

STUDYING TECHNICAL PARAMETERS AFFECTING THE QUALITY OF BTS TRANSCIVER STATION FOR 5G SYSTEM

Hoang Van Thuc

TNU - University of Information and Communication Technology

ARTICLE INFO		ABSTRACT
Received:	03/7/2024	5G networks mark a major advance in mobile communications technology, providing incredibly fast data transmission speeds and the ability to connect billions of devices at the same time. 5G mobile network technology is currently being researched and deployed along with the innovation of BTS transceiver stations to match 5G network technology. The article focuses on simulating and evaluating the technical parameters of 5G BTS stations with important technical parameters configured and managed by mobile service providers for the purpose of 5G network optimizing performance. These parameters are used to adjust and optimize the mobile network system and ensure connection quality for users including: Operating frequency, transmit power, antenna sensitivity, 3GPP standard, range distance between the BTS station and the user. This research contributes to solving the problem of optimizing BTS transceiver stations for 5G systems. When parameters are adjusted and balanced properly, users can experience the benefits that 5G technology brings.
Revised:	13/8/2024	
Published:	13/8/2024	
KEYWORDS		
Base transceiver station		
5G system		
5G technology		
BTS-5G		
Optimize BTS		

NGHIÊN CỨU CÁC THAM SỐ KỸ THUẬT ẢNH HƯỞNG ĐẾN CHẤT LƯỢNG CỦA TRẠM THU PHÁT SÓNG BTS CHO HỆ THỐNG 5G

Hoàng Văn Thúc

Trường Đại học Công nghệ thông tin và Truyền thông - ĐH Thái Nguyên

THÔNG TIN BÀI BÁO		TÓM TẮT
Ngày nhận bài:	03/7/2024	Mạng 5G đánh dấu một bước tiến lớn trong công nghệ truyền thông di động, với việc cung cấp tốc độ truyền dẫn dữ liệu cực kỳ nhanh và khả năng kết nối hàng tỷ thiết bị cùng một lúc. Công nghệ mạng di động 5G hiện nay đang được nghiên cứu và triển khai cùng với sự đổi mới của trạm thu phát sóng BTS để phù hợp với công nghệ mạng 5G. Bài báo tập trung nghiên cứu mô phỏng, đánh giá các tham số kỹ thuật của trạm BTS 5G với các thông số kỹ thuật quan trọng được cấu hình và quản lý bởi nhà cung cấp dịch vụ di động nhằm mục đích tối ưu hóa hiệu suất mạng 5G. Các tham số này được sử dụng để điều chỉnh và tối ưu hệ thống mạng di động và đảm bảo chất lượng kết nối cho người dùng bao gồm: Tần số hoạt động, công suất phát, độ nhạy của anten, tiêu chuẩn 3GPP, khoảng cách giữa trạm BTS và người dùng. Nghiên cứu này góp phần giải quyết vấn đề về tối ưu hoá trạm thu phát sóng BTS cho hệ thống 5G. Khi các tham số được điều chỉnh và cân bằng đúng cách, người dùng có thể trải nghiệm được những lợi ích mà công nghệ 5G đem lại.
Ngày hoàn thiện:	13/8/2024	
Ngày đăng:	13/8/2024	
TỪ KHÓA		
Trạm thu phát sóng gốc		
Hệ thống 5G		
Công nghệ 5G		
BTS-5G		
Tối ưu BTS		

DOI: <https://doi.org/10.34238/tnu-jst.10701>

Email: hvthuc@ictu.edu.vn

<http://jst.tnu.edu.vn>

495

Email: jst@tnu.edu.vn

1. Giới thiệu

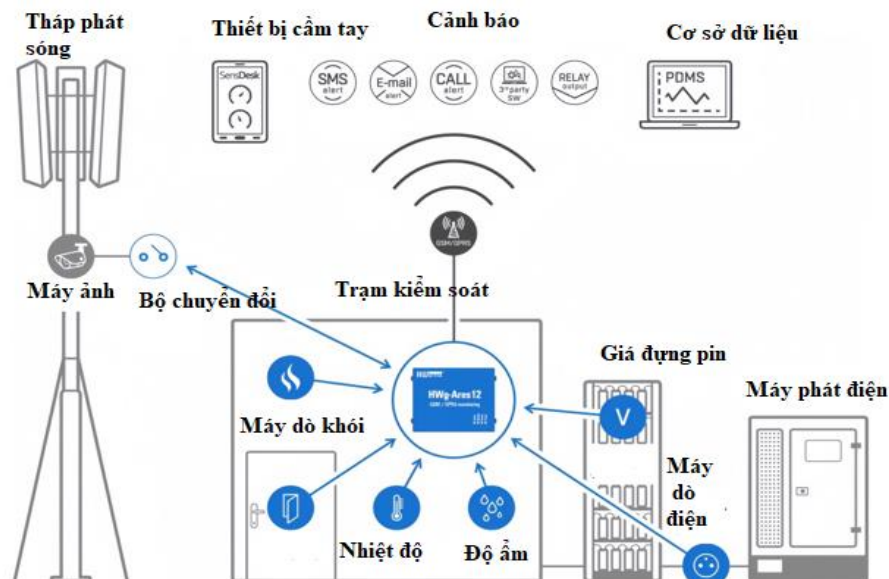
Hiện nay, công nghệ 5G vẫn chưa được triển khai rộng rãi tại Việt Nam do các yếu tố về kỹ thuật, kinh tế và nhu cầu sử dụng. Tuy nhiên, nó đang là một mục tiêu quan trọng của các nhà nghiên cứu và là động lực phát triển tiềm năng ở nước ta. Để áp dụng công nghệ này vào thực tế trong tương lai, đã có không ít các nhà khoa học đã tập trung nghiên cứu, nắm bắt những thay đổi trong công nghệ này [1], [2]. Mạng 5G đánh dấu một bước tiến lớn trong công nghệ truyền thông di động, với việc cung cấp tốc độ truyền dẫn dữ liệu cực kỳ nhanh và khả năng kết nối hàng tỷ thiết bị cùng một lúc. Trong khi đó, lịch sử phát triển của mạng di động bắt đầu từ các hệ thống 1G ban đầu chỉ hỗ trợ giọng nói, và tiếp tục qua các thế hệ 2G, 3G và 4G với sự gia tăng đáng kể về tốc độ dữ liệu và khả năng kết nối [3], [4].

