

УДК 681.518:621.31

А.М. Паламар

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

МОДЕЛЮВАННЯ АЛГОРИТМУ КЕРУВАННЯ МОДУЛЬНИМ ДЖЕРЕЛОМ БЕЗПЕРЕБІЙНОГО ЖИВЛЕННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ ДІАГРАМИ СТАНІВ

A. Palamar

SIMULATION MODELING OF THE CONTROL ALGORITHM FOR THE MODULAR UNINTERRUPTIBLE POWER SUPPLY USING STATE DIAGRAM

В Україні, як і в багатьох країнах світу, набуває все більшої актуальності питання забезпечення споживачів надійним постачанням якісною електроенергією. Одним з способів його вирішення є застосування модульних джерел безперебійного живлення (ДБЖ) для здійснення стабільного електропостачання важливих об'єктів. Завдяки наявності надлишкової кількості силових блоків та забезпеченню їх резервування з використанням можливості «гарячої» заміни, досягається високий рівень відмовостійкості таких систем. Проте, в цьому випадку важливою проблемою є нерівномірність часу, протягом якого модулі ДБЖ знаходяться у ввімкненому стані. Актуальною задачею є реалізація методу переключення силових модулів з метою забезпечення однакової тривалості їх роботи та, відповідно, збільшення часу їх напрацювання на відмову.

В роботі запропонований алгоритм управління комутацією силових модулів ДБЖ для забезпечення їх рівномірної ротації в процесі експлуатації. Для дослідження запропонованого методу була побудована імітаційна модель системи керування модульним ДБЖ для реалізації цього режиму роботи.

Для побудови імітаційної моделі керуючої логіки відмовостійкої системи модульного ДБЖ в цій роботі застосовувалось програмне середовище візуального моделювання Simulink, яке є розширенням пакета прикладних програм Matlab. В процесі моделювання використано математичний апарат бібліотеки компонентів Stateflow, який базується на використанні діаграм станів та переходів, реалізованих у вигляді компонента Chart.

Імітаційна модель логіки керування комутацією випрямлячів ДБЖ з трьома модулями, яка наведена на рис. 1, складається з двох незалежних блоків `Rec_Num_1_of_3` та `Rec_Num_2_of_3`. В кожен з них входить шість станів, які послідовно змінюють один одного через два часові інтервали: короткий (`short`) і довгий (`long`). Їх тривалість задається у параметрах налаштувань компонента Chart. Короткий часовий інтервал, період якого може становити від 20 до 40 секунд, відображає тривалість перехідного процесу під час підключення кожного наступного силового модуля з метою їх ротації. Довгий часовий інтервал, тривалість якого може встановлюватись від кількох годин до кількох днів, відображає період роботи кожної комбінації підключених силових модулів.

На початковому етапі роботи алгоритму усі силові модулі повинні бути ввімкненими. Кількість модулів, які працюють одночасно під час кожного періоду їх ротації, задається вхідним сигналом `RecNum`. В залежності від цього значення відбувається перехід до відповідного графу (`Rec_Num_1_of_3` або `Rec_Num_2_of_3`). Розроблена модель імітує процес комутації модулів ДБЖ в залежності від заданого коефіцієнта їх завантаженості, який визначається як відношення споживаної потужності до номінальної потужності ДБЖ.

