

Dial'kovo ovládané vozidlo s nastaviteľným podvozkom (1. časť)

Remote controlled vehicle with adjustable chassis (part 1)

Ján Kaňuch¹, Tomáš Drobot²

¹jan.kanuch@tuke.sk, ²tomas.drobot@student.tuke.sk

^{1,2} Katedra elektrotechniky a mechatroniky, Fakulta elektrotechniky a informatiky, Technická univerzita v Košiciach, Letná 9, 042 00 Košice, Slovenská Republika

Abstrakt — V tomto príspevku je prezentovaný všeobecný opis malých dial'kovo ovládaných vozidiel. V druhej časti je spracovaný teoretický návrh, výber súčastí a návrh 3D modelu vozidla s nastaviteľným podvozkom. V ďalšom príspevku bude popísaná praktická realizácia, zapojenie, programovanie, konfigurácia a testovanie dial'kovo ovládaného vozidla.

Kľúčové slová — dial'kovo ovládané vozidlo, RC vozidlo, nastaviteľný podvozok, rádiom ovládané vozidlo.

Abstract — This paper briefly presented a general description of small remote-controlled vehicles. In the second chapter of this paper is processed the theoretical design, selection of components and the design of the 3D model of the vehicle with an adjustable chassis. The practical realization, wiring, programming, configuration and testing of remote controlled vehicle will describe in the next paper (part 2).

Keywords — the remote controlled vehicle, RC vehicle, anadjustable chassis, radio controlled vehicle.

I. ÚVOD

RC (Radio Control - Dial'kovo ovládané) autá sú ovládané pomocou rádiového signálu a ako predlohy na výrobu modelov sa používajú reálne autá.

Talianska spoločnosť Elettronica Giocattoli vyrobila už v roku 1966 prvý komerčne predávaný dial'kovo ovládaný Ferrari P4, teda malý automobil Ferrari 250LM v mierke 1/12. V roku 1968 bol touto spoločnosťou vyrobený ďalší model v rovnakej mierke, ktorý je zobrazený na Obr.1 [1].



Obr. 1. RC model Ferrari P4 talianskej firmy Elettronica Giocattoli z roku 1968 [1]

V roku 1976 vstúpila na trh japonská firma Tamiya [2], ktorá vyrobila sériu elegantných, vysoko detailných, ale me-

chanicky jednoduchých elektrických modelov áut na rádiové ovládanie. Firma ako prvá dala na trh off-road model, ktorý mal reálny systém odpruženia. V roku 1979 sa predávali prvé dva kompletne terénne modely, a to Sand Scorcher a Rough Rider (Obr. 2).



Obr. 2. RC model Rough Rider japonskej firmy Tamiya z roku 1979 [3]

V roku 1984 spoločnosť Associated Electric uviedla na trh modelom RC10 (Obr. 3), ktorý bol význačný tým, že mal vysoký výkon. Boli použité aj olejové tlmiče a model bol plne nastaviteľný. Prvýkrát bol použitý guľčikový diferenciál vyrobený firmou Schumacher Racing Products a model umožňoval nastavenie podvozku pre rôzne typy terénu. Tá istá spoločnosť v roku 1986, vyrobila model CAT (Competition All Terrain). Bola to "buggyna" s pohonom všetkých kolies a je považovaná za najlepší model všetkých čias [4].



Obr. 3. Buggyna RC10 od spoločnosti Associated Electric [5]

V súčasnosti je najznámejším výrobcom off-road modelov spoločnosť Traxxas, spoločnosť Kyosho zase výrobou áut s pohonom jednej nápravy. Medzi nemenej známe firmy taktiež patria Tamiya, Lossi, HB, Yokomo a Schumacher Racing Products.

II. ROZDELENIE RC VOZIDIEL

RC vozidla môžeme rozdeliť podľa niekoľkých kritérií. Podľa vlastností podvozku rozdeľujeme modely do kategórií ON-ROAD a OFF-ROAD. RC vozidla podľa počtu poháňaných kolies delíme na vozidla s pohonom všetkých kolies alebo vozidla s pohonom prednej alebo zadnej nápravy [6],[7]. Podľa typu motora, ktorý poháňa RC vozidlo rozdeľujeme modely na vozidlá poháňané elektromotorom a vozidlá poháňané spaľovacím motorom. Vozidlá poháňané spaľovacím motorom sa ďalej delia na nitro a benzínový pohon [8],[9].

