

**ТАБЛ. 1.ЗАВИСИМОСТЬ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ЗАДЕРЖКИ ВРЕМЕНИ Т НА ЗАКРЫВАНИЕ И ОТКРЫВАНИЕ ЛЮКОВ ОТ ТОЛЩИНЫ СЛОЯ ЛЬДА  $\Delta h$  И ТЕМПЕРАТУРЫ НАРУЖНОГО ВОЗДУХА**

| $\Delta h$ , мм | Т, ч      |          |         |
|-----------------|-----------|----------|---------|
|                 | Для t, °С |          |         |
|                 | 3...-5    | -5... -7 | -7...-9 |
| 2               | 3,5       | 2,2      | 1,7     |
| 3               | 5,2       | 3,4      | 2,5     |
| 4               | 7,0       | 4,6      | 3,6     |

### ВЫВОДЫ

Предложенные технические средства просты по конструкции и позволяют автоматизировать процесс открывания и закрывания люков фрукто- или овощехранилищ без применения электрической энергии.

### БИБЛИОГРАФИЯ

1. ВОЛКОНОВИЧ Л.Ф. Энергосберегающие экологические системы естественного холода для хранения пищевых продуктов. - Кишинев: JNFO, 2011

CZU 621.31.019.3

## INFLUENȚA REGIMURILOR NESIMETRICE ASUPRA FIABILITĂȚII ECHIPAMENTELOR ELECTRICE

*ERHAN F<sup>1</sup>, FELIA I<sup>2</sup>.*

<sup>1</sup>Universitatea Agrară de Stat din Moldova

<sup>2</sup>Universitatea din Oradia

**Summary.** This article presents the analysis of the influence level of the short circuit on the reliability of electrical equipment. It is designed the mathematical model allowing the modeling of prototype reliability of the operation electrical equipment installed in the nodes of the systems.

**Key words:** Electrical systems, Electric power distributing systems, Reliability of the breakers, Short circuit.

### INTRODUCERE

Una din problemele cheie în procesul de dezvoltare a sistemelor electroenergetice și în deosebi a celor de distribuție a energiei electrice este problema regimurilor nesimetrice ce apar și fenomenele ce însoțesc aceste regimuri și influența lor asupra fiabilității de funcționare a echipamentelor instalate. Din cele mai frecvente fenomene ce pot apărea în sistemele trifazate ce aduc la crearea regimurilor nesimetrice sunt scurt circuitele care însoțesc regimurile normale de funcționare.

### MATERIAL ȘI METODE

Dintre toate echipamentele instalate cele mai des sunt supuse fenomenelor nesimetrice și regimurilor tranzitorii ce apar în sistemele de distribuție sunt întrerupătoarele. Anume din aceste motive nivelul de fiabilitate de funcționare și modul de funcționare a sistemelor de distribuție sunt în dependență directă de modul de funcționare a întrerupătoarelor, care de cele mai dese ori sunt instalate la început de fider.

La apariția regimurilor nesimetrice și a fenomenelor de scurt circuit întrerupătoarele trebuie în mod operativ să declanșeze ( timp de 4 semiperioade) circuitul electric respectiv, pentru a păstra duritatea de funcționare a sistemului respectiv.

## REZULTATE ȘI DISCUȚII

Din analiza materialelor statistice se poate de constatat, că cu sporirea valorilor curenților de scurt circuit în nodurile sistemului electroenergetic cele mai dificile condiții de funcționare a întrerupătoarelor apar atunci, când valoarea curentului de scurt circuit constituie mărimea ce se determină conform ecuației (1).

$$I_{s.c.} = \frac{2}{3} I_{s.c. \max} \quad (1)$$

unde:  $I_{s.c.}$  — curentul de scurt circuit la început de rețea;

S-a constatat, că din toate regimurile tranzitorii nesimetrice se transformă în regimuri nesimetrice însoțite de scurt circuit cele mai dificile apar la deconectarea de către întrerupătoare sunt funcții de viteza de variație a tensiunii ( $du/dt$ ) și viteza de variație a curentului electric ( $di/dt$ ) în locul de apariție a regimului tranzitoriu, care se dezvoltă în regim nesimetric.

