



Středoškolská technika 2013

Setkání a prezentace prací středoškolských studentů na ČVUT

STUDENTSKÝ MINISATELIT CANSAT DRUHÉ GENERACE

Vladimír Váňa, Ondřej Slabý, Nikolas Šebek

Střední průmyslová škola elektrotechnická
Ječná 30, Praha 2

Co je CanSat

Před několika lety se objevila zajímavá technická novinka - stavba „minisatelitů“ soukromými osobami využívajícími k jejich konstrukci plechovku od limonády. Odtud pochází i jejich název - CanSat. Poprvé s myšlenkou CanSatu přišel profesor Robert Twiggs [1] na konci 90. let. Tvůrci CanSatů do plechovky od limonády obvykle umísťují nějaká čidla jako např. čidlo tlaku a teploty, GPS moduly, kamery apod., jednočipové mikropočítače a vysílač pro VKV či UKV pásma ISP či pro některé z radioamaterských pásem 2m, 70cm, 23cm či 12cm. K vypuštění CanSatu vybaveného vlastním padáčkem obvykle slouží balon či signální raketa. Poté, co CanSat opustí raketu či balon, padá s pomocí padáčku k zemi a přitom vysílá naměřené údaje. Stavbou a provozem CanSatů se zabývají často zejména vysokoškolští studenti. Někdy je to i součást jejich studia. Příkladem může být studium SpaceMaster na ČVUT, kdy student tohoto magisterského studia je současně studentem ČVUT FEL i Luleå University of Technology, Kiruna Space Campus, Sweden a po úspěšném studiu získá tituly obou univerzit. 1. semestr absolvují studenti tohoto studia na Julius-Maximilians Universität Würzburg, Germany, kde absolvují 6 předmětů včetně XE35CSP CanSat - Projekt (3 ECTS).



Obr.1 CanSat Nederland

V několika posledních letech jsou dokonce pořádány národní i mezinárodní soutěže založené na použití CanSatů. V lednu 2010 vyhlásila ESA poprvé takovou soutěž i pro středoškoláky. Druhý ročník evropské soutěže proběhl v roce 2012. Evropská soutěž CanSat je součástí iniciativy ESA inspirovat mladé lidi ke studiu v oblasti vědy a inženýrství, s cílem zajistit dostupnost vysoce kvalifikovaných pracovních sil v kosmickém průmyslu budoucnosti. Finále prvních dvou ročníků soutěže se uskutečnilo na základně Andøya Rocket Range v Norsku. V roce 2010 mezi 12 finalistů postoupil i český tým X-GymZR studentů Gymnasia ze Žďáru nad Sázavou a do finále druhého ročníku 22-27.dubna 2012 tým Ječňáci studentů Střední průmyslové školy elektrotechnické z Ječné ulice v Praze [2].



