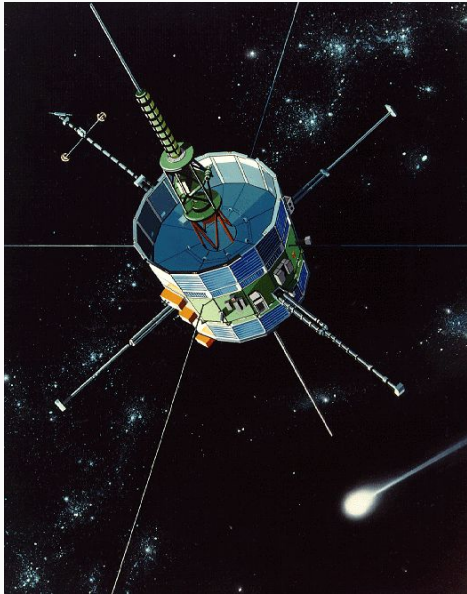


Szoftverrádiók



Előadó: Dínóbácsi

ISEE-3 (International Sun-Earth Explorer-3) reboot project



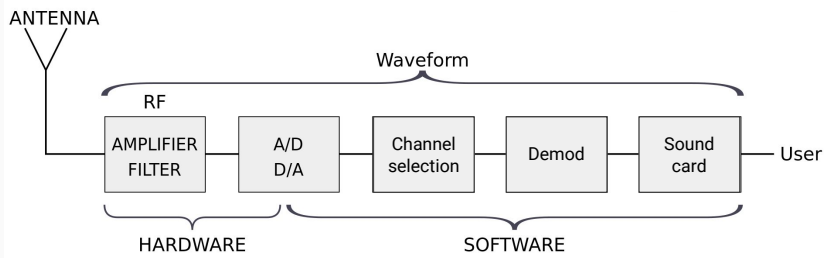
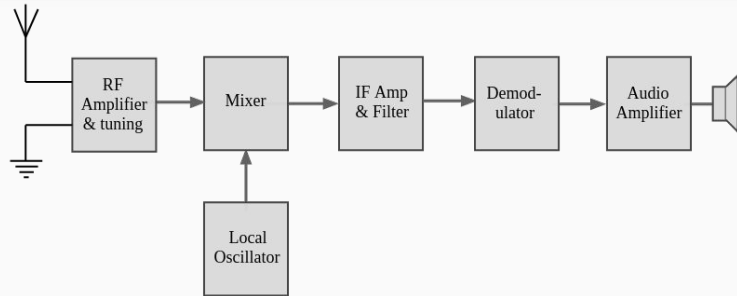
78-ban lőtték fel, a napszél és a Föld mágneses mezejének interakcióját vizsgálta.

'81-ben meghalt az aksi benne, azóta napelemlről ment

'82-ben elküldték üstökösre vadászni, International Cometary Explorer (ICE) lett, '85 és '86 találkozott üstökössel (második Halley volt), majd nap körüli pályára küldték, 91-től azt tanulmányozta, majd 97-ben takarékra kapcsolták. Néha ránéztek de nem törődtek vele, odaadták egy múzeumnak

2014-ben újra a föld közelébe került, és civilek szerették volna újraéleszteni (a terv az volt hogy június-július környékén pont jó helyen lenne hogy kis manőverezéssel újra föld körüli pályára kerüljön), május közepén jött össze a pénz. NASA régen kidobta a cuccokat amik kellettek volna, mégpedig igen komplex rádiókat használtak, viszont átadta a dokumentációt és segített nekik - május végére már parancsokat is tudtak küldeni, és visszakapcsolták Június másodikán már a hajtóművek egy része is ment.. Sajnos a manőver nem jött össze, mert meghibásodott a hajtómű, helyette visszakapcsolták a még működő műszereket. A pályája továbbra is heliocentrikus, bár kicsit bizonytalan, legközelebb 2031-ben fog erre járni. Az utolsó összeköttetés 2014 szeptemberében volt. Hogy hogyan tudták ilyen gyorsan pótolni a komplex adó-vevő berendezéseket? Hát szoftverrádióval!

Miből áll a szoftverrádió?



