

CZU 621.311.019.3.

APRECIEREA NIVELULUI DE FIABILITATE A SISTEMELOR ELECTRICE

Victor POPESCU, Viorel ROTARI

Universitatea Agrară de Stat din Moldova

Abstract. The operation of electrical systems is influenced by a number of arbitrary factors, causing a significant number of refusals and interrupting electricity supply to consumers. The key problem of these systems is to increase the reliability of their functioning and to ensure the continuity of quality energy supply to consumers. Determining reliability indices and their statistical evolution during the operation period enables to establish the factors with significant influence on the quality and continuity of the energy supply and allow to develop the mechanism of ensuring consumers with quality energy. The paper is devoted to the analysis of the reliability level of electrical systems based on the assessment of core indices regarding the continuity and statistical evolution of refusals caused by different factors of influence.

Key words: Power supply systems; Functional reliability; Arbitrary factors; Reliability indices.

Rezumat. Procesul de funcționare a sistemelor electrice este influențat de o serie de factori cu caracter aleatoriu, care provoacă un număr semnificativ de refuzuri și întrerup furnizarea energiei electrice consumatorilor. Problema-cheie a acestor sisteme este sporirea fiabilității de funcționare și asigurarea continuității alimentării consumatorilor electrice cu energie de calitate. Cunoașterea indicatorilor de fiabilitate și evoluția lor statistică pe perioada de exploatare oferă posibilitatea determinării factorilor cu influență semnificativă asupra calității și continuității alimentării cu energie electrică și permite elaborarea mecanismului de asigurare a consumatorilor cu energie de calitate. Lucrarea este consacrată analizei nivelului de fiabilitate a sistemelor electrice în baza aprecierii indicatorilor fundamentali de continuitate și a evoluției statistice a refuzurilor condiționate de diferiți factori de influență.

Cuvinte-cheie: Sisteme de alimentare cu energie electrică; Fiabilitate de funcționare; Factori aleatorii; Indicatori de fiabilitate.

INTRODUCERE

Sistemele electrice actuale de transport, distribuție și alimentare cu energie electrică au un grad de complexitate foarte înalt și sunt amplasate pe arii extinse, în diverse zone geografice. Condițiile de mediu specifice oricărei regiuni influențează nemijlocit procesul de funcționare a elementelor structurale ale sistemelor electrice (Popescu, V. 2013; Secui, D. 2008).

Problema primordială în asigurarea continuității și calității alimentării cu energie electrică a consumatorilor este sporirea fiabilității sistemelor electrice și a echipamentelor ce sunt parte componentă a lor. De nivelul de fiabilitate a acestor sisteme depinde atât efectul economic, cât și cel social al alimentării cu energie electrică a tuturor consumatorilor, inclusiv a celor din sectorul agrar (Ardeleanu, M. 2007; Munteanu, F. 1999).

La etapa actuală, în sistemele electrice se produce un număr mare de refuzuri care reduc considerabil siguranța și calitatea alimentării cu energie electrică. Pentru sporirea nivelului de fiabilitate a sistemelor electrice și a continuității alimentării consumatorilor este absolut necesar a cunoaște evoluția indicatorilor de fiabilitate pe durata de exploatare și toți factorii de cauză a refuzurilor frecvente și a comportamentului lor statistic. Cunoașterea acestor fenomene oferă posibilitatea de a prognoza sigur apariția acestor evenimente, fapt care permite elaborarea mecanismului de asigurare a indicatorilor normați de fiabilitate.

Această lucrare are ca scop analiza nivelului de fiabilitate a sistemelor electrice din Republica Moldova în baza indicatorilor fundamentali de continuitate și a evoluției statistice a refuzurilor în funcționare, condiționate de diferiți factori aleatorii.

MATERIAL ȘI METODĂ

Cercetările s-au realizat în baza sistemelor electrice de transport, distribuție și alimentare cu energie electrică a consumatorilor din diferite zone geografice ale Republicii Moldova. Pe durata efectuării studiului au fost monitorizate toate situațiile de avarie care au avut loc în sistemele electrice. A fost înregistrată și analizată informația statistică cu privire la fluxurile de întreruperi în alimentare cu energie electrică a consumatorilor, programate și neprogramate, care au avut loc în această perioadă în sistemele cercetate.

