

**ЕЛЕКТРОНЕН МОДУЛ ЗА УПРАВЛЕНИЕ НА РЕВЕРСИВЕН  
ПОСТОЯННОТОКОВ ЕЛЕКТРОДВИГАТЕЛ**

**ELECTRONIC DEVICE FOR MANAGEMENT OF REVERSAL DC MOTOR**

**Снежинка Захариева**

*Русенски университет „Ангел Кънчев“*

**Snezhinka Zaharieva**

*UNIVERSITY OF RUSE "ANGEL KANCHEV"*

**Диан Димитров**

*Русенски университет „Ангел Кънчев“*

**Dian Dimitrov**

*UNIVERSITY OF RUSE "ANGEL KANCHEV"*

**Abstract**

*An electronic module for control of a reverse DC motor is developed and studied. From the simulation and practical results obtained, it can be stated that the developed electronic module has good technical parameters, which can be a widely used device in areas where it is necessary to control low-power DC motors.*

*The principle electric circuit of electronic device for management of reversal dc motor is based on analog circuitry, which facilitates the relatively affordable price and low power consumption.*

**Keywords:** reversal dc motor; analog circuitry.

**ВЪВЕДЕНИЕ**

Импулсният модулатор представлява устройство, чрез което може да се регулира и скоростта на постояннотокови електродвигатели. Представената схема може да намери приложение и за контрол на яркостта на автомобилни лампи за задни светлини, както и да регулира маломощни постояннотокови вентилатори (до няколко ампера ток).

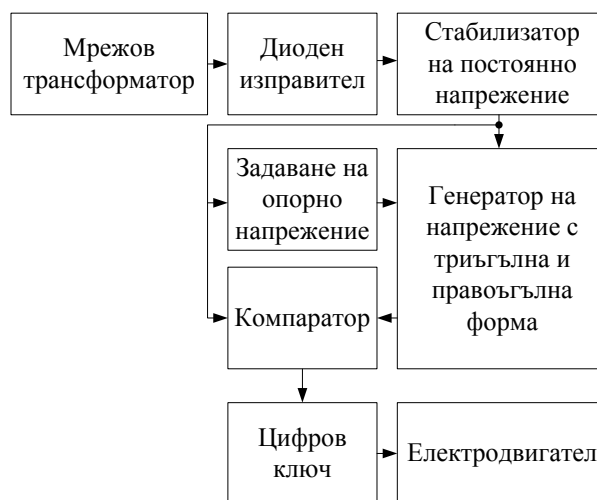
Широчинно импулсният модулатор (ШИМ) генерира сигнали с правоъгълна форма, чиято амплитуда варира от логическа „0“ до логическа „1“, като средното време на този процес е от 0% до 100%. По този начин променливото количество енергия се прехвърля към товара, което води до едно от големите предимства на ШИМ - ефективността.

На ниво от 50%, ШИМ ще използва 50% от пълната мощност, която ще се подаде към товара. Съпротивителният контрол при 50% натоварване, може да консумира около 71% от пълната мощност или иначе казано 50% от мощността отиват към товара, а останалите 21% се губи, в следствие на загряване.

**ИЗЛОЖЕНИЕ**

На фиг. 1 е показана блоковата схема на електронния модул за управление на постояннотоков електродвигател, която се състои от следните блокове:

- *Мрежов трансформатор* – за нуждите на схемата е използван понижаващ мрежов трансформатор;



