

INGINERIE AGRARĂ ȘI TRANSPORT AUTO

CZU: 621.311.019.3.(478)

CALCULUL INDICATORILOR DE FIABILITATE A SISTEMELOR DE DISTRIBUȚIE A ENERGIEI ELECTRICE DIN REPUBLICA MOLDOVA

F. ERHAN, V. POPESCU

Universitatea Agrară de Stat din Moldova

Abstract. Electric distribution systems are the most overspread systems. The level of their operation depends on the influence of external and internal factors. In the very system the key-problem is connected with the reliability of the electric energy distribution system and consumer supply. That's why this paper is concerned with the calculation of reliability of the electric distribution systems in the Republic of Moldova.

Key words: Electric distribution system, Electric power systems, External and internal factors, Functional reliability, Methods of calculation, Probabilistic character.

INTRODUCERE

Sistemele de distribuție a energiei electrice sînt o parte componentă a sistemelor electroenergetice și de modul de funcționare a lor depinde înregul proces de alimentare cu energie electrică a tuturor consumatorilor.

Funcționarea sistemelor de distribuție este însoțită de multe probleme dintre care cea mai importantă este cea a fiabilității acestora, care la etapa actuală constituie problema cheie în dezvoltarea electroenergeticii (F. Erhan, 2009).

Determinarea nivelului de fiabilitate constituie un proces absolut necesar, care poate fi atît de prognoză, cît și de calcul real în procesul de exploatare a sistemelor respective (F. Erhan, V. Popescu, 2011). Procesul de analiză și calcul a fiabilității sistemelor de distribuție se efectuează prin intermediul indicatorilor de fiabilitate. Determinarea acestor indicatori pentru sistemele actuale, este o problemă destul de dificilă, datorită faptului că, la moment aceste sisteme sînt foarte compuse (G. Frind, J. Rich, 1974).

Pentru a simplifica modul de calcul, indicatorii de fiabilitate ai sistemelor complexe pot fi determinați în baza descompunerii lor în subsisteme, însă indicatorii determinați trebuie să oglindească stabilitatea calității de funcționare a sistemelor în întregime (T. Erhan, 2002).

Articolul este destinat calculului principalilor indicatori de fiabilitate ai sistemelor de distribuție a energiei electrice în Republica Moldova, luînd în considerație numărul de întreruperi cauzate de diferiți factori aleatori de influență.

MATERIAL ȘI METODĂ

Cercetările privind evoluția indicatorilor de fiabilitate a sistemelor de distribuție au fost efectuate pe parcursul ultimilor 5 ani (2006-2010). Au fost analizate și studiate sistemele de distribuție în conformitate cu amplasarea lor teritorial-geografică din întreaga republică, însă mai pe larg au fost cercetate următoarele sectoare: Chișinău, Anenii Noi, Orhei, Cahul, Comrat. Caracteristicile sectoarelor și filialelor cercetate sunt prezentate în tabelul 1.

Pentru aprecierea evoluției indicatorilor de fiabilitate ai sistemelor de distribuție a energiei electrice, pe perioada cercetată, s-au analizat și studiat întreruperile care au avut loc în aceste sisteme: aleatorii (**A**), programate (**P**) și manevre (**M**). În acest scop au fost înregistrate și prelucrate următoarele date: punctul de deconectare; nivelul de tensiune, kV; numărul traseului; caracterul defecțiunii; data deconectării; ora deconectării; durata deconectării (h); elementele defectate; numărul de consumatori afectați; puterea instalată a consumatorilor deconectați (MVA); puterea reală a consumatorilor deconectați (MVA); energia nelivrată (MWh); numărul de localități deconectate; numărul total de consumatori.

În figura 1 este prezentat un fragment din schema reală a unui subsistem de distribuție din cele cercetate.

