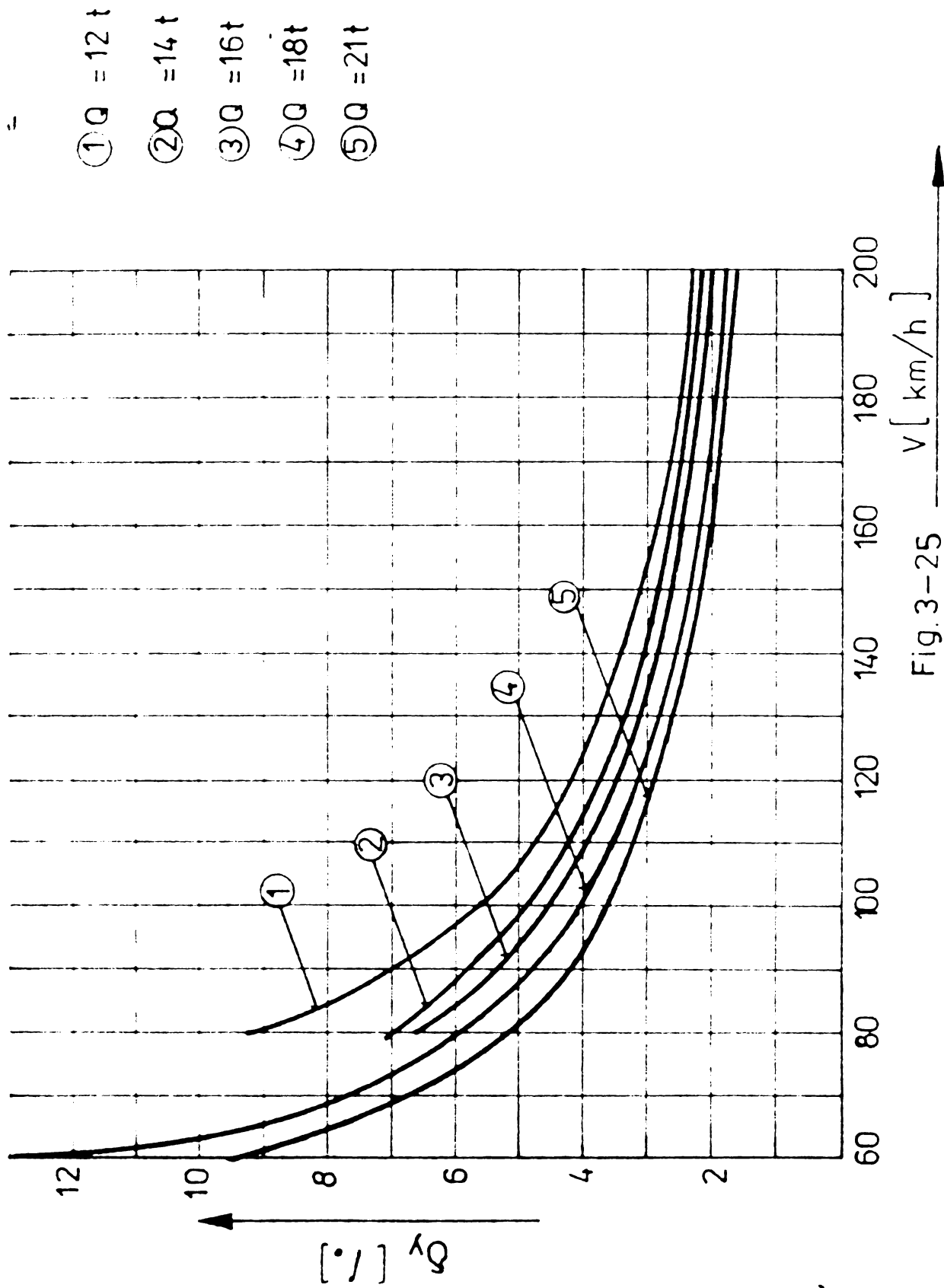


Fig. 3-25

Decrementul logaritmic funcție de sarcina pe osie.

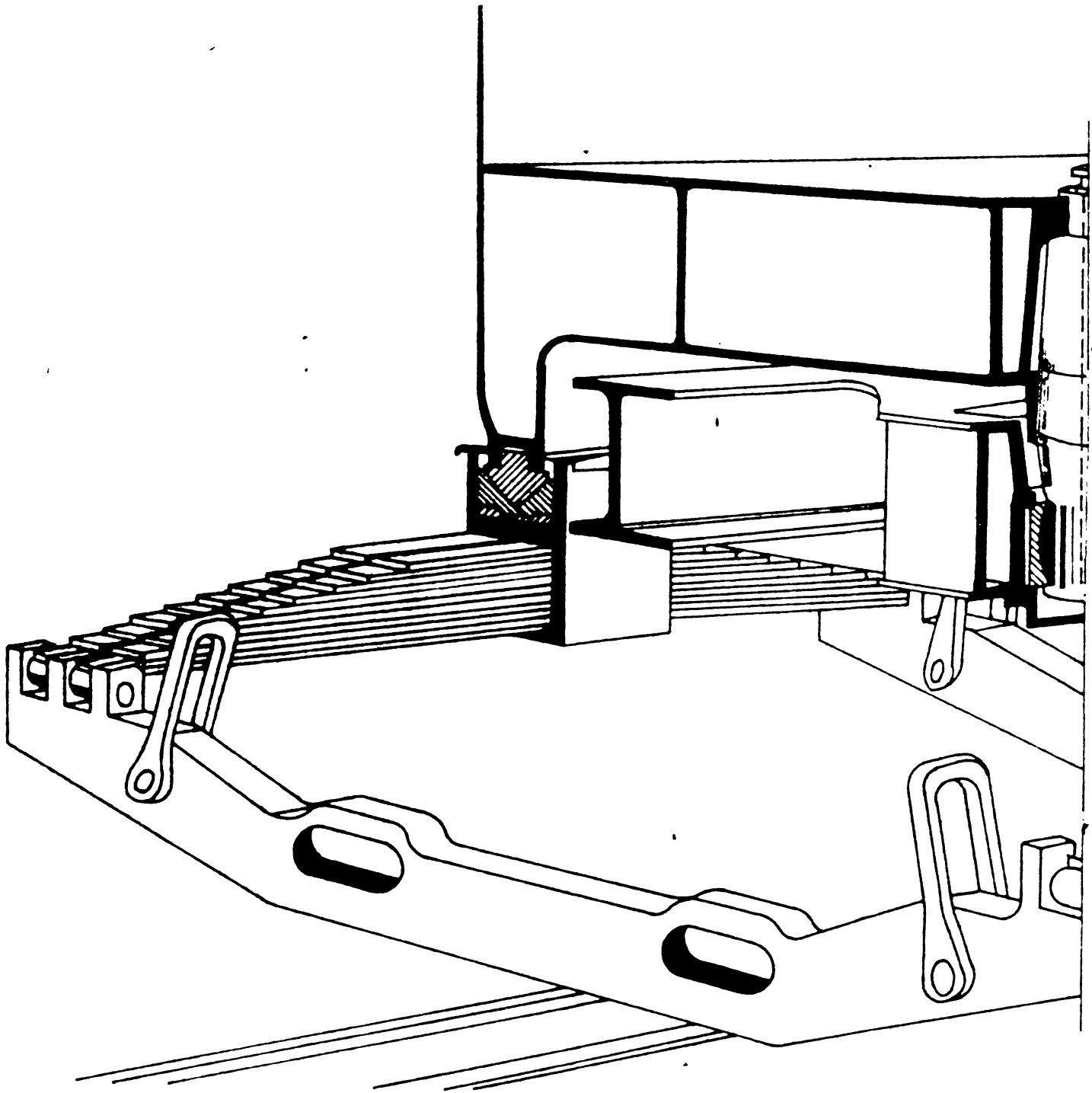


Fig. 5 -2 SISTEMUL DE SUSPENSIE SECUNDARA LDE Co -Co 2100 CP

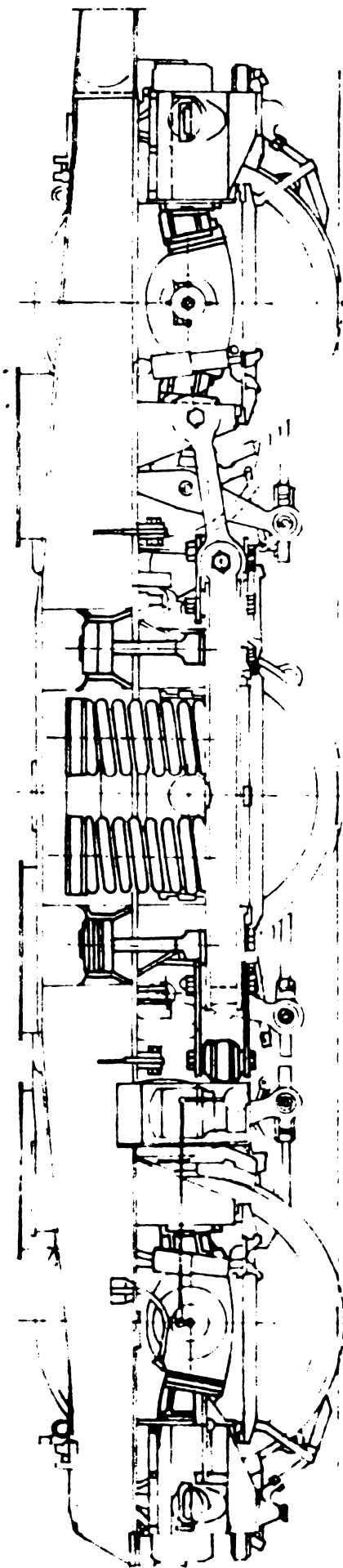


Fig. 5-3 SISTEMUL DE SUSPENSIE AL LE Co - Co 5100 Kw

C<sub>4</sub>

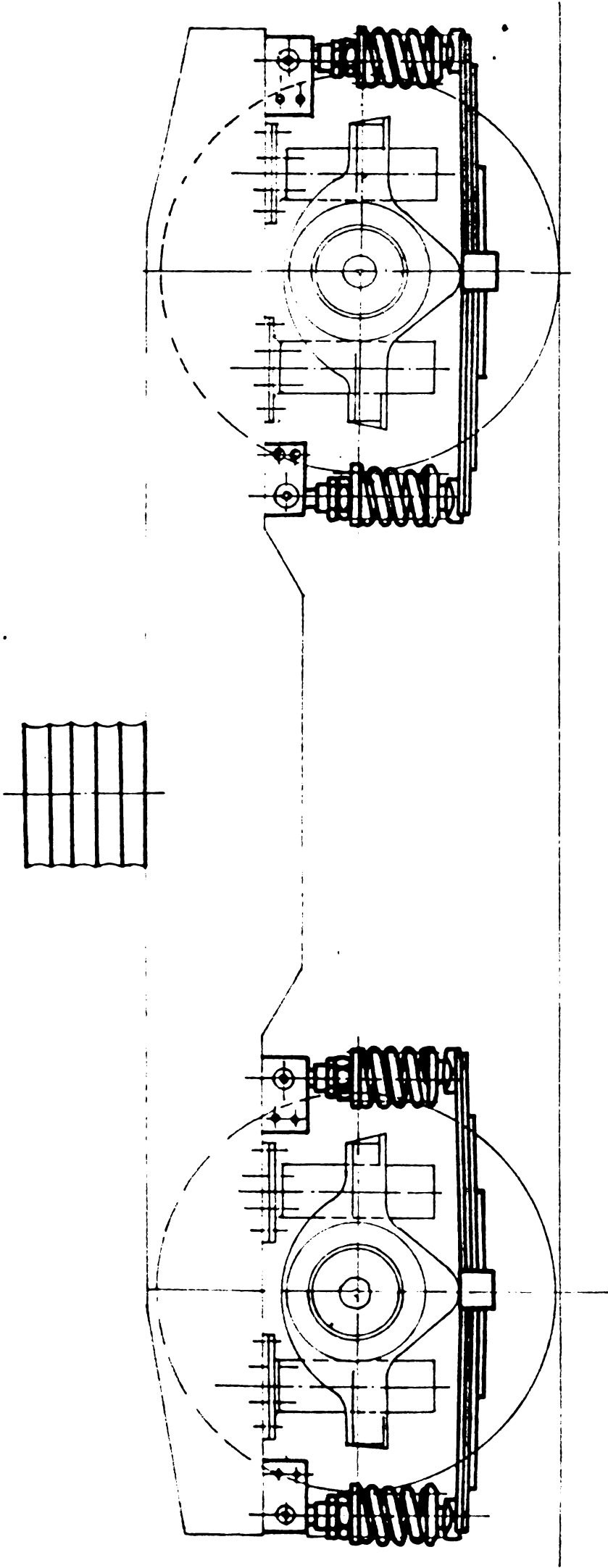


FIG.5 -4 SISTEMUL DE SUSPENSIE AL BOGHIULUI LDH 1250 CP.

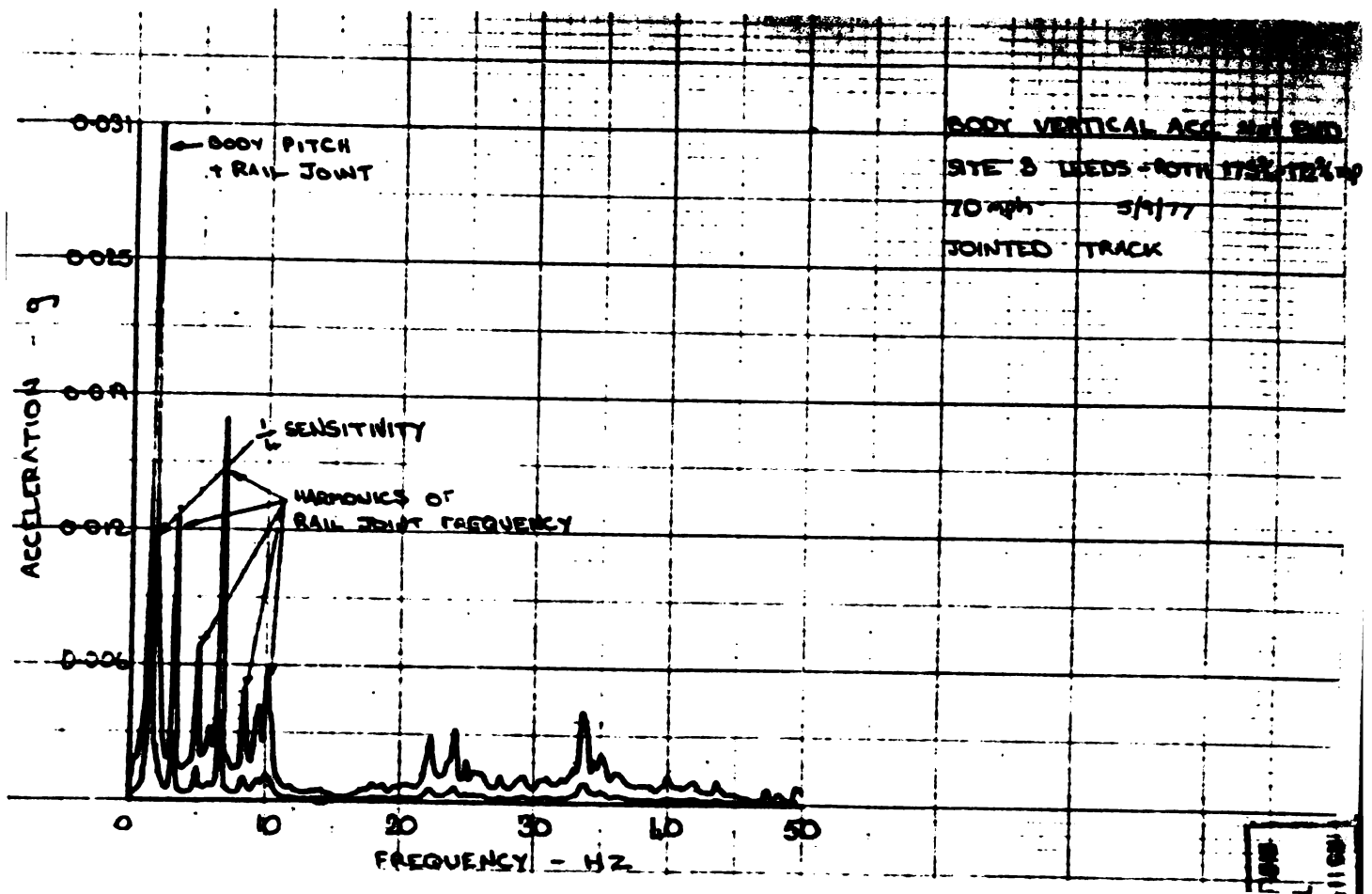
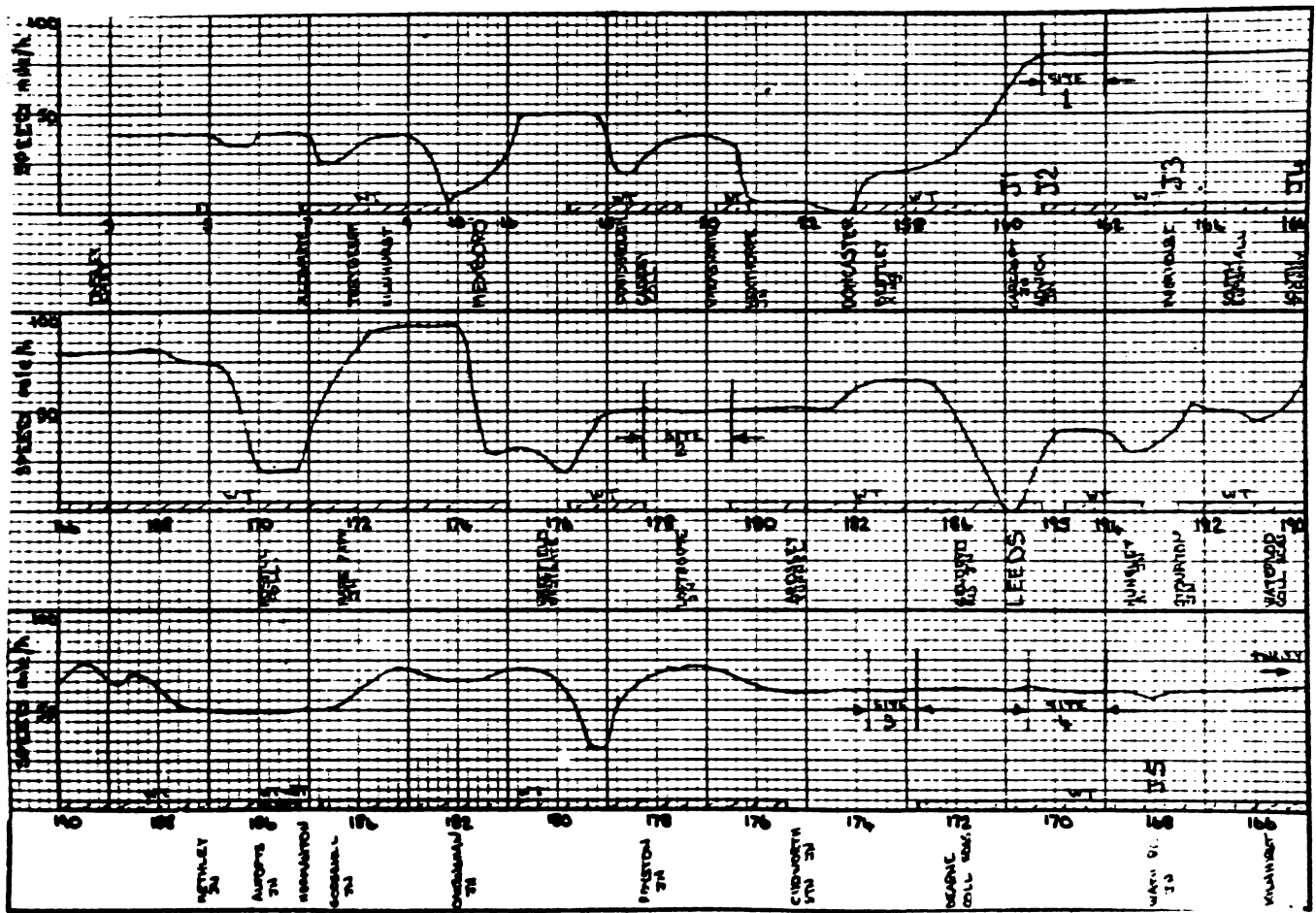


