

軟件定義無線電收音機 (SDR)

03/18/2018

SDR Ham Radio

Software-defined radio (SDR) is a radio communication system where components that have been typically implemented in hardware (e.g. mixers, filters, amplifiers, modulators/demodulators, detectors, etc.) are instead implemented by means of software on a personal computer or embedded system.

SDR (Software-defined radio) 是近年来发展的一种用软件做界面的 Ham Radio 無線電收音機，收信频率范围可达 24MHz - 1,766 MHz. 如加上 Up-Converter 部件，低端频率也可复盖到 (100KHz-24MHz). 故 SDR 可用于全频段調频/調幅收音機. 目前市場上 RTL-SDR 的售價僅\$20-\$50 (见图 1, 100KHz-1,766MHz) 比較硬件 Digital 無線電收音機 (\$1,000-\$3,000), 不失為業余愛好者的首選.

原理上 SDR 的收信功能全是用硬件集成電路 (R820T2+RTL2832U) 實現的. 硬件實現的功能包涵混頻器，濾波器，放大器，調製器/解調器，檢測器等. 個人計算機上的軟件仅是做 Interface, 故對計算機要求不高.

集成電路 (R820T2+RTL2832U) 的功能原理見本文尾 Appendix: RTL-SDR Ham Radio.

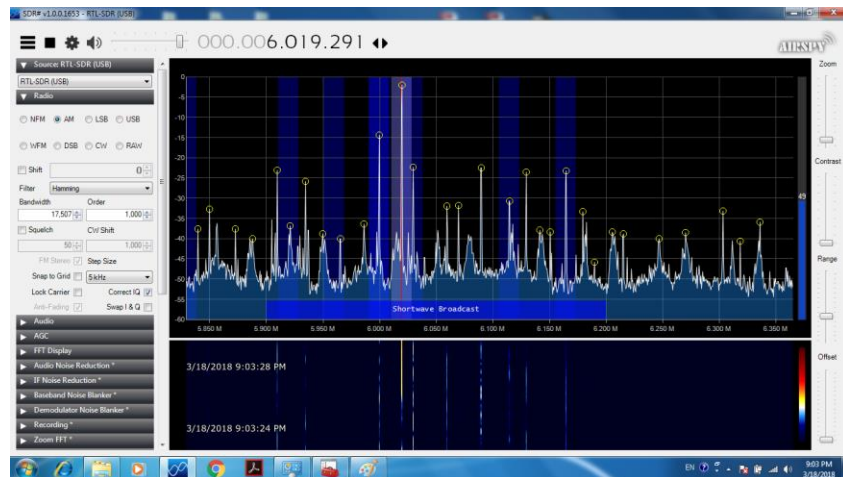


图 1, RTL-SDR USB 收音机

图 2, RTL-SDR AirSpy Software

从网上买了 RTL-SDR USB 收音机 (见图 1), 然后按照网站 www.rtl-sdr.com 的说明装上 RTL-SDR 软件 AirSpy (图 2, Win64-bit, Windows SDR Software Package)。

<https://airspy.com/download/>

For more details, check this link:

<http://dalvikplanet.blogspot.com/2017/03/how-to-get-working-rtl2832u-r820t2-on.html>

但是软件装上后这系统不能正常工作. 经多天的折腾才使系统正常. 总共解决了 6 大问题, 现记述如下.

- 1) 随 RTL-SDR 寄来的 USB Cable 是坏的.
- 2) Up-Converter 是坏的.
- 3) The downloaded software does not work for Windows 10 even is says designed for Windows 10.
- 4) 100KHz-24MHz 频率段 Sampling 需用 Direct Sampling (Q band) Mode
- 5) The attached antenna does not fit HF band (100KHz to 24MHz)
- 6) 用天線高放器增加短波的灵敏度.

I. 随 RTL-SDR 寄来的 USB Cable 是坏的

寄来的 USB Cable 是坏的, (奇怪的是该 USB Cable 在其它设备上没毛病.) 浪费了我好长时间. 不管插到那个电脑 USB 口都显示同样的 error message “USB Device Not Recognized”. 又因为该 USB Cable 在其它设备上没毛病, 所以当时我以为寄来的 RTL-SDR 集成电路是坏的, 没法再试了, 直到我换了一根 USB Cable.

