

## Дистанционно управление за автомобил чрез Bluetooth

Жейно Жейнов

***Remote control of car-model using Bluetooth:** In the paper hardware and software aspects of remote control for car-model are discussed. Inside the car-model an Arduino module is placed. The motors, the wheel, the headlights and the horn are controlled by Arduino digital outputs, using driver chips. The commands for the car are transmitted from tablet to Arduino through Bluetooth connection. A briefly description of the electrical schematics and the algorithm of control are included.*

**Key words:** Car model, Bluetooth, Arduino, Communication.

### ВЪВЕДЕНИЕ

През последните години Bluetooth стана изключително популярен. Протоколът е дефиниран в стандарта IEEE 802.15. Той работи в нелицензирания обхват 2.402-2.480 GHz, използван за индустриални, научни и медицински цели (ISM). Bluetooth ползва непрекъснат спектър, скачаща честота (AFH) около 1600 пъти в секунда и пълен дуплекс. Повечето мобилни телефони, лаптопи и таблетите имат Bluetooth. Радиовълните от този обхват се разпространяват с малки загуби в зоната на пряката видимост, но стени и други препятствия ги отслабват силно. Предвид малките мощности на предавателите на апаратурата от клас 2 и 3, сигурната работа на открито или на място без препятствия е около 10-100 m. Поради тези причини се дискутира ползването на мобилно устройство с ОС Android като дистанционно управление за автомобил на малки разстояния. По-нататък се разглеждат особеностите на реализацията на такова дистанционно управление с Arduino микроконтролерен модул като управляващ блок за модела и готов Bluetooth модул.

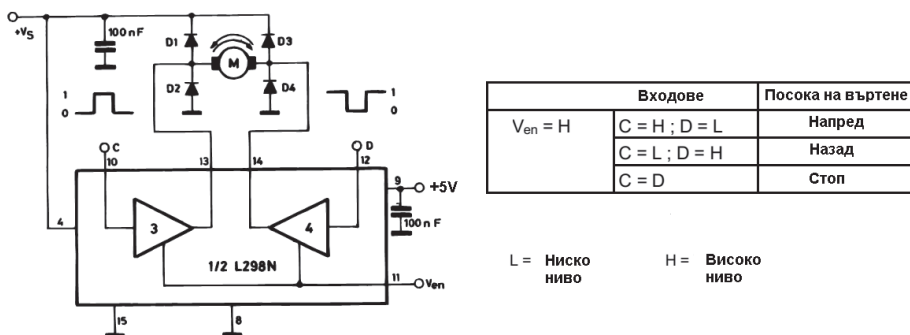
### ИЗЛОЖЕНИЕ

Автомоделизмът съществува, откакто съществуват автомобилите. По същество се изработват копия на реални автомобили, или умалени модели на прототипи. Направата на такива модели служи за най-разнообразни цели: от научни - за изпробване в аеродинамични тунели и за визуална проверка на нови проекти, до занимания на любители в свободното време. Моделизмът води началото си от детските играчки и естествено се свързва основно с тях. Хобито "автомоделизъм" се радва на голям интерес, освен сред децата и сред техните родители. Сложността на моделите също варира в много големи граници: от почти елементарни - подходящи за малки деца, до модели с висока сложност (двигатели с вътрешно горене, скоростни кутии, диференциали, окачване), както при големите автомобили. Мащабите варират от 1:87 до 1:8 и по-голям. Частите на моделите се изработват обикновено от пластмаса или метал. В света има над 100 големи производители на модели и множество малки. Автомоделите могат да са сходни с оригинала или да са плод на въображението. Разликите в конструкцията и мащаба съответно променя дизайна на електрониката и дистанционното управление, както и начина на управление. Например разликите в ходовата част, вида и мощността на двигателите водят до различна схематехниката на драйверните схеми, захранването, времедиаграмите на сигналите, превключване и т.н.. Това обаче не променя основните задачи, които трябва да бъдат решени при проектирането на дистанционно управление за електрически автомобил. С една примерна конструкция ще илюстрираме основните проблеми пред разработката на подобни проекти.

