



# **srsRAN: uma visão abrangente**

Matheus Fagundes, Ricardo Queiroz  
e Vicente Sousa

# Sumário



1. Introdução;
2. srsRAN 4G;
  - a. Features;
  - b. Tutoriais Disponibilizados;
  - c. Artigo Utilizando o srsRAN 4G.
3. srsRAN Project.
  - a. Features;
  - b. Tutoriais Disponibilizados;
  - c. Artigo Utilizando o srsRAN Project.

# **1 - Introdução**



# Open RAN

A Open RAN representa uma abordagem inovadora na arquitetura das redes de comunicações móveis.

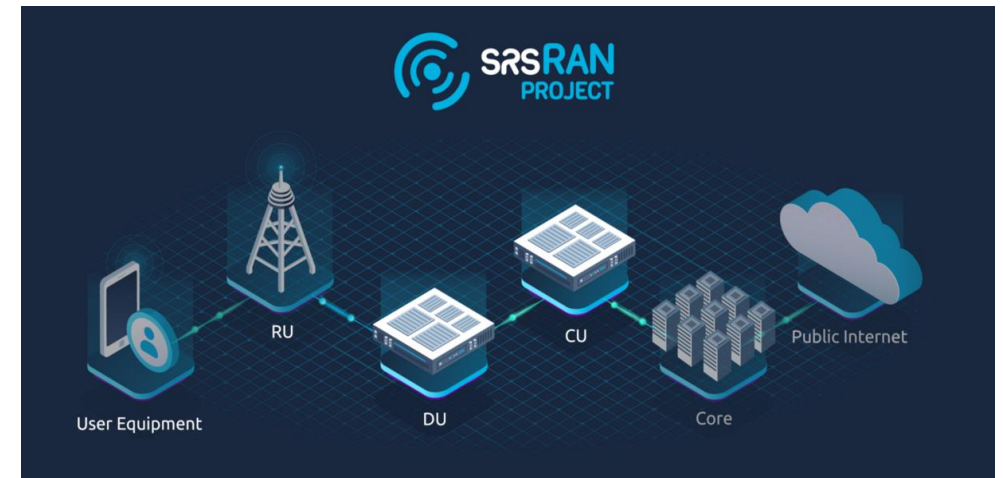
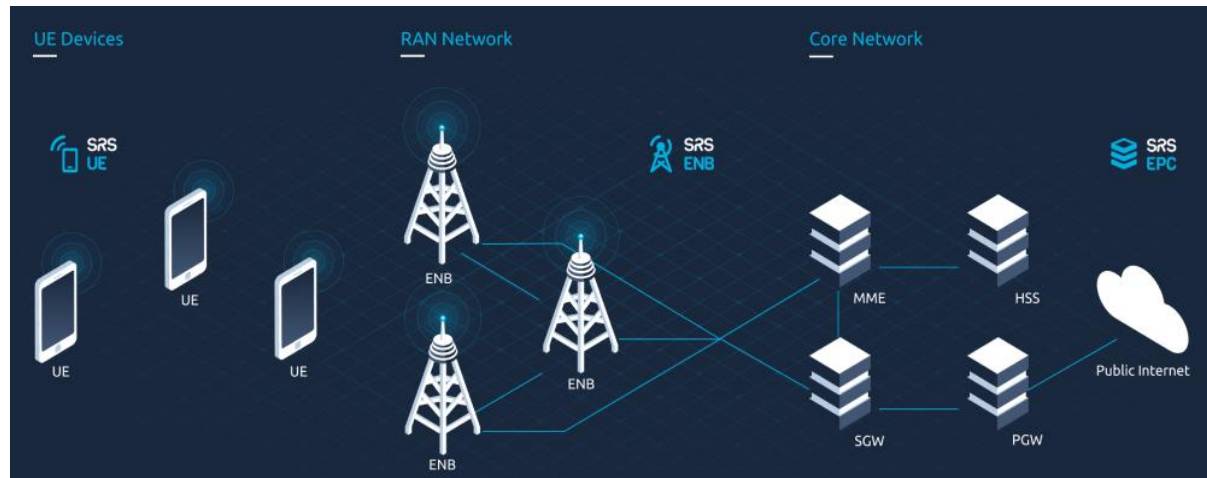
- Desagregar as funções de hardware e software das Redes de Acesso de Rádio (RAN);
- Interoperabilidade entre equipamentos de diferentes fornecedores;
- Padronização de interfaces abertas para permitir a comunicação entre diferentes componentes da rede;
- Adota tecnologias de virtualização para permitir a flexibilidade e a eficiência na alocação de recursos de rede;
- Reduzir os custos de implantação e operação das redes.