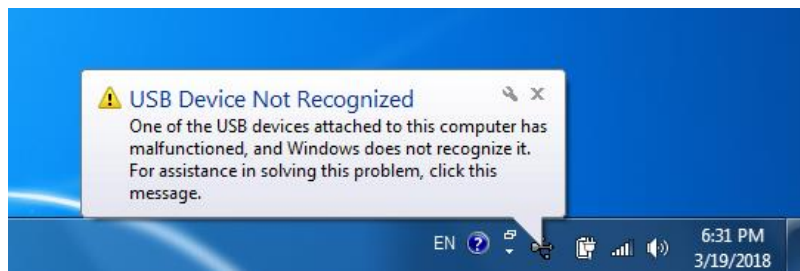


图 3, RTL-SDR Error message

II. 下載的軟件说是為 Windows 10 設計的, 但在 Windows 10 下不能运行

下載的軟件说是為 Windows 10 設計的, 但在 Windows 10 下不能运行. 最后发现只有在 Win 7 上能运行.

III. RTL-SDR 中的 Up-Converter 部分是坏的.

换了一根 USB Cable, 軟件能动了, 可收到 FM 99.5MHz Classical Music 电台. 但 HF 频率 (100KHz-24MHz) 无音.

集成电路(R820T2+RTL2832U) 實現的 SDR Radio 原理上只能用于收听 24MHz 以上的频率;必需加上附加的 Up-Converter 部分才能收听 100KHz - 24MHz 的频率(HF). 很不幸, 寄来的 RTL-SDR 中的 Up-Converter 部分是坏的, 所以软件装上后系统不能正常工作. 在 100KHz - 24MHz 的频率段能听到非常强的背景噪音, 但就是没有电台信号. 图形上面都是小的起伏, 没有电台信号的尖峰.

见下面的 RTL-SDR 内部照片, 上边部分是 R820T2+RTL2832U, 外围即是 Up-Converter 部分. 经分析, 没有(HF)电台信号可能是 Up-Converter 的问题, 但找不到线路图. 无奈只能 ”一无图紙二无資料, 土法上馬大练練鋼鐵” 了. 用示波器信號追踪法确定损坏点再用一个小電容器跳过故障点解决了问题. 经以后的多方测定, Up-converter 功能全面恢复, 土法上馬万岁! (见下面的照片)

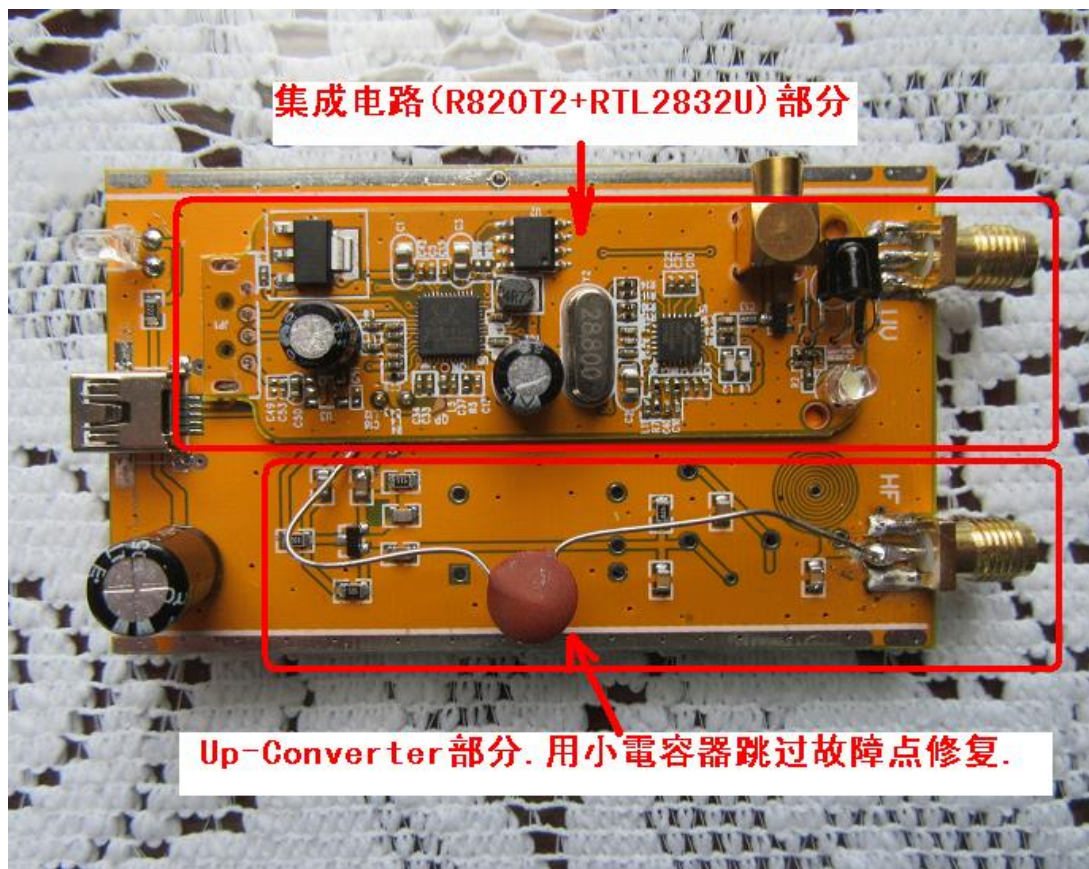


图 4, 修理 Up-Converter 的故障

IV. 100KHz-24MHz 频率段 Sampling 需用 Direct Sampling (Q band) Mode

土法上馬修好 Up-Converter 后 100KHz-24MHz 还是没有电台信号. 查看网上多篇文集, 终于查到: 100KHz-24MHz 频率段 Sampling 需用 Direct Sampling (Q branch) Mode. 见下图.