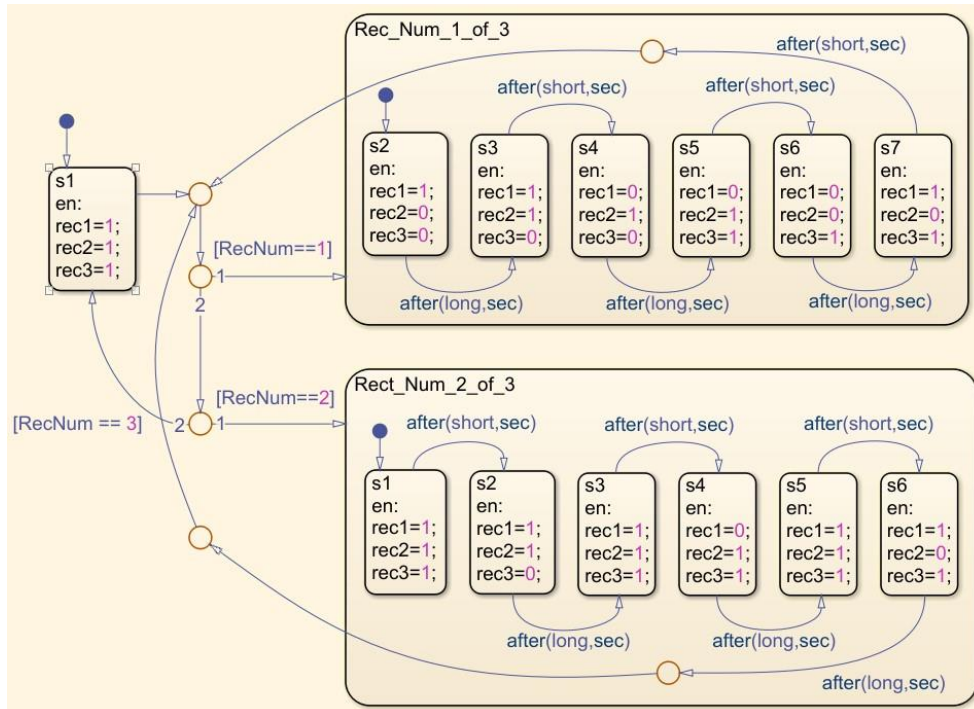


Рис. 1. Імітаційна модель логіки керування комутацією випрямлячів модульного джерела безперебійного живлення, реалізована засобами Simulink-Stateflow

Як видно з результатів моделювання (рис. 2), переключення силових модулів здійснюється таким чином, що принаймні один з них завжди залишається у ввімкненому стані. Під час здійснення чергової ротації, спочатку відбувається ввімкнення наступного модуля, а через деякий час, який відповідає тривалості переходного процесу, здійснюється вимкнення попереднього.

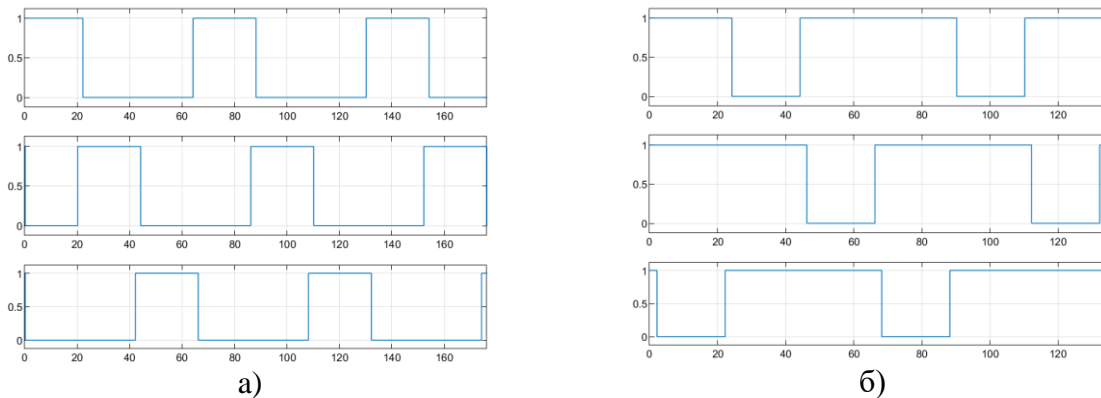


Рис. 2. Результати моделювання: а) періоди ввімкненого та вимкненого станів комбінацій одного з трьох силових модулів ДБЖ; б) періоди ввімкненого та вимкненого станів двох з трьох силових модулів ДБЖ

Застосування алгоритму ротації силових модулів дало змогу рівномірно розподілити тривалість роботи кожного з них, що в свою чергу призвело до збільшення часу їх напрацювання на відмову та, відповідно, підвищення надійності ДБЖ. Результати моделювання продемонстрували ефективність розробленої імітаційної моделі логіки керування в різних режимах роботи. Отримані результати можуть бути використані при впровадженні розробленого алгоритму в системі керування модульним джерелом безперебійного живлення.