МЛАД ФОРУМ
Механика Транспорт Комуникации
Научно списание http://www.mtc-aj.com
ISSN 2367-6558 (print)
ISSN 2367-6612 (online)
том 14, брой 1, 2025г.
статия № 2693

ПРОЕКТИРАНЕ НА МИКРОПРОЦЕСОРНА СИСТЕМА ЗА УПРАВЛЕНИЕ НА ОСВЕТИТЕЛ НА ТРЕНАЖОРЕН КОМПЛЕКС ВТУ „ТОДОР КАБЛЕШКОВ“

Любомир Секулов, Диляна Мицева
lubo_sekulov@abv.bg, d.mitseva@abv.bg

Висше транспортно училище „Тодор Каблешков”,
1574 София, ул. „Гео Милев № 158“
БЪЛГАРИЯ

Ключови думи: *осветител, микропроцесорно управляващо устройство, микроконтролер, микропроцесорна система, система за управление, тренажорен комплекс, метрополитен, машинисти.*

Резюме: *Разработката е свързана с повишаване на качеството на теоретичното и практическото обучение на студентите от специалностите „Електроенергетика и електрообзавеждане“, „Автоматика, електроника и компютърно управление в електрическия транспорт“ и „Електромобили“. Тя съответства на съвременните образователни изисквания и на потребностите на работодателите, като допринася за усъвършенстване на подготовката за придобиване на правоспособност и професионална квалификация на локомотивни машинисти и машинисти на подземна железница (метро).*

Проектираната система ще бъде интегрирана в съществуващия тренажорен комплекс за изследване на психофизичните показатели на машинистите към ВТУ „Тодор Каблешков“, с което ще се разширят и модернизират неговите възможности. Освен това тя ще осигури условия за провеждане на научноизследователска дейност от преподаватели, студенти и докторанти в областта на електрическия транспорт.

Системата ще допринесе и за разширяване на възможностите за сътрудничество с електротранспортните оператори при обучението и проверката на годността на водачите на електрически транспортни средства (ЕТС). Очаква се внедряването ѝ да спомогне за по-реалистично моделиране на експлоатационни ситуации и повишаване на безопасността при управление на електрическия подвижен състав. Разработката има потенциал да послужи като основа за бъдещо надграждане на симулационни и диагностични системи в обучението.

ВЪВЕДЕНИЕ

За да изпълни основната си функция осветителят е необходимо да бъде захранен с подходящо напрежение и ток. За целта е необходимо да се изработи микропроцесорна система за управление на тока и напрежението по установен алгоритъм, съобразен с движението на превозното средство при известни обстоятелства.

ИЗБОР НА СХЕМА НА МИКРОПРОЦЕСОРНАТА СИСТЕМА ЗА УПРАВЛЕНИЕ

За целта е проектирана е и е изработена микропроцесорна система за управление, която регулира подаваното напрежение към осветителя, чрез широчинно импулсна модулация (ШИМ). Принципна схема на системата е показана на Фигура 1.

Микропроцесорното управление, е изпълнено от микропроцесор ATMega 328P като честотата на процесора се определя от кварцовия резонатор HC49 16 MHz, свързан към 9 и 10 краче на микропроцесора [1]. Филтриращия кондензатори C3 и C4 определят стабилната работа на кварцовия резонатор. Командният пулт, описан в Блоковата схема, е изпълнен с бутоните „*start*", "*stop*", "*up*" и "*down*", в който е заложен алгоритъмът на управление на осветлението.

