

GNURadio ve HACK RF ONE kiti ile FM VERİCİ ALICI DENEYİ

Deneyden Önce yapılacaklar:

Bu deneyde kullanılacak HackRF One: Great Scott Gadgets (<https://greatscottgadgets.com/>)'ın bir ürünüdür ve *Software Defined Radio with HackRF, Lesson 1* (<https://greatscottgadgets.com/sdr/1/>) videosu deney gelmeden önce seyredilmelidir.

Bu deneyde Pentoo (<https://pentoo.ch/>) kullanılacaktır. Pentoo Linux esaslı gentoo (<https://www.gentoo.org/>) adlı programın üstüne kurulmuş ve bir USB de taşınabilen işletim sistemidir. Pentoo içinde GNURadio Companion adlı yazılımsal radyo (software defined radio,SDR) geliştirme programı ve günümüz SDR üreticilerinin ve özellikle deneyde kullanılan HackRF One kitiyle birlikte kullanılır. **Bu deneyin kullandığınız PC de düzgün yapılabilmesi için örnekleme ve çalışma frekansları arasındaki oranların tam sayı olması gerektiğine ve örnekleme hızının PC nin kaldırabileceği bir hız olması gerektiğine dikkat ediniz. Zira Osmocom Source ve Sink dışındaki bloklar PC de çalışmaktadır.**

- i. Deneyden önce kullanacağınız PC açık değilse PC yi açınız ve PC nin USB den boot yapmasını sağlayınız.
- ii. Boot esnasında çalışma klevyesi isteyecektir. Bu kısımda bir şey yapmadan bekleyiniz.
- iii. Boot up yapıldığında öncelikle Linux programı (Pentoo) sizden o oturum için root passwordu isteyecektir. Kendiniz bir password yazınız (i.e. dfg135 gibi) ve passwordu tekrar girerek onaylayınız.
- iv. Yeni gelen komut satırına “startx” yazarak XCF çalışma ortamına geçiniz.
- v. Biraz bekleyince makine açılacaktır. Bütün çalışmalar bu ortamda yapılacaktır.

GNURadio Companion SDR geliştirme için görsel ve pyton tipi programlama yapılarını kullanır. Bunun için hazırlanmış youtube videoları seyrederek deneyi geliniz. Videolar:

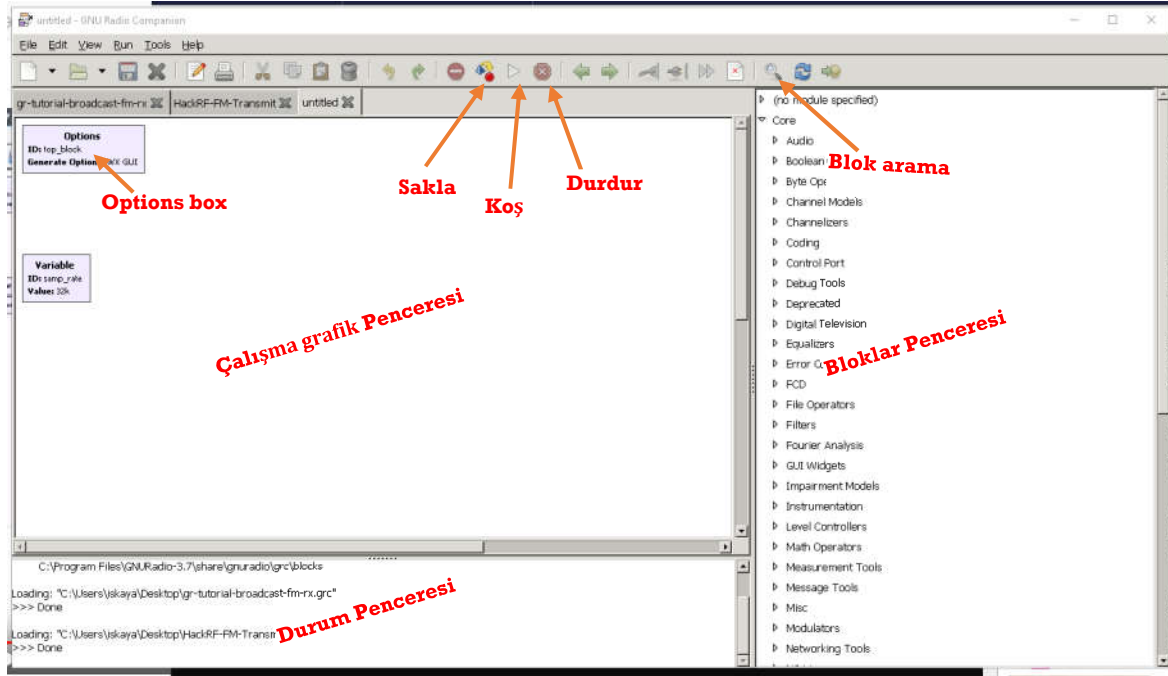
- i. Using GNU Radio Companion Part 1 (https://www.youtube.com/watch?v=ufxBX_uNCa0)
- ii. Using GNU Radio Companion, Part 2 (<https://www.youtube.com/watch?v=m0GGBFBWFfU>)