Fig. 7-15  
Spectral amplitudinilor accelerațiilor verticale cutie  
postul 1

DATA  
CENTRAL

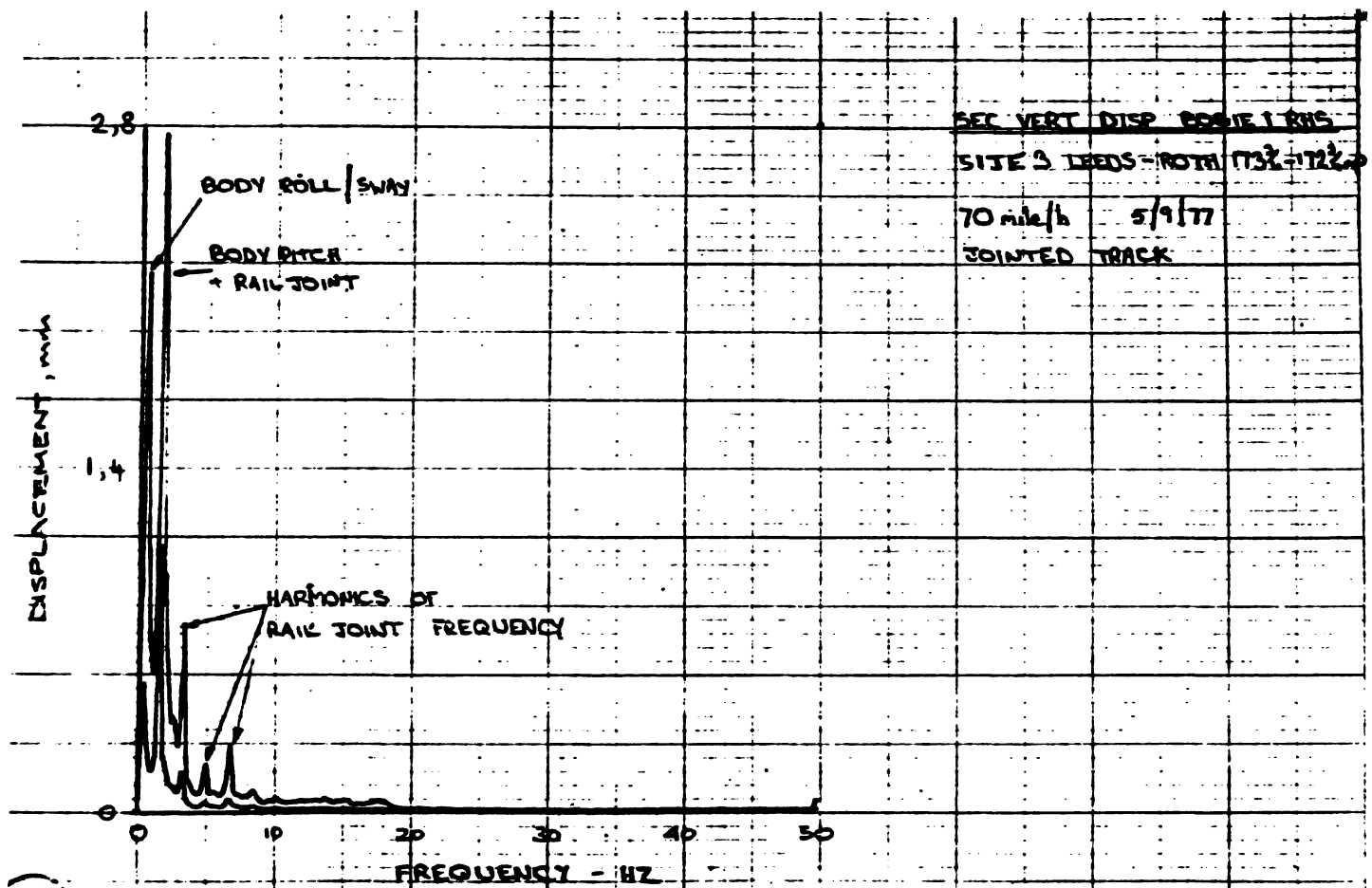


Fig. 7-16

Spectrul amplitudinilor deplasărilor verticale relative  
cutie - boghiu 1

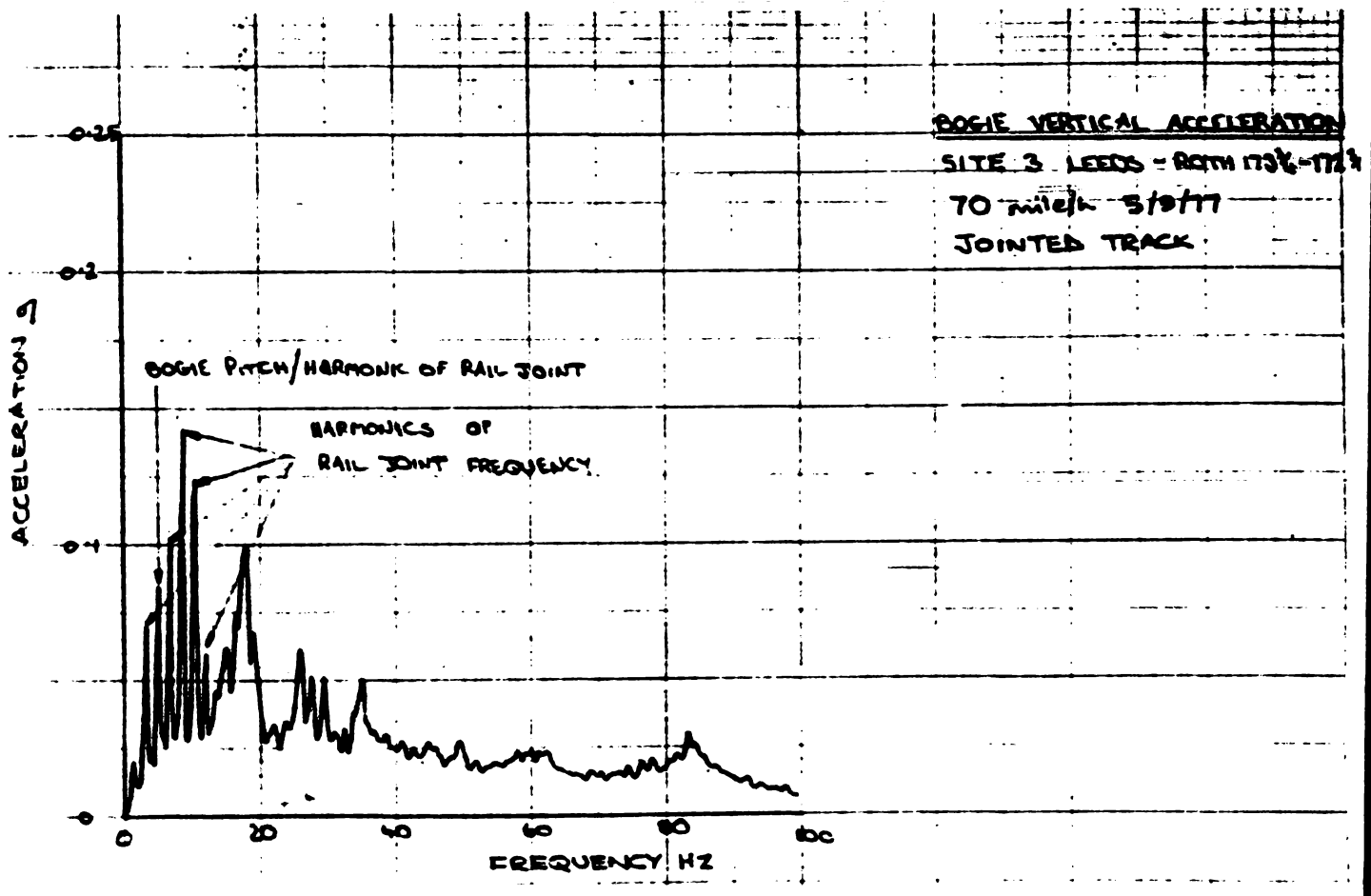


Fig. 7-17

Spectrul amplitudinilor accelerațiilor verticale boghiu



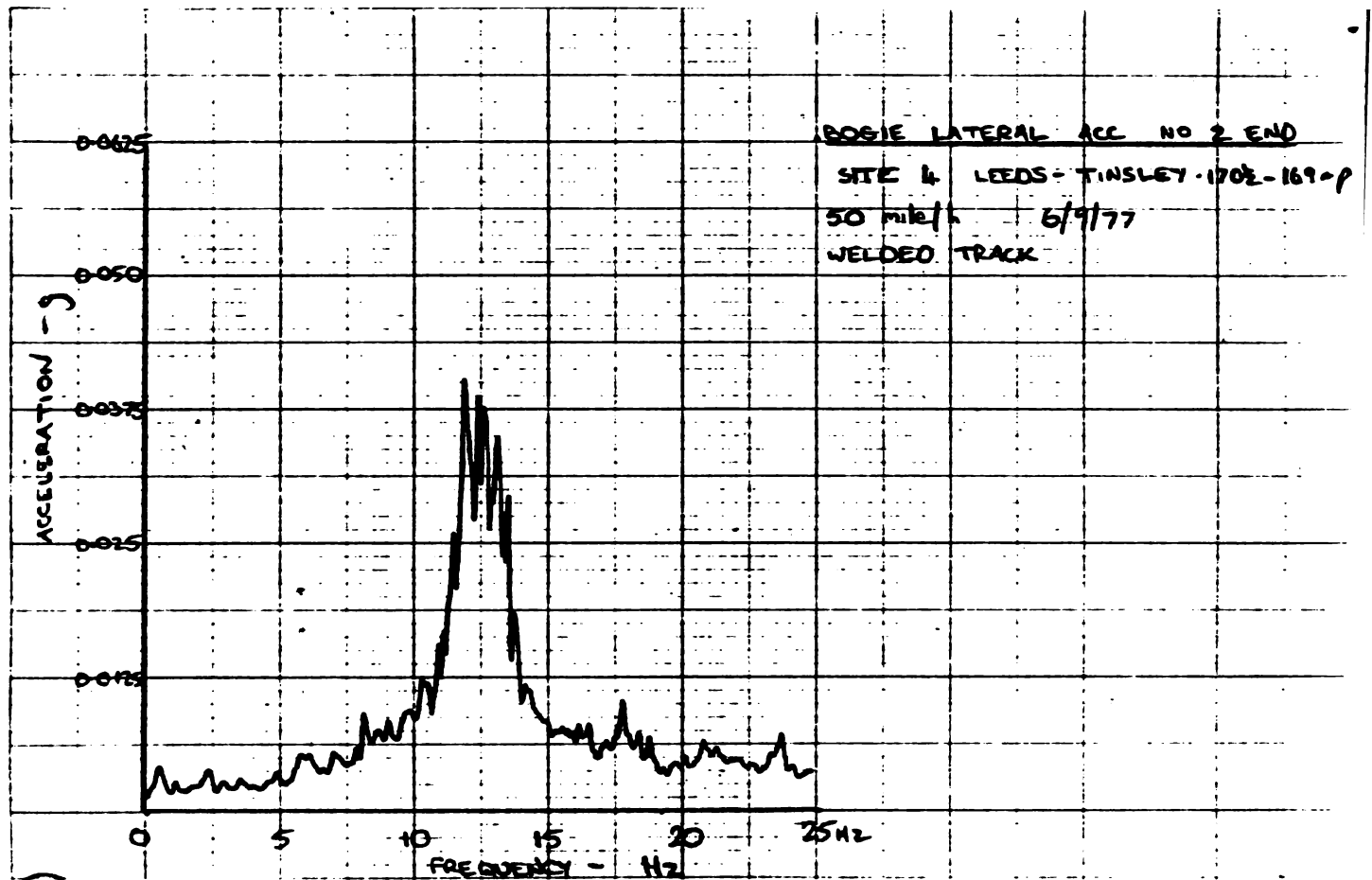


Fig. 7-18  
 Spectrul amplitudinilor accelerațiilor laterale boghiei  
 la 80 km/h (50 mph)

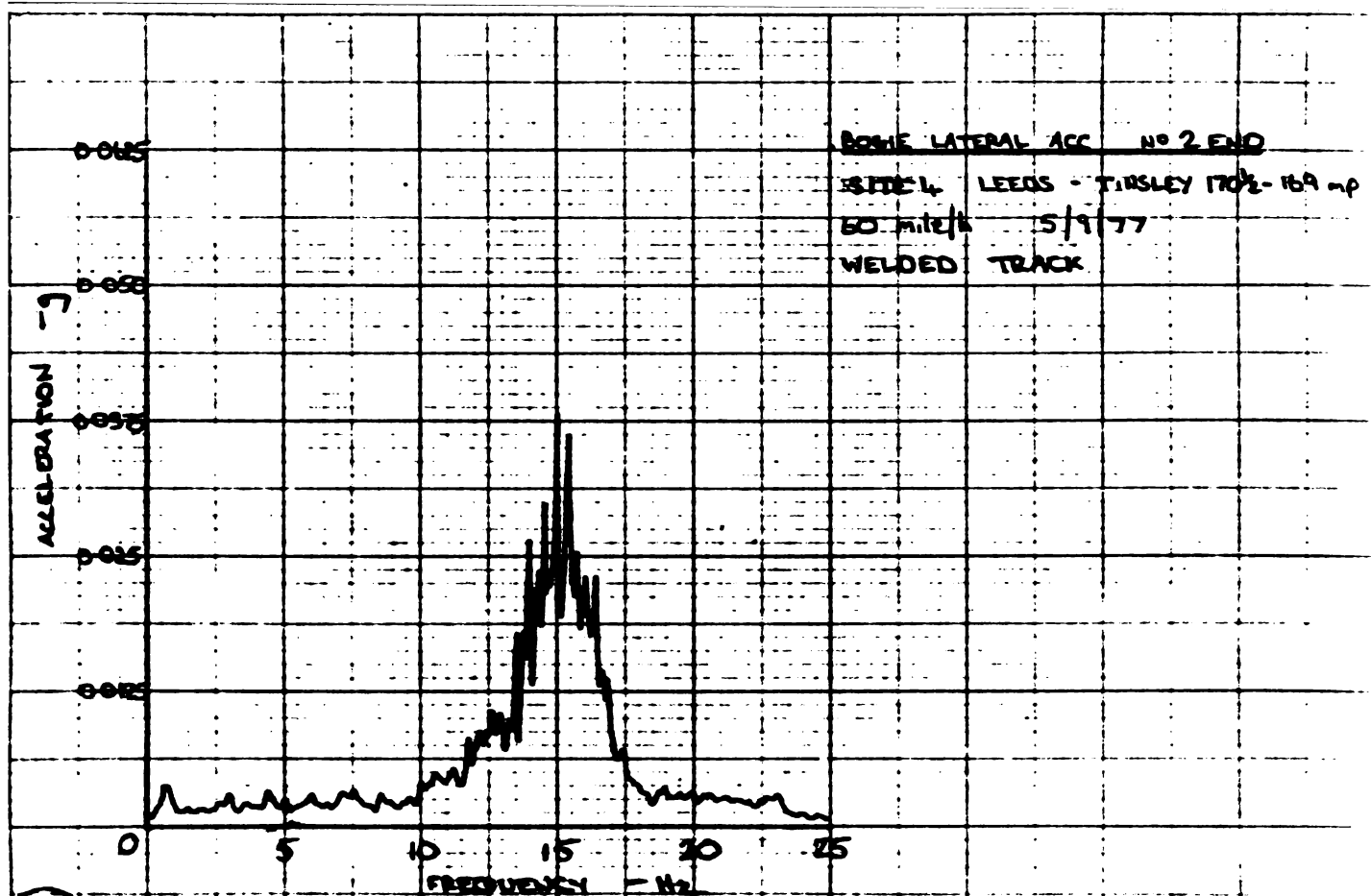


Fig. 7-19  
 Spectrul amplitudinilor accelerațiilor laterale boghiei  
 la 96 km/h (60 mph)

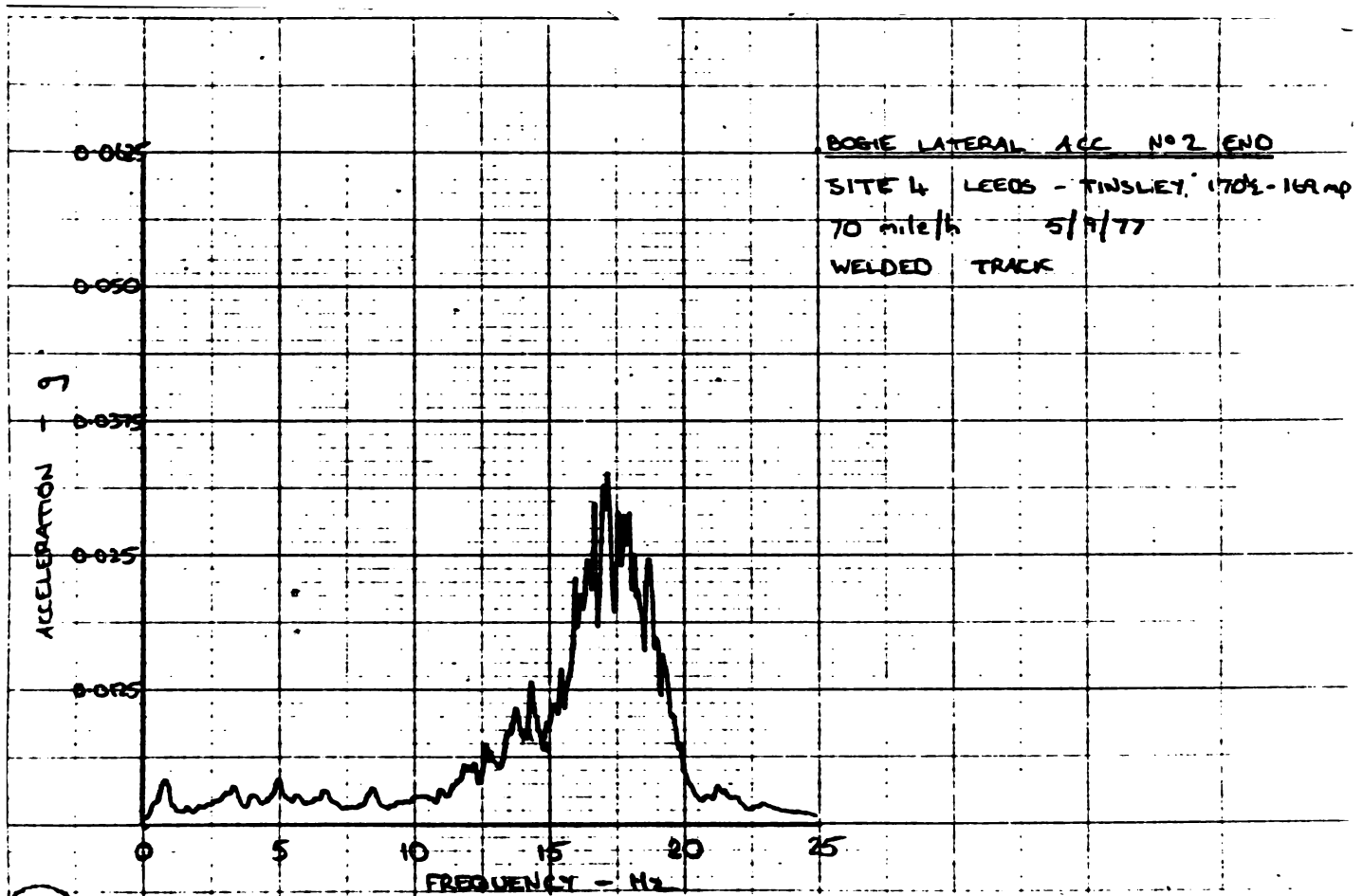


Fig. 7-20

Spectrul amplitudinilor accelerațiilor laterale boghiu  
la 112 km/h (70 mph)