Obr.2 Tým Ječňáci na základně Andøya Rocket Range v Norsku

První dva ročníky soutěže

Při prvních dvou ročnících soutěže pořádané Evropskou kosmickou agenturou soutěžily studentské týmy ze členských zemí ESA pouze v jedné kategorii. Jejich úkolem bylo vytvořit Cansat realizující tři mise a provozovat ho ve finále soutěže. První dvě mise měly všechny týmy společné – měření teploty a tlaku při sestupu Cansatu na padáčku k Zemi a přenos naměřených hodnot během sestupu bezdrátově v pásmu 433MHz do pozemní stanice týmu a jejich vyhodnocování pomocí PC. Třetí misi si již každý tým navrhl individuálně a obsah a zaměření této mise byl klíčovým pro výběr týmů do finále. Učitelé vedoucí vybrané týmy se poté účastnili workshopu v ESTEC v Holandsku. Předmětem workshopu bylo jejich seznámení s technologiemi doporučenými pro tuto soutěž v roce 2010 a 2012. Za základ splňující obě první mise byla použita stavebnice americké firmy PrattHobbies [4]. Tuto stavebnici si po skončení workshopu také každý učitel pro svůj tým odvezl. Kromě mechanické konstrukce Cansatu obsahoval startkit i destičku vysílače, palubní počítač a čidla teploty a tlaku. Základem vysílače je integrovaný vysílač ADF7012 od Analog Devices řízený ATmega88 s firmware Stensat. Umožňuje vysílání v amatérském pásmu 70cm protokolem AX25 (packet radio). Destička palubního počítače pak je osazena ATmega 168 s firmware Arduino. To umožňuje jeho programování jazykem WIRE, což je vlastně C(++) ve kterém se neprogramuje vstupní bod main, protože ten už je v knihovně a místo něj se vytváří funkce setup (počáteční inicializace) a loop (volá se v cyklu), které se z toho knihovního main volají. Výhodou je i značné množství knihovních funkcí použitelných ve firmware Cansatu (GPS, čidla teploty, tlaku, akcelerometry atd.). Příjímač pozemní stanice, anténu a počítač si soutěžní týmy již musely zajistit samy. V případě týmu Ječňáci jsme získali grant HMP. Na výsledném hodnocení se technická stránka řešení podílí 50 %. Kromě technického řešení a dokumentace jsou dále hodnoceny měsíční reporty zasílané týmy do ESA, jejich publikační a propagační činnost, www stránky, blog a rovněž prezentace před a po letu jejich Cansatu. Veškerá komunikace s ESA, reporty, prezentace apod. jsou pochopitelně pouze v angličtině. Při druhém ročníku soutěže se technické řešení českého týmu dosti lišilo od řešení ostatních studentských týmů. Při evropské soutěži jsme nechtěli za základ vzít americkou stavebnici s americkými obvody a navrhli a realizovali jsme elektroniku vlastní, založenou na obvodech největšího evropského výrobce mikroelektronických prvků italsko-francouzské firmy STMicroelectronic. Tato firma má v Praze 8 i své významné vývojové centrum. Palubní počítač jsme osadili 32bitovým MCU ARM Cortex STM32F100. Rovněž čidla jsme použili od STM. Protože soutěž má studentům přiblížit skutečný kosmický výzkum měl náš tým několik Cansatů (technologický a dva letové). Další, čím se naše řešení lišilo od řešení ostatních týmů bylo použití trojice padáček čímž se zvýšila stabilita klesajícího Cansatu, což bylo kladně hodnoceno pořadatelem i ostatními týmy. Bohužel vyhazovací zařízení rakety (systém pružin) prorazilo plech plechovky našeho Cansatu a úlomek tohoto plechu přerušil tištěný spoj vysílače, takže vysílač stačil odeslat jen několik paketů. Z časových důvodů nedošlo ke startu další rakety s našim záložním letovým kusem Cansatu. Podmínky soutěže předepisují rozměry Cansatu stejné, jako má plechovka 350 ml, ale není zde podmínka tuto plechovku použít. Většina týmů sice plechovku coby kryt mechanické konstrukce používala, nicméně několik týmů použilo vlastní bytelnější konstrukci. Na základě naší zkušenosti rozhodně doporučujeme studentům v budoucnu realizovat vlastní odolnou mechanickou konstrukci. Pokud se i vy rozhodnete s Vašimi studenty si postavit a odzkoušet vlastní Cansat obdobný tomu, který používaly týmy středoškoláků při prvním a druhém ročníku soutěže a mít přitom co nejmenší náklady, máme pro Vás dva typy: Není nutné si za 260 \$ kupovat startkit PrattHobbies, ale můžete si postavit vlastní. Podklady najdete v diplomové práci ing. Martina Sabola „FM vysílač APRS telemetrických dat v pásmu 144 MHz“ [5]. Jeho vysílač vychází z konstrukce od PrattHobbies, má však řadu vylepšení a k dispozici jsou podklady pro PCB v Eagle a sw včetně zdrojových kódů v C jak pro firmware ATmega88, tak

pro program na PC nastavující vlastnosti vysílače (u PrattHobbies se nastavovat nedají). Obvody vysílače ADF7012 přitom můžete získat zdarma od Analog Devices jako tzv. free samples. Značnou částku můžete ušetřit i při pořizování pozemní přijímací stanice. Všechny týmy totiž používaly ruční scannery či trancievery v ceně řádově několik tisíc Kč. Např. námi používaný Kenwood TH F7 stojí 7 – 8 tisíc Kč. Podstatně lacinější (pod 500 Kč) je pro příjem použit SDR (Software Defined Radio) realizované pomocí USB TV tuneru. Odzkoušeli jsme Sencor SDB 522RT s free sw HSDR [6] a [7].

