

Experimentálne overenie citlivosti GPS prijímača

Kováč Milan · Elektrotechnika, Študentské práce

06.02.2012



V tomto príspevku je overovaná citlivosť GPS prijímača LEA-5T od firmy u-blox AG, ktorý je komerčne dostupný. Pri experimentálnom overovaní citlivosti boli použité dve aktívne GPS antény a útlmové články (atenuátory). Tieto atenuátory boli navrhnuté na požadované útlmy a následne zmerané.

1. Úvod

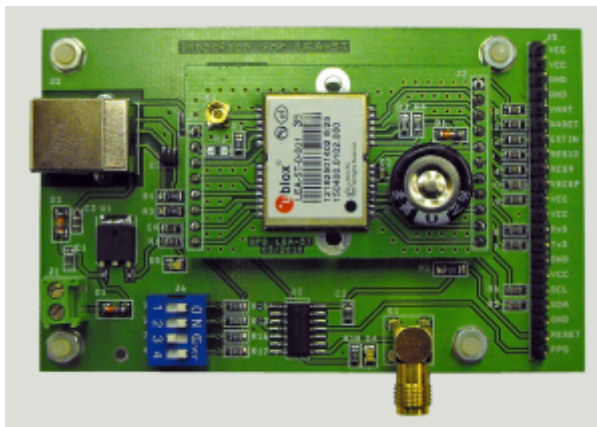
V celých dejinách ľudskej histórie pre správnu orientáciu na zemskom povrchu bola potrebná navigácia. S navigáciou priamo súvisí aj vedieť určiť presnú polohu, či už užívateľa alebo iných orientačných bodov. Z tohto dôvodu sa navigačné systémy stále vyvíjali a zdokonaľovali. V dnešnej dobe medzi najmodernejšie patria družicové systémy, ktoré umožňujú určovať polohu a uskutočňovať navigáciu kedykoľvek a kdekoľvek na zemskom povrchu a za akéhokoľvek počasia.

Za najznámejší, najlepšie vybudovaný a čo do počtu užívateľov jednoznačne najrozšírenejší družicový navigačný systém možno považovať GPS. Zároveň v súčasnosti pri niektorých špeciálnych aplikáciách sa neustále zvyšujú nároky na presnú synchronizáciu zariadení, ktoré sú použité v týchto aplikáciách, často krát je potrebné poznať presný čas. Na splnenie týchto požiadaviek je najvhodnejšie použiť práve spomínaný systém GPS.

2. GPS/GALILEO prijímač LEA-5T

Pri riešení bakalárskej práce bolo potrebné navrhnuť hardvérový modul pre prijímač LEA-5T od firmy u-blox AG, ktorý umožňuje príjem satelitného signálu zo systémov GPS a Galileo. Tento hardvérový modul umožňuje overiť základné vlastnosti a parametre tohto prijímača. Nakoľko je systém Galileo v štádiu testovania, použijeme pri overovaní vlastností prijímača LEA-5T systém GPS.

GPS prijímač, ktorý vidíme na (Obr. 1.) [1], je ideálny pre aplikácie, ktoré vyžadujú veľmi presné načasovanie, vysokú citlivosť, nízku spotrebu energie a USB pripojenie. Základné vlastnosti tohto prijímača sú uvedené v (Tab. 1.).



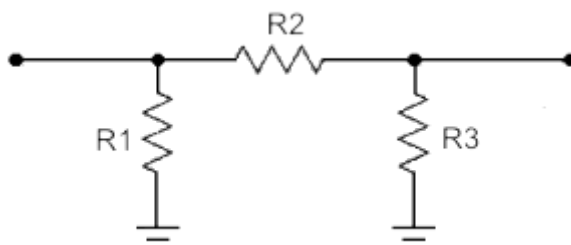
Obr. 1. GPS/GALILEO prijímač LEA-5T.

