



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

## STABILIREA ORDINII LUCRĂRILOR DE MENTENANȚĂ

### Partea a 3-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

Introducerea 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 și a doua parte a lucrării au fost prezentate principiile generale ale algoritmului și au fost explicitate evaluarea stării tehnice a echipamentelor și importanța pentru funcționarea SEN.

## 2. Energia electrică transportată

Nota pentru acest criteriu va fi calculată pe baza energiei electrice transportate în anul precedent, prin noduri sau legături, și a energiei electrice preliminate a fi vehiculată în anul următor, pentru alimentarea companiilor de distribuție a energiei electrice precum și pentru alimentarea consumatorilor conectați direct la stațiile CN Transelectrica.

## 3. Importanța strategică

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.

## 4. Analiza de sensibilitate

Stabilirea notelor finale pentru noduri sau legături se poate face luând în considerare variantele de ponderi prezentate în tabelul 1 (Criterii utilizate).

Tabelul 1

Criteriau	Stare tehnică	Importanța pentru funcționarea SEN	Energia electrică transportată	Importanța strategică
<b>P1</b>	0,30	0,35	0,35	-
<b>P2</b>	0,25	0,25	0,30	0,20
<b>P3</b>	0,25	0,23	0,27	0,25
<b>P4</b>	0,30	0,20	0,25	0,25
<b>P5</b>	0,31	0,20	0,26	0,23
<b>P6</b>	0,35	0,20	0,25	0,20

S-au determinat rezultatele algoritmului în cazul rețehnologizării unei stații oarecare. Sunt calculate notele înainte și după rețehnologizare pentru fiecare din ponderile considerate. Tabelul 2 conține evaluarea indicatorilor.

Efectul maxim de "depunere" îl are setul de ponderi **P6**.

Tabelul 2

			Note înainte	Note după
ST	RCM (uzura fizică) UF	UF	100	1
	numărul de incidente NI	NI	100	1
	durata indisponibilitate DI	DI	100	1
	costuri asociate CA	CA	100	1
IF	DIMPEQ IF	IF	50	50
ET	energie electrică vehiculată EV	EV	55	55
	energie electrică preliminară EP	EP	47	47
IS	Importanța strategică IS	IS	53	53
			<b>68,15</b>	<b>33,50</b>

Se constată, din tabelul de mai jos (tabelul 3 – Exemplu de calcul), că numai setul de ponderi **P6** dă o șansă la rețehnologizare stației electrice puțin importante.

Tabelul 3

		fără retehn.		Cu retehnologizare	
		Note	Note înainte	Note după	
ST	RCM (uzura fizică) UF	UF	100	85	1
	numărul de incidente NI	NI	100	85	1
	durata indisponibilitate DI	DI	100	85	1
	costuri asociate CA	CA	100	85	1
IF	DIMPEQ IF	IF	25	75	75
ET	energie electrică vehiculată EV	EV	25	75	75
	energie electrică prelinată EP	EP	25	75	75
IS	Importanța strategică IS	IS	25	75	75
			<b>51,25</b>	<b>78,50</b>	<b>49,10</b>

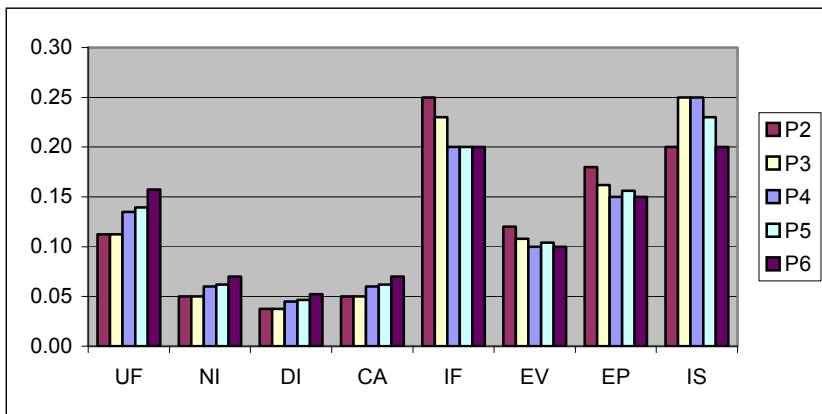


Fig. 1 Contribuția subcriteriilor la nota finală

Contribuția tuturor subcriteriilor considerate la nota finală este prezentată în figura 1 pentru ponderile luate în considerare.

Considerăm că setul de ponderi **P6** este cel mai potrivit din următoarele motive:

- plasează pe primele două locuri, cu contribuții egale 0,2000, criteriile **importanță strategică** și **importanță funcțională (DIMPEQ) - algoritm științific**;
- plasează pe locul trei, cu contribuția 0,1575, subcriteriul **uzură fizică (RCM) - algoritm științific**;

- plasează pe locul patru, cu contribuția 0,1500, subcriteriul **energie preliminară - algoritm științific**;
- plasează pe locul cinci, cu contribuția 0,1000, subcriteriul **energie vehiculată - inerție importantă în structura rețelei de transport și a consumului**;
- are efectul maxim de **depunctare** al stației rețehnologizate;
- asigură **șanse de rețehnologizare** pentru stațiile cu importanță redusă.

## 5. Concluzii

■ Pe baza metodologiei prezentate în cadrul lucrării, se poate face clasificarea/ierarhizarea punctelor de interes (de exemplu stații) din RET pe baza tuturor criteriilor menționate mai sus. Rezultă o listă unică în care punctele din RET sunt ordonate descrescător după nota obținută: pe prima poziție se află punctul din RET cu nota cea mai mare, pe a doua poziție cel cu nota imediat inferioară ș.a.m.d.

■ Având în vedere ierarhizarea lucrărilor și acțiunilor conform tabelului 2, se prezintă în tabelele 3 și 4 (Ierarhizarea lucrărilor și acțiunilor) o clasificare a punctelor din RET respectiv fără sau cu luarea în considerare a fondurilor atrase.

Tabelul 4

I1	rețehnologizare
I2	modernizare
R1	reabilitare
R2	mentenanță bazată pe fiabilitate

Tabelul 5

Poziția din listă		Clasa	Lucrări și acțiuni			
primele	10 %	0	I1	I2		R2
următoarele	10 %	1		I2	R1	R2
următoarele	10 %	2			R1	R2
ultimele	70 %	3				R2

Tabelul 6

Poziția din listă		Clasa	Lucrări și acțiuni			
primele	5 %	0	I1*			R2
următoarele	5 %	1	I1	I2		R2
următoarele	10 %	2		I2	R1	R2

următoarele	10 %	3			R1	R2
ultimele	70 %	4				R2

\* - fonduri atrase

■ Se propune ca punctele critice din RET să fie cele ce aparțin claselor 0, 1 și 2 din tabelele 5 (Clasificare în absența fondurilor atrase) și 6 (Clasificare în prezența fondurilor atrase).

## 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 mainenance 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