Třetí ročník soutěže

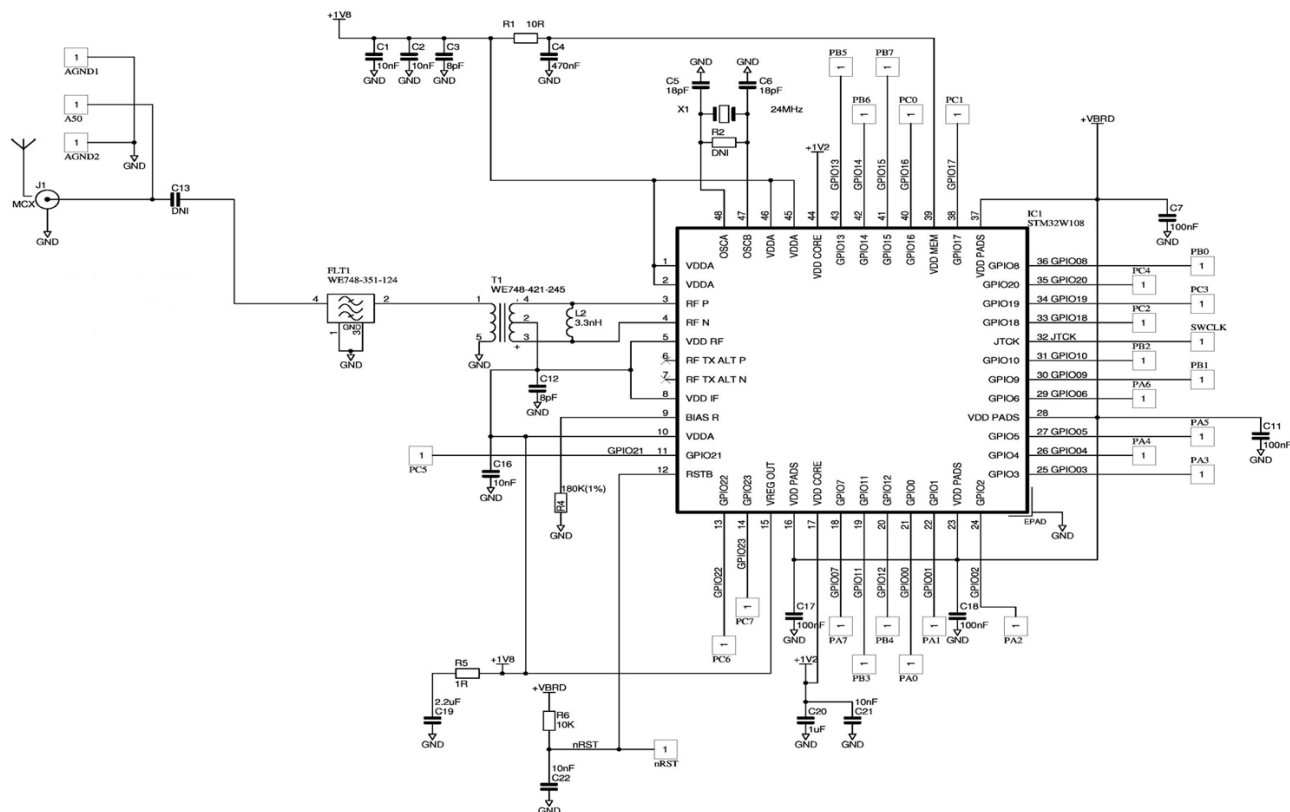
Třetí ročník soutěže se od předchozích poněkud lišil. Na základě předchozích zkušeností totiž ESA vytvořila dvě soutěžní kategorie beginners a advanced. Takže z jedné země mohou postoupit i dva týmy, Na druhé straně některé země pak nejsou zastoupeny vůbec. Nejbližší účastníci letošní soutěže jsou v kategorii začátečníků tým Kraksat studentů z Krakova [8] a v kategorii pokročilých tým Aurora studentů z Skierniewice rovněž z Polska [9] . Další změnou je to, že na učitelském workshopu dostali vedoucí týmů konečně „evropský“ startkit. Byl vytvořen na dánské univerzitě Aalborg Univerzity [10]. Jako palubní počítač používá startkit Arduino Uno s ATmega328 americké firmy Atmel. Komunikaci v pásmu 433MHz zajišťuje dvojice trancieverů APC220 výrobce např. Shenzhen Shanghai Technology Ltd osazených integrovanými trancievery americké firmy Analog Devices ADF7020. Další podrobnosti k AAU Cansat startkitu najdete v [11].