Folosind metodele de procesare statistică au fost estimați și analizați indicatorii fundamentali de

fiabilitate a alimentării cu energie electrică și au fost procesate toate refuzurile înregistrate în procesul de monitorizare a acestor sisteme. S-au utilizat metodele de procesare statistică, deoarece în procesul de calcul se pot lua în considerație o serie de factori, foarte importanți, cu caracter aleatoriu, ce au o influență semnificativă asupra nivelului de fiabilitate pe durata de exploatare (Popescu, V. 2013; Erhan, T. 2012).

În figura 1 se prezintă schema structurală a unui subsistem electric cercetat, selectat arbitrar, din ansamblul de sisteme examinate.

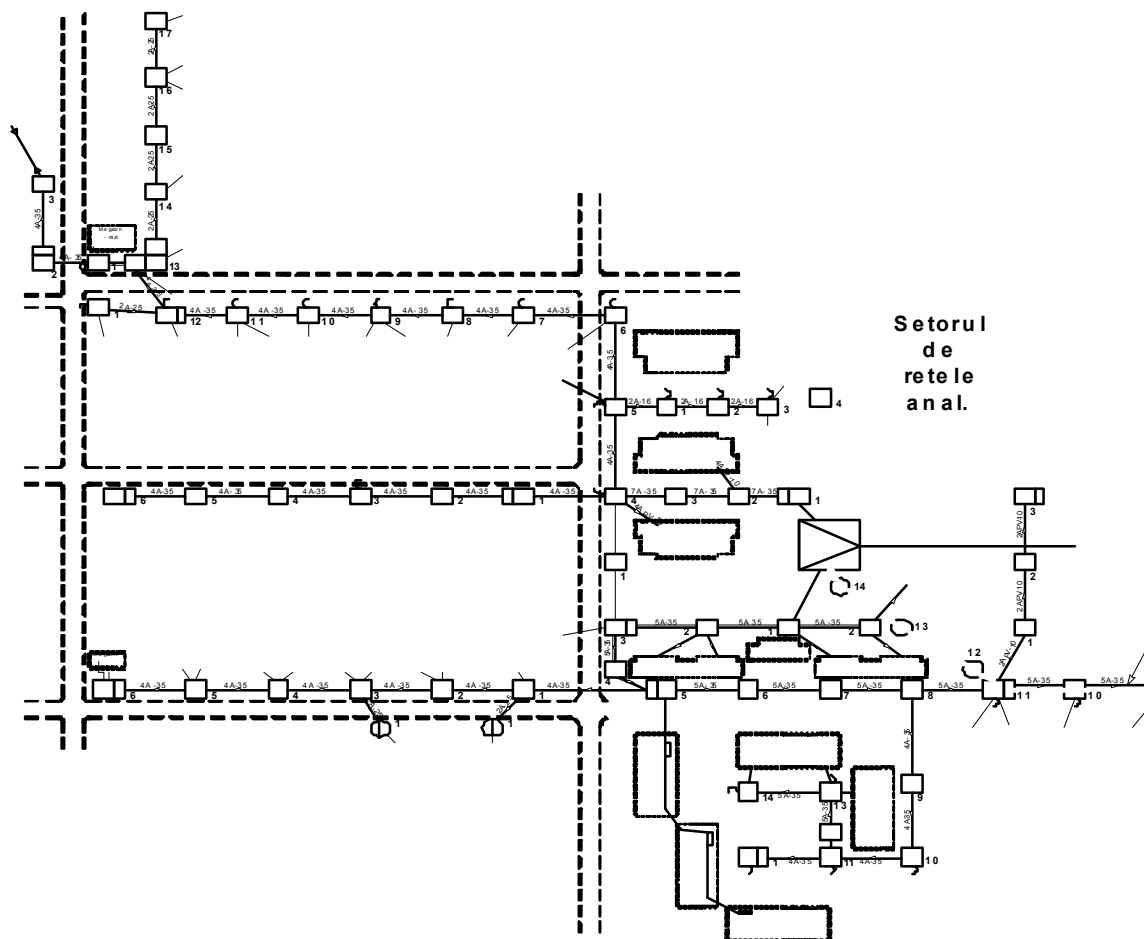


Figura 1. Schema structurală a unui subsistem electric cercetat

REZULTATE ȘI DISCUȚII

Rezultatele cercetărilor au scos în evidență indicatorii de continuitate, dintre care, în analiza finală, pe prim-plan au fost puși fluxul refuzurilor neprevăzute (ω_n), fluxul deconectărilor planificate (ω_p) și fluxul întreruperilor de manevră (ω_m), ale căror valori sunt prezentate în tabelul 1.

