

## UAV lietadlo s autonómnym riadením

Róbert Schochmann, Štefan Dlugolinsky Konzultant: doc. RNDr. Pavol Valko, CSc.\*  
*Slovenská technická univerzita, Fakulta elektrotechniky a informatiky Ilkovičova 3, 831 02  
Bratislava, Slovenská republika  
robo@schochmann.com*

### Abstrakt

*UAV-Unmanned aerial vehicle – bezposádkové lietadlo.*

Je to lietadlo, ktoré je schopné bez kontroly človeka operovať vo vzdušnom prostredí. UAV je možné využiť ako prieskumné lietadlo v nebezpečnom prostredí, napr. únik radioaktivity, vojnové prostredie, sledovanie sopiek, vytváranie regionálnych a mestských máp, bezpečnostné účely verejných štátnych zložiek a špiónažne účely či dokonca meteorologické činnosti.

### 1. Úvod

Unmanned Aerial Vehicles (UAVs) je rádiovo alebo automaticky pilotované lietadlo, ktoré je vybavené kamerami, prenosovými rádiovými systémami, rôznymi senzormi ako sú akcelometre, gyroskopy, tlakové čidlá, teplotné čidlá, GPS prijímačom atď. Sú využívané v prieskume a v militárnych misiách. V budúcnosti sa predpokladajú aj využiť v dopravnom odvetí. V tejto práci popisujem nami zvolenú architektúru riadiaceho systému, výberu senzorov a technickú realizáciu obvodu.

### 2. Celková konštrukcia lietadla

Autonómne lietadlo poháňané spaľovacím motorovým pohonom skonštruované z balzy a laminátu. Po niekoľkých úvodných zostavách lietadiel sme sa snažili dosiahnuť optimálnu kombináciu pevných materiálov a zároveň neprekročiť hmotnostný limit samotnej konštrukcie. Keďže prvotným cieľom bolo zostrojiť pomerne ľahké a dostatočne výkonné lietadlo s pevným trupom rozhodli sme sa pre balzový trup s vytvarovanou laminátovou prednou časťou trupu kvôli zvýšenej odolnosti proti nárazom a aerodynamickému tvaru. Laminátom sme ďalej potiahli aj polystyrénové krídla spevnené drevenými a hliníkovými nosníkmi na ktoré boli na obidvoch stranách upevnené nosné hliníkové profily dlhé jeden meter na konci ktorých sa upevnili zadné krídla. Tejto predstave predchádzalo rozhodnutie umiestniť motor s tlačnou vrtuľou do zadnej časti trupu jednak z dôvodov vyššej stability stroja a takisto vyššej bezpečnosti. Dĺžka lietadla a rozpätie jeho krídel majú zhodnú dĺžku ktorá dosahuje dva metre pričom celková konštrukcia je rozkladateľná na jednotlivé časti.

---

\* Vedúci práce

### 3. Elektronika lietadla

Elektronika lietadla pozostáva z hlavného riadiacieho modulu, na ktorý je možné postupne pripájať pomocou I2C zbernice ďalšie slave (vedľajšie) moduly. Hlavný riadiaci modul pozostáva z 8 bitového PIC procesora PIC16F877, ktorý je taktovaný 20 MHz rýchlosťou od firmy Microchip.

Na hlavnej riadiacej doske sa taktiež nachádza stabilizátor napätia na 5V pre TTL logiku a 3,3V pre komunikačný modul WI-FI. Na riadiaci modul je pripojený trojosý akcelerometer, ktorý má analogový výstup, tlakové čidlo, ktoré meria absolútnu hodnotu tlaku max do 115 kPa.

Ako ďalšie slave moduly sú pripojené GPS modul, ultrazvukový sonar a radič servomotorov a akčných členov. Sonar slúži na meranie výšky pri vzlietavaní a pristavaní, ktorý má dosah cca 10 m. Výšku získavame taktiež z tlakového čidla a GPS modulu.

Všetky údaje sú prenášané pomocou WI-FI modulu XBee-pro, ktorý využíva normu 802.11g. Pre spoľahlivosť má možnosť komunikovať pomocou viacerých kanálov. XBee modul komunikuje pomocou linky RS-232 s riadiacim modulom a počítačom.