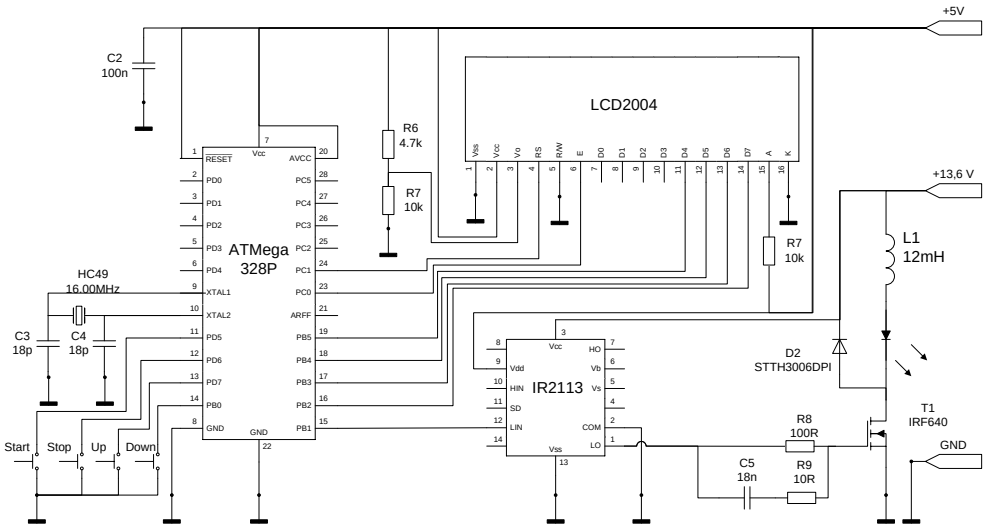
Драйверното стъпало, е изпълнено чрез интегрална схема IR2113 [2]. Кондензатор C5, резистори R8 и R9, свързани 1 краче изход на интегралната схема и гейта на транзистор T1. Осветителят е свързан към дрейна на транзистора, като в паралел на него и на индуктивността L1 е свързан диодът за обратен ток D2. Последователно на осветителя към захранване е свързана индуктивността L1. Сорсът на транзистора T1е свързан към отрицателния извод на захранващия източник.

Модулът за визуализация, описан в Блоковата схема от фигура 1, е изпълнен с LCD 2004 [3].

НАЧИН НА РАБОТА НА СИСТЕМАТА

Микроконтролерът формира управляващите импулси на системата, като същите се подават за усилване от драйверното стъпало. От изхода на драйверното стъпало импулсите постъпват на гейта на мощен *Metal-Oxide-Semiconductor Field-Effect Transistor* (MOSFET). Чрез дрейна си мощният MOSFET подава захранващо напрежение на отрицателната клема на осветителя, а положителната е свързана с положителния извод на захранващия блок. Към изводите на микроконтролера също са свързани блокът за управление реализиран от бутоните с условни наименования „*start*", „*stop*", „*up*", „*down*", като Команден модул, а също така модул за визуализация, като *Liquid Crystal Display* (LCD2004чрез който се визуализира режимът на работа и съответните настройки. Елементите на системата са показани на Фигура 1.

За захранване на системата е използван захранващ блок, преобразуващ променливото напрежение от захранващата мрежа в постоянно напрежение 12V и максимален изходен ток 20 A.



Фиг. 1. Микропроцесорна система за управление

Начинът на работа с изградения стенд е следният: Задържането на бутона „stop“ за 3 секунди активира менюто за настройки на параметри, като първоначално от него, чрез бутоните „up“ и „down“, може да се избере емулираната скорост на превозното средство (ПС). Чрез последователно натискане на бутона „up“ се променя скоростта на ПС от 5 km/h до 95 km/h, като това се извършва през интервали от 5 km/h. Посредством последователно натискане на бутона „down“ се променя скоростта на ПС от 95 km/h до 5 km/h. След като е избрана желаната скорост на ПС се натиска бутона „*start*“. По този начин се извършва потвърждаване и преход към следващия параметър. От менюто за настройка се посочва и могат да се въведат стойностите на максималната осветеност при излизане от тунела. Извършва се отново с бутоните „*up*“ и „*down*“ по аналогичен начин на скоростта, като показанията на дисплея се променят. Диапазонът на изменение на осветеността е от 50 lx до 1150 lx със стъпка на изменение 50 lx. След като е избрана максималната осветеност се натиска бутона „*start*“. По този начин се извършва потвърждаване и преход към следващия параметър. Също така от менюто за настройка могат да се въведе средното време t_{avg} за движение в осветен или неосветен участък от тунела, като се извършва отново с бутоните „*up*“ и „*down*“. Въведеното време може да се променя от първоначална стойност 1 s до 10 s през интервал от 1 s. Времето за движение $\mathbf{t_n}$, в неосветен или осветен участък се изчислява по представената формула:

