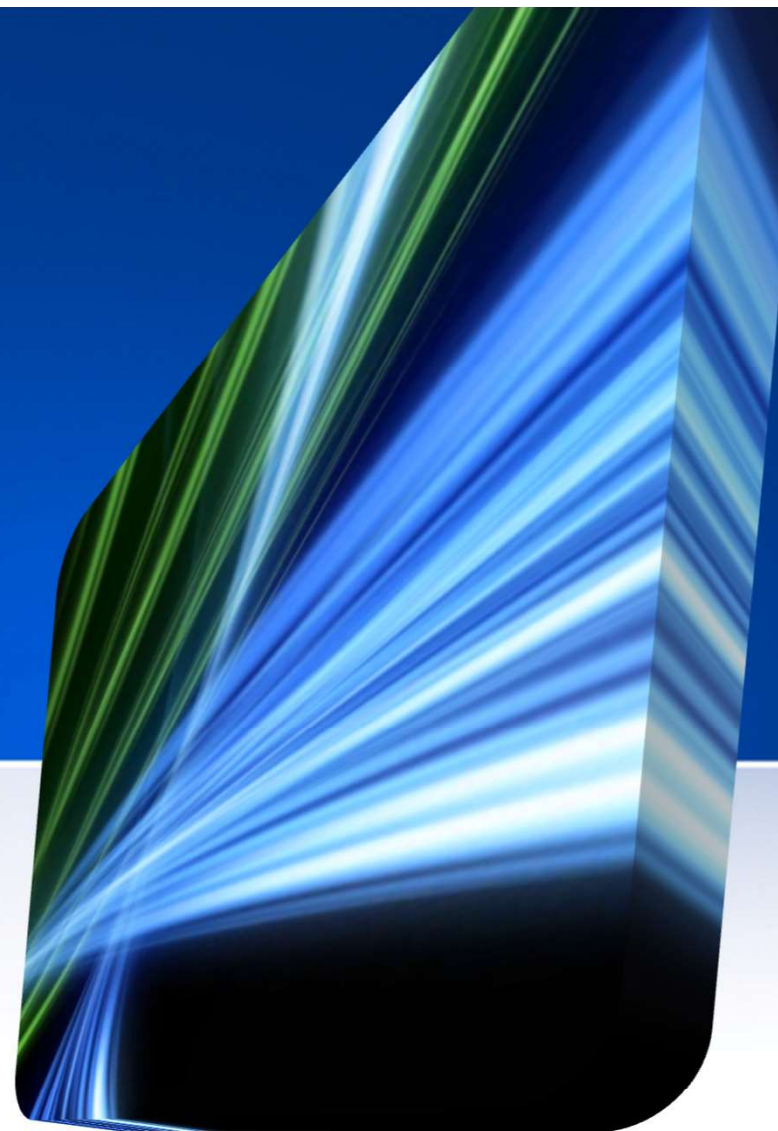


Aplikace softwarového rádia v GNSS

Doc. Dr. Ing. Pavel Kovář



Aplikace softwarového rádia v GNSS



- GNSS simulátory
- Vědu, výzkum a vývoj
- Studium GNSS

GNSS simulátor



Generátor GNSS signálu pro účely

- Vývoje GNSS přijímačů
- Testování GNSS přijímačů
- Vývoje a testování aplikací GNSS přijímačů
- Vědecké účely

