

Силова електроніка

УДК 621.314

DOI: [10.20535/2523-4455.2017.22.5.93916](https://doi.org/10.20535/2523-4455.2017.22.5.93916)

Оцінка ефективності відбирання енергії від сонячної батареї

Ромашко В. Я., д.т.н., проф., ORCID [0000-0002-5429-7685](https://orcid.org/0000-0002-5429-7685)e-mail volodymyr.romashko@gmail.comВербицький Є. В., к.т.н., ORCID [0000-0001-7275-5152](https://orcid.org/0000-0001-7275-5152)e-mail verbitskiy@bigmir.net

Національний технічний університет України

"Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського" kpi.ua

Київ, Україна

Реферат—Проаналізовано умови, за яких від сонячної батареї (СБ), що працює на узгоджувальний імпульсний регулятор (ІР), буде відбиратись максимальний обсяг енергії. Виведено уточнену умову відбору максимальної енергії для випадку, коли вхідний пульсуючий струм ІР змінюється за нелінійним законом. На прикладі ІР підвищувального типу виконано порівняльний аналіз одержаної умови з відомою, яка була отримана для випадку лінійної зміни струму перетворювача. Показано, що приріст одержаної від СБ енергії, за умови використання уточненої умови, є несуттєвим для всіх досліджуваних режимів. Зроблено висновок про доцільність практичного застосування умови, що була отримана для випадку лінійної зміни струму, враховуючи простоту її апаратної реалізації.

Бібл. 11, рис. 4, табл. 1.

Ключові слова — імпульсний регулятор; сонячна батарея; ефективність відбирання енергії.

I. ВСТУП.

Сонячні батареї (СБ) мають найбільший енергетичний потенціал серед відновлювальних джерел енергії. Однак через їх відносно невисокий ККД 15-25 % [1-3] та нестабільний рівень вихідної потужності, вартість електроенергії, отриманої від СБ є доволі високою.

Покращення режиму роботи СБ можливе за умови використання узгоджувального пристрою на основі імпульсних регуляторів (ІР) постійної напруги, найчастіше підвищувального типу. Для їх керування використовують спеціальні алгоритми які шукають точку максимальної потужності СБ, тобто максимізують обсяг енергії, який відбирається ІР від СБ [4-6]. Більшість цих алгоритмів не враховує пульсації струму, створювані ІР, що зменшує обсяг відібраної енергії та зменшує стійкість роботи пристрою [7]. В [8] показано, що за умови врахування пульсації струму, перетворювач повинен працювати в певній зоні струмів і напруг, та виведена умова роботи СБ в зоні максимальної потужності (ЗМП) при лінійному струмі перетворювача. Внаслідок суттєвої нелінійності ВАХ СБ в околиці її ТМП, реальний вхідний струм ІР (вихідний струм СБ) змінюється за нелінійним законом. У статті виводиться умова відбирання

максимального обсягу енергії для нелінійного струму та аналізується доцільність її використання порівняно з умовою для лінійних струмів.

II. УМОВА ВІДБИРАННЯ МАКСИМАЛЬНОГО ОБСЯГУ ЕНЕРГІЇ

Вхідний струм перетворювача в усталеному режимі повторюється на періоді тривалістю T . Розглянемо період n роботи ІР: на інтервалі $[nT; nT + \gamma T]$ струм зростає від значення I_{min} до I_{max} , де γ – коефіцієнт заповнення імпульсів, а на інтервалі $[nT + \gamma T; (n+1)T]$ відповідно спадає від значення I_{max} до I_{min} . Струм перетворювача на періоді задається кусковою функцією:

$$i(t) = \begin{cases} f_1(t), & 0 \leq t < \gamma T; \\ f_2(t), & \gamma T < t < T, \end{cases} \quad (1)$$

де час t відраховується від початку кожного інтервалу, f_1 , f_2 – неперервні функції.

