

ТРИФАЗНІ МАГНІТОЗВ'ЯЗАНІ LCL-ФІЛЬТРИ ДЛЯ СОНЯЧНИХ ІНВЕРТОРІВ: АНАЛІЗ ЗАЛЕЖНОСТІ КОЕФІЦІЄНТУ ГАРМОНІК СТРУМУ ВІД НАВАНТАЖЕННЯ ТА ПАРАМЕТРІВ ФІЛЬТРУ ДЛЯ СИМЕТРИЧНИХ РЕЖИМІВ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

В роботі досліджувалися трифазні магнітозв'язані LCL-фільтри для інверторів та була проаналізована залежність коефіцієнту гармонік струму від навантаження та параметрів фільтру для симетричних режимів.

Ключові слова: магнітозв'язані LCL-фільтри, коефіцієнт гармонік, складний резонанс струмів, амплітудно-частотний спектр, амплітудно-частотна характеристика.

Abstract

In work were investigated three-phase magnetic communication LCL-filters for inverters and dependence of coefficient of harmonics of a current on power and filter parameters is analysed for symmetric modes.

Keywords: magnetic communication LCL-filters, coefficient of harmonics, difficult resonance of currents, peak-frequency spectrum, peak-frequency characteristic.

Вступ

Удосконалення систем інвертування постійної напруги сонячних електростанцій є сьогодні актуальною задачею. Для підтримання в припустимих межах коефіцієнту гармонік струму навантаження, який не має перевищувати 3%, після інвертора вмикають трифазний LCL-фільтр. В цій роботі буде розглянута залежність коефіцієнту гармонік струму від навантаження та параметрів фільтру для симетричних режимів.

Аналіз залежності коефіцієнту гармонік струму від навантаження для симетричних режимів

Схема LCL-фільтру, приведеного до однієї фази, зображена на рис. 1.

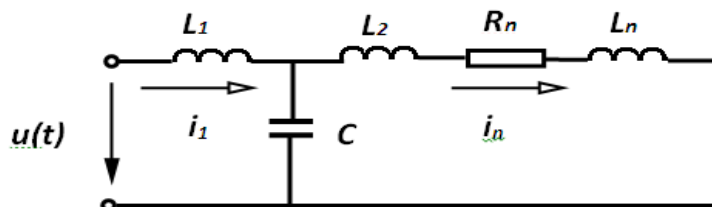


Рисунок 1 – Схема LCL-фільтру

Коефіцієнт гармонік струму THD визначається як $THD = \frac{\sqrt{\sum_{k=2}^{50} I_{kn}^2}}{I_{1n}}$, де амплітудно-частотний спектр (АЧС) струму $[I_{kn}]$ знаходиться як добуток амплітудно-частотного спектру вхідної напруги $[U_{kф}]$ та амплітудно-частотної характеристики (АЧХ) фільтру $|\underline{H}_{iu}(jk\omega)|$, тобто $[I_{kn}] = [U_{kф}] \cdot |\underline{H}_{iu}(jk\omega)|$.

АЧХ фільтру є модулем передатної характеристики фільтру яка знаходиться за виразом:
 $\underline{H}_{iu}(j\omega) = \frac{Z_2(j\omega)}{Z_{ex}(j\omega) \cdot [Z_2(j\omega) + Z_3(j\omega)]}$, де $Z_{ex}(j\omega) = Z_1(j\omega) + \frac{Z_2(j\omega) \cdot Z_3(j\omega)}{Z_2(j\omega) + Z_3(j\omega)}$, $Z_2(j\omega) = \frac{1}{j\omega C}$;
 $Z_1(j\omega) = j\omega(L - k_z L a - k_z L a^2)$; $Z_3(j\omega) = R_n + j\omega\left(\frac{L}{2} - k_z \frac{L}{2} a - k_z \frac{L}{2} a^2 + L_n\right)$; $a = e^{j120^\circ}$ – коефіцієнт повороту, який враховує відмінність фаз струмів сусідніх індуктивностей.

Приклади графіку THD(I) та струму гармоніки, на якій має місце резонанс, для параметрів фільтру $L_1 = 60$ мкГн, $C = 450$ мкФ, $\cos \varphi = 0,95$ наведені на рис. 2, 3. Зазначимо, що в цьому випадку суттєвий резонанс відбувається на 16-й гармоніці.

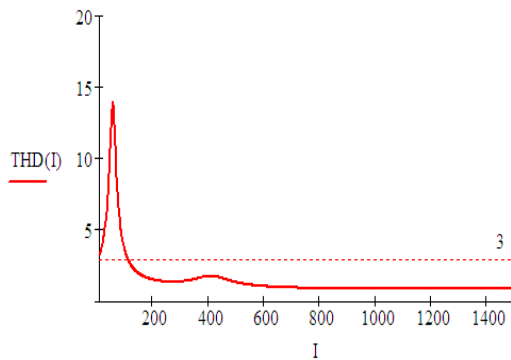


Рис. 2 – Графік коефіцієнту гармонік

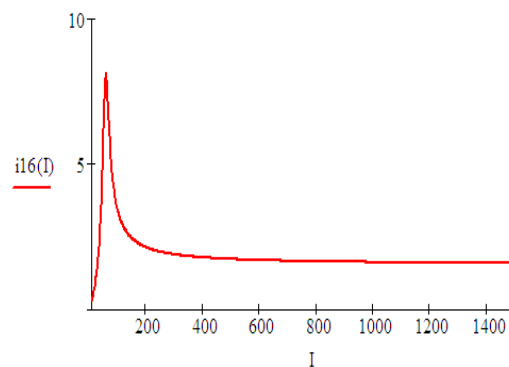


Рис. 3 – Графік струму 16-ї гармоніки

Висновок

При зміні параметрів фільтру змінюється як коефіцієнт гармонік, так і номери гармонік, на яких відбувається резонанс.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. A. Eid, H. El-Kishky, M. Abdel-Salam, T. El-Mohandes, «VSCF aircraft electric power system performance with active power filters,» *42th Southeastern Symposium of System Theory (SSST)*, pp. 182 – 187, 2010.
2. Sufen Chen, Y. M. Lai, Siew-Chong Tan, Chi K. Tse, «Optimal Design of Repetitive Controller for Harmonic Elimination in PWM Voltage Source Inverters,» *INTELEC07 – 29th International Telecommunications Energy Conference*, pp. 236 – 241, 2007.

Самойл Шулімович Кацив – канд. техн. наук, доцент кафедри теоретичної електротехніки та електричних вимірювань, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: katsyv@ukr.net.

Валерій Федорович Граняк – канд. техн. наук, доцент кафедри теоретичної електротехніки та електричних вимірювань, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: titanxp2000@ukr.net.

Максим Максимович Підгорний – студент ІСП-19, Вінницький національний технічний університет, Вінниця.

Samoil Sh. Katsyv – Cand. Sc. (Eng), Assistant Professor of Theoretical the Electrical Engineer and Electric Measurements, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: katsyv@ukr.net.

Valerii F. Hraniak – Cand. Sc. (Eng), Assistant Professor of Theoretical the Electrical Engineer and Electric Measurements, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: titanxp2000@ukr.net.

Maxim M. Pidgorny – the student ISP-19, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.