改为 Q branch Mode 后, 49 米(5.8MHz-6.30MHz)短波收讯正常. 电台信号信噪比可达 51dB, 见图 6.

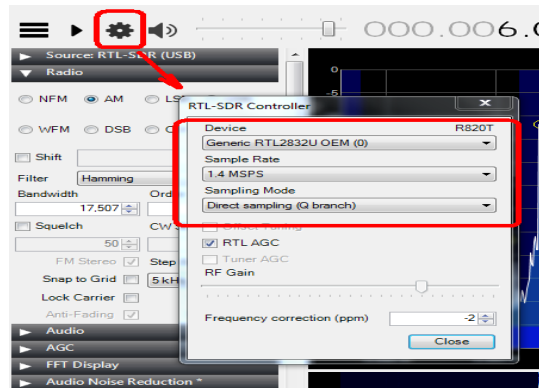


图 5, 改为 Q branch Mode

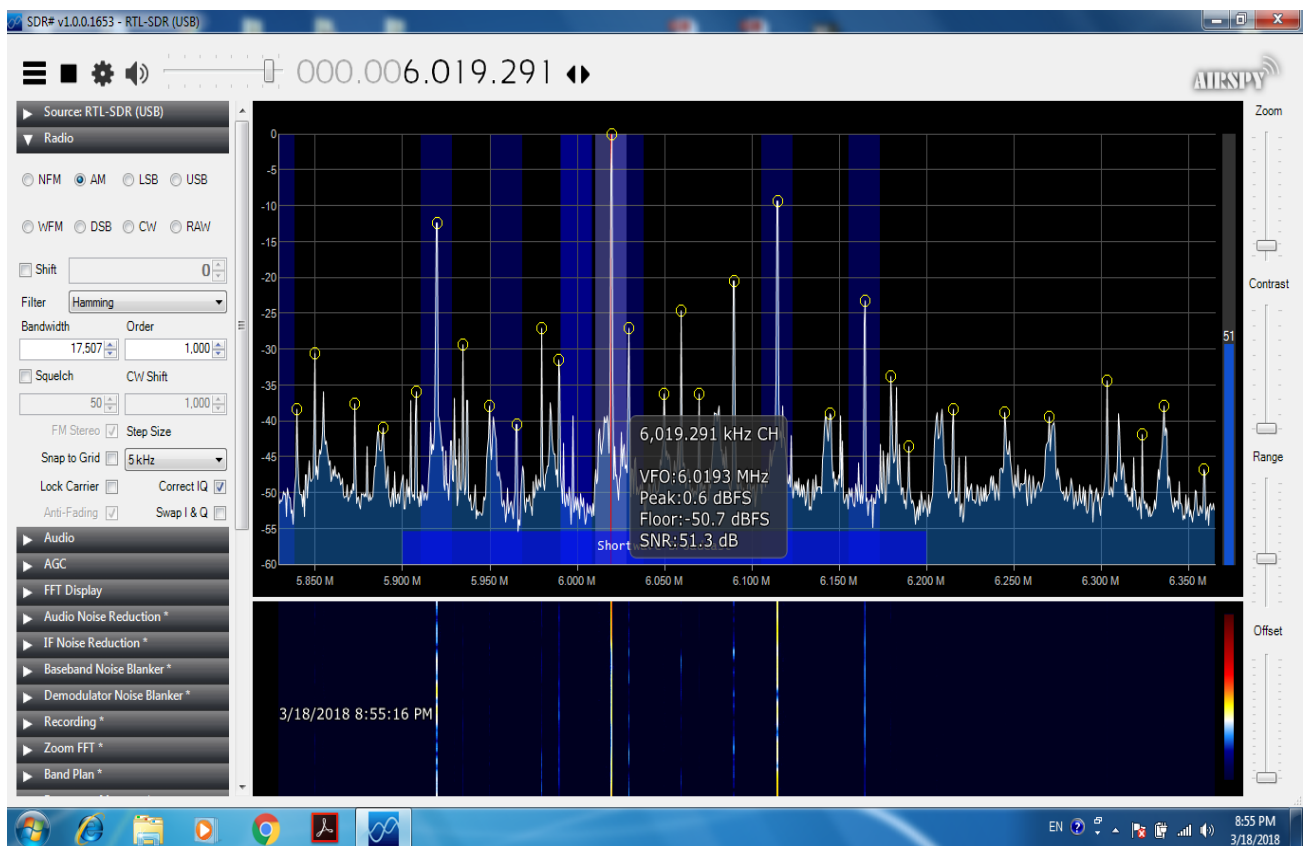


图 6, 短波收讯正常

V. 寄来的天線不適合 HF 频段 (100KHz 至 24MHz)



随 RTL-SDR 寄来的天線(见左图)在 UF 频段很好, 但不適合 HF 频段 (100KHz 至 24MHz) . 尚未找到合用的天線, 仅用 3 米长的电线插入天線孔挂墙上即可.

图 7, 寄来的 UF 天線

VI. 用天線高放器增加短波的灵敏度

土法上馬修好 Up-Converter 后发现短波(4.5MHz-24MHz)的灵敏度有所下降, 当时我就测试了一个天線高放线路. 线路很简单, 仅用一个 NPN 高频管 (高频截止频率 $F_t=250\text{MHz}$) 见图 8. 经测试, 这个高放线路在广播段(550Kc-1, 300Kc)的放大率大概有十几倍, 但是在 49 米短波(5.8MHz-6.30MHz) 大概只有两倍到三倍。

很可惜这个高放线路在放大信号的同时把噪音也放大了, 所以实际上使用的意义不太大. 看下图, 用它的时候地噪音水平是-50dB, 信号水平是 -3dB, 信噪比是 30dB; 不用的时候噪音水平是-50dB, 信号水平是 -3dB, 信噪比是 30dB. 所以实际上信噪比没有提高. 所以最后我就没有把天線高放器加入到线路中去。

