



A XI-a Conferință Națională multidisciplinară – cu participare internațională,
"Profesorul Dorin PAVEL – fondatorul hidroenergeticii românești",
SEBEȘ, 2011

STABILIREA ORDINII LUCRĂRILOR DE MENTENANȚĂ

Partea a 2-a

Bogdan NICOARĂ, Virgilius DUMBRAVĂ, Gabriela NICOARĂ

SUBSTATION MAINTENANCE SCHEDULING

The establishment of the maintenance activity in the power system is made according to the following main criteria: technical condition, operational importance, electrical energy transit, strategical importance. Different sets of weighting coefficients are proposed and the sensibility of the algorithm to these coefficients is investigated. The paper demonstrates that these criteria are applicable also to power transformers, internal services, compensation facilities and telecommunication entities. Eventually, a maintenance strategy for different installations of the power system is proposed.

Keywords: maintenance, ranking, criticality

Cuvinte cheie: mentenanță, ierarhizare, criticitate

1. Introducere

Apariția pieței de energie electrică precum și aplicarea reglementărilor aferente impun reanalizarea soluțiilor privind **mentenanța** și optimizarea exploatarei instalațiilor RET în scopul creșterii siguranței funcționării RET și eficientizării economice a activității specifice CN Transelectrica.

În prima parte a lucrării au fost prezentate principiile generale ale algoritmului și a fost explicată parțial evaluarea stării tehnice a echipamentelor.

2. Durata indisponibilității

Și în ceea ce privește durata indisponibilității se va ține seama (prin coeficientul de pondere al importanței funcționale pentru clasa respectivă de echipamente) în mod diferențiat de durata diferitelor indisponibilități înregistrate la nivelul unui nod. Pe baza raportului dintre durata indisponibilității înregistrate la toate echipamentele de un anumit tip și numărul echipamentelor va rezulta *durata echivalentă* a indisponibilității pe fiecare tip de echipament.

Se face ordonarea tuturor tipurilor de echipamente din SEN după durata echivalentă a indisponibilității, în ordine descrescătoare.

Se atribuie nota de indisponibilitate, în aceeași ordine, de la 100 la 1.

După ce fiecare dintre tipurile de echipamente a primit nota pentru indisponibilitate, se va calcula o notă medie pe fiecare clasă de echipament:

$$N_{\text{med.ech.j}} = \frac{\sum_{i=1}^{n_j} \text{NOTA}_{j,i}}{n_j} \quad (1)$$

unde $N_{\text{med.ech.j}}$ este nota medie pentru clasa j de echipamente;

n_j – numărul tipurilor de echipamente din clasa j;

$\text{NOTA}_{j,i}$ – nota de indisponibilitate obținută de echipamentele de tip i din clasa j.

Pe baza notelor medii pe clase de echipamente se va calcula apoi nota pentru durata indisponibilității din nod:

$$N_{\text{DI}} = \frac{\sum_{k=1}^6 N_{\text{med.ech.k}} \cdot \text{CP}_k}{\sum_{k=1}^6 \text{CP}_k} \quad (2)$$

Unde: N_{DI} este nota corespunzătoare indisponibilității atașate echipamentelor din nodul analizat;

CP_k – coeficientul de pondere al importanței funcționale pentru clasa k de echipamente;

$N_{\text{med.ech.k}}$ – nota medie pentru indisponibilitate coresp. clasei k de echipamente.

3. Costuri asociate

Pentru analiza efectelor incidentelor se propune clasificarea și notarea efectelor incidentelor după costurile asociate, conform celor prezentate în tabelul 1 (Costuri asociate).

Tabelul 1

Echipament	Incidente asociate	Mentanță preventivă	Mentanță corectivă	Daune energie nelivrată	Cheltuieli dispechezare
E_i	I_{j1}		MC_{j1}	DE_{j1}	
	I_{j2}		MC_{j2}	DE_{j2}	
	
	I_{jn}		MC_{jn}	DE_{jn}	
		MP_{Tj}	MC_{Tj}	DE_{Tj}	CD_{Tj}

Costul asociat echipamentului E_j de tipul i de echipamente este:

$$CA_{ij} = MP_{Tj} + MC_{Tj} + DE_{Tj} + CD_{Tj} \quad (3)$$

Se face media costurile asociate tuturor echipamentelor de un anumit tip și va rezulta *costul asociat* incidentelor pe fiecare tip de echipament.

Se va face apoi ordonarea tuturor tipurilor de echipamente din SEN după costul asociat, în ordine descrescătoare.

Se atribuie nota de cost asociat, în aceeași ordine, de la 100 la 1.

După ce fiecare dintre tipurile de echipamente a primit nota pentru costul asociat, se va calcula o notă medie pe fiecare clasă de echipament:

$$N_{med,j} = \frac{\sum_{i=1}^{n_j} NOTA_{j,i}}{n_j} \quad (4)$$

unde $N_{med,j}$ este nota medie pentru clasa j de echipamente;

n_j – numărul tipurilor de echipamente din clasa j ;

$NOTA_{j,i}$ – nota de cost asociat obținută de echipamentele de tip i din clasa j .