Нехай існують зворотні функції на інтервалах роботи перетворювача: $t = F_1(I)$, $t = F_2(I)$. Тоді середня потужність P_C , яка відбирається від СБ за період T розраховується за формулою:



$$\begin{aligned}
P_C &= \frac{1}{T} \int_0^T p(t) dt = \frac{1}{T} \left(\int_0^{\gamma T} p(t) dt + \int_{\gamma T}^T p(t) dt \right) = \\
&= \frac{1}{F_1(I_{max}) + F_2(I_{min})} \left(\int_{I_{min}}^{I_{max}} p(I) dF_1(I) + \int_{I_{max}}^{I_{min}} p(I) dF_2(I) \right) = \\
&= \frac{1}{F_1(I_{max}) + F_2(I_{min})} \left(\int_{I_{min}}^{I_{max}} p(I) F_1'(I) dI + \int_{I_{max}}^{I_{min}} p(I) F_2'(I) dI \right) = \\
&= \frac{1}{F_1(I_{max}) + F_2(I_{min})} (W_1(I_{max}) - W_2(I_{max}) - W_1(I_{min}) + W_2(I_{min})),
\end{aligned} \tag{2}$$

де W – енергія, відібрана від СБ.

Для того, щоб максимізувати значення отриманої потужності необхідно взяти похідну по одному з параметрів, наприклад I_{min} , виразивши значення

I_{max} наступним чином: $I_{max} = I_{min} + \Delta I$. Тоді матимемо:

$$\begin{aligned}
\frac{dP_C}{dI_{min}} &= \frac{1}{F_1(I_{min} + \Delta I) + F_2(I_{min})} (p(I_{min} + \Delta I) F_1'(I_{min} + \Delta I) - \\
&- p(I_{min} + \Delta I) F_2'(I_{min} + \Delta I) - p(I_{min}) F_1'(I_{min}) + p(I_{min}) F_2'(I_{min})) - \\
&- \frac{F_1'(I_{min} + \Delta I) + F_2'(I_{min})}{(F_1(I_{min} + \Delta I) + F_2(I_{min}))^2} (W_1(I_{min} + \Delta I) - W_2(I_{min} + \Delta I) - W_1(I_{min}) + W_2(I_{min})).
\end{aligned} \tag{3}$$

Прирівнявши отриманий вираз (3) до нуля, одержимо загальну умову, при якій від СБ буде відбира-

тись максимальний обсяг енергії при заданій пульсації вхідного струму $I_P \Delta I$:

$$\begin{aligned}
&(F_1(I_{min} + \Delta I) + F_2(I_{min})) (p(I_{min} + \Delta I) F_1'(I_{min} + \Delta I) - \\
&- p(I_{min} + \Delta I) F_2'(I_{min} + \Delta I) - p(I_{min}) F_1'(I_{min}) + p(I_{min}) F_2'(I_{min})) = \\
&= (F_1'(I_{min} + \Delta I) + F_2'(I_{min})) (W_1(I_{min} + \Delta I) - W_2(I_{min} + \Delta I) - W_1(I_{min}) + W_2(I_{min})).
\end{aligned} \tag{4}$$

У випадку лінійної зміни вхідного струму I_P функції F_1 і F_2 є також лінійними, тому $F_1'(I_{min} + \Delta I) = F_1'(I_{min})$, $F_2'(I_{min} + \Delta I) = F_2'(I_{min})$. З урахуванням цього з формули (4) отримуємо відому умову [8], що була одержана для лінійної зміни струму I_P :

$$p(I_{min} + \Delta I) = p(I_{min}), \tag{5}$$

тобто ця умова є окремим випадком більш загальної умови (4), отриманої для довільної форми зміни струму I_P .

Розглянемо обсяг відібраної енергії від СБ за умовами, наведеними у формулах (4) і (5) на прикладі I_P підвищувального типу.