A. ON-ROAD RC vozidla

RC cestné autá sú konštruované pre jazdu na rovných povrchoch. Môže sa jednať o asfalt, koberec, parkety alebo betón. Rýchlosť RC auta je až niekoľko desiatok km za hodinu. V kategórii cestných áut nájdeme tiež veľmi žiadané RC drift autá.

RC Rally špeciály sú verné kópie pretekárskych rally áut a sú ešte upravené pre jazdu na nerovnom povrchu alebo nespevnených cestách. Napríklad hrubý asfalt, zámková dlažba, štrk, hlina, alebo blato. Tieto úpravy sa vzťahujú v prvom rade na zväčšenie svetlej výšky vozidla, úpravy plastov a pohon na všetkých kolesá.

RC formuly je trieda, ktorá bola vytvorená podľa predlohy formúl a modely majú poháňané výlučne zadné nápravy. Konštrukcia je zameraná predovšetkým na dosiahnutie najvyššej rýchlosti, pri zachovaní dobrej ovládateľnosti [10].

B. OFF-ROAD RC vozidla

V tejto kategórii medzi najživšie patria RC Buggy autá, čo dosvedčuje aj fakt, že sú najpoužívanejším typom RC áut na modelárskych pretekoch. Tento model má ale nižší podvozok, preto nie je najvhodnejší do veľmi ťažkých terénov.

Modely typu RC Truggy sú kombináciou Monster trucku a Buggy. Podvozok majú vyšší a majú aj väčšie kolesá než Buggy. RC Truggy zvládne prejsť náročný terén, ale aj jazdu napríklad po ceste. Vďaka univerzálnosti použitia je tento typ RC áut taktiež veľmi žiadaný.

RC Short course je off-road typ, ktorý sa podobne ako buggyna vyniká skvelými jazdnými vlastnosťami. Zvládne v podstate akýkoľvek terén, ale nerovnosť terénu je limitovaná výškou podvozku. Najvhodnejšie použitie je napríklad na hlinených cestách, nízko posekanej tráve, štrku a špeciálnych závodných hlinených tratiach.

Medzi najpopulárnejší typ RC áut patrí RC Monster truck, ktorý vďaka vysokému podvozku a veľkým kolesám prejde takmer akýkoľvek terén. Pozor si však treba dávať na vlhkosť a vodu, pretože väčšina áut nemá zaizolované elektronické súčiastky a mohlo by tak dôjsť k poškodeniu elektroniky.

RC Crawlers modely vychádzajú z off-roadových vozidiel a športových úžitkových vozidiel. V tomto prípade nie je kladený dôraz na rýchlosť, ale na čo najlepšiu priechodnosť cez terén. Veľký dôraz je kladený na jeho spracovanie a podobnosť s predlohou.

RC expedičné autá (Obr. 4) prejdú doslova všetko. Čím zložitejší terén, tým väčšia výzva pre tieto výkonné vozidlá. Nie sú však určené pre rýchlu jazdu. Hlavnou prednosťou RC expedičných vozidiel je pomaly a postupne prejsť aj tou najťažšou prekážkou.



Obr. 4. RC expedičné vozidlo [11]

C. Rozdelenie RC vozidiel podľa typu pohonu

RC vozidlo môže byť poháňané elektromotorom alebo spaľovacím motorom. Pohon spaľovacím motorom sa ďalej delí na nitro a benzínový.

Prednosťou diaľkovo ovládaných aut s elektrickým pohonom je nenáročná údržba a nízka hlučnosť. Batérie je však nutné nabíjať dlhšiu dobu (30-60 minút), ako dotankovať palivo. Výdrž batérii je približne 10-15 minút na jednu jazdu. Elektromotor pre pohon môže byť jednosmerný (Obr. 5a) [12] alebo striedavý (Obr. 5b) [13].



