

Network Infrastructure

Mobile Networks Evolution to 5G

Cláudio Bessa, Francisco Costa e Tiago Alves
A97063, A95227 e A80872

Redes e Computadores PL6 Grupo 5
TP1 Tema 3 (a)
Universidade do Minho, Braga

Abstrato : A tecnologia do 5G é baseado na tecnologia anterior (4G), modificada de modo a ultrapassar as dificuldades anteriores e cumprir com novos padrões e objetivos no ramo de *performance*. Esta nova arquitetura ajuda a ultrapassar diversos problemas anteriores como a falta de cobertura, dificuldades na conexão, pouca qualidade e flexibilidade de serviço. (Professors, Department of Electronics and Communication Engineering Veltech Multitech Dr. Rangarajan Dr. Sakunthala Engineering College Avadi, 2015).

Palavras chave: 5G, comunicações *Wireless*

1 Introdução

O protocolo do 5G, definido como oficialmente como “IMT-2020”, sendo a quinta geração de comunicação móvel criada, pelo ITU (*International Telecommunication Union*) onde ao contrário de protocolos de outras comunicações móveis anteriores, obtem uma tecnologia e/ou arquitetura uniformizado, isto é, não utiliza múltiplas arquiteturas paralelas, mas sim apenas uma construída e desenvolvida em colaboração por várias organizações, no mesmo espírito que 3GPP anteriormente (Hao, 2021).

As tecnologias *network* móveis evoluem diariamente de forma muito acentuada quando comparada a grande parte das outras tecnologias e indústrias. Tanto o 4G como o 5G são tecnologias com diversas assimilações com outros temas, por exemplo *Internet* das coisas. (Professors, Department of Electronics and Communication Engineering Veltech Multitech Dr. Rangarajan Dr. Sakunthala Engineering College Avadi, 2015) .

2 5G Framework

Como o primeiro *standard* 5G de 3GPP¹, R15² é principalmente utilizado para estudar a primeira fase de 5G. A este estado, focamos o estudo na definição de NR (o novo *standard* 5G baseado no OFDM³, e também é a fundação para a próxima geração de tecnologia de rede celulares) *framework*, clarificar as ondas usadas por NR, e a flexibilidade do duplex do código e da estrutura. Soluções tais como a separação do *uplink* e *downlink*, separação do CU-DU⁴, rede NSA/SA⁵, etc. são definidas na arquitetura, e tipos de serviços do 5G uRLLC⁶. Na segunda fase do R16⁷ protocolo, novas tecnologias de acesso múltiplo do NR serão estudadas, e a *framework* do protocolo NR será melhorada baseada no protocolo R15. Para além da otimização uRLLC na base do R15, o R16 também fará parte da competição de outras indústrias.

5G é usado para pesquisar no eMBB⁸, mMTC, uRLLC e providenciar serviços ao público geral. EMBB pode dar aos utilizadores sistemas com capacidades maiores e acessos *wireless* mais rápidos para que se possa usufruir de uma melhor e mais estável experiência. mMTC⁹ é principalmente utilizada para a popularização, e tratamento de dados em uma alta densidade de conexões à *network*. Esta pesquisa pode ser aplicada em logísticas inteligentes, cidades inteligentes (*smart cities*).

A arquitetura de rede 5G adota arquitetura SBA¹⁰. A rede 5G é uma rede elástica centrada no utilizador, que separa o inteiro original em múltiplas funções independentes, e todas as funções realizam as suas próprias funções de forma recursiva. Agora, analisemos a rede 5G em particular. Primeiro, vemos as componentes de rede limitadas da rede 5G, que são CU, DU e AAU. CU é usado para tratar de serviços em tempo não real. DU é usado para tratar requerimentos físicos em tempo real. AAU é composta pela RRU, “*passive wireless*” e parte da camada física da BBU. (Professors, Department of Electronics and Communication Engineering Veltech Multitech Dr. Rangarajan Dr. Sakunthala Engineering College Avadi, 2015). (Visualizar Figura 1)

¹ A “3rd Generation Partnership Project”, é uma coletânea de organizações *standard*, i.e. uma organização cuja prioridade é desenvolver, coordenar, proclamar, rever, emendar, reemitir, ou outras técnicas de produção para endereços the utilizadores e criadores de protocolos de desenvolvimento de telecomunicações móveis. (Wikipedia, 2022)

² Primeira versão comercial de 5G

³ (*orthogonal frequency division multiplexing*) Sistema de multiplexagem bastante eficiente utilizado

⁴ O core do 5G divide-se em dois, CU(*central unit*) que ocupa-se das camadas mais elevadas do protocolo, já o DU(*distributed unit*) ocupa-se das camadas de níveis mais baixos

⁵ NSA(*not stand alone*) são aquelas redes que necessitam da ajuda da *network* relativa ao 4G para funcionar. Já a SA (*stand alone*) é precisamente o contrário, sendo possível a total independência do 5G em todo o processo

⁶ (*ultra-reliable low latency communications*) comunicações de baixa latência ultra confiáveis