Lietadlo je vybavené digitálnou kamerou, ktorej výstup je odosielaný do riadiacej stanice 5Watovým vysielateľom 2,4 GHz.

### 4. Riadiacia stanica

Riadiacia stanica pozostáva z notebooku, rádiového XBee modulu, joysticku, audio-video vstupu pre počítač, 2,4GHz prijímača pre kameru a obslužného softwaru.

### 5. Obslužný software riadiacej stanice

Obslužný software slúži na informovanie pilota o všetkých dôležitých údajov, ako sú letová rýchlosť, výška, náklon a akcelerácia v osiach X,Y,Z , poloha, množstvo paliva a baterií, sila komunikačného signálu. Na obrazovke je obraz z lietadla. Pomocou joysticku je možné pilotovať lietadlo a ovládať všetky akčné členy na strane lietadla. Software je vybavený syntézou reči, ktorá informuje o hrozbách a dôležitých informáciách (nízka výška, málo paliva atď.)

### 6. Riadiaci software v lietadle

Riadiaci software riadiacej jednotky je písaný v jazyku C a následne kompilovaný do assembleru pre pic procesor.

Software pozostáva z niekoľkých funkcií. Funkcie slúžia na komunikáciu jednotlivých senzorov, ktoré sú pripojené na zbernicu i2c ako slave zariadenia. Ich výstupom sú rôzne hodnoty ako napr. Výška zo sonaru v cm.

Všetky vstupy sú následne po spracovaní použité pre autopilota, ale vždy sú aj zároveň odosielané na riadiacu stanicu, pre vizualizáciu pilotovy.

### 7. Software pre riadnie smeru lietadla

Po získaní údajov z GPS modulu a následnom sfiltrovaní dostaneme tri najdôležitejšie údaje  
-zemepisná šírka  
-zemepisná dĺžka  
-a skutočný kurz v stupnoch

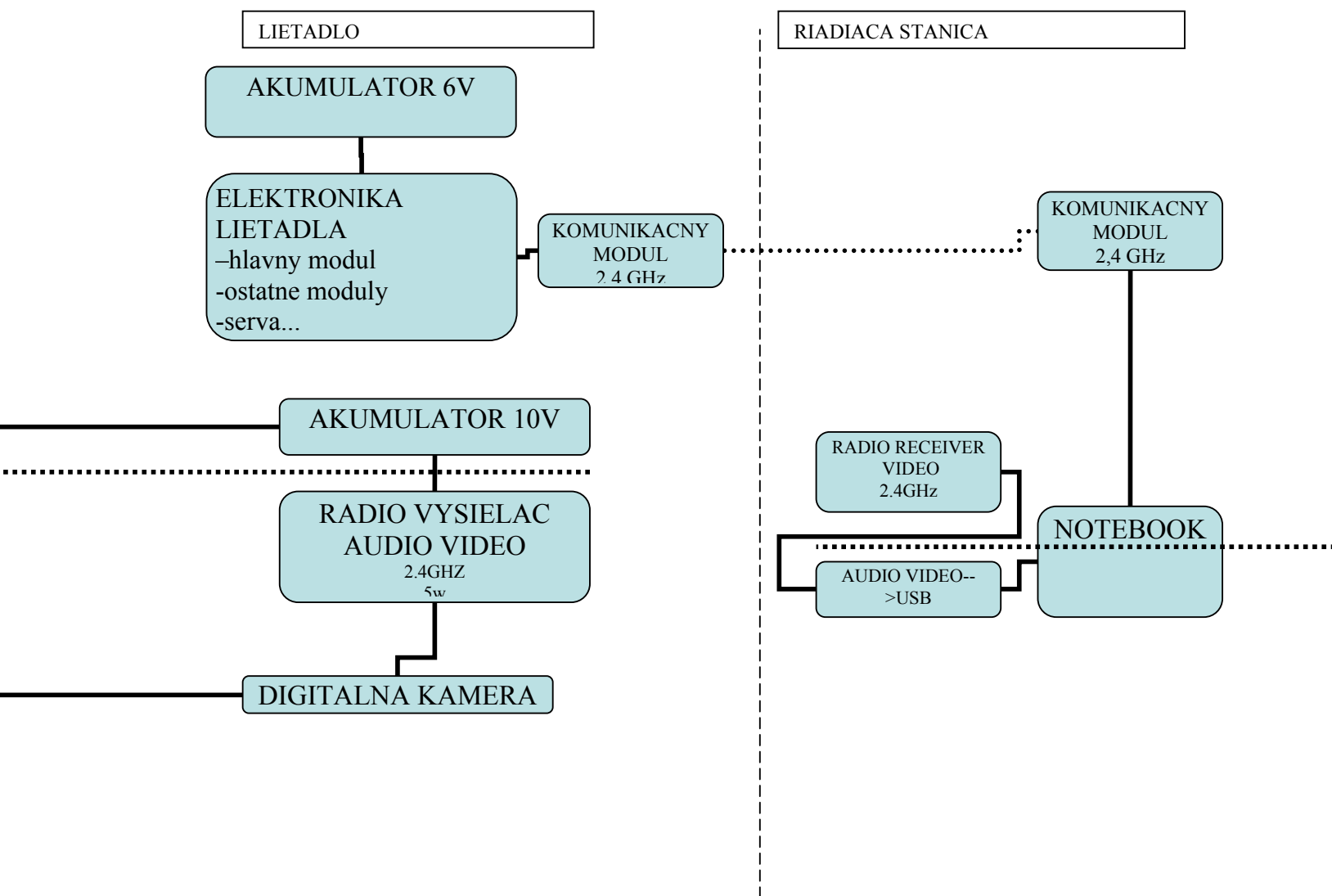
Z GPS údajov získame -aircraft heading. Waypoint heading je zadaná konštanta ktorá obsahuje informáciu o žiadanom smere letu. Letová výchylka error sa vypočíta ako  $\text{waypointHeading} - \text{trueHeading}$ .

```
if(error>=180)error=error-360; //spravny
```