# srsRAN

Projeto de Open RAN de código aberto da Software Radio Systems [1].

- **srsRAN 4G** ([LINK](#)): fornece uma implementação de um rede ponto a ponto 4G, com aplicações completas para UE, eNodeB e EPC [1];
- **srsRAN Project** ([LINK](#)): é um CU/DU 5G nativo que segue as diretrizes da O-RAN Alliance, com uma pilha de protocolos completa, da camada PHY a IP [1].

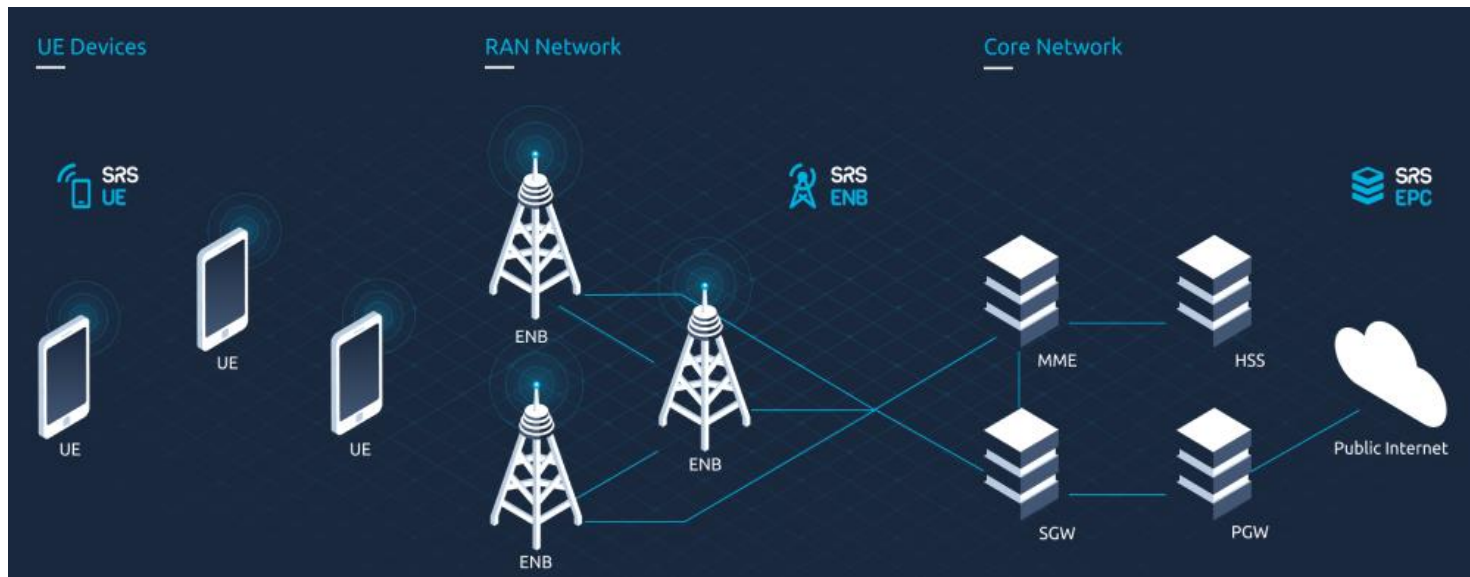


