

## Robot SBot v2.0

David Gustafík, Pavol Krasňanský, konzultant: Ing. Richard Balogh  
[darth.daqq@gmail.com](mailto:darth.daqq@gmail.com) , [pavol.krasnansky@gmail.com](mailto:pavol.krasnansky@gmail.com)

### Abstrakt

Táto práca dokumentuje Robota SBot v2.0, ktorý bol vytvorený ako učebná pomôcka pre stredné a vysoké školy pri predmetoch súvisiacich s robotikou a automatizáciou, alebo záujmové krúžky robotiky. Jedná sa o malé, modulárne a jednoducho programovateľné robota, na ktorý môže užívateľ pripojiť široké spektrum snímačov, alebo modulov. V základnej zostave je robot ovládaný prostredníctvom BlueToothu a má komunikačný protokol kompatibilný s RoboticLabom na FEI STU.

### 1. Úvod

Robotika je v súčasnosti veľmi rýchlo sa rozvíjajúcou vedou ktorá zaujala jak profesionálov, tak amatérov. Jej popularita medzi mládežou je veľmi vysoká a je to často ona, ktorá budí záujem o elektroniku v študentoch.

Práve tento projekt je jednoduchá „stavebnica“ so širokými možnosťami rozšírenia. Bol vyvinutý v spolupráci s firmou Microstep MIS ako jednoduchá platforma alebo podvozok, nad ktorý by sa mohol dať silnejší systém, napr. DPS s DSP procesorom schopná rozpoznávať obraz a Linuxom a WiFi pripojením, alebo by bol samostatný na výuku jednoduchších vecí v robotike.

Samotný Sbot2.0 má na sebe BlueTooth, procesor architektúry AVR, mnoho senzorov a miesto pre tvorivosť študentov: Univerzálnu dosku na ktorej sú vyvedené viaceré rozhrania.

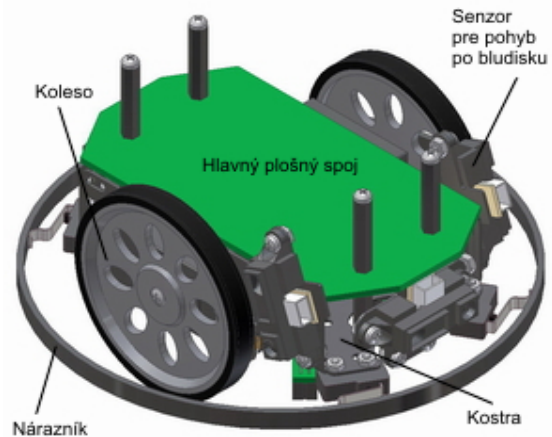
Mechanicky je Sbot2.0 ľahko a lacno vyrábiteľný, s jedným základným blokom na ktorý je veľmi jednoduché prímontovať akékoľvek rozšírenia – moduly, senzory, menšie robotické ruky bez akýchkoľvek úprav.

### 2. Konštrukcia robota Sbot v2

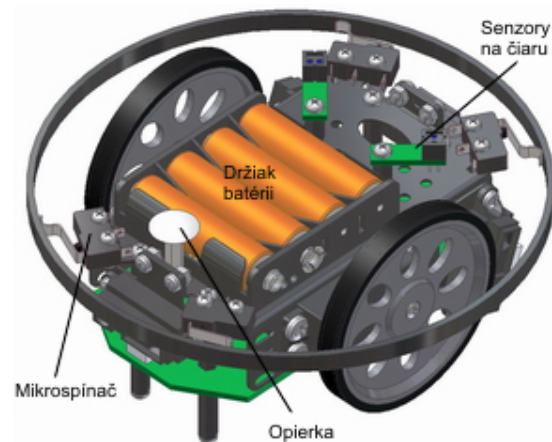
#### 2.1. Celková konštrukcia

Celková konštrukcia robota Sbot v2 **Obr.1.** vychádzala zo staršej verzie Sbot v1. Nová verzia mala odstrániť nedostatky v konštrukcii, ktorá bola v rôznosti materiálov jednotlivých dielov a ich náročnosť v samotnej výrobe. Na výrobu bolo potrebných niekoľko náročných technologických operácií. Preto sa v novej konštrukcii zvolil návrh, ktorého základ je tvorený kostrou z hliníkového plechu ohnutého do tvaru „U“ na ktorý sú namontované všetky štandardné a neštandardné

súčasti robota. Ďalším kritériom pri návrhu konštrukcie bolo dodržanie predpisov, pre niektoré typy súťaží a to najmä chodenie po čiare tzv. „čiara“ ale i tzv. „bludisko“. Robot stojí na troch bodoch, pričom dva z nich sú tvorené kolieskami a jeden je pevná opierka. Hlavnými časťami okrem kostry sú dve servá na ktorých sú na výstupe priamo pripevnené kolesá, ďalej je to radiaci plošný spoj, mikropínač s nárazníkom a držiak batérii. Základným doplnkovým zariadením sú senzory na čiaru upevnené v spodnej časti robota senzormi pre pohyb v bludisku umiestnených na bokoch, v prednej i zadnej časti robota. Celkový vzhľad sa nesie v znamení čiernej farby.