Tab. 1. Základné vlastnosti prijímača LEA-5T:

Parameter	Špecifikácia	
Typ prijímača	50 kanálov	
	GPS L1 frekvencia, C/A kód	
	GALILEO Open Service L1 frekvencia	
Time-To-First-Fix (čas prvého nabehnutia)	Studený štart	29 s
	Teplý štart	29 s
	Horúci štart	<1 s
Citlivosť	Sledovanie & Navigácia	-160 dBm
	Obnovovanie	-160 dBm
	Studený štart	-144 dBm
Horizontálna presnosť polohy	Autonómne	< 2.5 m
	SBAS	< 2.0 m
Presnosť Timepulse signálu	RMS	30 ns
	99 %	< 60 ns
	Kompenzáciou	15 ns
	Čas impulzov	Konfigurovateľné f = 0.25 až 999 Hz (Tp = 1/f = 1 ms)
Maximálna rýchlosť aktualizácie		< 4 Hz (ROM) / 2 Hz Flash
Presnosť rýchlosti		0.1 m/s
Prevádzkové limity	Nadmorská výška	50000 m
	Rýchlosť	500 m/s

3. Atenuátory

Pri meraní citlivosti GPS prijímača bolo potrebné simulovať zhoršenie príjmu GPS signálu. Na toto zhoršenie som použil PI-atenuátor (útlmový článok) (Obr. 2.) v rôznych hodnotách útlmu.



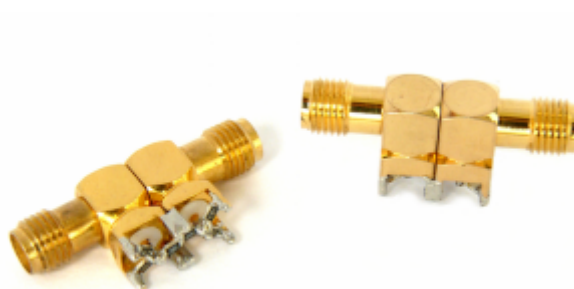
Obr. 2. PI - Atenuátor.

Hodnoty rezistorov pre jednotlivé hodnoty útlmu uvedené v (Tab. 2.) som vypočítal pomocou programu „PI Attenuator Calculator“ [2]. Z dostupnej odporovej rady E12 som vybral hodnoty najbližšie k vypočítaným.

Tab. 2. Rezistory PI-Atenuátorov s 50 Ω impedanciou

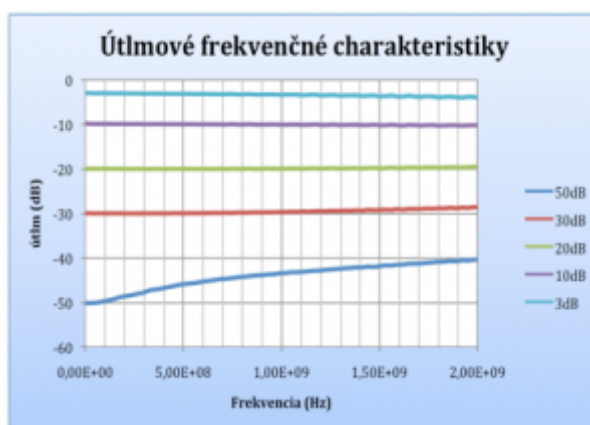
Útlm [dB]	R1,R3 [Ω]	R2 [Ω]	Útlm [dB] pri 1.6GHz
3	292,4	17,61	3,7
10	96,25	71,15	10,2
20	61,11	247,5	19,8
30	53,26	789,7	29
50	50,31	7905,6	41

Vyrobené atenuátory (Obr. 3.) boli zmerané v laboratóriu Fakulty elektrotechniky a informatiky, na katedre Rádioelektroniky pomocou prístroja Agilent 8753D Network Analyzer [3] a výsledky boli zobrazené graficky (Obr. 4.).



Obr. 3. PI-Atenuátory.

Z grafu obr. 4. vidieť, že atenuátory nemajú konštantný útlm v danom frekvenčnom rozsahu (0Hz až 2GHz), je to zapríčinené nedostatočným tienením. Keďže tieto atenuátory používam pri prijíme GPS signálu (1575,5 MHz) ich hodnoty sú odlišné od požadovaných, čo vidíme aj v (Tab. 2.).



Obr. 4. Útlmové frekvenčné charakteristiky zrealizova-ných atenuátorov.