Acești indicatori permit aprecierea nivelului de siguranță în funcționare a sistemelor electrice și a continuității procesului de alimentare cu energie electrică a consumatorilor. Valorile obținute în baza cercetărilor efectuate indică o deviere semnificativă a indicatorilor monitorizați de la valorile normate în corespundere cu actele și rigorile privind asigurarea nivelului de fiabilitate.

Analizând rezultatele obținute, se poate constata că utilizarea metodelor de procesare statistică oferă posibilitatea de a obține indicatori care permit determinarea nivelului real de fiabilitate a sistemelor de distribuție a energiei electrice pe toată durata de exploatare examinată.

De asemenea, metodele de procesare statistică permit determinarea probabilității de refuz a sistemului sau speranțele matematice pentru diverși indicatori de fiabilitate și pentru fiecare nod al sistemului. Indicatorii de fiabilitate stabiliți prin metode de procesare statistică reflectă o estimare mai bună a riscului de defectare, în comparație cu cei calculați prin alte metode, datorită faptului că iau în considerație toate situațiile posibile, pentru orice structură a sistemului.

Determinarea acestor indicatori pentru sistemele contemporane constituie o problemă destul de dificilă datorită faptului că, actualmente, aceste sisteme dispun de structuri cu un grad de complexitate

Tabelul 1. Principalii indicatori de continuitate ai sistemelor cercetate în perioada examinată

Sistemul	Subsistemul	Fluxul întreruperilor							
		ω_n	%	ω_p	%	ω_m	%	Total	%
1	1	25	6,6	16	3,2	12	3,3	53	4,2
	2	23	6,3	36	7,1	27	7,4	87	6,9
	3	34	8,6	35	6,8	17	4,7	86	6,8
	4	26	6,7	17	3,3	15	4,1	58	4,6
	5	5	1,4	27	5,3	2	0,5	33	2,7
	TOTAL	113	29,5	131	25,7	73	20,2	317	25,2
2	1	8	2,2	20	3,8	7	1,9	34	2,8
	2	15	3,8	7	1,4	6	1,6	28	2,2
	3	12	3,2	15	2,9	1	0,3	28	2,2
	4	24	6,4	36	7,0	15	4,1	76	6,0
	5	8	2,2	7	1,4	3	0,8	18	1,4
	TOTAL	67	17,8	85	16,5	32	8,8	184	14,7
3	1	24	6,2	50	9,8	20	5,5	93	7,5
	2	28	7,3	30	5,9	22	6,0	80	6,3
	3	22	5,6	28	5,6	14	3,8	64	5,1
	4	23	6,2	56	10,9	5	1,4	85	6,7
	TOTAL	97	25,4	164	32,1	61	16,8	322	25,6
4	1	40	10,4	44	8,6	134	36,7	217	17,2
	2	11	2,5	25	4,9	20	5,5	56	4,4
	TOTAL	51	12,6	69	13,6	154	42,2	273	21,6
5	1	9	2,3	13	2,5	8	2,2	31	2,4
	2	13	3,4	20	3,9	11	3,1	44	3,5
	3	19	4,8	15	2,9	19	5,2	53	4,2
	4	15	3,8	14	2,8	6	1,7	36	2,9
	TOTAL	56	14,5	62	12,3	44	12,1	164	12,9

foarte înalt. Pentru a simplifica modul de calcul, indicatorii de fiabilitate ai sistemelor complexe pot fi determinați în baza descompunerii lor în subsisteme, acestea însă trebuie să oglindească stabilitatea calității de funcționare a sistemelor în întregime.