## **2 - srsRAN 4G**



# srsRAN 4G - Visão geral

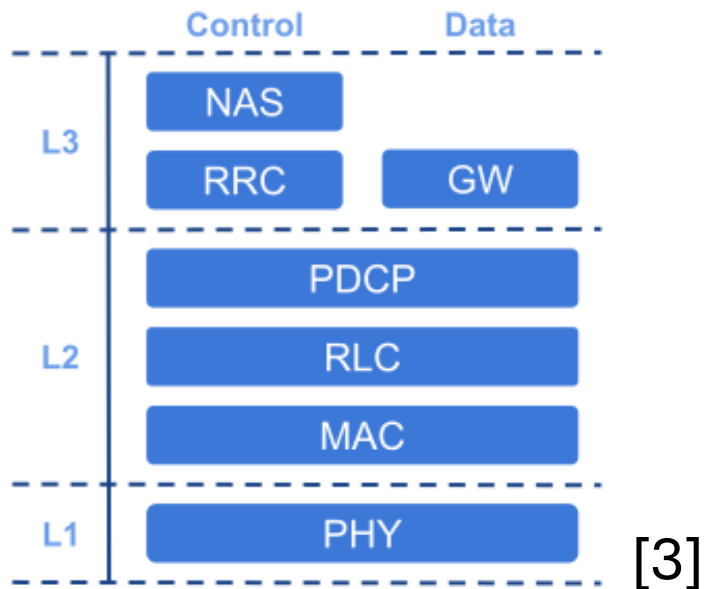
- **srsUE**: Aplicação full-stack para UE 4G com protótipos de funcionalidades 5G;
- **srsENB**: Implementação full-stack para eNodeB;
- **srsEPC**: Implementação simples do EPC.



# srsRAN 4G - srsUE



- Manual do srsUE ([LINK](#));
- Arquitetura:





# srsRAN 4G - srsUE



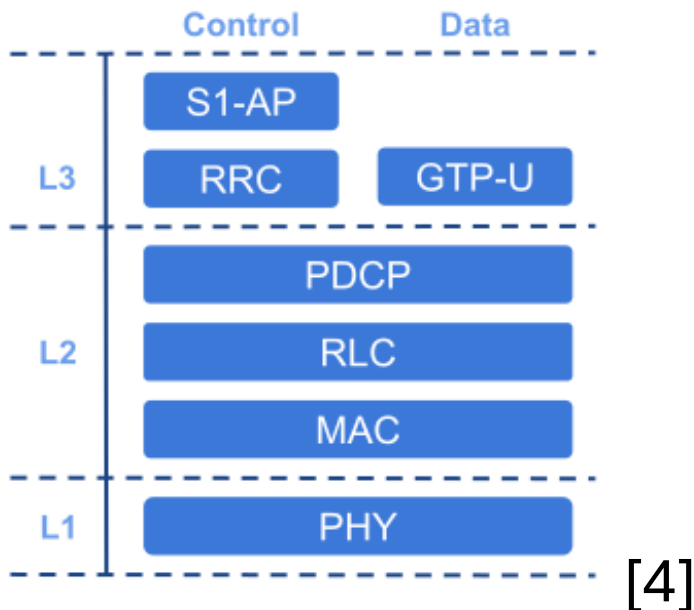
## Features ([LINK](#)):

