



# Rádio Definido por Software (SDR)

*Edson W. R. Pereira, PY2SDR*

*Botucatu, 9 de Março de 2024*



# Biografia

- Radioexperimentador desde 1980 e Radioamador desde 1985;
- Indicativos de chamada: PU1JTE, N1VTN, 7N4NCL, JF1AFN, PU2MWD, e PY2SDR;
- Experimentação com Rádio Pacote no Rio de Janeiro em 1988;
- Experimentação com os satélites PACSATs em 1990;
- Experimentação com gateway AX.25 TCP/IP utilizando Linux em 1995;
- Implementação do Software PhaseShift (PSK31) em 1999;
- Implementação do Software PetitTrack (rastreador de satélites) em 2003;
- Implementação do Espectrômetro SDR em Pardinho em 2004;
- Implementação do Projeto SDRZero em 2006;
- Implementação do Projeto SDR-Shell em 2008;
- Implementação do Espectrômetro SDR na Estação Antártica Comandante Ferraz em 2008;
- Colaborador do Projeto WSJT-X desde 2013.

<https://wabicafe.com.br/py2sdr/>

# Interesses e Atividades

- Experimentação com satélites e comunicações espaciais;
- Experimentação com rádio definido por software (SDR);
- Experimentação com comunicações digitais;
- Experimentação com comunicações utilizando sinais débeis (QRP);
- Experimentação com antenas;
- Montagens artesanais;
- Auxílio técnico em projetos de satélites radioamadores no Brasil;
- Coordenador das Iniciativas LABRE/AMSAT-BR e LABRE/Escola;
- Membro do Grupo de Defesa Espectral da LABRE (LABRE/GDE);
- Membro do Grupo de Coordenação de Frequências Satelitais da IARU.

# Tópicos

1. Fundamentos de Rádio;
2. Princípios dos Rádios Definidos por Software (SDR);
3. Evolução das tecnologias SDR;
4. Tópicos Técnicos;
5. Experimentos com SDR na banda dos 6m;
6. Projetos.

# 1. Fundamentos de Rádio

$$S(t) = A_c \cos(2\pi f_c t + \phi)$$

Onde:

$S(t)$  = Sinal de RF

$A_c$  = amplitude da portadora

$f_c$  = frequência da portadora

$t$  = tempo

$\phi$  = ângulo

# Fundamentos de Rádio

$$S(t) = A_c \cos(2\pi f_c t + \phi)$$

Onde:

$S(t)$  = Sinal de RF

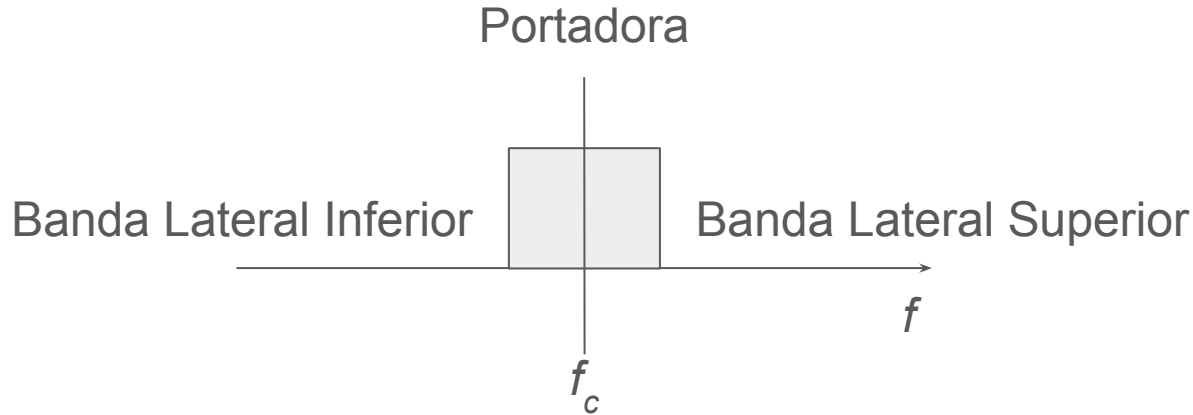
$A_c$  = Amplitude da portadora → Modulação em Amplitude (AM)

$f_c$  = Frequência da portadora → Modulação em Frequência (FM)

$t$  = tempo

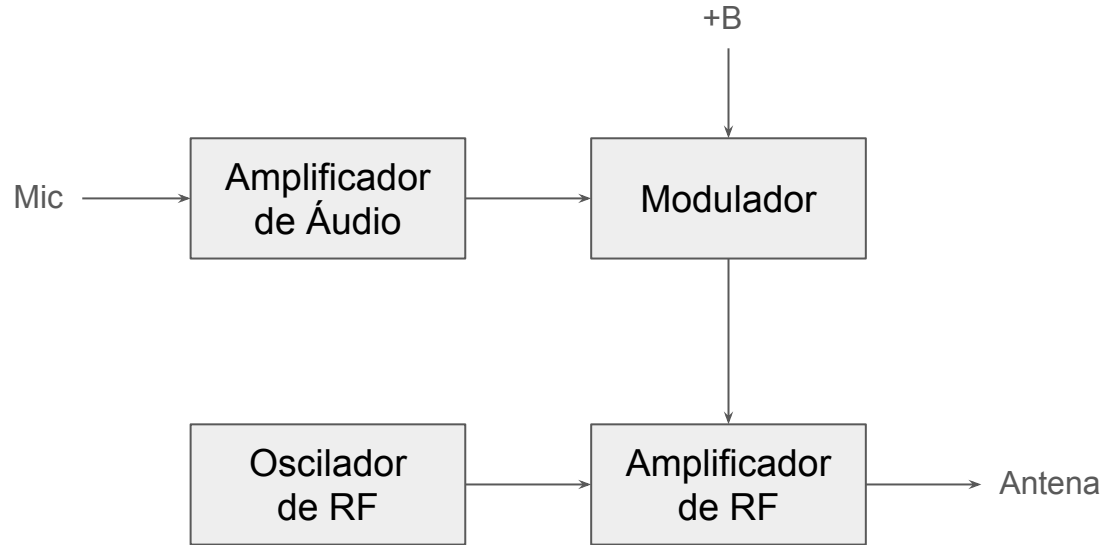
$\phi$  = Ângulo → Modulação em Fase (PM)

# Sinal de Rádio modulado em amplitude (AM)



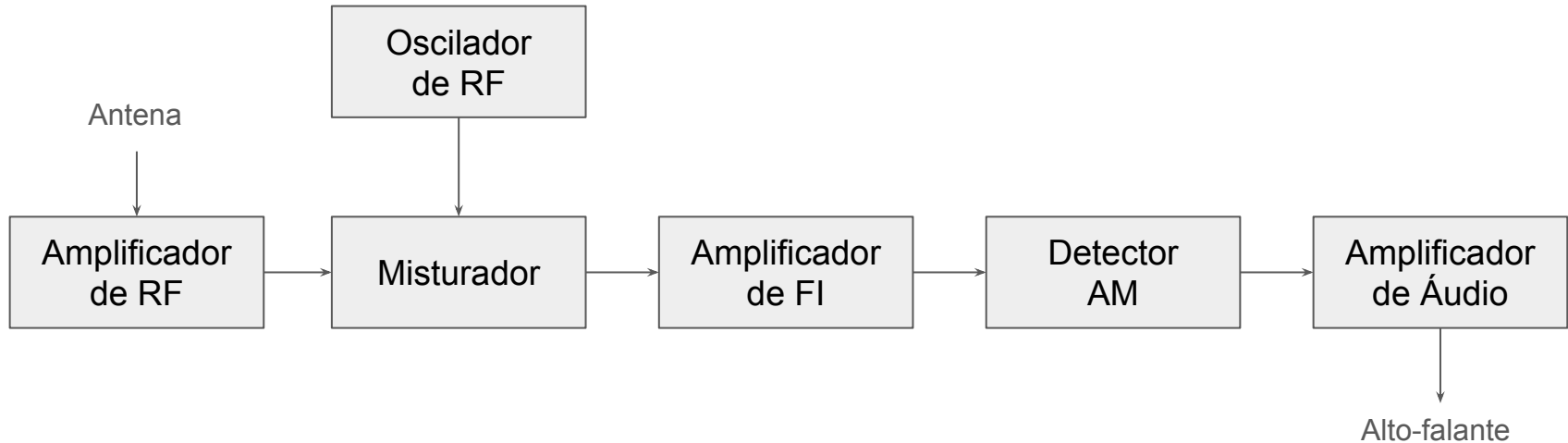
Na transmissão de modulação de amplitude (AM), o sinal de rádio consiste em uma onda portadora e duas bandas laterais idênticas.

# Implementação de um transmissor clássico para AM

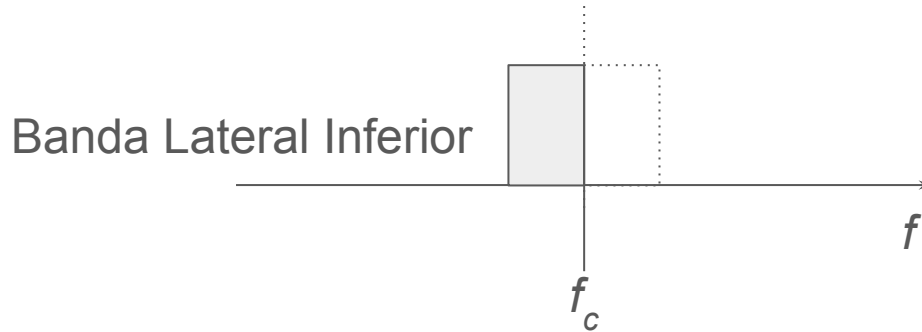




# Implementação de um receptor clássico para AM



# Sinal de Rádio modulado em Banda Lateral Única (SSB)



SSB uma técnica de modulação que suprime uma das bandas laterais e a onda portadora, permitindo um uso mais eficiente da largura de banda e da potência.

# Sinal de Rádio modulado em Banda Lateral Única (SSB)

Vantagens:

Permite uma maior eficiência e melhor gestão do espectro de frequências – um número maior de estações pode usar uma determinada faixa de frequências do que seria possível com sinais modulados em AM-DSB. Toda a potência transmitida é potência de mensagem e nenhuma é dissipada como potência portadora.

O conteúdo do ruído em um sinal é uma função exponencial da largura da banda ocupada pelo sinal. O ruído diminuirá em 3 dB quando a largura de banda for reduzida pela metade. Portanto, os sinais SSB têm menos contaminação de ruído do que os sinais de banda lateral dupla (DSB).

# Sinal de Rádio modulado em Banda Lateral Única (SSB)

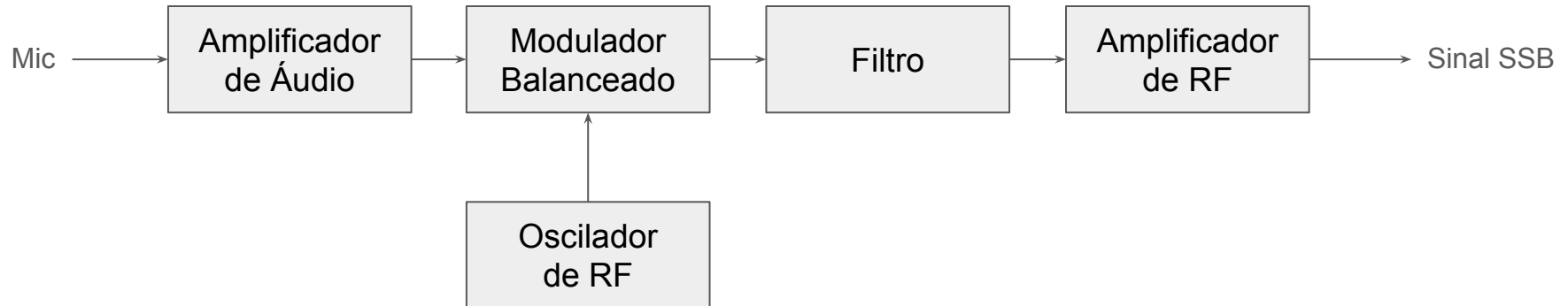
Desvantagens:

O custo de um receptor analógico SSB (banda lateral única) é maior do que o equivalente DSB (banda lateral dupla) em uma proporção de cerca de 3:1.

O radioamador mediano deseja apenas apertar o PTT do rádio e se comunicar. Os receptores SSB requerem vários ajustes precisos de controle de frequência para minimizar distorções no sinal recebido. Esse problema atualmente é minimizado com a estabilidade de frequências dos transceptores modernos.

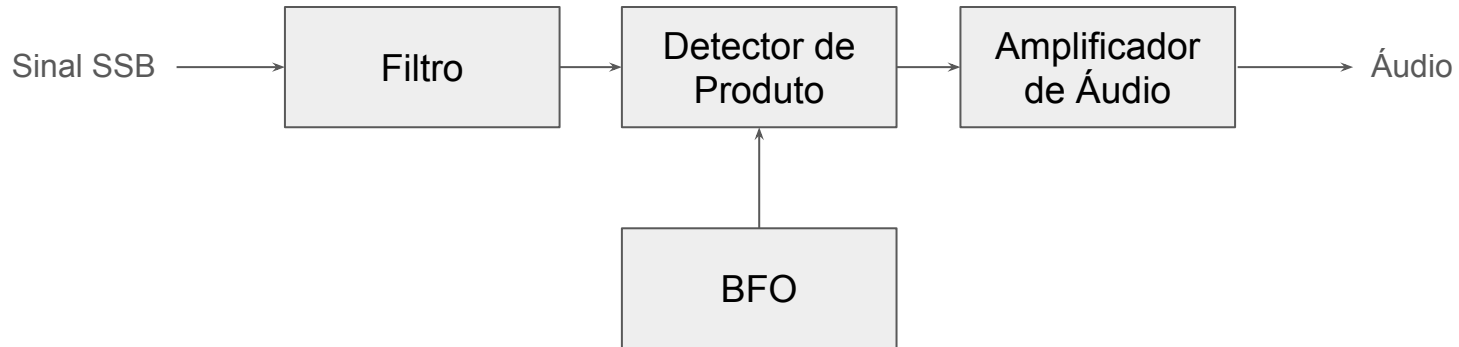
# Geração SSB for Filtro

No método de geração por filtro, um modulador balanceado gera um sinal em DSB (banda lateral dupla) e o filtro elimina uma das bandas laterais.