Minél többet szoftverből, csak a minimálisat HW-ben

Célok és problémák

cél: Bonyolult (de)modulációs áramkörök helyettesítése programmal
"analóg számítások elvégzése"

Direkt minták előállítása / elemzése több 10/100MHz-n nem praktikus

Lehetőleg minél több féle modulációt (AM, FM, PM, stb) tudnia kéne kezelni

-> a jelről minél többféle információt kell valós időben begyűjteni

Az utolsó sornál megkérdezni, hogy milyen formában van a jelben információ.
Amplitúdó, frekvencia, fázis, FAZOR ami jó, és amit ebből el lehet részben hagyni az
a frekvencia -> keverés kell

Matek és modulációk emlékeztető

$$e^{j\varphi} = \cos(\varphi) + j\sin(\varphi)$$

$$\cos(\varphi) = \frac{1}{2}(e^{j\varphi} + e^{-j\varphi})$$

$$\sin(\varphi) = \frac{1}{2j}(e^{j\varphi} - e^{-j\varphi})$$

$$\cos(\omega t + \varphi) = \operatorname{Re}\{e^{j\omega t} e^{j\varphi}\}$$

$$A\cos(\omega t + \varphi)\cos(\omega_0 t) = \frac{A}{2}\cos((\omega - \omega_0)t + \varphi) + \dots$$

$$A\cos(\omega t + \varphi)\sin(\omega_0 t) = -\frac{A}{2}\sin((\omega - \omega_0)t + \varphi) + \dots$$

$$\cos(\varphi + 90^\circ) = -\sin(\varphi)$$

Sok matek, valszleg ez a dia lesz a leghoszabb, nem az a fontos hogy megtanulja bárki is, hanem hogy értse (bár a bal oldal olyasmi amit hasznos tudni)

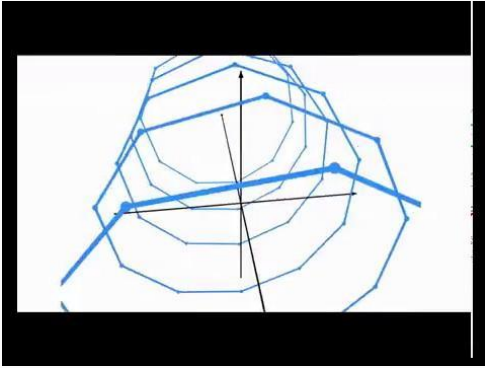
Az eulert elvileg leadta Keri bátyánk, de nem láttam a cos/sin kifejtést

A cos->RE dologból jó lenne "kiütni" a forgóvektort, amire az lenne a jó módszer hogy megszoroznánk egy olyannal ami a másik irányba fog, de szegény komplex, nem igazán tudunk vele szorozni

Viszont tudunk vele komponensenként, és faszán visszajön az eredmény két komponense - ha a két omega megegyezik

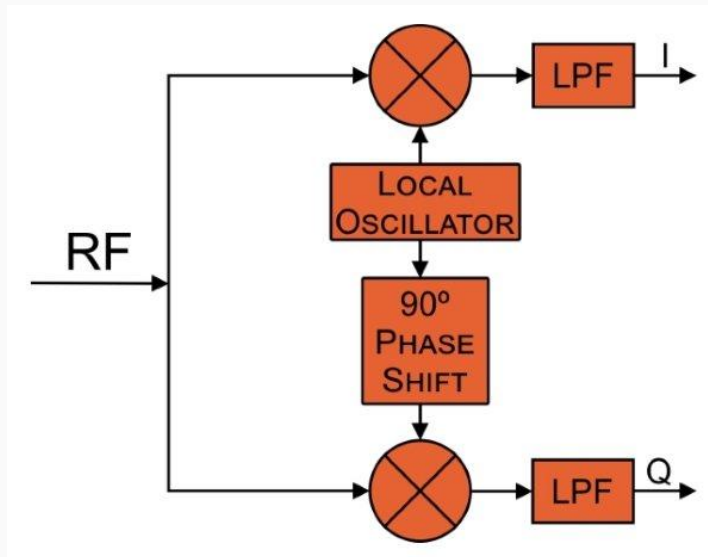
(a két jobb oldali simán levezethető, ha felbontjuk az összes szögfüggvényeket eulerbe, összeszorozzuk a zárójeleket és vissza. Ami maradt az nagyobb frekvenciás komponens amit kiszűrünk a francba osztcső)

Magyarul, ha sin-al és cos-al keverünk egyszerre, megkapjuk a komplex jel Re és Im részét