⁷ Segunda versão comercializada do 5G

⁸ (*enhanced mobile broadband*) largura de banda móvel alargada e/ou melhorada

⁹ (*mass machine-type communications*) alta densidade de comunicações móveis

¹⁰ *Service Based Architecture*

3 Comparações entre 4G e 5G

- a. Primeiramente, as redes 4G baseadas em LTE utilizam uma implementação rápida, redes 5G abrangem projetos pilotos e pesquisas.
- b. Redes wireless até 4G focam na disponibilidade de banda larga de transmissão, enquanto que 5G foca-se em oferecer uma subtil conectividade para preparar rápido acesso à internet para utilizadores, quer eles estejam no topo de um arranha-céus ou debaixo de uma estação de metro.
- c. As redes 5G não serão redes gigantes e serão contruídas por volta das tecnologias: 2G, 3G, LTE, LTE-A, Wi-Fi, M2M, etc. Por tanto, 5G será designada para suportar uma variedade de aplicações tais como IoT, vestuário conectado, realidade aumentada e gaming imersivo. Ao contrário da 4G, a rede 5G oferecera a habilidade de lidar com múltiplos dispositivos conectados e vários tipos de trafico.
- d. Finalmente, 5G vai liderar o uso de técnicas de radio cognitivas para permitir à infraestrutura automaticamente decidir o tipo de canal oferecido, diferenças entre objetos fixos e moveis, e adaptar a condições a qualquer momento. Em outras palavras, redes 5G conseguirão servir a internet industrial e aplicações de redes pessoais simultâneamente. (Professors, Department of Electronics and Communication Engineering Veltech Multitech Dr. Rangarajan Dr. Sakunthala Engineering College Avadi, 2015)

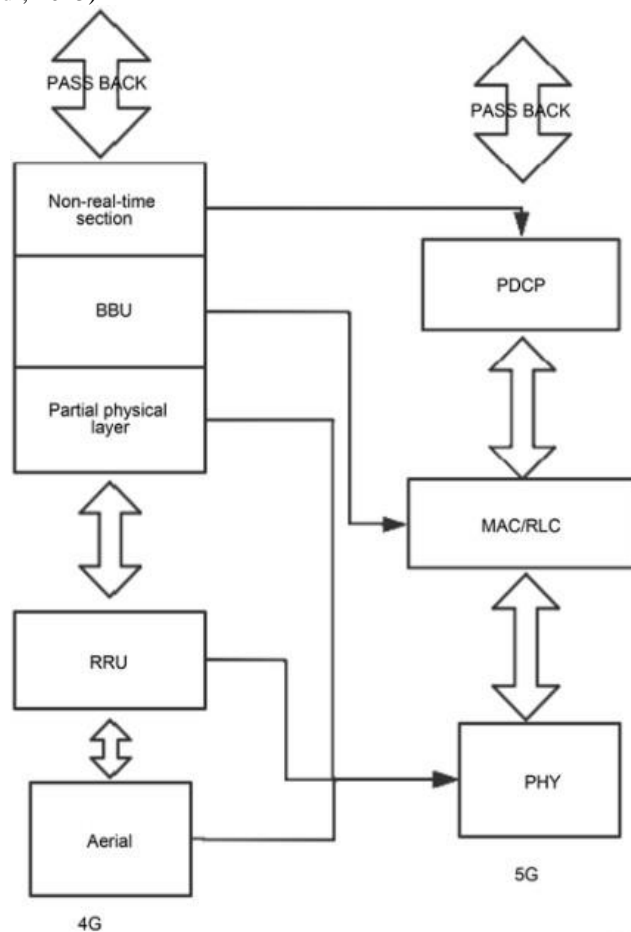


Figura 1 - 5G arquitetura network

3.1 Vantagens de *hardware*

A maioria dos profissionais em comunicações *wireless* concordam que após 5G substituir a 4G LTE, resolveu-se 3 necessidades:

- Menor latência que um segundo.
- Aumento de taxa de dados para pelo menos 1GB/s para milhares de utilizadores em simultâneo.
- Aumento da eficácia energética.

Quaisquer progressos que são feitos para a comunicação *wireless* pelo lançamento da 5G, os principais objetivos são para a tecnologia móvel, coleção de dados e comunicação *wireless* mais eficaz e rápida. Sem estas melhorias, a “internet of things” não funcionará corretamente e será redundante. (Verificar Figura 2) (Hao, 2021)

	4G	5G
Time delay	10 ms	smaller than 1 ms
Number of mobile links	eight billion	eleven billion
Channel broadband	20 MHz 200 MHz	100 MHz (lower than 6 GHz) 400 MHz (larger than 6 GHz)
Frequency band	600 MHz to 5.925 GHz	600 MHz (millimeter wave)
Date flow	7.2 Eb/month	50 Eb/month
Peak data rate	1 Gb/s	20 Gb/s
Available channel	3 GHz	30 GHz
Link density	One million links/km*2	One million links/km*2
Uplink waveform	Use SC-FDMA	Use CP-OFDM

Figura 2 - Comparações a níveis de hardware

4 Otimização do *design* para 5G /Adaptação nos dispositivos

Para usufruir perfeitamente do IMT-2020, é necessário primeiramente haver uma melhoria a nível de *performance* das antenas existentes nos diversos dispositivos móveis.