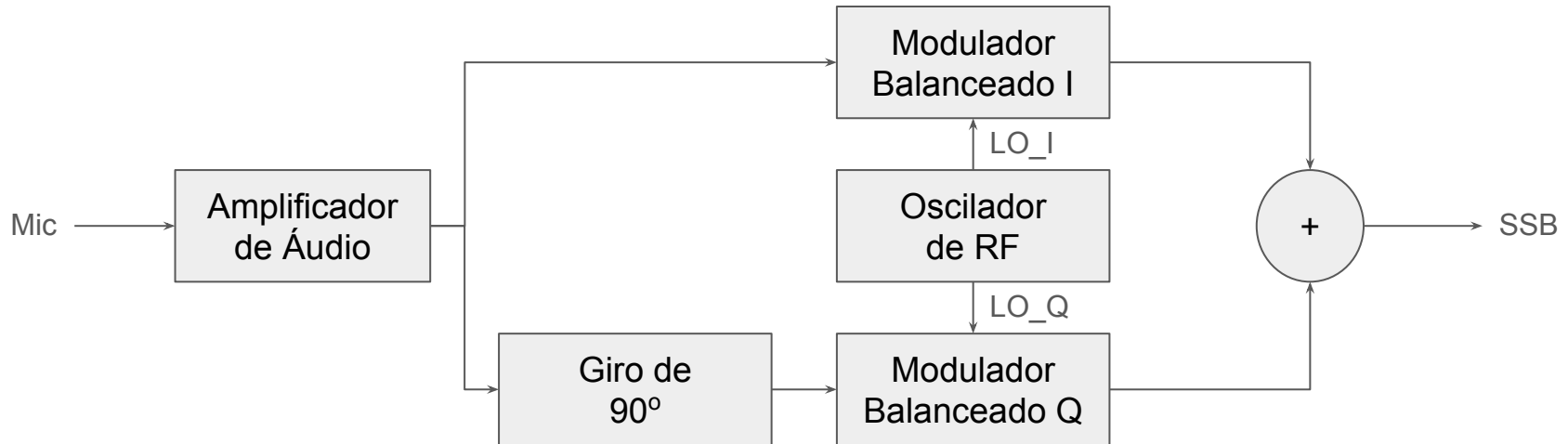
# Recepção SSB for Filtro

No método de recepção por filtro, um filtro elimina uma das bandas laterais e um oscilador reinjeta o sinal da portadora suprimida em um mixer (detector de produto).



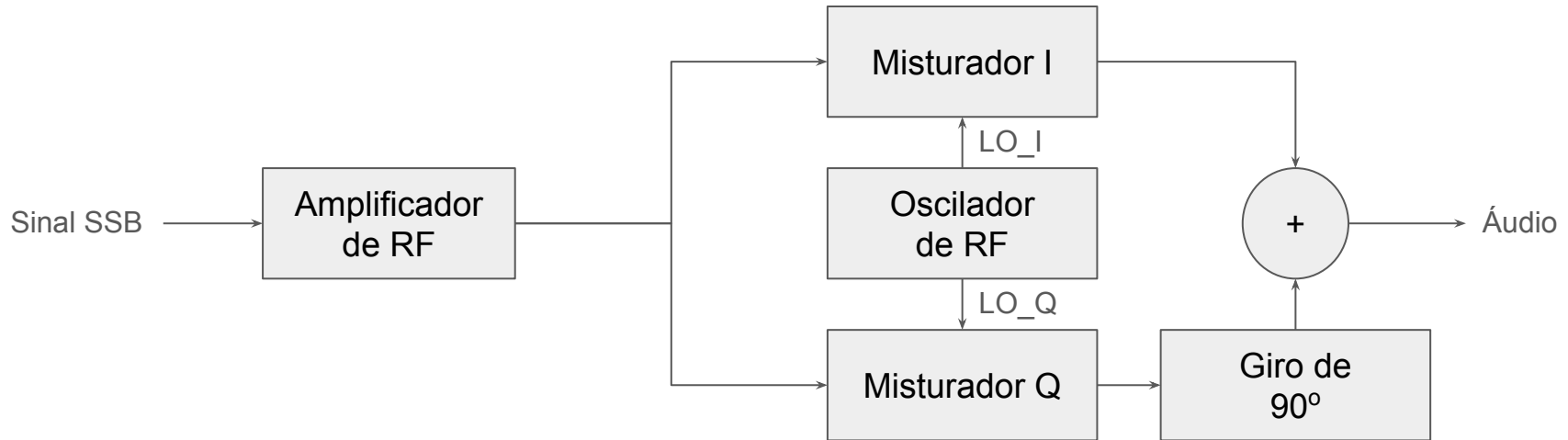
# Geração SSB por rotação de fase

Utiliza um oscilador de RF em quadratura e dois moduladores balanceados que faz com que uma das bandas laterais seja cancelada.



# Demodulação SSB por rotação de fase

Utiliza um oscilador de RF em quadratura e dois moduladores balanceados que faz com que uma das bandas laterais seja cancelada.





## 2. Princípios dos Rádios Definidos por Software (SDR)

Rádio definido por software (SDR) é um sistema de comunicação de rádio onde funcionalidades que convencionalmente foram implementadas usando eletrônica analógica – como mixers, filtros, amplificadores, moduladores, demoduladores, etc. são implementadas por meio de software em um computador pessoal ou sistema embarcado. Embora o conceito de SDR não seja novo, a rápida evolução da eletrônica digital e capacidade de computação tornam práticos muitos processos que antes eram apenas teoricamente possíveis.

# Princípios dos Rádios Definidos por Software (SDR)

Em resumo:

SDR implementa as funções de mixers, filtros, amplificadores, moduladores, demoduladores, etc. usando algoritmos matemáticos de Processamento Digital de Sinais (DSP) em software.

# Sinal de Rádio Frequência (RF)

$$S(t) = A_c \cos(2\pi f_c t + \phi)$$

Onde:

$S(t)$  = Sinal de RF

$A_c$  = Amplitude da portadora → Modulação em Amplitude (AM)

$f_c$  = Frequência da portadora → Modulação em Frequência (FM)

$t$  = tempo

$\phi$  = Ângulo → Modulação em Fase (PM)

# Sinal de SSB por rotação de fase

O conceito de geração e demodulação de sinais modulados em SSB precede a tecnologia de geração e demodulação de SSB utilizando filtros.

Por décadas a tecnologia de SSB por rotação de fase foi esquecida por causa das dificuldades em manter o controle de qualidade da eletrônica utilizada nos circuitos – predominantemente devido às perturbações devido às variações de temperatura e umidade nos componentes analógicos.

A tecnologia SDR utiliza os princípios de rotação de fase (quadratura) e, por isso, é uma tecnologia muito próxima dos princípios fundamentais dos sinais de rádio.

## Sinal de SSB por rotação de fase

$$S(t) = A_m \cos(2\pi f_m t) A_c \cos(2\pi f_c t) + A_m \sin(2\pi f_m t) A_c \sin(2\pi f_c t)$$



Calma!

# Sinal de SSB por rotação de fase

$$S(t) = \underbrace{A_m \cos(2\pi f_m t)}_{\text{Sinal Modulante I}} \underbrace{A_c \cos(2\pi f_c t)}_{\text{Oscilador I}} + \underbrace{A_m \sin(2\pi f_m t)}_{\text{Sinal Modulante Q}} \underbrace{A_c \sin(2\pi f_c t)}_{\text{Oscilador Q}}$$

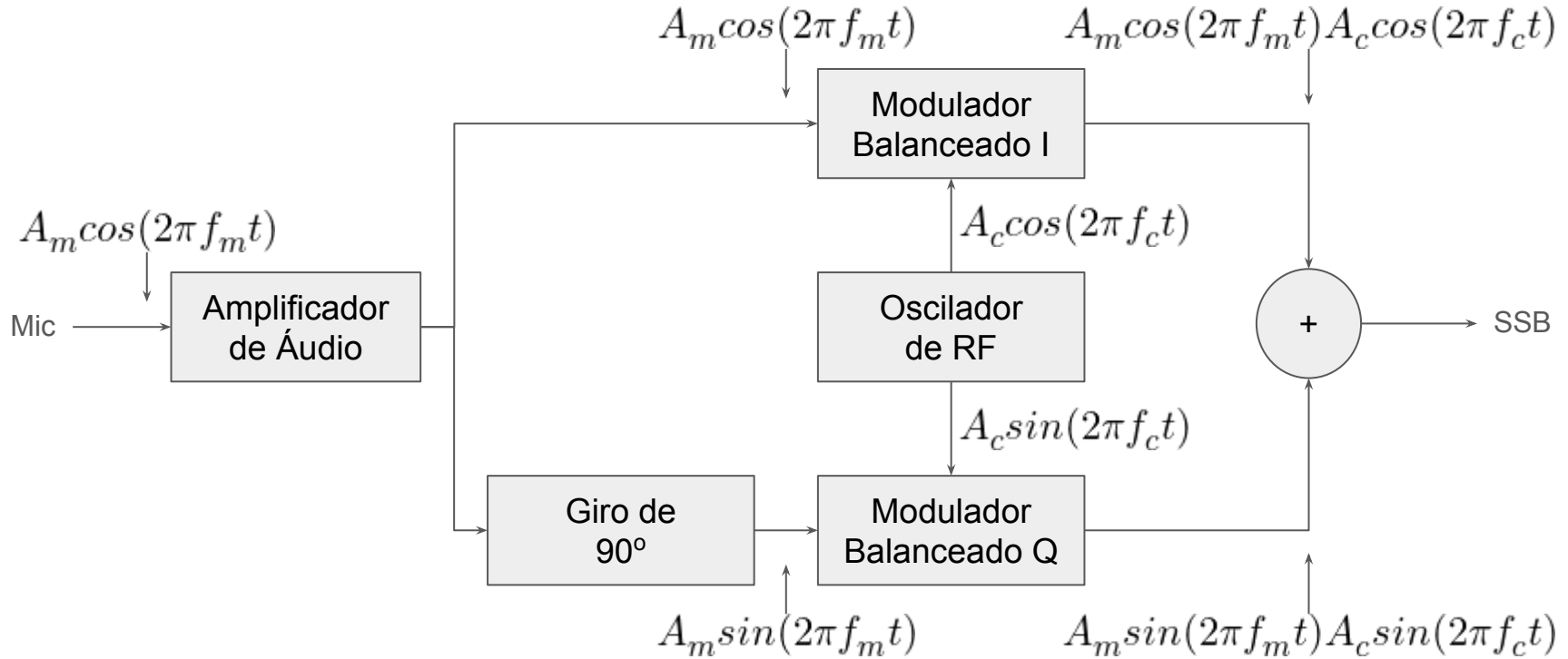
*Sinal Modulante I*  
(áudio do mic)

*Oscilador I*  
(oscilador local)

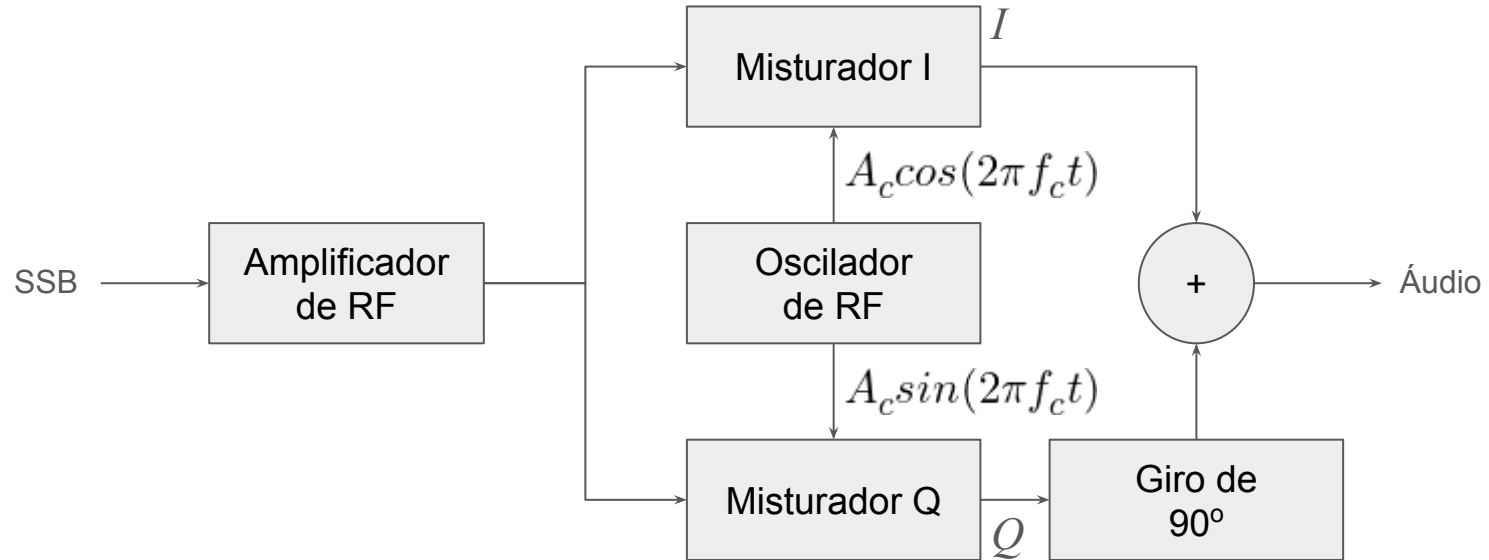
*Sinal Modulante Q*  
(áudio do mic  
defasado em 90°)

*Oscilador Q*  
(oscilador local  
defasado em 90°)