- Komplex sinusoid függvény
- Ezzel fogunk lekeverni

IQ demodulátor



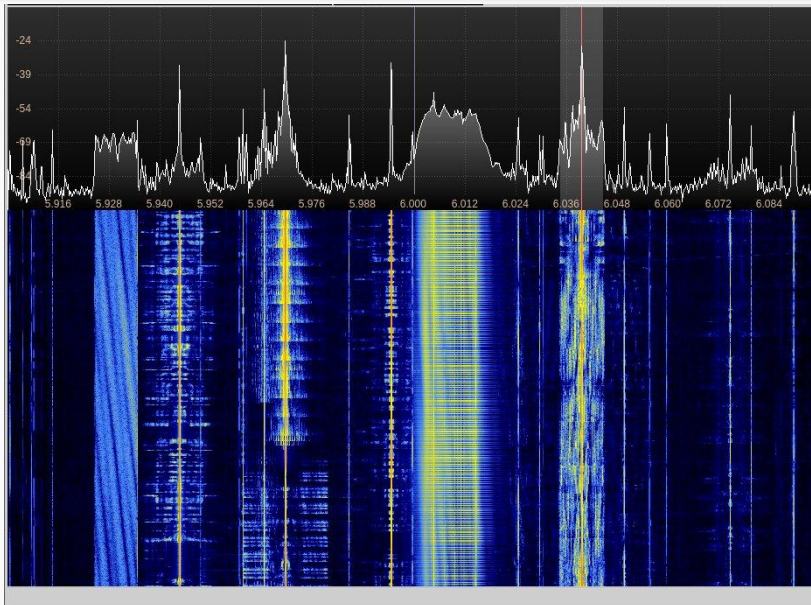
cos -> 90°-os fázistolás -> sin

I = In-phase; Re

Q = Quadrature; Im

“0Hz-re keverjük”

Komplex jelek



Ez már volt említve szűrőkből

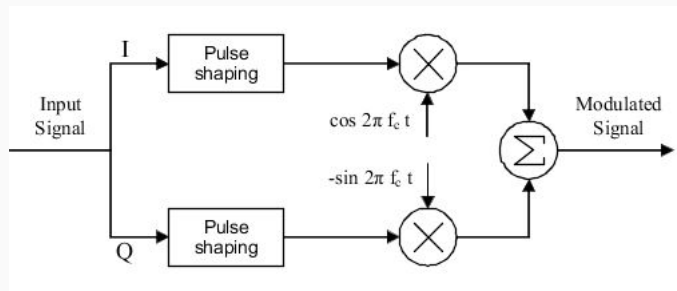
Vízszintes tengelyen a freki
Függőleges tengelyen az idő, legfelül a jelen pillanat
Amplitúdó színekkel

Némely jeltípust ránézésre fel lehet ismerni kis gyakorlattal, bár nyilván itt nekem
egyet sem megy