Pe baza notelor medii pe clase de echipamente se va calcula apoi nota pentru costul asociat nodului:

$$N_{CA} = \frac{\sum_{k=1}^6 N_{med.k} \cdot CP_k}{\sum_{k=1}^6 CP_k} \quad (5)$$

unde: N_{CA} este nota corespunzătoare costului asociat echipamentelor din nodul analizat;

CP_k – coeficientul de pondere al importanței funcționale pentru clasa k de echipamente;

$N_{med.k}$ – nota medie pentru costul asociat coresp. clasei k de echipamente.

Observații:

1. Aceleași criterii se aplică și echipamentelor din entitățile *Transformatoare de putere*, *Servicii interne*, *Instalații de compensare* și *Informatică-Telecomunicații*, rezultând următoarele note pentru starea tehnică :

– N_{ST_trafo} , pentru starea tehnică a entității *Transformatoare de putere*;

– N_{ST_si} , pentru starea tehnică a entității *Servicii interne*;

– N_{ST_ic} , pentru starea tehnică a entității *Instalații de compensare*;

– N_{ST_it} , pentru starea tehnică a entității *Informatică-Telecomunicații*.

2. În cazul în care se dorește calcularea notei pentru starea tehnică a stației, $N_{ST_stație}$, propunem ca ea să fie calculată în modul următor:

- se determină nota medie pentru starea tehnică a tuturor nodurilor din stația respectivă, $N_{ST_med_nod}$, ca medie aritmetică a notelor de stare tehnică ale nodurilor din stație;
- se calculează nota pentru starea tehnică a stației astfel :

$$N_{ST_statie} = 0.60 \cdot N_{ST_med_nod} + 0.15 \cdot N_{ST_trafo} + 0.10 \cdot N_{ST_si} + 0.05 \cdot N_{st.ic} + 0.10 \cdot N_{ST_it} \quad (6)$$

4. Importanța pentru funcționarea SEN

Pentru analizarea importanței pentru funcționarea SEN în condiții de siguranță a nodurilor și a legăturilor se propune utilizarea informației furnizate de aplicația DIMPEQ care integrează următoarele subcriterii:

- Nod sau legătură aparținând **secțiunilor caracteristice** din punct de vedere al stabilității statice;
- **Importanță tehnică** nod sau legătură.

a) Importanța legăturilor.

Nota de importanță calculată în regim staționar (de vârf) se determină prin deconectarea individuală a legăturii respective și evaluarea influenței acestei deconectări asupra celorlalte legături (încărcare, depășiri valori maxime admisibile etc.). Nota de importanță din punct de vedere al stabilității statice se stabilește prin analiza influenței fiecărei legături asupra transferului de putere în sistem pe secțiuni caracteristice.

b) Importanța nodurilor.

Nota de importanță pentru noduri se obține ca medie aritmetică a două note:

- Prima notă este maxim (note legături incidente la nod).
 - A doua notă este determinată de stabilitatea tranzitorie la scurtcircuit în nodul respectiv, în corelație cu timpul de deconectare al defectului.
- **Energie electrică blocată** în centrale ca urmare a incidentelor din nodurile la care se racordează centralele respective sau pe legăturile prin care centralele respective evacuează energia produsă.

* * *

În partea a 3-a a lucrării se vor face precizări privind energia electrică transportată, importanța strategică, analiza de sensibilitate și vor fi prezentate concluziile studiului.

BIBLIOGRAFIE

- [1] Rohsler, H., Strand, A., Rosales, J.I., Salamanca, F., *Expérience relative aux systèmes à maintenance basée sur l'état des matériels*, CIGRE 1998, Paper 23–103.
- [2] Rohsler, H., Ruhle, R., Waeber, M., Strand, A., *Management-system for design, construction and maintenance in high-voltage networks*, CIGRE 2000, Paper 23/39–06.
- [3] Orłowska, T., Balzer, G., Halfmann, M., Neumann, C., Strand, A., *Life cycle management of circuit-breakers by application of reliabilitycentered maintenance*, CIGRE 2000, Paper 13–103.
- [4] Kopejtkova, D., Ott, H.P., Rohsler, H., Salamanca, F., Smit, J.J., Strand, A., Wester, P., *Strategy for condition based maintenance and updating of substations*, CIGRE 1996, Paper 23–104.
- [5] Fushimi, Y., Tokuda, N., Isozaki, T., Hara, T., *The multifunctional substation based on the novel assessment management*, CIGRE 2000, Paper 23/39–09.
- [6] Draber, S., Gelle, E., Kostic, T., Preiss, O., Schluchter, U., *How operation data helps manage lifecycle costs*, CIGRE 2000, Paper 23/39–02.
- [7] Balzer, G., Schmitt, O., Schneider, A., Gal, S., Balasiu, F., Bakic, K., *Life cycle assessment of substations: a procedure for an optimized asset management*, CIGRE 2002, Paper 23–302.
- [8] Biewendt, V., Christiansen, U., Friberg, G., Gallon, F., Kirchesch, P., Roussel, Ph., Schiemann, A., *Experiences with substation optimisation considering new technical and economical concepts*, CIGRE 2002, Paper 23–306.

Prof.Dr.Ing. Bogdan NICOARĂ
Universitatea "Politehnica" din București
bnicoara@yahoo.fr
Conf.Dr.Ing. Virgilius DUMBRAVĂ
Universitatea "Politehnica" din București
Dr. Fiz. Gabriela NICOARĂ

SC Consultanță și Inginerie pentru Sisteme Electroenergetice srl