Valorile respective în circuitele electrice sunt funcții de variația tensiunii tranzitorii în nodurile circuitului electric, iar duritatea de deconectare a acestor regimuri poate fi determinată analitic prin valoarea coeficientului de duritatea care se determină conform expresiei (2).

$$k_D = I_{s.c.A} / I_n \quad (2)$$

unde:  $I_{s.c.A}$  - este curentul de scurt circuit așteptat în nodul electric;  $I_n$  - este curentul electric nominal, care poate fi deconectat de întrerupătorul respectiv.

În procesul de analiză a influenței proceselor tranzitorii în sistemele trifazate create de regimurile nesimetrice unul din factorii de bază este fiabilitatea de funcționare a echipamentelor electrice ce se află în circuitele respective, care de cele mai dese ori pot fi determinați conform [2,4]. În procesul de determinare a influenței curenților de scurt circuit și a regimurilor nesimetrice asupra fiabilității de funcționare a întrerupătoarelor se va reiese din presupunerea, că se îndeplinesc condițiile descrise în [2,4] și în așa caz frecvența de deconectare este funcție de valorile curenților electrice deconectați și poate fi prezentată conform expresiei (3).

$$\lambda(t) = f(I_{s.c.}^{(1)}; I_{nom}^{(3)}); \quad \lambda(t) = \frac{1}{t_p} \int_0^{t+t_p} \omega(x) dx \quad (3)$$

Dacă se va reiese din presupunerea că frecvența de deconectare este o valoare determinată, apoi probabilitatea de funcționare fără refuz a echipamentelor respective se va determina din expresia (4).

$$p(t) = e^{-\lambda t}, \quad (4)$$

Probabilitatea de refuz a echipamentelor respective în procesul de funcționare se va determina din expresia (5).

$$q(t) = 1 - p(t) = 1 - e^{-\lambda t} \quad (5)$$

Dacă este cunoscută probabilitatea de refuz a echipamentelor respective planificată la început de exploatare ( $q_1$ ) și cea reală la etapa de efectuare a reparației consecutive ( $q_2$ ) pentru restabilirea proprietăților tehnice, apoi se poate de determinat analitic rezerva de fiabilitate de funcționare a echipamentelor respective conform expresiei (6).

$$\Delta q = q_2(t) - q_1(t) = e^{-\Delta \lambda t} \quad (7)$$

unde:  $\Delta q$  - reprezintă cu sine valoarea posibilă a probabilității de sporire a refuzurilor de funcționare a echipamentelor respective pînă la următoarea reparație consecutivă;

$\Delta\lambda = (\lambda_2 - \lambda_1)$ - este diferența frecvențelor de deconectare care este funcție de valorile curenților electrici deconectați la începutul perioadei de exploatare ( $\lambda_1$ ) și la momentul de efectuare a reparației capitale respective ( $\lambda_2$ ).

Numărul de operații a echipamentelor respective în dependență de frecvența și probabilitatea de apariție a refuzurilor respective pot fi determinate analitic conform expresiei (8).

$$n = n_0 e^{-\Delta\lambda t} \quad (8)$$

unde:  $n_0$  – este numărul de operații minimal posibil reglementate pentru echipamentele respective până la efectuarea următoarei revizii și reparații capitale, reieșind din valorile curenților deconectați.

Deoarece procesele nesimetrice de cele mai dese ori sunt însoțite de degajare a căldurii, care negativ influențează asupra proceselor de funcționare a echipamentelor electrice, apoi apare necesitatea de a verifica echipamentele respective și la duritatea termică reieșind din condițiile reale de funcționare. Pentru așa caz dacă se va îndeplini inegalitatea de forma (8) se poate de constatat, că echipamentele respective vor respecta duritatea termică.

$$I_{\dot{O}.nom}^2 \cdot \tau_{\dot{O}.nom} \geq \int_0^{\tau_{T.nom}} \hat{A} \quad (8)$$

unde:  $I_{T.nom}$  - este valoarea nominală a curentului de duritate termică a echipamentelor respective;  $\tau_{T.nom}$  - este durata nominală de duritate termică;  $B$  - este integrala Jull cu limitele de integrare de la 0(zero) pînă la durata termică nominală  $\tau_{T.nom}$ .

Un alt indicator ce caracterizează capacitatea și probabilitatea echipamentului respectiv în nodul respectiv al sistemului electric este capacitatea de deconectare a parametrilor electrici în diverse situații posibile, atât în regim normal de funcționare cât și în regimurile nesimetrice de avarie.