4. Experimentálne meranie

Predmetom merania bolo overiť citlivosť GPS prijímača LEA-5T s postupným využitím dvoch GPS aktívnych antén od výrobcov Trimble (Obr. 5.) a Synergy Systems (Obr.6.). Vlastnosti týchto antén sú dostupné v katalógových listoch [4] [5]. Meranie prebiehalo na terase bloku B na 2. poschodí Katedry rádioelektroniky, FEI STU.

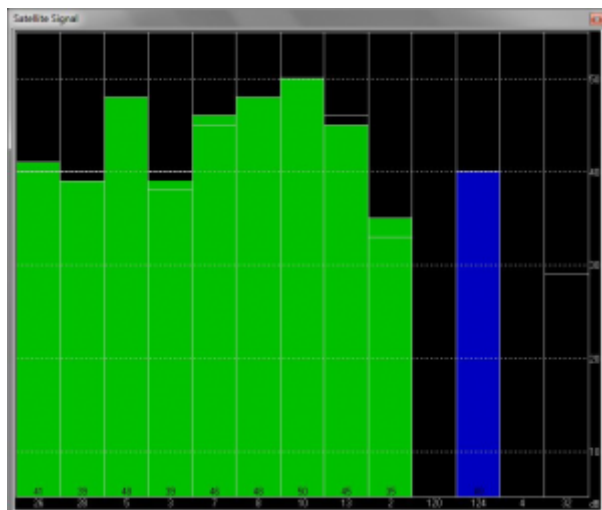


Obr. 5. GPS aktívna anténa Trimble P/N 57860-10.



Obr. 6. GPS aktívna anténa AR-10N.

GPS prijímač LEA-5T bol pripojený cez USB k počítaču, odkiaľ sa zároveň napájal. Prijímané dáta boli spracované v programe u-center [6]. Meranie spočívalo v tom, že som medzi GPS prijímač a anténu Trimble postupne zapájal atenuátory s väčším útlmom, až pokým sa prijímaný signál z GPS satelitov nestratil, resp. signál bol pre účely navigácie už nepoužiteľný. Rovnaký postup som zopakoval aj pre anténu AR-10N umiestnenú na rovnaké miesto. Úroveň signálu jednotlivých satelitov pre anténu Trimble je zobrazená v grafoch (Obr. 7. až Obr. 12.), resp. pre anténu AR-10N v grafoch (Obr. 13. až Obr. 18.)



Obr. 7. Úroveň signálu jednotlivých satelitov bez zaradeného útlmu v prípade antény Trimble.



Obr. 8. Úroveň signálu jednotlivých satelitov pri zaradenom útlme 3,7dB v prípade antény Trimble.



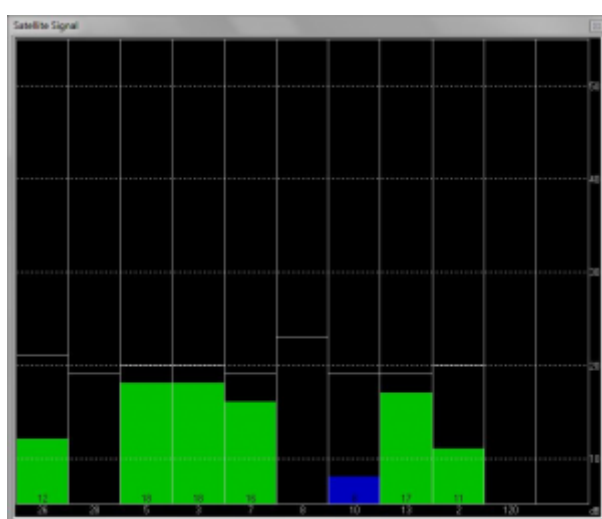
Obr. 9. Úroveň signálu jednotlivých satelitov pri zaradenom útlme 10,2dB v prípade antény Trimble.



Obr. 10. Úroveň signálu jednotlivých satelitov pri zaradenom útlme 19,8dB v prípade antény Trimble.