Tabelul 1. Caracteristicile principale ale sistemelor de distribuție cercetate

Sectoare	Filiale	Numărul consumatorilor alimentați	Lungimea sumară a rețelelor de distribuție 6-10 kV, km
Chișinău	Chișinău	287114	2829,288
	Criuleni	30576	
Anenii Noi	Anenii Noi	28862	3857,236
	Căușeni	31490	
	Hîncești	41068	
	Ialoveni	33938	
	Ștefan-Vodă	27217	
Orhei	Călărași	25065	3196,428
	Nisporeni	22765	
	Orhei	45441	
	Strășeni	32802	
	Telenești	25860	
Cahul	Cahul	29046	2159,293
	Cantemir	19485	
	Cimișlia	33472	
	Leova	18423	
Comrat	Ceadir-Lunga	22889	2013,195
	Comrat	25428	
	Taraclia	13114	
	Vulcănești	19954	
Total	20	814009	14055,440

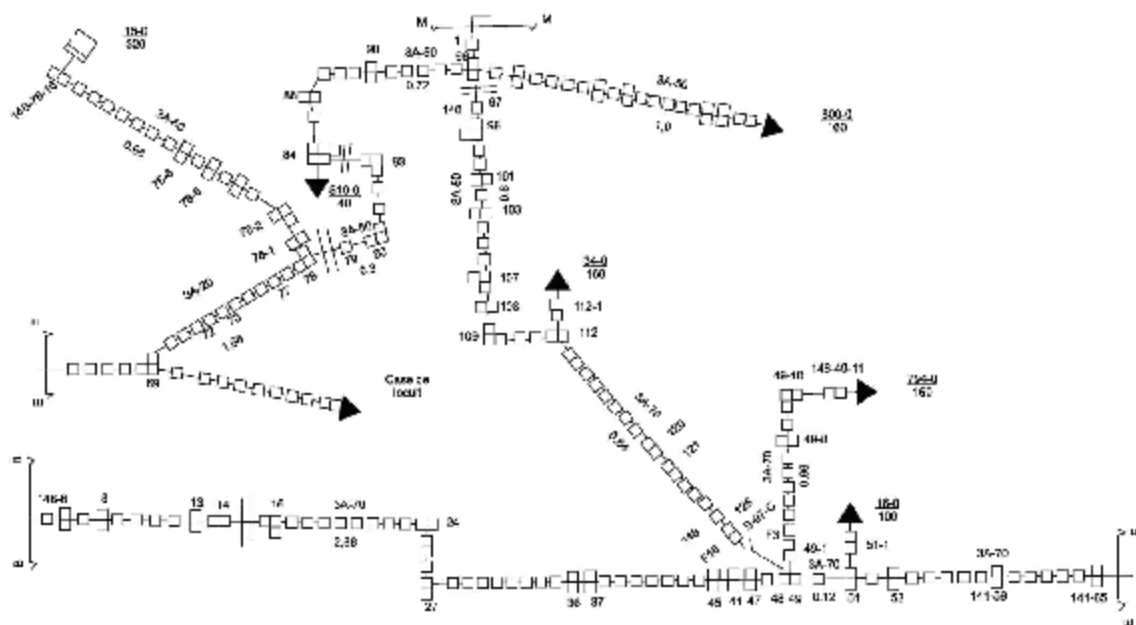


Figura 1. Schema reală a unui subsistem de distribuție cercetat

Indicatorii de fiabilitate ai sistemelor de distribuție au fost determinați conform S. Godunov (1982), luând în considerație variația întreruperilor pe diferite perioade, care au avut loc în funcție de acțiunea factorilor aleatori de influență.

REZULTATE ȘI DISCUȚII

Ca rezultat al cercetărilor au fost determinați factorii care au cauzat apariția întreruperilor în alimentarea cu energie electrică a consumatorilor și care au influențat variația indicatorilor de fiabilitate pe diferite perioade (2006, 2007, 2008, 2009, 2010). În tabelul 2 se prezintă, ca exemplu, factorii stabiliți, care au determinat nivelul de fiabilitate al alimentării cu energie electrică a consumatorilor pe durata anului 2006.

Tabelul 2. Factorii care au cauzat întreruperile aleatorii în sistemele cercetate pe durata anului 2006