Čtvrtý ročník soutěže

Zatím není známo, kdy bude vyhlášen čtvrtý ročník evropské soutěže Cansat a jaké budou podmínky soutěže. ESA určitě přihlédne ke zkušenostem z letošní soutěže včetně finále 10 – 14.dubna 2013. Je však jistě dobré se na tuto soutěž připravovat již nyní. Dá se předpokládat, že se od předchozích ročníků nebude příliš lišit. Vážným zájemcům, kteří budou mít tým šikovných studentů zajímajících se o kosmické technologie rádi pomůžeme jak svými zkušenostmi ze soutěže, tak svými znalostmi a zkušenostmi v oblasti tvorby hardware i software jednočipových počítačů, tvorbou sw na PC i bezdrátové komunikace pro přenos dat. Na základě naší zkušenosti z druhého ročníku soutěže předpokládáme, že pomoc soutěžícím týmům poskytne i Centrum studentských aktivit České kosmické kanceláře vedené panem Milanem Halouskem. Pro čtvrtý ročník soutěže jsme vyvinuli *studentský minisatelit CANSAT druhé generace*.

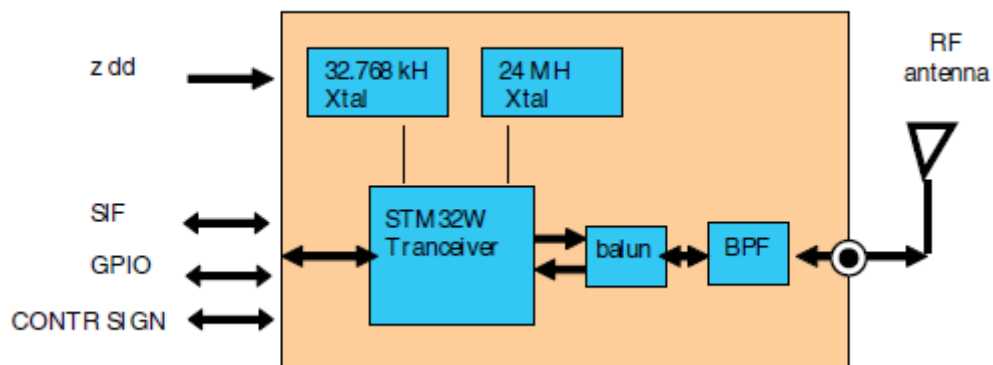
CANSAT druhé generace

Protože od třetího ročníku soutěže je předpokládáno oboustranné spojení mezi CANSATem a pozemní stanicí, vyvinuli jsme pro tento účel vlastní tranciever. Ve třetím ročníku soutěže týmy používaly továrně vyráběné trancievery čínské výroby. Protože jde o evropskou soutěž, vzali jsme za základ jednočipové mikropočítače evropské firmy STMicroelectronics STM32W108, které obsahují mezi vestavenými periferiemi na čipu tohoto obvodu i tranciever pro pásmo 2,4 GHz.