# Geração SSB por rotação de fase



# Demodulação SSB por rotação de fase





# Demodulação SDR

$$USB = I + Q$$

$$LSB = I - Q$$

$$AM = \sqrt{I^2 + Q^2}$$

$$FM = \tan^{-1} \left( \frac{Q}{I} \right)$$

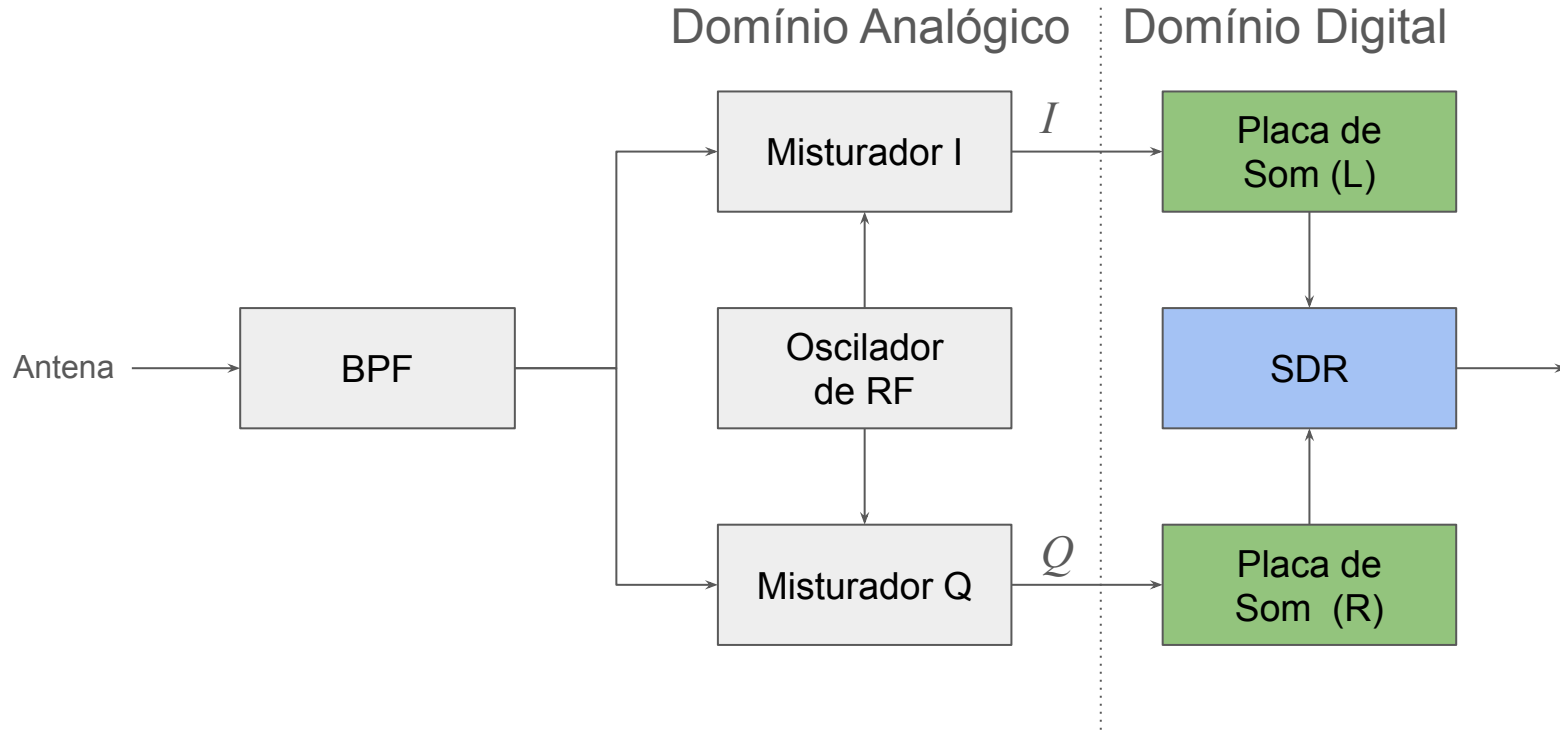
Em SDR, estágios como mixers, filtros, amplificadores, moduladores, demoduladores, etc., são implementados por meio de software.

SDR atua com os princípios matemáticos dos sinais (AM, SSB, FM, etc).

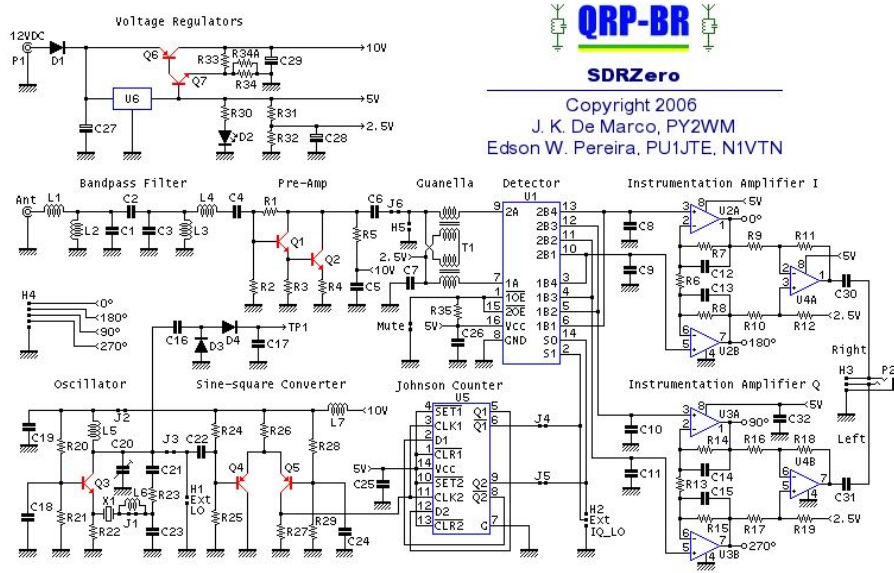
### 3. Evolução da tecnologia de SDR

A medida em que a tecnologia de conversores análogos-digitais avança, a tecnologia SDR se aproxima cada vez mais da antena.

# SDRs de Primeira Geração

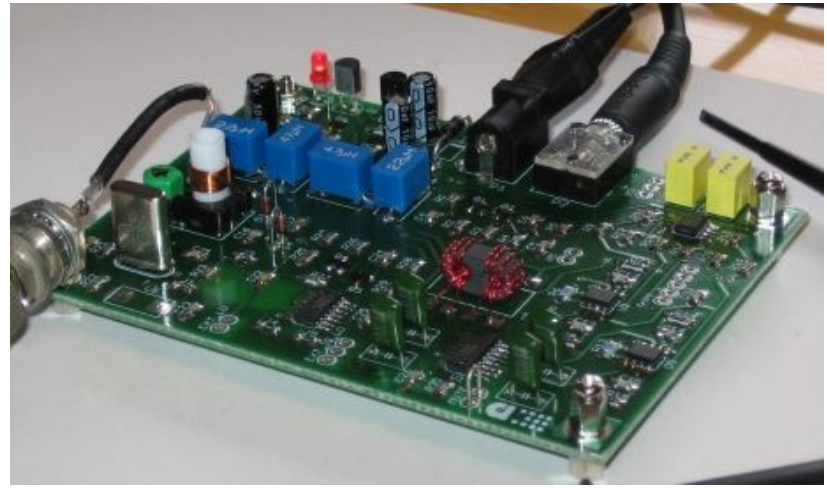


# Exemplo de SDR de primeira geração: SDRZero



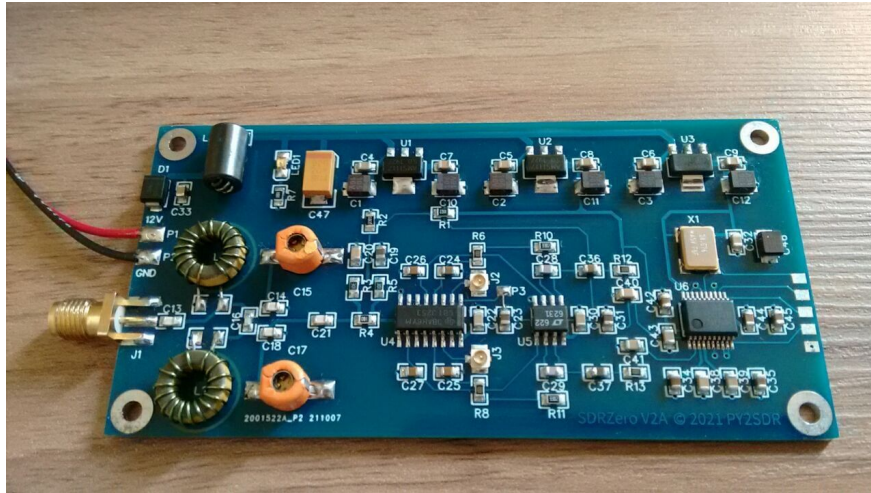
SDRZero

Copyright 2006  
J. K. De Marco, PY2WM  
Edson W. Pereira, PU1JTE, N1VTN



SDRZero (2006) - Projeto de João Kolar DeMarco, PY2WM e Edson Pereira, N1VTN (PY2SDR)

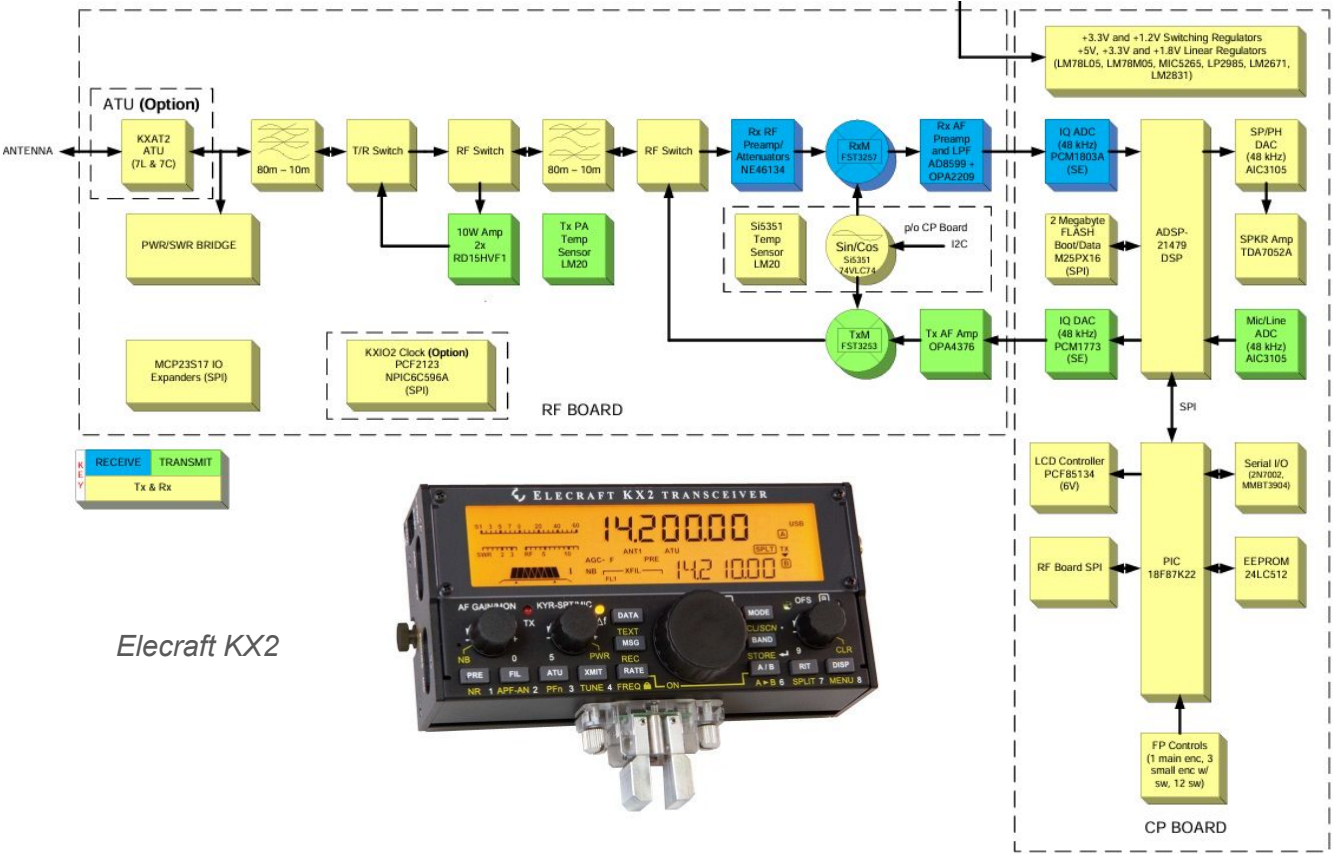
# Exemplo de SDR de primeira geração: SDRZero V2



- Filtro passa-banda
- ADC estéreo com taxa de amostragem de 96 kHz
- Interface I2S
- Software para Raspberry Pi