III. МОДЕЛЬ СИСТЕМИ ВІДБИРАННЯ МАКСИМАЛЬНОГО ОБСЯГУ ЕНЕРГІЇ

Система відбирання максимального обсягу енергії зазвичай містить електричний акумулятор. Схема заміщення системи показана на рис. 1 а. Акумулятор

моделюється додатковим джерелом напруги E_{AB} . Оскільки переважно більшість часу система керування працює в усталеному режимі з постійною освітленістю та опором навантаження, аналіз відбирання енергії аналізується для цього режиму. В усталеному режимі середнє значення напруги на навантаженні E_H є постійним, а пульсація напруги u_{\sim} на навантаженні є значно меншою, ніж середнє значення, $u_{\sim} \ll E_H$, тому навантаження може бути замінене на постійне джерело напруги E_H , а параметри ємнісного фільтра C та акумулятора можуть не враховуватись. Спрощена модель схеми заміщення системи показана на рис. 1 б.

За умови, що спрощена модель, рис. 1 б описує процеси у системі з акумулятором значення джерела напруги E_H , еквівалентне напрузі акумулятора E_{AB} , $E_H = E_{AB}$.



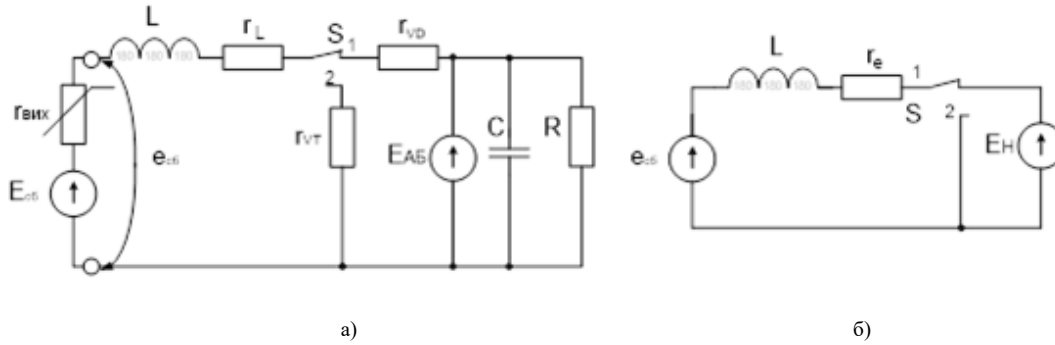


Рис. 1 Схема заміщення СБ (а) і її спрощена модель (б)

Розглянемо режими роботи ІР. Положення 1 ключа S , рис. 1 б відповідає інтервалу зменшення струму. Струм СБ I визначається з диференційного рівняння:

$$E_H = e_{CB} - Ir_e + L \frac{dI}{dt}, \quad (6)$$

і у положенні 2, яке відповідає інтервалу збільшення струму:

$$e_{CB} = Ir_e + L \frac{dI}{dt}. \quad (7)$$

Рівняння вольтамперної характеристики СБ описується виразом [9]:

$$e_{CB} = \ln \left(\frac{n_1 I_\Phi - I}{n_1 I_0} + 1 \right) \frac{n_2 k T}{q}, \quad (8)$$

де I_Φ – фотострум СБ; I_0 – зворотній струм p - n переходу СБ; $q = 1.6 \cdot 10^{-19}$ Кл – заряд електрона; $k = 1.38 \cdot 10^{-23}$ Дж/К – стала Больцмана; T – абсолютне значення температури, К; n_1 – кількість паралельно включених фотоелементів СБ; n_2 – кількість послідовно включених фотоелементів СБ.

З диференційних рівнянь, які отримуються після підстановки виразу (8) у формули (6) і (7), можливо безпосередньо визначити значення похідних $F_1'(I)$, $F_2'(I)$.

$$F_2'(I) = - \frac{L}{E_H - \ln \left(\frac{n_1 I_\Phi - I}{n_1 I_0} + 1 \right) \frac{n_2 k T}{q} + Ir_e}; \quad (9)$$

$$F_1'(I) = \frac{L}{\ln \left(\frac{n_1 I_\Phi - I}{n_1 I_0} + 1 \right) \frac{n_2 k T}{q} - Ir_e}. \quad (10)$$