Factorii		Numărul de întreruperi											
		Chișinău		Anenii Noi		Orhei		Cahul		Comrat		Sumar	
Nr	Descrierea	Total	%	Total	%	Total	%	Total	%	Total	%	Total	%
1	Condiții climaterice	397	21,4	813	30,1	727	36,7	559	34,5	398	35,4	2894	31,2
2	Defecte în echipamente	567	30,6	798	29,6	521	26,3	420	25,9	278	24,8	2584	27,9
3	Defecte din cauza consumatorului	288	15,6	104	3,9	90	4,5	92	5,7	37	3,3	611	6,6
4	Factori necunoscuți	280	15,1	732	27,1	391	19,7	410	25,3	254	22,6	2067	22,3
5	Acte de vandalism	39	2,1	41	1,5	43	2,2	40	2,5	60	5,3	223	2,4
6	Defecte în rețelele de transport	25	1,4	21	0,8	21	1,1	11	0,7	12	1,1	90	1,0
7	Defecte la PDC-uri	120	6,5	85	3,1	85	4,3	28	1,7	19	1,7	337	3,6
8	Acțiunea animalelor și a păsărilor	27	1,5	40	1,5	36	1,8	19	1,2	17	1,5	139	1,5
9	Acțiunea diferitor mecanisme	60	3,2	10	0,4	7	0,4	11	0,7	20	1,8	108	1,2
10	Avarii cauzate de vegetație	42	2,3	49	1,8	52	2,6	28	1,7	26	2,3	197	2,1
11	Calitatea energiei electrice	3	0,2	3	0,1	3	0,2	1	0,1	1	0,1	11	0,1
12	Erori de exploatare	3	0,2	4	0,1	4	0,2	1	0,1	1	0,1	13	0,1
TOTAL		1851	100	2700	100	1980	100	1620	100	1123	100	9274	100

Caracteristica factorilor aleatori pentru diferite perioade de cercetare este prezentată în figura 2.

Analizând caracteristica factorilor respectivi, se poate de constatat că, pentru Republica Moldova, cea mai mare influență asupra indicatorilor de fiabilitate o au următorii factori: condițiile climaterice, defectele în echipamente și factorii aleatori necunoscuți.

În rezultatul calculelor analitice au fost determinate, pentru diferite perioade (2006, 2007, 2008, 2009, 2010) valorile indicatorilor de fiabilitate: fluxul de întrerupere $\hat{u}$ (h^{-1}), frecvența de întrerupere $\hat{e}$ (h^{-1}), frecvența de restabilire $\hat{e}$ (h^{-1}), timpul mediu de întrerupere $T_{med}(h)$. Ca exemplu în tabelul 3 se prezintă valorile indicatorilor respectivi determinați pentru perioada anului 2006.

Modul de variație în timp a indicatorilor de fiabilitate calculați este prezentat în figura 3.

Reieșind din analiza rezultatelor obținute, se poate de constatat că, aprecierea fiabilității sistemelor de distribuție a energiei electrice se poate realiza prin intermediul indicatorilor calculați, luând în considerație variația lor în timp, în funcție de influența factorilor aleatori.

Valorile obținute ale indicatorilor cercetați, caracterizează pe deplin nivelul real de fiabilitate a sistemelor de distribuție și permit de a stabili căile de asigurare a fiabilității de funcționare a sistemelor respective.