Deneyin yapılışı:



FM VERİCİ



FM Verici için GNU Radio Companion programını çalıştırınız. Açılan pencere aşağıdaki gibi olacaktır.



Options kutusundan WX GUI opsiyonunu seçiniz.

- Arama kutusundan audio source bulup graph penceresinde oluşturunuz. Audio kullandığınız pc nin ses kartına ulaşır ve source bloğu mikrofona, sink bloğu ses çıkışına bağlanır. Bu bloğun örnekleme hızını 32 kHz (32 kilosample/sec) a getiriniz. Bu bloğun çıkışı kahve rengi  yani floattır.
- Bloklardan **Multiply Const** (sabit sayı ile çarpıcı) bloğunu graph penceresine getiriniz. Bu bloğun her iki ucuda mavidir  yani (complex giriş/çıkış). Bloğu tıklayıp, IO type=float yapıp ID sini "micgain" ve constant yerine micgain tekrar yazınız. Bloğun uçları kahverengi olacaktır. Audio çıkışını bu bloğun girişine bağlayınız.
- Bir WX GUI Slider bloğu olarak bu bloğun adını micgain ve değerlerini ID= micgain, Defalult Value= 0.3, Minimum= 0.001, Maximum=10.0, Number of Steps (Num Steps)= 100 yapınız. Bu gui mikrofonda doyma yada ses duyulmama durumunda ayar için kullanılacaktır.
- WBFM Transmit bloğunu getiriniz. Bu bloğun giriş float çıkışı komplektir. Multiply Const bloğunun çıkışını WBFM Transmit bloğunun girişine bağlayınız. Aşağıdaki ayarları yapınız.

Properties: WBFM Transmit

General	Advanced	Documentation
ID	analog_wfm_tx_0	
Audio Rate	samp_rate	
Quadrature Rate	samp_rate*4	
Tau	75e-6	
Max Deviation	30e3	
Preemphasis High Corner Freq	-1.0	

WBFM Transmit bloğu `samp_rate` hızındaki float diziyi alıp buna FM Modülasyonu uygulayarak Quadrature Rate çıkarır. Yani bu bloğun çıkışı `samp_rate*4` yani 192 kHz dir. Max Deviation FM modülasyonunda frekansın değişim miktarını gösterir. Normal FM radyolarda 20-30 kHz dir. Tau giriş seviyesinin ortalama değerine denk düşmesi gereken bir modülasyon normalizasyon değeridir. Pre-Emphasis High Corner Freq. bir doğrusal kazanç yada filtreleme işlemidir. Yüksek frekans değerlerinin genliği artırılarak FM modülasyon ve demodülasyon işleminin analog sistemlerde doğru yapılması için geliştirilmiş bir işlemdir. Bu deneyde -1 yada -0.7 olmalıdır.