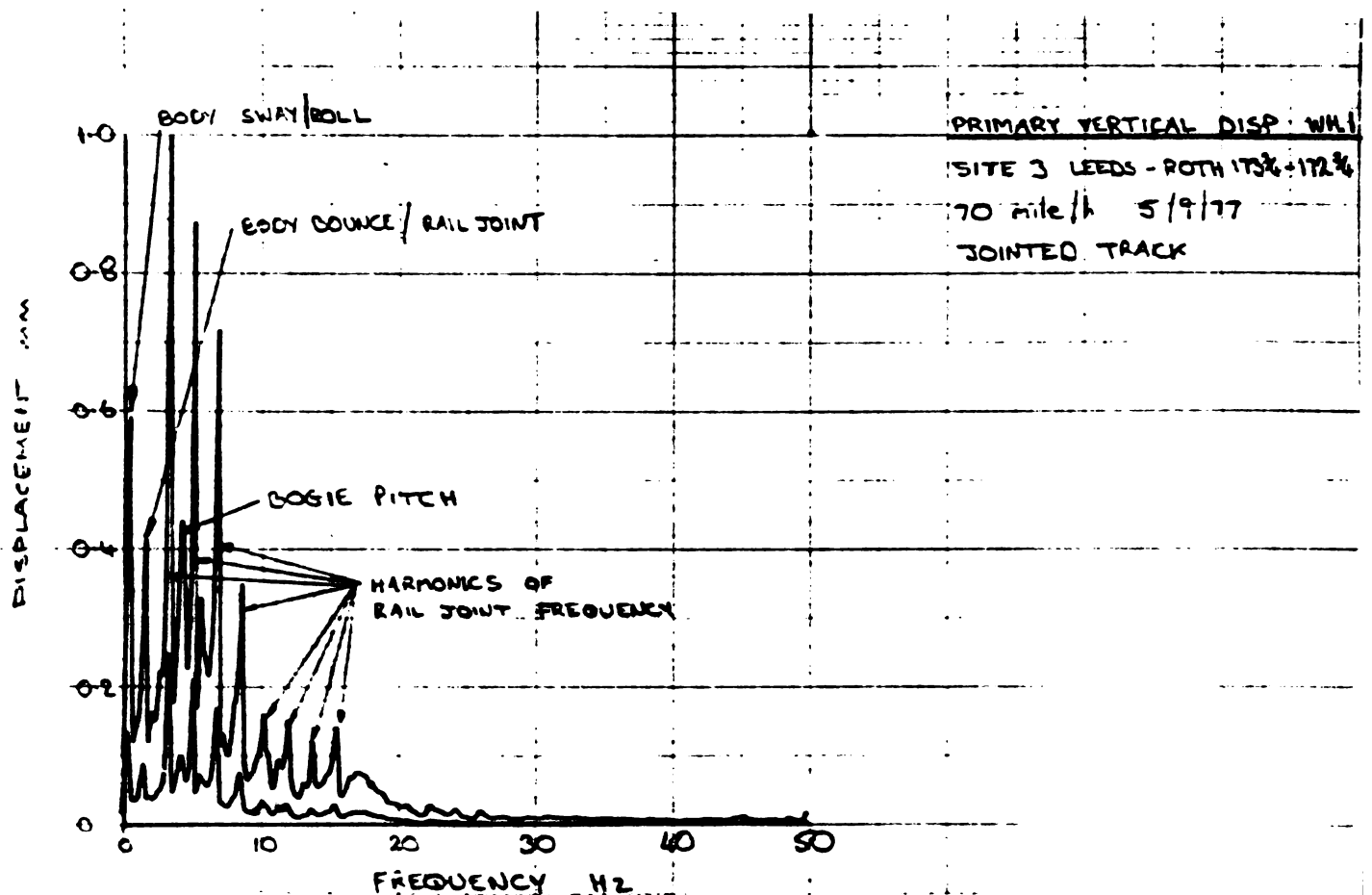


Fig. 7-21

Spectrul amplitudinilor deplasărilor verticale relative  
lagăr osie - ramă boghiu

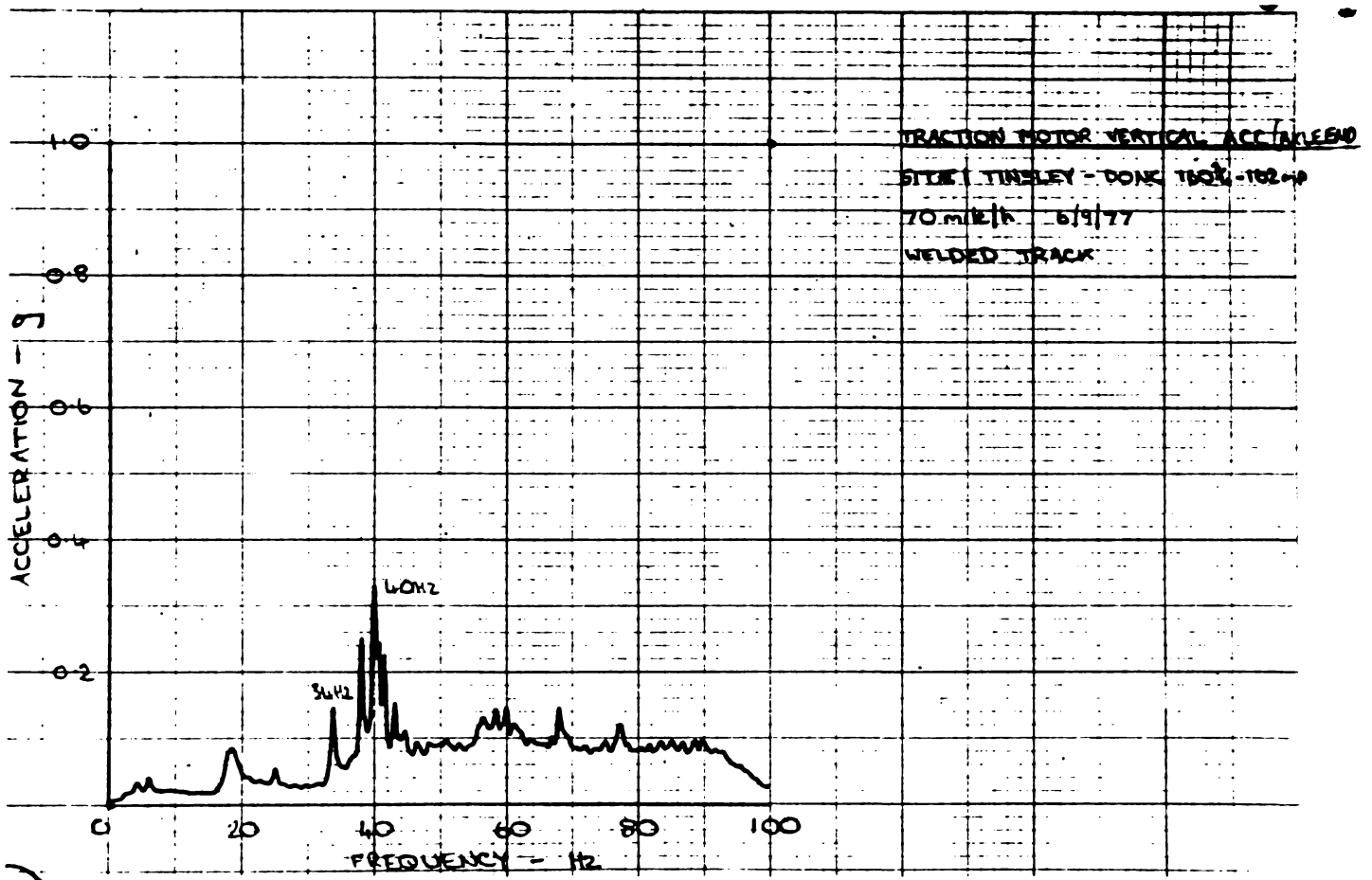


Fig. 7-22

Spectrul amplitudinilor accelerațiilor verticale motor  
 tracțiune la fixarea pe osie - linie sudată

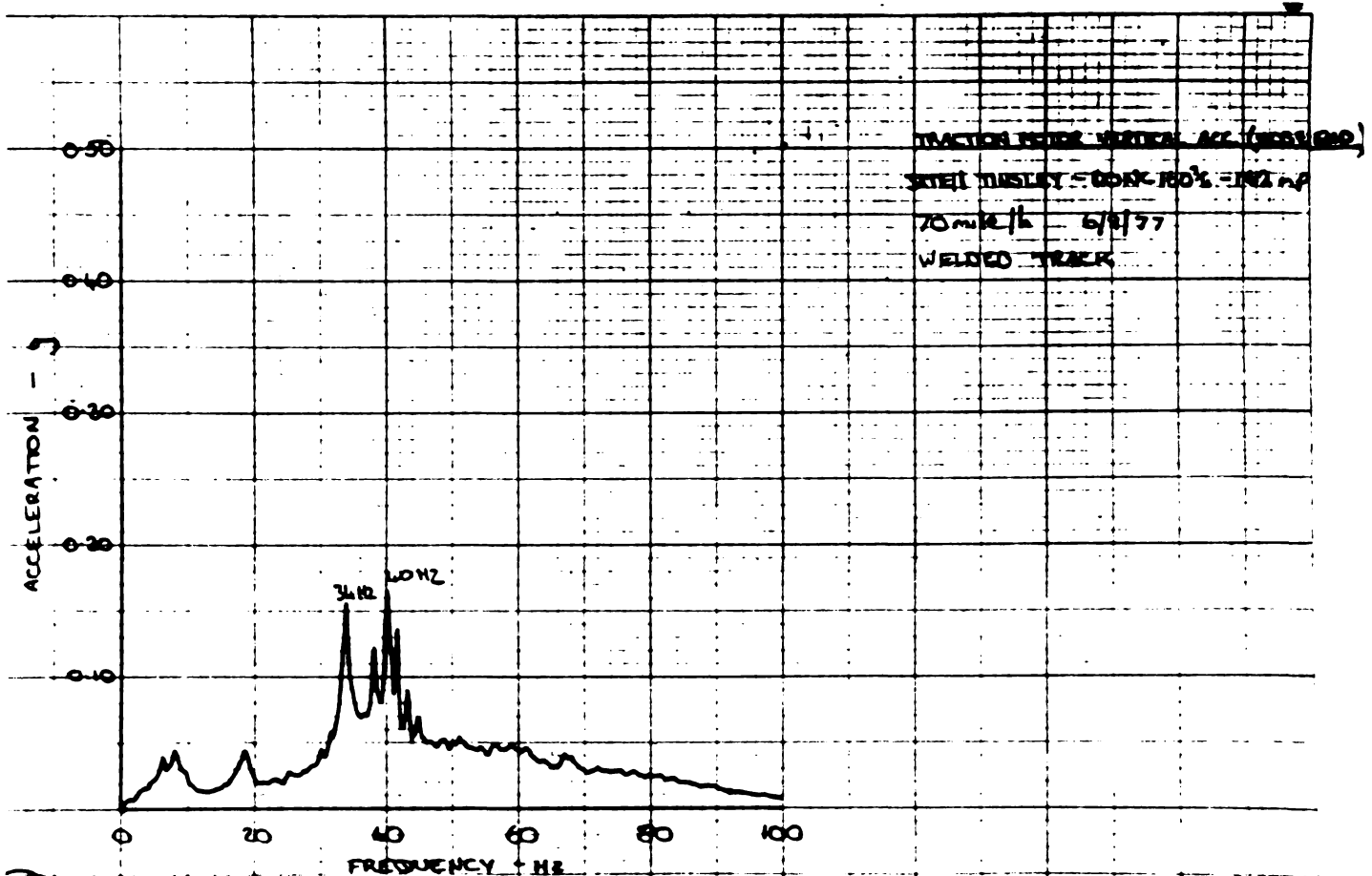


Fig. 7-23

Spectrul amplitudinilor accelerațiilor verticale motor  
 tracțiune la suspensia pe ramă - linie sudată

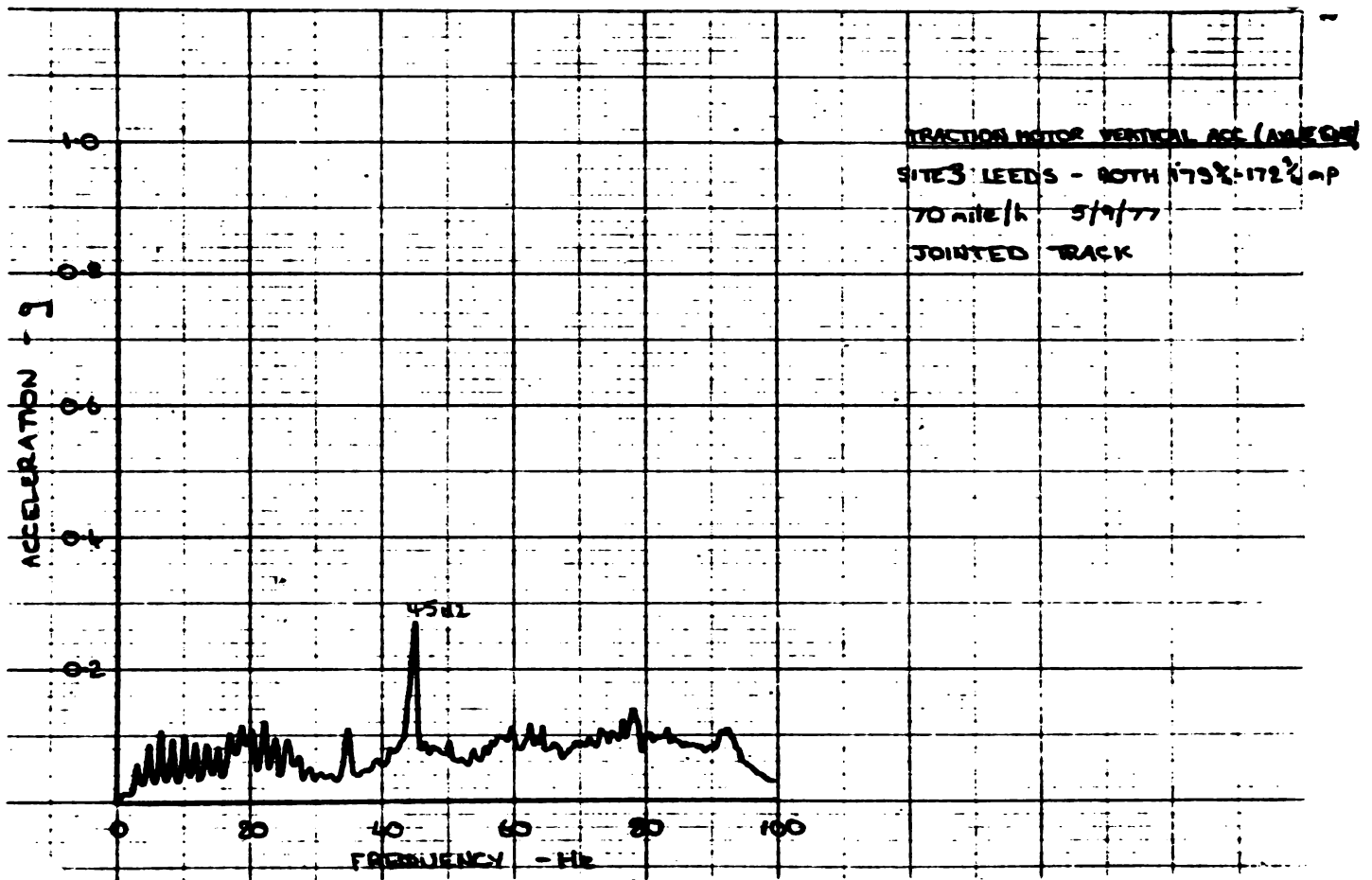


Fig. 7-24

Spectrul amplitudinilor accelerațiilor verticale motor tracțiune la fixarea pe osie - linie cu joante

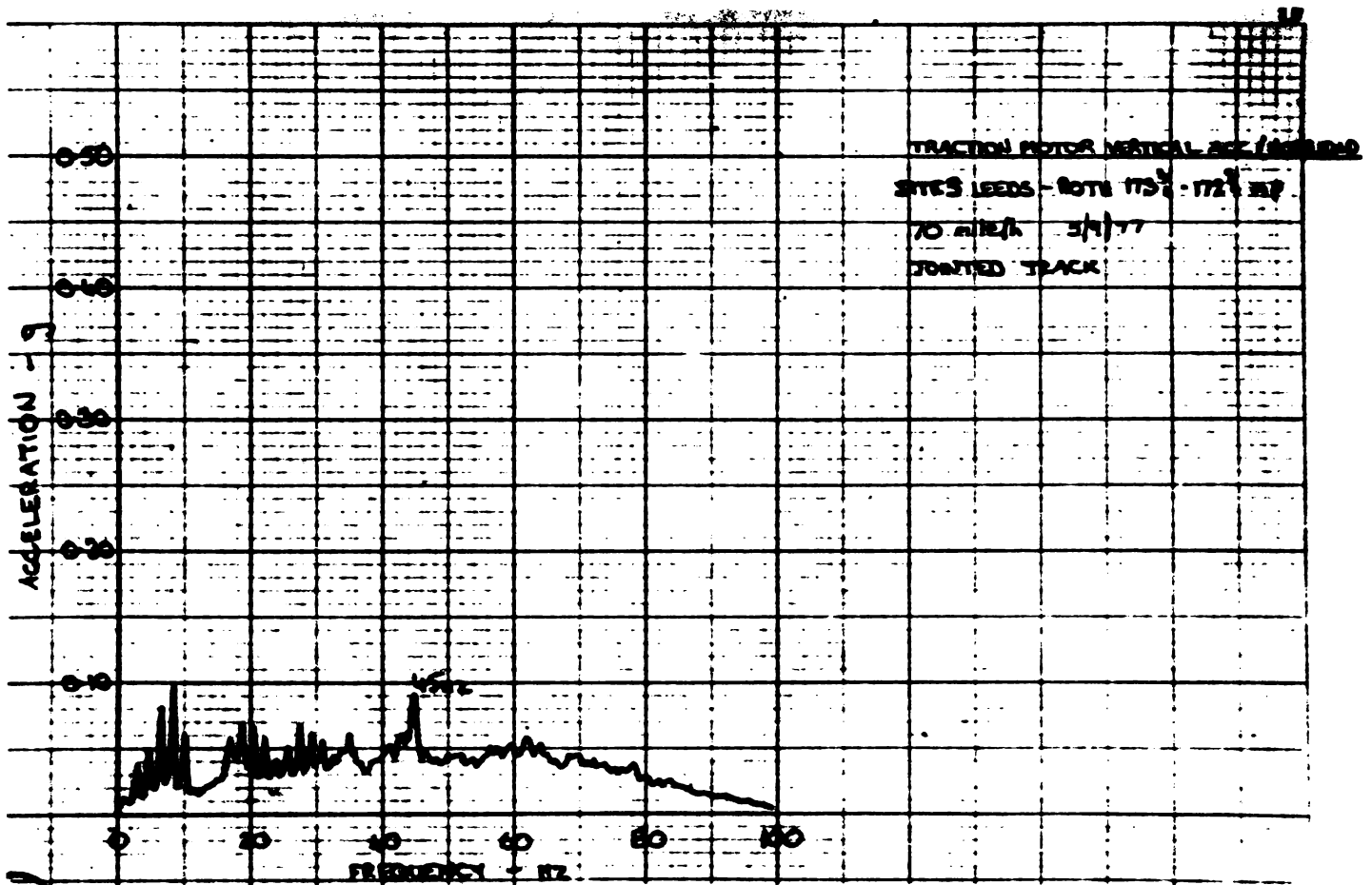


Fig. 7-25

Spectrul amplitudinilor accelerațiilor verticale motor tracțiune la suspensia pe rama boghiu - linie cu joante