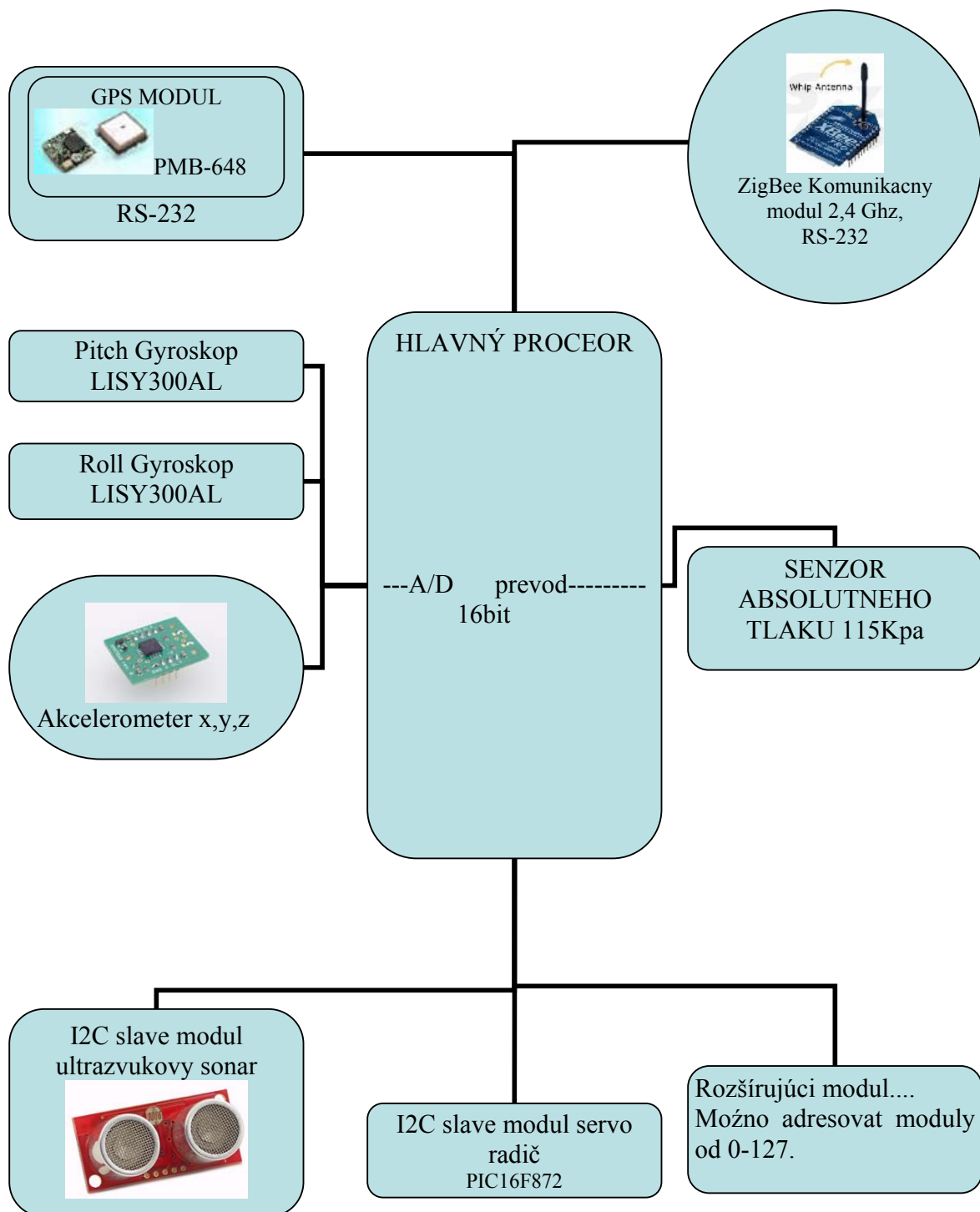
```
if(error<=-180) error = 360 + error;
```

```
Poloha serva = stred - error; //poloha serva= stredna(leti rovno)-error(nežiaúci smer)
```