**Фиг. 1.** Блокова схема на електронен модул за управление на реверсивен постояннотоков двигател

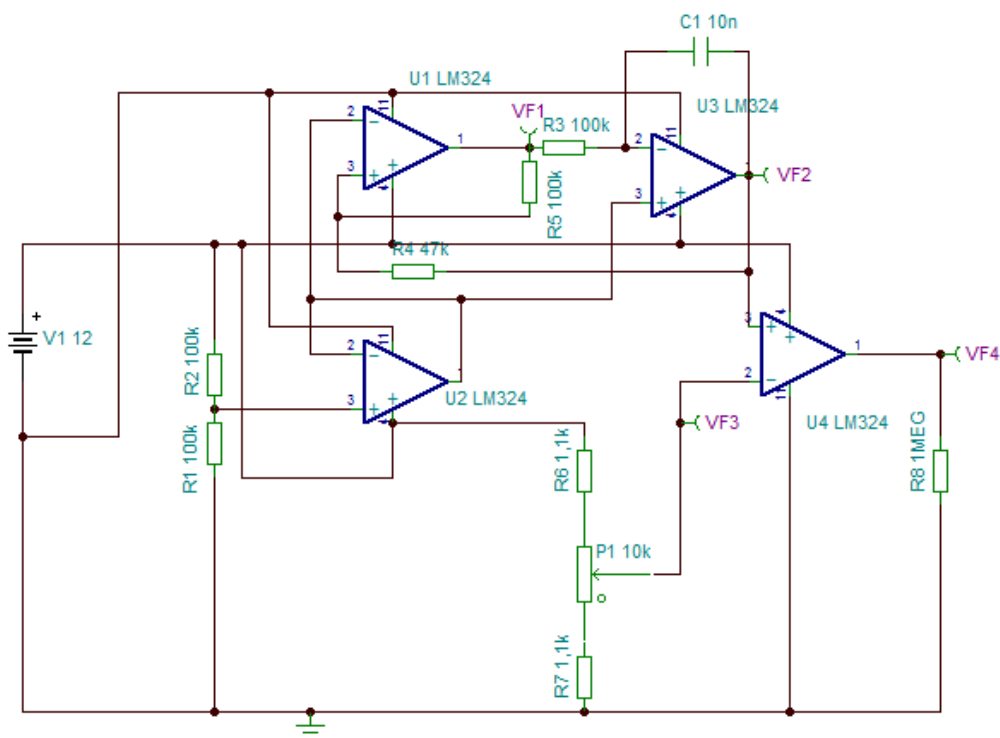
- Диоден изправител – за преобразуване на променливото напрежение в постоянно;
- Стабилизатор на постоянно напрежение – за стабилизиране на изходното напрежение;
- Задаване на опорно напрежение – за задаване на опорно напрежение на генератора на триъгълно и правоъгълно напрежение;
- Генератор на триъгълно и правоъгълно напрежение – този блок съдържа интегратор и компаратор с хистерезис, обхванати от ПОВ. Прецизното триъгълно напрежение се получава чрез интегриране на правоъгълното, което се взема от изхода на компаратора и се връща във входа на интегратора;

- *Компаратор* – този блок има за цел да сравнява две непрекъснати входни величини.

- *Цифров ключ* - използва се за буфер между компаратора, който има малък изходен ток и двигателя, който се нуждае от по-голям ток.

- *Електродвигател* – постояннотоковия електродвигател има за цел да преобразува електрическа енергия в кинетична.

На фиг. 2 е показана принципната електрическа схема на електронното устройство за управление на реверсивен постояннотоков електродвигател [1]. Схемата е проектирана и симулационно изследвана с програма TINA-TI V9 на фирмата Texas Instruments [2].



**Фиг. 2.** Принципна електрическа схема на електронен модул за управление на реверсивен постояннотоков електродвигател

Първо е захранването V1, което на принципната електрическа схема не е показано, но за практическата реализация е използван понижаващ трансформатор, диоден изправител и компенсационен стабилизатор на постоянно напрежение LM7812. За филтрация се използват електролитни кондензатори, а за предпазване от високочестотни смущения се включва филтриращ кондензатор 100nF.

Принципното схемно решение на електронното устройство за управление на постояннотоков електродвигател е базирано на интегралната схема LM324 на фирмата Texas Instruments, за която е известно, че съдържа четири операционни усилвателя в корпуса си [3].

Операционният усилвател U2 е свързан в схема на повторител, а чрез резисторния делител на напрежение, образуван от съ-

противления R1 и R2 се задава опорно напрежение към неинвертиращия му вход. Чрез този повторител се повдига нивото на генератора на триъгълно и правоъгълно напрежение.

