

## IDENTIFICAREA CAPACITĂȚII DE TRANSPORT A UNEI LINII DE DISTRIBUȚIE ÎN PREZENȚA GENERĂRII DISTRIBUITE

Iulian ROTARI, Adrian ROTARU\*

Departamentul Energetică, Facultatea Energetică și Inginerie Electrică,  
Universitatea Tehnică a Moldovei, Chișinău, Republica Moldova

\*Autorul corespondent: Adrian Rotaru, [adrian.rotaru@bte.utm.md](mailto:adrian.rotaru@bte.utm.md)

**Rezumat** Problemele legate de poluare și încălzirea globală au determinat dezvoltarea accentuată a tehnologiilor de producere a electricității din surse de energie regenerabilă, adică a surselor distribuite de energie electrică. Prezența pe scară largă a surselor de generare distribuită, conectate direct la rețelele electrice de distribuție, duce la faptul că aceste sisteme devin din ce în ce mai complexe.

**Cuvinte cheie:** surse de generare distribuită, pierderi de putere, pierderi de tensiune.

### Introducere

După cum se știe prezența surselor distribuite modifică pierderile de tensiune și circulația de puteri prin elemente rețelelor electrice la care sunt conectate și implicit pierderile de putere prin acestea. Efectul conectării surselor distribuite la rețelele electrice este pozitiv atunci când sursele distribuite conduc la scăderea încărcării tronsoanelor și, respectiv, la reducerea pierderilor de putere și energie electrică.

Variația pierderilor de putere în rețelele electrice în prezența surselor distribuite este pronunțat influențată atât de puterile furnizate de aceste surse, cât și de locul de amplasare. În legătură cu aceasta apare problema privind amplasarea optimă a acestor surse în nodurile rețelei electrice precum și identificarea sensibilității locului de amplasare și puterilor furnizate de aceste surse asupra pierderilor de putere și implicit a energiei electrice.

În vederea studierii influenței locului de amplasare a surselor distribuite asupra pierderilor de putere în continuare se prezintă o metodă de identificare a locurilor optime de amplasare a acestor surse distribuite de energie [4].

### 1. Determinarea capacității de transport a unei linii de distribuție

Puterea totală expedită consumatorului prin linia electrică se definește astfel:

$$S_{GD} = \sqrt{P_{GD}^2 + Q_{GD}^2}; \quad (1)$$

unde:  $P_{GD} = P_S + \Delta P_I$ ;  $Q_{GD} = Q_S + \Delta Q_I$ ;

Pierderile de putere activă se determină cu relația:

$$\Delta P_I = \frac{(P_S^2 + Q_S^2)}{U_S^2} \cdot R_I; \quad (2)$$

Se consideră că sarcina distribuită este conectată la barele coborâtoare ale stației electrice Fig.1

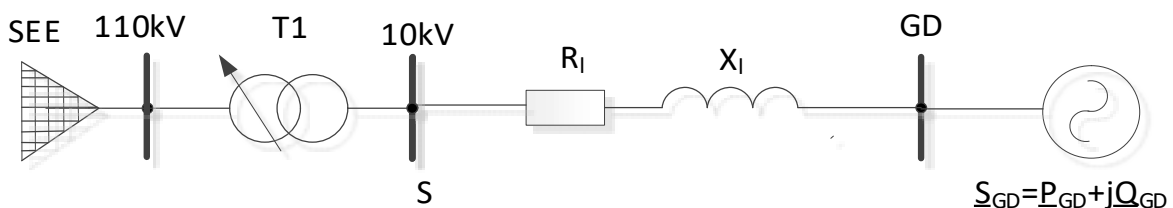


Figura 1. Conectarea sursei distribuite la barele coborâtoare ale stației electrice

Tensiunea pe barele sursei de generare distribuită se evaluează cu relația [8]:

$$U_{GD} = U_S + \Delta U_l = U_S + \frac{P_S \cdot R_l + Q_S \cdot X_l}{U_S}; \quad (3)$$

$$U_{GD} \cdot U_S = U_S^2 + P_S \cdot R_l + Q_S \cdot X_l; \quad (4)$$

De unde se obține:

$$P_S = \frac{U_{GD} \cdot U_S - U_S^2 - Q_S \cdot X_l}{R_l}. \quad (5)$$

Ținând cont că:

$$X_l = R_l \cdot \operatorname{tg} \varphi_l; \quad Q_S = P_S \cdot \operatorname{tg} \varphi_S; \quad (6)$$

relația (4) devine:

$$P_S = \frac{U_S \cdot \Delta U_l}{R_l(1 + \operatorname{tg} \varphi_S \cdot \operatorname{tg} \varphi_l)}. \quad (7)$$

## 2. Stabilirea dependenței dintre capacitatea de transport și parametrii pasivi ai liniei

Din analiza Ec. (7) rezultă că puterea activă maximă primită de consumator atinge valoarea maximă dacă se îndeplinește măcar o condiție:

- $\operatorname{tg} \varphi_S = 0$ , ce are loc în caz dacă se compensează total puterea reactivă absorbită de consumator;
- $\operatorname{tg} \varphi_l = 0$ , ce are loc în caz dacă se compensează total reactanța inductivă a liniei electrice.