- LTE Release 10, com recursos até a versão 15;
- **Suporta prototipagem do 5G NSA e SA;**
- Configuração TDD e FDD;
- Larguras de banda do LTE testadas: 1.4, 3, 5, 10, 15 e 20 MHz;
- Larguras de banda do 5G SA testadas: 5, 10, 15 e 20 MHz;
- Modos de transmissão: 1 (antena única), 2 (diversidade de transmissão), 3 (CDD) e 4 (multiplexação espacial em circuito fechado);
- Frequências de portadora de DL e UL manualmente configuráveis;
- TUN virtual network kernel interface integration for Linux OS;
- Sistema de log detalhado com níveis de log por camada e dumps hexadecimais;
- Capturas de pacotes da camada MAC e NAS via wireshark;
- Rastreamento de métricas por linha de comando;
- Evolved multimedia broadcast and multicast service (eMBMS);
- Equalizadores ZF e MMSE baseados em frequência;
- Simulador de canais para canais EPA, EVA e ETU 3GPP;
- Suporte a QoS;
- DL de 150 Mbps em configuração MIMO TM3/TM4 de 20 MHz ou 2xCA (195 Mbps com QAM256);
- DL de 75 Mbps em configuração SISO de 20 MHz (98 Mbps com QAM256);
- DL de 36 Mbps em configuração SISO de 10 MHz;
- Suporta as famílias Ettus USRP B2x0/X3x0, BladeRF, LimeSDR [2].



# srsRAN 4G - srsENB

- Manual do srsENB ([LINK](#));
- Aplicação comum em sistemas Linux;
- Conectividade com qualquer EPC;
- Arquitetura:



# srsRAN 4G - srsENB



## Features ([LINK](#)):

- LTE Release 10, com recursos até a versão 15;
- **Suporta prototipagem do 5G NSA e SA;**
- Configuração FDD;
- Larguras de banda do LTE testadas: 1.4, 3, 5, 10, 15 e 20 MHz;
- Modos de transmissão: 1 (antena única), 2 (diversidade temporal), 3 (CCD) e 4 (multiplexação espacial em circuito fechado);
- Sistema de log detalhado com níveis de log por camada e dumps hexadecimais;
- Equalizadores ZF e MMSE baseados em frequência;
- Evolved multimedia broadcast and multicast service (eMBMS);
- Capturas de pacotes da camada MAC via wireshark;
- Command-line trace metrics;
- Simulador de canais para canais EPA, EVA e ETU 3GPP;
- Driver RF virtual baseado em ZeroMQ para I/Q sobre IPC/rede;
- Apoio à mobilidade intra-ENB e Inter-ENB (S1);
- MAC scheduler proporcional e round-robin com API C++ semelhante a FAPI;
- Suporte a SR;
- Suporte de feedback CQI periódico e aperiódico;
- Standard S1AP and GTP-U interfaces to the Core Network;
- DL de 150 Mbps em configuração MIMO TM3/TM4 de 20 MHz ou 2xCA (195 Mbps com QAM256);
- DL de 75 Mbps em configuração SISO com UEs comerciais;
- UP de 50 Mbps em 20 MHz com UEs comerciais;
- User-plane criptografado [2].

# srsRAN 4G - srsENB



O **srsENB** também possui recursos do 5G NR.

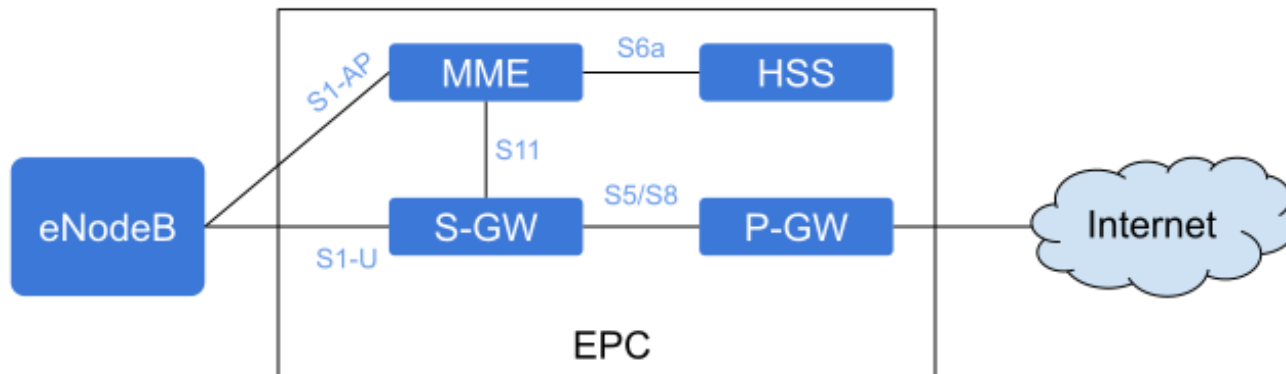
- Para implementar uma rede ponto a ponto 5G NSA , usa-se srsUE, srsENB e srsEPC.
- Para implementar uma rede ponto a ponto 5G SA , usa-se srsUE, srsENB e um núcleo 5G de terceiros [4].