Obr. 1.



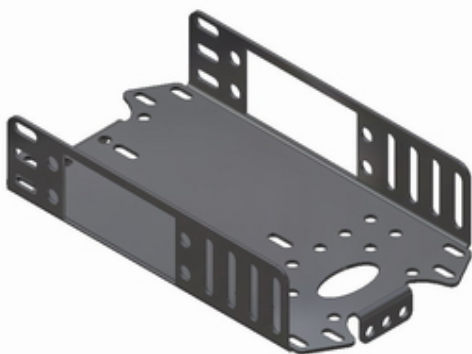
Obr. 2.

#### 2.2. Skelet (kostra)

Kostra **Obr. 3.** je vyrobená z hliníkového plechu hrúbky 1 milimeter, ohnutého do tvaru „U“. V rozvinutom tvare sa vyreže pomocou technologickej operácii rezania

vodným lúčom. Ostré hrany spôsobené technológia rezania vodným lúčom boli následne ručne obrusované pomocou jemného pilníka. Kvôli celkovému vzhľadu robota bola celá kostra počiernená. Zafarbenie bolo zabezpečované technologickou operáciou eloxovanie. V kostre je vytvorených niekoľko dier, otvorov slúžiacich

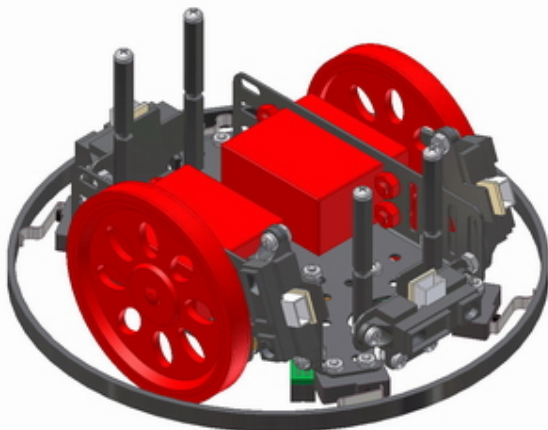
na pripevnenie štandardných súčasti robota, ale i diery a otvory na všeobecné, univerzálne pripevňovanie periférnych zariadení.



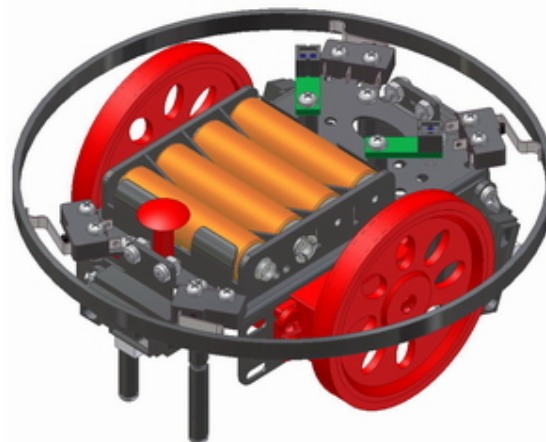
Obr. 3.

### 2.3. Pohon

Každé koleso má vlastný pohon, tvorený upraveným modelárskym servom Hitec HS-322 HD Standard Deluxe **Obr. 4**. Kolesá sú priamo namontované na výstupnom hriadeľ serva. Kolesá sú štandardné, od firmy Parallax. Koleso má priemer 66,5 milimetra. Koleso je vyrobené z PVC, na ktorom je na funkčnej ploche natihnutá gumená pneumatika hrúbky 7,6 milimetra. Koleso má drážkovaný náboj, ktorý umožňuje priamu montáž kolesa na výstupný hriadeľ serva. Na serve bolo prevedených niekoľko úprav a to odstránenie mechanickej zarážky a spätné väzby tvorenej potenciometrom. Po odstránení mechanickej zarážky je servu umožnené otáčanie sa o 360°. Každé servo je na skelet namontované pomocou štyroch skrutiek M4. Kolesá tvoria dva body na ktorých stojí robot, tretím bodom je pevná opierka, tvorená distančným stĺpikom a plastovým vrcholíkom **Obr. 5**.