*SDRZero V2 (2020) - Projeto de Edson Pereira, PY2SDR*

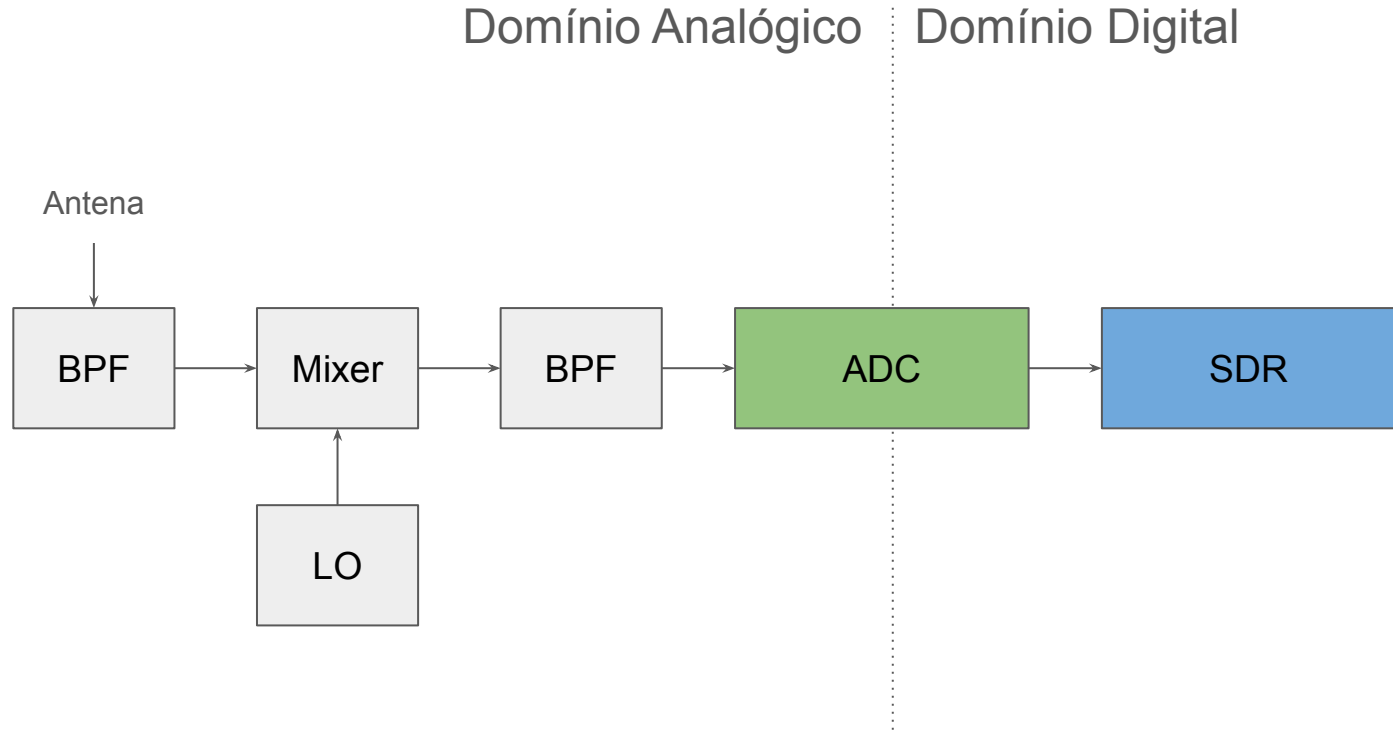
# Exemplo de SDR de primeira geração: Elecraft KX2



Elecraft KX2



# SDRs de Segunda Geração



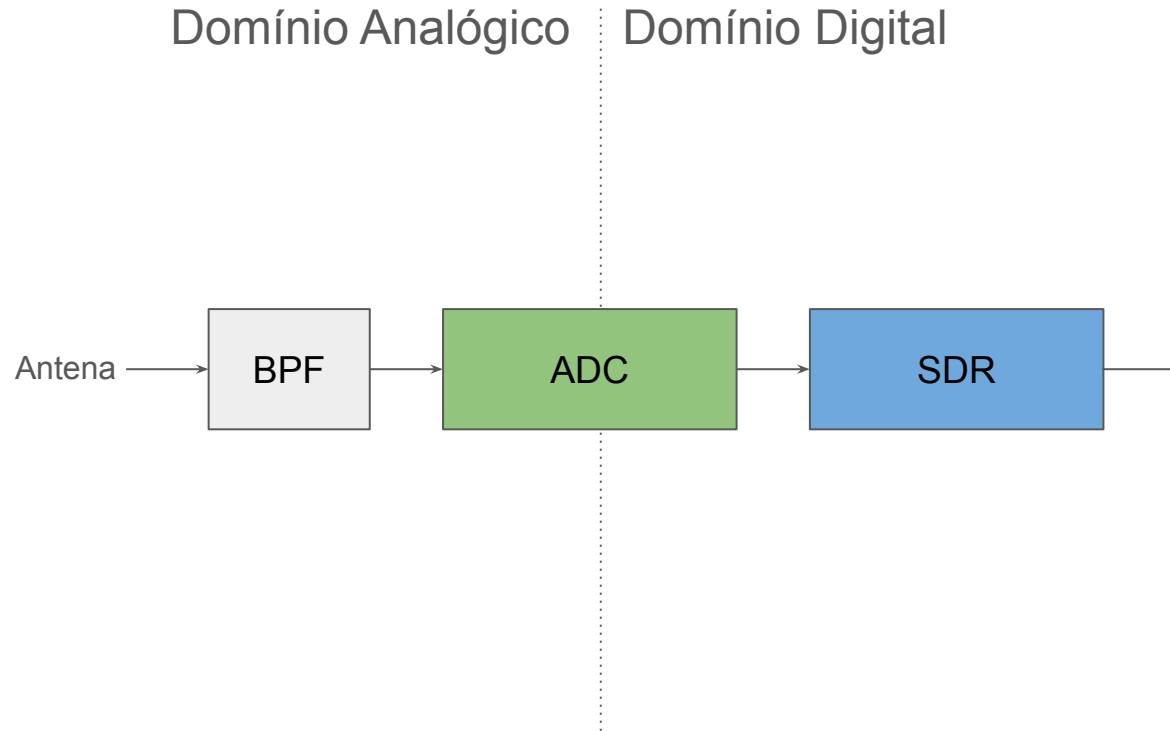
# Exemplo de SDR de Segunda Geração



*Elecraft K3S*



# SDRs de Terceira Geração



# Exemplo de SDR de Terceira Geração



*Icom IC-7300*

# Exemplo de SDR de Terceira Geração



Icom IC-7600

# Exemplo de SDR de Terceira Geração



*FlexRadio 6400M*

# Exemplo de SDR de Terceira Geração



Elecraft K4

## 4. Tópicos Técnicos: Conversores Analógico-Digital

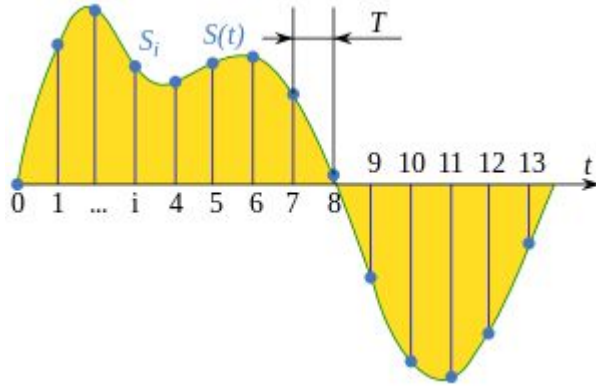


O Conversor Analógico-Digital é um circuito integrado que realiza medições de tensão de um sinal analógico de forma periódica.

Características importantes:

1. Taxa de amostragem
2. Número de bits

# Tópicos Técnicos: Conversores Analógico-Digital

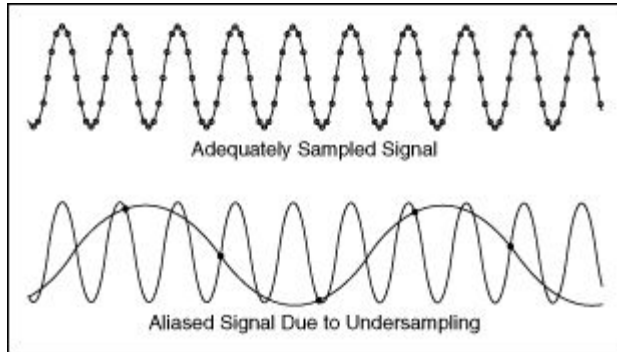


Taxa de amostragem:

A taxa de amostragem,  $f_s$ , é o número de amostras obtidas em um segundo.  $f_s = 1/T$ , com as amostras unitárias por segundo. Por exemplo, uma taxa de amostragem de 48 kHz equivale a 48000 amostras por segundo.

# Tópicos Técnicos: Conversores Analógico-Digital

Teorema de Nyquist-Shannon:



De acordo com o teorema da amostragem (Shannon, 1949), para reconstruir um sinal unidimensional a partir de um conjunto de amostras, a taxa de amostragem deve ser igual ou superior a duas vezes a frequência mais alta do sinal. Ou seja, se um ADC tem uma taxa de amostragem de 66 MHz, a máxima frequência que poderá ser reconstruída será de um sinal de 33 MHz.



# Tópicos Técnicos: Conversores Analógico-Digital

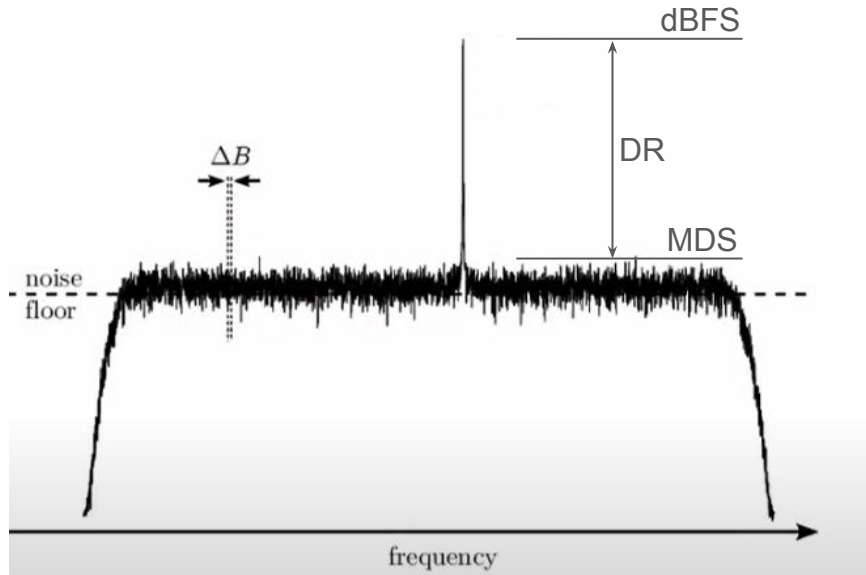
Número Efetivo de Bits (ENOB):

O número efetivo de bits (ENOB) é uma medida da faixa dinâmica (dynamic range) de um conversor analógico-digital (ADC) e conversor digital-analógico (DAC). No mundo real, alguns bits do ADC (ou DAC) são dominados por ruído.

$SNR = 6.02 \times N + 1.76$  dB, onde N é o número de bits do ADC ou DAC.

$$ENOB = (SNR_{\text{mensurada}} - 1.76) / 6.02 \text{ dB}$$

# Tópicos Técnicos: Conversores Analógico-Digital



Faixa dinâmica (Dynamic Range, DR) é a relação entre o maior sinal mensurável (dBFS) e o menor sinal mensurável (MDS). O menor sinal mensurável é normalmente definido como aquele igual ao nível de ruído ou o ponto onde a relação sinal-ruído (SNR) é 1 dB.

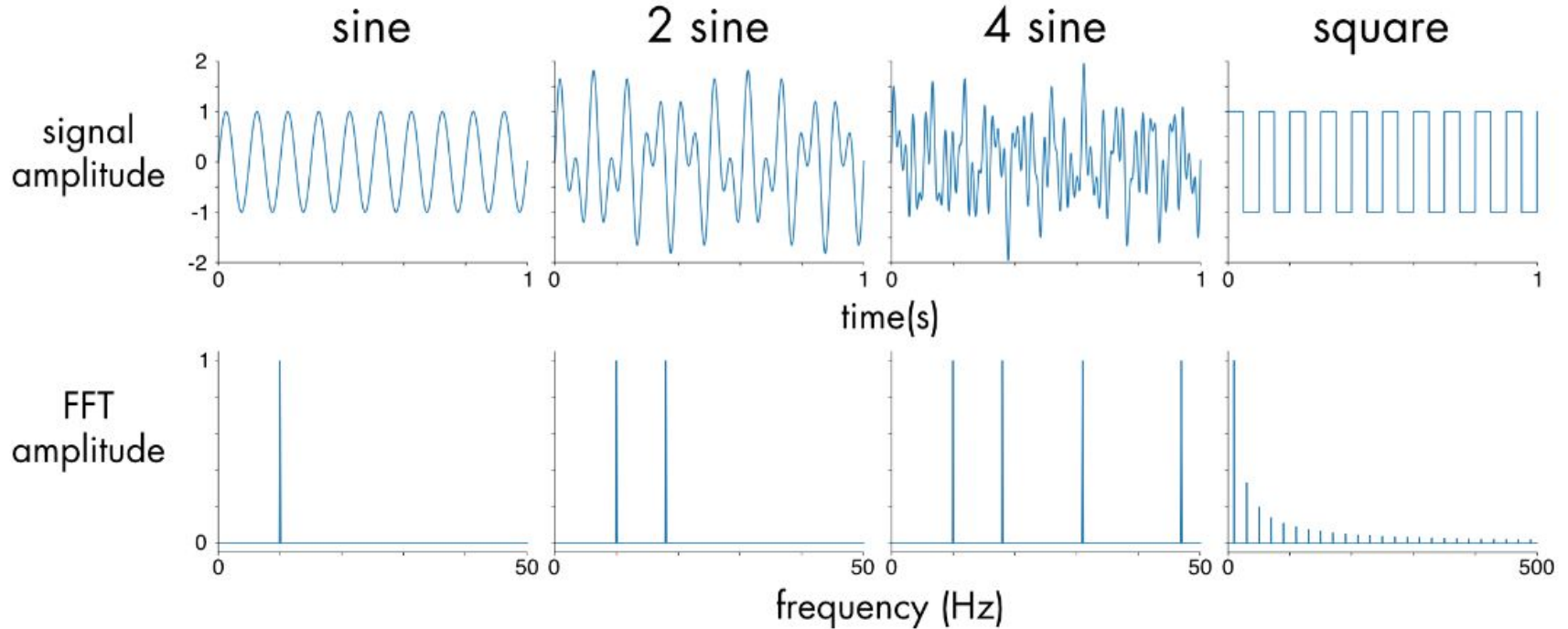
# Tópicos Técnicos: DR e MDS

Faixa Dinâmica (DR) e sensibilidade (MDS) são parâmetros fundamentais na qualidade de um receptor. Portanto, antes de uma aquisição, é recomendado a leitura dos “reviews” do equipamento.