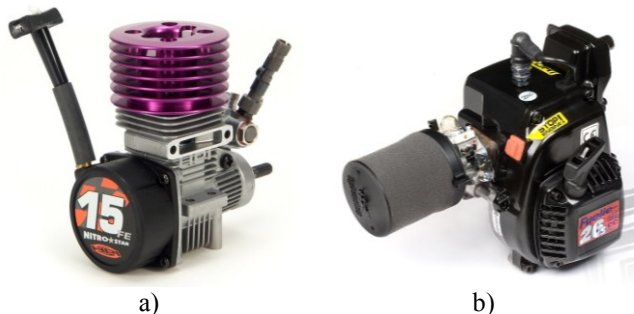
Obr. 5. Elektromotory používané v RC autách

Hlavným rozdielom je účinnosť. Striedavý motor je výkonnejší a ak porovnáme dva motory s rovnakým výkonom, tak striedavý motor menší a teda aj ľahší. Pri rovnakej veľkosti batérii striedavé motory majú nižšiu spotrebu energie a výdrž akumulátora je dlhšia. Táto vlastnosť však ovplyvňuje cenu a striedavé motory sú oveľa drahšie ako jednosmerné. Tiež je dôležité, že pri jednosmerných motoroch dochádza k opotrebeniu uhlíkov, ktoré je potrebné vymeniť. RC vozidlá s jednosmerným motorom spravidla vyvinú rýchlosť 10 až 50 km/h v závislosti na výkone a počte motorov. Autá so striedavým elektrickým motorom dokážu vyvinúť rýchlosť 50 km/h a viac.

RC autá so spaľovacím motorom sú poháňané špeciálnym palivom, ktoré je drahšie ako nabíjanie akumulátorov ale výhodou je oveľa vyššia rýchlosť. Autá so spaľovacím motorom jazdia rýchlosťou až 100 km/h a viac.

Nitro motory (Obr. 6a) [14] sú najnáročnejšie na údržbu a palivo pre tieto motory je tiež pomerne drahé. „Ladenie vozidla“ vyžaduje nastaviť optimálny výkon motora a spotrebu paliva s cieľom minimalizovať opotrebovanie a prehrievanie motora. Údržba, ako je čistenie vzduchového filtra, všeobecné čistenie, výmena opotrebovaných častí spojky, správne mazanie a údržba ostatných s motorom súvisiacich dielov, napríklad výmena žhviacich sviečok, je pre veľmi človeka náročná úloha.

Benzínový motor (Obr. 6b) [15], ktorý je tiež známy ako „fuelies“ alebo „gassers“, je poháňaný zmesou benzínu a oleja. V porovnaní s nitro alebo elektrickými motormi je cena benzínového motora oveľa vyššia. Motory sú väčšie a vyžadujú oveľa viac priestoru. V porovnaní s nitro alebo niektorými elektromotormi nedosahujú však tak vysoké rýchlosti. Okrem toho, benzínové motory zriedka alebo skoro vôbec nevyžadujú ladenie a majú veľmi dlhú životnosť. RC modely s týmito motormi sú populárne v Európe už viac ako desať rokov. Ich popularita ešte vzrástla vďaka spoločnosti HPI Racing, ktorá začala vyrábať cenovo dostupné a vysoko kvalitné autá.



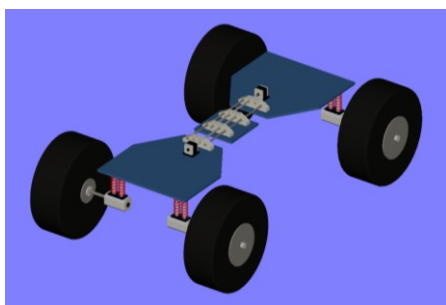
Obr. 6. Spaľovacie motory používané v RC autách

III. NÁVRH KONCEPCIE DIAĽKOVO OVLÁDANÉHO VOZIDLA S NASTAVITEĽNÝM PODVOZKOM

Zvýšenie prejazdnosti RC vozidla v nepriaznivom teréne sa dosiahne konštrukciou s nastaviteľným podvozkom a pohonom všetkých štyroch kolies. Dvojbodovo nastaviteľný podvozok umožňuje predĺžiť alebo skrátiť vzdialenosti medzi nápravami na vozidle. V tejto novej koncepcii je použitý aj nezvyčajný spôsob otáčania pre RC vozidla a nezávislé pruženie jednotlivých kolies. Návrh vozidla s nastaviteľným podvozkom je založený na myšlienke zvýšenia prejazdnosti vo veľmi nepriaznivom teréne a preto navrhované vozidlo je možné zaradiť do kategórie špeciálnych RC vozidiel.