註: 在 AirSpy SDR 中, 如信噪比达 40dB 以上收音比较清晰; 如信噪比在 30dB 以下会有很大的背景噪音, 听起来就不很清楚了。

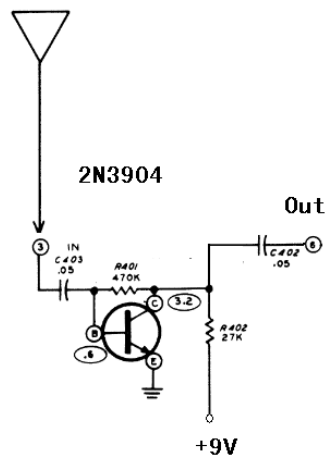


图 8, 天線高放线路

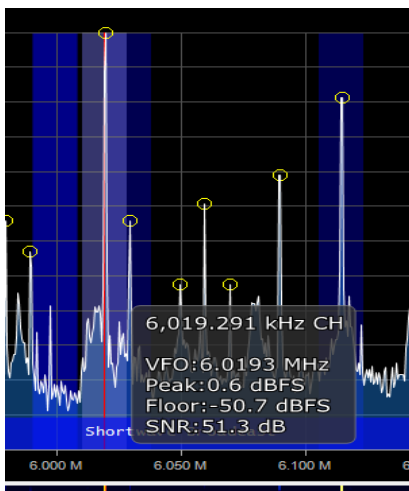


图 9, 不用高放线路, 信噪比是 30dB

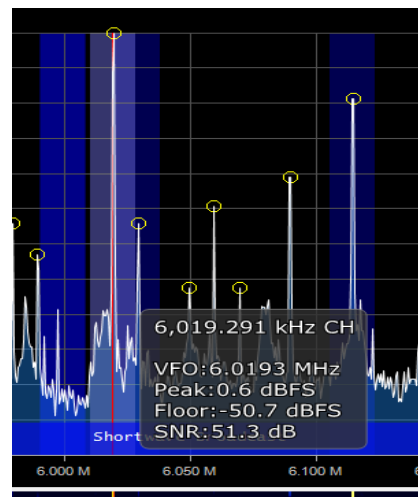


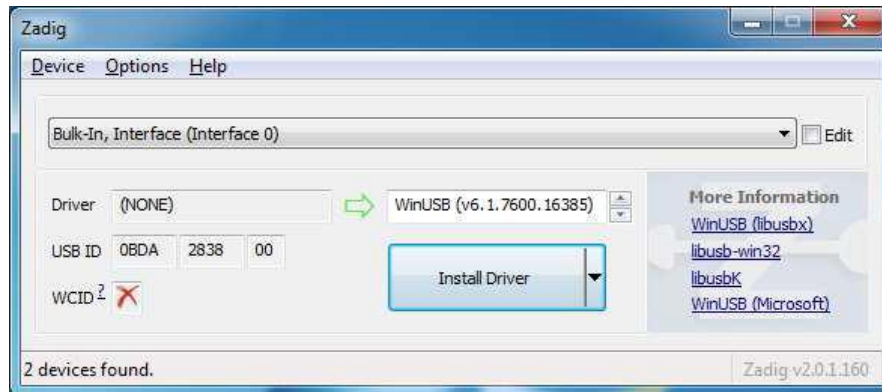
图 9, 用高放线路, 信噪比是 30dB

Appendix 1: How to Install HD-SDR For Win XP