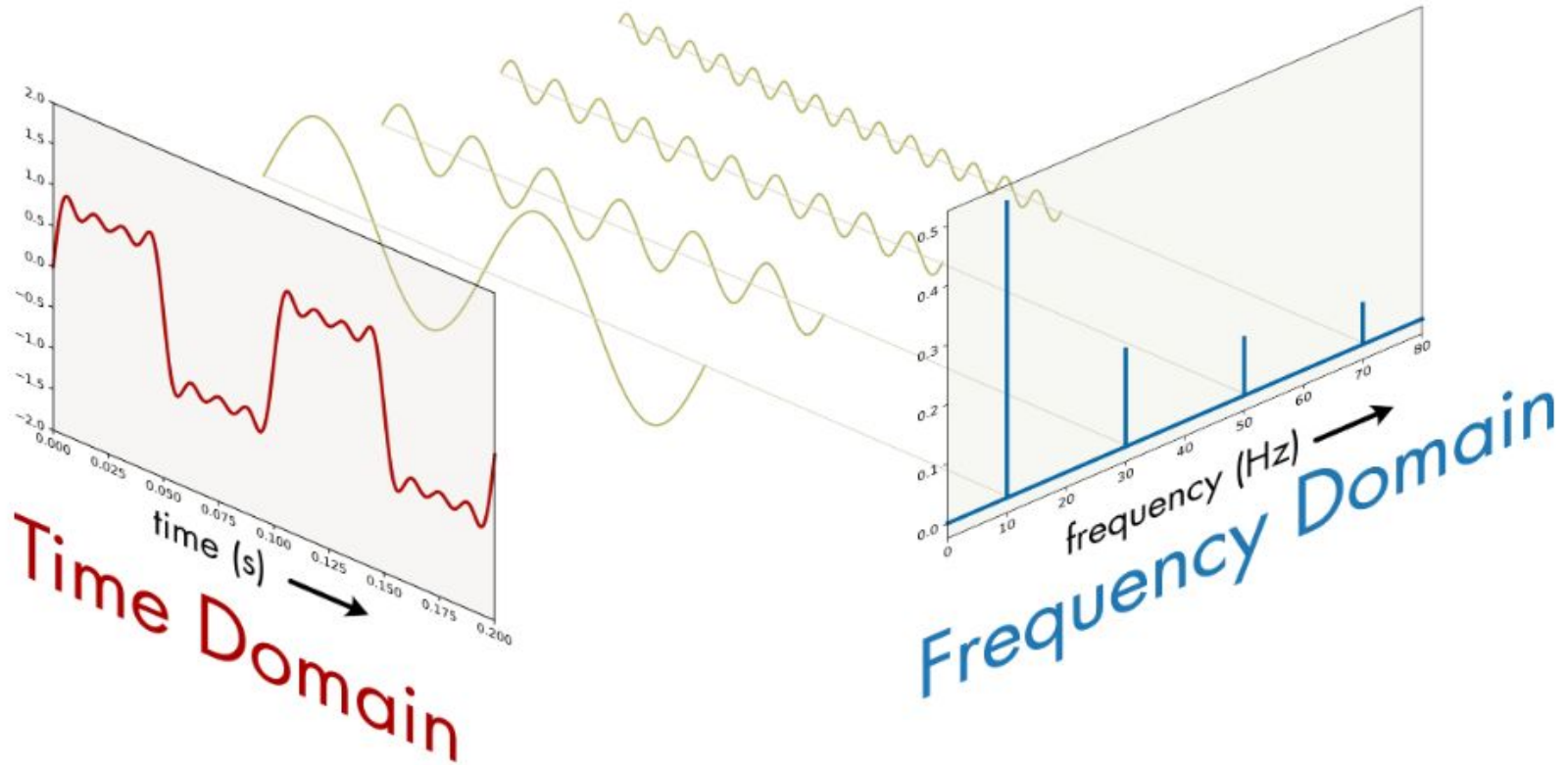
Sherwood Engineering: <http://www.sherweng.com/table.html>

ARRL: <https://www.arrl.org/qst>

# Tópicos Técnicos: Domínio do tempo e de frequências



## 4. Tópicos Técnicos: Domínio do tempo e de frequências



# Tópicos Técnicos: Transformada de Fourier



Jean Baptiste Joseph Fourier

A Transformada de Fourier transforma sinais no domínio do tempo no domínio de frequência e isso permite analisar de forma adequada as funções não periódicas.

A transformada de Fourier compete em algumas aplicações com a transformada de Laplace. Entretanto, a transformada de Fourier é mais útil que a transformada de Laplace nas aplicações relacionadas às áreas de processamento de sinais.

# Tópicos Técnicos: Transformada Discreta de Fourier

$$X[k] = \sum_{n=0}^{N-1} x_n \cdot \left[ \cos\left(\frac{2\pi}{N}kn\right) - i \cdot \sin\left(\frac{2\pi}{N}kn\right) \right]$$

Onde:

$X[k]$  = Energia dentro de um “bin”  $k$  (banda passante de uma caixa);

$n$  = posição da amostra dentro do buffer;

$N$  = Tamanho do buffer contendo as amostras;

$x_n$  = Valor da amostragem na posição  $n$ ;

$k$  = posição do “bin” (caixa)

$i$  =  $\sqrt{-1}$

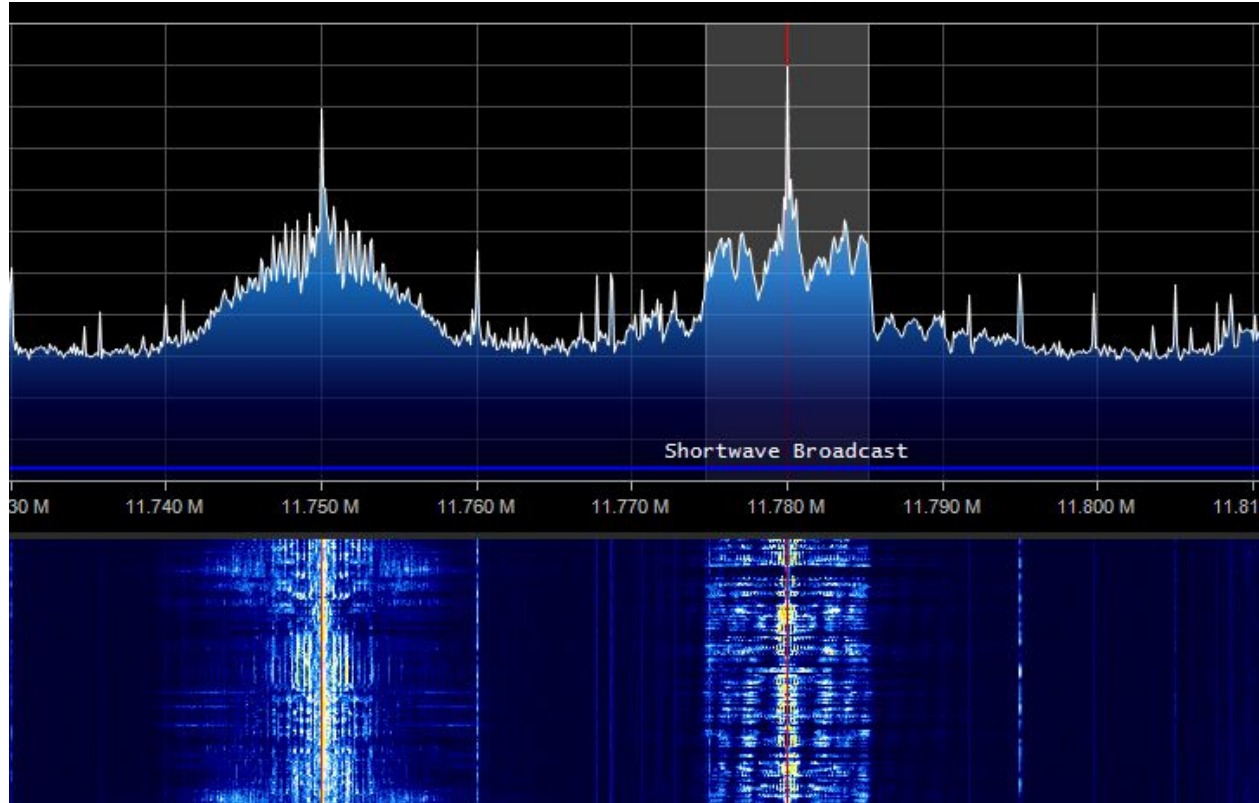
# Tópicos Técnicos: Transformada Rápida de Fourier (FFT)

A FFT é um algoritmo que implementa os cálculos da Transformada Discreta de Fourier de forma mais eficiente e mais rápida. A FFT é o “motor” dos algoritmos DSP dos SDRs modernos.

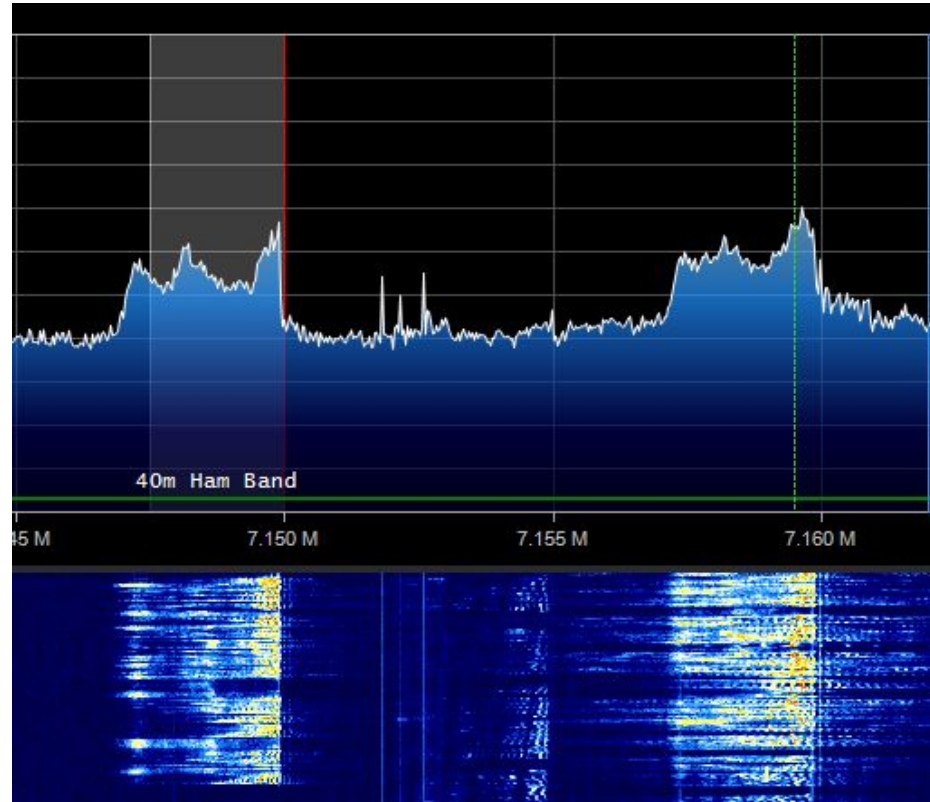
Além de realizar o processamento de sinais, a FFT é uma ferramenta valiosa na análise espectral – tornando os SDR em um analisador de espectro de alta precisão e, conseqüentemente, a estação do radioamador em um laboratório.



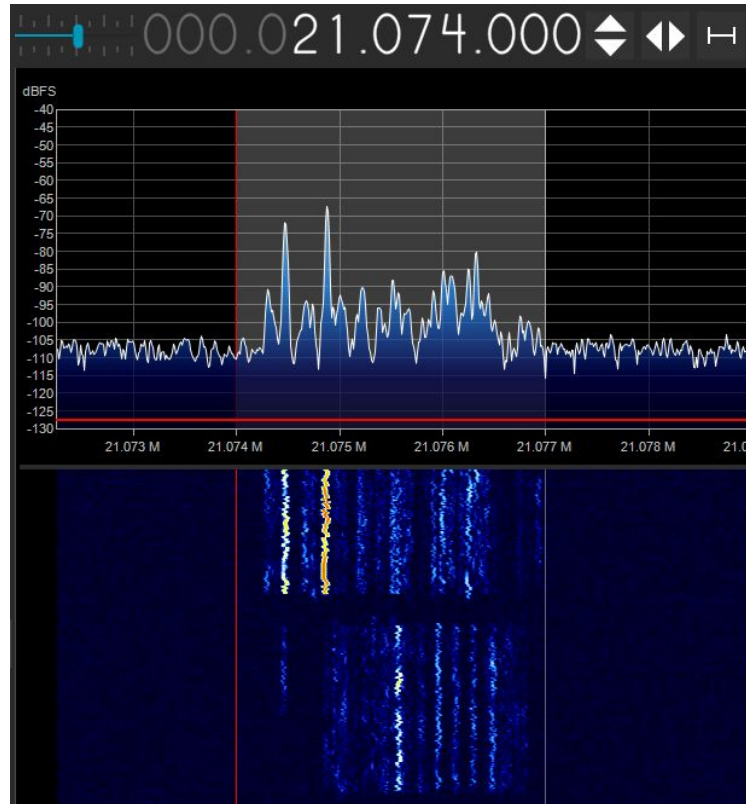
# Espectro de sinais modulados em AM



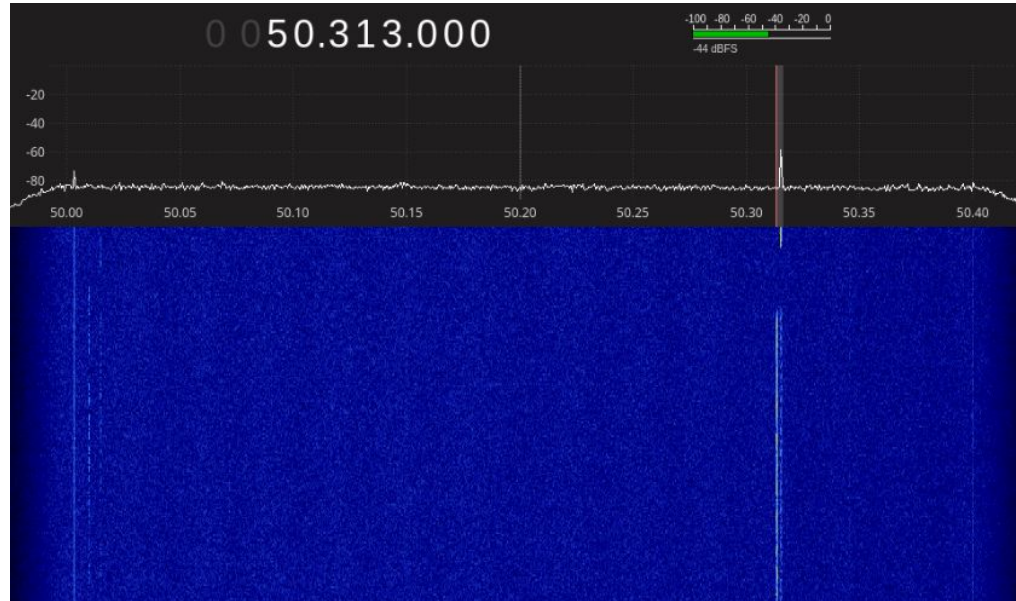
# Espectro de sinais modulados em SSB (LSB)



