

## ЕДНА ВЪЗМОЖНОСТ ЗА ОПТИМИЗИРАНЕ НА ЗАРЯДА НА АКУМУЛАТОРНА БАТЕРИЯ В АВТОНОМНА ФОТОВОЛТАИЧНА СИСТЕМА

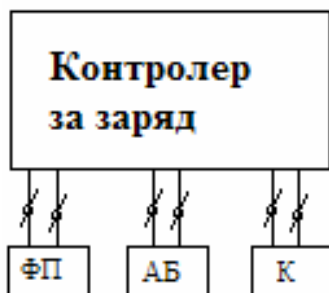
Светлозар Захариев, Стоян Гишин, Димитър Димитров

**Abstract:** In this report, a block diagram of charging process control for a battery in photovoltaic system of insular type, interchanging charge discharge. Thus the energycycles, efficiency rise of the system, quality and full battery charge and its life extension are implemented

**Keywords:** battery, charge controller, photovoltaic panel, programmable relay.

### I. Въведение

В съвременните автономни фотоволтаични системи широко приложение са намерили контролери за заряд на акумулаторни батерии. Те се свързват между фотоволтаичните панели и акумулаторните батерии.



Фиг.1

Основни блокове:

- 1.ФП - фотоволтаичен панел
- 2.АБ - акумулаторна батерия
- 3.К – консуматор

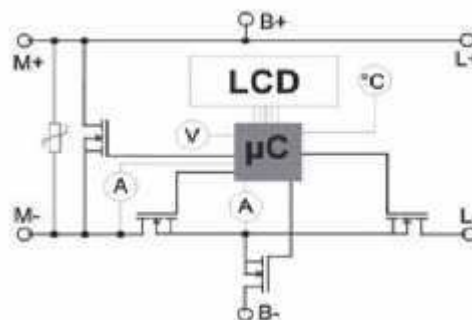
Основните функции на контролера за заряд на акумулаторни батерии са определяне на състоянието на заряда, регулирането му и защитни функции. Допълнителни са самодиагностика, настройки и функция нощна светлина.

При работата си регулаторът контролира ( $U, I$ ) и от тях изчислява състоянието на заряда. То представлява намиращото се на разположение ниво на енергия в акумулатора. Чрез непрекъснатия процес на тестване на системата се съблюдават промените в съоръжението. Чрез състоянието на заряда регулатора управлява избора на метода за заряд и защитните функции.

1.Осигурява качествен заряд на акумулаторната батерия, използвайки широчинно-импулсен метод за регулиране

- 2.Защитава акумулаторната батерия от претоварване от фотоволтаичния панел.
3. Защитава акумулаторната батерия от дълбоко разреждане от свързаните товари.
- 4.Осъществява интегрирана компенсация на температурата на контролера.
- 5.Реализира слухови предупреждения
- 6.Визуализира състоянието на системата чрез LCD дисплей
- 7.Осъществява качествено захранване на постоянно-токови товари използвайки широчинно-импулсен метод за регулиране.

На фиг. 2 е показана блокова схема на контролер за заряд StecaPR10



Фиг.2

Визуализация на състоянието на системата се осъществява чрез графичен дисплей. Показано е текущото състояние на основни параметри и блокове. Реализирана е защита срещу погрешна полярност и късо съединение. Микроконтролерът МС-изпълнява функциите по управление на заряда, товара и защитите и координацията на елементите в системата. Транзисторите реализират зарядния процес и управление на напрежението на товара. Съществуващите системи не решават проблеми свързани с оптимизация на зарядния процес:

1.Качествено и пълно зареждане на акумулаторната батерия

2.Икономия на електрическа енергия

3.Удължаване на живота на акумулаторната батерия

4.Подобряване на структурата на активната маса на положителните и отрицателните плочи

5.Повишаване на енергийната ефективност на цялата система

Високоэффективен заряден процес се получава при:

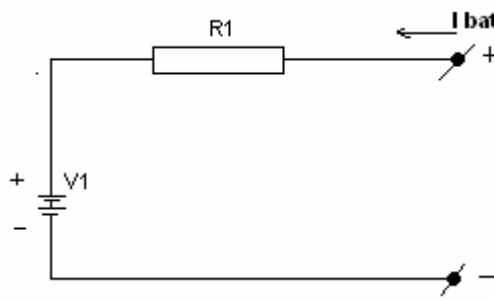
- редуване на зарядно-разрядни цикли
  - зарядния процес се осъществява при постоянен ток
  - разрядният процес се осъществява при постоянен ток
  - продължителността на зарядния процес е по-голяма от продължителността на разрядния процес
  - зарядния ток е по-голям от разрядния ток
  - продължителността на зарядния цикъл и разрядния цикъл се управлява по параметъра  $dU/dt$ , оценяващ динамиката на изменение на напрежението на акумулаторната батерия
- Целта на разработката е да се синтезира блокова схема на фотоволтаична система от островен тип ,да се реализира симулационен модел на системата и да се представят симулационни резултати.