Генераторът на напрежение с триъгълна и правоъгълна форма е реализиран посредством операционните усилватели U1 и U3, като чрез свързаните към тях външни елементи, операционният усилвател U1 работи като компаратор с хистерезис, а U3 работи като интегратор.

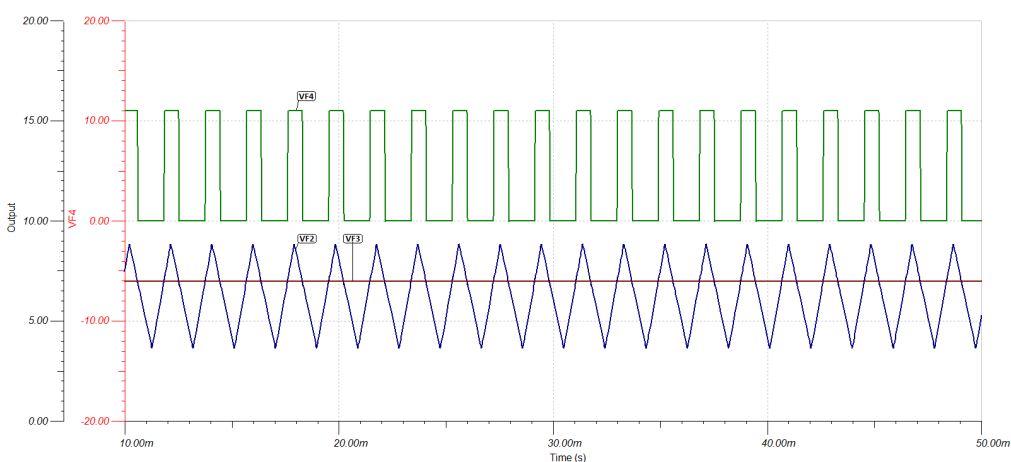
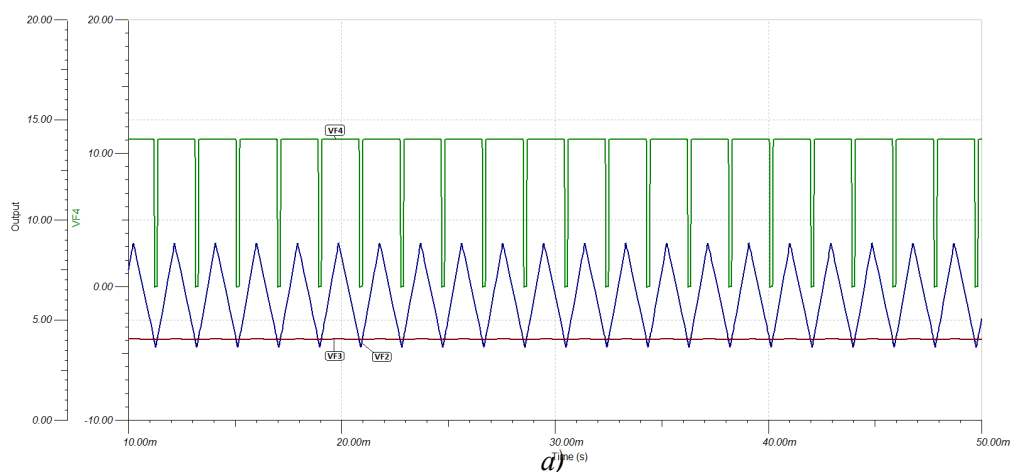
Интеграторът се използва за осигуряване на линейно нарастващо и спадащо напрежение на схемата, а компараторът с хистерезис служи за осигуряване на стабилни прагови нива за работа на схемата.

Основната задача на компаратора U4 е да сравнява две напрежения – от генератора

на триъгълно напрежение U3 и зададеното опорно напрежение, чрез съпротивления R6, P1 и R7. Съпротивления R6 и R7 служат за задаване на минималния и максималния праг на регулиране на скоростта на постояннотоковия електродвигател.