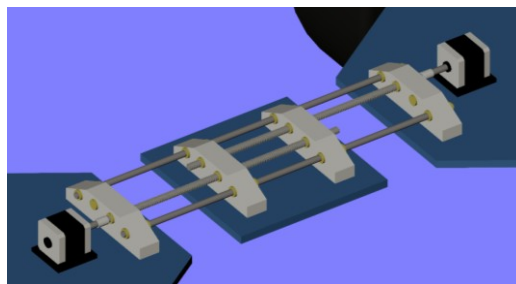
A. Návrh konštrukcie podvozku

Hlavnú časť podvozku (Obr. 7) tvoria tri oddelené časti, pričom predná a zadná časť sú rovnaké a sú určené na uchytanie jednotlivých kolies, ktorých motory sú upevnené pomocou dvoch odpružených tlmičov zo spodnej strany. Motory pre pohon kolies sú uložené vo valcových puzdrách ku ktorým sú prívarené vodiace tyče slúžiace na spevnenie. Puzdrá motorov sú priskrutkované k odpruženým tlmičom a tie z opačnej strany k podvozku. Zhora je namontovaná elektronika, krokové motory pre nastavovanie vzdialenosti prednej a zadnej časti, akumulátory, kabeláž a niektoré ďalšie časti posunu. Stredná časť je určená na upevnenie hlavnej časti posunu pre nastavovanie vzdialenosti náprav.



Obr. 7. 3D návrh podvozku pre RC vozidlo s nastaviteľným podvozkom

Prepojenie medzi prednou, strednou a zadnou časťou je urobené cez vodiace a závitové tyče (Obr. 8). Posun je realizovaný pomocou dvoch vodiacich a dvoch závitových tyčí z ocele. Závitové a vodiace tyče prechádzajú cez štyri kvádre s dierami pre vodiace tyče a závitmi pre závitové tyče, z ktorých dva sú upevnené na strednej časti a jeden na prednej a druhý na zadnej časti. Závitové tyče sú upevnené v kvádroch na strednej časti. Vodiace tyče slúžia aj na spevnenie celého podvozku pri maximálnom predĺžení, teda pri najväčšej vzdialenosti medzi nápravami. Na jednotlivých závitových tyčoch sú na koncoch upevnené motory, ktoré otáčaním tyčí zabezpečujú predĺženie a skrátenie podvozku.

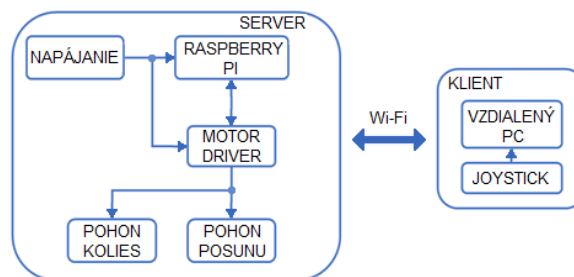


Obr. 8. Detail návrhu posunu pre RC vozidlo s nastaviteľným podvozkom

Ako už bolo spomenuté vyššie, na prednej a zadnej časti sú zo spodnej strany pripevnené tlmiče na ktorých sú upevnené motory s kolesami. Každé koleso má vlastný motor a tlmič, čím je zabezpečené nezávislé individuálne pruženie všetkých kolies.

B. Návrh zapojenia elektroniky

Z počiatočného návrhu niekoľko možných rôznych riešení po zohľadnení všetkých kritérií bolo nakoniec navrhnuté zapojenie, ktorého bloková schéma je zobrazená na Obr. 9.