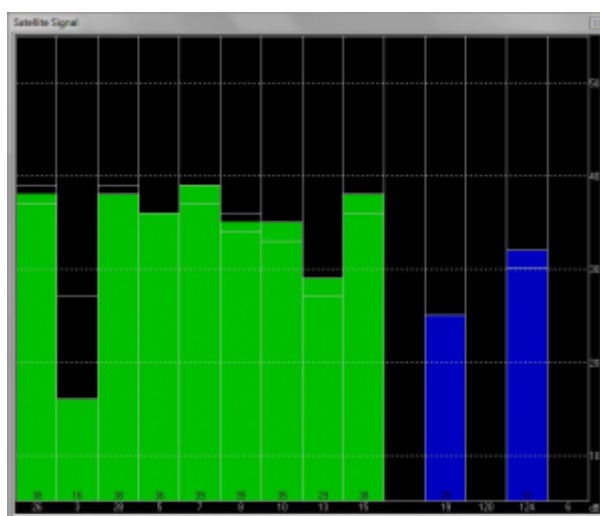
Obr. 11. Úroveň signálu jednotlivých satelitov pri zaradenom útlme 29dB v prípade antény Trimble.



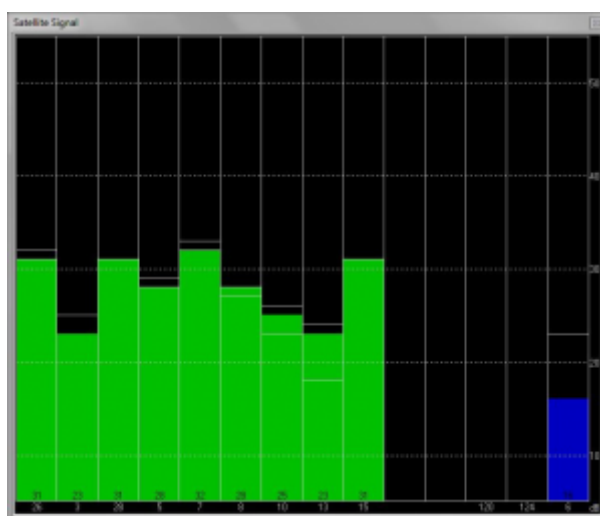
Obr. 12. Úroveň signálu jednotlivých satelitov pri zaradenom útlme 41dB v prípade antény Trimble.



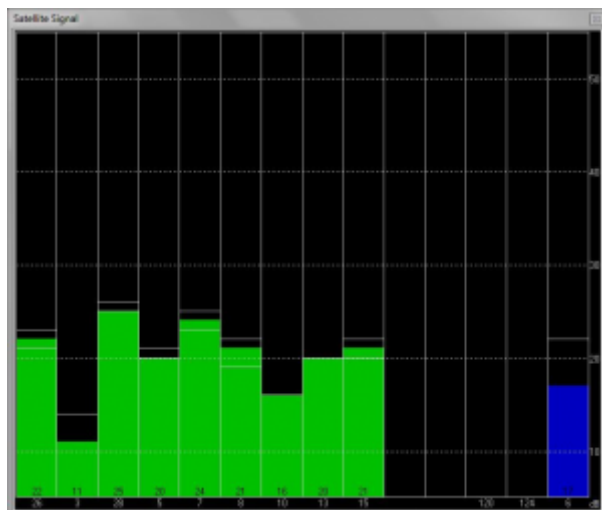
Obr. 13. Úroveň signálu jednotlivých satelitov bez zaradeného útlmu v prípade antény AR-10N.



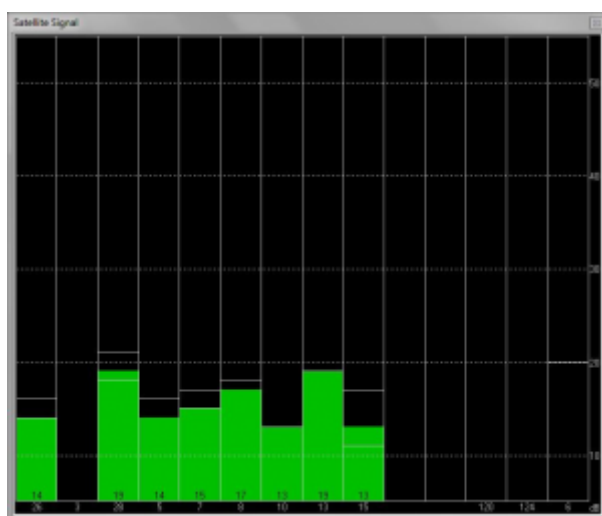
Obr. 14. Úroveň signálu jednotlivých satelitov pri zaradenom útlme 3,7dB v prípade antény AR-10N.