Koncepce GNSS simulátoru

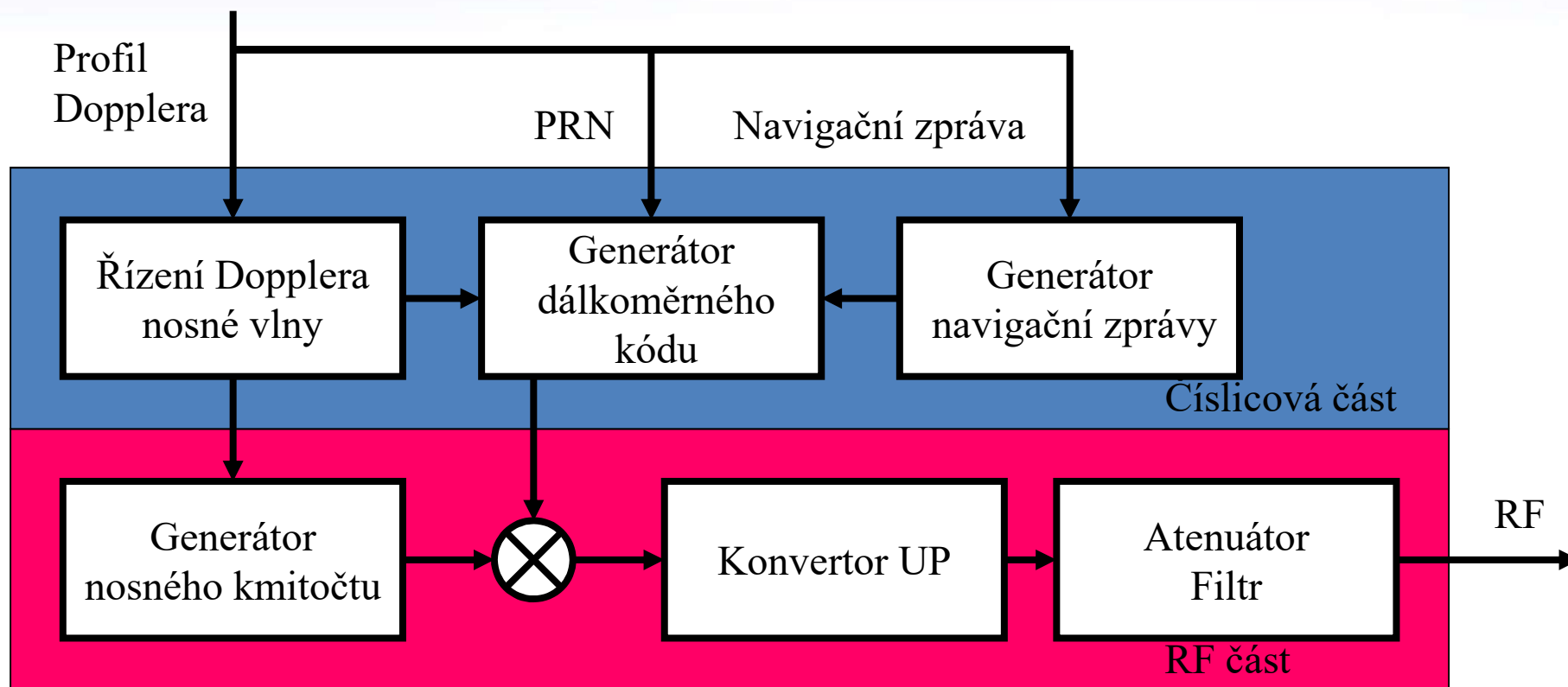


- Jednokanálové simulátory
 - Generuje signál jedné družice
 - Použitelný pro testování
 - DLL, PLL
 - Vyhledávání signálu
 - Měření citlivosti přijímače
- Více kanálové simulátory
 - Generuje signály více (všech) viditelných družic
 - Někdy více frekvenční
 - Kompletní funkční testy GNSS přijímačů

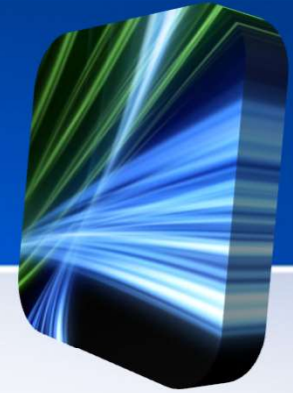
Jednokanálový simulátor



Řízení simulátoru



Vicekanálový GNSS simulátor

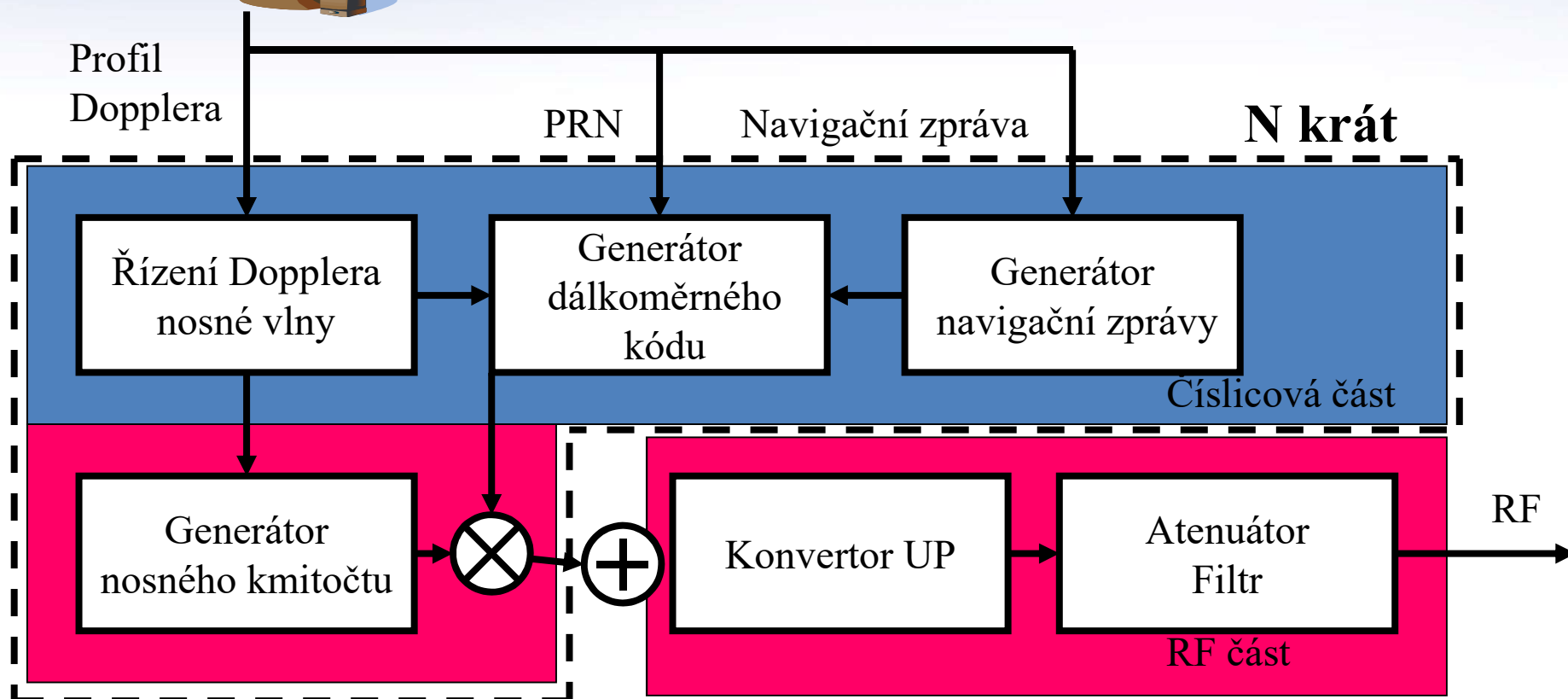


- Koherentní generace signálů více družic
- Simuluje
 - Konstelace družic
 - Pohyb uživatele
 - Zpoždění v ionosféře
 - Zpoždění v troposféře
 - Mnohacestné šíření
 - Anténní charakteristiku družice a přijímače
 - Inerciální senzory
 - ...