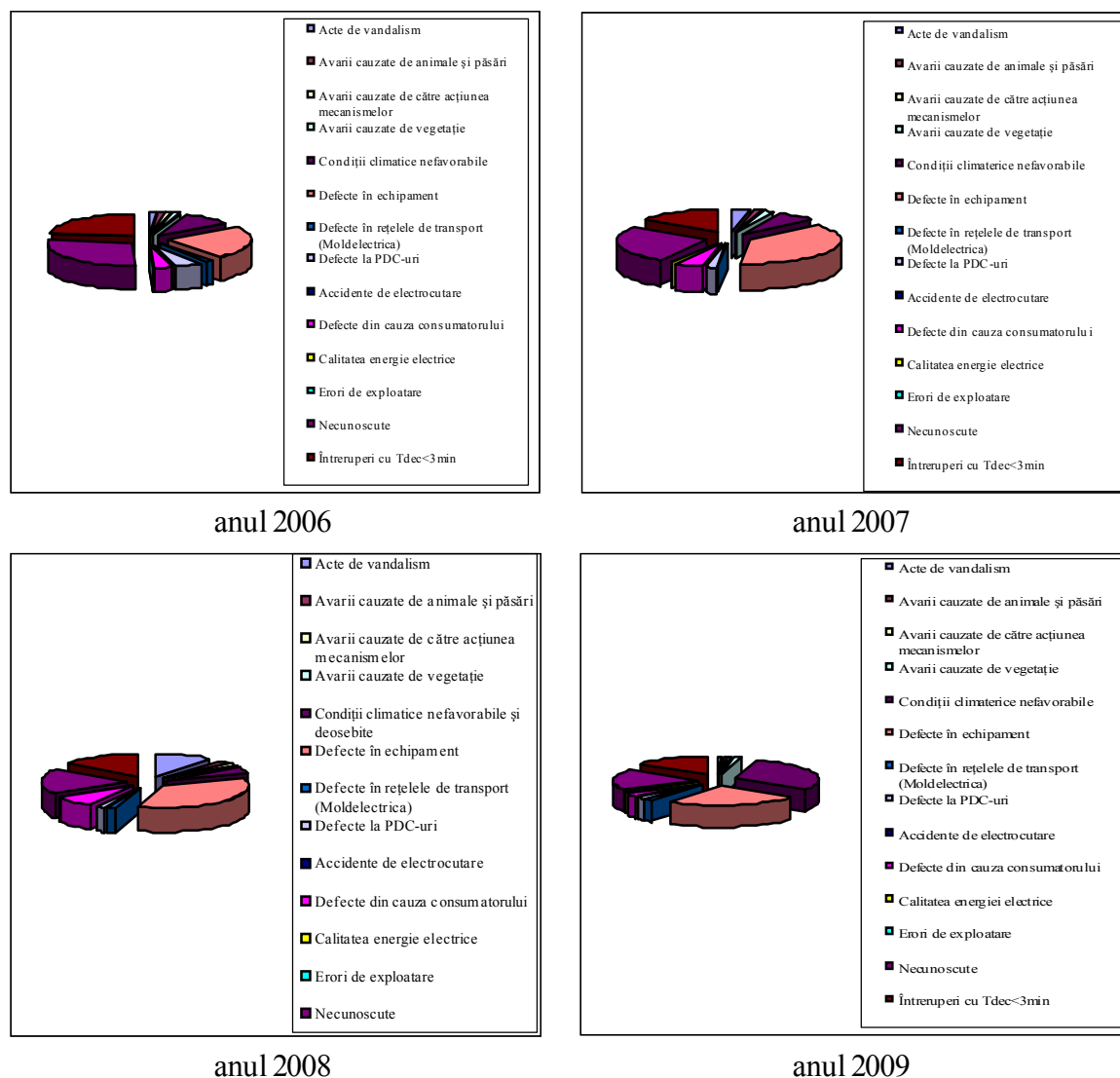


Figura 2. Caracteristica factorilor aleatori stabiliți pentru diferite perioade

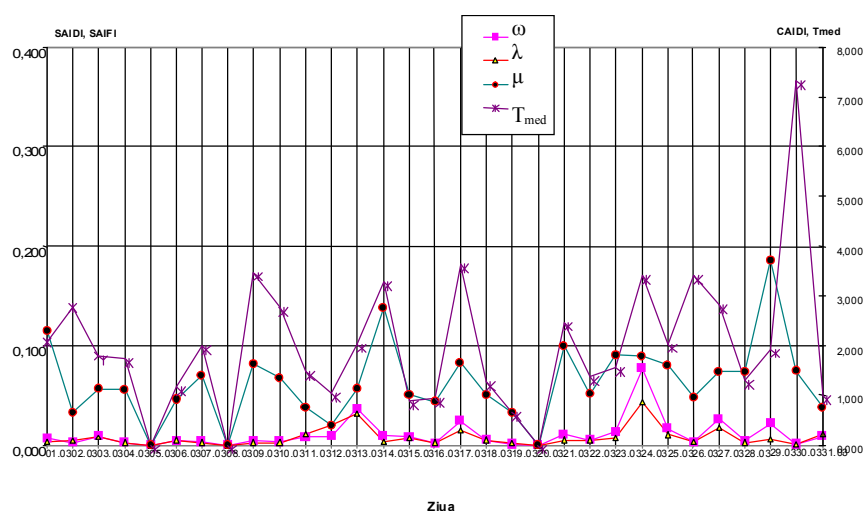


Figura 3. Variația în timp a indicatorilor de fiabilitate calculați

Tabelul 3. Indicatorii de fiabilitate ai sistemelor cercetate calculați pe perioada anului 2006

