

Изследване на контролер за заряд на акумулаторна батерия във фотоволтаична система от островен тип

Светлозар Захариев, Димитър Димитров

Investigation of the battery charger in photovoltaic system of insular type: In the report is examined a photovoltaic system comprising a DC load, a battery and a controller Steca PR1010. Distribution of electrical quantities is investigated in the regulation of charge and switched DC load. The charge characteris determined – active-inductive – capacitive. A block diagram of process control is presented with MPPT.

Key words: battery, charge controller, maximum power point , photovoltaic panel.

ВЪВЕДЕНИЕ

В съвременните фотоволтаични системи от островен тип широко приложение намират контролери за заряд на акумулаторни батерии. Те се свързват между фотоволтаичните модули и акумулаторните батерии- фиг. 1



фиг.1Блокова схема на фотоволтаична система

Основните блокове са:

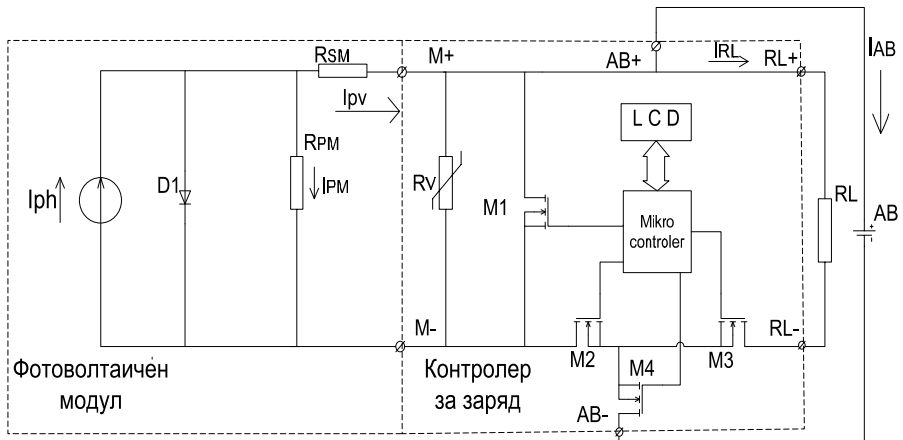
- 1.PV- фотоволтаичен модул
- 2.AB - акумулаторна батерия
- 3.RL – постояннотоков консуматор

Основните функции на контролера за заряд на акумулаторни батерии са регулиране на заряда, регистриране на състоянието му и защита срещу недопустими стойности на величини, свързани с него. Допълнителни са функциите свързани със самодиагностика и настройки.

При работата си регулаторът контролира(U, I, t) и от тях изчислява запасената енергия в акумулаторната батерия(SOC).Чрез непрекъснатия процес на тестване на системата се съблюдават настъпилите промени. Чрез запасената енергия SOC регулатора управлява избора на метода за заряд и защитните функции.Обобщавайки функциите са:

- 1.Осъществява зареждане на акумулаторната батерия, използвайки широчинно-импулсен метод за регулиране
2. Защишава акумулаторната батерия
- 3.Защишава фотоволтаичния модул
3. Осъществява компенсация при изменение на температурата на контролера
4. Реализира слухови предупреждения при аварийни режими
- 5.Визуализира състоянието на системата чрез LCD дисплей
6. Захранва постоянно-токови товари

На фиг.2 е показана принципна схема на контролер за заряд StecaPR1010,свързан с фотоволтаичен модул и постояннотоков консуматор.



Фиг. 2 Принципна схема

Голям LCD дисплей показва текущото състояние на основните параметри в отделните блокове. Микропроцесорът изпълнява функции по управление, регулиране и защиты. Контролерът служи за зареждане на 12V или 24V оловни акумулаторни батерии единствено от соларните модули.