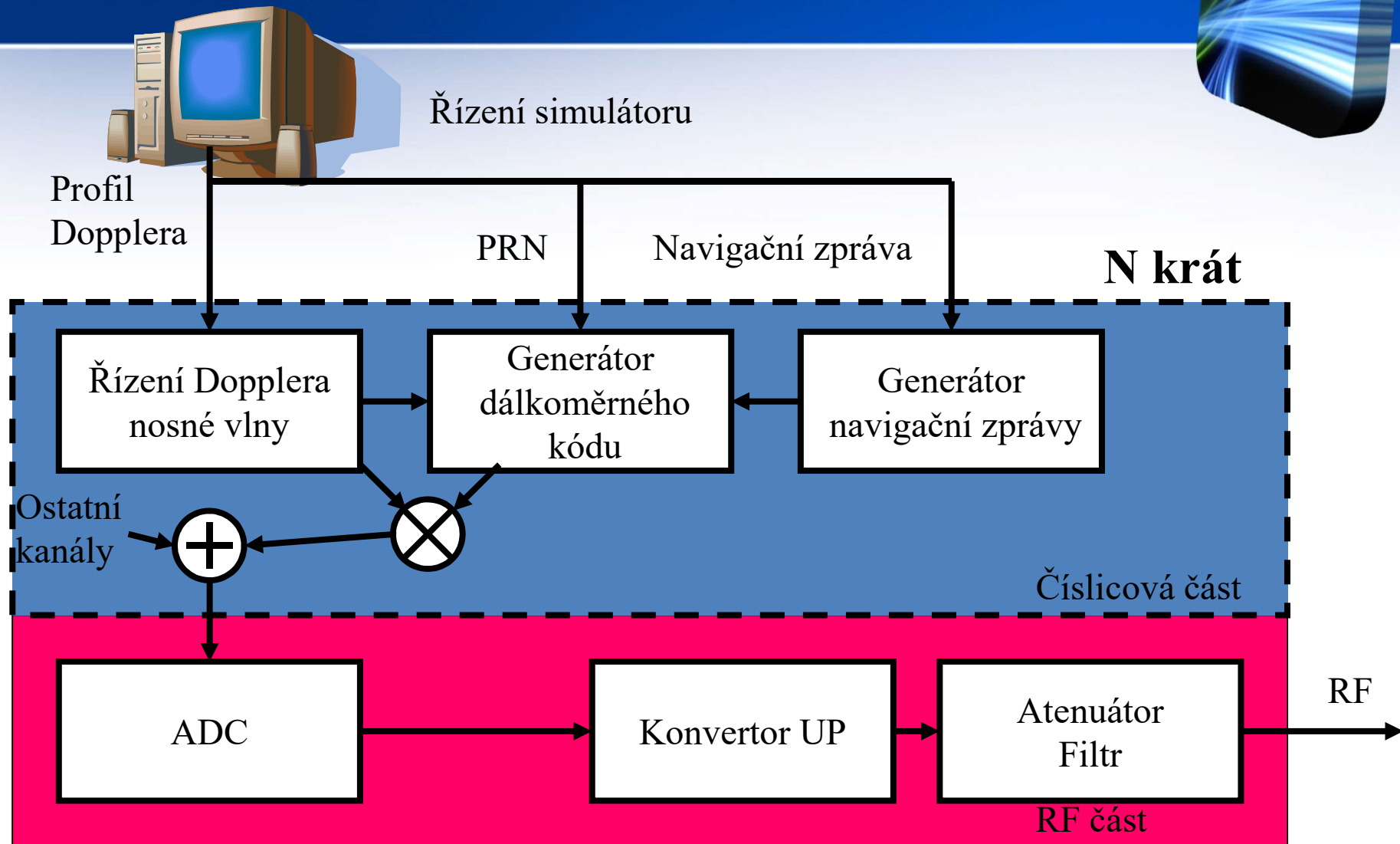
Vícekanálový Analogový Simulátor



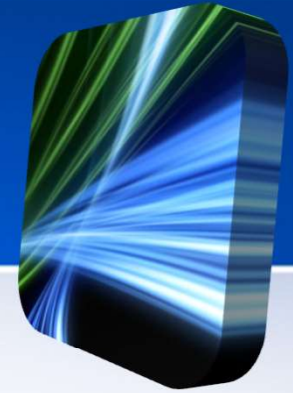
Řízení simulátoru



Vícekanálový Digitální Simulátor

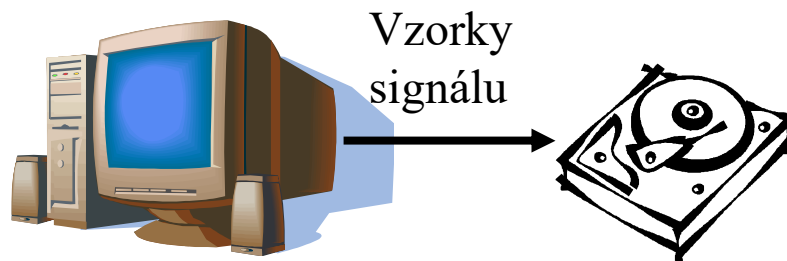


Softwarové

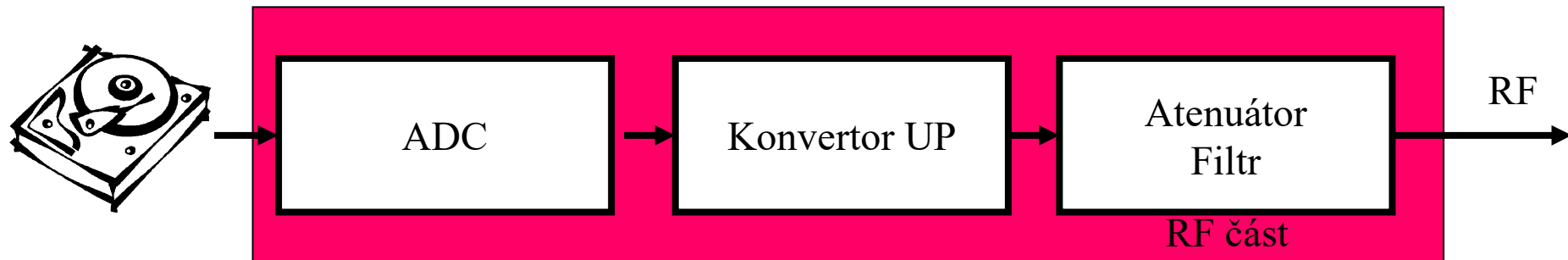
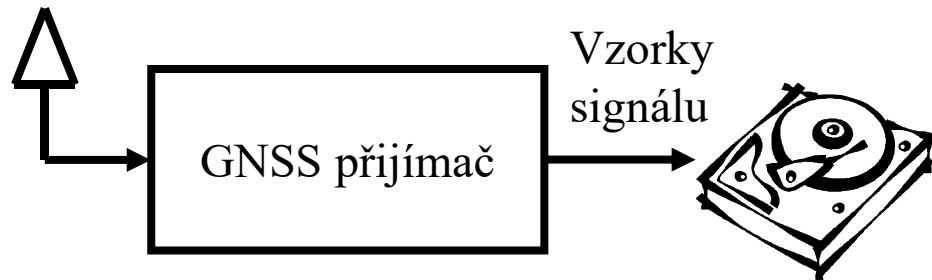


1. Vzorky signálu se generují v počítači
2. Alternativně lze vzorky signálu změřit přijímačem

1.