Obr. 9. Bloková schéma prepojenia komponentov elektroniky

Základom elektroniky celého RC vozidla je jednodoskový počítač Raspberry Pi 3 ku ktorému je sériovou linkou I2C pripojený Motor driver, na ktorý sú pripojené všetky motory (pre kolesá a posun). Na pohon kolies sú použité štyri jednosmerné motory a pre pohon posunu (nastavovanie vzdialenosti náprav) dva krokové motory. Všetky súčasti sú napájané zo zdroja napätia (akumulátora), ktorý je súčasťou vozidla.

Výber elektronických komponentov pre navrhované diaľkovo ovládané vozidlo s nastaviteľným podvozkom podliehal dlhodobému zohľadňovaniu určitých kritérií a výpočtom. Najviac zohľadňovaným parametrom bol výkon, cena a možnosť prepojenia jednotlivých súčastí. Po porovnaní rôznych možných variantov elektronických komponentov boli vytypované tie najvhodnejšie. Ako už bolo spomínané vyššie, tak základom celého systému na RC vozidle je jednodoskový počítač Raspberry Pi 3. Pre riadenie motorov boli použité dve dosky, a to Adafruit DC & Stepper Motor HAT z ktorých jedna sa využíva

pre DC motory na pohon kolies a druhá pre krokové motory na posun náprav. Motory na pohon kolies sú jednosmerné s prevodovkou 60RPM a posun podvozku je zabezpečený pomocou dvoch krokových motorov NEMA 14. Na napájanie výkonných častí je použitá batéria typ Li-Ion X 20 V od spoločnosti Parkside a menič napätia RN-6 24DC/12DC 2A. Externý powerbank 2600mAh je použitý na napájanie jednodoskového počítača Raspberry Pi 3. Pre Wi-Fi prenos riadenia ovládania vozidla je notebook (napr. LENOVO E5400) s pripojeným joystickom značky Genius cez USB port.

C. Komunikácia a ovládanie

RC vozidlo s jednodoskovým počítačom Raspberry Pi je nakonfigurované ako server na ktorý sa pripojí cez Wi-Fi sieť klient zo vzdialeného počítača (Obr. 9). K vzdialenému počítaču je pripojený joystick, ktorým sa vozidlo ovláda.

Celá komunikácia prebieha v jazyku Python na jadre Linuxu, konkrétne Raspbian na RC vozidle a Ubuntu na vzdialenom počítači. Komunikácia klient-server je založená na dvoch odlišných systémoch, jeden je systém klienta a druhý systém servera, tieto dva rozličné systémy komunikujú cez počítačovú sieť. Klient môže iniciovať komunikačné spojenie, zatiaľ čo server čaká na požiadavku od klienta. Keď klient odošle požiadavku serveru, ten ju splní a čaká na novú požiadavku.

Vzhľadom na to, že diaľkovo ovládané vozidlo neobsahuje žiaden monitor ani žiadne zobrazovacie zariadenie je potrebné tiež nakonfigurovať automatické spúšťanie celého systému pri zapnutí vozidla. Teda pri zapnutí sa na vozidle vytvorí automaticky Wi-Fi sieť a spustí sa server ktorý čaká na požiadavky klienta zo vzdialeného počítača.

IV. ZÁVER

V tomto príspevku je prezentovaný návrh riešenia konštrukcie diaľkovo ovládaného malého vozidla s nastaviteľným podvozkom. Návrh spočíval vo vytvorení vozidla, ktorého vzdialenosť medzi prednou a zadnou nápravou by sa dala plynule meniť (predĺžiť alebo skrátiť). V príspevku je popísaný aj návrh zapojenia elektroniky, výber elektronických komponentov, návrh spôsobu komunikácie a ovládania. Pohyb na nastavenie podvozku je riešený pomocou ovládania na diaľku.

Konečné konštrukčné riešenie, teda praktická realizácia prototypu, zapojenie elektroniky, programovanie, konfigurácia a testovanie diaľkovo ovládaného vozidla bude popísané v nasledujúcom príspevku.