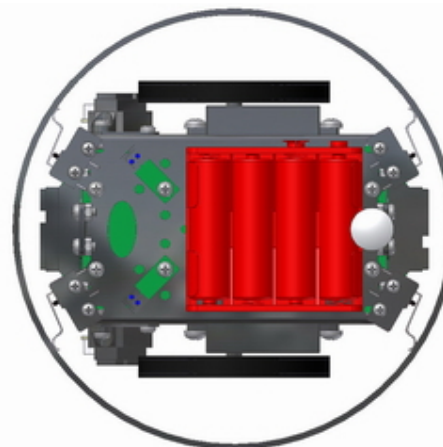
Obr. 4.



Obr. 5.

### 2.4. Držiak batérii

Držiak batérii **Obr. 6** je pripevnený na spodnej strane skeletu pomocou dvoch skrutiek M2,5. Je posunutý v smere osi kvôli posunutiu celkového ťažiska robota, ktoré zabezpečuje lepšiu stabilitu a možnosť použitia len jednej pevnej opierky. Držiak je štandardný, na štyri batérie AA (tužkové), ktoré sú uložené vedľa seba.

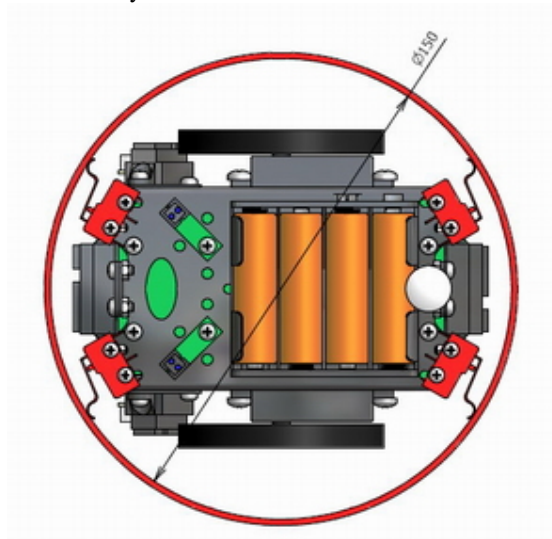


Obr. 6.

### 2.5. Nárazník

Nárazník **Obr. 7** slúži na zopínanie štyroch mikrospínačov, ktoré sú pripevnené na kostre robota. Dva mikrospínače sú umiestnené vpredu robota a dva v jeho zadnej časti. Samotný nárazník je realizovaný pomocou pásika s PVC o hrúbky 2 milimetre a výšky 6 milimetrov. V rozvinutom tvare sa vyreže pomocou technologického postupu rezania vodným lúčom ako je to v prípade kostry. Pásik je uhnutý do kruhu o priemere 150 milimetrov. Spojenie koncov pásika a pripevnenie pásika o mikrospínače je realizované pomocou sťahovacieho pásiku (SK pásik). Tomuto návrhu predchádzal variant nárazníka vyrobeného z vodoinštalátorskej rúry s priemerom 150 milimetrov a hrúbky steny 2 milimetre. Ako už bolo spomínané samotný nárazník je vysoký 6 milimetrov, čo

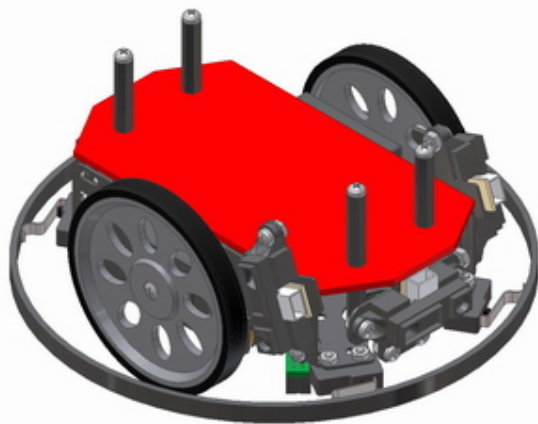
pri rozmeroch vodoinštalátorskej rúry predstavuje pásik, ktorý je možné len veľmi náročne s tejto rúry odrezať. Žiadna zámočnícka firma nebola ochotná niečo podobné vyrobiť ani len na jeden prototyp. Preto bol vymyslený variant vyššie spomínaný, ktorý ale má malý nedostatok vzniknutý v spoji koncov pásika. Tento nedostatok je však v porovnaní s jednoduchosťou výroby zanedbateľný.



Obr. 7.