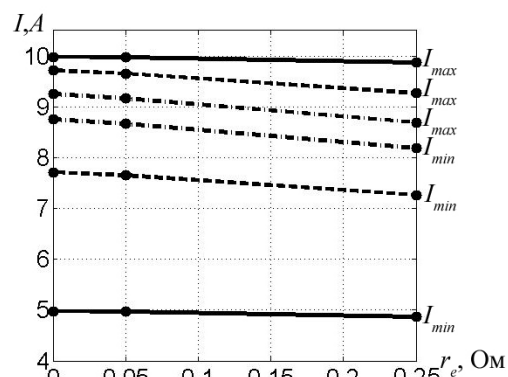
Рівняння (9) описує процеси в системі на інтервалі зменшення струму. На цьому інтервалі $I(0) = I_{max}$ і $I(T - \gamma T) = I_{min}$. На інтервалі збільшення струму $I(0) = I_{min}$ і $I(\gamma T) = I_{max}$.

Для системи з акумулятором напруга E_H заздалегідь відома і похідні у формулах (9), (10) можна розрахувати безпосередньо.

Вважається, що СБ складається з трьох послідовно з'єднаних фотоелементів, тобто $n_1 = 1$, $n_2 = 3$, працює в режимі з фотострумом $I_\Phi = 10$ А при температурі $T = 323$ К (50 °С), при цьому зворотний струм СБ $I_0 = 100$ мкА. Режим роботи ІР задається:

- трьома значеннями пульсації струму $\Delta I = 0,05 I_\Phi$, $\Delta I = 0,2 I_\Phi$, $\Delta I = 0,5 I_\Phi$;

- трьома значеннями еквівалентного опору $r_e = 0$ Ом, $r_e = 0,05$ Ом, $r_e = 0,25$ Ом; - трьома значеннями вихідної напруги $E_H = 12$ В (режим $\gamma < 0,5$), $E_H = 18$ В (режим $\gamma \sim 0,5$), $E_H = 24$ В (режим $\gamma > 0,5$).



— $\Delta I = 0,5 I_\Phi$, - - $\Delta I = 0,2 I_\Phi$,
 - . . . $\Delta I = 0,05 I_\Phi$

Рис. 2 Залежності струмів I_{min} та I_{max} від параметрів системи за умовою (5)

Індуктивність дроселя L для всіх режимів є постійною, $L = 100$ мкГн. Отже, сумарна кількість режимів роботи системи складає $N = 27$. Ці режими охоплюють діапазон типових умов експлуатації систем відбору енергії від СБ. Тому для кожного режиму можна зробити висновки, щодо ефективності застосування умови (5) для відбору максимального обсягу енергії від СБ.

IV. АНАЛІЗ РЕЖИМІВ РОБОТИ СИСТЕМИ ВІДБИРАННЯ ЕНЕРГІЇ

Розглянемо систему з акумулятором. Для перевірки умови (5) розраховано значення струмів I_{min} та $I_{max} = I_{min} + \Delta I$ на основі рівняння кривої потужності $p(I)$:

$$p(I) = \left(\ln \left(\frac{n_1 I_\Phi - I}{n_1 I_0} + 1 \right) \frac{n_2 k T}{q} - I r_e \right) I. \quad (11)$$

Отримані значення струмів I_{min} та I_{max} , наведено на рис. 2. Розраховані значення не залежать від напруги акумулятора E_H , тому на рисунку цей параметр не наводиться.

За даними рис. 2 розраховуються значення тривалості інтервалів роботи ІР за формулами:

$$t_1 = \int_{I_{min}}^{I_{max}} F_1'(I) dI; \quad (12)$$

$$t_2 = \int_{I_{min}}^{I_{max}} F_2'(I) dI. \quad (13)$$

Отримані значення підставляються в формулу для розрахунку середньої потужності:

$$P_C = \frac{1}{t_1 + t_2} \left(\int_{I_{min}}^{I_{max}} p(I) F_1'(I) dI + \int_{I_{min}}^{I_{max}} p(I) F_2'(I) dI \right). \quad (14)$$