Uma antena para um dispositivo *mobile* tem que ser pequena e leve, de modo a ocupar apenas o pequeno espaço que tem disponível. Tais antenas ideais são chamadas de “*Planar inverted-F antenas*”(PIFA), uma vez que são de igual forma eficiente e com uma grande potência tendo em conta o seu aspeto físico. Estas antenas são feitas num bloco PTFE com uma placa de circuitos FR4, vidro e uma composição em silicone, sendo alimentada através uma fina camada de cobre com alta condutividade, entre outras coisas tais como PML(*Perfect Matched Layers*) de modo a absorver radiação. Capazes de no total obter uma impedância¹¹ de 50 Ω .

Segundo uma simulação feita, retratada em (Professors, Department of Electronics and Communication Engineering Veltech Multitech Dr. Rangarajan Dr. Sakunthala Engineering College Avadi, 2015), a radiação obtida nos polos desta nova antena, já não é mais omni-direcional uma vez que é menor e localizada no topo direito dos dispositivos. Polos estes que se diferenciam, uma vez que o campo é mais forte na ponta de superfície metal, no polo oposto à fonte de alimentação da antena, sendo exemplo positivo do *design* da PIFA. Feita tal simulação, é possível verificar que a voltagem é menor que 2:1, isto significa que através da mesma energia disponibilizada entre uma antena utilizada num arquitetura 4G LTE e a anteriormente referida para o 5G, se obtém um resultado significativo, reduzindo a metade a energia necessária quando comparado ao 5G.

5 Dificuldades tecnológicas

Há diversos e diferentes tipos de serviços, tendo cada um requerimentos diferentes para sua *network*, trazendo assim novos desafios no *design* sobre o IMT-2020. Todo o processo inclui primeiramente funcionalidade, utilização de recursos, arquitetura, entre outros. Segundamente, a usabilidade do utilizador, segurança da mesma tecnologia consoante a sua melhoria, dificultando a flexibilidade na arquitetura do seu *network*. Sumamente, uma melhoria de doze vezes comparativamente ao 4G, conduz a uma exponencial melhoria. O uRLLC faz com que seja necessário uma considerável alocação de estações e diferentes níveis de terminais, em rumo à otimização da tecnologia até atingir os objetivos requeridos para tal flexibilidade na *network*.

Consoante o progresso das atuais arquiteturas e *networks* das comunicações *Wireless* móveis, as diferentes antenas não terão mais capacidade de suportar tal melhoria reduzindo a sua eficácia. Para o contínuo progresso, é estimado possivelmente ter que existir uma melhoria relativa aos terminais. (Patrick Kwadwo Agyapong, 2014).

¹¹ Capacidade de tolerar um determinado fluxo de circuito elétrico

6 Conclusão

Para o sucesso do desenvolvimento do IMT-2020 há uma coletânea de processos a ser considerados, todos eles bastante meticulosos e complexos tanto de forma singular como global. Considerando a densidade de dados que circula em toda a banda é importante levar todas as melhorias a um nível muito maior, não a um nível de resultados mas sim a um nível de cuidado e preocupação em seu desenvolvimento.

Contudo é visível que não é só vantagens uma vez que tal melhoria e incremento de velocidade em todo o processo aumenta também na possibilidade de mais e consequentemente maiores perdas de informação entre o transmissor e o receptor, isto de acordo com o alcance das antenas uma vez que são exponencialmente menos eficientes em função da distância entre alvos. (Professors, Department of Electronics and Communication Engineering Veltech Multitech Dr. Rangarajan Dr. Sakunthala Engineering College Avadi, 2015).

Referências

Hao, Y. (2021). *Investigation and Technological Comparison of 4G and 5G Networks*. Retrieved from SCIRP: <https://www.scirp.org/journal/paperinformation.aspx?paperid=106688>

Patrick Kwadwo Agyapong, M. I. (2014, November). *Design Considerations for a 5G Network Architecture*. Retrieved from ELIMU: <http://ece2526.elimu.net/Books/LTE%20Papers/Design%20Considerations%20for%20a%205G%20Network%20Architecture.pdf>

Professors, Department of Electronics and Communication Engineering Veltech Multitech Dr. Rangarajan Dr. Sakunthala Engineering College Avadi. (2015, December). *IOSR Journal of Eletronics and Communication Engineering*. Retrieved from IOSR-JECE: https://elearning.uminho.pt/bbcswebdav/pid-1203690-dt-content-rid-5790694_1/courses/2122.J304N6_2/T3a%20-%20A%20Comparative%20Study%20on%204G%20and%205G%20Technology%20for%20Wireless%20Applications.pdf

Wikipedia. (2022, February 22). *3GPP*. Retrieved from Wikipedia: <https://en.wikipedia.org/wiki/3GPP>