POĎAKOVANIE

Podporujeme výskumné aktivity na Slovensku/ Projekt je spolufinancovaný zo zdrojov EÚ. Tento článok bol vypracovaný v rámci projektu "Centrum excelentnosti integrovaného výskumu a využitia progresívnych mate-



riálov a technológií v oblasti automobilovej elektroniky", ITMS 26220120055.

POUŽITÁ LITERATÚRA

- [1] Geocaching. [cit. 2018-04-20], dostupné: <https://www.geocaching.com/geocache/GC740BZr-c-car-classic-toy-series?guid=920e7d37-cf11-439f-a8f7-dcf3ffe7e7a3>
- [2] Tamiya. [cit. 2018-04-21], dostupné: <http://www.tamiya.com/english/products/58452sandsorcher/index.htm>
- [3] Tamiyabase. [cit. 2018-04-20], dostupné: <https://tamiyabase.com/articles/52-things-to-know/216-things-to-know-about-the-rough-rider>
- [4] Teamassociated. [cit. 2018-04-20], dostupné: <https://www.teamassociated.com/downloads/evolution-of-rc10-buggy.html>
- [5] Teamassociated. [cit. 2018-04-20], dostupné: https://www.teamassociated.com/cars_and_trucks/RC10_Classic/RC10_Classic_Kit/
- [6] RC-auta. [cit. 2018-06-21], dostupné: <http://www.rc-auta.eu/uzitecne-odkazy/80-kupujeme-prvni-rc-auto>
- [7] Rprof. [cit. 2018-06-21], dostupné: <https://www.rcprofi.sk/poradna/radce/popis-jednotlivych-typov-aut-na-dialkove-ovladanie.html>
- [8] RC-auta. [cit. 2018-06-30], dostupné: <http://www.rc-auta-modely.cz/spalovaci-motor-nebo-elektromotor/276>
- [9] Alza. [cit. 2018-06-30], dostupné: <https://www.alza.sk/hracky/ako-vybrat-rc-auto>
- [10] MojeRC. [cit. 2018-06-21], dostupné: https://www.mojeRC.cz/rc-formula-racing-car-fl1005-1-10_p91703
- [11] Htmodel. [cit. 2018-06-30], dostupné: <http://www.htmodel.sk/produkty/funkcne-modely/auta-elektro/expedicne-trial/znacka-116/hpi-maverick-scout-rock-crawler-1-10-rtr-v-2017-30742.html>
- [12] IndiaMart. [cit. 2019-03-25], dostupné: <https://www.indiamart.com/proddetail/rs-775-7000rpm-12v-dc-motor-16865102788.html>
- [13] Integy. [cit. 2019-03-25], dostupné: http://www.integy.com/st_prod.html?p_prodid=17474#.Wu4jS4iFNPY
- [14] HPTracing. [cit. 2019-02-1], dostupné: <https://www.hptracing.com/ko/part/1615>
- [15] RCmodelyshop. [cit. 2019-02-1], dostupné: <http://www.rcmodelyshop.cz/rcmodelyshop/eshop/17-1-Spalovaci-motory/168-2-Benzinove>

J. Kaňuch - je absolvent Vysoké školy technickej v Košiciach, Elektrotechnická fakulta, Katedra elektrických pohonov v odbore Silnoprúdová elektrotechnika so zameraním na elektrické stroje a prístroje (Ing. 1986). Odvtedy pracuje na danej katedre (teraz Katedra elektrotechniky a mechatroniky na Fakulte elektrotechniky a informatiky Technickej Univerzity v Košiciach), v súčasnosti ako docent. V roku 2006 získal titul PhD. v odbore Silnoprúdová elektrotechnika a v roku 2018 sa habilitoval v tom istom odbore.

Oblasti profesijného a odborného záujmu: Elektrické stroje a prístroje, Grafické CAD systémy, Elektrické pohony, Automobilová elektrotechnika a mechatronika, EMC a Priemyselná elektronika.

T. Drobot – je v súčasnosti študentom inžinierskeho štúdia v študijnom programe Elektrotechnické systémy (v odbore elektrotechnika) na Fakulte elektrotechniky a informatiky Technickej univerzity v Košiciach, kde v roku 2018 získal na Katedre elektrotechniky a mechatroniky titul Bc.