În aceste ipoteze de calcul puterea activă absorbită de consumator se evaluează cu relația:

$$P_S = \frac{U_S \cdot \Delta U_l}{R_l}. \quad (8)$$

În conformitate cu GOST-13109/97 abaterea limită de tensiune în nodurile rețelei electrice nu trebuie să depășească 10%. Atunci regimurile maxime admisibile pot fi atinse dacă  $U_{GD} = 1,1 U_{nom}$ , iar  $U_S = 0,9 U_{nom}$ . În acest caz pierderile de tensiune pe linie se estimează cu relația:

$$\Delta U_l = 0,2 U_{nom}. \quad (9)$$

Dacă substituim Ec.(9) în Ec.(8) se obține relația pentru determinarea puterii maxime primită de consumator:

$$P_S = \frac{0,9 \cdot U_{nom} \cdot 0,2 \cdot U_{nom}}{R_l} = \frac{0,18 \cdot U_{nom}^2}{R_l}. \quad (10)$$

Valoarea relativă a puterii active primită de consumator se definește astfel:

$$P_S^* = \frac{P_S}{P_S^{\max}} = \frac{U_S \cdot \Delta U_l}{R_l(1 + \operatorname{tg} \varphi_S \cdot \operatorname{tg} \varphi_l)} = \frac{1}{(1 + \operatorname{tg} \varphi_S \cdot \operatorname{tg} \varphi_l)}. \quad (11)$$

$$\text{unde: } P_S^{\max} = \frac{U_S \cdot \Delta U_l}{R_l} = \frac{0,18 \cdot U_{nom}^2}{R_l}.$$

În Fig.2 sunt prezentate setul de curbe ce reprezintă dependența puterii active primită de consumator față de tangenta defazajului de unghi al liniei ( $\operatorname{tg} \varphi_l$ ) și tangenta defazajului de unghi al consumatorului ( $\operatorname{tg} \varphi_S$ ) la care este conectată sursa distribuită.

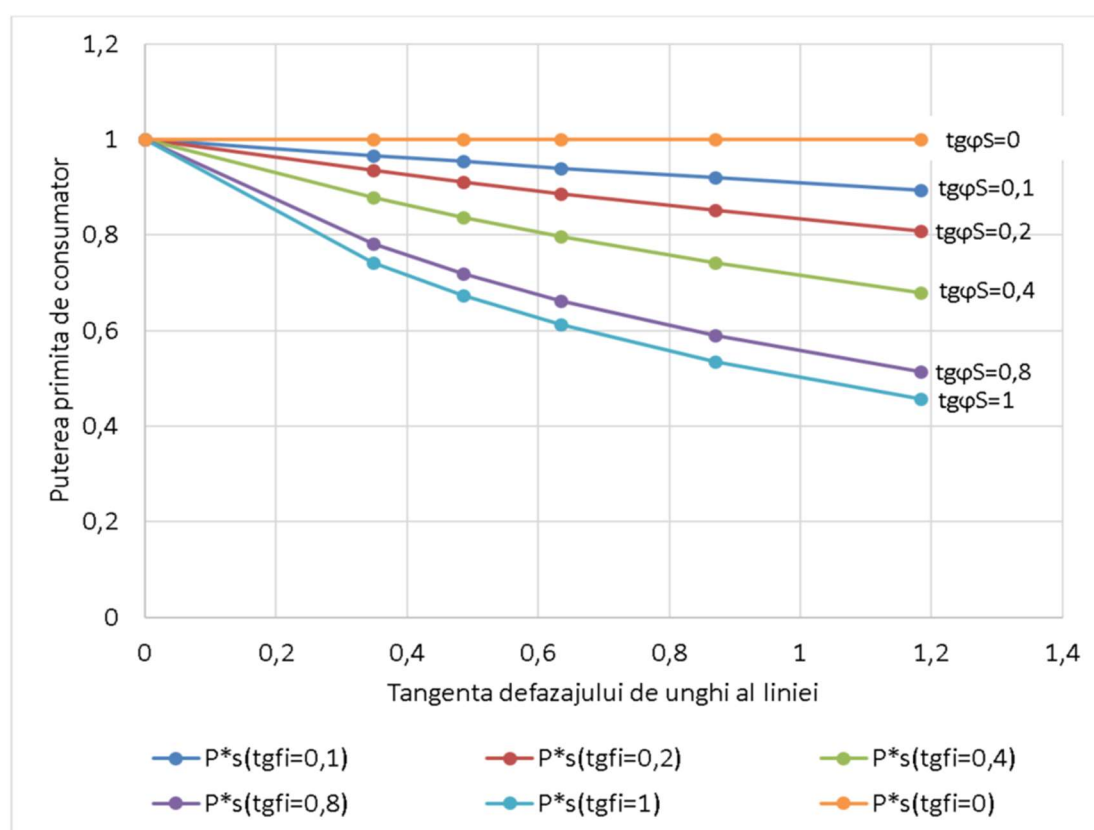


Figura 2. Dependența puterii active primită de consumator față de tangenta defazajului de unghi al liniei și a defazajului de unghi al sarcinii