# Tópicos Técnicos: Espectro e Espectrograma

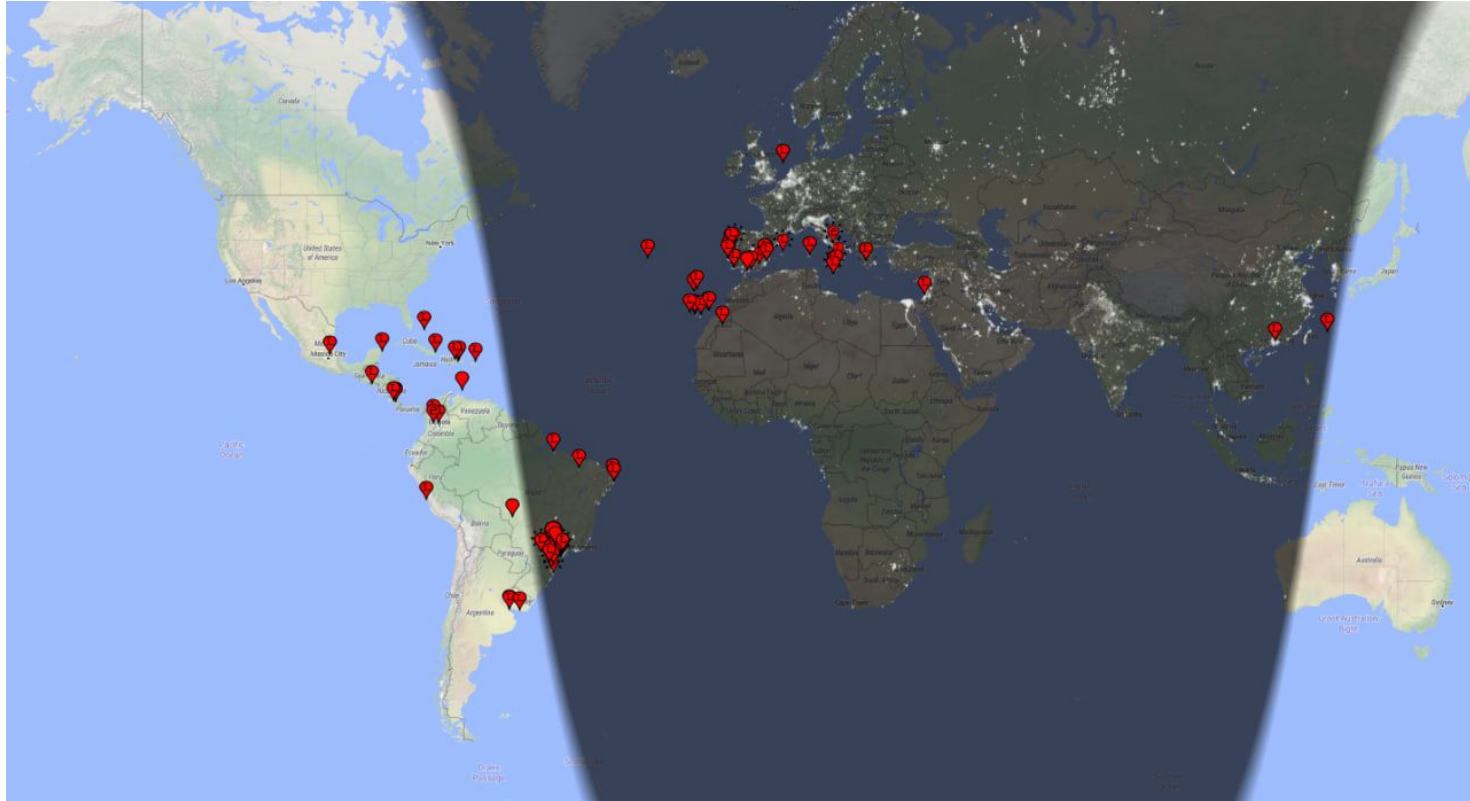


## 5. Experimentos com SDR na banda dos 6m

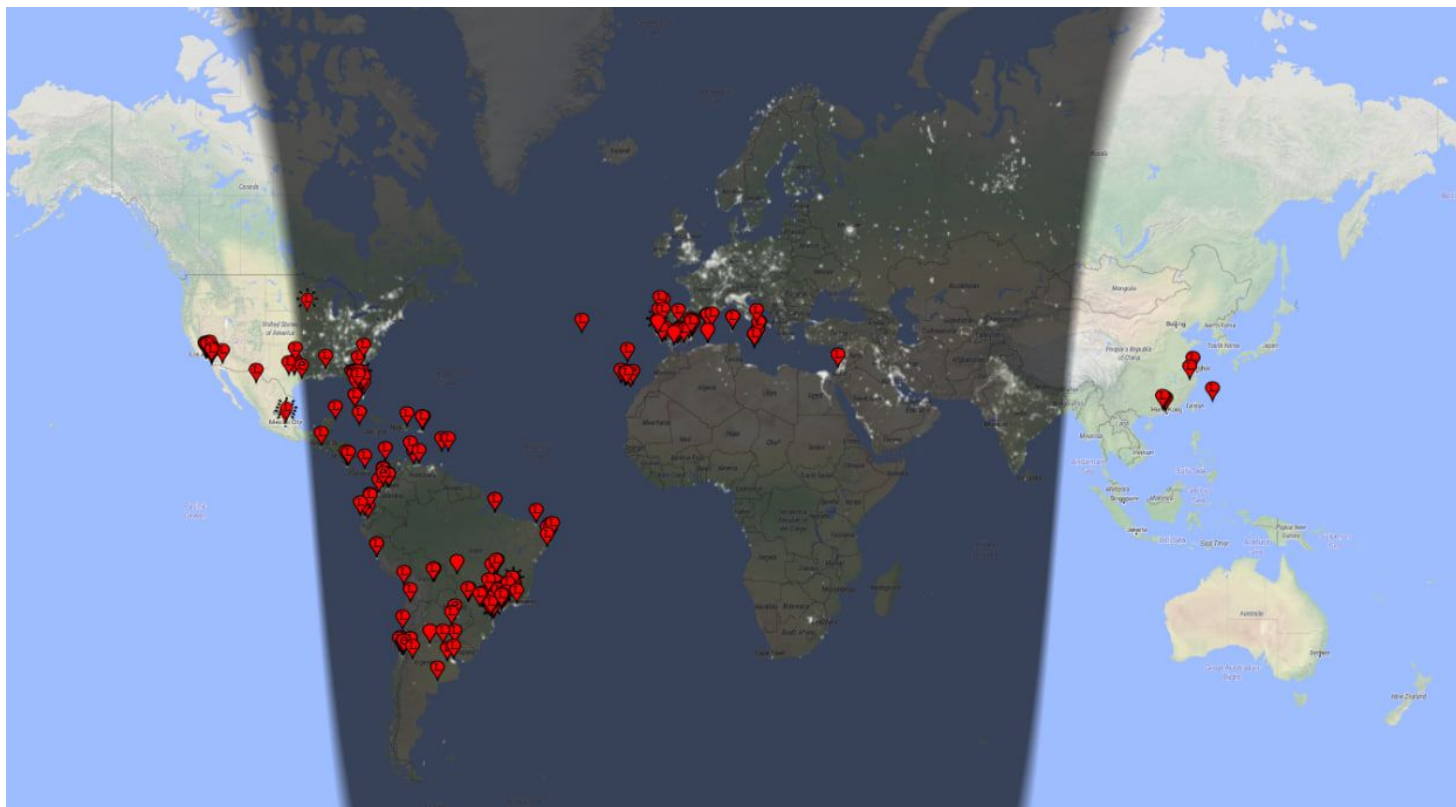


RX usando GQRX e RTL-SDR no Linux

# Atividade em 6m FT8 na noite de 2024-02-26

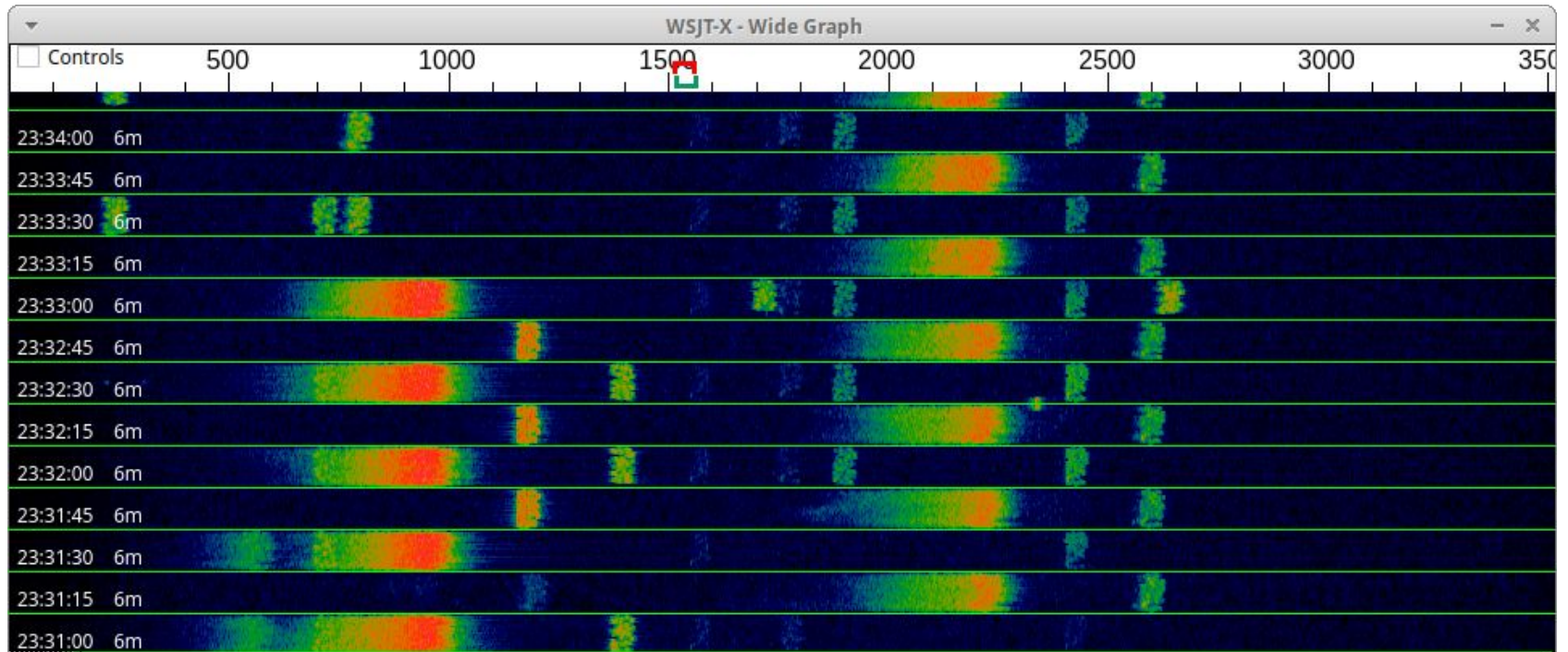


# Atividade em 6m FT8 na noite de 2024-03-07

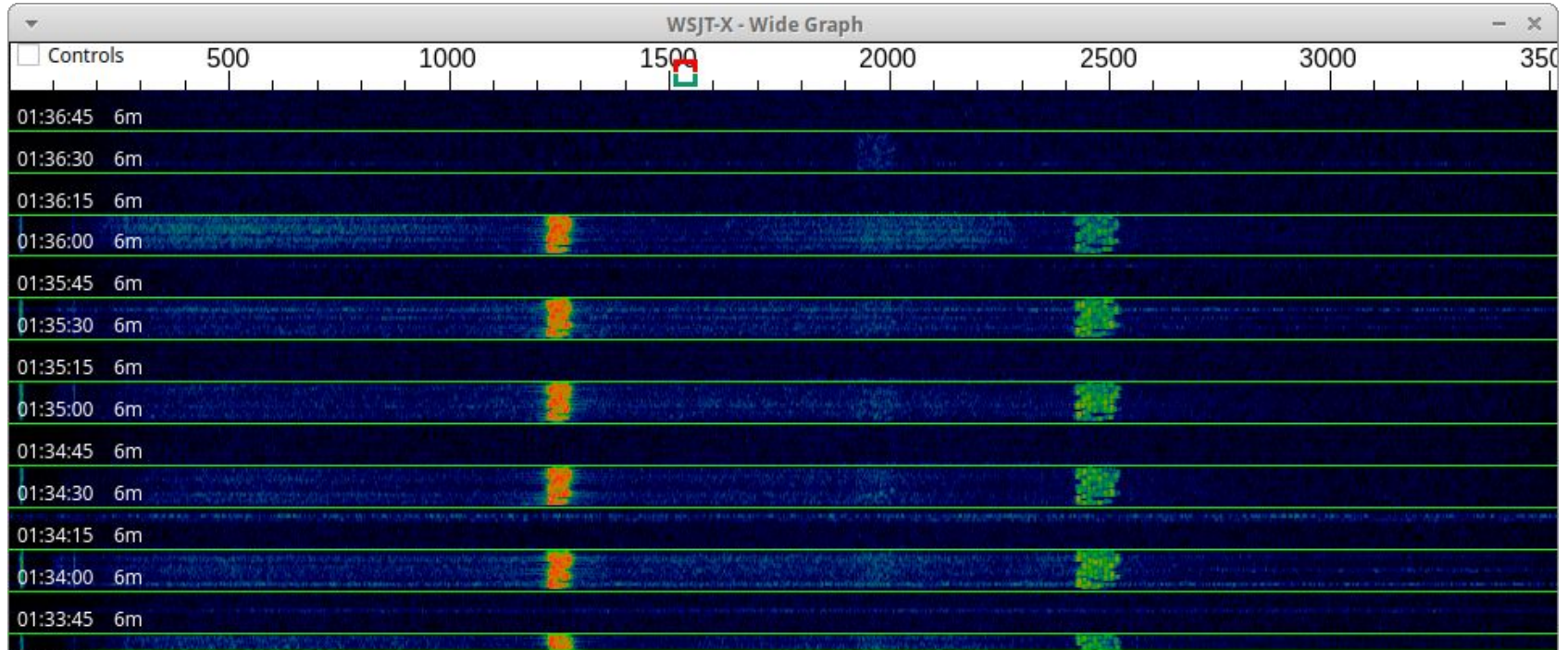




# TEP



# TX com intermodulação





# GQRX e WSJT-X

The screenshot displays the GQRX and WSJT-X software interface. The main window is titled "GQRX v2.12 - rB-0" and shows a waterfall plot of a 50.313.000 MHz signal. The plot shows a strong signal at 50.313.000 MHz, with a peak level of -41 dBFS. The time axis ranges from 50.00 to 50.40 MHz, and the frequency axis ranges from 500 to 350 kHz. Below the waterfall plot, there is a control panel with a frequency display of 50.313.000 MHz and a time display of 2024 Feb 04 23:21:45. The WSJT-X window is titled "WSJT-X v2.6.1 by K1JT et al. [PY2SDR]" and shows a band activity table with columns for UTC, dB, DT, Freq, and Message. The table lists various stations and their frequencies, with some entries highlighted in green. The table is as follows:

UTC	dB	DT	Freq	Message
231545	-16	0.5	1486	CQ PY2WLM GG66
231600	8	0.5	2105	PU4EPO CT1DVG -14
231600	-12	0.5	1482	6Y5DN CT1EEX IM58
231615	-17	0.5	1487	CQ PY2WLM GG66
231630	7	0.5	2105	PU4EPO CT1DVG RR73
231630	-14	0.5	1482	PY2XB CT1EEX IM58
231645	-19	0.6	1488	CQ PY2WLM GG66
231700	9	0.4	2105	CQ CT1DVG IM67
231700	-14	0.5	1482	PY2XB CT1EEX R-03
231730	8	0.4	1495	PY2WLM CT1DVG R-11
231800	7	0.4	1494	PY2WLM CT1DVG R-07
231830	8	0.5	1494	PY2WLM CT1DVG 73
231900	7	0.4	1494	CQ CT1DVG IM67
231930	7	0.4	1493	CQ CT1DVG IM67
231945	27	1.5	1494	CT1DVG PY2LPH GG57
232000	6	0.4	1498	PY2JA CT1DVG -20
232015	28	1.5	1495	CT1DVG PY2LPH GG57
232030	8	0.4	1500	PY2JA CT1DVG RR73
232045	28	1.4	1495	CT1DVG PY2LPH GG57
232045	-18	0.4	2322	CQ PY2XB GG66
232100	6	0.4	1739	PT2OP CT1DVG R-20
232130	8	0.5	1739	PT2OP CT1DVG R-20

The interface also includes a "Band Activity" table and a "Rx Frequency" table. The "Band Activity" table is as follows:

UTC	dB	DT	Freq	Message
231545	-16	0.5	1486	CQ PY2WLM GG66
231600	8	0.5	2105	PU4EPO CT1DVG -14
231600	-12	0.5	1482	6Y5DN CT1EEX IM58
231615	-17	0.5	1487	CQ PY2WLM GG66
231630	7	0.5	2105	PU4EPO CT1DVG RR73
231630	-14	0.5	1482	PY2XB CT1EEX IM58
231645	-19	0.6	1488	CQ PY2WLM GG66
231700	9	0.4	2105	CQ CT1DVG IM67