Ще бъде преработена управляващата електроника и дистанционното управление за пластмасово-метален детски модел на кола, изработена в мащаб 1:20, която се продава с дистанционно радиоуправление, работещо в диапазона 27

MHz. Шасито е с 4 колела, задвижване на задните колела с постоянотоков електродвигател, който консумира при движение около 0.5 А ток. С промяна на полярността на захранващото напрежение за двигателя може да се променя посоката на въртене на задните колела. За завиване се използва опростен модифициран сервомеханизъм с непрекъснато въртене и ограничение на ъгъла на завъртане, монтиран на предните колела. Сервото е реализирано с постоянотоков електродвигател, подобен на задвижващия [1]. С промяна на полярността на захранване на мотора се променя посоката на завиване ляво-дясно. Фаровете на модела са светодиоди. Моделът се захранва с 6 батерии R6 (или NiMH акумулатори) при номинално напрежение 9V(7.5 V).

Драйверите за постоянотоковите мотори трябва да могат да управляват посоката на въртене за двата мотора и да осигуряват достатъчно ток за задвижването им, както и да бъдат достатъчно мощни и защитени от претоварване по ток, защото при блокиране на моторите консумирания ток нараства няколко пъти. След проучване на други разработки и предлаганото по магазините на разумна цена драйверът бе реализиран с чип L298, който представлява два еднакви мостови драйвера, управлявани с TTL логически нива, проектиран специално за управление на релета, мотори, соленоиди. Блок-схемата на управлението на DC мотор със смяна на посоката на въртене е показана на фиг.1.



Фиг. 1 – Управление на постоянотоков мотор с L298 (един от двата драйвера)

Интегралната схема се захранва с 2 напрежения: Vs>7V за транзисторните ключове и 5V на краче 9 за логиката в нея. Напрежението +5V от Vs не може да се получи със стабилизатор на напрежение 7805 поради ниското батерийно захранване. Вместо него се ползва друг тип ИС – триизводен стабилизатор на напрежение с пад на напрежението вход-изход под 0.5V.

На разрешаващия вход Ven (краче 11) се подава +5V. Нивата на напрежение на входовете C и D определят посоката на въртене на мотора - фиг. 1, вдясно.

С помощта на ИС L298 могат да се управляват задвижването и сервото на модела. Управлението на всеки мотор става с два отделни логически сигнала, подавани на входовете C и D на съответната драйверна схема. Ако вместо постоянно логическо ниво на единия от тези входове се подават правоъгълни импулси с различен коефициент на запълване (Pulse Width Modulation-PWM), скоростта на въртене на мотора може да се променя от 0 до максималната, пропорционално на коефициента на запълване на тези импулси. Това се използва в драйвера на двигателя на задните колела. Ако той е спрян, C=D=0. Ако двигателят работи, входът C трябва да има ниво съгласно таблицата на фиг. 1, съобразено с посоката на въртене. На входа D трябва да се подадат PWM импулси с коефициент

на запълване пропорционален на желаната скорост на движение. За двигателя на сервото е необходима само едновременна смяна на логическите нива на входовете C и D на другата половина на L298 съгласно таблицата на фиг. 1. За контрол на скоростта и посоката на движение на модел са необходими 4 цифрови изхода.

За да се управляват двата предни фара на модела е необходимо да се пуска и спира ток през светодиодите, с които са направени лампите. Анодът на LED е свързан към +5V през резистор 300 Ом, а катодът се управлява от изхода на инвертор с отворен колектор. При подаване на входа на ЛЕ високо ниво LED ще свети и обратно. За контрол на фаровете са нужни два цифрови изхода.

Класонът е реализиран като прост тонален генератор с 3 ЛЕ – инвертори с отворен колектор. Изходът му се подава през емитерен повторител с транзистор към малък говорител. Схемата на генератора позволява старт-стопна работа, като включването и изключването става с един цифров изход.