În procesul de apreciere a fiabilității sistemelor electrice trebuie să se țină cont de schema generală de alimentare cu energie electrică, de configurația rețelelor și în mod obligatoriu de fiabilitatea de funcționare a elementelor componente. Având în vedere cerințele specifice fiecărui sistem, stabilirea gradului de siguranță în funcționare se efectuează în baza indicatorilor corespunzători caracteristicilor acestor sisteme, fiindcă de multe ori speranțele matematice ale indicatorilor de fiabilitate sunt teoretic corecte, dar cunoașterea lor nu este întotdeauna suficientă pentru a determina nivelul concret de fiabilitate.

E necesar de menționat că indicatorii calculați caracterizează fiabilitatea sistemelor electrice pe durate mari. În procesul de analiză a problemelor ce țin de aprecierea tehnico-economică a fiabilității lipsește necesitatea examinării indicatorilor pe intervale mici de timp. Anume din aceste considerente unele stări primare ale elementelor componente pot fi neglijate. Analiza indicatorilor respectivi trebuie efectuată la intervale de timp ($\Delta\tau$) destul de mari, utilizându-se în acest scop metodele de procesare statistică, în funcție de stările elementelor. În aceste cazuri, determinarea indicatorilor de apreciere a fiabilității se poate efectua prin elaborarea unui algoritm de operații simplificate, dar în corespundere absolută cu cerințele tehnico-economice actuale (Popescu, V. 2014).

CONCLUZII

În procesul de exploatare a sistemelor electrice pe durate mari de timp nivelul de fiabilitate a sistemelor poate fi evaluat pornind de la stabilirea indicatorilor fundamentali de continuitate a alimentării

cu energie electrică. Acești indicatori pot fi determinați analitic, prin metodele de procesare statistică, în dependență de evoluția lor pentru o anumită perioadă de timp.

Rezultatele obținute cu privire la valorile indicatorilor fundamentali de fiabilitate estimați în baza monitorizării fluxurilor de întreruperi din sistemele electrice indică o deviere semnificativă de la valorile normate în conformitate cu actele și rigorile privind asigurarea nivelului de continuitate și calitate a energiei electrice.

REFERINȚE BIBLIOGRAFICE

1. ARDELEANU, M. (2007). Fault Localization in Cables and Accessories by Off-Line Methods. In: *Annales of the University of Craiova. Series Electrical Engineering*, vol. 13, pp. 385-390. ISSN 1842-4805.
2. MUNTEANU, FL., IVAS, D., NEMEȘ, C. (1999). *Ingineria disponibilității subsistemelor de distribuție a energiei electrice*. Iași: Spectrum. 254 p. ISBN 973-98335-3-5.
3. POPESCU, V. (2013). Analysis of factors of influence on the reliability of power systems. In: *Acta Electrotehnica*, vol. 54, nr. 6. ISSN 1841-3323.
4. ERHAN, F. et al. (2012). Dependența dintre regimurile tranzitorii și cele nesimetrice în rețelele de distribuție. In: *Energetica Moldovei-2012: conf. intern.: aspecte regionale de dezvoltare*, 4-6 oct. 2012, Chișinău, pp. 128-134. ISBN 978-9975-62-324-7.
5. SECUI, D. (2008). The Sensitivity of the Electrical Substation's Reliability Indices at the Variation of the Circuit-Breakers Sticking Probability. In: *Annals of the Oradea Univ. Fascicle of Energy Engineering*, vol. 14.
6. POPESCU, V. (2014). Reliability evaluation of electrical networks. In: *Analele Univ. „Eftimie Murgu” din Reșița. Fascicula de Inginerie*, a. XXI, nr. 3, pp. 125-130. ISSN 1453-7397.
7. ERHAN, F. et al. (2003). Analiza metodelor de calcul a curenților de scurt circuit și protecțiile folosite în rețelele electrice de distribuție. In: *70 ani ai Univ. Agrare de Stat din Moldova: materialele simp. șt. intern.*, 7-8 oct. 2003. Chișinău, p. 117. ISBN 9975-9624-5-9.

Data prezentării articolului: 27.02.2015

Data acceptării articolului: 15.04.2015