În conformitate cu [4] capacitatea de deconectare a echipamentelor respective se apreciază reieșind din valorile nominale ale curenților de conexiune  $I_{d.nom}$  și asimetria nominală a curentului de deconectare în momentul ( $\beta_{nom}$ ) de deconectare, care poate fi determinată conform expresiei (9).

$$\beta_{nom} = \frac{i_{a.\tau}}{I_{o.nom} \sqrt{2}} \quad (9)$$

unde:  $i_{a\tau}$  – este valoarea componentei aperiodice a curentului electric de scurt circuit în momentul de deconectare a regimului respectiv.

Fiabilitatea de funcționare a echipamentelor electrice respectiv (inclusiv și a întrerupătoarelor respective) în așa caz este funcție de valoare curenților electrici de deconectare și viteza de variație a tensiunii tranzitorii de restabilire în momentul respectiv, probabilitatea de funcționare fără refuz și numărul de operații respectiv efectuate.

În mod analitic dependența respectivă poate fi prezentată conform expresiei (10).

$$R(t) = \frac{1}{n\sqrt{2\pi}} \int_0^t I_{sc}^{(3)}(t) \int_0^t (\omega \cdot t + \gamma \cdot t) dt. \quad (10)$$

Dependența fiabilității de funcționare a echipamentelor electrice ca funcție de valorile curenților electrici deconectați și numărul de cicluri efectuate pentru echipamentele respective (inclusiv și a întrerupătoarelor) instalate în sistemele de diverse niveluri de tensiune pentru diverse perioade de exploatare (perioada 1980-2007) în diverse sisteme poate fi diferit, dar pentru sistemul concret analizat este prezentat în tabelul 1.

**TABELUL 1. RAPORTUL DINTRE VALORILE CURENȚILOR DE SCURT CIRCUIT DECONECTAȚI ȘI FIABILITATEA DE FUNCȚIONARE A ÎNTRERUPĂTOARELOR**

| Nr.crt. | Valorile curenților de scurt circuit prognozați, kA | Raportul dintre curenții de scurt circuit și cei nominali deconectați | Numărul de cicluri de funcționare pînă la următoarea reparație | Fiabilitatea de funcționare a echipamentelor |
|---------|---|---|--|--|
| 1       | 20  | 0,16  | 30   | 0,996  |
| 2       | 30  | 0,25  | 25   | 0,998  |
| 3       | 40  | 0,50  | 20   | 0,999  |
| 4       | 50  | 0,75  | 12   | 0,993  |
| 5       | 63  | 1,00  | 10   | 0,991  |

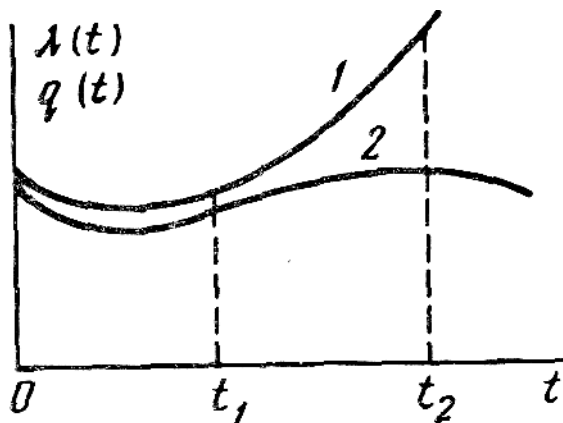


Fig.1. Variația în timp a indicatorilor de fiabilitate

Din analiza valorilor numerice a fiabilității de funcționare prezentate în (tabelul 1) reiese, că variația frecvenței (intensității) de refuz a echipamentelor electrice și probabilitatea de refuz în timp pot fi prezentate grafic respectiv prin curbele prezentate (1) și (2) din figura (1), care indică că valorile respective corespund funcțiilor clasice de restabilire a elementelor ce dispun de procese de restabilire în timp.

Probabilitate de funcționare fără refuz este un parametru ce caracterizează fiabilitatea de funcționare a echipamentelor electrice (inclusiv și a întrerupătoarelor) și în dependență de durata de exploatare poate fi determinată analitic din expresia (11).

$$p(t) = e^{-\int_0^t \lambda(t) dt} \quad (11)$$

Frecvența de refuz a echipamentelor electrice (inclusiv și a întrerupătoarelor)  $q(t)$  se determină ținând cont de valorile intensității de funcționare fără refuz  $p(t)$  și analitic poate fi determinată conform (13).