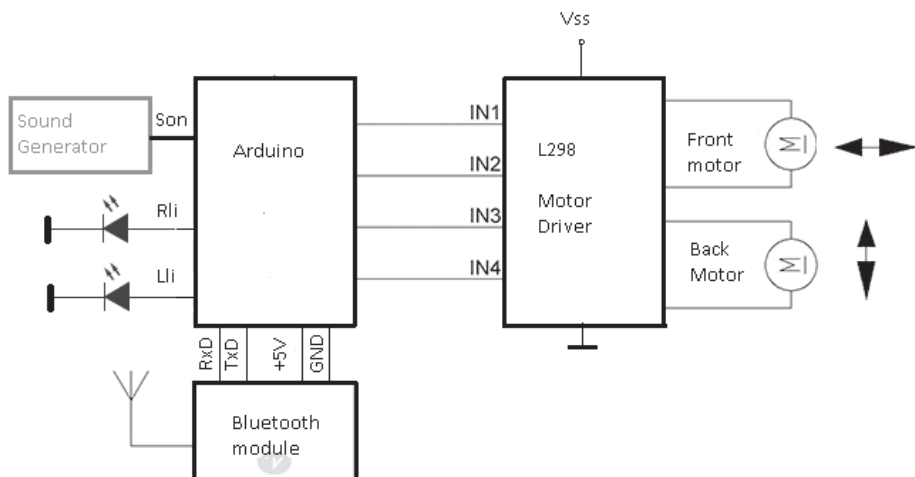
За реализация на Bluetooth връзка се използва готов Bluetooth приемопредавател. Изборът на типа му е важен, тъй като с появата на стандарта се смениха няколко версии и модулът може да не се поддържа от мобилното устройство, макар че съгласно спецификациите устройствата с по-висока версия на Bluetooth протокола поддържат по-ниските му версии. Успешна комуникация бе осъществена с PnP Bluetooth модул JY-MCU HC06, поддържащ стандарт Bluetooth V2.0+EDR. Модулът има 4 крачета: GND, +5V, са захранващи, а RxD и TxD са изводи на вградения асинхронен комуникационен адаптер. Вграденият микроконтролер във Bluetooth модула го инициализира при включване на захранващото напрежение да работи на скорост 9600 b/s, 8 бита в символ без контрол по четност и един стопов бит. Когато Bluetooth модулът осъществи успешна комуникация с мобилното устройство по Bluetooth канал, индикаторен LED на платката на модула светва. За да обменя информация с модела, Bluetooth модулът трябва да комуникира със съответен асинхронен комуникационен адаптер, разположен в модела по двете линии RxD и TxD. Изпращаните данни от модела се приемат по линията RxD на модула, а данните, получени по радиото се изпращат към модела по линията TxD. Модулът HC-06 има вградена печатна антена за честота 2.4 GHz. За нормална работа тя трябва да се разположи далеч от източници на смущения (моторите) и метални повърхности.

Реализацията на асинхронния комуникационен протокол и управлението на другата апаратура на автомодела става в управляващ блок с микроконтролер с поне 7 цифрови изхода и асинхронен комуникационен адаптер. Не е необходимо голямо бързодействие и много памет, поради което повечето съвременни 8 и 16-битови микроконтролери отговарят на това изискване. С цел промяна на някои параметри на апаратурата и комуникацията, както и за да има възможност за настройка и експерименти, за управляващ блок на автомодела бе избран развоен микроконтролерен модул Arduino UNO [2].

Модулът Arduino UNO реализира контролер с Atmega 328 микроконтролер и има 14 извода, които могат да се програмират за използване като входове или изходи, като на 6 от тях може да бъде изведена правоъгълно напрежение с PWM. Работи с тактов генератор на 16 MHz. Има USB конектор, през който може да се програмира чрез достъпна развойна програмна среда от PC с Windows XP/7. Средата е безплатна и свободна се развива. В Интернет има представени базови примери, много библиотеки и свободен код.

Блоквата схема на управляващия блок с Arduino е показана на фиг. 2.

Програмата за управление на Arduino се пише в текстов файл като програма (sketch) на C. Компилира се и се зарежда във Flash паметта с обем 32 KB на Arduino модула от менюта на средата. Програмата за Arduino модула е съставена от 2 структури: Setup() и Loop().