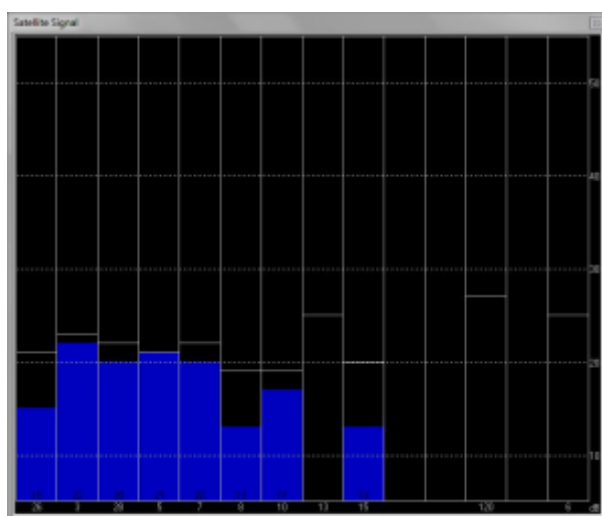
Obr. 15. Úroveň signálu jednotlivých satelitov pri zaradenom útlme 10,2dB v prípade antény AR-10N.



Obr. 16. Úroveň signálu jednotlivých satelitov pri zaradenom útlme 19,8dB v prípade antény AR-10N.



Obr. 17. Úroveň signálu jednotlivých satelitov pri zaradenom útlme 29dB v prípade antény AR-10N.



Obr. 18. Úroveň signálu jednotlivých satelitov pri zaradenom útlme 41dB v prípade antény AR-10N.

5. Záver

Pri overovaní citlivosti GPS prijímač vykazoval vysokú citlivosť. Ako vidieť z

jednotlivých grafov, prijímač bol schopný zachytiť v priemere 9 satelitov, niekedy aj viac. Dokonca aj so zaradeným útlmovým článkom 41 dB zachytil až 5 satelitov. Čím viac satelitov prijímač zachytí, tým presnejšie môžu byť údaje o polohe. Obyčajný prijímač oproti tomu väčšinou zachytí približne 4 satelity. Dobre pracoval aj v interiéri, čo deklaroval aj výrobca. Ďalšie využitia tohto modulu vidím v možnosti použiť modul ako etalón presného času. Počítalo sa s tým ešte pri návrhu a týmto by som sa chcel zaoberať v pokračovaní mojej práce.

Odkazy na literatúru

1. Katalógový list LEA-5T. Dostupné na internete:
http://www.ublox.com/images/downloads/Product_Docs/LEA-5x_DataSheet_%28GPS.G5-MS5-07026%29.pdf
2. PI Attenuator Calculator. [online]. Dostupné na internete:
http://www.random-science-tools.com/electronics/PI_attenuator.html
3. Popis Agilent 8753D Network Analyzer. Dostupné na internete:
<http://cp.literature.agilent.com/litweb/pdf/5962-9770E.pdf>
4. Popis GPS antény Trimble. Dostupné na internete:
http://trl.trimble.com/docushare/dsweb/Get/Document-8420/022542-003A_Bullet%20III_DS_0907_US_lr.pdf
5. Popis GPS antény AR-10N. Dostupné na internete:
http://www.synergy-gps.com/images/stories/pdf/antar-10n_tn889.pdf
6. U-blox AG. u-center. [počítačový program]. Verzia: 6.01. Dostupné na internete:
<http://www.ublox.com/en/evaluation-tools-a-software/u-center/u-center.html>

Spoluautorom článku je Ing. Vladimír Štofanič, PhD., Katedra rádioelektroniky, Fakulta elektrotechniky a informatiky, Slovenská technická univerzita, 812 19 Bratislava, Slovenská republika

Práca bola prezentovaná na Študentskej vedeckej a odbornej činnosti (ŠVOČ 2011) v sekcii Rádioelektronika a získala diplom Dekana, ISBN 978-80-227-3508-7