### 7. DIAGRAM KOMUNIKACIE LIETADLA A RIADIACEJ STANICE



## 8. DIAGRAM ELEKTRONIKY V LIETADLE



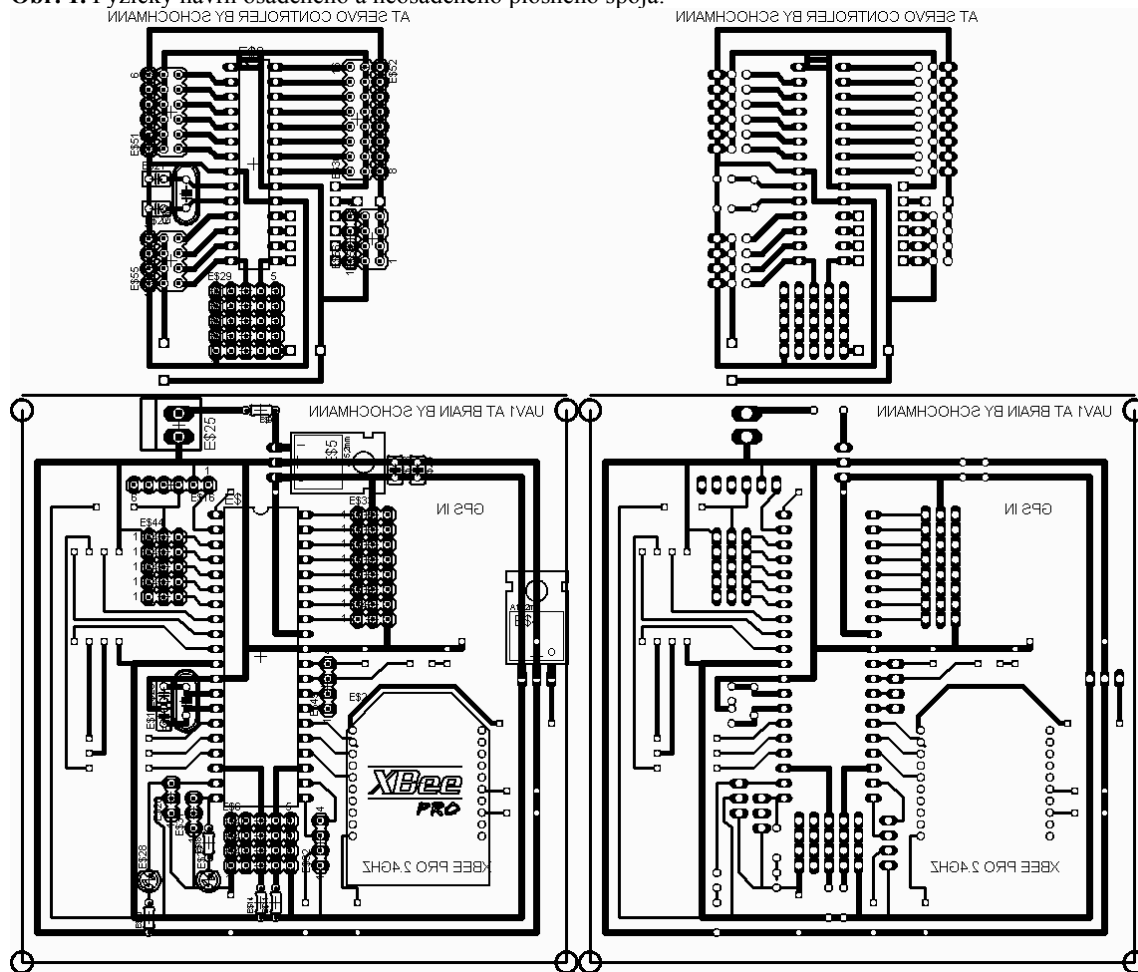
## 9.Fyzická realizácia

Elektronické zapojenie som sa rozhodol realizovať na plošnej doske s čo najväčšou možnosťou voľby pre pripojenie roznych akčných členov alebo senzorov. Hlavná doska disponuje s možnosťou pripojiť na každý port vstupne alebo výstupné zariadenie. Na konektoroch sa tiež nachádza napájanie stabilizovaného napätia 5V. Na dolnej časti je možnosť pripojiť 5 i2c modulov a na každom ďalšom module je možnosť pripojiť ďalších 5 modulov, alebo pripojiť iba rozširujúci modul na ľubovoľný počet ďalších modulov.

Tato architektúra vytvára slobodnú možnosť pripájať ľubovoľný počet rôznych zariadení všetkých možných charakterov (cidla, akčné členy, atd...). I2c konektory disponujú aj s napájaním 5v stab. Napätia.

Na hlavnej doske sa nachádza stabilizátor napätia 7805, pre celú elektroniku, stabilizátor napätia 3,3 V, pre komunikačný modul Xbee.

