

УДК 621.3

**ЗАСТОСУВАННЯ ЕКВІВАЛЕНТНИХ СХЕМ
АКУМУЛЯТОРА ДЛЯ МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМ
ЖИВЛЕННЯ ВІД ФОТОЕЛЕМЕНТІВ**

Д.В. Бондаренко, канд. техн. наук
Ін-т відновлюваної енергетики НАН України,
тел: (050)972999,
mail: dima7007bond@gmail.com

В роботі показані різні еквівалентні схеми акумуляторів електричної енергії, для різного моделювання. Описані їх параметри та особливості застосування. Показано загальну еквівалентну схему заміщення акумулятора, яка основана на DP-моделі. Запропоновано еквівалентну схему заміщення системи фотоелемент-акумулятор-навантаження. Розписані її параметри.

Ключові слова: еквівалентні схеми, акумулятор, фотоелемент, моделювання

**USING OF EQUIVALENT CIRCUITS OF ACCUMULATOR
FOR SIMULATIONS SYSTEMS OF SUPPLYING BY PV-
ELEMENT**

D.V. Bondarenko,

*Institute of Renewable Energy, National Ukrainian Academy of
Science, 20A, Krasnogvardejskaya str., Kyiv, 02094, Ukraine
tel./Fax +380 44 206-28-09, e-mail: renewable@ukr.net*

Shows different equivalent circuits of accumulators of electrical energy. Described main parameters. Shown main equivalent circuit of accumulator, based on DP-model. Present equivalent circuit of system of pv-element-accumulator-load.

Keywords: *equivalent circuits, accumulator, pv-element, simulation.*

ORCID: 0000-0002-5629-930X.

Моделювання електричних систем за допомогою еквівалентних схем заміщення є ефективним інструментом аналізу та проектування систем з використанням відновлюваних джерел енергії, зокрема сонячних фотоелементів та батарей.

Треба зазначити, що різне застосування акумуляторів та різні режими роботи потребують різних схем заміщення. Так, при використанні акумулятора, в якості короточасної підтримки джерела живлення та згладжування пульсацій, можливо використати схему заміщення - звичайну ємність, підключену паралельно до джерела, в якості схеми заміщення. Але для оцінки кількості накопиченого та витраченого заряду, в схемах заміщення, вже використовується кероване джерело напруги з ємнісними та вольт-амперними характеристиками, які описують режим роботи конкретних типів акумуляторів.

Для більш розширеного моделювання використовують еквівалентні схеми з пасивними, паразитними елементами, які спотворюють ідеальні статичні та динамічні характеристики акумулятора, як джерела вторинного живлення. Найбільш простою є так звана Rint-модель, яка містить опір, який послідовно

підключений до ідеального джерела напруги [1]. В цій моделі напруга джерела напруги відповідає напрузі холостого ходу акумулятора, а опір відповідає внутрішньому опору акумулятора. Обидва параметри є функціями SoC, SoH та температури.

Розвитком схеми заміщення, як ємності, є RC-модель. В цій еквівалентній схемі до основної ємності, яка моделює накопичення заряду в акумуляторі, додаються ємність та три опори, які підключені послідовно та паралельно і моделюють внутрішні процеси та конструктивні елементи акумулятора [1].

Найбільш коректними є моделі які об'єднують Rint-модель та RC-модель. Це Thevenin-, PNGV-, DP-моделі [1]. В цих моделях використовуються керовані джерела напруги та RC-ланцюги для повного представлення процесів накопичення заряду та відображення внутрішніх та зовнішніх процесів в акумуляторі. З цих моделей, найбільш загальною є DP-модель, яка представлена на рис.1. В цій еквівалентній схемі кероване джерело струму U_{oc} відповідає напрузі на акумуляторі без навантаження, тобто холостого ходу, опір R_s це внутрішній омичний опір акумулятора. Паразитні елементи R_1 та R_2 представляють електрохімічні процеси в середині акумулятора, а ємності C_1 та C_2 є ефектиними ємностями які відповідають за перенос енергії в акумуляторі.