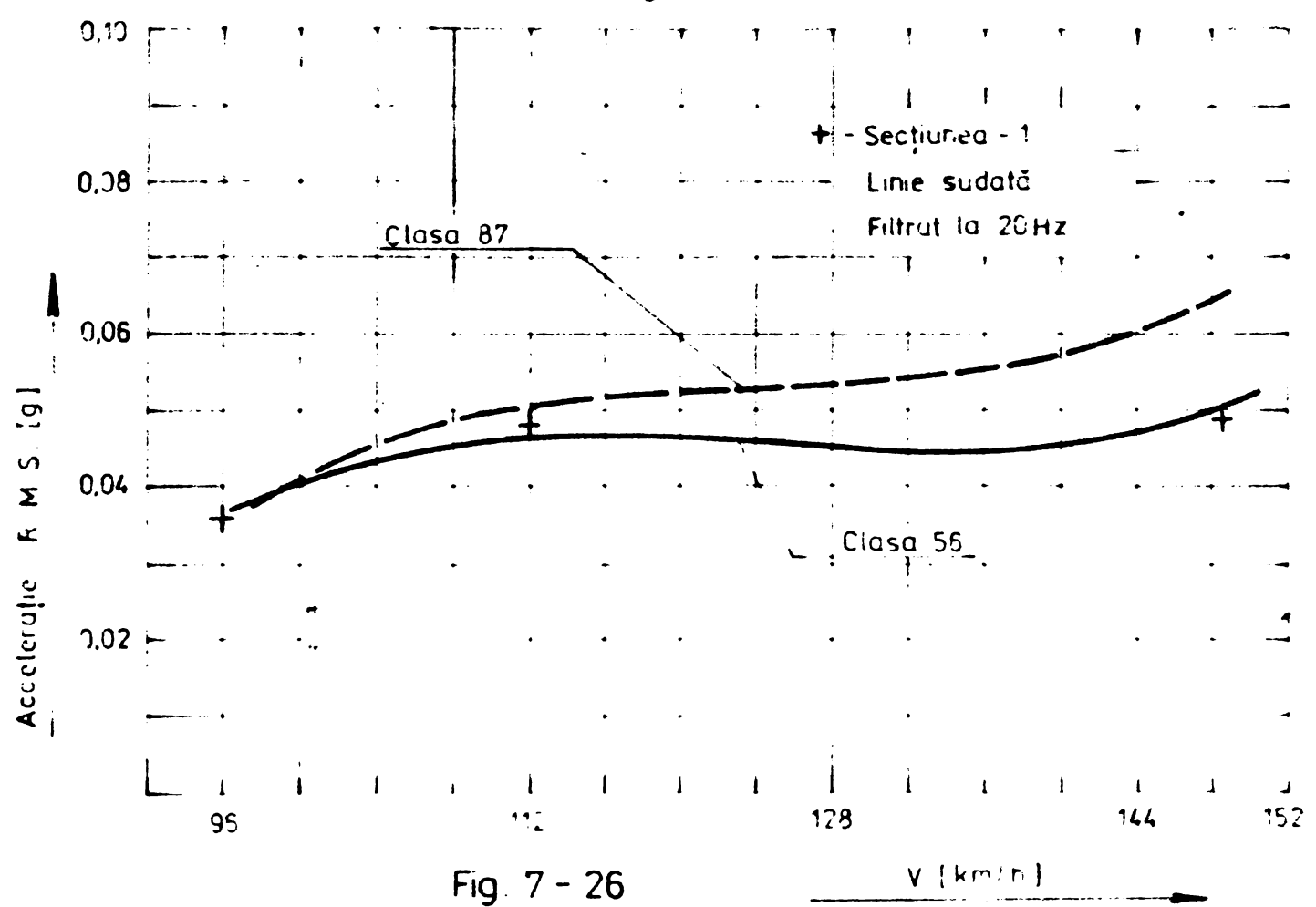


Fig. 7 - 26

Acceleratiile verticale cutie postul - 1

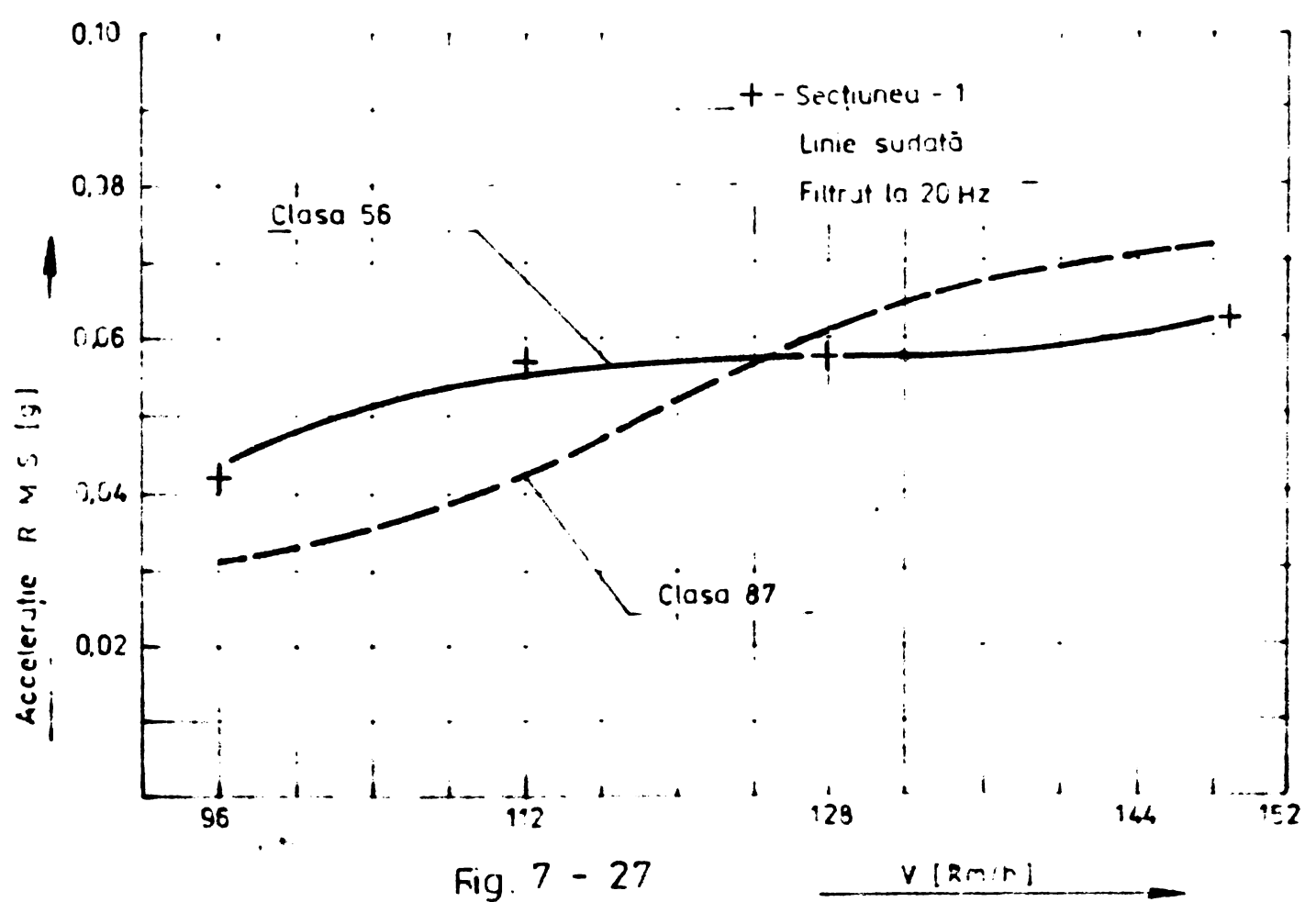


Fig. 7 - 27

Acceleratiile verticale cutie postul - 2

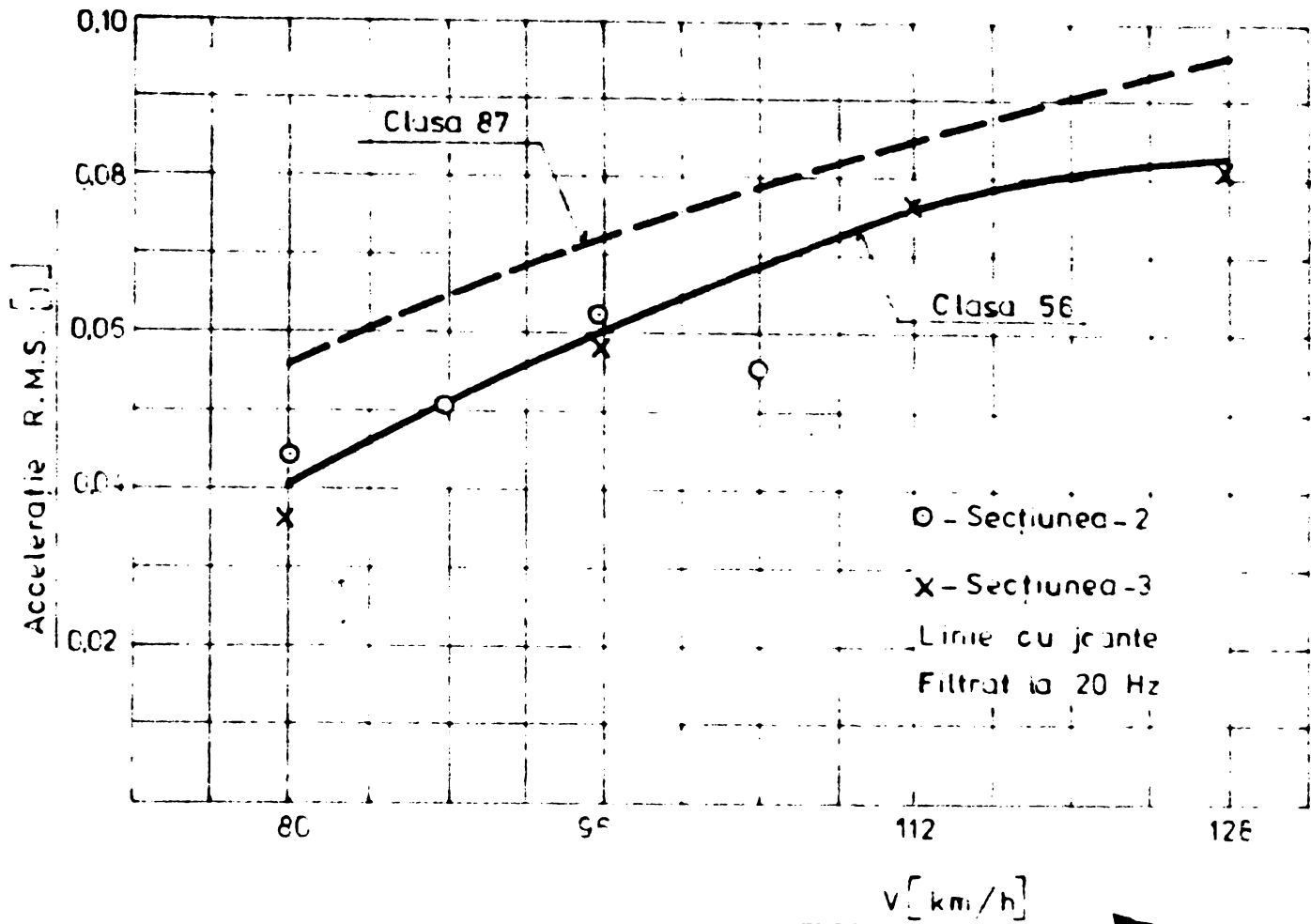


Fig. 7-28

Acceleratiile verticale cutie postul - 1

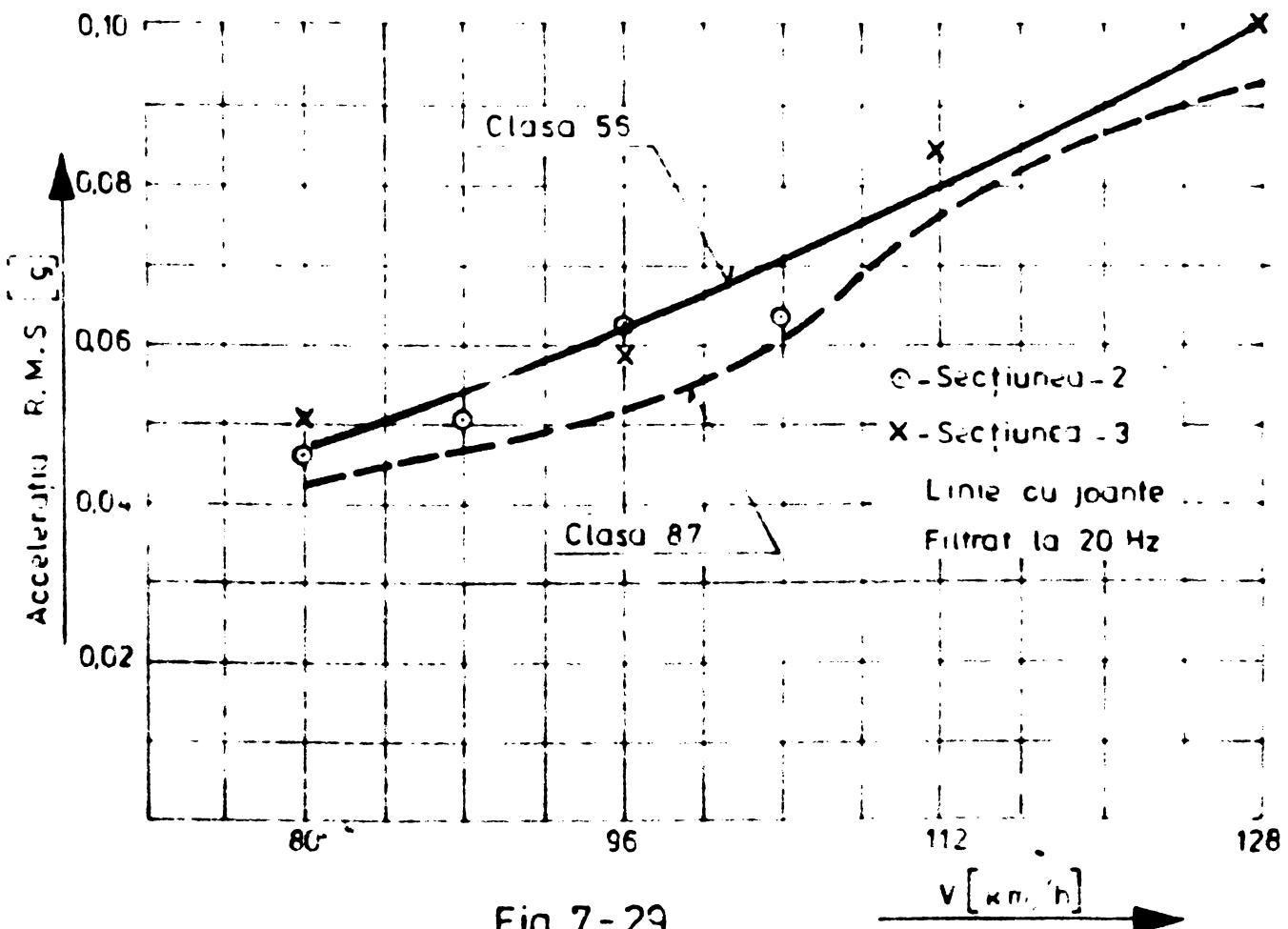


Fig. 7-29

Acceleratiile verticale cutie postul - 2

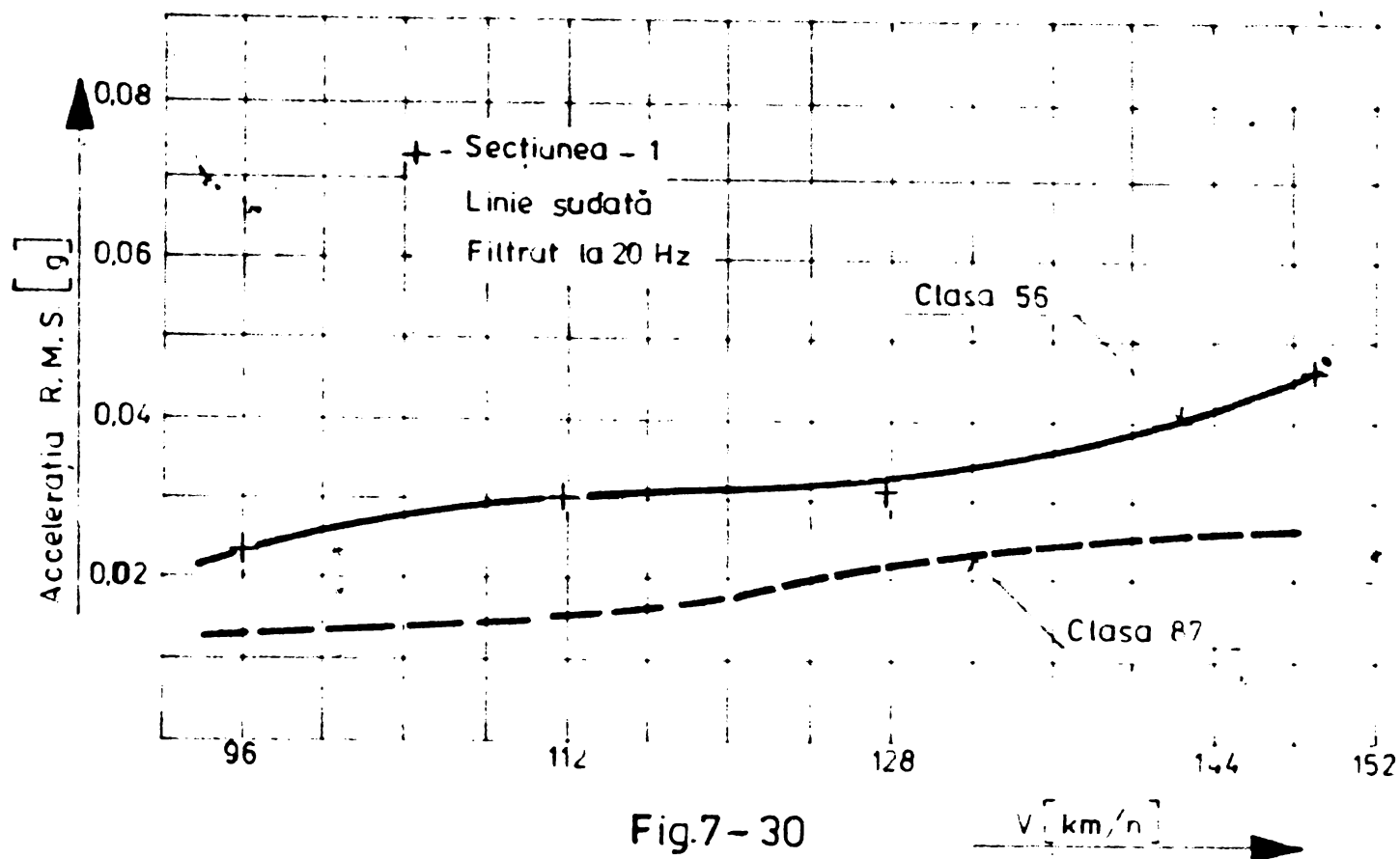


Fig. 7-30  
Accelerațiile laterale cutie postul-1-podea

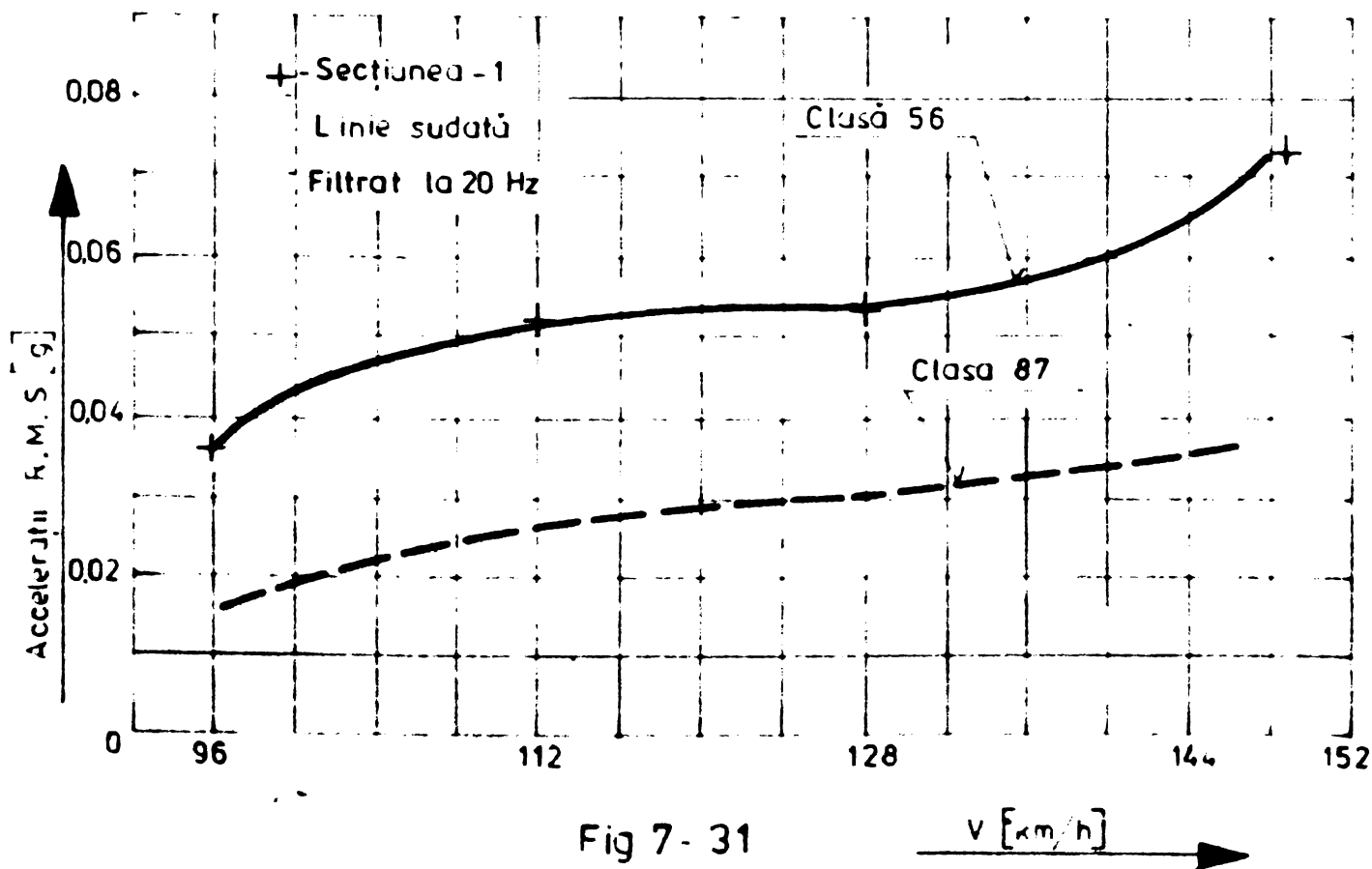


Fig 7-31  
Accelerațiile laterale cutie postul-2-podea.