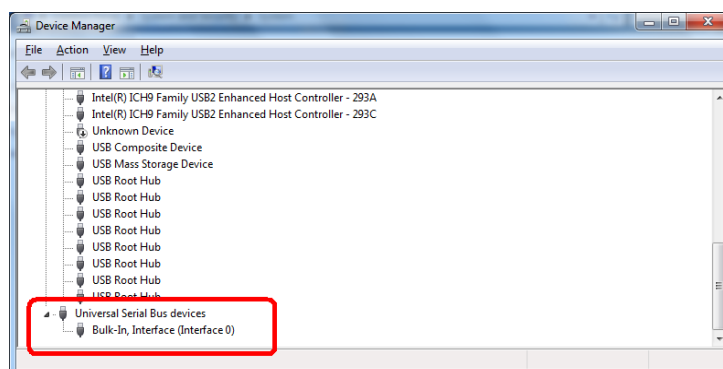
How to Install HD-SDR For Win XP

03/01/2018

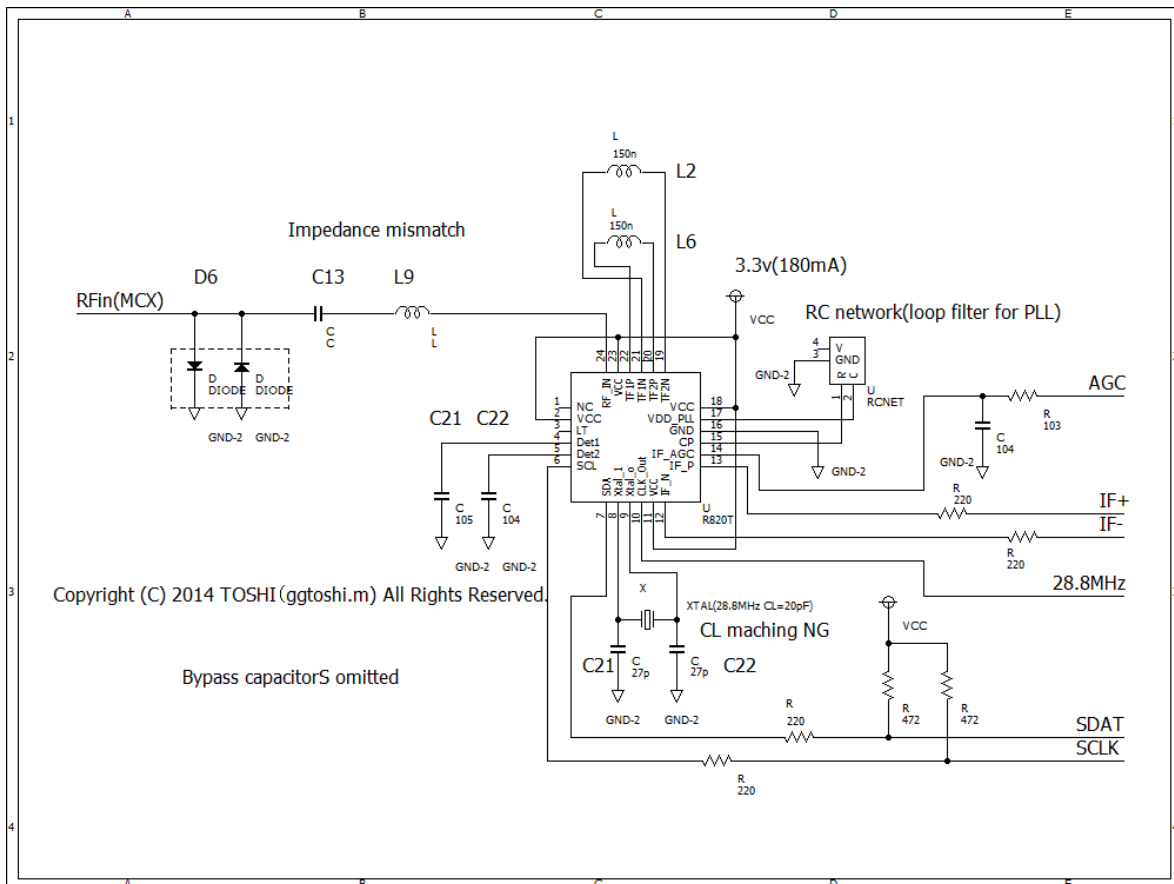
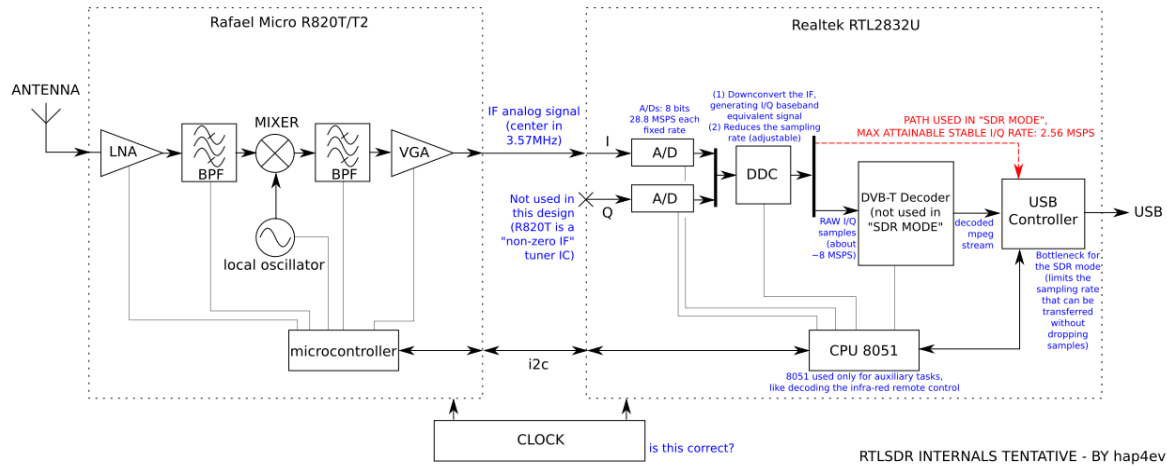
- 1) Download Zadig.exe for Win XP (zadig_xp.exe)
- 2) Plug-in USB RTL SDR radio receiver.
- 3) Run zadig_xp.exe and install USB RTL SDR driver as below.