Розраховані значення середньої потужності P_C за формулою (14) наведені на рис. 3. Для визначення струмів I_{min} та I_{max} за умовою (4), необхідно отримати аналітичні вирази функцій $F_1(I)$ та $F_2(I)$. Оскільки диференційні рівняння (9) і (10) не мають аналітичного розв'язку, їх необхідно представити наближено розкладом у степеневий ряд [10,11]. Для цього вирази (9) і (10) диференціюються $(n - 1)$ разів, де n кількість членів розкладу у ряд. Далі отримані значення похідних підставляються у формулу ряду Тейлора.

$$F(I) = F(I - I_0) + \frac{F'(I_0)}{1!} (I - I_0) + \frac{F''(I_0)}{2!} (I - I_0)^2 + \dots + \frac{F^{(n)}(I_0)}{n!} (I - I_0)^n. \quad (15)$$

Кількість членів n у розкладі ряду Тейлора визначається за значенням відносної похибки $\delta_n < 10^{-6}$, де δ_n розраховується за формулою

$$\delta_n = \frac{\frac{F^{(n)}(I_0)}{n!} (I - I_0)^n}{\sum_{i=0}^{n-1} \frac{F^{(i)}(I_0)}{i!} (I - I_0)^i}$$

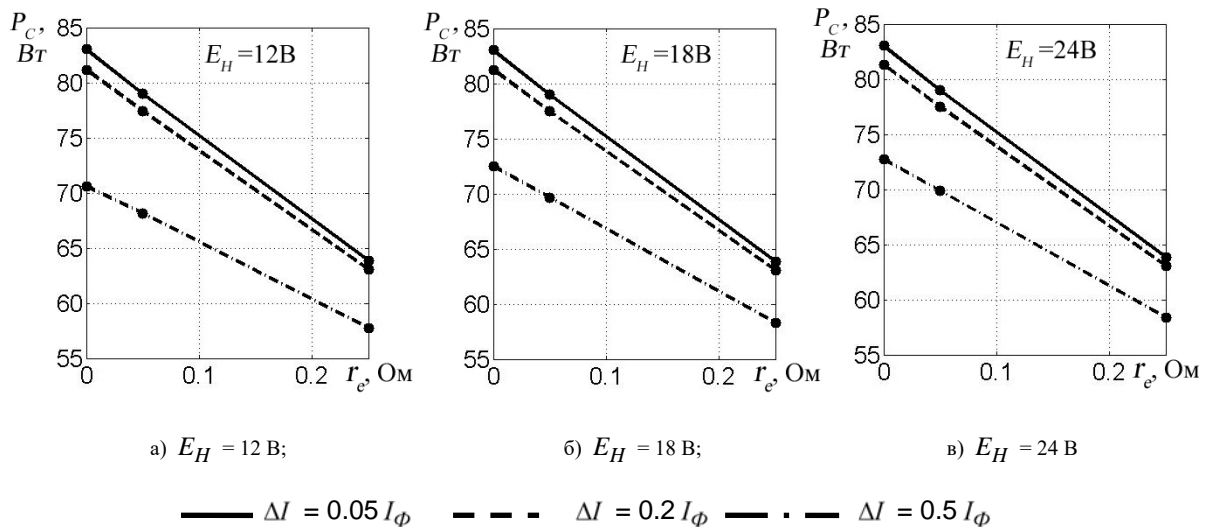
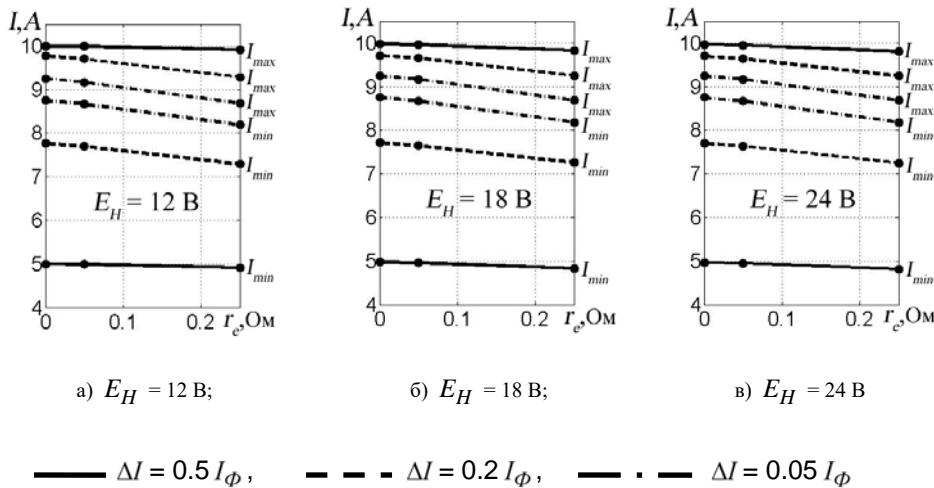