### 2.6. Upevnenie riadiaceho plošného spoja

Plošný spoj **Obr. 8.** sa nachádza na vrchnej časti robota, jeho rozmery sú 124 x 65 milimetrov. Upevnenie riadiaceho plošného spoja je realizované pomocou štandardných distančných stĺpikov z polyamidu dĺžky 25 milimetrov.

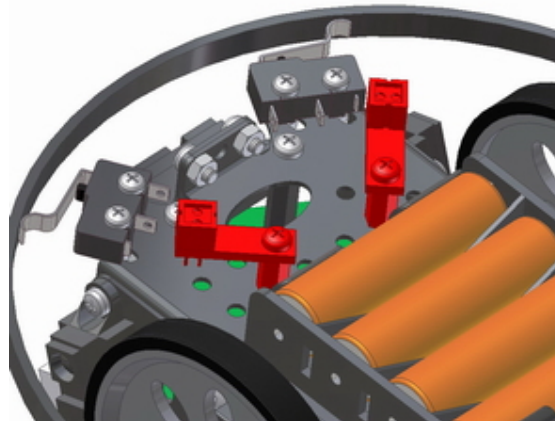


Obr. 8.

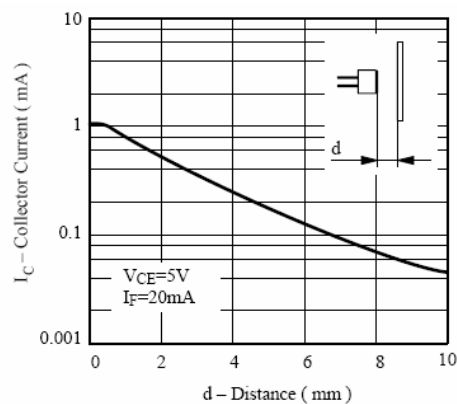
### 2.7. Sensory pre pohyb po čiare

Sensory pre pohyb po čiare **Obr. 9.** sú umiestnené v spodnej časti robota na distančných stĺpikoch dĺžky 10 milimetrov. Samotný senzor je realizovaný pomocou optického snímača CNY70 a je pripevnený na distančný stĺpik pomocou malého plošného spoja. Vzdialenosť

senzoru od roviny podstavy je 3,25 milimetra. Závislosť prúdu cez ne je zobrazená na **Grafe 1.**



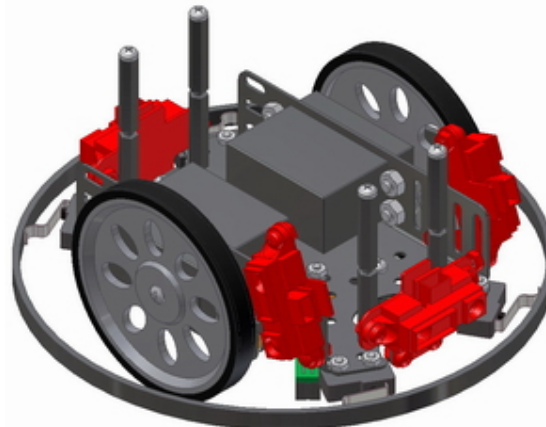
Obr. 9.



Graf 1.

### 2.8. Sensory pre pohyb v bludisku

Sensory pre pohyb v bludisku, patria medzi nadštandardné súčasti robota. Sensory sú typu GP2D120. Sú umiestnené po všetkých stranách robota. Sú pripevnené na kostru pomocou držiakov, špeciálne vyrobených pre tento typ senzorov, ktoré pozostávajú z hliníkového plechu hrúbky 1 milimeter, vyrezaného v požadovanom tvare pomocou vodného lúča.



Obr. 10.



### 3. Elektronika

#### 3.1 Hlavná riadiaca doska

Hlavná DPS je mozgom celého robota. Je na nej procesor, BlueTooth modul, univerzálna doska a piny na pripájanie senzorov a periférií. Mimo toho má na sebe bežné prvky potrebné na výuku programovania procesorov: tlačítka a LED diódy.

Doska je napájaná priamo z bateriek, ktoré dodávajú Ako procesor sme zvolili ATmega128, architektúry AVR. Má 128kB FLASH pamäte programovateľnej alebo cez bootloader, alebo cez ISP rozhranie, čo je dostatok pre akúkoľvek z aplikácií na ktorú by mohol robot byť použitý.