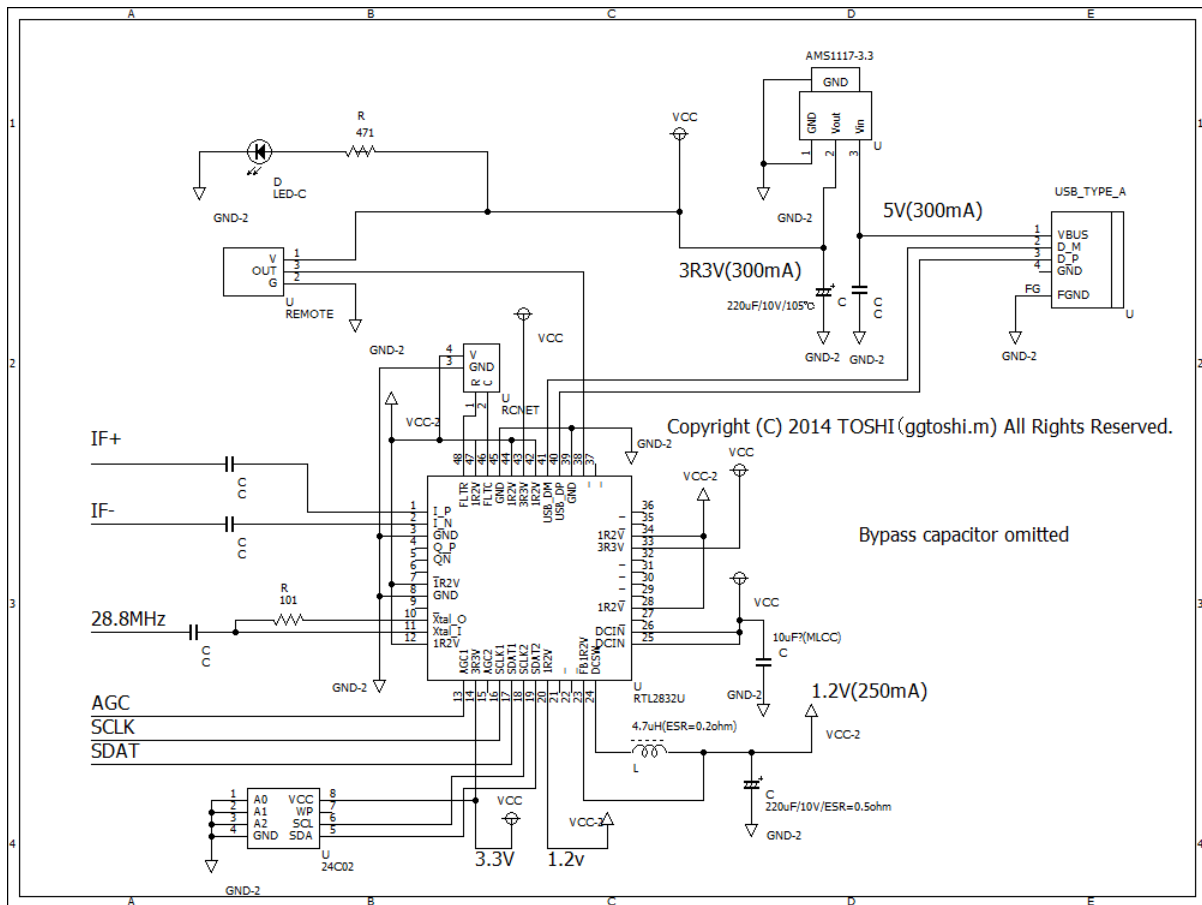


- 4) The ExtIO.dll is needed for HD-SDR program to support special SDR hardware. Download ExtIO.dll for special hardware USB RTL SDR (ExtIO_RTL2832.dll).
- 5) Copy ExtIO_RTL2832.dll into HD-SDR installation dir.
C:\Program Files\HDSDR\
- 6) Run HDSDR.exe.
- 7) Bandwidth->Sampling Rate[HZ]
Input- Max 3200,000
Output -Max 192,000
- 8) Options->Select Input->Generic RTL2832U OEM.
- 9) Re-start HDSDR.exe. Set FM, turn to 99.5 MH. Listen to FM 99.5MHz Boston classical music.