- v. **Rational Resampler** bloğu alınız. Bu `complex` giriş ve `complex` çıkış sağlayan bir oversampling yada down sampling bloğudur. Decimasyon değerini Interpolation değerine çıkarır. Dolyısıyla setlemesi aşağıdaki gibi olmalıdır.

ID	rational_resampler_000_0
Type	Complex->Complex (Complex Taps)
Interpolation	samp_rate*256
Decimation	samp_rate*4
Taps	
Fractional BW	0

Burada yapılan işlem hep `samp_rate`'in katlarına odaklanmıştır. Örneklemenin tam katı olmayan değerlerde seçilebilir ancak bu sefer FM verici gürültülü bir işaret gönderiyor olacaktır. Resamplerin Interpolation değeri çıkış frekansını göstermektedir. Bu frekanstaki örnekler ile transmisyon yapılacaktır. Bu blok bir önceki örnekle bir sonraki örnek arasında doğrusal yaklaşım (interpolasyon) yapmaktadır.

- vi. **Osmocom Sink** bloğunu alınız. Bu blok Hack RF one radyosudur ve `complex` giriş kabul eder. Bu blokta aşağıdaki ayarları yapınız. Freq. tanımına itiraz edecektir ama bir sonraki adımda bu düzelecektir.

Properties: osmosdr Sink

General	Advanced	Documentation
ID	osmosdr_sink_0	
Input Type	Complex float32 ▼	
Device Arguments		
Sync	don't sync ▼	
Num Mboards	1 ▼	
Mb0: Clock Source	Default ▼	
Mb0: Time Source	Default ▼	
Num Channels	1 ▼	
Sample Rate (sps)	samp_rate*256	
Ch0: Frequency (Hz)	200e6	
Ch0: Freq. Corr. (ppm)	0	
Ch0: RF Gain (dB)	50	
Ch0: IF Gain (dB)	50	
Ch0: BB Gain (dB)	50	
Ch0: Antenna		
Ch0: Bandwidth (Hz)	0	

Onaylayıp bu bloğu Raional Resampler e bağlayınız.

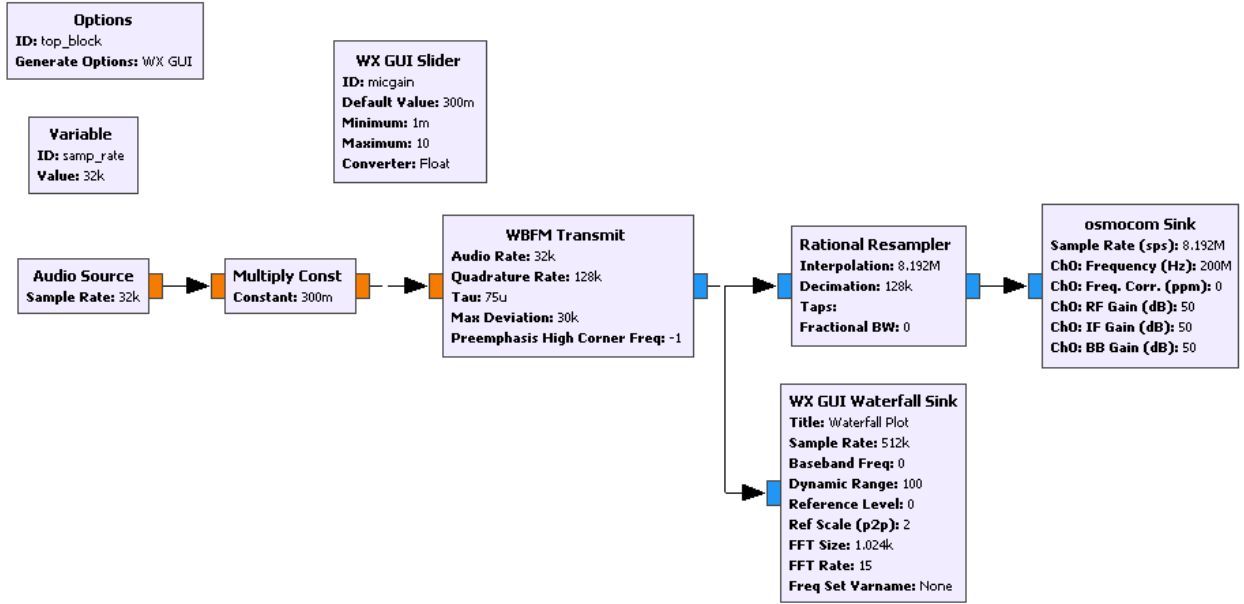
vii. Bir WX GUI Waterfall Sink alıp aşağıdaki ayarları yapınız.