Рис. 3 Залежність вихідної потужності СБ P_C від режиму роботи ІР та напруги на навантаженні E_H за умовою (5)



Рис. 4 Значення параметрів I_{min} та I_{max} для заданих режимів роботи ІР системи за умовою (4)

ТАБЛИЦЯ 1. ПРИРІСТ ПОТУЖНОСТІ

	$r_e = 0 \text{ Ом}$	$r_e = 0.05 \text{ Ом}$	$r_e = 0.25 \text{ Ом}$
$\Delta I = 0.05 I_\phi, E_H = 12 \text{ B}$	0.0004 %	0.0001 %	< 0.0001 %
$\Delta I = 0.2 I_\phi, E_H = 12 \text{ B}$	0.03 %	0.02 %	0.003 %
$\Delta I = 0.5 I_\phi, E_H = 12 \text{ B}$	0.06 %	0.07 %	0.04 %
$\Delta I = 0.05 I_\phi, E_H = 18 \text{ B}$	< 0.0001 %	< 0.0001 %	< 0.0001 %
$\Delta I = 0.2 I_\phi, E_H = 18 \text{ B}$	< 0.0001 %	0.0001 %	0.0005 %
$\Delta I = 0.5 I_\phi, E_H = 18 \text{ B}$	0.002 %	0.003 %	0.02 %
$\Delta I = 0.05 I_\phi, E_H = 24 \text{ B}$	0.0001 %	< 0.0001 %	< 0.0001 %
$\Delta I = 0.2 I_\phi, E_H = 24 \text{ B}$	0.001 %	0.001 %	0.002 %
$\Delta I = 0.5 I_\phi, E_H = 24 \text{ B}$	0.01 %	0.02 %	0.05 %

На основі запропонованого підходу для кожного досліджуваного режиму роботи отримано значення параметрів I_{min} та I_{max} , які наведено на рис. 4.

Значення струмів, наведені на рис. 4, використано для розрахунку середньої потужності на основі формули (14). Дані, отримані в результаті розрахунків, ідентичні до наведених на рис. 3.

Приріст потужності, отриманий в результаті використання уточненої формули у порівнянні з умовою для лінійного струму (5), наведено у таблиці.

Як видно з даних, наведених у таблиці, приріст потужності за умови використання уточненої формули для максимізації потужності є несуттєвим. Найменшим він є для режимів з $E_H = 18 \text{ B}$, $\gamma \approx 0.5$, для режимів $E_H = 12 \text{ B}$, $\gamma < 0.5$ і $E_H = 24 \text{ B}$, $\gamma > 0.5$ приріст потужності має дещо більші значення. Це пояснюється тим, що в режимі $\gamma \approx 0.5$ тривалості інтервалів роботи ІР майже однакові і, оскільки на кожному інтервалі струм спочатку змінюється швидко а потім повільніше, сумарна зміна струму на обох інтервалах на кожній ділянці потужності майже ідентична, що відповідає лінійному струму, для якого є справедливою формула (5). Тому положення зони максимальної потужності для цього режиму майже не зазнало змін.