Регулатора е оборудван с различни устройства за защита на неговите елементи и акумулаторната батерия.[1] Защитните функции на регулатора са:

- защита срещу късо съединение при входа на акумулатора
- защита срещу късо съединение при изхода на консуматора
- защита срещу прекалено висок заряден ток
- защита срещу завишено ,занижено напрежение
- защита от висока температура на контролера
- защита от претоварване на изхода на консуматора
- защита срещу пренапрежение

Целта на доклада е да се изследва разпределението на електрическите величини при регулиране на заряда на акумулаторната батерия и постояннотоковия товар при захранване от фотоволтаичен модул.

ИЗЛОЖЕНИЕ

Регулирането на заряда се осъществява със стабилизирано напрежение. Целият генериран от източника ток се използва за зареждане на акумулатора до достигане на максимално допустимото напрежение. Заряда се регулира с понижаване чрез модулирано по отношение на ширината късо съединение (PWM) на изхода на PV модула.

Силвата верига е изградена от четири MOSFET транзистора M1-M4. На входа паралелно на транзистора M1 е включен варистора RV. По този начин на входа е реализиран постояннотоков преобразувател, който има задача да преобразува постояннотоковото напрежение от изхода на фотоволтаичния модул до постоянно напрежение с по ниска стойност. С промяна на коефициента на запълване се изменя и входното съпротивление на контролера.

Транзистора M2 също е включен във входната верига на контролера. Той свързва катода на фотоволтаичния модул с общата точка на сорсовете на M2, M3 и M4. Транзистора M2 работи в противофаза с транзистора M1. По този начин

напрежението на изхода на соларния модул се понижава, а върху акумулаторната батерия се прилага цялото напрежение генерирано от него.

Транзистора М3 се използва за включване и изключване на консуматор. Чрез изключването се осъществяват различни защитни режими. Управлението му се осъществява чрез микроконтролера или от оператор чрез бутон изведен на лицевия панел.

Чрез транзистора М4 се осъществява връзката на контролера с акумулаторната батерия. Той е отпушен при разряд на акумулаторната батерия, а заряда се осъществява чрез отпушения М3 и интегралния диод в М4. М3 и М4 осъществяват защитните режими на акумулаторната батерия и консуматора.

Принцип на действие:

1. Работа на контролера за заряд без включен товар - различаваме два режима

1.1 Транзисторите М1 и М2 не работят в ключов режим - тогава М1 е запушен, а М2 е отпушен. Изходното напрежение на фотоволтаичния модул се подава върху клемите на акумулаторната батерия. Тя се зарежда и бавно повишава напрежението си.

1.2 Транзисторите М1 и М2 работят в ключов режим в противофаза при честота 30 Hz. Режимът е по вероятен при по големи зарядни токове. Акумулаторната батерия се зарежда и бавно повишава напрежението си.

2. Работа на контролера за заряд с включен товар

2.1 Заряд на акумулаторната батерия - тогава $I_{pv} > I_{RL}$ и

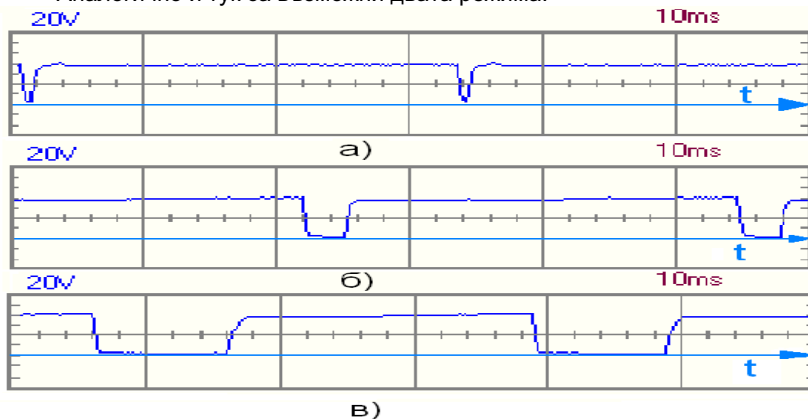
$$I_{pv} = I_{AB} + I_{RL} \quad [1]$$

В този случай също транзисторите могат да работят в двата режима.