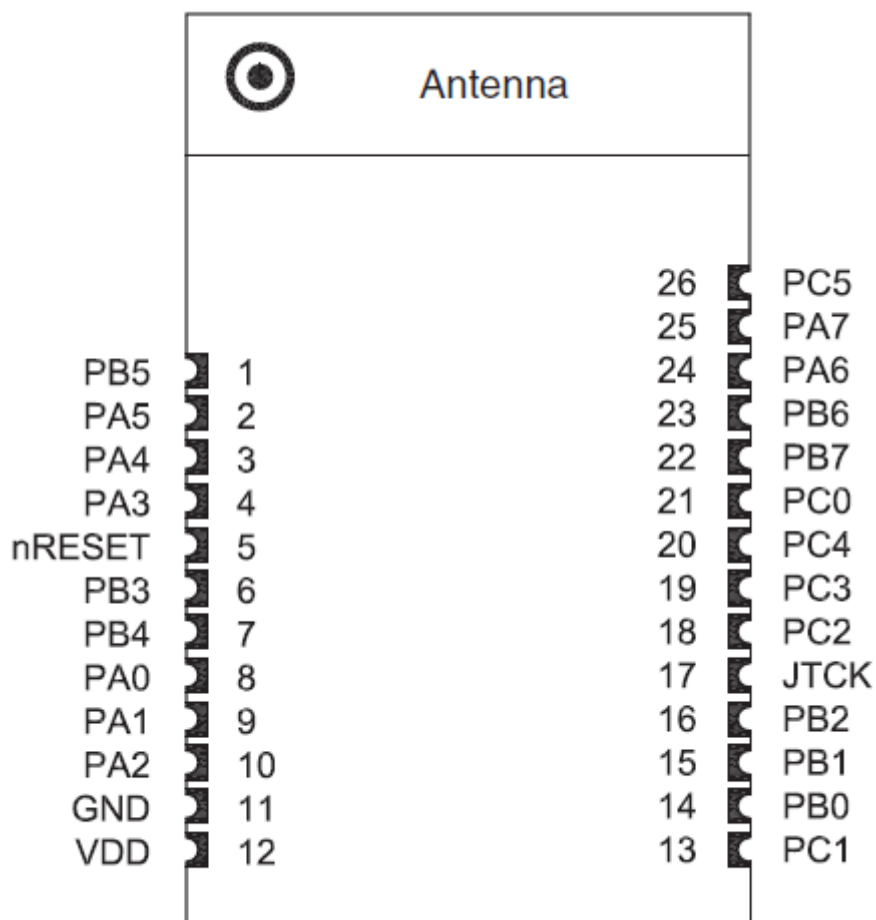


Obr.3 Zapojení s STM32W108

Přesněji řečeno, použili jsme již hotové moduly SPZB32W1C1.4. Jejich výhodou je i to, že mají FCC i evropské CE certifikáty týkající se elektromagnetické slučitelnosti. Další výhodou je to, že mohou sloužit jak pro zajištění spojení, tak současně jako palubní počítač, k němuž stačí připojit již jen čidla (teploty, tlaku a další).

