

ОЦІНКА РЕАКТИВНОСТІ ЗМІШАНОГО НАВАНТАЖЕННЯ У НЕСИНУСОЇДАЛЬНИХ РЕЖИМАХ

Гапон Д.А., Качанов П.О.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

Більшість сучасних теорій вимірювання реактивної потужності є неефективними у несинусоїдальних режимах, особливо при змішаному навантаженні. Пропонується альтернативна методика, згідно якої ключовим фізичним явищем, що характеризує реактивність вважається здатність споживача накопичувати електричну енергію та, згодом, віддавати її у енергосистему. Для визначення кількісної оцінки використовується так званий еквівалентний реактивний споживач, який має такий же рівень потужності як і наявний, та таке ж співвідношення енергії що вживається з мережі та повертається в неї протягом одного періоду напруги, але працює у синусоїдальному режимі. Коефіцієнт реактивності для довільних струму та напруги обчислюється як:

$$K = 1 - \left(\frac{A_t}{A_{sm}} \right)^2, \quad (1)$$

де $A_t = \int_0^t p(\tau) d\tau$, $A_{sm} = \int_0^t |p(\tau)| d\tau$, $p(\tau)$ - миттєва потужність.

У синусоїдальному випадку:

$$K = \frac{4(\sin(\phi) - \phi \cos(\phi))(\sin(\phi) + \pi \cos(\phi) - \phi \cos(\phi))}{(2\sin(\phi) + \pi \cos(\phi) - 2\phi \cos(\phi))^2}, \quad (2)$$

де ϕ - кут зсуву струму відносно напруги для еквівалентного реактивного споживача.

Запропонований апарат є зручним до реалізації у сучасних мікропроцесорних приладах, які працюють з цифровими даними. Так, знайшовши A_t та A_{sm} шляхом чисельного інтегрування миттєвої потужності протягом одного (чи декількох) періодів можна знайти K за (1), а рішенням трансцендентного рівняння (2), за допомогою ітеративного алгоритму, можна знайти ϕ . Результуюче значення реактивної потужності розраховується як:

$$Q = U_{RMS} \cdot I_{RMS} \cdot \sin(\phi), \quad (3)$$

де U_{RMS} та I_{RMS} - середньоквадратичні значення напруги та струму відповідно.

Результати досліджень показали, що у синусоїдальних режимах результат не відрізняється від класичних методів, тоді як у складних випадках, коли спостерігається високий рівень гармонійних спотворень як у сигналі напруги, так і у сигналі струму метод дозволяє отримати кращу компенсацію за рівнем коефіцієнта потужності. Так, наприклад, при паралельній роботі активно-індуктивного навантаження та напівпровідникового навантаження у вигляді випрямляча компенсація за класичним алгоритмом дозволила отримати коефіцієнт потужності $PF=0,835$, а запропонованим методом $PF=0,842$.