Properties: wxgui waterfall sink

General	Advanced	Documentation
ID	wxgui_waterfallsink2_0	
Type	Complex ▼	
Title	Waterfall Plot	
Sample Rate	samp_rate*16	
Baseband Freq	0	
Dynamic Range	100	
Reference Level	0	
Ref Scale (p2p)	2.0	
FFT Size	1024	
FFT Rate	15	
Average	Off ▼	
Window	Automatic ▼	
Window Size		
Grid Position		
Notebook		
Freq Set Varname	None	


Bu GUI yide WBFM Transmit bloğunun çıkışına bağlayınız.

viii. Aşağıdaki graph oluşacaktır.




ix.

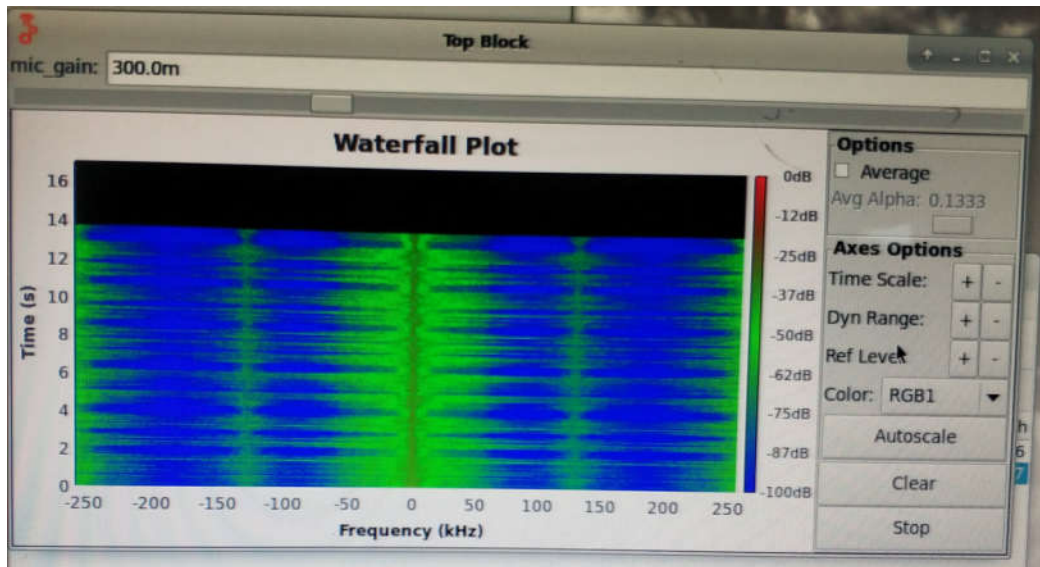


Bu grafiği generate the flow fgraph butonu ile  kandi grup adınıza saklayınız(group_1.grc gibi) saklayınız .

- x. PC de bir müzik açınız. PC nin audio çıkışı audio girişine bağlanmıştır. Bu müziği FM alıcıdan dinleyeceksiniz.