### Concluzii

Scopul acestei lucrări a fost determinarea capacității de transport a liniei electrice de distribuție destinată pentru conexiunea unei surse de generare distribuită. Aspectul dat este viabil la ora actuală în Republica Moldova din cauza promovării pe larg a generării distribuite din surse regenerabile de energie cu avantajele corespunzătoare pentru independența energetică a Republicii Moldova, cât și avantajele asupra mediului ambiant. Capacitatea de transport a unei linii electrice depinde de nivelul de tensiune de la barele stației unde este conectată linia, acest nivel poate fi setat prin intermediul transformatorului de putere din stația electrică care de obicei este dotat cu dispozitiv de reglare a tensiunii sub sarcină dacă se discută despre liniile de distribuție de medie tensiune. În orice caz nivelul de tensiune nu trebuie să iasă din limitele stabilite de standardele în vigoare, și cu cât nivelul de tensiune în punctul de conexiune a liniei este mai mic cu atât capacitatea de transport al liniei este mai mare. Capacitatea de transport depinde și de raportul dintre rezistența activă și reactanța inductivă a liniei, exprimat în relația finală prin tangenta unghiului  $\phi_s$ , în acest caz cu cât valoarea tangentei este mai mare cu atât capacitatea de transport a liniei este mai mică. În acest caz o măsură pozitivă ar fi compensarea longitudinală.

### Confirmare

Această lucrare a fost realizată ca studiu în cadrul proiectului "Soluții tehnice ecoInovative de Eficientizare a consumului de energie în clădiri și elaborarea opțiunilor de dezvoltare a rețelelor inteligente cu integrarea avansată a energiei regenerabile în R.M. (SINERGIE)".

### Mulțumiri

Sunt acordate sincere mulțumiri profesorului universitar, doctor habilitat în științe tehnice domnului Stratan Ion pentru tot suportul teoretic și practic, pentru stabilirea direcțiilor corecte și stabilirea autenticității temei și actualității temei alese.

### **Referințe**

1. BRAGA D., *Integration of energy storage systems into the power system for energy transition towards 100% renewable energy sources*. In: Energy and Environment: proc. of the 10th intern. conf., Bucharest, October 14-15, 2021, în tipar.
2. BRAGA D. Photovoltaic Technical Potential in Republic of Moldova. In: 2021 International Conference on ENERGY and ENVIRONMENT (CIEM), 2021. In: Energy and Environment: proc. of the 10th intern. conf., Bucharest, October 14-15, 2021, în tipar.
3. MURDID E., STRATAN I.. *Optimal PMU Placement and Algorithms Development of Accelerated Calculations of State Estimation Performance in Power Systems*. In: Electromechanical And Energy Systems: proc. of the 13th intern. conf., Chisinau, October 7-9, 2021, pp. 115-120.
4. ROTARI I., ROTARU A.. *The analysis of the sensitivity of the active power losses in relation to the powers*. In: Electromechanical And Energy Systems: proc. of the 13th intern. conf., Chisinau, October 7-9, 2021, pp. 150-154.
5. BRAGA D. *Optimal capacity and feasibility of energy storage systems for power plants using variable renewable energy sources*. In: Electromechanical And Energy Systems: proc. of the 13th intern. conf., Chisinau, October 7-9, 2021, pp. 87-91.
6. SANDULEAC M., EREMIA M., TOMA L., DAMIAN C., GAVRILAȘ M., GRIGORAȘ G., STRATAN I., GROPA V.. *Islanded microgrids control by using grid former and synthetic slack bus concept*. A preliminary analysis. In: Electromechanical And Energy Systems: proc. of the 13th intern. conf., Chisinau, October 7-9, 2021, pp. 231-236.
7. KIORSAK M., TURTURICA N., *Simulation of filters of six symmetrical components of currents (voltages) of controlled self-compensating power lines*. In: Electromechanical And Energy Systems: proc. of the 13th intern. conf., Chisinau, October 7-9, 2021, pp. 371-375.
8. GORAȘ S., ROTARI I. *Analiza sensibilității pierderilor de putere activă în raport cu puterile nodale*. In: Technical-scientific of undergraduate, master and phd students: proc. of nation. conf., Chisinau, March 23-25, 2021, vol. 1, pp. 123-126.