Obr. 1. Fyzický návrh osadeného a neosadeného plošného spoja.



Obr. 1. Na vrchnej časti sa nachádza doska servo radiča a na spodnej časti je návrh riadiacej jednotky.

## 10. Záver

Projekt je riešený v snahe splňať nasledujúce vlastnosti:

- plne automatizovať pilotáž lietadla bez nutnosti obsluhy počas letu
- dosiahnuť nízke náklady z pohľadu pohonných a prevádzkových hmôt
- zostrojiť nízkoenergetické lietadlo s prvkami samostatného riadenia
- načrtnutie a vsunutie prvkov umelej inteligencie v rozhodovaní

## 11. Odkazy na literatúru

- [1] [http://www.microchip.com/stellent/idcplg?IdcService=SS\\_GET\\_PAGE&nodeId=64](http://www.microchip.com/stellent/idcplg?IdcService=SS_GET_PAGE&nodeId=64)
- [2] <http://www.robot-electronics.co.uk/htm/sd20tech.htm>
- [3] [http://www.freescale.com/files/sensors/doc/data\\_sheet/MMA7260QT.pdf](http://www.freescale.com/files/sensors/doc/data_sheet/MMA7260QT.pdf)
- [4] <http://www.robot-electronics.co.uk/htm/srf08tech.shtml>