Направено е симулационно изследване на схемата от фиг. 2, като са илюстрирани сигналите в изхода на компаратора с хистерезис VF1, интегратора VF2 и делителя, чрез който се задава опорно напрежение на компаратора U4 (R6, P1 и R7), VF3. Изходът на цялата схема е VF4 - компараторът U4, който се свързва към цифровия ключ.

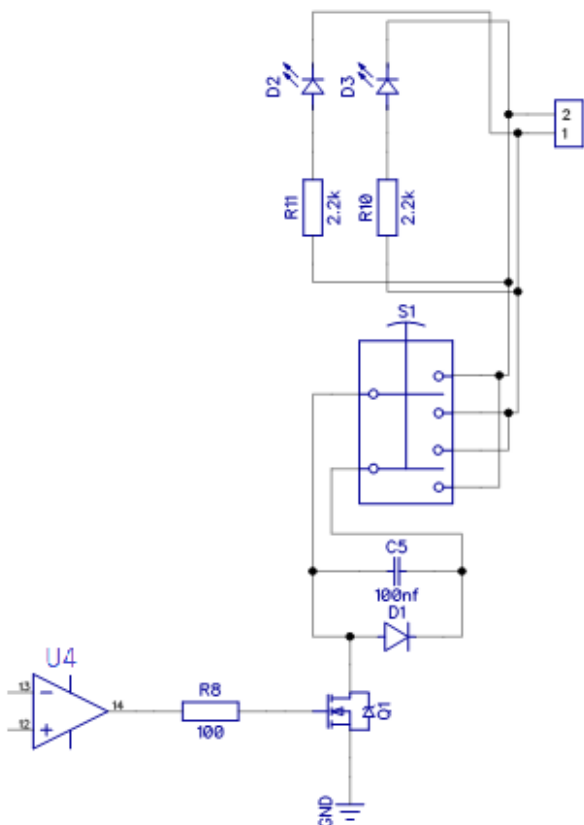
На фиг.3а и фиг.3б са показани резултатите от симулационните изследвания при зададени 30% и 60% от максималния обхват на потенциометъра P1.



б)

**Фиг. 3.** Резултати от проведените симулационни изследвания в изходите на отделните блокове при зададени 30% и 60% от максималния обхват на потенциометъра P1

Цифровият ключ е реализиран с MOSFET транзистора Q1 и се използва за буфер между компаратора, който има малък изходен ток и електродвигателя, който се нуждае от по-голям ток [4]. На гейта на Q1 постъпва модулирания импулс, който превключва товарния ток чрез дрейна. Принципната схема е показана на фиг. 4.



Фиг. 4. Принципна електрическа схема на цифров ключ

Когато транзистора е включен, това осигурява маса за товара, а когато е изключен, това осигурява виртуална (плаваща) маса за товара. Задължително трябва да се вземат предпазни мерки за да се гарантира, че изводите към товара не са заземени.

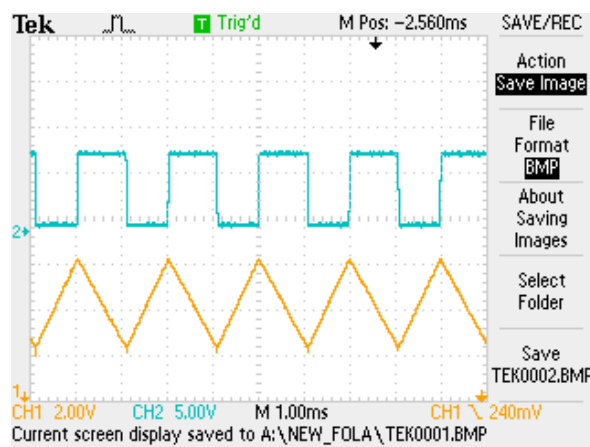
Посредством кондензатора C5 поставен непосредствено преди товара, сигналът се изглажда и се премахва радиочестотната интерференция.

Диодът D1, намалява рискът от обратно напрежение от индуктивния характер на товар (мотор).