# srsRAN 4G - srsEPC

Implementação básica do núcleo da rede LTE (EPC) ([LINK](#)). Não se destina à implementação, é focado em testes. Contém os principais componentes do EPC:

- Home Subscriber Service (HSS);
- Mobility Management Entity (MME);
- Service Gateway (S-GW);
- Packet Data Network Gateway (P-GW).





# Tutoriais Disponibilizados

- srsRAN 4G com Rádios Virtuais ZeroMQ ([LINK](#));
  - É Utilizada a biblioteca de rede ZeroMQ para transferir amostras de rádio entre aplicativos.
- COTS UE ([LINK](#));
- Intra-eNB & S1 Handover (ZeroMQ e GNURadio) ([LINK](#));
- Agregação de Portadora (SDR ou ZeroMQ) ([LINK](#));
- Sinalização (decodificação) C-V2X (USRP e dispositivo C-V2X comercial) ([LINK](#));
- eMBMS ponto a ponto (Simulado) ([LINK](#));
- Sinalização NB-IoT (SDR) ([LINK](#));
- srsRAN 4G no Raspberry Pi 4 ([LINK](#));
- srsUE 5G SA (Amarisoft) ([LINK](#));
- srsUE 5G NSA (Amarisoft) ([LINK](#)) [6].



# Artigo Utilizando o srsRAN 4G

## **4G – eNB implementada com SDR e UE comercial e emulado – 2023 [7].**

- Frequências: 2680 MHz (DL) e 2560 MHz (UL) (n7);
- eNB: USRP B210;
- UE: USRP B210 e UE comercial (modelo não especificado);
- Core: srsEPC;
- Análises:
  - Throughput (medido com iPerf2);
  - Potência do Canal (medido com R&S FSH4);



# Artigo Utilizando o srsRAN 4G

## 4G – eNB implementada com SDR e UE comercial e emulado – 2023 [7].

- Resultados:
  - Throughput: os autores comparam resultados para diferentes configurações do sistema, que incluem largura de banda, modo de transmissão e ganho de transmissão, de forma que o valor máximo obtido dentre as configurações foi de aproximadamente 120 Mbps (20 MHz - multiplexing with closed feedback loop - 120 dB);
  - Potência do Canal: diferentes distâncias entre UE e eNb foram configuradas e os autores trazem as informações de potência do canal medido em atividade uplink e downlink, tanto para o UE emulado quanto para o UE comercial.



## **3 – srsRAN Project**



# Features do srsRAN Project

- Suporte a FDD/TDD, todas as bandas FR1;
- Espaçamento de subportadora: 15/30 kHz;
- Todos os canais físicos, incluindo PUCCH Formato 1 e 2, exceto Sounding RS (Reference Signal);
- Todos os procedimentos da RRC, exceto Handover;
- Todos os procedimento da MAC, exceto controle de potência;
- Suporte ao Split 7.2, usando biblioteca Open Front Haul interna;
- Suporte a QAM-256;
- 4x4 MIMO;
- Slicing [8].

