

Горенко Д.С., аспірант,  
 Національний технічний університет України  
 «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

### ВЗАЄМНИЙ ВПЛИВ ГРУП ЕЛЕМЕНТІВ В ЛОКАЛЬНИХ СИСТЕМАХ ЕЛЕКТРОЖИВЛЕННЯ

**Вступ.** Розглядаючи локальні системи електроживлення (ЛСЕ) в межах розвитку концепції Smart Grid виникає потреба оцінки електромагнітної сумісності. Оскільки основні критерії якості електроенергії не дають можливості адекватно оцінити вплив окремих елементів (груп елементів) на роботу ЛСЕ, а також на її складові, необхідно обрати або виділити такі критерії, які це дозволять [1, 2].

**Метою** даного дослідження є аналіз взаємних впливів елементів (груп елементів) на елементи (групи елементів) в ЛСЕ, а також визначення основних критеріїв для оцінки взаємних впливів.

**Матеріали дослідження.** Для даного дослідження було обрано ЛСЕ, макромодель якої зображено на рисунку 1, та виділено умовно три групи об'єктів:  $\{A\}$  – домінуюча група генераторів електроенергії,  $\{B\}$  – група, що може генерувати та споживати електроенергію та  $\{C\}$  – пасивні споживачі.

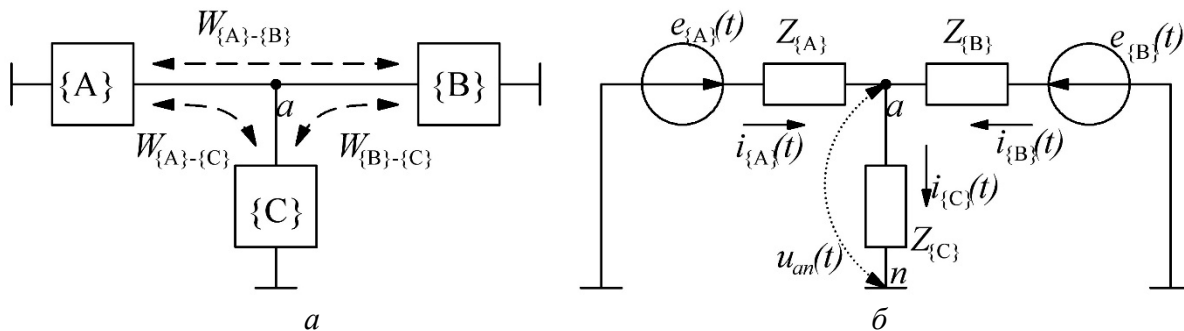


Рисунок 1 – Макромодель ЛСЕ з виділеними трьома групами елементів

Кожна група елементів описується відповідними умовно еквівалентними параметрами  $e_{(i)}(t)$ ,  $Z_{(i)}$ . У вузлі  $a$  створюється напруга  $u_{an}(t)$ . За допомогою відомих методів ТОЕ (методу накладання, контурних струмів і т.п.) визначаються струми, що протікають в ланцюгах макромоделі (рисунок 1б)  $i_{\{A\}}(t)$ ,  $i_{\{B\}}(t)$ ,  $i_{\{C\}}(t)$ . Взаємний вплив груп елементів ЛСЕ доцільно визначати з врахуванням обмінної потужності (1) [2, 3]:

$$Q_{\text{об.}\{i\}} = \frac{1}{T} \int_0^{t^+} u_{an}(t) i_{p,\{i\}}(t) dt, \quad (1)$$

де  $i_{p\{i\}}(t) = i_{\{i\}}(t) - i_{a\{i\}}(t)$  – реактивна складова струму в  $i$ -му ланцюзі ЛСЕ;  
 $i_{a\{i\}}(t) = u_{an}(t) P_{\{i\}} / U^2$  – активна складова струму в  $i$ -му ланцюзі ЛСЕ;  $i_{\{i\}}(t)$  – повний струм в  $i$ -му ланцюзі ЛСЕ;  $P_{\{i\}} = \frac{1}{T} \int_0^T u_{an}(t) i_{\{i\}}(t) dt$  – активна потужність творена  $i$ -ю групою;  $U = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T u_{an}(t)^2 dt}$  – діюче значення напруги у вузлі  $a$ .