Sector	Indicator	Lunar				Sezonier			
		A	P	M	Total	A	P	M	Total
Chișinău	$\omega_{,h}^{-1}$	0,49	0,33	0,05	0,87	1,66	1,03	0,22	2,92
	$\lambda_{,h}^{-1}$	0,69	0,07	0,88	1,63	1,71	0,22	2,32	4,25
	$\mu_{,h}^{-1}$	0,68	3,78	0,18	0,53	0,97	4,60	0,09	0,68
	$T_{med,h}$	1,56	3,42	0,18	1,72	2,38	3,49	0,13	1,97
Anenii Noi	$\omega_{,h}^{-1}$	2,39	1,30	0,05	3,74	10,38	3,72	0,33	14,42
	$\lambda_{,h}^{-1}$	2,35	0,24	0,45	3,04	5,68	0,68	1,92	8,28
	$\mu_{,h}^{-1}$	1,02	5,32	0,11	1,23	1,82	5,48	0,17	1,74
	$T_{med,h}$	2,42	5,41	0,13	2,65	3,36	4,14	0,15	2,75
Orhei	$\omega_{,h}^{-1}$	3,34	1,65	0,04	5,02	11,61	5,89	0,17	17,67
	$\lambda_{,h}^{-1}$	2,18	0,31	0,36	2,85	6,14	0,71	1,65	8,51
	$\mu_{,h}^{-1}$	1,53	5,25	0,11	1,76	1,89	8,24	0,10	2,08
	$T_{med,h}$	2,96	4,98	0,17	2,70	2,70	5,03	0,21	2,66
Cahul	$\omega_{,h}^{-1}$	1,79	1,63	0,25	3,67	5,16	4,16	0,41	9,73
	$\lambda_{,h}^{-1}$	1,82	0,31	0,97	3,10	4,66	0,78	2,59	8,03
	$\mu_{,h}^{-1}$	0,98	5,26	0,26	1,18	1,11	5,36	0,16	1,21
	$T_{med,h}$	1,63	4,01	0,25	1,96	4,24	3,36	0,13	1,98
Comrat	$\omega_{,h}^{-1}$	1,00	1,80	0,26	3,05	4,40	3,30	0,58	8,29
	$\lambda_{,h}^{-1}$	0,97	0,47	1,19	2,62	2,87	0,73	2,54	6,14
	$\mu_{,h}^{-1}$	1,03	3,82	0,22	1,16	1,54	4,50	0,23	1,35
	$T_{med,h}$	1,98	4,31	0,19	2,16	3,24	3,89	0,21	2,46
Total	$\omega_{,h}^{-1}$	1,62	1,09	0,10	2,81	5,96	3,09	0,29	9,34
	$\lambda_{,h}^{-1}$	1,48	0,22	0,75	2,45	3,81	0,53	2,17	6,50
	$\mu_{,h}^{-1}$	1,10	4,99	0,13	1,15	1,56	5,87	0,13	1,44
	$T_{med,h}$	2,11	4,43	0,18	2,24	3,18	3,98	0,16	2,37

CONCLUZII

Pentru evaluarea nivelului de fiabilitate a sistemelor de distribuție a energiei electrice este suficient de a determina patru indicatori: fluxul de întrerupere ω , frecvența de întrerupere λ , frecvența de restabilire μ și timpul mediu de întrerupere T_{med} .

Calculul indicatorilor de fiabilitate poate fi efectuat utilizând un algoritm de operații simplificate, care permite de a determina valorile acestor indicatori, reieșind din influența factorilor aleatori, care au cauzat apariția întreruperilor pe diferite perioade.

Indicatorii determinați caracterizează pe deplin nivelul de fiabilitate al sistemelor de distribuție cercetate, iar valorile obținute confirmă că, variația lor pe diferite perioade este practic uniformă pentru condițiile Republicii Moldova, ce se datorează modului de acțiune a diferitor factori aleatori de influență, dintre care cei mai semnificativi sînt: condițiile climaterice, defectele în echipamente și factorii aleatori necunoscuți.

BIBLIOGRAFIE

1. Erhan, T. Major factors, which influence on levels value of short circuit currents in electrical power systems. In: Bulletin of the Politechnical Institute of Iassy, Romania, Tom XLVIII (LII) Fasc. 5A. 2002, pp. 303-311.
2. Godunov, S.A. Uravnenie v matematicheskoj fizike. M: Nauka, 1982, 457 p.
3. Erhan, F. Bazele teoretice ale electrotehnicii. UASM, 2009, 675 p.
4. Frind, G., Rich, J.- IEEE, Trans., PAS., 1974, 1675 p.
5. Erhan, F., Popescu, V. Problema optimizării fiabilității sistemelor de distribuție a energiei electrice. In: Problemele energeticii regionale, 2011, nr. 1. ISSN 1857-0070.

Data prezentării articolului - **04.05.2012**