# Roadmap do srsRAN Project



- Suporte a multicélula;
- Handover;
- Implementação separada do CU/DU [8].



# Tutoriais Disponibilizados

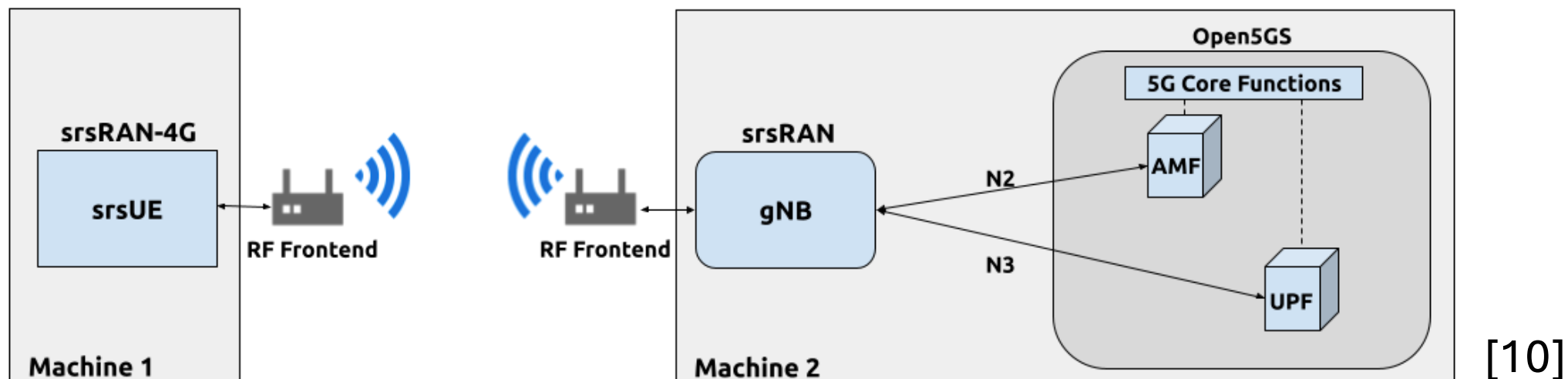
- srsRAN gNB com o srsUE ([LINK](#));
- srsRAN gNB usando COTS UEs (aplicações com UEs comerciais) ([LINK](#));
- srsRAN gNB com Amarisoft EU (aplicações com testbox) ([LINK](#));
- srsRAN gNB no Kubernetes (permite controle remoto) ([LINK](#));
- srsRAN gNB com DPDK (acelerador de processamentos de pacote) ([LINK](#));
- Guia do RU O-RAN 7.2 (instalação conforme o split 7.2) ([LINK](#));
- O-RAN NearRT-RIC e xApp (associação com o FlexRIC) ([LINK](#));
- Ferramentas de Teste no MATLAB (validação de resultados e testes)([LINK](#)) [9].



# srsRAN gNB com o srsUE

A implementação atual do srsUE tem algumas limitações de recursos ao executar no modo 5G SA. As principais limitações dos recursos são as seguintes:

- Limitado a 15 kHz de espaçamento de subportadora (SCS), o que significa que apenas bandas FDD podem ser usadas;
- Limitado a largura de banda (BW) de 5, 10, 15 ou 20 MHz [10].





# Artigo Utilizando o srsRAN Project

## 5G SA – gNB implementada com SDR e UE comercial e emulado – 2024 [11]

- Frequência central: 3880 MHz (n77);
- gNB: USRP B210;
- UE: srsUE com ZeroMQ e Oneplus Nord CE 2 Lite 5G + simcard;
- Core: open5GS;
- Análises:
  - Cobertura (Received Signal Power - RSRP);
  - Throughput (calculado [3GPP TS 38.301] vs medido);
  - Latência (Round Trip Time – RTT).