У режимі $E_H = 12 \text{ B}$ тривалість замкнутого ключа є значно меншою інтервалу розімкненого ключа, тому енергетичні процеси в СБ визначаються в основному інтервалом розімкненого ключа, під час якого струм швидко спадає в зоні максимальних струмів і повільно – в зоні мінімальних. Тому, при зсуві інтервалу в сторону більших струмів, швидкість проходження струму через точку максимальної потужності зменшиться, що викличе збільшення відібраної енергії, що підтверджується порівнянням даних рис. 2 і рис. 4. Аналогічно для режиму $E_H = 24 \text{ B}$ спостерігається зменшення в сторону менших струмів.

ВИСНОВКИ

Таким чином, отримана умова відбирання максимального обсягу енергії при нелінійній формі струму показує, що для практичного застосування доцільно використовувати умову для випадку лінійної зміни струму перетворювача, не зважаючи на те, що реальний вхідний струм перетворювача може суттєво відрізнятися від лінійного. При цьому при заданій пульсації струму перетворювача $\Delta I = I_{max} - I_{min}$, від СБ буде відбиратись практично максимально можливий обсяг енергії, що складає не менше, ніж 99.9 %. До того ж практична реалізація алгоритму пошуку зони

максимальної потужності на основі умови для лінійного струму є значно простішою, що спрощує структуру системи керування імпульсним регулятором.

ЛІТЕРАТУРА

- [1] V. V. Yelistratov, *Ispolzovanie vozobnovlyаемoy energii: ucheb. posobie* [Renewable energy using: tutorial], Spb.: Izd-vo politehn. un-ta, 2008, p. 224.
- [2] Toshiro Maruyama; Yoshitaka Shinyashiki; Satoshi Osako, "Energy Conversion Efficiency of Solar Cells Coated with Fluorescent Coloring Agent," *Solar Energy Materials & Solar Cells*, vol. 56, no. 1, pp. 1-6, 14 September 1998.
DOI: [10.1016/S0927-0248\(98\)00105-6](https://doi.org/10.1016/S0927-0248(98)00105-6)
- [3] Motohiro Nishihata; Yoshiyuki Ishihara; Toshiyuki Todaka, "IEEE 4th World Conference on Photovoltaic Energy Conversion," in *Presumption Of solar Power Generation Corresponding to the Change of Solar Spectrum*, Waikoloa, HI, USA, 2006. **DOI:** [10.1109/WCPEC.2006.279935](https://doi.org/10.1109/WCPEC.2006.279935)
- [4] J. Surya Kumari; Dr. Ch. Sai Babu; A. Kamalakar Babu, "Design and Analysis of P&O and IP&O MPPT Techniques for Photovoltaic System," *International Journal of Modern Engineering Research*, vol. 2, no. 4, pp. 2174-2180, 2012.
URL: www.ijmer.com/papers/Vol2_Issue4/BK2421742180.pdf
- [5] Sonia Leva; Dario Zaninelli; Raffaele Contino, "Integrated Renewable Sources for Supplying Remote Power Systems," *WSEAS TRANSACTIONS ON POWER SYSTEMS*, vol. 2, no. 2, pp. 41-48, february 2007.
- [6] N. Femia; D. Granozio; G. Petrone; G. Spagnuolo; M. Vitelli, "Optimized one-cycle control in photovoltaic grid connected applications," *IEEE Transactions on Aerospace and Electronic Systems*, vol. 42, no. 3, pp. 954 - 972, July 2007.
DOI: [10.1109/TAES.2006.248205](https://doi.org/10.1109/TAES.2006.248205)
- [7] Romashko, V. J.; Verbitsky, I. V.; Kyrychik, I. I., «Anallz vtrat energii v sistemI vldboru maksimalnoi potuzhnosti sonyachnoi batarei [Energy loses analyze in solar battery maximum power picking system].» *Tekhnichna elektrodynamika*, № 4, pp. 55-57, 2014. **URL:** http://techned.org.ua/2014_4/st18.pdf
- [8] Romashko, V. J.; Verbitsky, I. V., «OsoblivostI poshuku tochki maksimalnoYi potuzhnosti sonyachnoYi batareYi pri vikoristanni uzgodzhuvalnogo Impulsnogo regulatora [Features of finding a maximum power point of a solar bat-tery on basis a matching pulse converter].» *Electronics and Communications*, т. 21, № 6, pp. 22-26, 2016. **DOI:** [10.20535/2312-1807.2016.21.6.71234](https://doi.org/10.20535/2312-1807.2016.21.6.71234)
- [9] Andreev, V. M.; Grikhles, V. A.; Rumyantsev, V. D., *Fotoelektricheskoe preobrazovanie kontsentrirovannogo solnechnogo izlucheniya* [Fotovoltaic transform of consetrating solar radiation], Leningrad: Nauka, 1989, p. 310.
- [10] Vilenkin, N. Y.; Dobrohotova, M. A.; Safonov, A. N., *Differentsialnyie uravneniya* [Differential equations], Moscow: Prosveshchenie, 1984, p. 176.
- [11] M. H. Holmes, *Introduction to Numerical Methods in Differential Equations*, Springer Science & Business Media, 2006.
ISBN: [978-0-387-68121-4](https://doi.org/10.1007/978-0-387-68121-4)