Потужність, що характеризуватиме обмінні процеси у вузлі  $a$  між групами елементів ЛСЕ  $\{A\}$ ,  $\{B\}$  та  $\{C\}$ , визначається за формулою (2) [2]:

$$Q_{\text{ОБ}} = \sum_{i=1}^n Q_{\text{ОБ.}\{i\}} = Q_{\text{ОБ.}\{A\}} + Q_{\text{ОБ.}\{B\}} + Q_{\text{ОБ.}\{C\}}. \quad (2)$$

Відповідно доля впливу  $i$ -ої групи елементів на ЛСЕ визначається за формулою (3):

$$\Delta_{\{i\}} = \frac{Q_{\text{ОБ}}}{Q_{\text{ОБ.}\{i\}}}, \text{ в.о.} \quad (3)$$

Визначимо як залежатиме доля впливу окремих груп при зміні параметрів групи пасивних споживачів  $\{C\}$ , для цього запишемо комплексному вигляді  $Z_{\{C\}} = |Z| e^{j\varphi}$  та окремо змінюватимемо  $|Z|$  та  $\varphi$ . Відповідні графічні залежності зображено на рисунку 2.

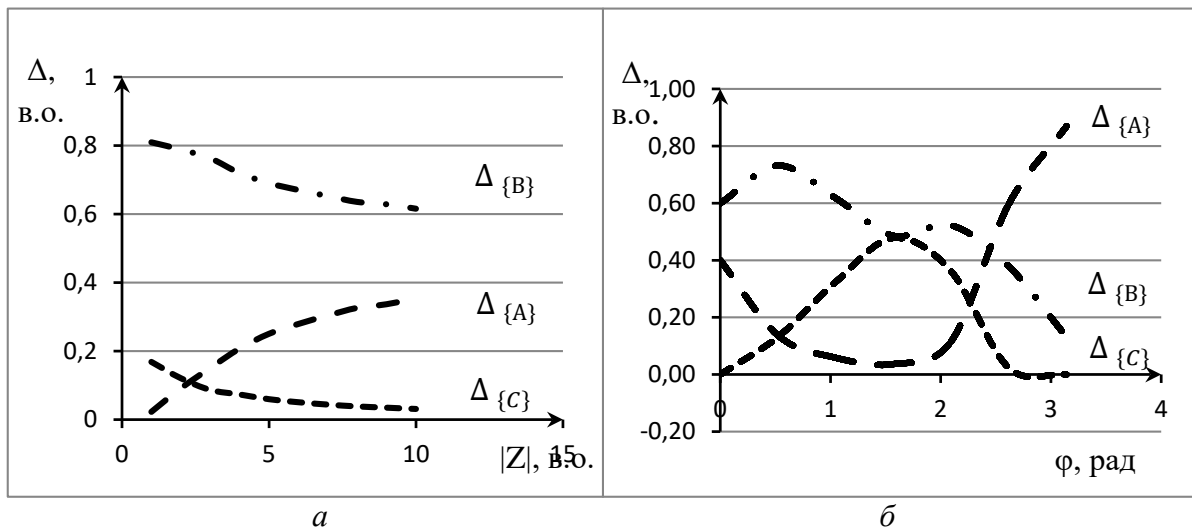


Рисунок 2 – Залежності долі впливу груп елементів на ЛСЕ при зміні модуля та аргументу пасивної групи  $\{C\}$

Рисунок 2а демонструє, що при зростанні  $|Z|$  для впливу групи  $\{C\}$  навпаки зменшується, тим самим збільшуючи долю перерозподілу взаємообміну енергією між групами  $\{A\}$  та  $\{B\}$ . Не дивлячись на те, що група  $\{A\}$  є домінуючою ( $E_{\{A\}} > E_{\{B\}}$ ) для впливу групи  $\{B\}$  на систему є більшою. При зростанні  $|Z|$  доля впливу групи  $\{B\}$  знижується, а групи  $\{A\}$  зростає. Залежності долі впливу на ЛСЕ від фази  $\varphi$  є нерівномірними, це можна пояснити початковим внеском зсувів фаз напруги окремих груп.

**Висновки.** Отже, виділений критерій для визначення долі впливу елементів (груп елементів) на елементи (групи елементів) ЛСЕ дає змогу адекватно оцінити взаємний вплив груп елементів. Крім того, даний коефіцієнт можна використовувати в якості додаткового коефіцієнту при визначенні рівня несиметрії.

#### Список використаної літератури

1. Гамм А.З., Голуб И.И. Адресность передачи активных и реактивных мощностей в электроэнергетической системе / Электричество. – 2003. – №3. – С. 9–16.
2. Денисюк С.П., Горенко Д.С. Обмінні процеси в трифазних автономних системах електроживлення // Праці Інституту електродинаміки НАН України. – 2016. – № 45. – С. 9–15.
3. Denysiuk S., Horenko D. Analysis of exchange processes during parallel operation of wind electric units // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2016. – № 4(82). – С. 26–32.