# Trabalho Utilizando o srsRAN Project

## 5G SA – gNB implementada com SDR e UE comercial e emulado – 2024 [11]

- Os autores consideram os resultados obtidos abaixo do potencial máximo da tecnologia 5G.
  - Cobertura: Inviável a partir de 20 m de distância;
  - Throughput medido máximo: 144 Mbps, 85% do valor calculado para a configuração;
  - Latência:
    - 5,3 ms foi o menor valor de latência obtido, ocorreu em 10% das transmissões;
    - As médias obtidas para diferentes configurações de quadro giraram em torno de 15,8 e 17,3 ms, não atendendo os requisitos estabelecidos pelo 3GPP no TS 38.913 para eMBB e URLLC.



# Referências

[1] SRSRAN (Irlanda). srsRAN Documentation. Disponível em:

<https://docs.srsran.com/en/latest/>. Acesso em: 18 mar. 2024.

[2] SRSRAN (Irlanda). srsRAN 4G Features.

[https://docs.srsran.com/projects/4g/e/latest/feature\\_list.html](https://docs.srsran.com/projects/4g/e/latest/feature_list.html). Acesso em: 18 mar. 2024.

[3] SRSRAN (Irlanda). UE User Manual.

[https://docs.srsran.com/projects/4g/en/latest/usermanuals/source/srsue/source/1\\_ue\\_intro.html#ue-intro](https://docs.srsran.com/projects/4g/en/latest/usermanuals/source/srsue/source/1_ue_intro.html#ue-intro). Acesso em: 18 mar. 2024.



# Referências



[4] SRSRAN (Irlanda). eNodeB User Manual.

[https://docs.srsran.com/projects/4g/en/latest/usermanuals/source/srsenb/source/1\\_enb\\_intro.html#enb-intro](https://docs.srsran.com/projects/4g/en/latest/usermanuals/source/srsenb/source/1_enb_intro.html#enb-intro). Acesso em: 18 mar. 2024.

[5] SRSRAN (Irlanda). EPC User

Manual. [https://docs.srsran.com/projects/4g/en/latest/usermanuals/source/srsepc/source/1\\_epc\\_intro.html](https://docs.srsran.com/projects/4g/en/latest/usermanuals/source/srsepc/source/1_epc_intro.html). Acesso em: 18 mar. 2024.

[6] SRSRAN (Irlanda). srsRAN 4G 23.11

Documentation. <https://docs.srsran.com/projects/4g/en/latest/>. Acesso em: 18 mar. 2024.

# Referências



[7] Flakowski W., Krasicki M., Krenz R. Implementation of a 4G/5G Base Station Using the srsRAN Software and the USRP Software Radio Module (2023) Journal of Telecommunications and Information Technology, (3), pp. 30 - 40, DOI: 10.26636/jtit.2023.3.1298.

[8] SRSRAN (Irlanda). Features and Roadmap. [https://docs.srsran.com/projects/project/en/latest/general/source/2\\_features\\_and\\_roadmap.html](https://docs.srsran.com/projects/project/en/latest/general/source/2_features_and_roadmap.html). Acesso em: 18 mar. 2024.

[9] SRSRAN (Irlanda). srsRAN Project Documentation. <https://docs.srsran.com/projects/project/en/latest/index.html>. Acesso em: 18 mar. 2024.

# Referências



[10] SRSRAN (Irlanda). srsRAN gNB with srsUE.

<https://docs.srsran.com/projects/project/en/latest/tutorials/source/srsUE/source/index.html>. Acesso em: 18 mar. 2024.

[11] J. E. Håkegård, H. Lundkvist, A. Rauniyar and P. Morris, "Performance Evaluation of an Open Source Implementation of a 5G Standalone Platform," in IEEE Access, vol. 12, pp. 25809-25819, 2024, doi: 10.1109/ACCESS.2024.3367120.