2.



Výrobce GNSS simulátorů



- Spirent Communication
 - Všechny druhy od jednokanálových po vícekanálové kanálové
 - GPS. Galileo GLONASS. SBAS (všechny signály)

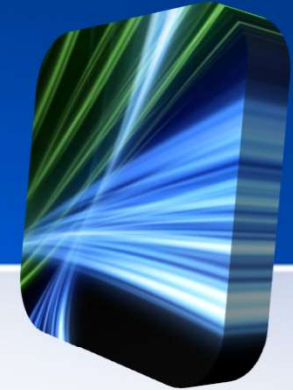


Výrobce GNSS simulátorů



- Cast Navigation
 - Všechny druhy GPS simulátorů

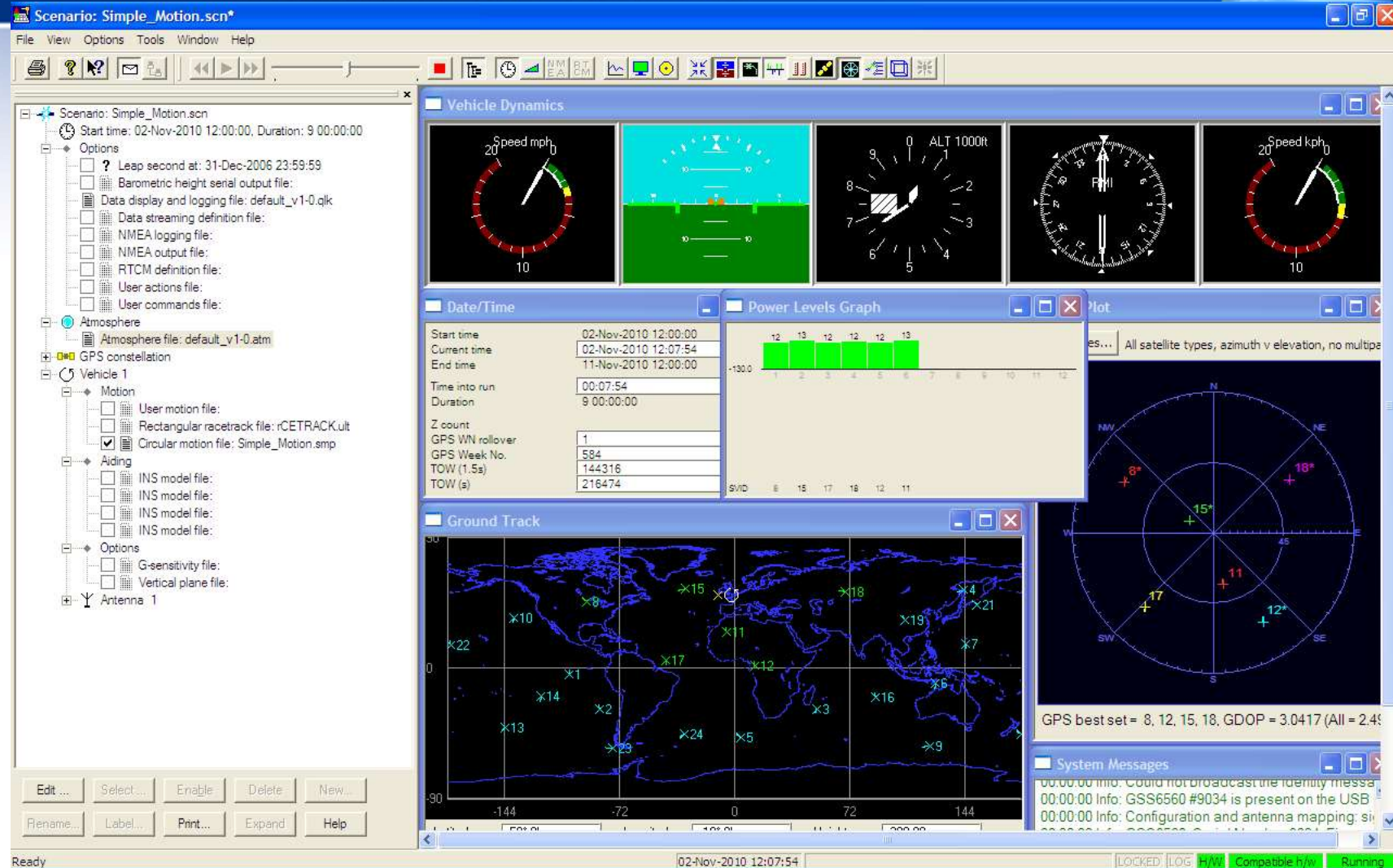
Výrobce GNSS simulátorů



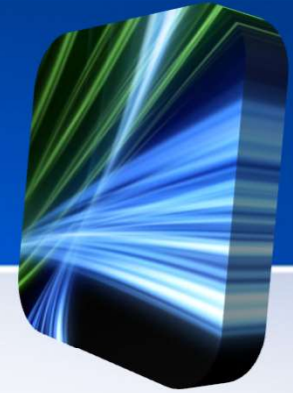
- LabSat
 - Softwarový GPS L1 simulátor (PC ne v reálném čase)
 - Záznamník signálu
 - Přehrávač signálu



