



Autor(es): GLEBER JORGE AMARAL RAMON MAYOR MARTINS, GEORDAN CALDEIRA DE SOUZA

A proposta deste artigo é a utilização da ferramenta GNU Radio para desenvolvimento de Rádio Definido por Software (SDR) nos cursos Técnicos e de Engenharia de Telecomunicações nos Institutos Federais. Esta ferramenta além de todos os benefícios didáticos de um SDR como flexibilidade e simplicidade de implementação, é incentivado pelo fato de ser código aberto e ter uma licença livre de acordo com as iniciativas do Governo Federal no uso de software livre. Neste artigo é apresentado a construção de um receptor FM definido por software através do ambiente GNU Radio e descrito sua potencialidade no desenvolvimento de outros sistemas.

**Palavra-chave:** GNU Radio, Rádio Definido por *Software* (SDR), Telecomunicações, *software*-livre.

## Introdução

A velocidade em que evoluem as pesquisas e tecnologias em RF (Rádio Frequência) e necessidade dos cursos Técnicos e de Engenharia de Telecomunicações dos Institutos Federais estarem sempre na vanguarda tecnológica é evidente. Uma das abordagens bastante atualizada que disciplinas desta temática utilizam é o conceito de SDR (Rádio Definido por *Software*). O uso de SDR é o futuro inevitável de projetos de comunicações via rádio. Usando princípios SDR, os engenheiros podem desenvolver sistemas de rádio reconfiguráveis com uma vasta gama de capacidades (MARLOW; DOBSON; ATHANAS, 2014, p. 2). A idéia principal deste conceito é transformar problemas de *hardware* em problemas de *software* (NAFKHA et al., 2014, p. 430). Esta característica oferece grande flexibilidade para o ensino e pesquisa em comunicações via rádio, permitindo que técnicas avançadas sejam implementadas e modificadas através de ferramentas de desenvolvimento.

Diversas ferramentas servem a esse propósito, como por exemplo: *Matlab Simulink® da Mathworks* e *LabVIEW® da National Instruments*, no entanto estão sob licença paga e nem sempre os institutos dispõem de um número adequado dessas licenças para atender os experimentos com os alunos e bolsistas. Por esse motivo, opta-se por alternativas através de ambientes de código aberto ou livre, como por exemplo: o GNU Radio. O GNU Radio é um conjunto de ferramentas de código aberto para o desenvolvimento de SDR (NAFKHA et al., 2014, p. 429). Fornece para isso, um ambiente de execução de processamento de sinal que, combinado com um hardware externo de RF de baixo custo, permite criar aplicações em tempo real para SDR (FENG et al., 2011, p. 2).

O ambiente visa a definição e a manipulação de estruturas complexas de processamento de sinal através da utilização de blocos predefinidos disponíveis na biblioteca GNU Radio ou de blocos personalizados desenvolvidos pelo usuário (GNU RADIO, 2015). O GNU Radio utiliza uma combinação de C++ e Python: os blocos de intensivo processamento computacional são implementados em C++ enquanto o controle definido para aplicação e coordenação desses blocos são desenvolvidos em Python (FENG et al., 2011, p. 2). O arranjo desses blocos permitem que o usuário desenvolva desde simples sistemas de comunicações até complexos sistemas de modulação digital. O ambiente GNU Radio é simples e prático, possibilitando que professores e instrutores compreendam seu mecanismo de forma intuitiva. Esta ferramenta é licenciada pela GNU *General Public License* versão 3 (GNU GPLv3) e todo código está sob direitos autorais da *Free Software Foundation* (GNU Radio, 2015). Desse modo indo de encontro com as iniciativas do Governo Federal no uso de software livre.

## Material e métodos

### A. Material

Para realizar o experimento que visa demonstrar o funcionamento do GNU Radio, foram utilizados os seguintes *hardwares*: um dispositivo *dongle* RTL-SDR com *chip* RTL2832U. Este *hardware* custa menos de 100 dólares e é uma modificação de receptores de TV Digital no padrão DVB-T. Este dispositivo opera nas frequências de 24 MHz até 1860 MHz. A antena utilizada para recepção é uma monopolo vertical. O software GNU Radio é compatível com diversas versões de linux, para este caso foi instalado em um sistema operacional Ubuntu versão 14.04.

### B. Métodos

Para exemplificar a potencialidade e flexibilidade do GNU Radio como ferramenta de desenvolvimento é apresentado um receptor FM (Frequência Modulada). Um receptor FM pode ser descrito fisicamente através de diagramas de blocos, conforme a Fig. 1. Seu desenvolvimento é realizado através de componentes eletrônicos como capacitores, indutores, amplificadores operacionais, entre outros, para criar uma série de componentes como filtros, amplificadores e demoduladores, que uma vez montados, tornam difícil a manutenção e experimentação, como apresentado na Fig. 2. Contrário a isso, o GNU Radio trabalha com os blocos propriamente ditos, eliminando parcela da parte física entregando aos softwares as principais funcionalidades através de processamento digital de sinais. Na Fig. 3, é apresentado um exemplo de como um receptor FM é implementado, criando portanto, um SDR com demodulação em FM. Além desses blocos, há uma série de blocos disponíveis que através de processamento digital de sinais implementam várias funcionalidades tais como: decimadores, misturadores, equalizadores, amplificadores, entre outras funções. Também é possível extrair informações de qualquer parte do receptor FM, bem como incluir analisadores como espectrográficos e *waterfall*.