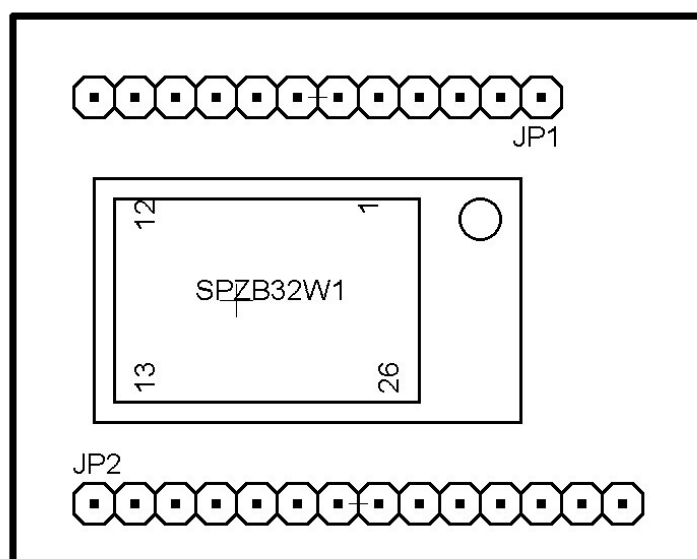


Obr.4 Principiální zapojení modulů SPZB32W1C1

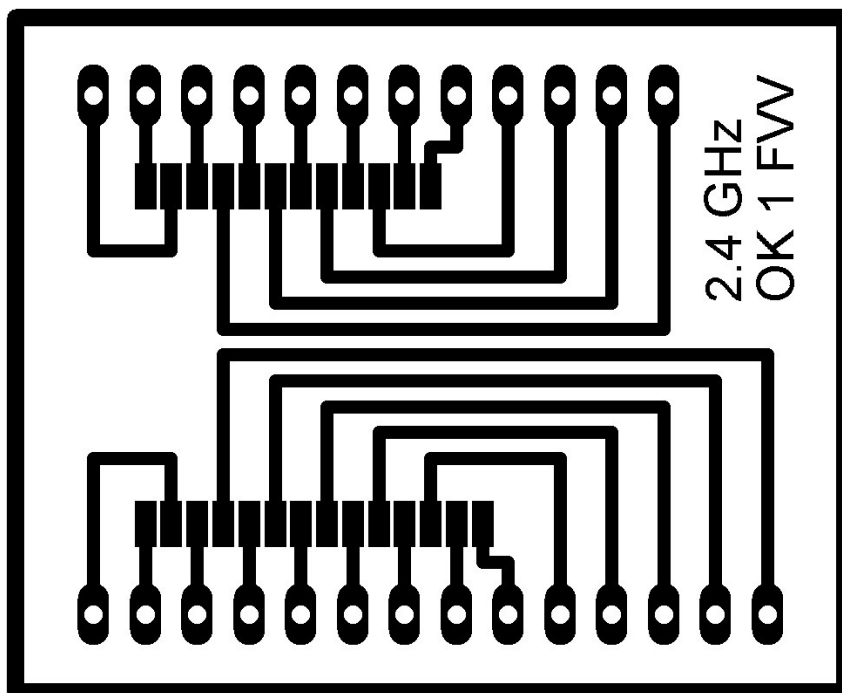


Obr.5 Zapojení pinů modulu SPZB32W1C1

Pro modul SPZB32W1C1 jsme vyvinuli PCB, umožňující snadnější práci s tímto modulem.

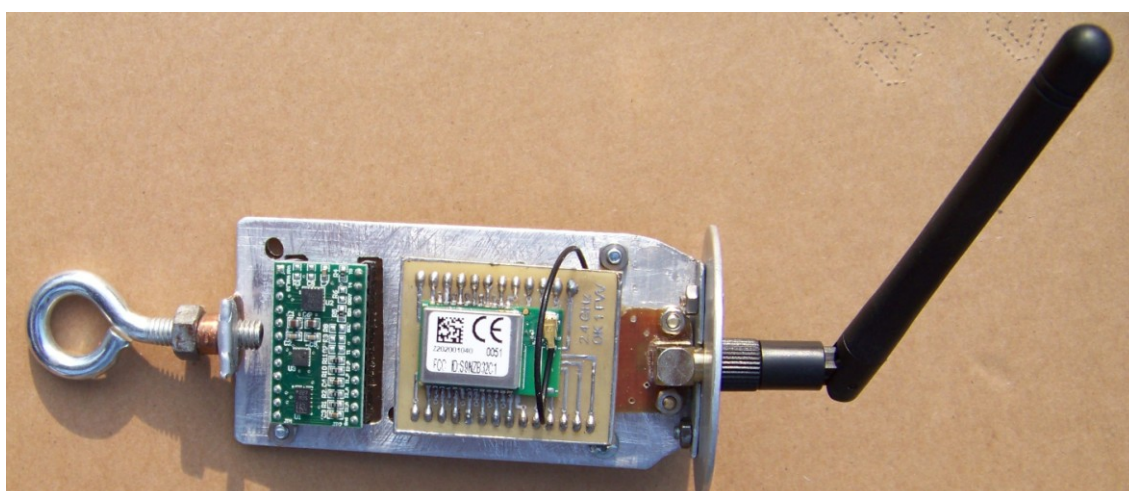


Obr.6 rozložení součástí palubního počítače a TCVR



Obr.7 PCB palubního počítače a TCVRu

Palubní počítač je prostřednictvím I2C spojen s blokem STEVAL MKI124V1 obsahujícím čidlo tlaku LPS331AP, gyroskop L3GD20 a akcelerometr s magnetometrem LSM303DLHC. K I2C je ještě připojen teploměr STLM75. Konstrukční provedení CANSATu pak ukazuje následující obrázek.



Obr.8 Konstrukční provedení CANSATu

Citace

- [1] Wang Torstein: CanSat Competition, <<http://www.rocketrange.no>>
- [2] WWW SPŠE Ječná k CanSatu: <<http://www.spsejecna.net/cansat/>>
- [3] WWW stránky České kosmické kanceláře:
<<http://www.czechspace.cz/cs/vzdelavani/cansat>>
- [4] <<http://www.pratthobbies.com/proddetail.asp?prod=CANSAT-1>>
- [5] <http://www.vutbr.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=26883>
- [6] <<http://www.youtube.com/watch?v=nrH82BOgpQs>>
- [7] <<http://www.youtube.com/watch?v=VZ-tCOeXj74>>
- [8] <<http://kraksat.pl/2013/01/23/map2d/>>
- [9] <<http://aurorateam.pl/>>
- [10] <<http://www.control.aau.dk/~jdn/edu/cansat-kit/>>
- [11] <http://www.narom.no/kursfiler/20121024092121_pens.pdf>
- [12] <<http://leaflabs.com/devices/maple/>>