

## ІМІТАЦІЙНА МОДЕЛЬ ПАРАЛЕЛЬНОЇ РОБОТИ СЕС З МЕРЕЖЕЮ

А.Е. Потривай<sup>1</sup>, Д.О. Данильченко<sup>2</sup>

<sup>1</sup> аспірант кафедри «Передачі електричної енергії», НТУ «ХПІ», Харків, Україна

<sup>2</sup> доцент кафедри «Передачі електричної енергії», к.т.н., НТУ «ХПІ», Харків, Україна  
[potryvay.andrew99@gmail.com](mailto:potryvay.andrew99@gmail.com)

У роботі використаний ПК MATLAB з пакетом розширення Simulink як один із самих потужних та ефективних інструментів для створення різноманітних програмних комплексів, призначених для вирішення науково-технічних завдань [6].

На рис. 7 представлена модель паралельної роботи СЕС з ЕС, побудована на ПК MATLAB з пакетом розширення Simulink на підставі структурної схеми та диференціальних рівнянь, що описують електромагнітні перехідні процеси в системі, що розглядається. Для обраної моделі зроблено аналіз протікання ЕМПП при коротких замикання в енергосистеми.

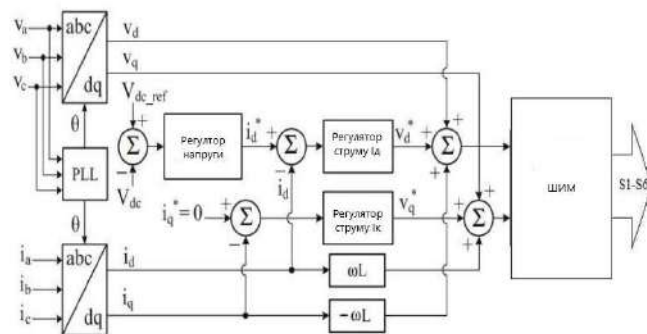


Рис. 1 - Структурна схема математичної моделі інвертора у нерухомій системі координат

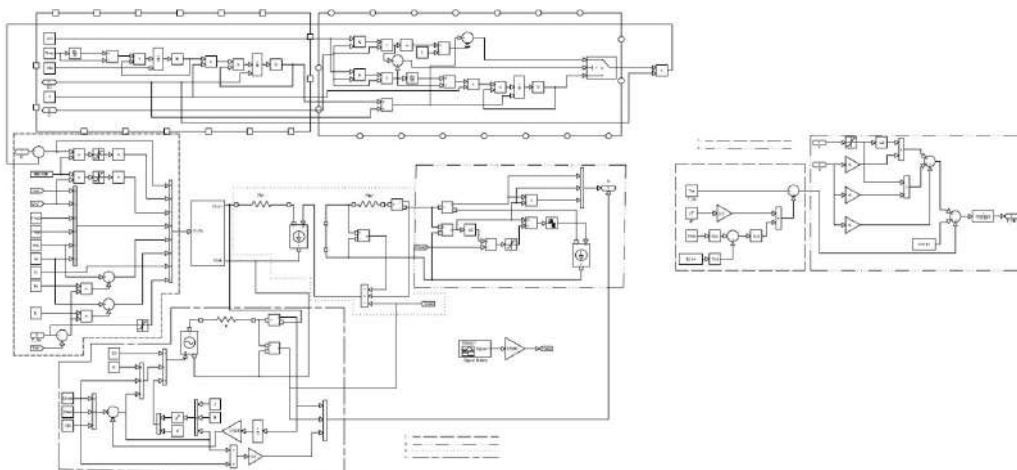


Рис. 2 – Модель СЕС

На рис. 3 наведено осцилограми напруг і струмів на виході інвертора при трифазних лагідних замикання тривалістю 40мс в ЕС. У початковий момент короткого замикання відбувається розряд високочастотних конденсаторів LC-фільтру інвертора через короткозамкнений ланцюг. Тривалість процесу розряду становить чверть періоду частоти мережі (5 мс) при досить великій постійній часі супроводжуються