231700	-14	0.5	1482	PY2XB CT1EEX R-03
231730	8	0.4	1495	PY2WLM CT1DVG R-11
231800	7	0.4	1494	PY2WLM CT1DVG R-07
231830	8	0.5	1494	PY2WLM CT1DVG 73
231900	7	0.4	1494	CQ CT1DVG IM67
231930	7	0.4	1493	CQ CT1DVG IM67
231945	27	1.5	1494	CT1DVG PY2LPH GG57
232000	6	0.4	1498	PY2JA CT1DVG -20
232015	28	1.5	1495	CT1DVG PY2LPH GG57
232030	8	0.4	1500	PY2JA CT1DVG RR73
232045	28	1.4	1495	CT1DVG PY2LPH GG57
232045	-18	0.4	2322	CQ PY2XB GG66
232100	6	0.4	1739	PT2OP CT1DVG R-20
232130	8	0.5	1739	PT2OP CT1DVG R-20

The "Rx Frequency" table is as follows:

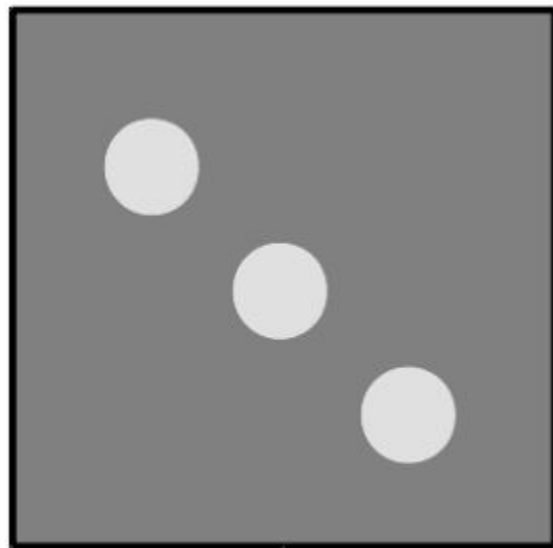
UTC	dB	DT	Freq	Message
231545	-9	0.2	1516	PY3SOL EA8TR -11
231615	-8	0.2	1516	PY3SOL EA8TR -09
231645	-7	0.2	1521	PY3SOL EA8TR RR73
010015	-14	0.6	1508	CP6CL PY2WLM -14
010045	-16	0.6	1508	CP6CL PY2WLM -14
010215	-18	0.6	1510	CP6CL PY2WLM RR73
015930	-11	2.1	1506	CQ CE2EP PF46

The interface also includes a "Controls" panel with a frequency display of 50.313.000 MHz and a time display of 2024 Feb 04 23:21:45. The "Controls" panel includes a "Log QSO" button, a "Stop" button, and a "Monitor" button. The "Controls" panel also includes a "DX Call" field with the value "PY2XB", a "DX Grid" field with the value "GG66", and a "Look up" button. The "Controls" panel also includes a "Q65" field with the value "2024 Feb 04 23:21:45" and a "JT65" field with the value "2024 Feb 04 23:21:45".

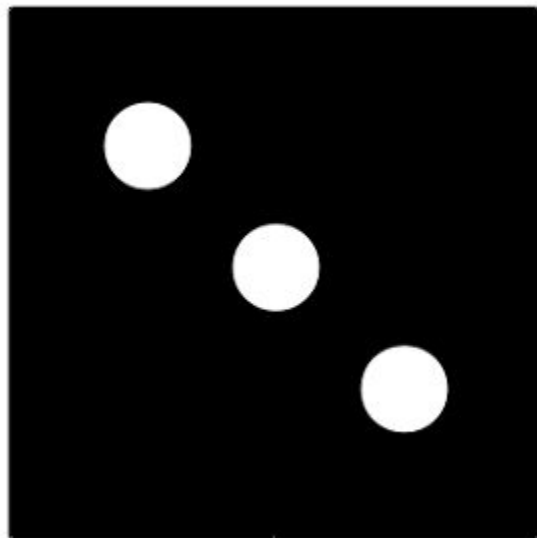
# Curiosidades do modo FT8

- O modo FT8 transmite 79 símbolos de informação usando M-ary (G)FSK (8 tons) ocupando uma banda passante de 50 Hz;
- Dos 79 símbolos transmitidos, 21 são usados para sincronismo (26.6%);
- Os 58 símbolos restantes contém a mensagem, FEC, e CRC;
- O decodificador FT8 grava 15 segundos de áudio usando uma taxa de amostragem de 12 kHz e faz uma busca massiva pelos bits de sincronismo (vetor de sincronismo) em frequência (na banda passante do áudio do receptor e iniciando em  $0,5 \pm 2,5$  segundos);
- Sinais que passam pela detecção do sincronismo são então enviados para o decodificador;
- Todo esse trabalho faz uso intensivo da FFT.

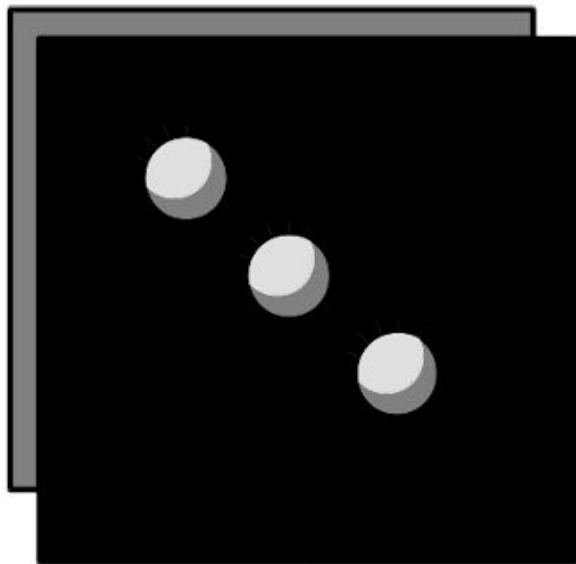
# Curiosidades do modo FT8: Sincronização



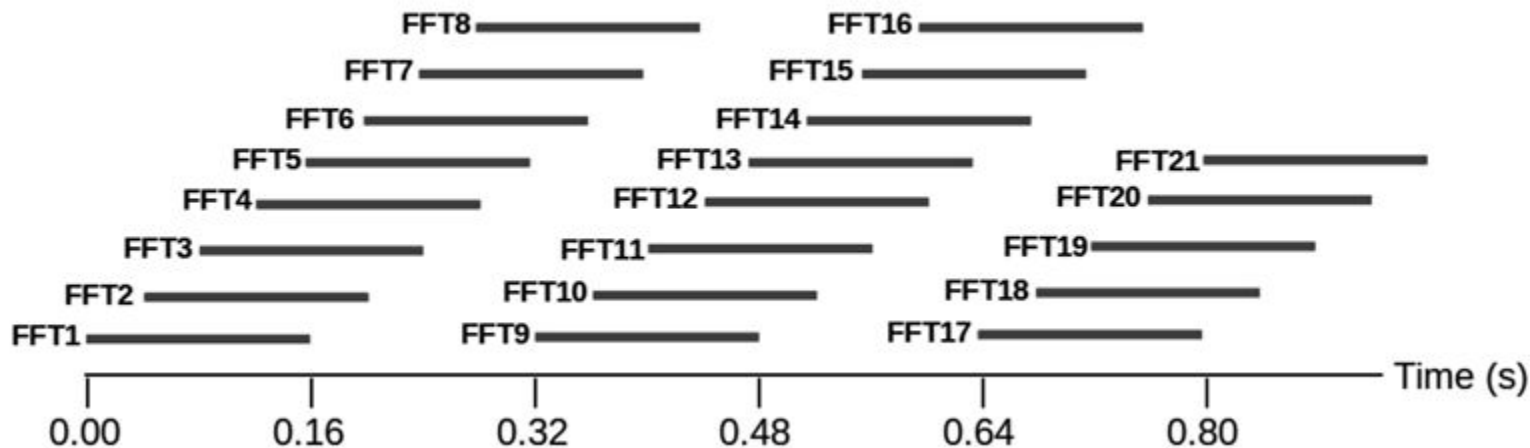
# Curiosidades do modo FT8: Sincronização



# Curiosidades do modo FT8: Sincronização



# Curiosidades do modo FT8: Sincronização



Maiores detalhes podem ser encontrados no paper de Mike Hasselbeck, WB2FKO.