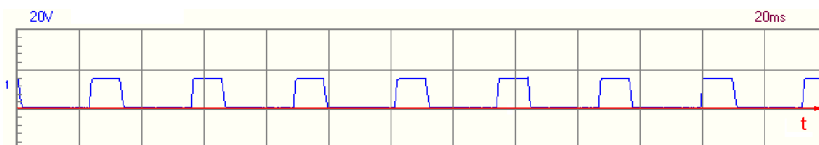
2.2 Разряд на акумулаторната батерия - тогава товарния ток е по голям от тока на фотоволтаичния панел $I_{pv} < I_{RL}$ и

$$I_{RL} = I_{pv} + I_{AB} \quad [2]$$

Аналогично и тук са възможни двата режима.



Фиг.3 UdsM1 при а) $I_{RL}=2.5A$, б) $I_{RL}=4.5A$ и в) $I_{RL}=7.5A$



Фиг.4 UdsM2 при $I_{RL}=7.5A$

От снетите осцилограми на фиг.3 и фиг.4 се вижда ,че с увеличаване на изходния ток се намалява коефициента на запълване на транзистора M1 и се увеличава коефициента на запълване на M2-работещ в противофаза с M1.Предният фронт на импулсите се забавя и формата е близка до експоненциална.Това е достатъчно доказателство за активно-индуктивен характер на товара.Задния фронт на импулсите също се забавя.Това потвърждава активно-капацитивния характер на товара.Върху процесите не оказват влияние собствените параметри на ключовите транзистори.

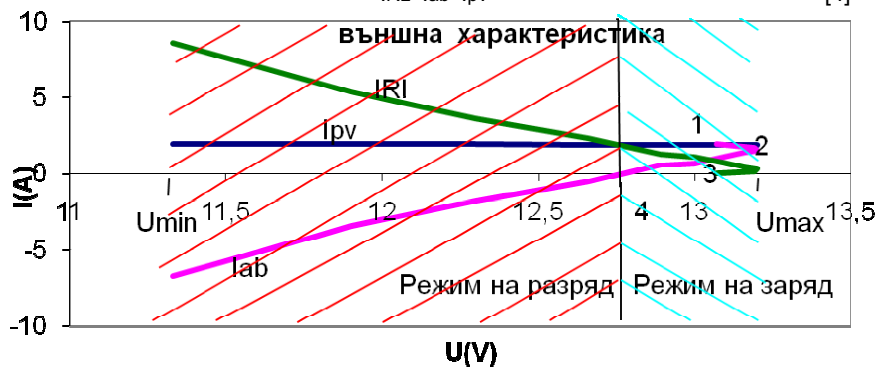
Снемането на външната характеристика започва от точка 1 при 13.1V напрежение на акумулаторната батерия.В тази точка постоянотоковия товар е изключен и $I_{rl}=0A$,а $I_{pv}=I_{ab}$.С включването на RL токът му започва да расте,а тока на акумулаторната батерия намалява.В точка 2 нарастването на напрежението се преустановява,поради увеличаване на пада на напрежение върху RL.В точка 3 $I_{rl}=I_{ab}=0.5I_{pv}$.В сила е разпределението:

$$I_{rl}+I_{ab}=I_{pv} \quad [3]$$

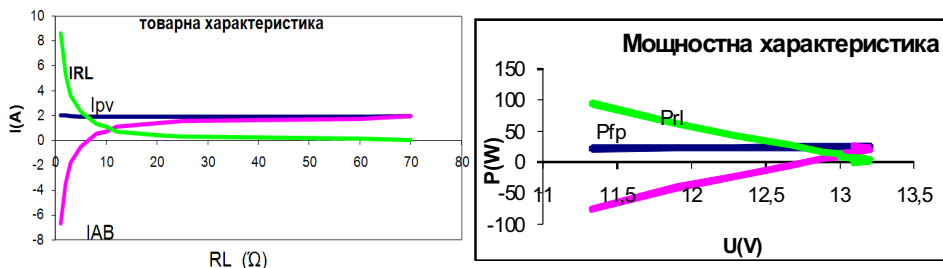
След точка 3 токът през товара става по голям от зарядния ток на акумулатора и той расте за сметка на намаляване на зарядния ток на акумулатора.