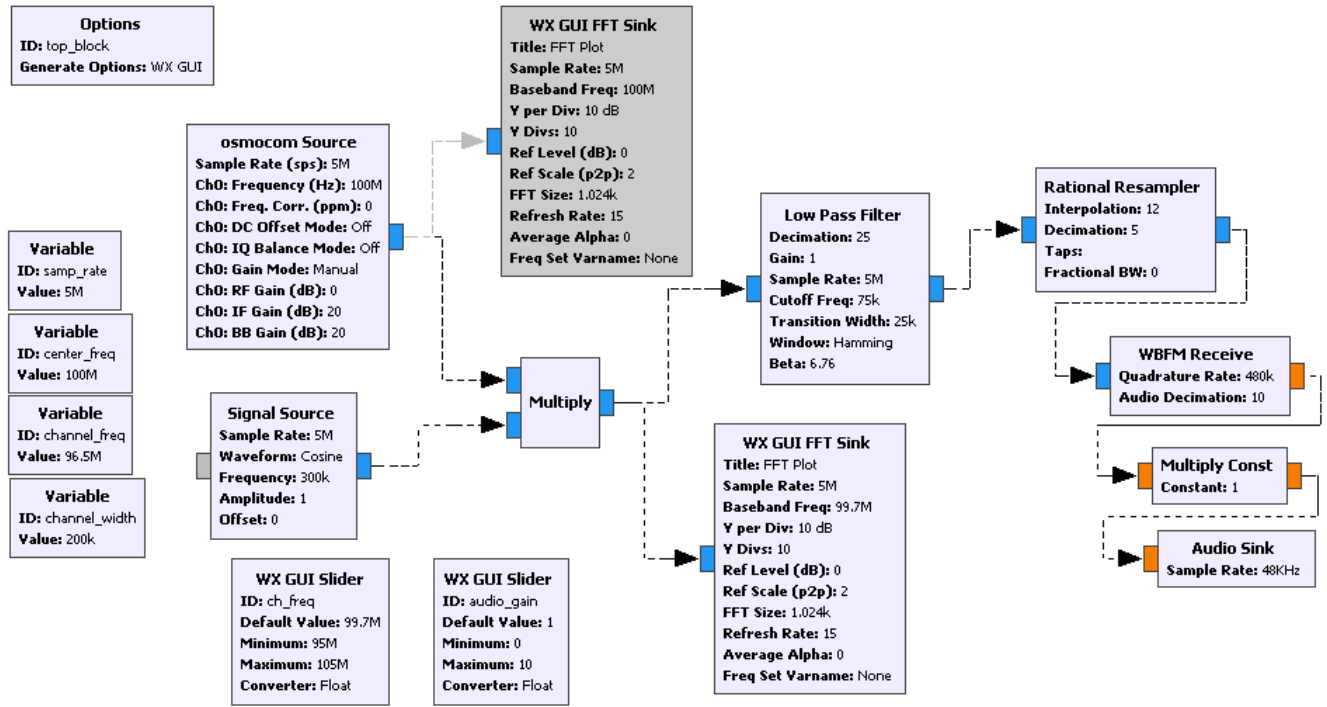
Graph i çalıştırınız . Aşağıdaki pencere açılacaktır.



- xi. Analog spectrum analizörü açarak 196 MHz yada 200 MHz arasındaki işareti bulunuz. Bunun üzerindeyken FM receiver özelliğini çalıştırınız.
- xii. Analog FM alıcının ses ayarından, yaptığınız programın mikrofon ayarından ve audio playerden ses seviyesini ayarlayarak müziği en iyi şekilde duymaya çalışınız. Bu ayarları yaparken waterfall penceresindeki değişimleri gözlemleyiniz.

FM ALICI DENEYİ

- i. Aşağıda FM alıcının blok diyagramı (lesson1.grc) gösterilmektedir, Yukarıda bu programın anlatıldığı link deney föyünün başında verilmiştir. Bu diyagramın lesson1.grc dosyasından bir farkı artık örnekleme frekansı 20M değil 5M olmasıdır. GNURadio programındaki bloklar, “Osmocom Sink” dışında PC de koşturmaktadır ve kullandığımız PC nin işlem kapasitesi 20MHz lik örnekleme frekansını kaldırma mamaktadır. lesson1.grc dosyasını internette (<https://greatscottgadgets.com/sdr/1/>) bulabilirsiniz. Bu linkteki video ya da bu deneyi yapmadan önce izlemiş olmalısınız



- ii. Bloktaki ayarlar aşağıda gösterilmiştir.