Cserébe rajzolni kéne pár konstellációs ábrát

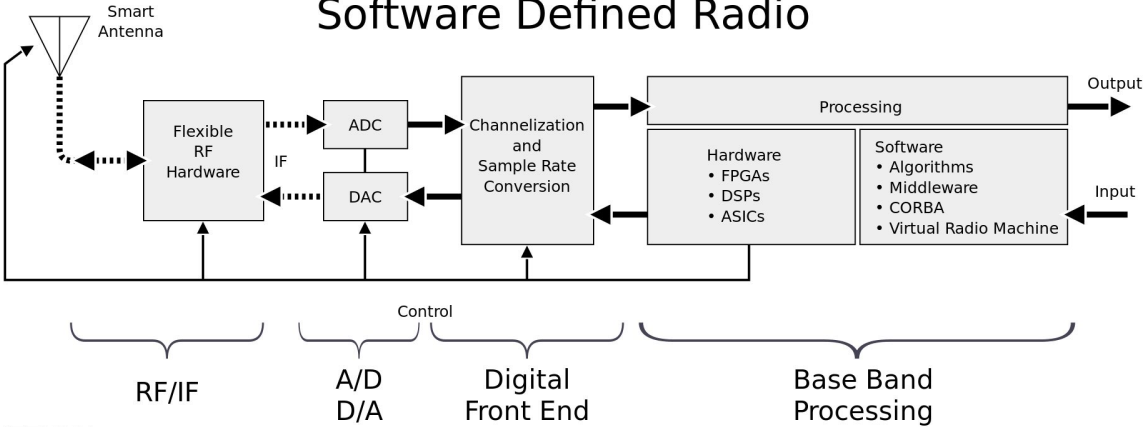
IQ modulátor

- Ugyanaz visszafelé

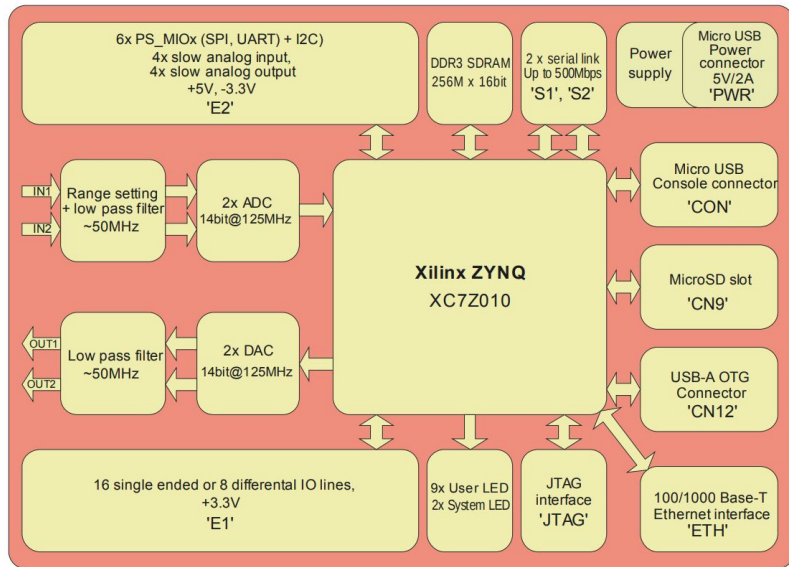


Hardver felépítése

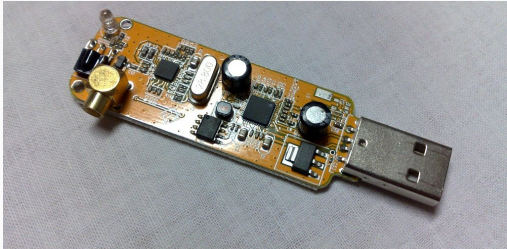
Software Defined Radio



Red Pitaya STEMLab Block Diagram



Piacon lévő eszközök



- DVB-T vevők (Realtek RTL2832U)
- HackRF
- LimeSDR
- NI USRP
- Red Pitaya



RTL: FM vétel funkció, a driver szoftverből dolgozta fel!
RTL-SDR projekt: szoftverrádióvá alakítás

CHOOSE A GENUINE RTL-SDR BLOG V3

IMPROVED FRONT END DESIGN (RESULTING IN HIGHER L-BAND SNR)

SMA FEMALE CONNECTOR

4.5V BIAS TEE (SOFTWARE CONTROLLED)

REDESIGNED THERMAL LAYOUT (HELPS FIX VCO LOCK PROBLEMS)

RB20T2

1PPM TCXO

ENTIRE PCB REDESIGNED FOR LOWER NOISE

BETTER LDO (LESS NOISE AND LOWER VOLTAGE OPERATION)

5V LINE FERRITE CHOKE

ADDITIONAL ESD PROTECTION

DIRECT SAMPLING CIRCUIT (ENABLES HF RECEPTION WITH LPS)

EXPANSION PORTS

CLK SELECTOR JUMPER

GPIO EXPANSION PORTS

USB RF CHOKE (REMOVES USB NOISE)

TOUGH CONDUCTIVE METAL ENCLOSURE (REDUCES INTERFERENCE)

THERMAL PAD COOLING (REMOVES HEAT FROM PCB AND TRANSFERS IT TO THE METAL CASE RESULTING IN NO HEAT RELATED VCO LOCK PROBLEMS)

STANDARD/OTHER BRAND RTL-SDR (NOISE FLOOR FULL OF SPURS)

RTL-SDR V3 NOISE FLOOR (SIGNIFICANTLY REDUCED SPURS/RIBBLES)

FULL 2 YEAR WARRANTY AGAINST MANUFACTURING FAULTS
EMAIL & FORUM SUPPORT
SUPPORTS THE BLOG FOR NEW CONTENT, TUTORIALS AND PRODUCTS!

GENUINE GUARANTEE:
BE WARY OF INFERIOR
RTL-SDR BLOG V3 COUNTERFEITS!