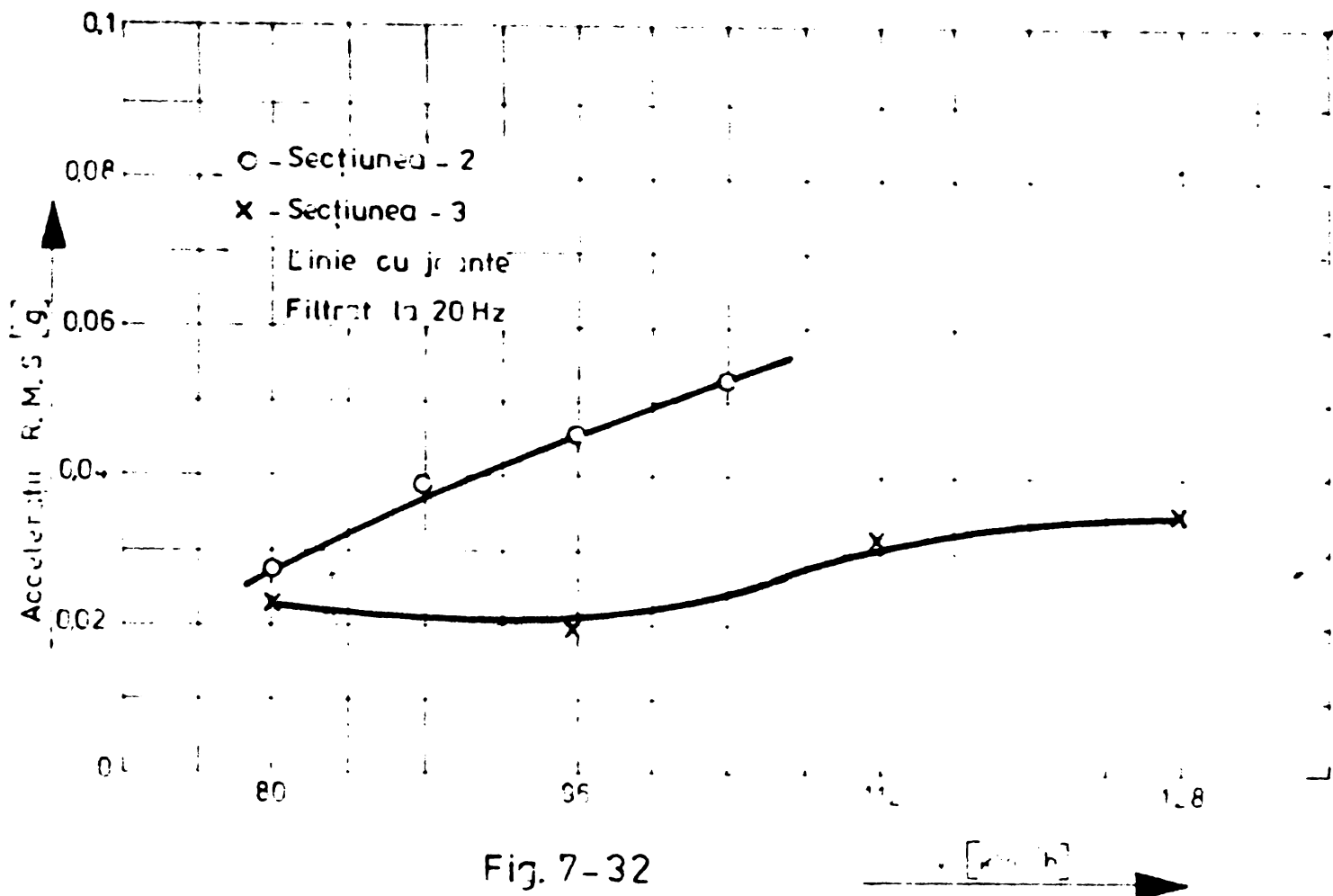


Fig. 7-32

Acceleratiile laterale podea cutie postul-1

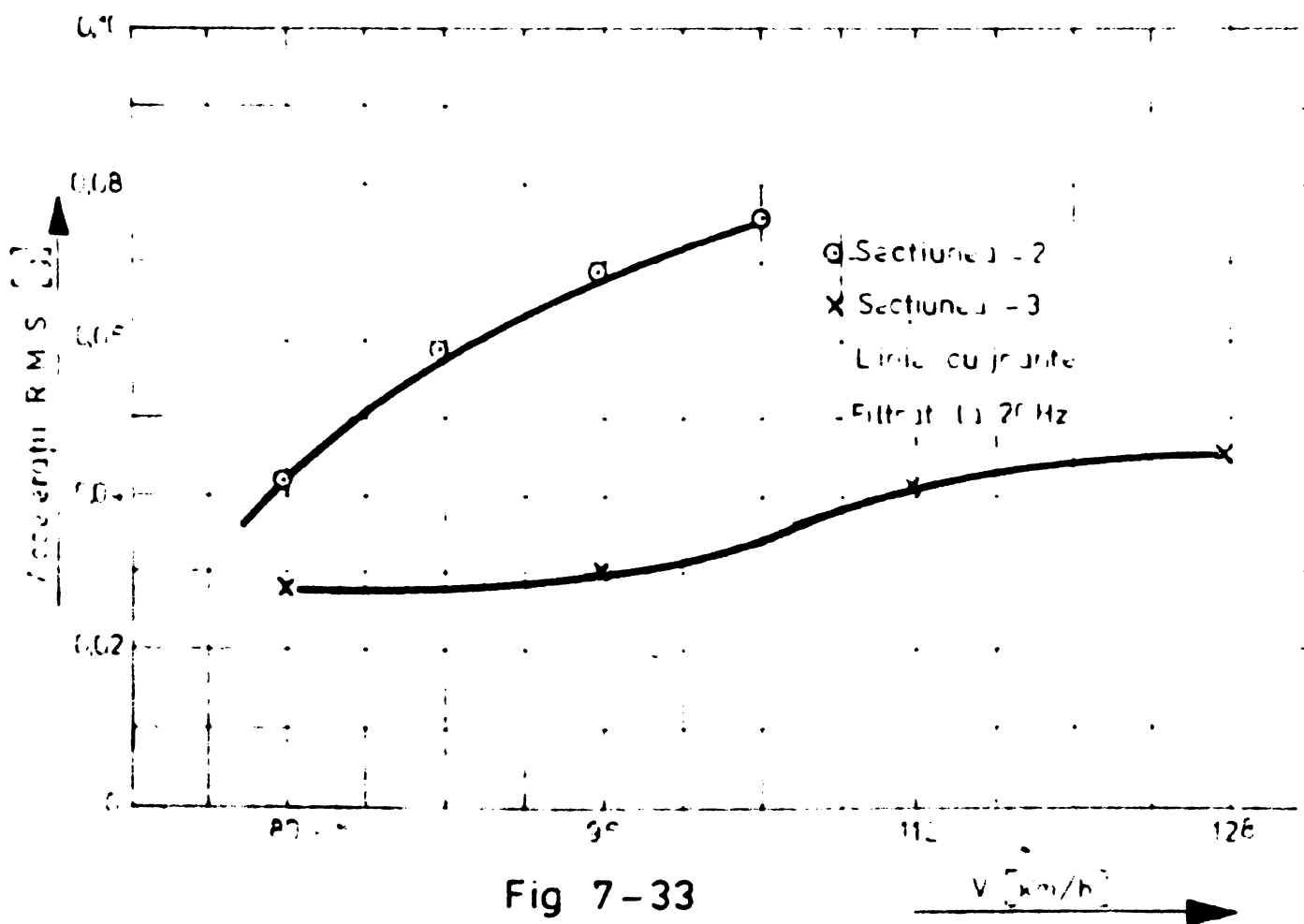


Fig. 7-33

Acceleratiile laterale cutie postul 2-podea



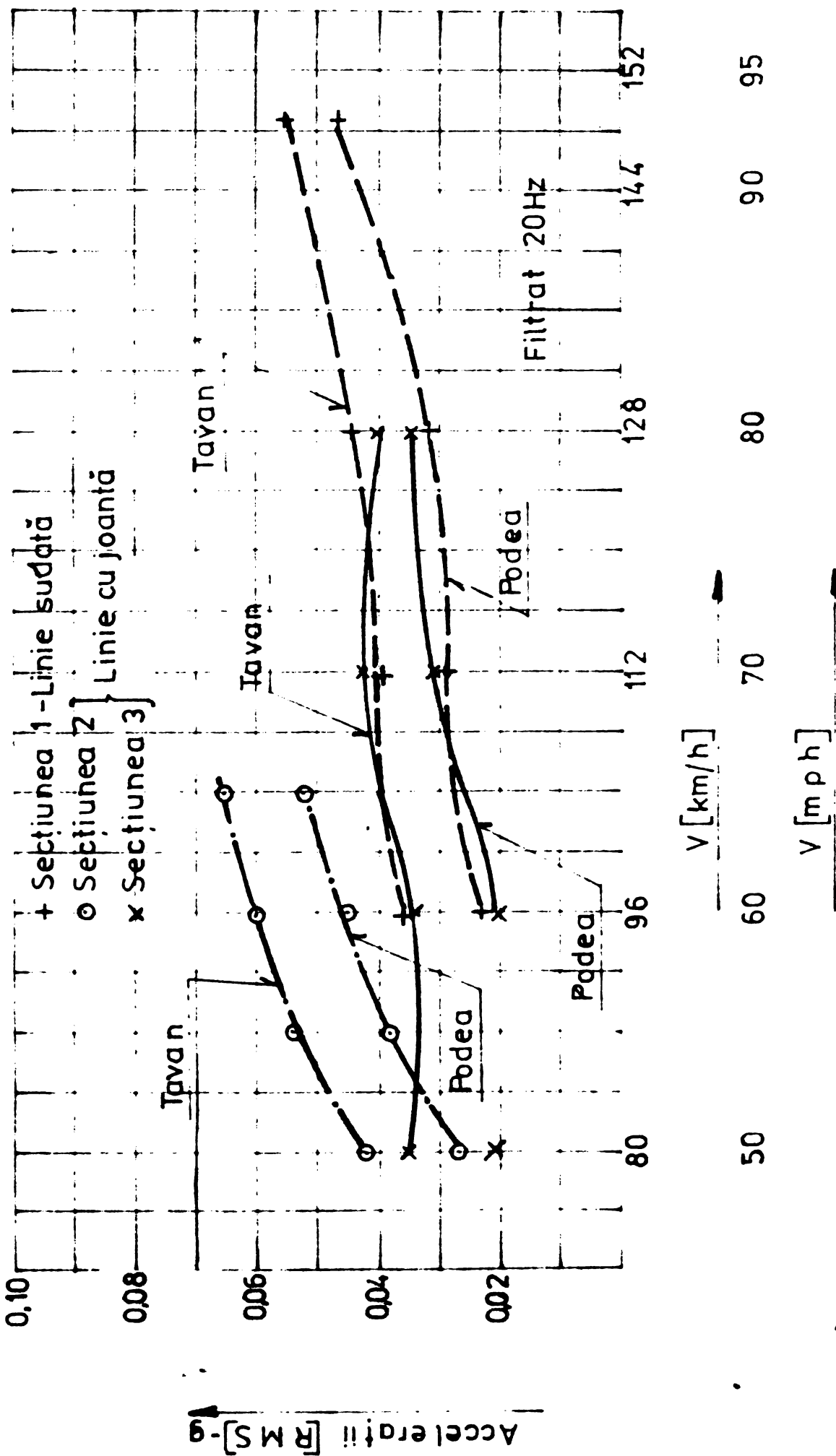


Fig 7 - 34

Comparatii între acceleratiile laterale cutie - tavan - podea

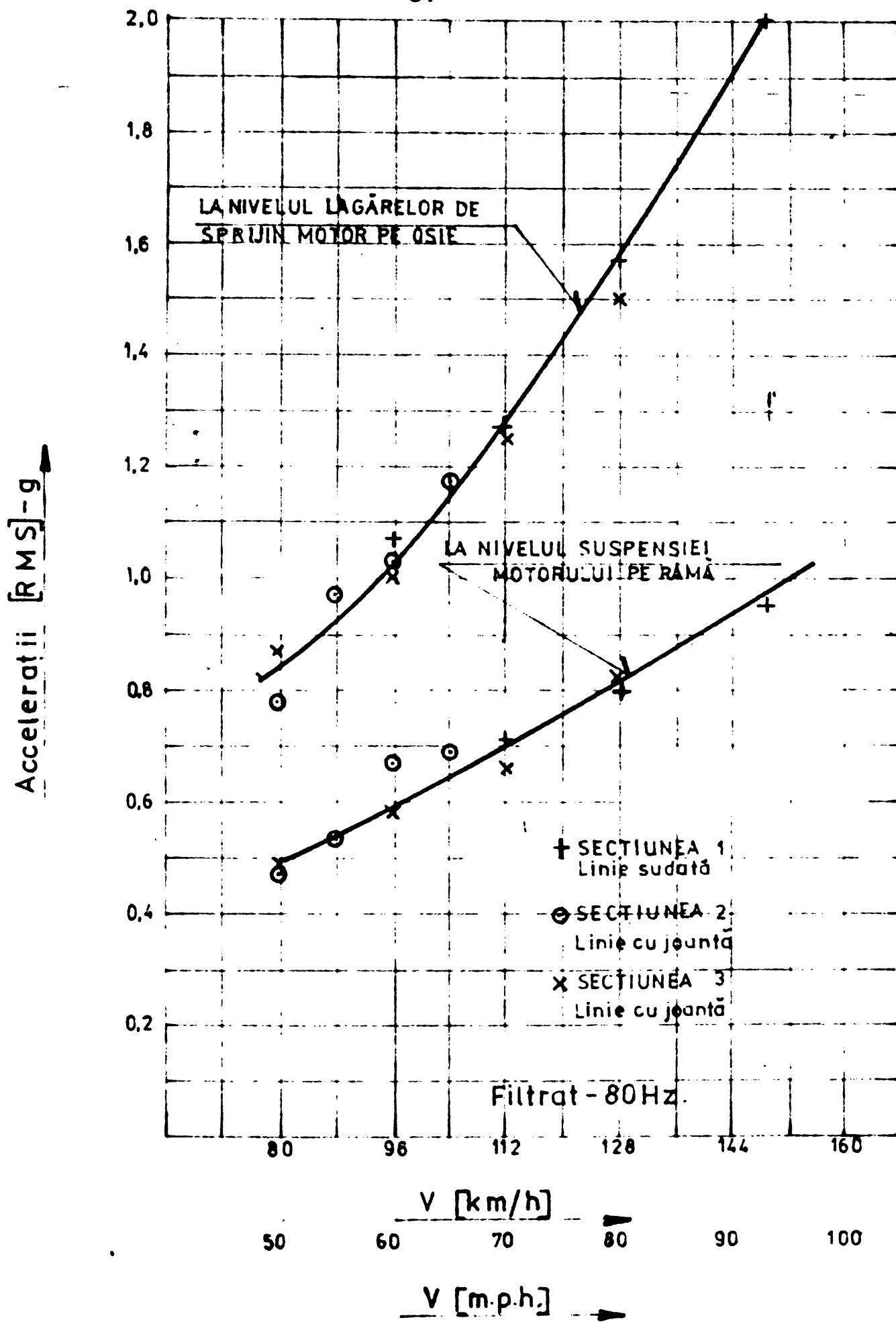


Fig. 7-35

Accelerațiile verticale la motorul de tracțiune

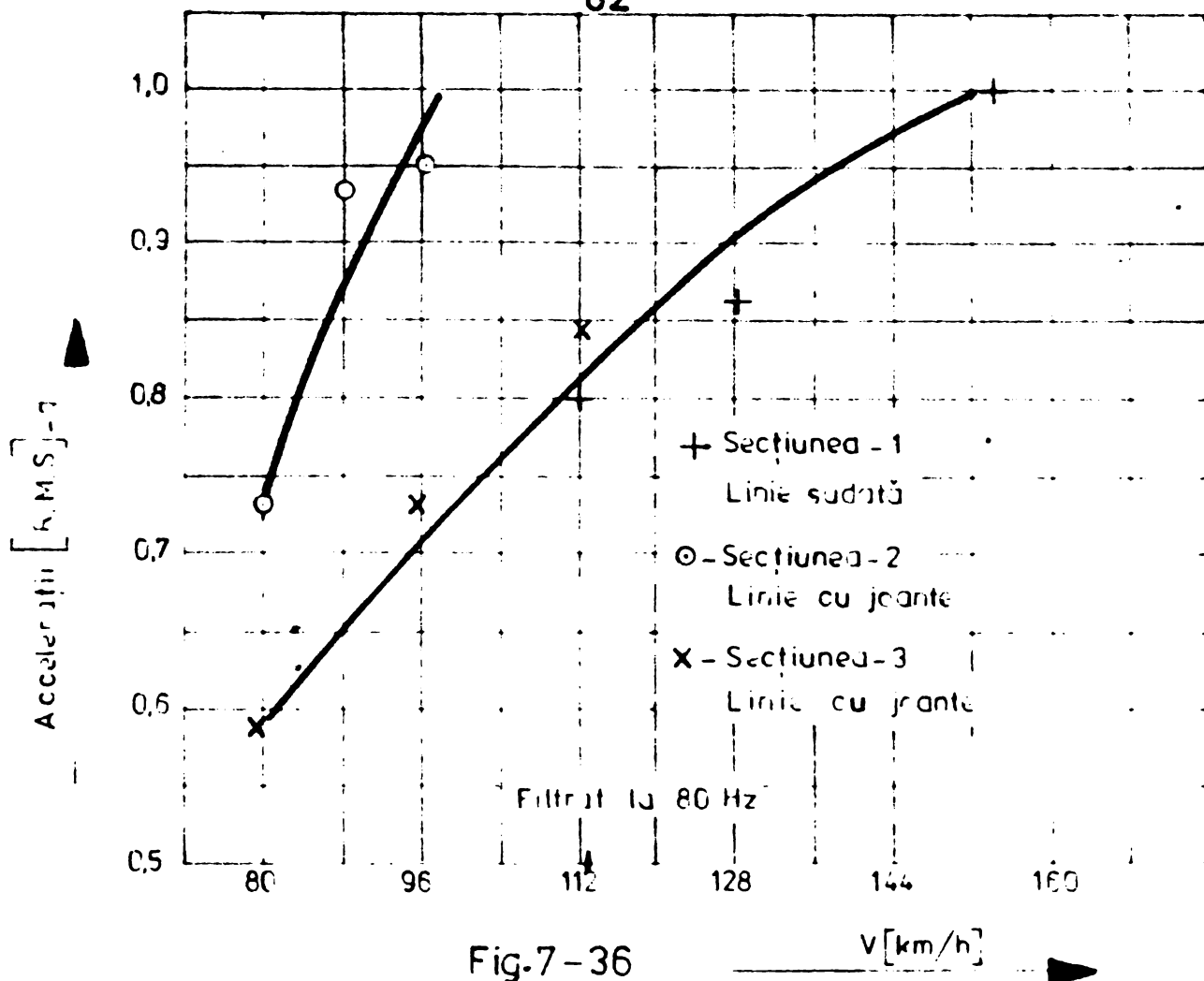


Fig. 7-36

Acceleratiile laterale pe rama boghiului

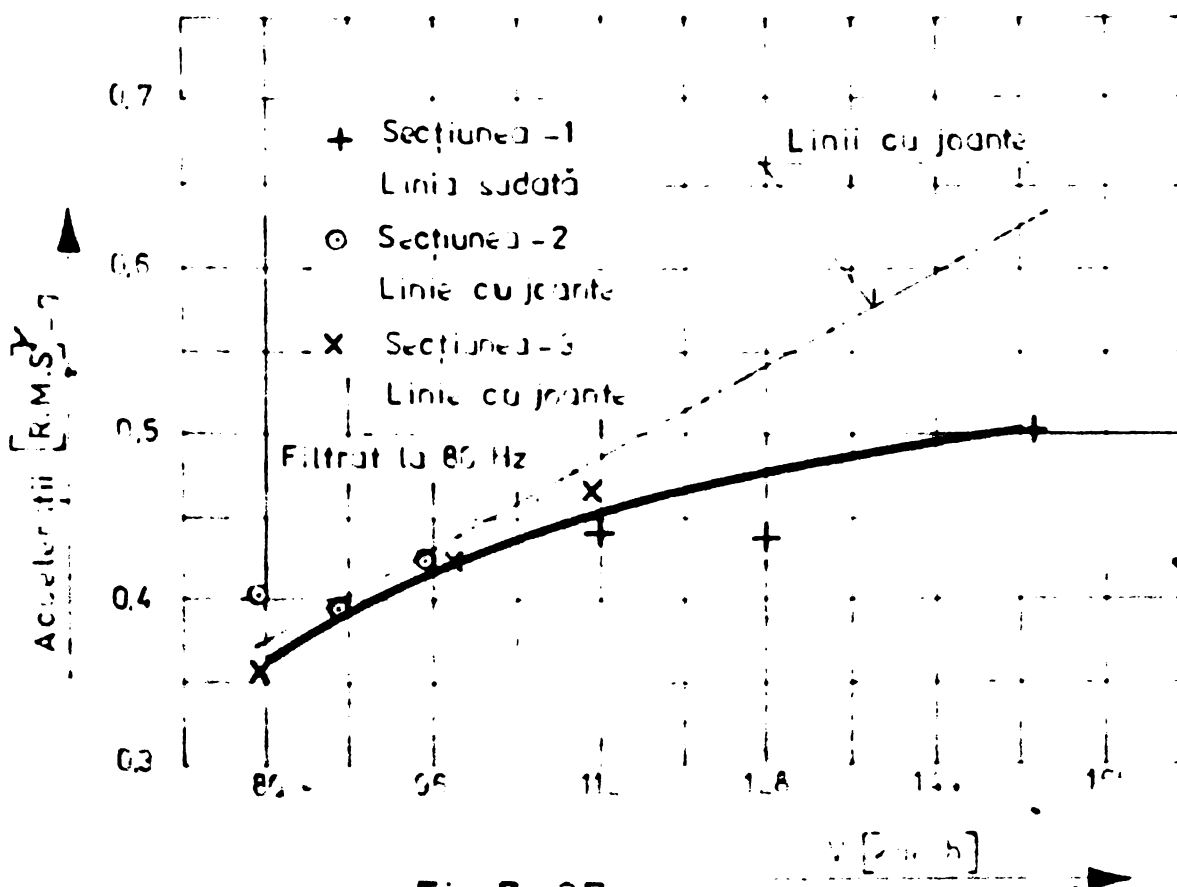