Simulátor Spirent GSS6560 Multichannel GPS/SBAS



Scénář simulace



- Datum čas
- Vlastnosti atmosféry
- Konstelace družic
- Uživatel
 - Pohyb uživatele
 - Mnohocestné šíření signálu
 - INS
 - Vlastnosti uživatelské antény

Nastavení času simulace



Start time and duration [X]

Start time: 2 November 2010 12:00:00

Z Count - GPS WN rollover: 1

- GPS Week number: 584

- TOW (1.5s): 144000

- TOW (1s): 216000

Duration: 9 days 00:00:00

OK Help Cancel

Vlastnosti troposféry



Atmosphere - default_v1-0.atm

General

- GPS terrestrial iono. model
- GPS spacecraft iono. model

General

Tropospheric delay: STANAG

Surface refractivity index: 324.8

Ionospheric delay: Modelled

GPS ionospheric model

☐ Terrestrial

☐ Spacecraft

☒ Switched

Iono switch altitude: 80 km

Iono switch rate: 0.1 m/s

Undo OK Help Cancel

Vlastnosti atmosféry



Aplikuje se pro
generování signálů

Atmosphere - default_v1-0.atm



General

GPS terrestrial iono. model

GPS spacecraft iono. model

GPS terrestrial ionospheric model (Klobuchar)

Model (applied to RF signal)

Alpha 0	4.6566129e-009	seconds	Beta 0	79872	seconds
Alpha 1	1.4901161e-008	seconds/semicircle	Beta 1	65536	seconds/semicircle
Alpha 2	-5.96046e-008	seconds/semicircle ²	Beta 2	-65536	seconds/semicircle ²
Alpha 3	-5.96046e-008	seconds/semicircle ³	Beta 3	-393216	seconds/semicircle ³

Copy...

Broadcast ionospheric model

Upload 1 (navigation data)

Alpha 0	4.6566129e-009	seconds	Beta 0	79872	seconds
Alpha 1	1.4901161e-008	seconds/semicircle	Beta 1	65536	seconds/semicircle
Alpha 2	-5.96046e-008	seconds/semicircle ²	Beta 2	-65536	seconds/semicircle ²
Alpha 3	-5.96046e-008	seconds/semicircle ³	Beta 3	-393216	seconds/semicircle ³

Copy...

Upload 2 (navigation data)

Alpha 0	4.6566129e-009	seconds	Beta 0	79872	seconds
Alpha 1	1.4901161e-008	seconds/semicircle	Beta 1	65536	seconds/semicircle
Alpha 2	-5.96046e-008	seconds/semicircle ²	Beta 2	-65536	seconds/semicircle ²
Alpha 3	-5.96046e-008	seconds/semicircle ³	Beta 3	-393216	seconds/semicircle ³

Copy...

Undo

OK

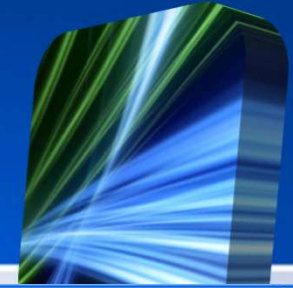
Help

Cancel

Vysílá se v navigační
zprávě po startu
simulace

V průběhu simulace
lze aktualizovat
Ionosférický model
nav. zprávy

Konstelace družic



- Parametry drah družice
- Chyby drah družice
- Chyba časové základny družice
- Úroveň signálu
- Přejechod na novou navigační zprávu
- Chyby při vysílání navigační zprávy

Signal sources - U_POKUS.gps

General

- Satellite selection
- Earth obscuration
- Navigation data errors
- Navigation data modification
- L2 CNAV message sequence
- L5 CNAV message sequence
- Motion
 - Orbits**
 - Perturbations
 - Track errors
 - Diff. correction table
 - Clock errors
- Signal control
 - General
 - Signal power
 - Upload details
 - Off times
- Intentional sat. clock noise
 - ISCN global
 - ISCN per satellite

Satellite: 1 Copy...

Number of satellites present is 31

Orbits

Present ☒

Reference time: 5 February 2009 16:38:24

Root semi major axis (A_{1/2}): 5153.7008109998 metres^{1/2}

Eccentricity (e): 0

Argument of perigee (w): -0.382601394431751 semicircles

Mean anomaly (Mo): -0.717132562499993 semicircles

Inclination (Io): 0.3055555555884 semicircles

Longitude of ascending node (Weekly Epoch) (Wo): 0.872316471350468 semicircles

Mean motion difference (Delta N): 0 semicir./s

Inclination rate (Idot): 0 semicir./s

Right ascension rate (Wdot): 0 semicir./s

Mean motion difference rate (Delta Ndot): 0 semicir./s²

Root semi major axis rate (A-dot): 0 m/s

Set to default Make geostationary...