RTL-SDR
BLOG

RTL-SDR sztoriját illene elmondani:

DVB-T (földfelszíni TV adás) vételre gyártottak rádióvevőt amit bedugsz a gépbe oszt jön a TV. Chipen belül SWrádió volt, amit célHW dekódolt, és a képet küldte a gépedre. Később kiadtak egy olyan programfrissítést amivel FM adást lehetett venni vele - mint kiderült ez úgy működött hogy debug módba kapcsolta a chipet, és az elküldte a nyers IQ mintákat - ezzel a módszerrel (+ a tuner chip fölötti uralom átvételével, ami szintén innen jött) bármilyen MÁS adásra is jó volt - in fact az eredeti áramkört már áttervezték direkt TV-ről szélessávra

Piacon lévő eszközök

	HackRF One	Ettus B200	Ettus B210	BladeRF x40	RTL-SDR	LimeSDR
Frequency Range	1MHz-6GHz	70MHz-6GHz	70MHz-6GHz	300MHz-3.8GHz	22MHz-2.2GHz	100kHz-3.8GHz
RF Bandwidth	20MHz	61.44MHz	61.44MHz	40MHz	3.2MHz	61.44MHz
Sample Depth	8 bits	12 bits	12 bits	12 bits	8 bits	12 bits
Sample Rate	20MSPS	61.44MSPS	61.44MSPS	40MSPS	3.2MSPS	61.44MSPS (Limited by USB 3.0 data rate)
Transmit Power	-10dBm+ (15dBm @ 2.4GHz)	10dBm+	10dBm+	6dBm	N/A	0 to 10dBm (depending on frequency)
Price	\$299	\$686	\$1,119	\$420 (\$650)	~\$10	\$299 (\$289 pre-order)

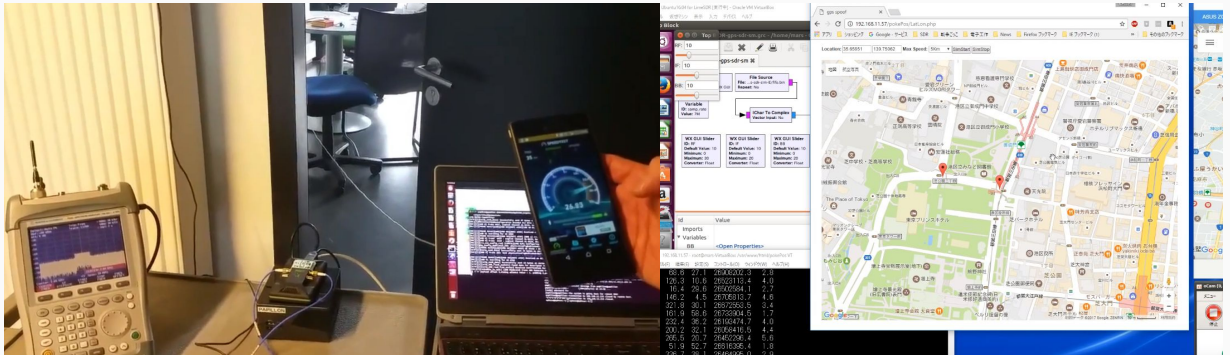
árak picit outdated, de relative jók azért
adás: full és half duplex módok

Mire használható?

GSM / 4G bázisállomás

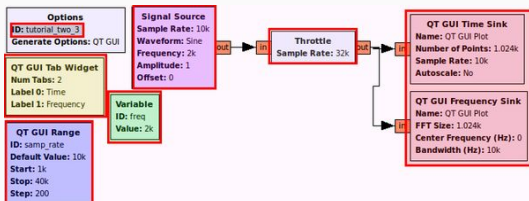
GPS adó

..és még sok más



Mire nem?

GNU Radio



- Blokk alapú jelfeldolgozó library
- Széleskörűen konfigurálható blokkok
- Köztük a jeltovábbítás megoldott
- Pythonban, C++-ban programozható
- GNU Radio Companion: egyszerű GUI

Játszásra jó még: Gqrx, SDR#

Példa - AM demod szoftverrádióval

```
1. #include <math.h>
2. #include <stdio.h>
3.
4. int main()
5. {
6.     double i, q, s;
7.     for(;;) //végtelen ciklus
8.     {
9.         i=((unsigned char)getchar()-127); //beolvasás
10.        q=((unsigned char)getchar()-127); //interlaced I, Q
11.        s=sqrt(i*i+q*q); //pillanatnyi amplitudó
12.        putchar((unsigned char)(s+127)); //kiírás
13.    }
14. }
```

Gyakorlaton hasonló feladat vár

Előnyök és hátrányok



- + flexibilis
- + egyszerűbb
- + digitális, megismételhető
- + átprogramozható, frissíthető
- drága
- rossz dinamika
- programot kell írni

Köszönjük a figyelmet!

Kérdések?