Fig. 7-37

Acceleratiile verticale pe rama boghiului

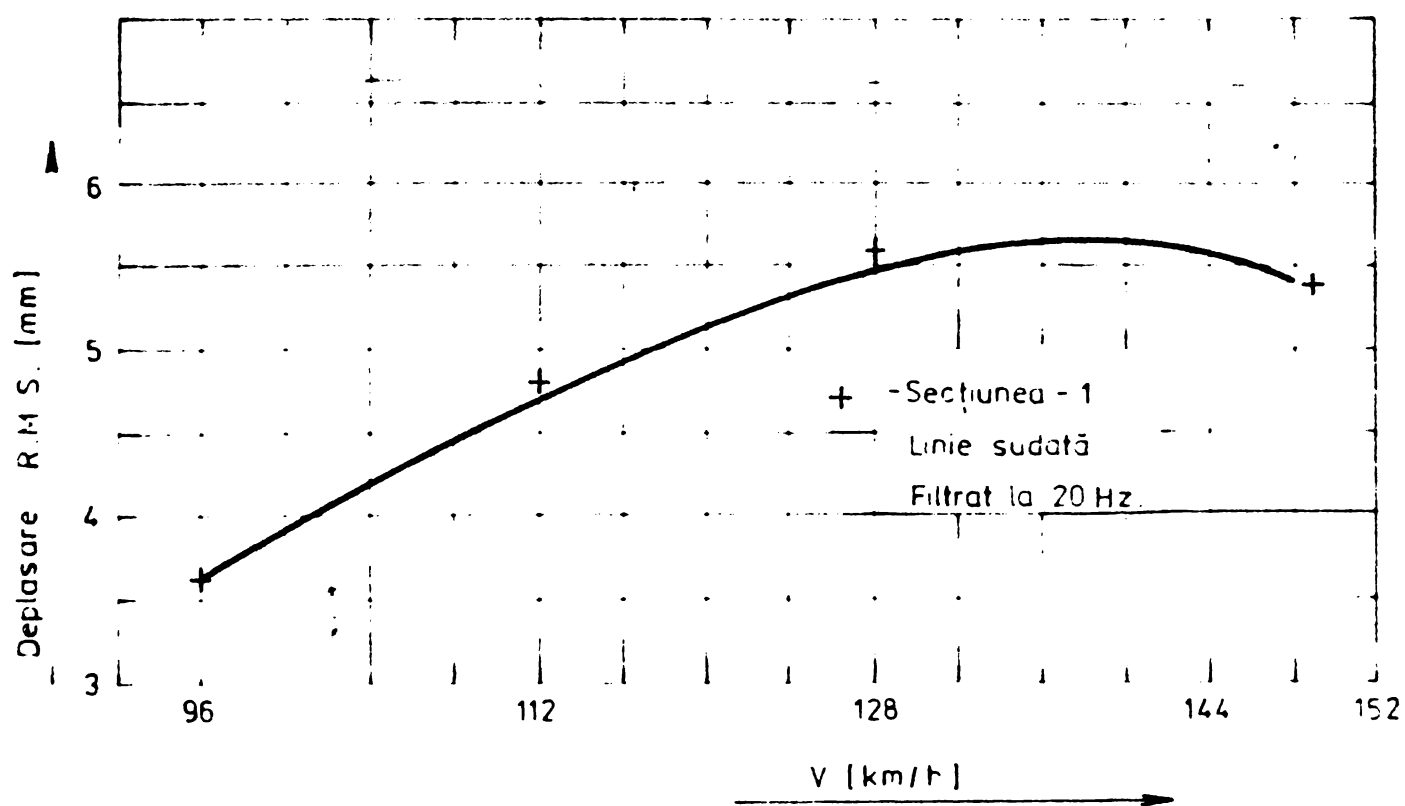


Fig. 7 - 38

Deplasare verticală relativă cutie boghiu postul - 1

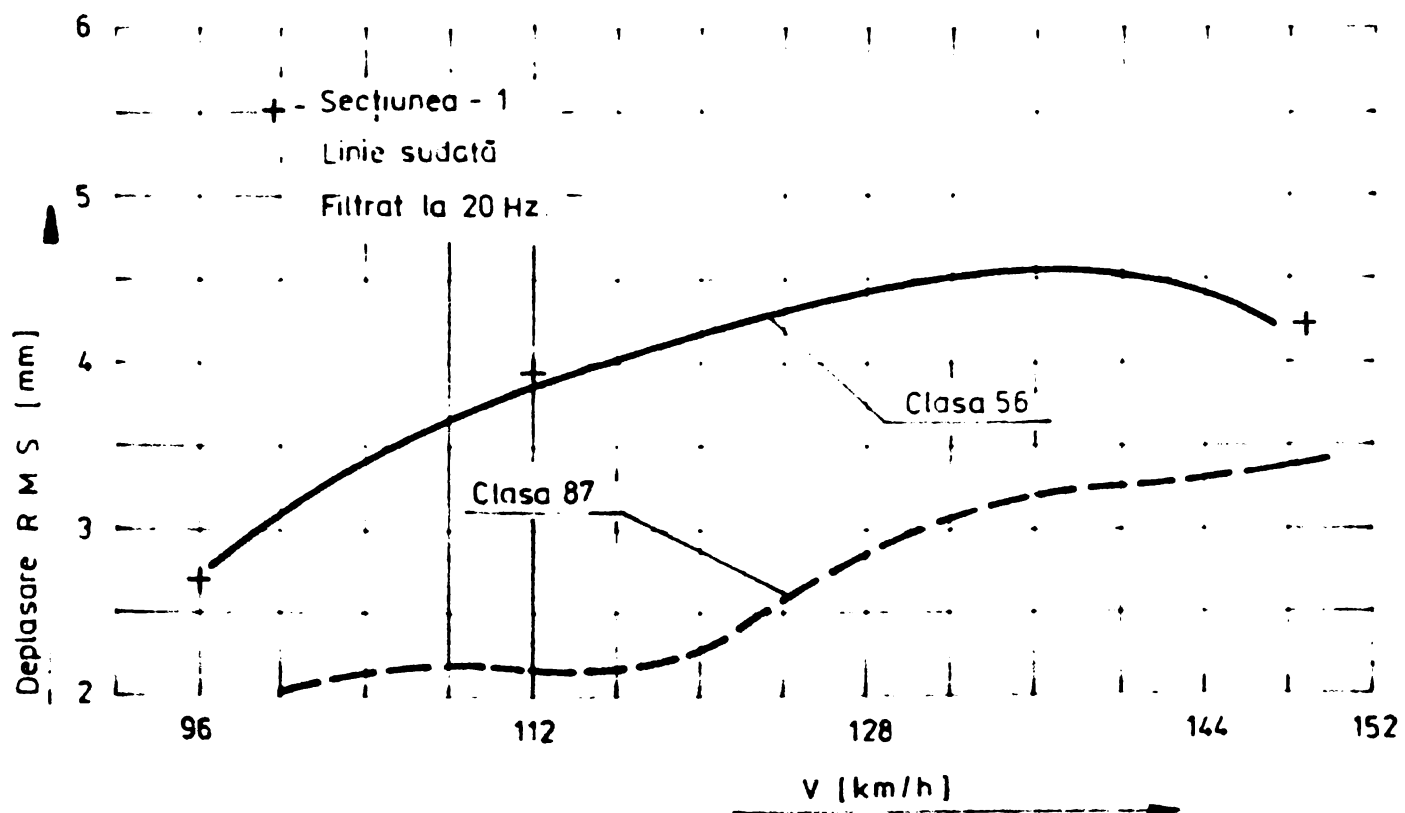


Fig. 7 - 39

Deplasare verticală relativă cutie boghiu postul - 2

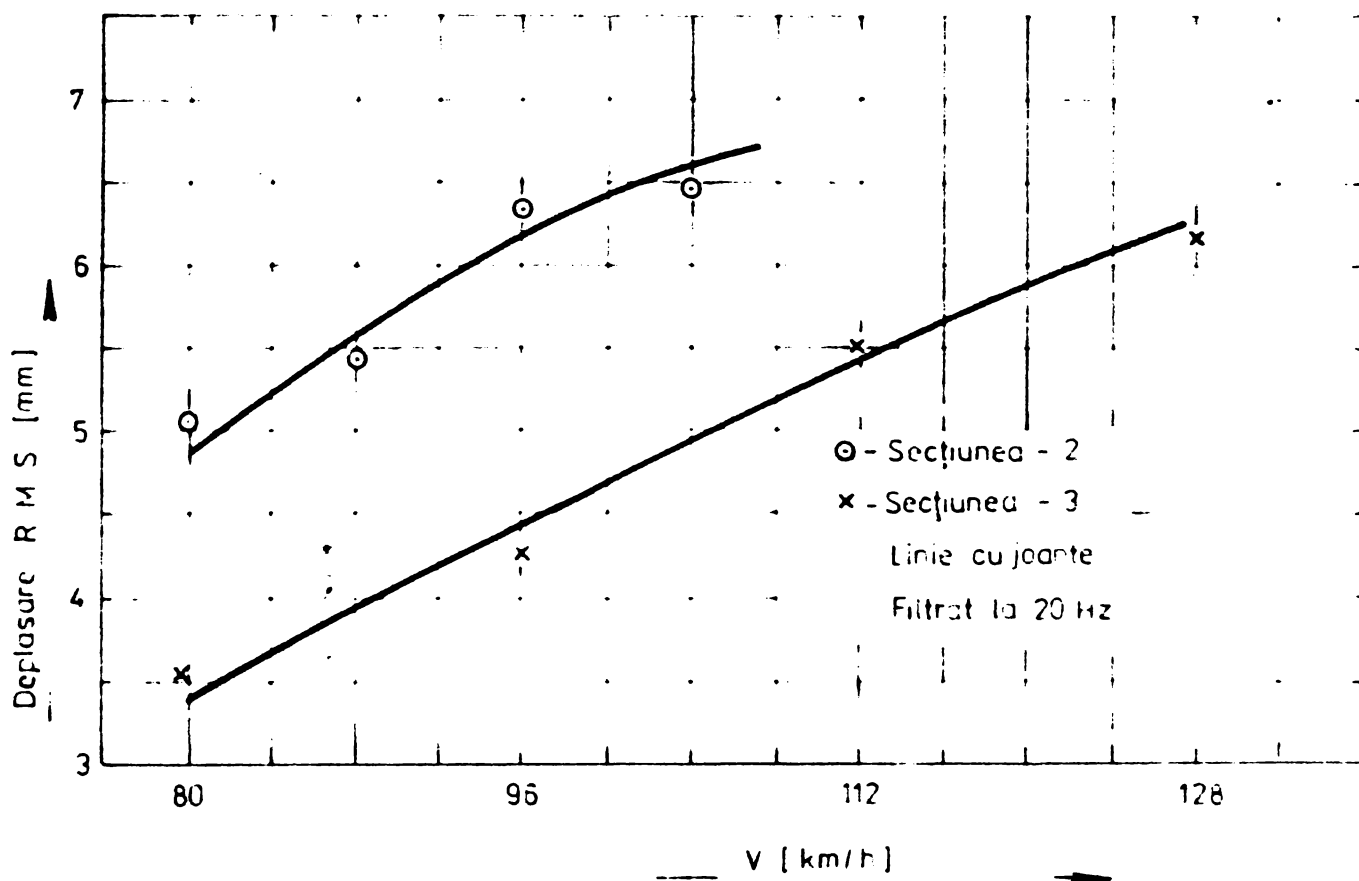


Fig. 7 - 40

Deplasare verticală relativă cutie boghiu postul - 1

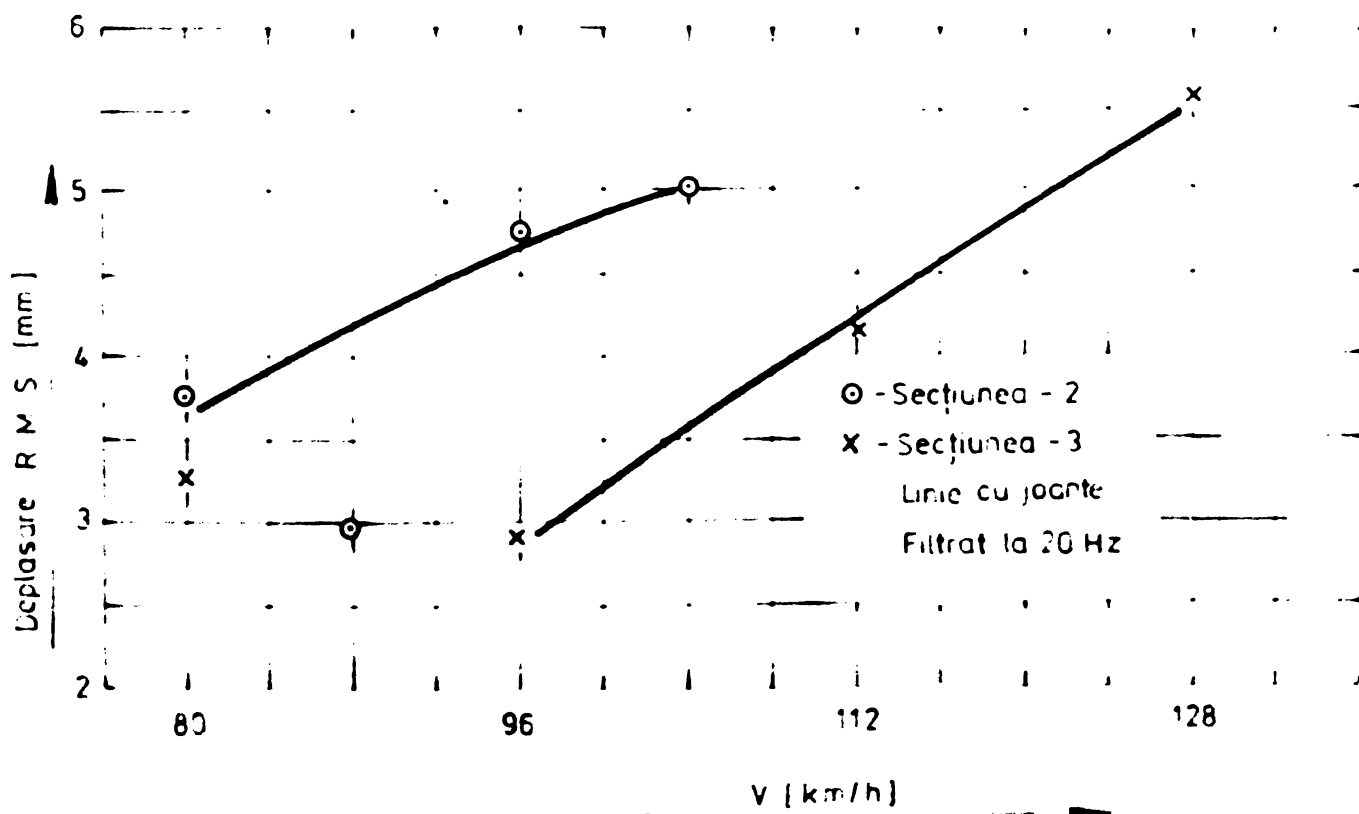


Fig. 7 - 41

Deplasare verticală relativă cutie boghiu postul - 2

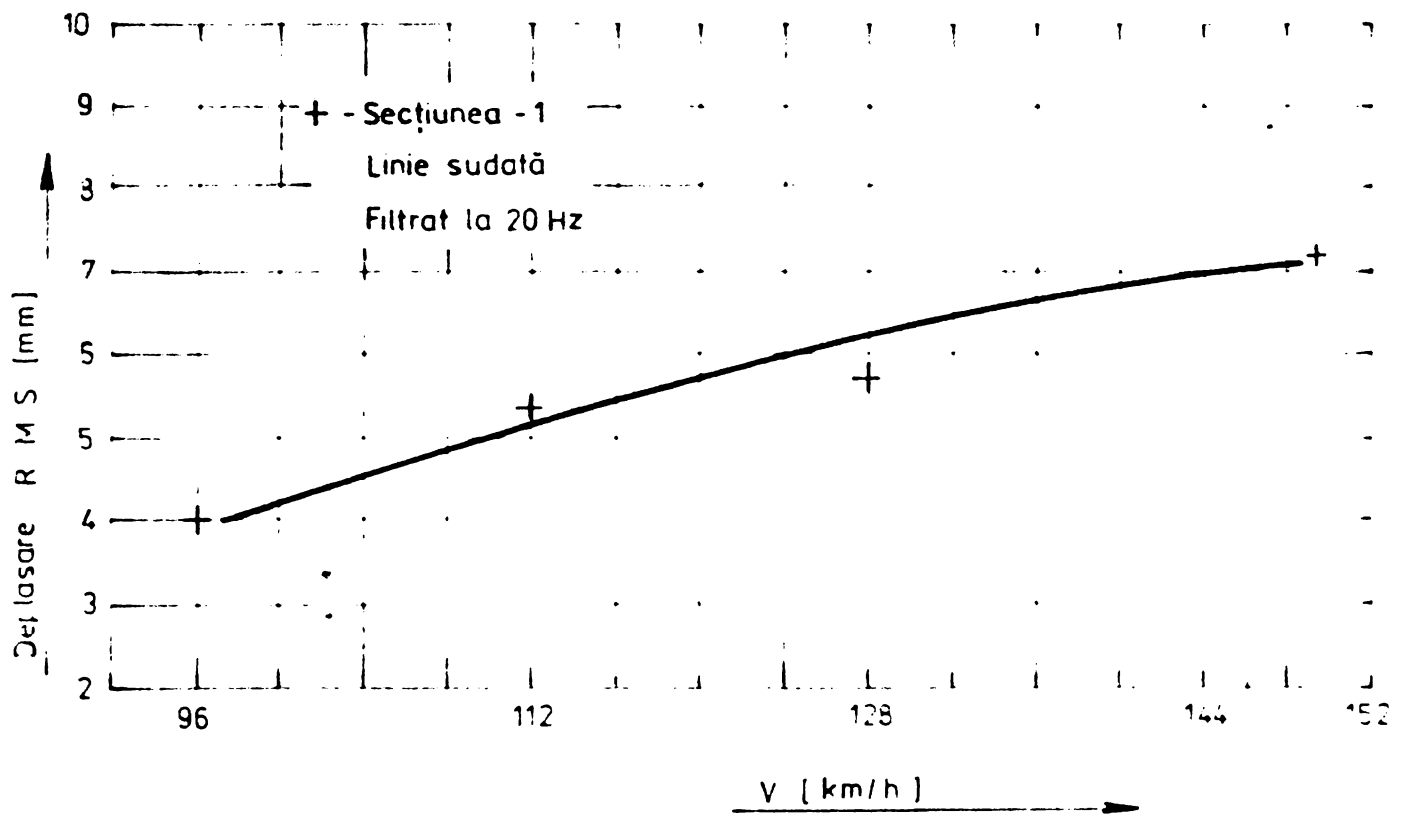


Fig. 7 - 42