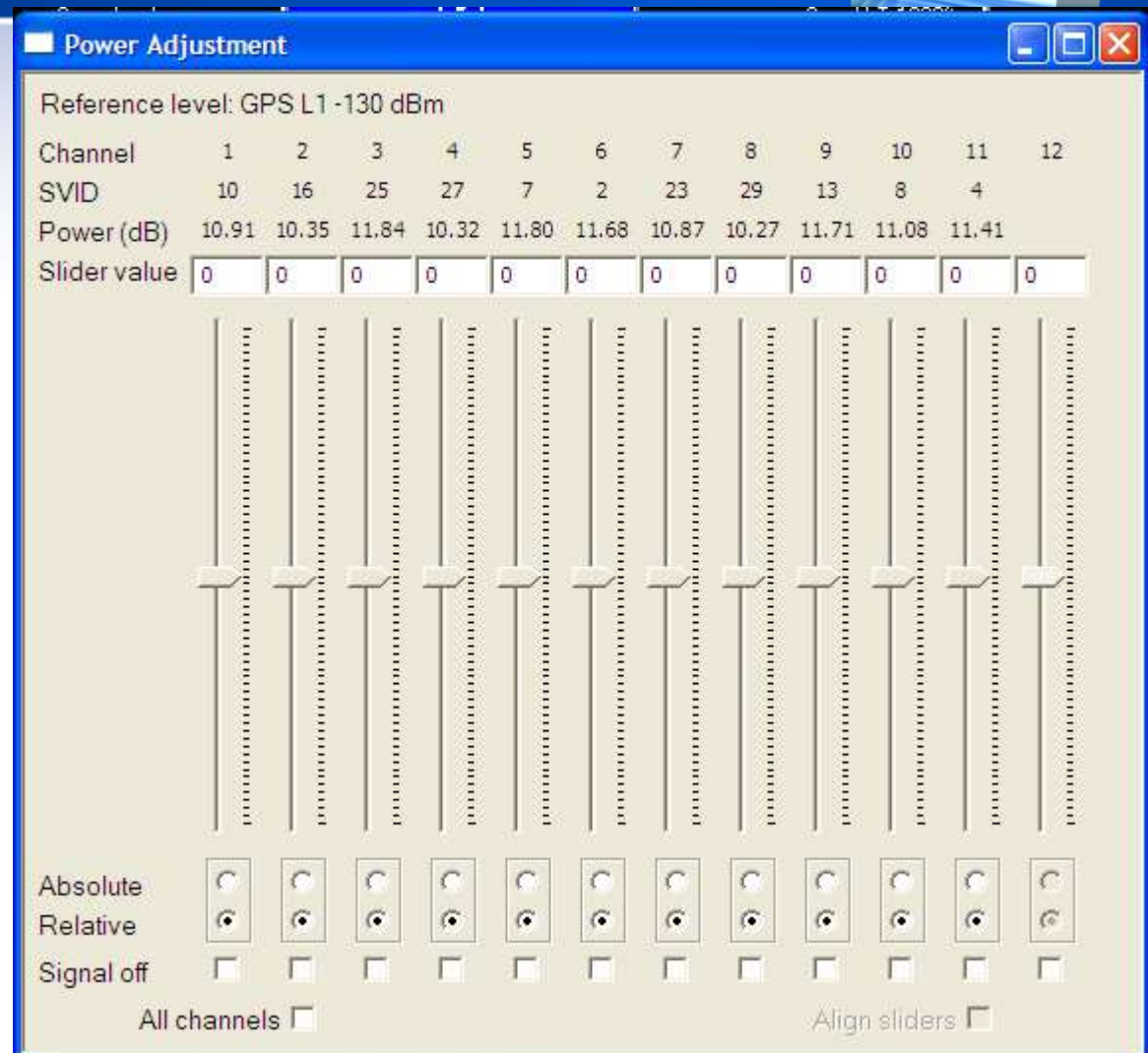
Ground Track... Load orbits from file ... Save orbits to file ...

Undo OK Help Cancel

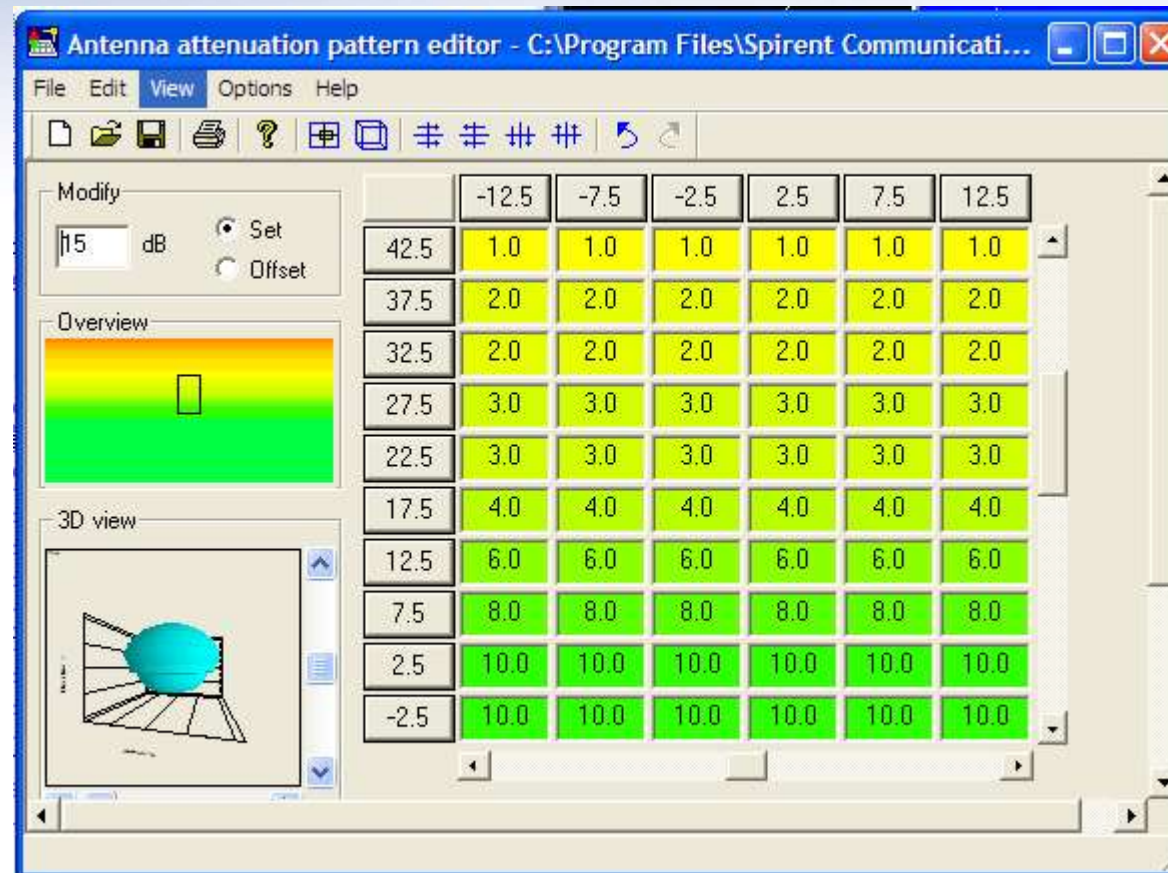
Uživatel

Úroveň signálu družic

- Manuálně
- Automaticky pomocí scénáře simulace



Vyzařovací a fázový diagram přijímací antény



Pohyb uživatele



- Statický uživatel
- Jednoduchý pohyb
 - Obdélníková dráha
 - Kruhová dráha
 - Uživatelsky definovaná dráha