Appendix 2: RTL-SDR Ham Radio





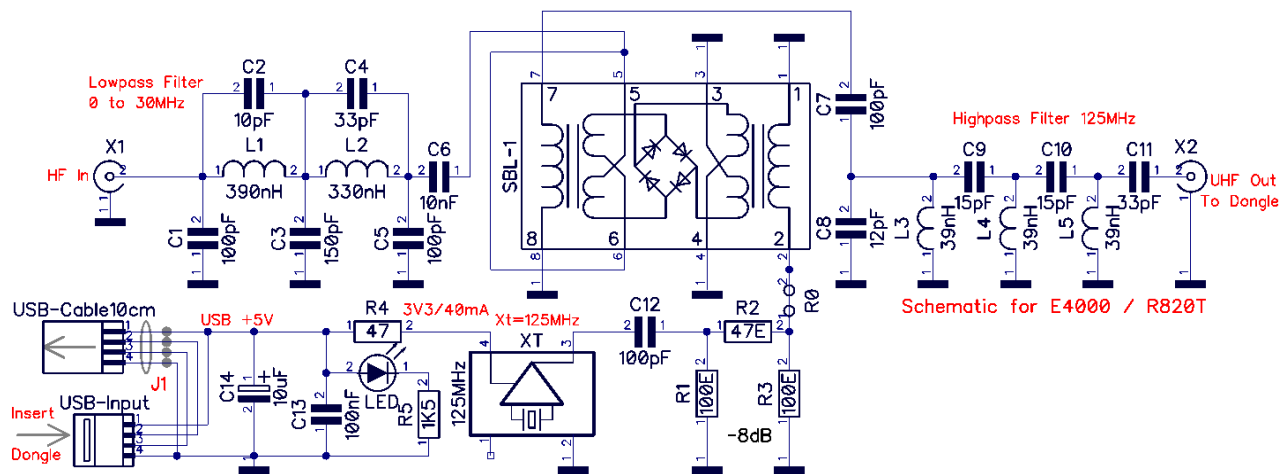
Comparisons with other common Wideband Commercial Software Defined Radios

SDR	Tune Low (MHz)	Tune Max (MHz)	RX Bandwidth (MHz)	ADC Resolution (Bits)	Transmit?(Yes/No)	Price (\$USD)
RTL-SDR (R820T)	24	1766	3.2	8	No	~20
Funcube Pro+	0.15 410	260 2050	0.192	16	No	~200
Airspy	24	1800	10	12	No	199
SDRPlay	0.1	2000	8	12	No	149
HackRF	30	6000	20	8	Yes	299
BladeRF	300	3800	40	12	Yes	400 & 650
USRP 1	DC	6000	64	12	Yes	700