Фиг. 2 – Блок-схема на управляващия блок

В първата се определят функциите на използваните крачета на модула – кои са входове и кои изходи и се изпълняват функции за инициализация на серийния адаптер - задаване на параметрите на серийния обмен (скорост 9600 b/s, 8 бита в символ без контрол по четност и един стопов бит – тези, които по подразбиране установява Bluetooth модула). Задават се и начални нива на изходите за контрол на двигателите, клаксона и фаровете. Loop() структурата се изпълнява циклично. Програмата представлява команден интерпретатор на получените еднобуквени команди по радиото от мобилното устройство. След приемане на символ по серийния вход RxD на Arduino и разпознаване на командата се стартира функция за установяване на посока на движение напред/назад, скорост, завъртане наляво/надясно на кормилото, включване/изключване на ляв или десен фар, пускане/спиране на клаксона.

За да се създаде връзка с Bluetooth модула на автомобила, е необходимо да се установи MAC адрес в настройките на мобилното приложение. Първо обаче се конфигурират двойката устройства в Android мобилното устройство в менюто Setting/Bluetooth/Search for devices. Когато телефонът/таблетът намери Bluetooth модула се щраква върху него и се въвежда парола за двустранната връзка. За да разбере Bluetooth модула дали MAC адреса е достъпен от кое да е приложение, като напр. „Bluetooth terminal“, се щраква върху "Connect a device - Secure" и в появилия се прозорец се натиска бутона "Scan for devices". Софтуерът сканира Bluetooth устройствата и извежда техните MAC адреси. Присвоените MAC адреси се въвеждат в Android-приложението.

В мобилното устройство е използвано комуникационното приложение „BlueArd“, което е реализирано чрез WEB приложението MIT App Inventor с отворен код за Android, първоначално представено от Google, а сега поддържано от Масачузетския технологичен институт (MIT). То позволява начинаещи да създават приложения за OS Android. Приложението използва графичен интерфейс, подобен на Scratch и потребителския интерфейс на StartLogo TNG, позволявайки потребителят чрез влачане и пускане на визуални обекти да създаде приложение, работещо на Android устройства, което контролира обекти чрез Bluetooth. App Inventor включва дизайнер, в който са описани компоненти на програма-блоков редактор, чрез който се създава логиката на програмата и компилатор.

### **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Наблюденията на работата на създаденото дистанционно управление позволява да се направят следните изводи:

Използваният чип L298 е изработен по биполярна технология и е неикономичен, изисква голям радиатор и за бъдещи разработки е добре да се смени с друг, който да ползва поледи транзистори като ключове. В момента такива чипове са дефицитни и скъпи. Bluetooth комуникацията не дава печалба по отношение на далечина на връзката и бързодействие. С помощта на програмируемия контролер може да реализира сложен управляващ алгоритъм и автоматичен контрол.

Потребителят управлява дистанционно модела с помощта на горещи клавиши или с натискането на зони на сензорен екран. Използваното мобилно устройство като панел за дистанционно управление индицира някакъв контролен пулт, който може да бъде различен при различните мобилни устройства, а клавишите за управление могат да бъдат с различна големина и разположение.

Софтуерът, който работи на мобилните устройства, е един и същ за всяко приложение и не изисква напасване и преинсталация. Той може да се изтегли свободно.

Сравнението на Bluetooth и Wi-Fi устройствата показва, че Bluetooth се употребява повече за по-специфични цели, а Wi-Fi е по-универсален и подходящ за по-голяма по размери и брой устройства и инфраструктура, където всеки възел има собствен IP адрес. И двата вида устройства работят в един и същи честотен обхват.

### **ЛИТЕРАТУРА**

[1] Qadeer M., R. Agrawal, M. Umar, A. Singhal. Application Remote Control Using Bluetooth. 4th IEEE/IFIP International Conference on Central Asia on Internet, 2008.

[2] Margolis, M. Make an Arduino Controlled Robot. 2-nd Edition. O'Reilly Media, Inc. Sebastopol, USA, 2013.

### **За контакти:**

гл. ас. Жейно Жейнов, Катедра "Компютърни системи и технологии", Технически университет - Варна, тел.: 052-383 260, e-mail: zh\_viv@abv.bg

**Докладът е рецензиран.**