

ПІДВИЩЕННЯ ЧУТЛИВОСТІ МАКСИМАЛЬНОГО СТРУМОВОГО ЗАХИСТУ ДО СТРУМІВ ВІДДАЛЕНИХ КОРОТКИХ ЗАМИКАНЬ

О.О. Гойденко, М.А. Лелюк, Олександр Г. Серета, Олена Г. Серета

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», Харків, Україна

Підвищити чутливість максимального струмового захисту (МСЗ) до струмів $I_{cc\ far}$ віддалених коротких замикань (КЗ), за значенням менших за пускові струми I_{st} підключених на початку мережі асинхронних електродвигунів (АД), можливо шляхом швидкого визначення коефіцієнта потужності $\cos\varphi$ електричного кола зі струмом збурення та симетричної складової цього струму. Струмом збурення є приріст ΔI_{ph} , який визначається як різниця між струмом I_{ph} , що фіксується датчиками, та струмом I_{last} у попередній період: $\Delta I_{ph} = I_{ph} - I_{last}$. Характер зміни в часі струмів $\Delta I_{ph(a,b,c)}$ в кожній фазі a, b, c істотно залежать моменту їх виникнення. Тому за миттєвими значеннями струмів $\Delta i_{(a,b,c)}$ визначити діюче значення симетричної складової ΔI_{ph} неможливо. Отже розрахунок величини ΔI_{ph} здійснюється з використанням «силової» функції $S(t)$, яка являє собою залежність в часі t (рис. 1) суми квадратів миттєвих значень струмів збурення в усіх фазах a, b, c :

$$S[\Delta i_{(a,b,c)}^2(t)] = \Delta i_a^2 + \Delta i_b^2 + \Delta i_c^2. \quad (1)$$

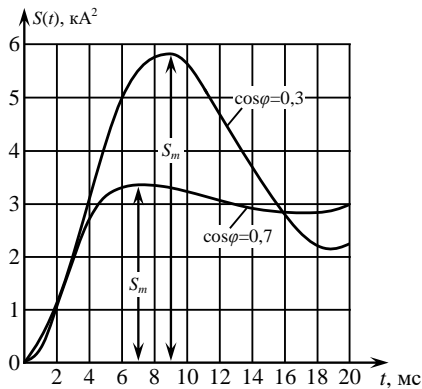


Рис. 1. Характер зміни «силової» функції

Залежності (рис. 1) характеризують стан мережі: пуску АД ($\cos\varphi = 0,3$) або віддалене КЗ ($\cos\varphi = 0,7$). Інтеграл Джоуля $Q_{(a,b,c)}$, а саме сума квадратів миттєвих значень $\Delta i_{j(a,b,c)}$ приросту струмів в кожній фазі:

$$Q_{(a,b,c)} = \int_0^T \Delta i_{j(a,b,c)}^2 dt = \sum_0^T \Delta i_{j(a,b,c)}^2 \Delta t. \quad (2)$$

Сумарний інтеграл усіх трьох фаз за період T :

$$Q_{\Sigma} = \sum_0^T Q_{(a,b,c)}. \quad (3)$$

Шляхом ділення величини Q_{Σ} на S_m визначаємо час $t_{sm} = Q_{\Sigma} / S_m$ і відповідний коефіцієнт $\cos\varphi$ електричного кола зі струмом збурення (рис. 2). Час t_{sm} – це час, протягом якого еквівалентна термічна дія струмів збурення, сума квадратів яких дорівнює S_m , дорівнюватиме фактичній термічній дії струмів збурення за час періоду зміни струму. При $\cos\varphi = 0,3$ і $\cos\varphi = 0,7$ значення t_{sm} істотно відрізняються один від одного

(12,2 і 16,4 мс відповідно), що свідчить про вагомість часу t_{sm} для надійного визначення $\cos\varphi$ [1].

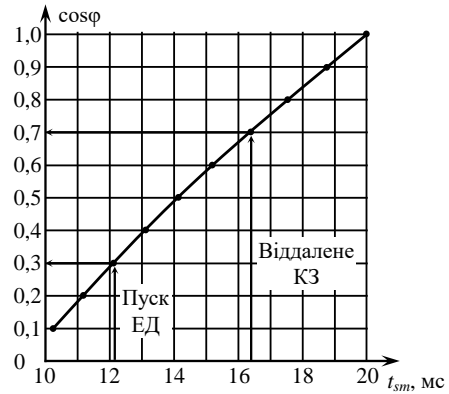


Рис. 2. Визначення $\cos\varphi$

Підвищення чутливості до струмів $I_{cc\ far}$ забезпечується за рахунок того, що критерієм спрацьовування захисту є сукупність параметрів електричного кола: вид струму збурення (дво- або трифазний), величина $\cos\varphi$ і значення ΔI_{ph} , що забезпечує надійну ідентифікацію струму збурення. Підкреслимо, що для ідентифікації струму збурення, використовується значення не повного струму у фазі I_{ph} , а його приріст ΔI_{ph} , обумовлений збуренням електричного кола [2]. Визначення ΔI_{ph} та $\cos\varphi$ здійснюється протягом одного періоду зміни струму, а завдяки безперервному моніторингу величини ΔI_{ph} забезпечується «відстроювання» від струмів перевантаження. Швидкий моніторинг струму збурення означає, що значення ΔI_{ph} в пам'яті мікропроцесора оновлюються кожен період зміни струму, кожні 20 мс. Значення струму навантаження сукупності споживачів підключених до лінії, що захищається, не може бути більшим за значення робочого струму I_r лінії. Отже струм збурення електричного кола, обумовлений підключенням одного споживача, також не може бути більше I_r . Оскільки вірогідність одночасного підключення до лінії декількох споживачів в проміжок часу 20 мс надзвичайно мала, то запропонований струмовий захист в зоні струмів КЗ не реагує на струми перевантаження. Тобто використання у якості одного з критеріїв спрацьовування захисту струму ΔI_{ph} виключає негативний вплив на точність захисту заздалегідь існуючих струмів навантаження.

Список література:

- [1] Серета О. Г. Теоретичні основи розвитку цифрових технологій в системах автоматизації, діагностики, контролю та захисту електротехнічних комплексів : дис. ... д-ра техн. наук : 05.09.03 / Націон. техн. ун-т «ХПІ». Харків, 2021. 320.
- [2] Підвищення чутливості максимального струмового захисту до струмів віддалених коротких замикань / О. Г. Серета, О. С. Кобозев. *Електротехнічні та комп'ютерні системи*. 2013. № 09 (85). С. 57-64.