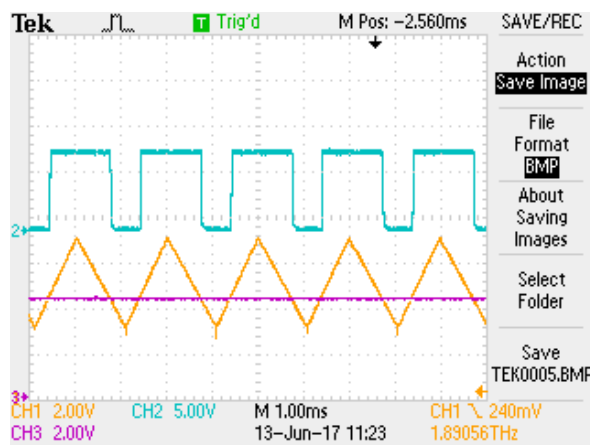
Посредством ключа S1 се обръща посоката на въртене на постояннооточовия електродвигател, а чрез светодиодите D2 и D3 процесът се визуализира.

На фиг. 5а, фиг. 5б и фиг. 5в са показани практическите резултати от разработеното

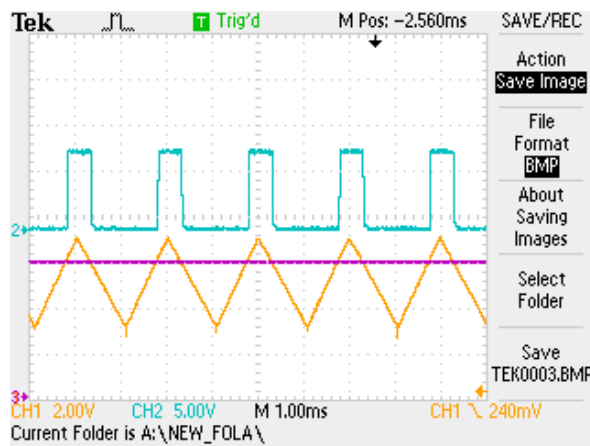
електронно устройство за управление на реверсивен постояннооточов двигател, които са направени с четири канален осцилоскоп (Tektronix TDS2014C).



Фиг. 5а. Изходни сигнали на генератора на триъгълно и правоъгълно напрежение



Фиг. 5б Изходни сигнали на отделните блокове при при зададени 30% от максималния обхват на потенциометъра P1



Фиг. 5в. Изходни сигнали на отделните блокове при при зададени 60% от максималния обхват на потенциометъра P1

Канал 3 визуализира опорното напрежение, което се подава на компаратора в точка VF3 от фиг. 2. Потенциометърът е в положение 30% от максималния си обхват.

На фиг. 5в е показано положението на потенциометъра, който е на 60% от максималния си обхват. Вижда се че изходът CH2, точка VF4 се свива, а когато потенциометъра е в 100% положение тя става права (с максимално усилване).

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработен и изследван е електронен модул за управление на реверсивен постояннотоков електродвигател

От получените симулационни и практически резултати може да се констатира, че разработеният електронен модул притежава добри технически параметри, с което той може да бъде широко използван уред в области, където е необходимо да се управляват маломощни постояннотокови електродвигатели.

Принципната електрическа схема е базирана на аналоговата схемотехника, което способства за сравнително достъпната цена и ниска консумация на електроенергия.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] <file:///C:/Users/K6R310B1/Downloads/pwmhp75.pdf>. – 03.03.2017г.
- [2] <http://www.ti.com/lit/ug/sbou052a/sbou052a.pdf>. - 03.03.2017г.
- [3] <http://www.ti.com/lit/ds/symlink/lm224-n.pdf>. - 03.03.2017г.
- [4] <http://www.tu-varna.bg/tu-varnaknt/images/tutorials/cir/digitalschemas.pdf> - 03.03.2017г.

Изследванията са подкрепени по договор на Русенски университет "Ангел Кънчев" с № BG05M2OP001-2.009-0011-C01, „Подкрепа за развитието на човешките ресурси в областта на научните изследвания и иновации в Русенски университет "Ангел Кънчев", финансиран по Оперативна програма „Наука и образование за интелигентен растеж“ 2014-2020”, съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз“.