Obdé

Rectangular racetrack - Racetrack.ult

ULTS motion - 3GPP TS 25.171

Rectangular racetrack dimensions

Top/bottom lengths m

Left/right side lengths m

Corner radius m

Vehicle initial state

Start corner ▾

Clockwise ☒

Vehicle dynamics

Acceleration distance m

Min speed (on cornering) km/h m/s

Max speed (on straight leg) km/h m/s

Reference position (bottom left corner)

Latitude °

Longitude °

Height m

m (geoid)

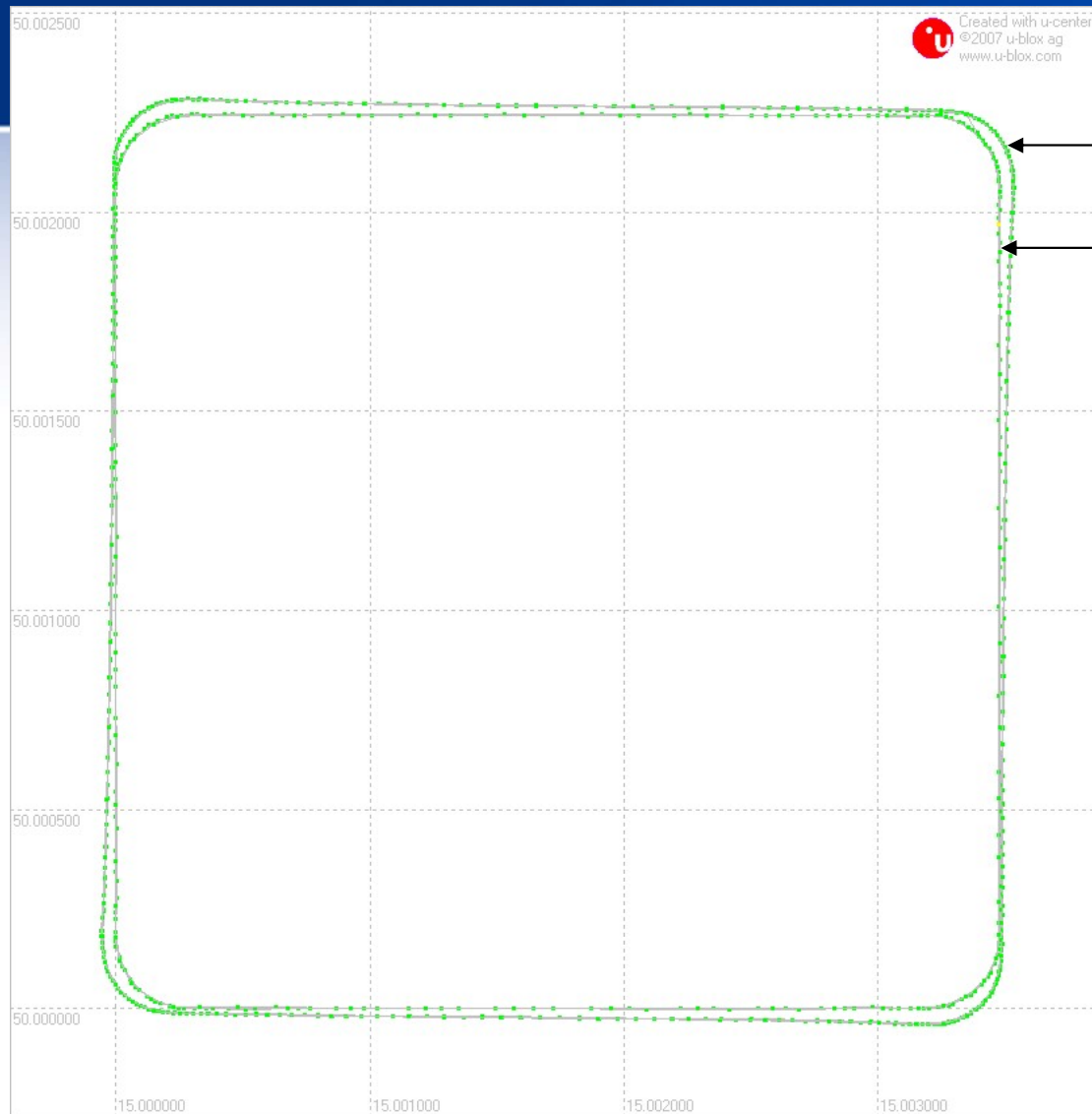
Racetrack orientation

Rotate track by °

Not to scale

OK Help Cancel





UBlox TIM 4P



Automobilový režim

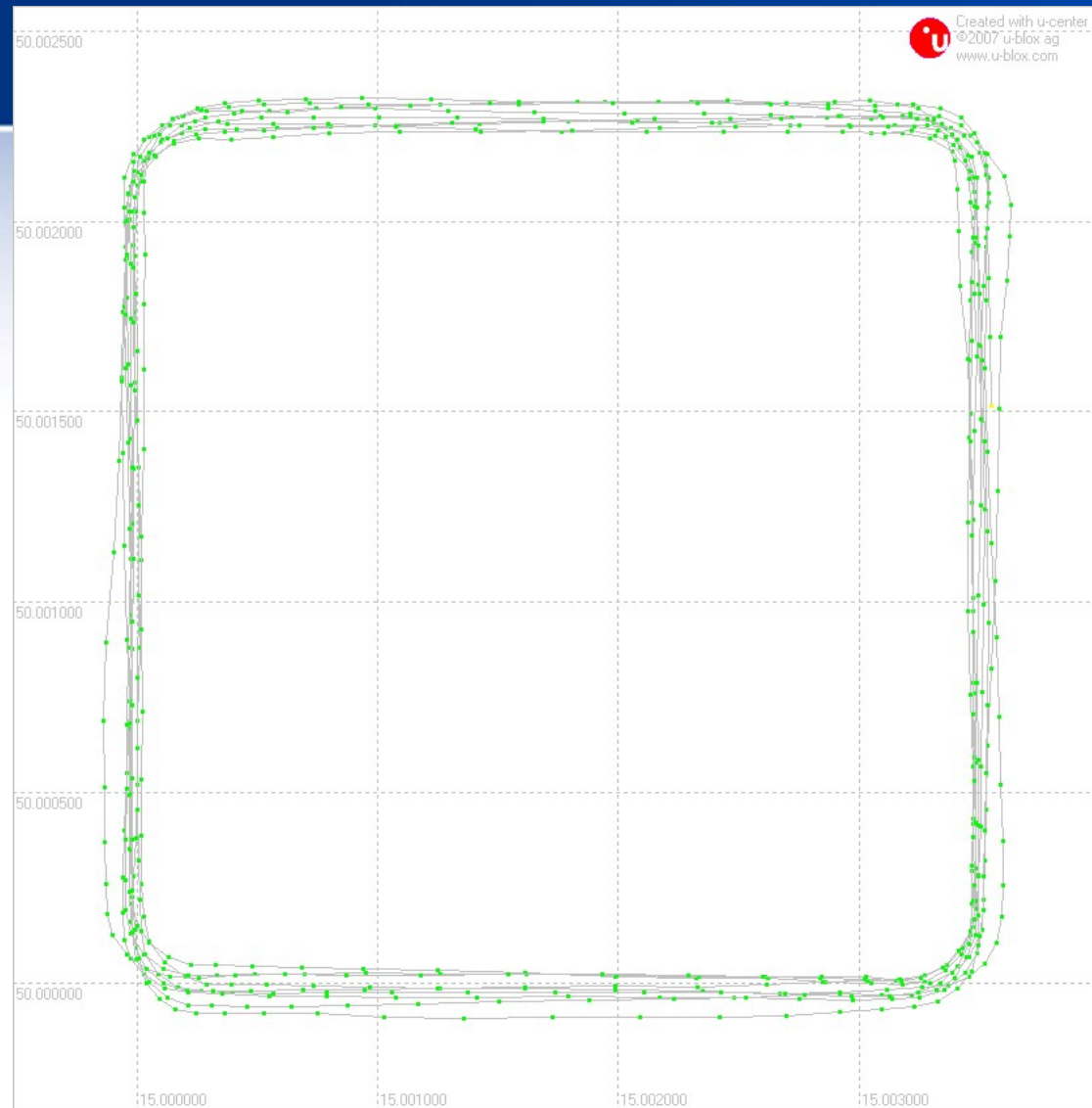