[https://files.tapr.org/meetings/DCC\\_2019/2019-4-WB2FKO.pdf](https://files.tapr.org/meetings/DCC_2019/2019-4-WB2FKO.pdf)

# Curiosidades do modo FT8: Sensibilidade

*O conteúdo do ruído em um sinal é uma função da largura da banda ocupada pelo sinal. O ruído diminuirá em 3 dB quando a largura de banda for reduzida pela metade.*

# Curiosidades do modo FT8: Mensuração dos sinais

- O software WSJT-X mensura a relação sinal ruído (SNR) dos sinais em FT8 usando uma banda de referência de 2500 Hz. Esse é o motivo dos sinais mais fracos apresentarem um valor negativo;
- Portanto, um sinal de FT8 com SNR de -20 dB (2500 Hz) equivale a um sinal de +6 dB dentro de uma banda passante de 6,25 Hz (banda passante do filtro de um tom do FT8);
- Um sinal em uma banda passante de 6,25 Hz possui 26 dB menos ruído que um sinal em uma banda passante de 2500 Hz.

$$10 * \log_{10}(2500) = 34 \text{ dB}; 10 * \log_{10}(6,25) = 8 \text{ dB}; 34 \text{ dB} - 8 \text{ dB} = 26 \text{ dB}.$$



## 6. Projetos

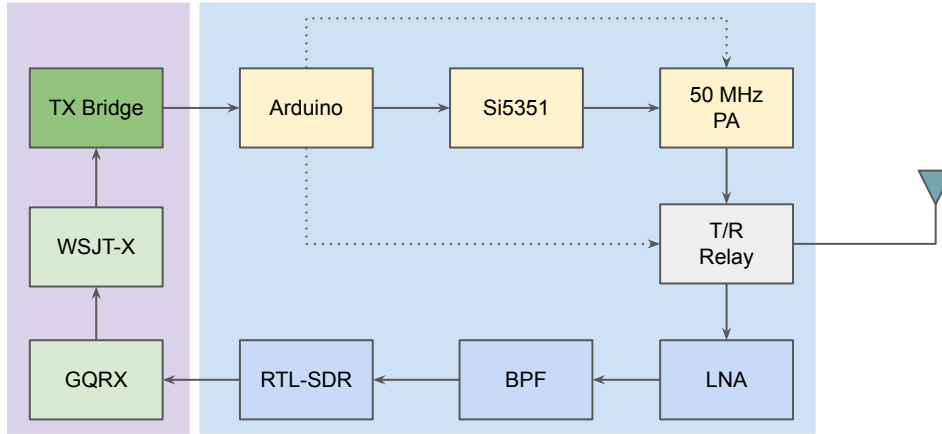
O meu maior interesse no radioamadorismo é a investigação tecnológica com a radiotécnica e o aprendizado.

Eu sinto prazer em construir meus próprios equipamentos e tenho muita satisfação quando os mesmos funcionam como esperado.

Gostaria de compartilhar com vocês alguns dos meus projetos para a banda dos 6m. Os mesmos estão em construção e foram motivados pela realização do Encontro Técnico dos 6m em Botucatu.

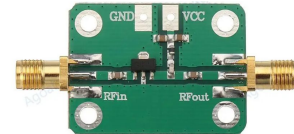
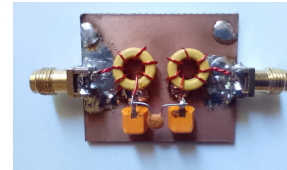
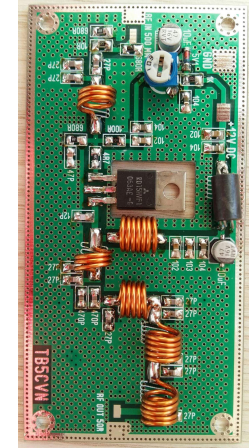
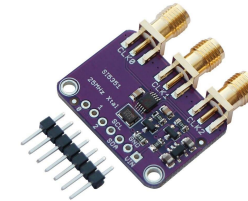
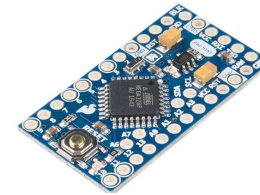
Deixo aqui meus sinceros agradecimentos aos organizadores e colegas Mário PY2DV, Fred PY2XB, Peter PY5CC, e Hermínio PY5HSD.

# Projeto TRX FT8 para a banda dos 6m

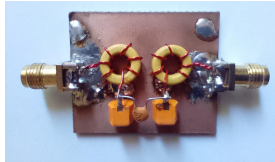
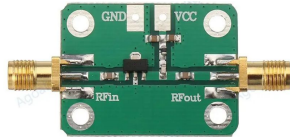
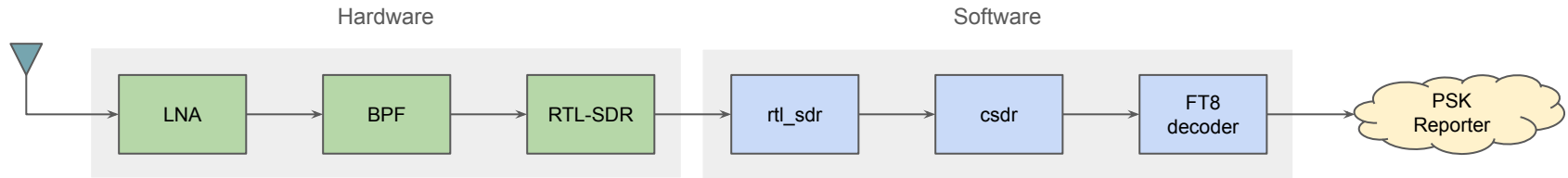


## Objetivos:

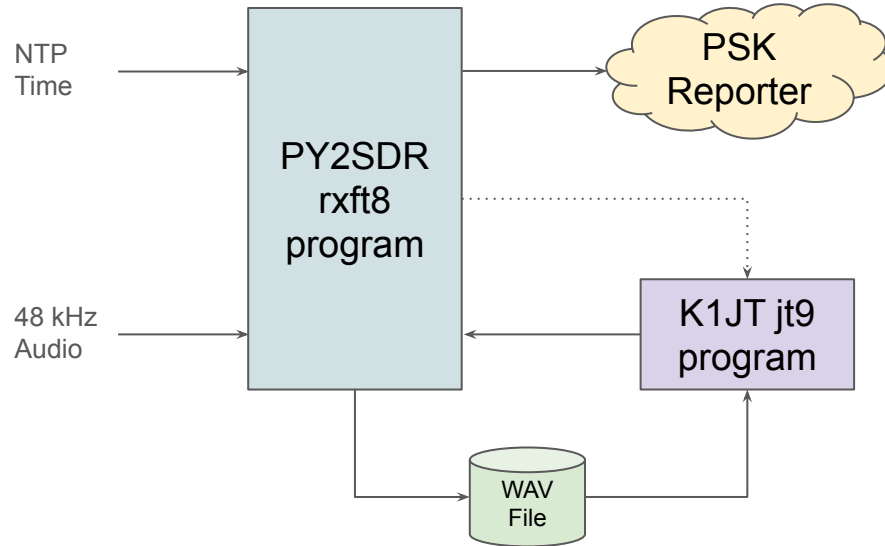
- Projeto simples e de baixo custo
- Equipamento artesanal
- TX com sinal estável e limpo
- Incentivo à experimentação
- Fun!



# Projeto Beacon Reverso FT8 para a banda dos 6m



# Projeto Beacon Reverso FT8 para a banda dos 6m



Implementado e funcionando!!!

# Projeto Beacon Reverso FT8 para a banda dos 6m

```
Terminal - pi@pi38: ~/py2sdr
File Edit View Terminal Tabs Help
pi@pi38: /var/run/user/1000 x pi@pi38: ~/py2sdr x
#!/bin/bash
# FT8 Reverse Beacon
# PY2SDR 2024 - py2sdr@gmail.com

cd /run/user/$UID

LO=50200000 # Center Frequency
QRG=50313000 # RX Frequency
SR=2400000 # Sample Rate
SHIFT="python -c "print(float($LO-$QRG) / $SR)"` # Frequency Shift

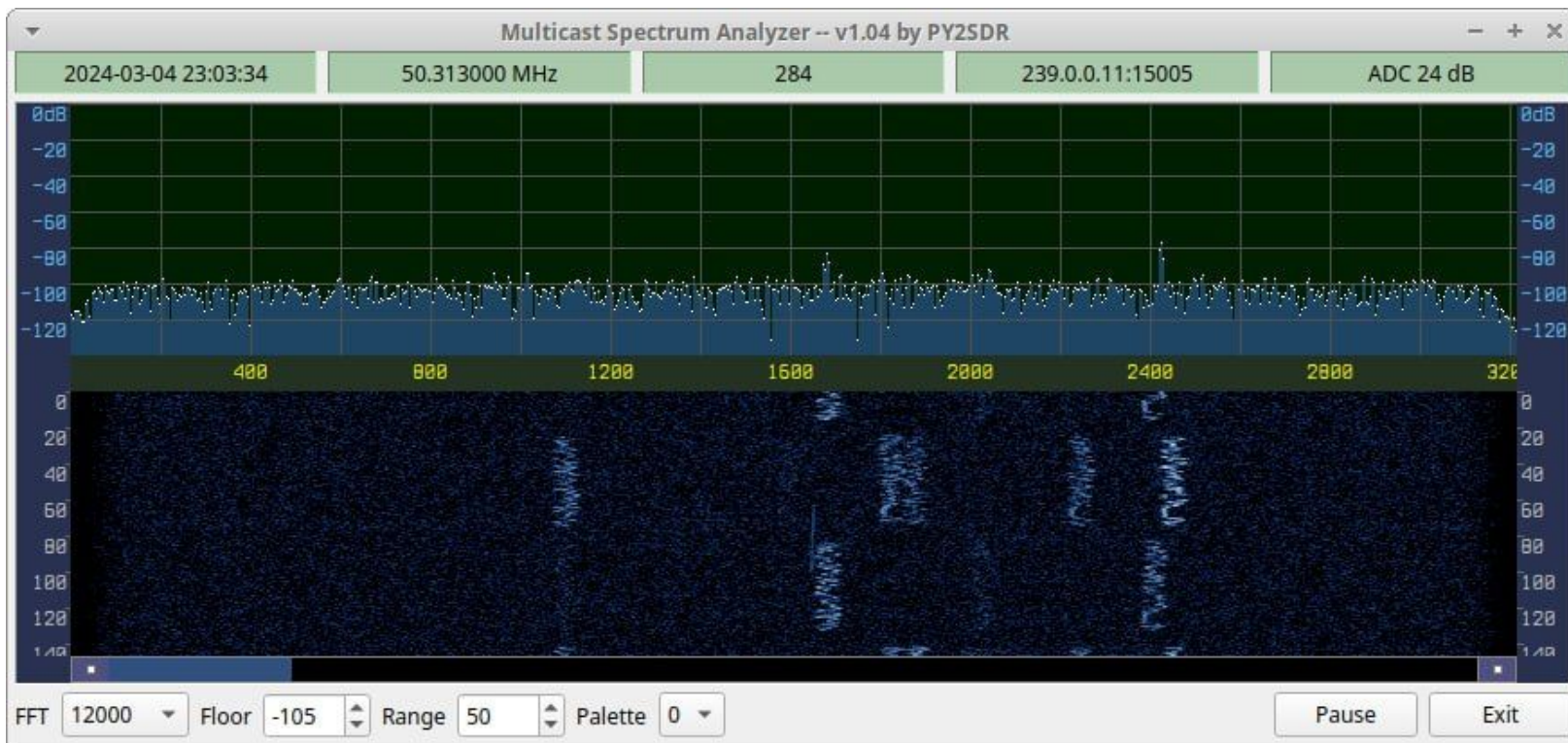
rtl_sdr -p -2 -s $SR -f $LO -g 49 - | \
csdr convert_u8_f | \
csdr shift_addition_cc $SHIFT | \
csdr fir_decimate_cc 50 0.005 HAMMING | \
csdr bandpass_fir_fft_cc 0.001 0.066 0.005 | \
csdr realpart_cf | \
csdr convert_f_s16 | \
msend

#mrecv | nc -k -l 0.0.0.0 30000
#rxf8 -c py2sdr -l gg56tv -f 50313000 -g 239.0.0.1 -p 50001

pi@pi38: ~/py2sdr $
```

```
Terminal - pi@pi38: /var/run/user/1000
File Edit View Terminal Tabs Help
pi@pi38: /var/run/user/1000 x pi@pi38: ~/py2sdr x
-----
230645 -5 0.1 1079 ~ PY4KS EA8BS 73
230645 -8 0.1 2226 ~ CQ PR7XB HI22 *
230645 -7 0.3 1806 ~ CQ PY7XC HI21 *
230645 -16 0.1 1985 ~ CQ PU2PGQ GG66 *
-----
230700 -4 0.2 2387 ~ CQ EA8TL IL18 *
230700 -7 -0.1 966 ~ ZP9HTL CT11LT -21
230700 -2 0.1 1661 ~ CQ CU2AP HM77 *
-----
230715 -9 0.1 2226 ~ CQ PR7XB HI22 *
230715 -7 0.2 1806 ~ CQ PY7XC HI21 *
230715 -6 0.1 1800 ~ CQ EA8BS IL18 *
230715 -18 0.0 1985 ~ CQ PU2PGQ GG66 *
-----
230730 -6 -0.1 966 ~ ZP9HTL CT11LT -21
230730 -3 0.2 2387 ~ CQ EA8TL IL18 *
230730 -2 0.1 1661 ~ CQ CU2AP HM77 *
-----
230745 -6 0.1 1079 ~ CQ EA8BS IL18 *
230745 -8 0.1 2227 ~ CQ PR7XB HI22 *
230745 -6 0.2 1806 ~ CQ PY7XC HI21 *
230745 -17 0.1 1985 ~ CQ PU2PGQ GG66 *
```

# Projeto Beacon Reverso FT8 para a banda dos 6m



# Projeto Beacon Reverso FST4W-15 para 6m

You may think of other applications for the new modes beyond those discussed here. Keep in mind that these are very narrow-band modes; achieving the sensitivities listed in the table requires that oscillator drifts and path-induced Doppler shifts must be less than the tone spacing, over the full sequence length. As one example of a different application, the short-sequence submode FST4-15 has been found very effective on 50 MHz ionospheric scatter paths. At the opposite extreme of transmission length, VK7MO and VK7ZBX have had good success using FST4W-1800 for non-line-of-sight optical scattering communication, spanning obstructed paths as long as 153 km by using LED arrays, Fresnel lenses, and photo-detectors.

[https://wsjt.sourceforge.io/FST4\\_Quick\\_Start.pdf](https://wsjt.sourceforge.io/FST4_Quick_Start.pdf)

Quem topa???

73, Edson PY2SDR

*py2sdr@gmail.com*