Надійшла до редакції 23 лютого 2017 р.

УДК 621.314

Оценка эффективности отбора энергии от солнечной батареи

Ромашко В. Я., д.т.н., проф., ORCID [0000-0002-5429-7685](https://orcid.org/0000-0002-5429-7685)

e-mail volodymyr.romashko@gmail.com

Вербицкий Е. В., к.т.н., ORCID [0000-0001-7275-5152](https://orcid.org/0000-0001-7275-5152)

e-mail verbitskiy@bigmir.net

Национальный технический университет Украины

"Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского" kpi.ua

Киев, Украина

Реферат—Проанализированы условия, при которых от солнечной батареи (СБ), которая работает на согласующий импульсный регулятор (ИР), будет отбираться максимальный объем энергии. Выведено уточненное условие отбора максимальной энергии для случая, когда входной пульсирующий ток ИР изменяется по нелинейному закону. На примере ИР повышающего типа выполнено сравнительный анализ полученного условия с известным, которое было получено для случая линейного изменения тока преобразователя. Показано, что прирост полученной от СБ энергии, при условии использования уточненного условия, является несущественным для всех исследуемых режимов. Сделано вывод про целесообразность практического использования условия, которое было получено для случая линейного изменения тока, учитывая простоту его аппаратной реализации.

Библ. 11, рис. 4, табл.1.

Ключевые слова — импульсный регулятор; солнечная батарея; эффективность отбора энергии.



An efficiency estimation of a solar battery energy picking

V. Ya. Romashko, Dr.Sc.(Eng), проф., ORCID [0000-0002-5429-7685](https://orcid.org/0000-0002-5429-7685)

e-mail volodymyr.romashko@gmail.com

Ie. V. Verbitskiy, PhD, ORCID [0000-0001-7275-5152](https://orcid.org/0000-0001-7275-5152)

e-mail verbitskiy@bigmir.net

National technical university of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv polytechnic institute" kpi.ua
Kyiv, Ukraine

Abstract—An solar battery (SB) efficiency doesn't exceed 15-25 %. Improvement of SB operation mode is possible with maximum point power tracker device which is, as usual, a power converter (PC). Conditions of maximum energy picking from the solar battery (SB) which works on PC are analyzed. The accurate condition of maximum energy picking for the case of the PC non-linear input current is derived. For a boost converter example the comparative analysis of the derived condition with known one for the converter linear current is performed. The circuits with an accumulator is considered. The simplified system models based non-linear SB characteristic, small current ripple and ideal accumulator are developed. Three typical system modes with different duty cycle values are considered which describe different match conditions of the PC and SB. The non-linear differential equation system are solved and maximum energy picking is calculated. Neglectable small of SB energy increasing, smaller than 0.1 %, for the accurate condition in all researched modes is shown. The recommendation of practical implementation the linear current conditions according to its simple practical realization is given.

Ref. 11, fig. 4, tabl. 1.

Key words — power converter; solar battery; picking energy effectiveness.