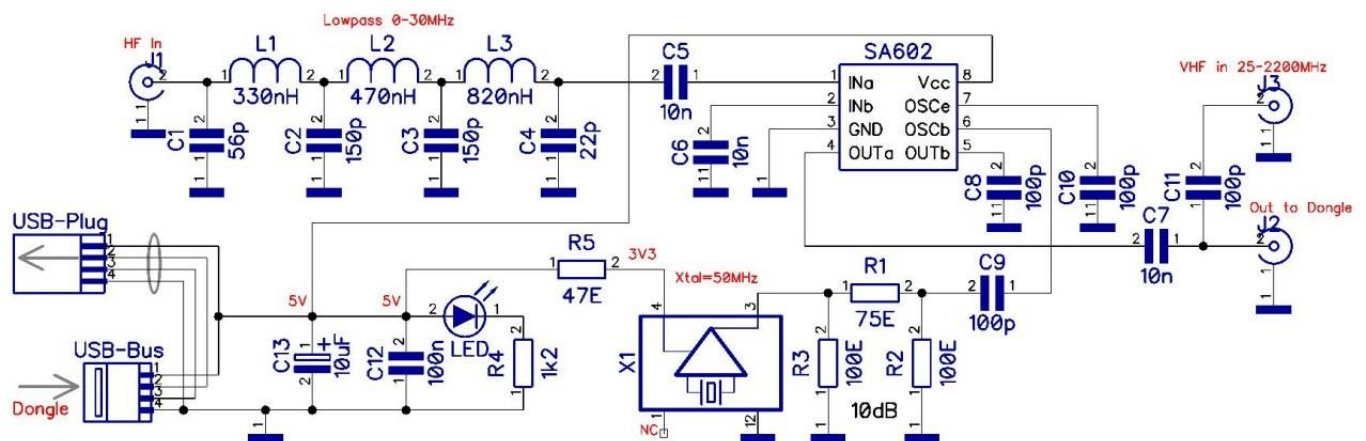
For those who just want to receive a wide range of signals, we recommend the Airspy or SDRPlay as an upgrade to the RTL-SDR. If you are mainly interested in narrowband signals the Funcube Dongle Pro+ may be worth considering.

For a big list of more software defined radios see our roundup here <https://www.rtl-sdr.com/roundup-software-defined-radios/>.

Appendix 3: Reference for Up-Converter

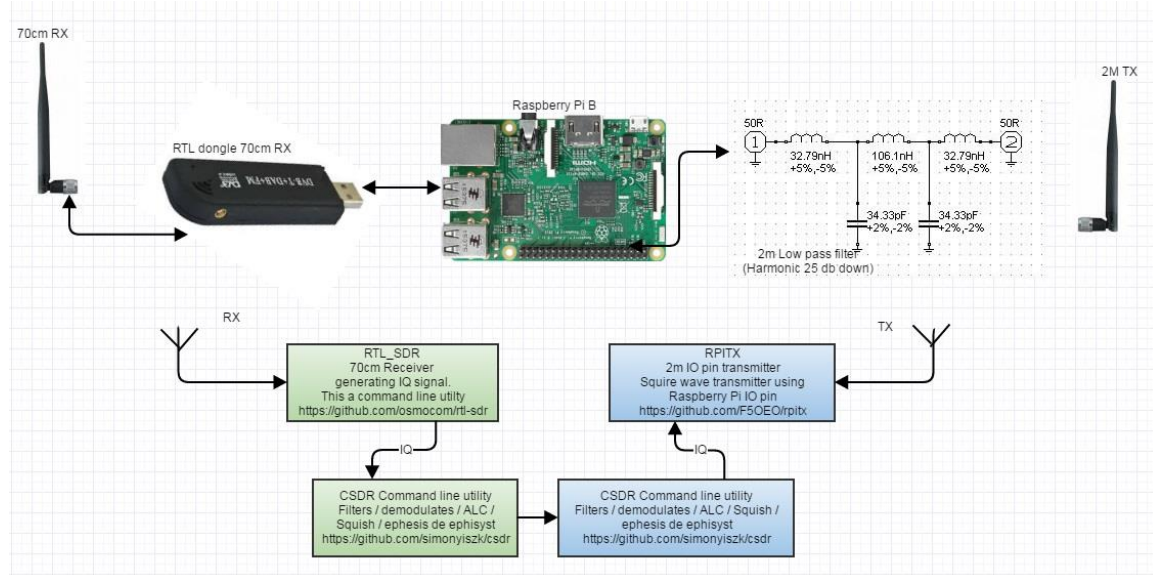


<http://archive.is/12sI7>



Appendix 4: Creating a 2m Fm Repeater with a Raspberry Pi (B) and a RTL dongle

<http://zr6aic.blogspot.com/2016/>



Appendix 5: Build A Long Range FM Transmitter (Spybug)

<https://www.youtube.com/watch?v=joFourugXvs>