II. Анализ

На фиг.3 е представена блокова схема на фотоволтаична система от островен тип с оптимизация на зарядния процес.



Персоналният компютър служи за осъществяване на мониторинг на произведената и заредената електрическа енергия. Комуникаторът CXI осъществява връзката между персоналния компютър и фотоволтаичната система , като осъществява обмяна на данни. Контролера за заряд изпълнява защитни функции,като изключва зарядния процес и консуматорите при различни аварийни режими. Регулира зарядния ток и напрежението. Програмируемото реле Meller е снабдено с аналогови и цифрови входове и изходи.То управлява включването и изключването на контактите си K1,K2,K3 и K4.Чрез K1 и K2 се управлява включването и изключването на зарядния процес на АБ1 и АБ2,а чрез K3 и K4 се управлява включването и изключването на разрядния процес на консуматорите.K5 служи за включване и изключване на консуматор,управляван от контролера за заряд. Чрез програмируемото реле Meller се измерват постоянно напреженията на АБ1 и АБ2,изходното напрежение на фотоволтаичния панел,зарядния и разрядния ток на АБ1 и АБ2,токът през контакт K5.Следи се постоянно динамичния параметър  $du/dt$ .В момента,в който стойността му стане по-малка от предварително зададена стойност се изключва зарядна на заредения акумулатор и се включва зарядна на другия акумулатор.



Моделът на акумулаторната батерия [3] и [4] е показан на фигура 4 . Той се състои от постояннотоков източник  $V1$  и последователно свързан резистор  $R1$ .

Модел на заряд

$$V1 = V_{ch} = [2 + 0.148 * SOC(t)] * ns \tag{1}$$

$$R1 = R_{ch} = \frac{0.758 + 0.1309/[1.06 - SOC(t)]*ns}{SOCm} \quad (2)$$

$$\text{където } B = SOC/SOCm \quad (3)$$

с "ch" е обозначен зарядът  
SOCm-максималната енергия на батерията  
SOC- моментна стойност на енергия  
Напрежението на батерията се определя от:

$$V_{bat} = V_{ch} + I_{bat} \cdot R_{ch} \quad (4)$$

Модел на разряд

$$V1 = V_{dch} = [1.926 + 0.124 \cdot SOC(t)] \cdot ns \quad (5)$$

$$R1 = R_{dch} = \frac{0.19 + 0.1037/[SOC(t) - 0.14] \cdot ns}{SOCm} \quad (6)$$

Тук с dch е обозначена абревиатурата на разряден модел .

Изходното напрежение на батерията се определя :

$$V_{bat} = V_{ch} + I_{bat} \cdot R_{dch} \quad (7)$$

Ibat е отрицателна стойност

$$SOC(t + dt) = SOC(t) \cdot [1 - D \cdot dt/3600] + k \cdot [V_{bat} \cdot I_{bat} - R1 \cdot I_{bat}^2] \cdot dt/3600 \quad (8)$$

Следователно:

$$SOC(t + dt) = SOC(t) \cdot [1 - D \cdot dt/60] + k \cdot [V_{bat} \cdot I_{bat} - R1 \cdot I_{bat}^2] \cdot dt/60 \quad (9)$$

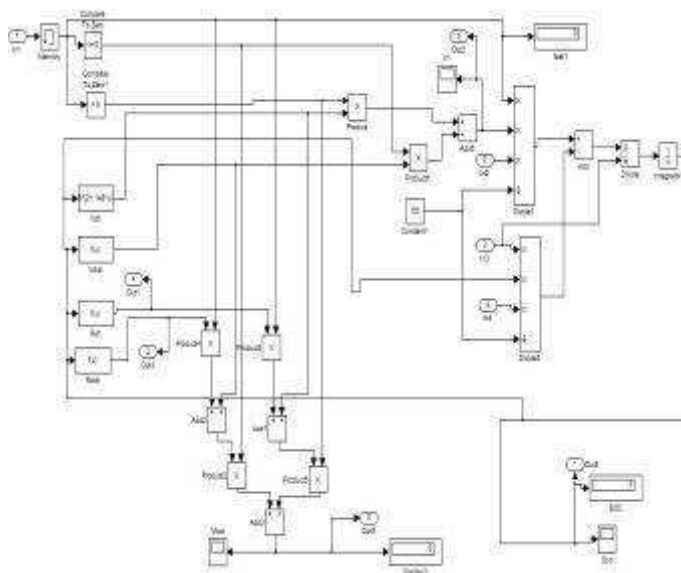
Но Vbat е функция на V1:

$$SOC(t + dt) = SOC(t) \cdot [1 - D \cdot dt/60] + [k \cdot V1 \cdot I_{bat}] \cdot dt/60 \quad (10)$$