Probabilitatea de funcționare fără refuz  $p(t)$  a echipamentelor electrice este unul din parametrii fiabilitatea de funcționare a echipamentelor electrice în dependență de durata de exploatare și analitic poate fi determinată conform (12).

$$p(t) = e^{-\int_0^t \lambda(t) dt} \quad (12)$$

Frecvența de refuz a echipamentelor electrice  $q(t)$  poate fi determinată ținând cont de intensitatea de funcționare fără refuz  $p(t)$  și analitic se va determina conform (13).

$$q(t) = 1 - p(t) = 1 - e^{-\int_0^t \lambda(t) dt} \quad (13)$$

Analiza procesului de funcționare a echipamentelor electrice în sistemele trifazate la apariția regimurilor tranzitorii se poate de constatat, că circa 25% din deconectări se petrec în baza regimurilor nesimetrice ce apar în sistemele respective.

Anume din aceste condiții fiabilitatea de funcționare a echipamentelor sistemelor de distribuție poate fi determinată ținând cont anume de distribuția fenomenelor respective și se va determina conform expresiei (14).

$$R(t) = K \frac{K_T}{n\sqrt{2\pi}} \int_0^t [w\tau + \gamma\lambda\tau] d\tau / (I_{SC} / I_{i.Nom}) \quad (14)$$

### CONCLUZII

Din cele prezentate se poate de constatat, că procesele tranzitorii ce însoțesc regimurile nesimetrice de funcționare a echipamentelor electrice de cele mai dese ori au o influență directă a supra modului de funcționare a echipamentelor respective care poate fi exprimat prin fiabilitatea de funcționare a echipamentelor respective.

În lucrare se propune un model matematic și un algoritm ce poate modela fiabilitatea de funcționare a echipamentelor electrice în dependență de valorile curenților ne simetrici deconectați și de viteza de variație a tensiunii de restabilire la barele echipamentelor respective.

### BIBLIOGRAFIE

1. ЕКЛЕПАЕВ, Б. Н. Координация и оптимизация уровней токов короткого замыкания в электроэнергетических системах, М.: Энергия, 1978., 151 с.
2. ЕРШЕВИЧ, В. В. О принципах формирования системообразующих сетей, объединенной энергосистемы с учетом уровней токов короткого замыкания //Сб. докл. на III Всесоюз. совещ. по устойчивости и надежности энергосистемы СССР. Л., 1973.
3. ЕРХАН, Ф. М., НЕКЛЕПАЕВ, Б. Н. Токи короткого замыкания и надежность энергосистем. Кишинев: Штиинца, 1985. с. 207.
4. ЕРХАН, Ф. М. Факторы, влияющие на значения уровней токов короткого замыкания в электроэнергетических системах Известия ВУЗов СНГ “Энергетика”, Минск, 2005, № 6, с. 7-12.

УДК: 621.311

## МЕТОДОЛОГИЯ СОСТАВЛЕНИЯ АЛГОРИТМОВ ОПТИМИЗАЦИИ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ НАДЕЖНОСТИ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ С УЧЕТОМ ВЛИЯНИЯ ВЕРОЯТНОСТНЫХ ФАКТОРОВ

*ЕРХАН Ф.<sup>1</sup>, ЛУКЬЯНЕНКО Е.<sup>2</sup>,  
ПОГОРЛЕЦКИЙ В.<sup>3</sup>*

<sup>1</sup>Государственный Аграрный Университет Молдовы

<sup>2</sup>Институт Электродинамики НАН Украины

<sup>3</sup>Приднестровский Государственный Университет

**Summary.** The reliability of power supply distribution system is a multi-criteria function. Therefore, the development of algorithms to determine the optimal level of reliability of the distribution networks has to take into account the probabilistic nature of the change indicators. This article presents a mathematical model and algorithm to determine the optimal level of reliability of the power supply systems, taking into consideration the change in the probability of reliability components.

**Key words:** Algorithm, Mathematical model, Optimal level of reliability, Power distribution systems, Reliability.

### ВВЕДЕНИЕ

Для того чтобы эффективность функционирования различных потребителей была оптимальна необходимо, чтобы надежность электроснабжения потребителей соответствовала техническим условиям предъявляемые источникам питания.