кидком струму, що перевищує амплітуду періодичної складової струму короткого замикання. Значення періодичної складової струму короткого замикання визначається не опором ланцюга короткого замикання, а налаштуванням регуляторів інвертора. Як правило, вихідний струм інвертора обмежений значенням триразового номінального струму. Коротке замикання вимикається автоматичним вимикачем пошкодженої кабельної лінії. Через несвоєчасну роботу його полюсів можуть виникати перенапруги. У цьому випадку після відключення однієї фази пошкодженого ланцюга трифазне коротке замикання спочатку переходить у двофазне, а потім відключаються інші фази. Перенапруга та її тривалість залежить від системи регулювання інвертора. Найкраща якість ЕМПП забезпечують інвертори з високою базовою частотою та швидкодіючими цифровими регулювальниками.

На рис. 3 представлені осцилограми напруги та струму на вході інвертора при трифазному короткому замиканні. Виникнення трифазного короткого замикання на виході інвертора призводить до режиму холостого ходу його входу. З погляду балансу вхідний та вихідний активних потужностей такий режим цілком природний, тому що при трифазному короткому замиканні споживання активної потужності на вихідних ланцюгах інвертора різко зменшується і знижується постійний струм на вході інвертора.

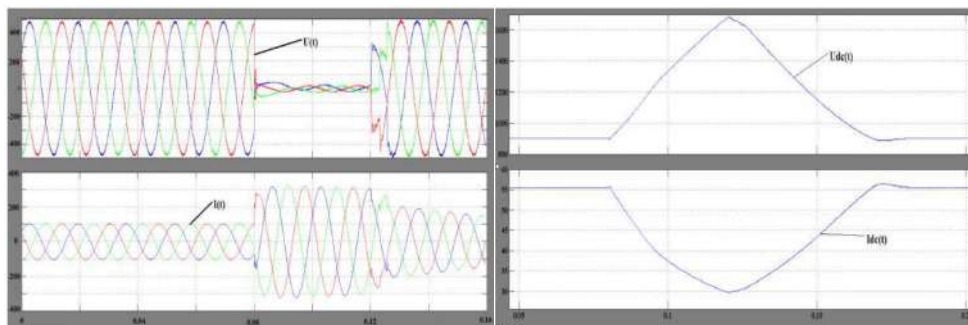


Рис. 3 - Осцилограма напруг і струмів на виході інвертора при трифазному короткому замиканні тривалістю 40 мс

Отримано математичну модель, яка описує можливість паралельної роботи СЕС з ЕС з урахуванням встановлених та перехідних режимів. Вона дозволяє оцінити роботу досліджуваної системи. Для дослідження електромагнітних перехідних процесів системи при паралельній роботі СЕС з ЕС, розроблена комп'ютерна модель у ПК MatLab з застосуванням Simulink та Power System Blockset, яка дозволяє змодельювати вплив короткого замикання в мережі на режим роботи інвертора. При побудові комп'ютерної моделі системи побудовано структурні схеми підключення інвертора. Аналіз перехідних процесів при к.з. показує, що наявність ПІ регуляторів струму в системі управління інвертора забезпечує високу надійність і швидкодію при експлуатації в умовах встановлених та аварійних режимів

#### Список літератури:

1. Shevchenko, S., Danylchenko, D., Dryvetskyi, S., & Potryvai, A. (2021). Modernization of a simulation model of a photovoltaic module, by accounting for the effect of snowing of photovoltaic panels on system performance with correction for panel cleaning for matlab simulink. Paper presented at the 2021 IEEE 2nd KhPI Week on Advanced Technology, KhPI Week 2021 - Conference Proceedings, 670-675. doi:10.1109/KhPIWeek53812.2021.9570030
2. Bo Yin, Oruganti R., Panda S.K., Bhat A.K.S. A Simple Single-Input-Single-Output (SISO) Model for a Three-Phase PWM Rectifier // IEEE Transactions on Power Electronics, 2009. Vol.24 pp. 620-631.
3. Guerrero-Rodríguez N. F., Herrero-de Lucas L. C., Performance study of a synchronization algorithm for a 3-phase photovoltaic grid-connected system under harmonic distortions and unbalances // Electric Power Systems Research, 2014. vol. 119. pp. 252-265.