Režim letadlo <4g

$C/N_0 = 48\text{dBc-Hz}$

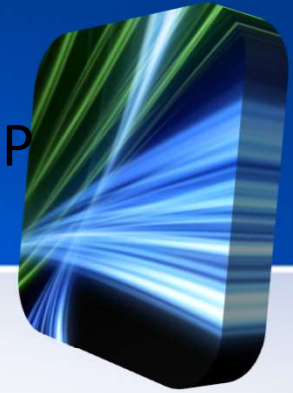
Zatáčky o poloměru 20m

Rychlost průjezdu 25 km/h

Odstředivé zrychlení v
zatáčkách $2,4\text{ ms}^{-2}$

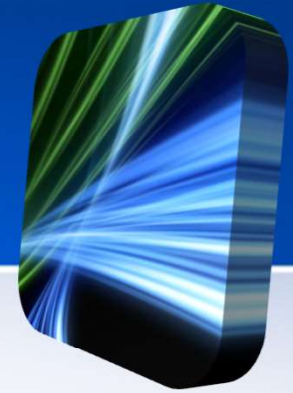


UBlox TIM 4P

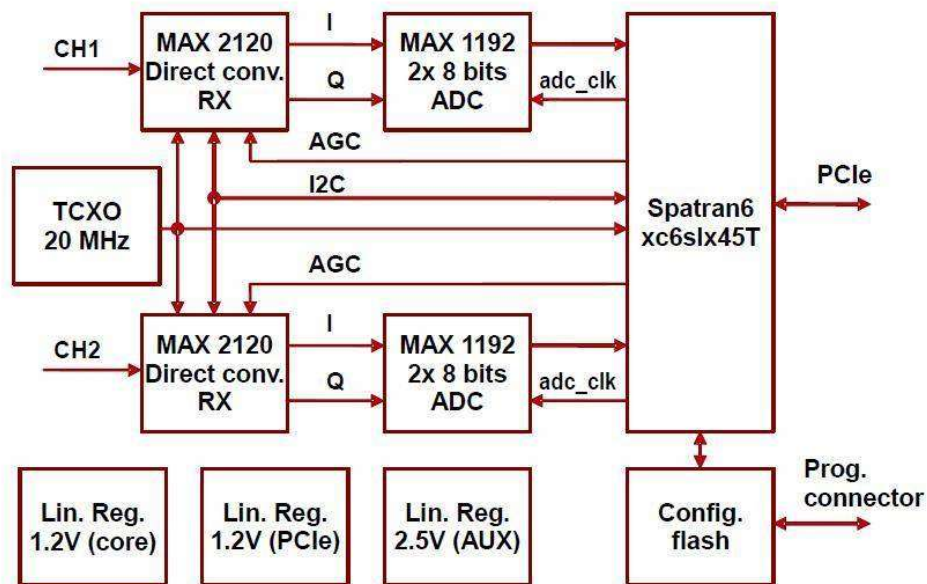


$C/N_0 = 19\text{dBc-Hz}$
Režim letadlo <4g

GNSS přijímač pro vědu, výzkum a výuku



- WitchNavigator www.witchnav.cz



GPS přijímač pro malé družice



- Spolehlivě pracovat na nízké oběžné dráze LEO
- Jeho spotřeba bude taková, aby mohl být napájený ze solárních článků družice spolu s ostatními obvody