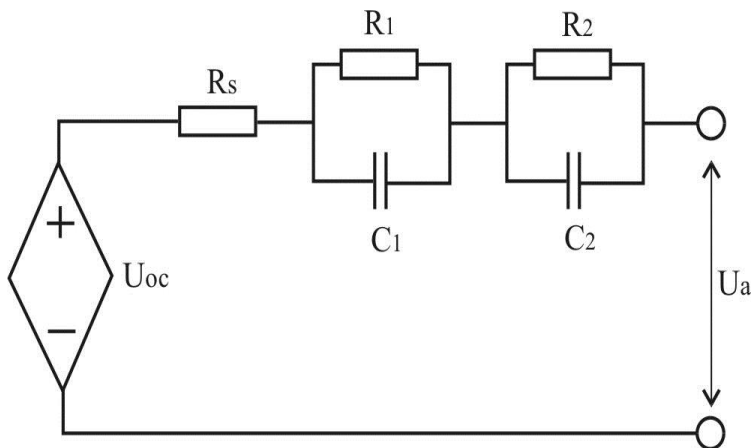


Рис.1.

Таким чином, маючи загальну еквівалентну схему акумулятора та еквівалентну схему фотоелемента [2] ми можемо створити модель системи фотоелемент-акумулятор-навантаження рис.2. Де крім вищеописаних параметрів додаються кероване джерело напруги U_{pv} , яке моделює генерацію струму в фотоелементі і залежить від рівня інсоляції, а також температури та конструктивних параметрів фотоелемента. Опір R_{pv} є внутрішнім опором фотоелемента, а ємність C_{pv} є паразитною і залежить від конструкції. Опір R_c є опором навантаження, а напруга U_c є напругою на навантаженні.

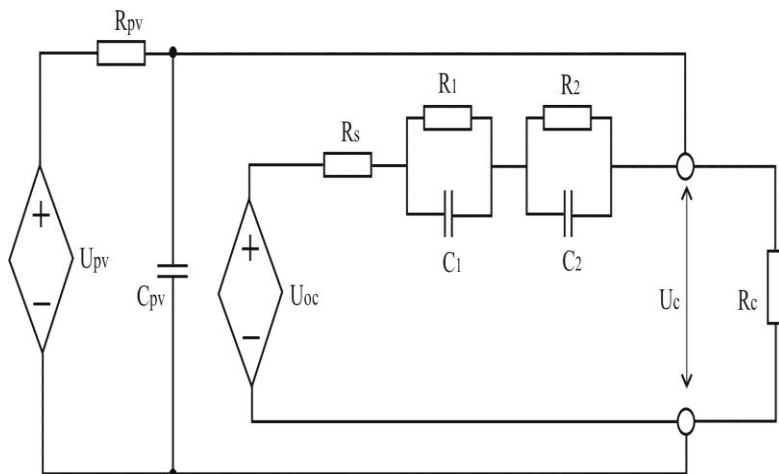


Рис.2.

Розглянувши отриману схему, можна зробити висновок про можливість застосування загальної еквівалентної схеми системи, в якій навантаження живиться від фотоелемента та акумулятора. Така схема дозволяє в одному обчислювальному процесі провести моделювання і аналіз таких систем.

Література:

1. Hongwen He , Rui Xiong, Jinxin Fan. Evaluation of Lithium-Ion Battery Equivalent Circuit Models for State of Charge Estimation by an Experimental Approach // *Energies* 2011, 4, 582-598.
2. Dmitry V Bondarenko Use of electrical equivalent circuits at simulation optoelectronic systems // *5th International Workshop on Laser and Fiber-Optical Networks Modeling*, 2003. *Proceedings of LFNМ* 2003. P.72-74.