(1) $$t_n = (RAND + 0.5).(\sum_{i=1}^{n} t_{avg\ i} - \sum_{i=1}^{n} t_{i-1}),\ \text{s}$$

Където:

RAND – Случайно генерирано число в интервала от 0 до 1;

n – пореден номер на участъка, независимо дали е осветен или неосветен, като началото на симулацията започва с неосветен участък;

t_i – време за движение на мотрисата (виртуално движение) в участък с пореден номер i, s;

t_{avg} – средно време за движение на виртуалната мотриса в участъка, s.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Модернизацията на тренажорния комплекс за обучение на машинисти във ВТУ „Тодор Каблешков“ чрез внедряване на система за симулация на светлинните ефекти „*Black hole*“ (ефект при вход в тунел) и „*White hole*“ (ефект при изход от тунел) ще създаде възможности за изследване на психомоториката на машинистите в условия на заслепяване. Това е от ключово значение за повишаване на ефективността, надеждността и безопасността на обществения транспорт.

Използването на модернизирания тренажорен комплекс ще позволи да се определят психофизическите показатели както на локомотивни машинисти, така и на машинисти в метрополитена.

Това ще доведе до следните ползи и придобиване на нови знания от студентите във ВТУ „Тодор Каблешков“:

• Ще може обективно да се установи влиянието на заслепяването върху разхода на електроенергия от електрически транспортни средства (ЕТС);

• Ще могат да се провеждат изследвания върху влиянието на заслепяването върху безопасността на движението при превоз на пътници и товари;

• Ще може да се анализира влиянието на заслепяването върху надеждността на ЕТС.

Допълнително, системата ще даде възможност за разработване на нови методики за обучение и оценка на реакциите на машинистите при критични ситуации. Тя ще подпомогне и научноизследователската работа в областта на енергийната

ефективност и безопасността при управление на електрически подвижен състав. Разработената система представлява значим принос към внедряването на иновативни технологии и подходи във висшето техническо образование в България.

ЛИТЕРАТУРА:

[1] ATmega328/P – Datasheet Complete, Atmel Corporation, Technology Drive, USA, 2016
[2] IR2110(-1-2)(S)PbF/IR2113(-1-2)(S)PbF - Data Sheet No. PD60147 rev.U, International rectifier, Infineon, 2005
[3] 2004A LCD Module Specification, ORISE Technology Co., Ltd., 2007

DESIGN OF A MICROPROCESSOR SYSTEM FOR CONTROLLING THE LIGHTING OF THE TRAINING COMPLEX AT THE TODOR KABLESHKOV UNIVERSITY OF TRANSPORT

Lyubomir Sekulov, Dilyana Mitseva
lubo_sekulov@abv.bg, d.mitseva@abv.bg

Todor Kableshkov University of Transport
Sofia, 158 Geo Milev Str.
BULGARIA

Key words: *lighting device, microprocessor control device, microcontroller, microprocessor system, control system, training complex, subway, train drivers.*

Abstract*: The development is related to improving the quality of theoretical and practical training of students majoring in "Electrical Power Engineering and Electrical Equipment," "Automation, Electronics, and Computer Control in Electric Transport," and "Electric Vehicles." It meets modern educational requirements and the needs of employers, contributing to the improvement of training for the acquisition of legal capacity and professional qualifications of locomotive drivers and underground railway (metro) drivers.*

The designed system will be integrated into the existing training complex for studying the psychophysical indicators of drivers at the Todor Kableshkov University of Transport, thereby expanding and modernizing its capabilities. In addition, it will provide conditions for research activities by lecturers, students, and doctoral students in the field of electric transport.

The system will also contribute to expanding opportunities for cooperation with electric transport operators in the training and testing of the competence of electric transport vehicle (ETV) drivers. Its implementation is expected to contribute to more realistic modeling of operational situations and increased safety in the operation of electric rolling stock. The development has the potential to serve as a basis for future upgrades of simulation and diagnostic systems in training.