Properties: osmosdr Source

General | Advanced | Documentation

ID	osmosdr_source_0		
Output Type	Complex float32		
Device Arguments			
Sync	don't sync		
Num Mboards	1		
Mb0: Clock Source	Default		
Mb0: Time Source	Default		
Num Channels	1		
Sample Rate (sps)	samp_rate		
Ch0: Frequency (Hz)	center_freq		
Ch0: Freq. Corr. (ppm)	0		
Ch0: DC Offset Mode	Off		
Ch0: IQ Balance Mode	Off		
Ch0: Gain Mode	Manual		
Ch0: RF Gain (dB)	0		
Ch0: IF Gain (dB)	20		
Ch0: BB Gain (dB)	20		

OK Cancel Apply

Properties: Signal Source

General | Advanced | Documentation

ID	analog_sig_source_x_0		
Output Type	Complex		
Sample Rate	samp_rate		
Waveform	Cosine		
Frequency	center_freq - ch_freq		
Amplitude	1		
Offset	0		

Properties: WX GUI Slider

General | Advanced | Documentation

ID	ch_freq		
Label			
Default Value	99.7e6		
Minimum	95e6		
Maximum	105e6		
Num Steps	100		
Style	Horizontal		

Properties: WX GUI FFT Sink

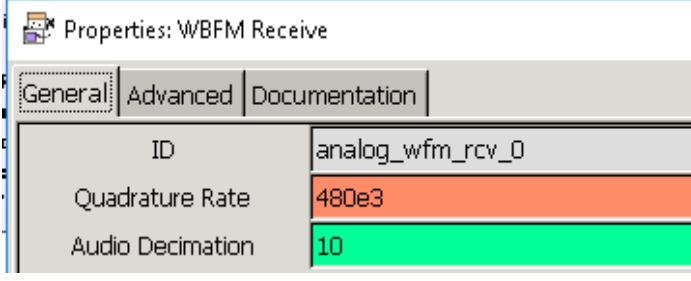
General	Advanced	Documentation
ID	wxgui_fftsink2_0_0	
Type	Complex ▼	
Title	FFT Plot	
Sample Rate	samp_rate	
Baseband Freq	ch_freq	
Y per Div	10 dB ▼	
Y Divs	10	
Ref Level (dB)	0	
Ref Scale (p2p)	2.0	
FFT Size	1024	
Refresh Rate	15	
Peak Hold	Off ▼	
Average	On ▼	
Average Alpha	0	
Window	Automatic	
Window Size		
Grid Position		

Properties: Low Pass Filter

General	Advanced	Documentation
ID	low_pass_filter_0	
FIR Type	Complex->Complex (Decimating) ▼	
Decimation	int(samp_rate/channel_width)	
Gain	1	
Sample Rate	samp_rate	
Cutoff Freq	75e3	
Transition Width	25e3	
Window	Hamming ▼	
Beta	6.76	

Properties: Rational Resampler

General	Advanced	Documentation
ID	rational_resampler_xxx_0	
Type	Complex->Complex (Complex Taps) ▼	
Interpolation	12	
Decimation	5	
Taps		
Fractional BW	0	



Deneyde yapılacak üç işlem

- i. Bu radyo ile Trabzon da yayın yapan bir FM radyoyu dinleyiniz.
- ii. WX FFT GUI SINK bloğunu silip WX GUI WATERFALL bloğunu getiriniz. Radyo yeniden çalıştırınız.
- iii. FM Verici Deneyindeki işareti bu gerçekleştirdiğiniz alıcı ile alacak değişiklikleri yapınız ve diğer PC den gelen müziği dinleyiniz.