Deplasare laterală relativă cutie boghiu postul -1

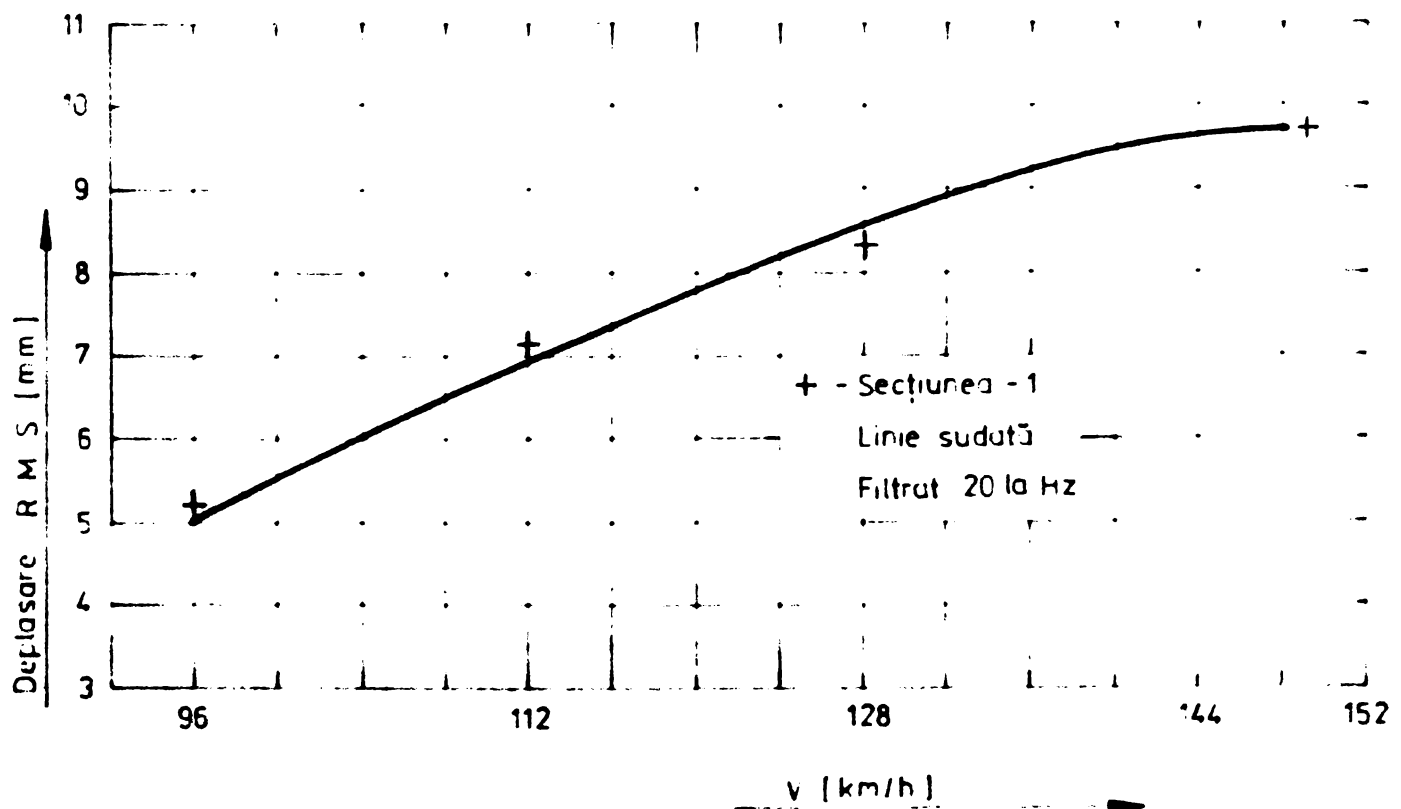


Fig. 7 - 43

Deplasare laterală relativă cutie boghiu postul - 2

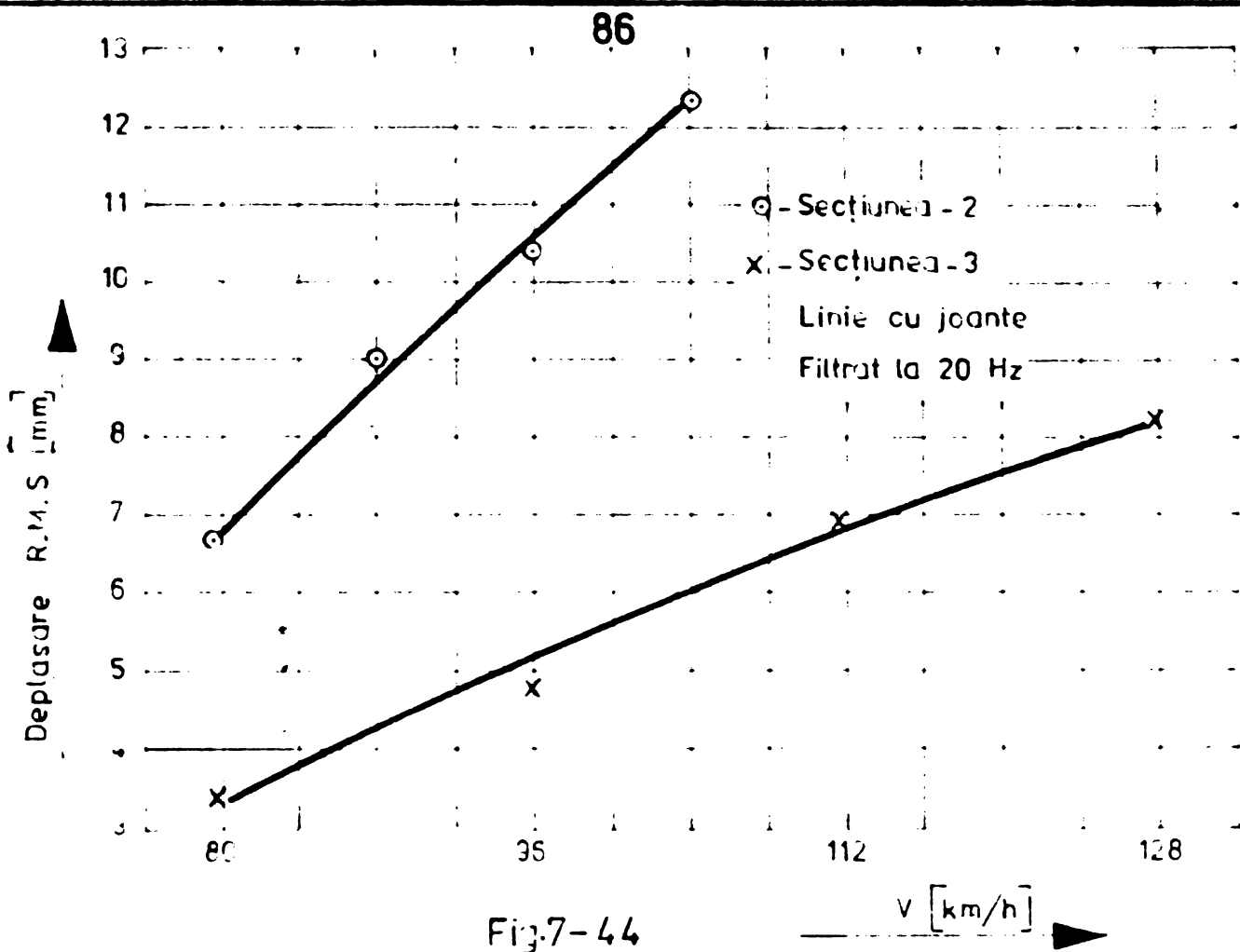


Fig. 7-44

Deplasare laterală relativă cutie boghiu postul-1

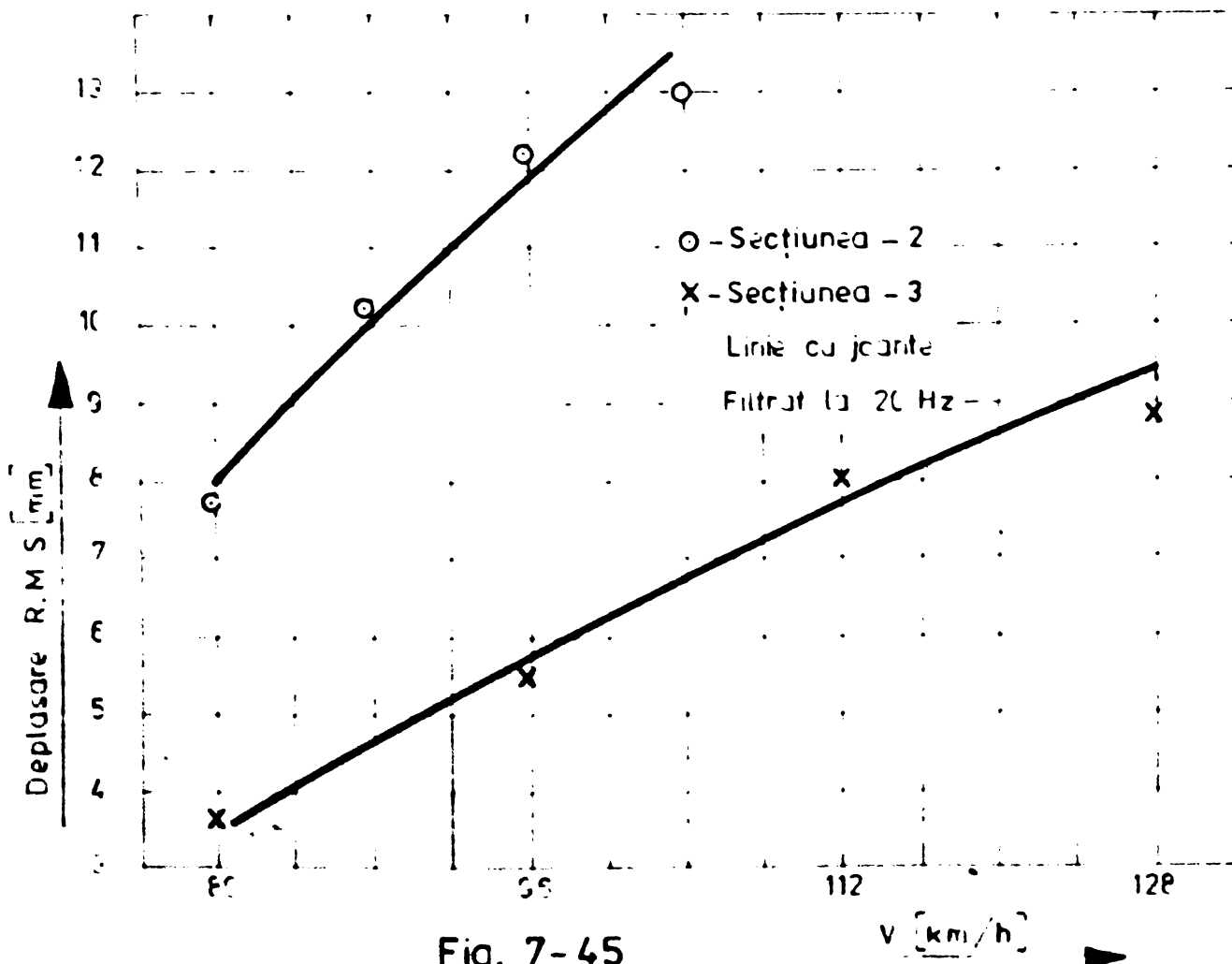


Fig. 7-45

Deplasare laterală relativă cutie boghiu postul-2

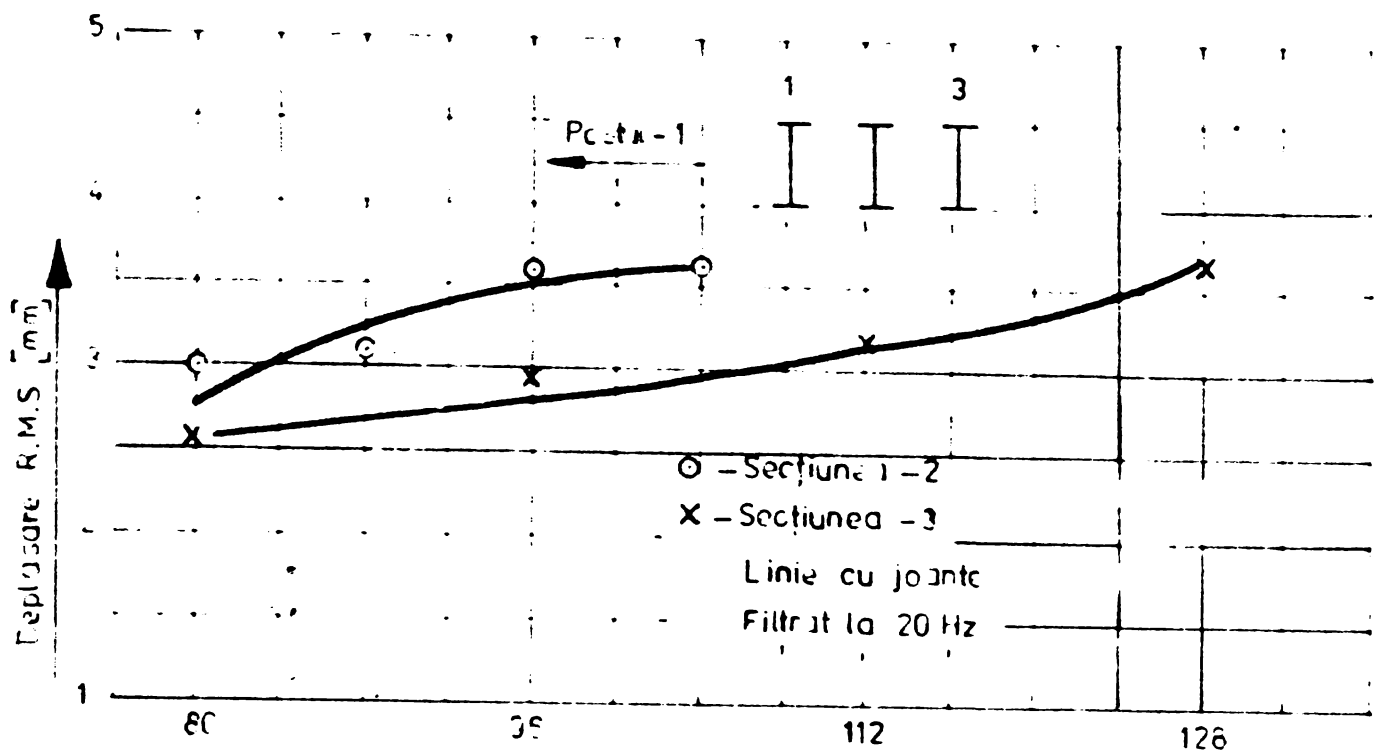


Fig. 7-46

$v$  [km/h]

Deplasarea relativă lagăr osie - ramă boghia roata -1

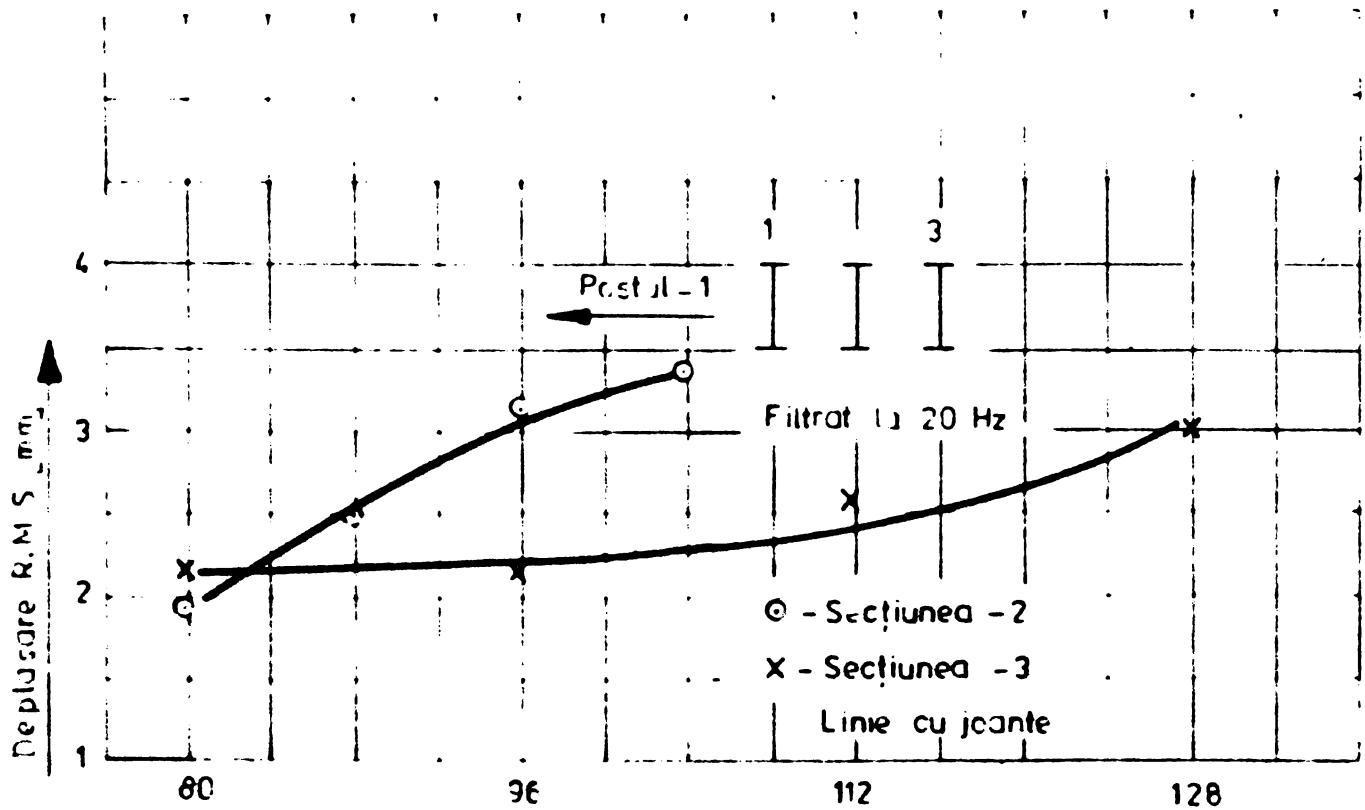


Fig. 7-47

$v$  [km/h]