В точка 4 токът на акумулаторната батерия $I_{ab}=0$,а $I_{pv}=I_{rl}$.След тази точка започва разряд на акумулаторната батерия и напреженията U_{ab} , U_{pv} и U_{rl} намаляват.С увеличаване на RL точка 4 се придвижва на ляво,а с намаляването му се придвижва надясно по абсцисната ос.Енергията необходима за захранване на RL се доставя от AB и P_v разпределението на токовете е :

$$I_{rl}=I_{ab}+I_{pv} \quad [4]$$

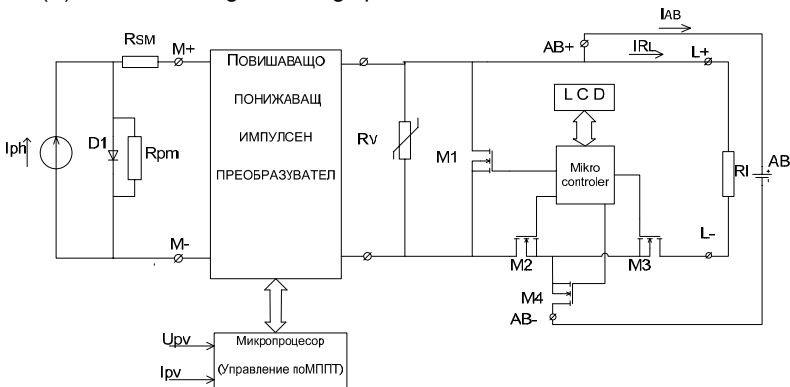


Фиг.5 Външна характеристика



Фиг.6 Мощностна и товарна характеристики

Вижда се, че работната точка на фотоволтаичния модул е в границите 11,2V-13,3 V. Това напрежение е много по ниско от точките на максимална мощност представени от фирмата производител на фотоволтаичния модул WSK0020-voltageMPP(V)=16.5V и Change of voltage per -0.29°C .



Фиг.7 Блокова схема с регулиране по МРРТ

От направените изследвания става ясно, че зарядния регулатор работи в зона далеч от точката на максимална мощност. Този недостатък може да се отстрани с замената на контролер Steca PR1010 със Steca Solarix MPPT 2010 или друг контролер работещ по метода МРРТ. Характерни недостатъци на това решение са ограничението по отношение на тока на товара и високата цена. На фиг.7 е представено решение на проблема с включването на повишаващо понижаващ импулсен преобразувател. Това решение е по евтино и няма ограничение по отношение на тока на товара.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Във фотоволтаични системи от островен тип товара притежава активно-индуктивно-капацитивен характер. Стандартните контролери за заряд на акумулаторни батерии в самостоятелни фотоволтаични системи в много случаи работят извън зоната на максимална мощност. Това намалява енергийната ефективност на системите в които са включени. Възможен вариант за отстраняване на този недостатък е включването на понижаващо повишаващ импулсен преобразувател.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] www.sulfurcell.de
- [2] www.sulfurcell.com
- [3] www.stecasolar.com
- [4] www.wuerth-solar.com

Благодарности: Публикацията е целево финансирана по договор НП22 от държавния бюджет към ДТК-Добрич в структурата на ТУ-Варна.

За контакти:

инж.Светлозар Кирилов Захариев,асистент по"Електроника" В ДТК-Добрич към ТУ-Варна,ЖСК"Добротица" бл.12,ст.401,e-mail:kalahala@abv.bg
проф. д.т.н.инж.Димитър Димитров катедра „Електротехника и електротехнологии”, ТУ-Варна ул.Студентска №1

Докладът е рецензиран.