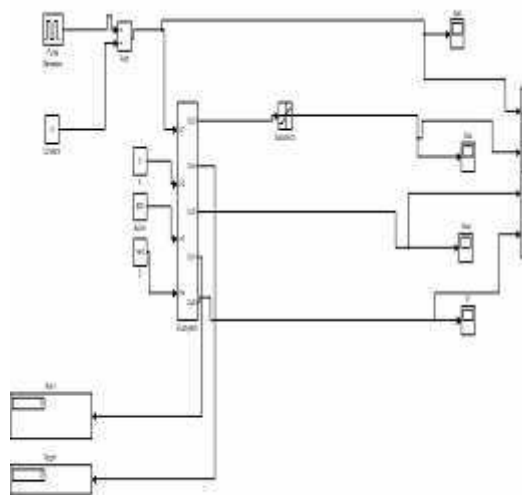
Окончателно:

$$SOC(t) = SOC(t-1) + \int_{t-1}^t \frac{(k \cdot V1 \cdot I_{bat})}{60 \cdot SOCm} - \frac{SOC(t-1) \cdot D}{60} dt \quad (11)$$

На фигур 5 е представен Matlab-Simulink модел на оловно киселинна акумулаторна батерия, използващ методиката от [3] и [4] .  
На фиг.6 е представен обобщен модел с реализация на зарядно-разрядни цикли и визуализация на параметрите Ibat, Soc, Vbat и V1 .

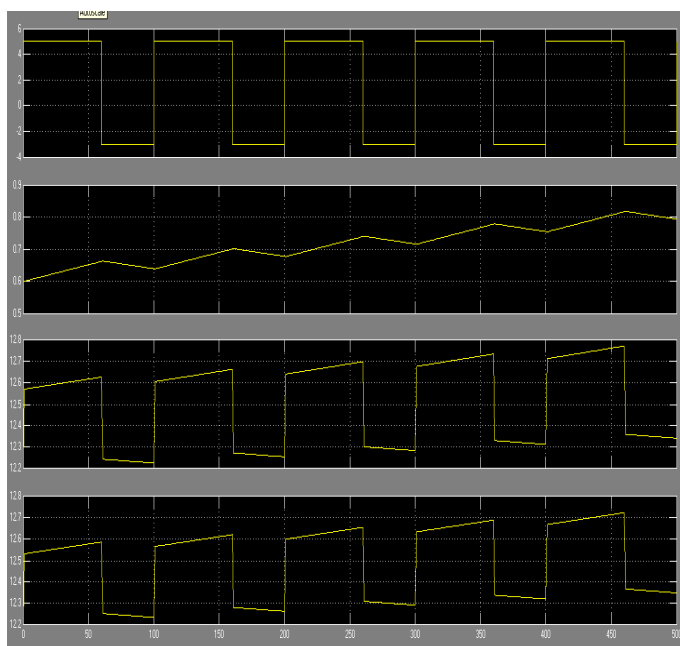


Фиг.5



Фиг.6

На фиг.7 са представени опитни резултати-осцилограми на параметрите Ibat, Soc, Vbat и V1 при редуване на зарядно разрядни цикли за заряд с 5А и разряд с3А . Получените резултати потвърждават теоретичните разработки.



Фиг.7

**За контакти:**

9010 Варна, ул. “Студентска” 1  
Технически университет -Варна

гл. ас. инж. Светлозар Захариев  
e-mail: skzahariev@ abv.bg

9010 Варна, ул. “Студентска” 1  
Технически университет -Варна

проф.дтн.инж.ДимитърИвановвДимитров  
e-mail: prof\_dimitrof@abv.bg

**5. Изводи и заключение**

Синтезирана е блокова схема на автономна фотоволтаична система с редуване на зарядно-разрядни цикли, реализиран е симулационен модел на системата и са представени симулационни резултати. При усъвършенстваната схема се получава повишаване на енергийната ефективност на системата, качествено и пълно зареждане на акумулаторната батерия, подобряване на структурата на активната маса на положителните и отрицателните плочи и удължаване на живота на акумулаторната батерия.

**Литература :**

- [1] Стоян С. Гишин Електрохимични процеси с импулсен ток с компютърно управление София 2012г.
- [2] Стоян С.Гишин Акумулатори София 2012
- [3] Tyson DenHerder, Design and simulation of photovoltaic super system using simulink, California Polytechnic State University 2006
- [4] Luis Castaner, Santiago Silvestre, Modeling Photovoltaic Systems using Pspice, Barelona, 2002