Deplasarea relativă lagăr osie - ramă roata -3



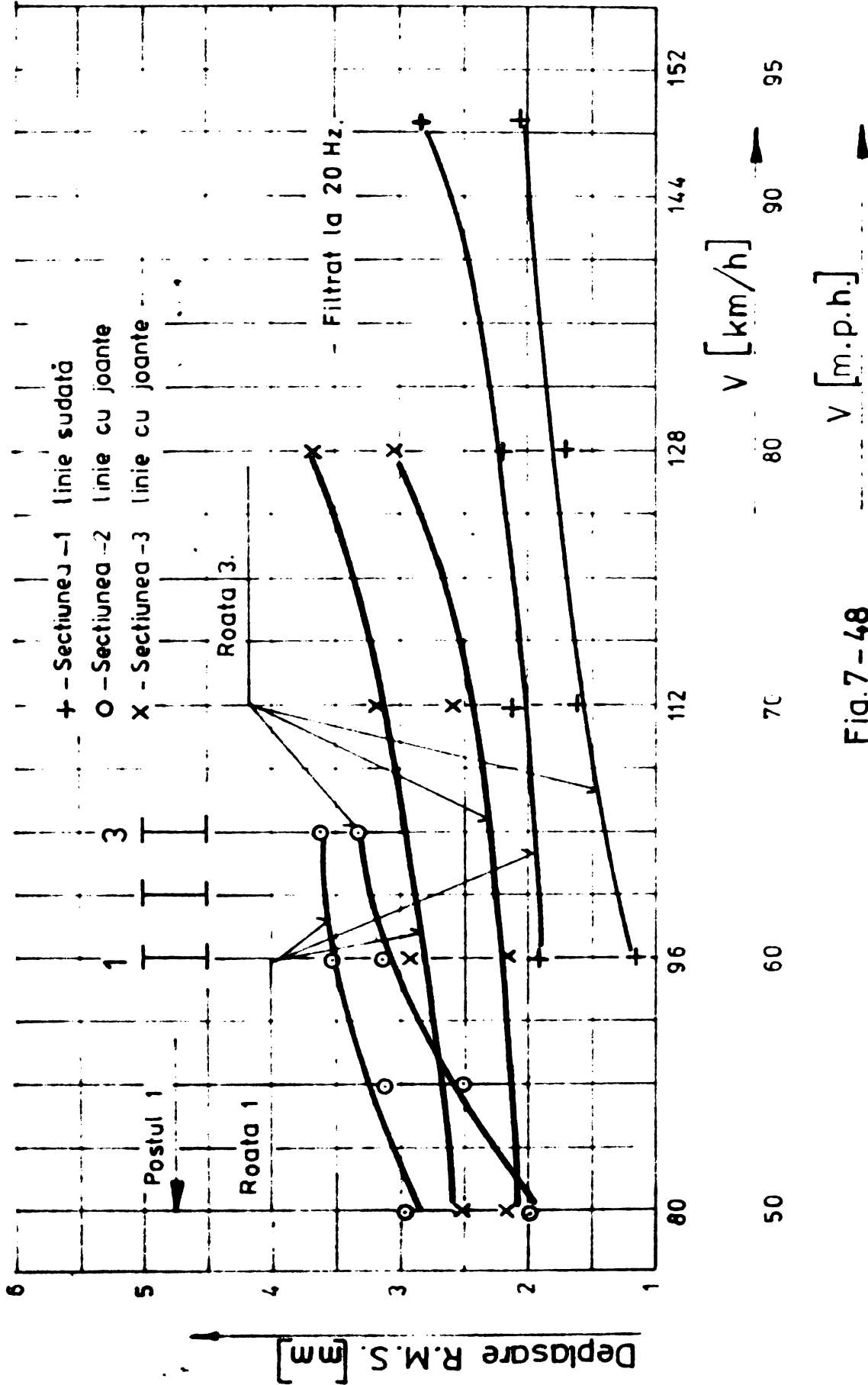


Fig. 7 - 48

Comparații între variația joc lagăr osie - ramă

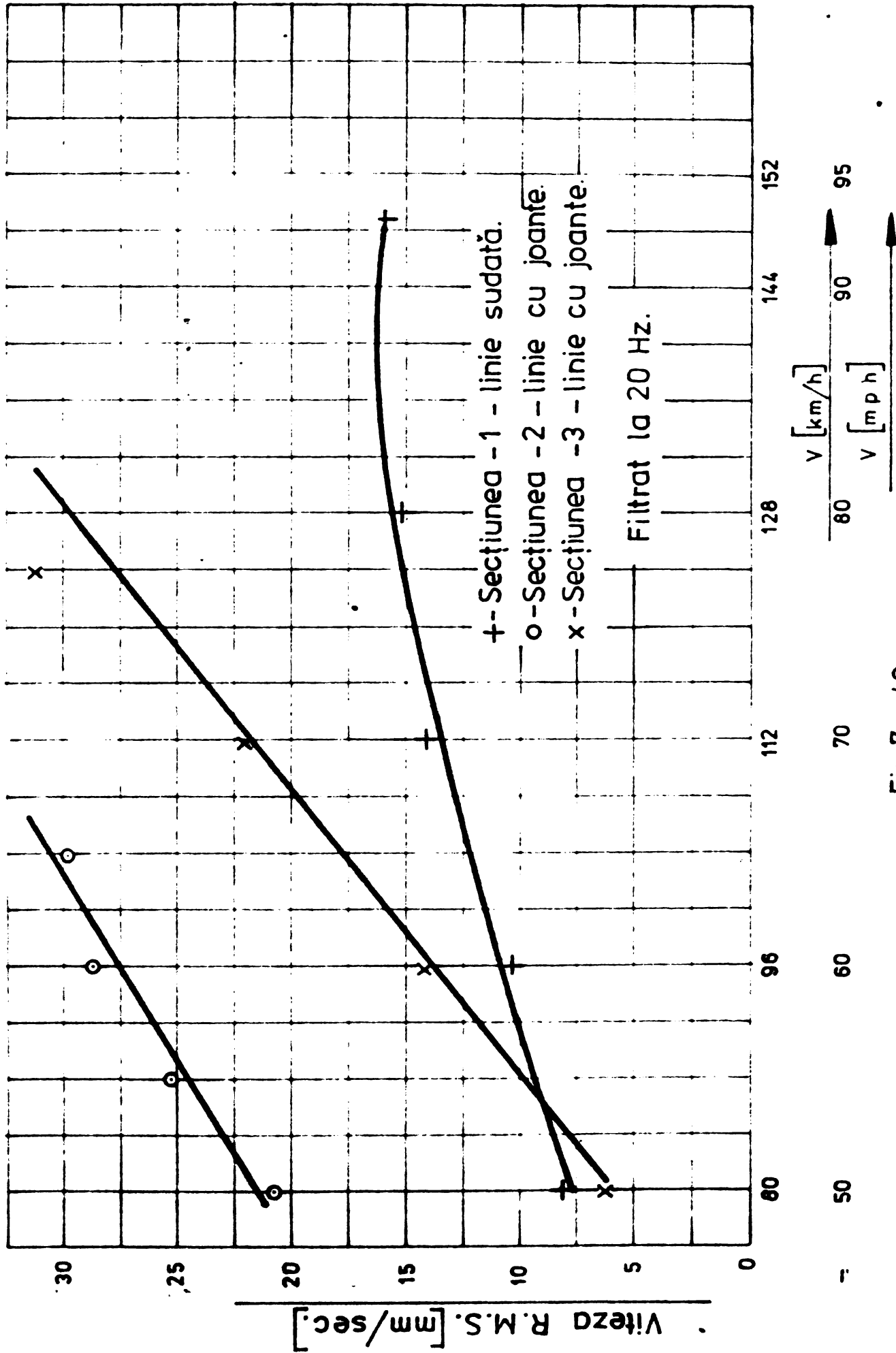


Fig. 7 - 49

Vitezele amortizoarelor hidraulice orizontale

**STABILIREA ECUATIILOR DE MISCARE IN PLAN ORIZONTAL****ALE BOGHIULUI PE TREI OSII**

Pentru stabilirea ecuațiilor de mișcare se pornește de la modelul mecanic reprezentat în fig.6.- 3.

**1. Energia cinetică a osiilor montate:**

$$Em_1c_1 = 1/2 m_1 \dot{x}_1^2 + 1/2 m_1 \dot{y}_1^2 + 1/2 I_{z_1} \dot{\psi}_1^2 \quad (C-1)$$

$$Em_2c_2 = 1/2 m_2 \dot{x}_2^2 + 1/2 m_2 \dot{y}_2^2 + 1/2 I_{z_2} \dot{\psi}_2^2 \quad (C-2)$$

$$Em_3c_3 = 1/2 m_3 \dot{x}_3^2 + 1/2 m_3 \dot{y}_3^2 + 1/2 I_{z_3} \dot{\psi}_3^2 \quad (C-3)$$

unde:

$m_1$  - masele osiilor montate

$x_1$  - deplasările în direcția axei „x”

$y_1$  - deplasările în direcția axei „y”

$I_{z_1}$  - momentul de inerție a osiei montate în jurul axei „z”

$\psi_1$  - rotirea în jurul axei „z”

**2. Energia potențială a osiilor montate**

Pentru stabilirea ecuațiilor energiilor potențiale se necesită în prealabil, determinarea deplasărilor:

**2.1. Deplasările transversale după axa „y”**

$$\Delta y_1 = Y_1 - (Y_b + a \cdot \psi_b) \quad (C-4)$$

$$\Delta y_2 = Y_2 - (Y_b - c \cdot \psi_b) \quad (C-5)$$

$$\Delta y_3 = Y_3 - (Y_b - b \cdot \psi_b) \quad (C-6)$$

**2.2. Deplasările unghiulare în jurul axei „z” a osiilor**

$$\Delta \psi_1 = (\psi_1 - \psi_b) \quad (C-7)$$

$$\Delta \psi_2 = (\psi_2 - \psi_b) \quad (C-8)$$

$$\Delta \psi_3 = (\psi_3 - \psi_b) \quad (C-9)$$

### 2.3. Energiile potențiale ale osiilor motoare

$$\left. \begin{aligned} E_{p_{y_1}} &= 1/2 K_y \cdot \Delta y_1^2 = 1/2 K_y [Y_1^2 - 2Y_1(Y_b + a \cdot \psi_b) + (Y_b + a \cdot \psi_b)^2] \\ E_{p_{\psi_1}} &= 1/2 K_{\psi} \cdot \Delta \psi_1^2 = 1/2 K_{\psi} (\psi_1^2 - 2\psi_1 \psi_b + \psi_b^2) \end{aligned} \right\} \text{(C-10)}$$

$$\left. \begin{aligned} E_{p_{y_2}} &= 1/2 K_y \cdot \Delta y_2^2 = 1/2 K_y [Y_2^2 - 2Y_2(Y_b - c \cdot \psi_b) + (Y_b - c \cdot \psi_b)^2] \\ E_{p_{\psi_2}} &= 1/2 K_{\psi} \cdot \Delta \psi_2^2 = 1/2 K_{\psi} (\psi_2^2 - 2\psi_2 \psi_b + \psi_b^2) \end{aligned} \right\} \text{(C-11)}$$

$$\left. \begin{aligned} E_{p_{y_3}} &= 1/2 K_y \cdot \Delta y_3^2 = 1/2 K_y [Y_3^2 - 2Y_3(Y_b - b \cdot \psi_b) + (Y_b - b \cdot \psi_b)^2] \\ E_{p_{\psi_3}} &= 1/2 K_{\psi} \Delta \psi_3^2 = 1/2 K_{\psi} (\psi_3^2 - 2\psi_3 \psi_b + \psi_b^2) \end{aligned} \right\} \text{(C-12)}$$

### 3. Ecuațiile de mișcare

În sistemul reprezentat de energia potențială de deplasare și rotație (C-10 ... C-12) și energia cinetică (C-1 ... C-3) aplicăm metoda Lagrange (6-4), în felul acesta se obțin ecuațiile mișcării și anume:

- Osia 1:

$$\begin{aligned} m_1 \ddot{y}_1 + k_y \cdot y_1 - k_y (y_b + a \cdot \psi_b) &= 0 \\ I_{z_1} \ddot{\psi}_1 + k_{\psi} \psi_1 - k_{\psi} \psi_b &= 0 \end{aligned} \quad \text{(C-13)}$$

- Osia 2:

$$\begin{aligned} m_2 \ddot{y}_2 + k_y \cdot y_2 - k_y (y_b - c \cdot \psi_b) &= 0 \\ I_{z_2} \ddot{\psi}_2 + k_{\psi} \psi_2 - k_{\psi} \psi_b &= 0 \end{aligned} \quad \text{(C-14)}$$

- Osia 3:

$$\begin{aligned} m_3 \ddot{y}_3 + k_y \cdot y_3 - k_y (y_b - b \cdot \psi_b) &= 0 \\ I_{z_3} \ddot{\psi}_3 + k_{\psi} \psi_3 - k_{\psi} \psi_b &= 0 \end{aligned} \quad \text{(C-15)}$$

Masele suspendate ale boghiului:

$$m_b \ddot{y}_b + 3k_y \cdot y_b + k_{y_b} \cdot y_b - k_y (y_1 + y_2 + y_3) + k_y (a \cdot \psi_b - c \cdot \psi_b - b \cdot \psi_b) = 0$$

$$Iz_b \ddot{\Psi}_b + ky(a^2 + b^2 + c^2)\Psi_b + 3K_\Psi \Psi_b - K_\Psi(\Psi_1 + \Psi_2 + \Psi_3) + ky(a - c - b)y_b + ky(y_3 b + y_2 c - y_1 a) + k_{\Psi b} \Psi_b = 0 \quad (C-16)$$

Grupul de relații (C-13 ... C-16) reprezintă ecuațiile omogene ale mișcării boghiului în plan orizontal cu luarea în considerare a suspensiei secundare.

Forțele rezultate din ecuațiile mișcării sînt echilibrate de forțele de pseudoalunecare a căror formă au fost stabilite în capitolul 3.

Pentru fiecare osie în parte forțele de pseudoalunecare au valorile, cu includerea și a caracteristicii gravitaționale.

- Osia 1:

$$Q_{1y} = -2fy \left( \frac{\dot{y}_1}{V} - \Psi_1 \right) - \frac{Q}{l_0} \varepsilon \cdot y_1 \quad (C-17)$$

$$Q_{1\Psi} = -2fx \left( \frac{\lambda \cdot l_0}{r_0} y_1 + \frac{l_0^2 \cdot \dot{\Psi}_1}{V} \right) \quad (C-18)$$

- Osia 2:

$$Q_{2y} = -2fy \left( \frac{\dot{y}_2}{V} - \Psi_2 \right) - \frac{Q}{l_0} \varepsilon \cdot y_2 \quad (C-19)$$

$$Q_{2\Psi} = -2fx \left( \frac{\lambda \cdot l_0}{r_0} y_2 + \frac{l_0^2 \cdot \dot{\Psi}_2}{V} \right) \quad (C-20)$$

- Osia 3:

$$Q_{3y} = -2fy \left( \frac{\dot{y}_3}{V} - \Psi_3 \right) - \frac{Q}{l_0} \varepsilon \cdot y_3 \quad (C-21)$$

$$Q_{3\Psi} = -2fx \left( \frac{\lambda \cdot l_0}{r_0} y_3 + \frac{l_0^2 \cdot \dot{\Psi}_3}{V} \right) \quad (C-22)$$

Tinînd seama că  $m_1 = m_2 = m_3 = m$ ;  $I_{s_1} = I_{s_2} = I_{s_3} = I_s$  se poate trece la stabilirea sistemului general al ecuațiilor de mișcare folosind relațiile deja stabilite (C-13 ... C-22).

$$m\ddot{y}_1 + \frac{2fy}{V} \dot{y}_1 + \left( ky + \frac{Q}{l_0} \varepsilon \right) y_1 - 2fy\Psi_1 - ky \cdot y_b - ky \cdot a \cdot \Psi_b = 0$$

$$I\ddot{\Psi}_1 + \frac{2fx \cdot l_0^2}{V} \dot{\Psi}_1 + K_\Psi \Psi_1 - K_\Psi \Psi_b + 2fx \frac{\lambda \cdot l_0}{r_0} y_1 = 0$$

$$m\ddot{y}_2 + \frac{2fy}{V} \dot{y}_2 + \left( ky + \frac{Q}{l_0} \varepsilon \right) y_2 - 2fy\Psi_2 - ky \cdot y_b + ky \cdot c \cdot \Psi_b = 0$$

$$I\ddot{\Psi}_2 + \frac{2fx \cdot l_0^2}{V} \dot{\Psi}_2 + K_\Psi \Psi_2 - K_\Psi \Psi_b + 2fx \frac{\lambda \cdot l_0}{r_0} y_2 = 0 \quad (C-23)$$

$$m\ddot{y}_3 + \frac{2fy}{V}\dot{y}_3 + \left(ky + \frac{Q}{l_0}\varepsilon\right)y_3 - 2fy\psi_3 - ky \cdot y_b + ky \cdot b \cdot \psi_b = 0$$

$$I\ddot{\psi}_3 + \frac{2fx \cdot l_0^2}{V}\dot{\psi}_3 + K_\psi\psi_3 - K_\psi\psi_b + 2fx \frac{\lambda \cdot l_0}{r_0}y_3 = 0$$

$$m_b\ddot{y}_b + 3Ky \cdot y_b + ky_b \cdot y_b - ky(y_1 + y_2 + y_3) + ky(a \cdot \psi_b - c \cdot \psi_b - b \cdot \psi_b) = 0$$

$$Iz_b\ddot{\psi}_b + ky(a^2 + b^2 + c^2)\psi_b + 3K_\psi\psi_b - K_\psi(\psi_1 + \psi_2 + \psi_3) + ky(a - c - b)y_b + \\ + ky(y_3 \cdot b + y_2 \cdot c + y_1 \cdot a) + k_{\psi_b}\psi_b = 0 \quad (C-23)$$

In grupul de ecuații (C-23) admitem soluții de forma:

$$y_i = Y_i \cdot e^{p \cdot t}; \quad \psi_i = \psi_i \cdot e^{p \cdot t} \quad (C-24)$$

Cu notațiile (C-24) grupul de ecuații (C-23) se transformă într-un sistem de ecuații, avînd ca necunoscute mărimile fundamentale „p” și mărimile  $Y_i$ ;  $\psi_i$ :

$$\left[mp^2 + \frac{2fy}{V}p + \left(ky + \frac{Q}{l_0}\varepsilon\right)\right]Y_1 - 2fy\psi_1 - ky \cdot Y_b - ky \cdot a \cdot \psi_b = 0$$

$$\left[I \cdot p^2 + \frac{2fx \cdot l_0^2}{V}p + k_\psi\right]\psi_1 - K_\psi\psi_b + 2fx \frac{\lambda \cdot l_0}{r_0}Y_1 = 0$$

$$\left[mp^2 + \frac{2fy}{V}p + \left(ky + \frac{Q}{l_0}\varepsilon\right)\right]Y_2 - 2fy\psi_2 - ky \cdot Y_b + ky \cdot c \cdot \psi_b = 0$$

$$\left[I \cdot p^2 + \frac{2fx \cdot l_0^2}{V}p + k_\psi\right]\psi_2 - K_\psi\psi_b + 2fx \frac{\lambda \cdot l_0}{r_0}Y_2 = 0 \quad (C-25)$$

$$\left[mp^2 + \frac{2fy}{V}p + \left(ky + \frac{Q}{l_0}\varepsilon\right)\right]Y_3 - 2fy\psi_3 - ky \cdot Y_b + ky \cdot b \cdot \psi_b = 0$$

$$\left[I \cdot p^2 + \frac{2fx \cdot l_0^2}{V}p + k_\psi\right]\psi_3 - K_\psi\psi_b + 2fx \frac{\lambda \cdot l_0}{r_0}Y_3 = 0$$

$$(m_b p^2 + 3Ky + ky_b)Y_b - ky \cdot Y_1 - ky \cdot Y_2 - ky \cdot Y_3 + ky \cdot a \cdot \psi_b - ky \cdot c \cdot \psi_b - ky \cdot b \cdot \psi_b = 0$$

$$\left[Iz_b p^2 + ky(a^2 + b^2 + c^2) + 3K_\psi + k_{\psi_b}\right]\psi_b - k_\psi\psi_1 - k_\psi\psi_2 - k_\psi\psi_3 + ky(a - c - b)Y_b + \\ + ky \cdot b \cdot Y_3 + ky \cdot c \cdot Y_2 - ky \cdot a \cdot Y_1 = 0$$

In sistemul de ecuații (C-25) se fac următoarele notații:

$$\alpha = \frac{\lambda \cdot l_0}{r_0}; \quad n_1 = \frac{2fy}{V}; \quad n_2 = \frac{2fx}{V}; \quad n_3 = ky; \quad n_4 = 2fy;$$

$$n_5 = \frac{Q}{l_0} \varepsilon ; n_6 = k\psi ; n_7 = 2fx ; n_8 = n_3 = ky ; n_9 = n_6 = k\psi ;$$

$$n_{10} = n_8 = n_3 = ky ; n_{11} = kyb ; n_{12} = k\psi b ;$$

Pentru ca sistemul de ecuații (C-25) să admită și alte soluții în afara celor banale, este necesar ca determinantul Lagrange a sistemului să fie egal cu zero.

$mp^2 + n_1 p + n_3 + n_5$	$-n_4$	0	0	0	0	$-n_3$	$-a \cdot n_3$	$Y_1$
$\infty n_7$	$lp^2 + n_2 l^2 p + n_6$	0	0	0	0	0	$-n_6$	$\psi_1$
0	0	$mp^2 + n_1 p + n_3 + n_5$	$-n_4$	0	0	$-n_3$	$n_3 c$	$Y_2$
0	0	$\infty n_7$	$lp^2 + n_2 l^2 p + n_6$	0	0	0	$-n_6$	$\psi_2$
0	0	0	0	$mp^2 + n_1 p + n_3 + n_5$	$-n_4$	$-n_3$	$n_3 b$	$Y_3$
0	0	0	0	$\infty n_7$	$lp^2 + n_2 l^2 p + n_6$	0	$-n_6$	$\psi_3$
$-n_3$	0	$-n_3$	0	$-n_3$	0	$mp^2 + 3n_3 + n_{11}$	$n_3(a-c-b)$	$Y_b$
$-n_3 a$	$-n_6$	$n_3 c$	$-n_6$	$n_3 b$	$-n_6$	$n_3(a-c-b)$	$l_2 b p^2 + n_3(a^2 + b^2 + c^2) + 3n_6 + n_{12}$	$\psi_b$

(C-26)