Univerzálna doska je veľmi dôležitá pre výuku – umožňuje užívateľom vytvoriť vlastnú elektroniku, napr. nabíjačku, špeciálny senzor alebo prirobiť LCD display. Na pravý roh dosky sú vyvedené všetky používané rozhrania na procesore: I2C zbernica, SPI a sériová linka. Ďalej je prístupných 8 digitálnych I/O pinov a 7 analógových vstupov z procesora. Na hornom a dolnom rohu sú prístupné všetky napájacie napätia: +5V, 3,3V a zem.

Ako BlueTooth modul sme použili riešenie firmy Parani, modul ESD200 s dosahom 100m. Užívateľ sa môže na tento modul pripojiť z akéhokoľvek zariadenia vybaveného BlueTooth modulom. ESD200 sa správa ako sériová linka a možno tak s robotom komunikovať. Modul potrebuje 3.3V napájanie ktoré je zabezpečené nízko úbytkovým stabilizátorom LF33. Prebiehajúce spojenie indikuje malá LED dióda tesne pri BlueTooth module.

Pre komunikáciu s vyšším systémom je na boku dosky vyvedená sériová linka a I2C zbernica, spolu s napájaním.

Servomotory sa pripájajú na 6 výstupov, rozdelených do dvoch trojíc. Každé trojici môže byť odrezané napájanie výkonovým MOSFET tranzistorom aby sa ušetrila baterka. Každý výstup na servo je pripojený na jeden kanál PWM z procesora.

Vzadu na DPS sú tri tlačítka, ktoré sú užívateľovi prístupné v programe. 4 LED diódy z boku môže užívateľ tiež ovládať.

#### 3.2 Sensory

Na hlavnú DPS je možné pripojiť širokú škálu senzorov, ktoré bez problémov pokrývajú všetky požiadavky na merania. Hlavná DPS poskytuje senzorom napájanie, je možné pripojiť sedem senzorov s analógovým výstupom

Na meranie vzdialenosti je vhodné použiť senzory typu GP2D120 firmy Sharp (viz. Časť 2.8) alebo je možné pripojiť iné senzory, napr. ultrazvukové. Takéto senzory je možné pripojiť na jeden zo siedmich analógových vstupov na hlavnej DPS, na ktorých je rovno vyvedené

aj napájanie pre senzory. Tieto senzory je možné použiť na pohyb po bludisku alebo na vyhnutie sa prekážke alebo na jej zmapovanie.

V robotike je ďalej tradičnou disciplínou sledovanie čiary. Na to sme použili snímač CNY70, pozostávajúci z fototranzistora a infračervenej LED diódy. Snímač samotný je umiestnený na malej, jednoducho montovateľnej DPS, na ktorej je aj elektronika vďaka ktorej má senzor rovno napäťový výstup, ktorý sa dá jednoducho merať AD prevodníkom na hlavnej DPS.

Po obvode robota sú pre detekciu kolízie s niečím umiestnené 4 mikrospínače, mechanicky spojené s kruhom okolo robota (viz. Časť 2.5). Je to jednoduchý mechanický kontakt, z jednej strany pripojený na zem, z druhej na pullup odpor a I/O pin procesora.

Na voľnú časť DPS si študenti môžu namontovať akékoľvek iné senzory – na teplotu, svetlo, magnetické pole, GPS, akcelerometre, kompasu atď.

#### 3.3 Napájanie

Robot je napájaný 4 NiCd alebo NiMH batériami, ktorých držiak je umiestnený na spodku robota. Sú schopné dodať dostatočné prúdy na napájanie serv aj pri plnom zaťažení.

Robot sa zapína ľahko dostupným spínačom umiestneným na hlavnej DPS. Okrem hlavného napätia je na DPS stabilizátor LF33, ktorý dodáva 3.3V pre BlueTooth alebo pre užívateľské zapojenie.

Baterky vydržia približne 2 až 3 hodiny pri plnom chode robota. S vypnutými servami vydrží podstatne dlhšie.

### 4. Software

Firmware pre robota je písaný v C jazyku a tvorí jednoduchý „framework“ na ktorom si študenti môžu postaviť vlastnú aplikáciu. Komunikačný protokol je kompatibilný s projektom Robotic Lab na [www.robotika.sk](http://www.robotika.sk).

Software na PC môže byť veľmi jednoduchý terminálový program. BlueTooth drivere emulujú COM port, takže naviazanie spojenia s robotom je veľmi jednoduché.

### 5. Odkazy na literatúru

- [1] Petr Novak “Mobilní roboty”, 2005
- [2] Camera, Dean, Newbies Guide to AVR timers [online] Publikované 20.05.2007, [citované 20.05.2007], Dostupné z <http://www.avrfreaks.net/index.php?name=PNphpBB2&file=viewtopic&t=50106>