Este artigo teve o intuito de apresentar à comunidade científica, colegiado dos cursos técnicos e tecnológicos, pesquisadores dos institutos tecnológicos e estudantes o ambiente GNU Radio, uma ferramenta livre e de código aberto para desenvolvimento de sistemas através de SDR. O ambiente GNU Radio é intuitivo e leve, sua simplicidade permite que experimentos sejam feitos com rapidez e eficiência. Com o GNU Radio é possível realizar grande parte dos experimentos que realizados no *LabView*® e o *Matlab/Simulink*®. Em suma, este ambiente pode ser utilizado para dar suporte às disciplinas dos cursos técnicos e de engenharia de telecomunicações tais como: radiotransmissão, processamento de sinais digitais, sinais e sistemas, sistemas de comunicação, sistemas embarcados e circuitos de rádio-frequência.

## Agradecimentos

Os autores agradecem o professor Dr. Roberto Wanderley de Nóbrega e ao IFSC (Instituto Federal de Santa Catarina) pelo apoio intelectual e financeiro.

## Referências bibliográficas

- DI BENEDETTO, M.-G.; CATTONI, F.; FIORINA, A.; BADER, F.; DE NARDIS, L. **Cognitive Radio and Networking for Heterogeneous Wireless Networks: Recent Advances and Visions for the Future**. Springer International Publishing, 2015.
- FENG, GE. ; CHIANG, C. J.; GOTTIEB, Y. M; CHADHA, R. **GNU Radio-Based Digital Communications: Computational Analysis of GMSK Transceiver**. Global Telecommunications Conference (GLOBECOM). 6p. 2011.
- GNU RADIO. The Free & Open Software Radio Ecosystem. Disponível em < <http://gnuradio.org>>. Acesso em 15 de agosto de 2015.
- MARLOW, R; DOBSON, C; ATHANAS, P. **An enhanced and embedded GNU Radio flow. Field Programmable Logic and Applications (FPL)**. 24<sup>th</sup> International Conference, p. 1-4, março 2014.
- NAFKHA, A.; NAOUES, M.; CICHON, K.; KLIKS, A. **Experimental spectrum sensing measurements using USRP Software Radio platform and GNU-radio. Cognitive Radio Oriented Wireless Networks and Communications**. (CROWNCOM): 9<sup>th</sup> International Conference, Finland, p. 429-434, junho de 2014.

[1]

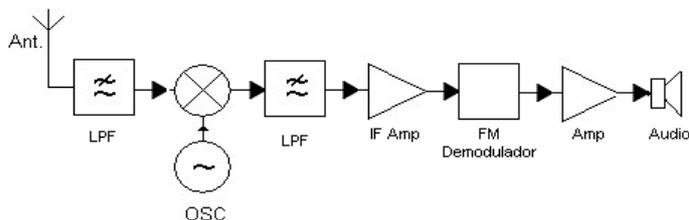


Figura 1. Diagrama de blocos de um Receptor FM.

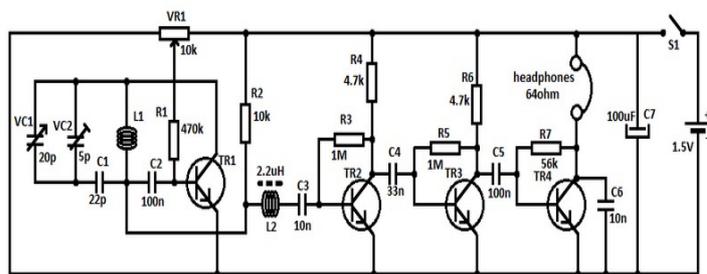


Figura 2. Esquema elétrico de um Receptor FM. (Electroschematics.com)

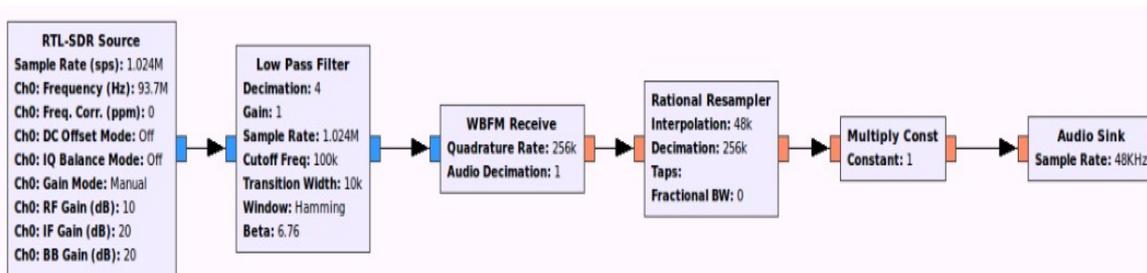


Figura 3. Arranjo de blocos de um Receptor FM no GNU Radio.