Với sự phát triển nhanh chóng của mạng thông tin di động 5G, trạm phát sóng và thu sóng gốc BTS là thành phần quan trọng trong hệ thống mạng di động. Nó là nơi kết nối các thiết bị di động với mạng di động, đảm bảo khả năng liên lạc giữa các thiết bị di động với nhau hoặc với các thiết bị trong mạng Internet [5], [6]. Với mạng 5G, các thách thức bao gồm việc triển khai hạ tầng mới, quản lý băng tần rộng hơn và nâng cao tính bảo mật trong khi vẫn đảm bảo hiệu suất và khả năng kết nối cho hàng tỷ thiết bị thông minh. Đồng thời, việc đảm bảo tiêu chuẩn và tuân thủ quy định cũng là một trong những thách thức quan trọng đối với mạng 5G [7], [8]. Do đó, bài báo nghiên cứu mô phỏng các tham số kỹ thuật tác động trực tiếp đến chất lượng của trạm BTS sử dụng cho hệ thống mạng thông tin di động 5G. Từ đó làm rõ thêm về các phương pháp tối ưu hoá trạm thu phát sóng BTS cho hệ thống 5G.

2. Cơ sở lý thuyết

2.1. Kiến trúc trạm thu phát sóng gốc trong 5G

Hình 1 minh họa kiến trúc cơ bản của một trạm gốc trong mạng 5G. Trạm gốc là một thiết bị quan trọng hỗ trợ việc truyền thông không dây giữa thiết bị người dùng (UE) và mạng. Các thiết bị UE có thể là điện thoại di động (smartphone), điện thoại không dây WLL (Wireless Local Loop), và các máy tính kết nối Internet không dây.



Hình 1. Kiến trúc trạm thu phát sóng gốc trong 5G [3]

Mạng có thể bao gồm bất kỳ công nghệ truyền thông không dây nào như GSM, CDMA, vòng lặp cục bộ không dây, Wi-Fi, WiMAX hoặc công nghệ mạng điện rộng (WAN) khác. BTS còn

được gọi là nút B (trong mạng 3G) hay đơn giản hơn là trạm gốc (BS). Để nói về tiêu chuẩn LTE, từ viết tắt eNB cho nút phát triển B được sử dụng rộng rãi và GnodeB dành cho công nghệ 5G [1], [2].

Một trạm BTS cơ bản gồm ba thành phần chính [3]: Một là trạm thu phát (TRX) có nhiệm vụ truyền và nhận tín hiệu, gửi và nhận các tín hiệu từ các thành phần mạng cao hơn. Hai là bộ tổng hợp sẽ tổng hợp nguồn cấp từ nhiều trạm thu phát để truyền đi qua một ăng-ten duy nhất với mục đích giảm số lượng anten cần thiết để lắp đặt. Ba là bộ khuếch đại công suất giúp tăng cường tín hiệu từ trạm thu phát để truyền thông tin qua ăng-ten.

Các thiết bị di động của người dùng truy cập Internet sẽ đưa yêu cầu đến các trạm thu phát sóng di động (BTS). Sau đó các trạm BTS tập trung về thiết bị RNC vào mạng Core ra IntraNet. Từ đó người quản lý có thể thống kê lưu lượng các trạm BTS qua mạng Intranet để thống kê lưu lượng hàng ngày của trạm thu phát gốc đó [4].

Để triển khai mạng 5G, trạm gNodeB cần được nâng cấp và làm mới một số thiết bị. Điều này đặc biệt quan trọng vì mạng 5G có nhiều đặc tính khác biệt so với các thế hệ mạng trước đó, bao gồm tốc độ truyền tải nhanh hơn, độ trễ thấp hơn và khả năng kết nối đa dạng hơn.

2.2. Các tham số của trạm G – nodeB

Tần số hoạt động:

Tần số hoạt động của trạm gNodeB 5G là tần số được sử dụng để truyền và nhận dữ liệu giữa trạm gNodeB và các thiết bị di động trong phạm vi sóng của trạm. Tần số này được phân bổ trên băng tần 5G để đảm bảo hoạt động ổn định và hiệu suất cao của mạng di động. Đối với tần số cao trong 5G, các dải tần từ 24 GHz đến 100 GHz được sử dụng, còn đối với tần số thấp, các dải tần từ 600 MHz đến 6 GHz được sử dụng.

Băng thông kênh truyền:

Tham số băng thông kênh truyền là một tham số quan trọng trong mạng di động 5G. Tham số này thường được định nghĩa là tổng băng thông của tất cả các kênh truyền dữ liệu được sử dụng trong mạng. Băng thông kênh truyền được tính bằng công thức sau:

$$\text{Băng thông kênh truyền} = \text{Khoảng cách giữa các kênh truyền} \times \text{Số lượng kênh truyền} \quad (1)$$

Trong đó, khoảng cách giữa các kênh truyền và số lượng kênh truyền phải được thiết kế và cấu hình phù hợp để đảm bảo mạng di động 5G hoạt động hiệu quả, đáp ứng nhu cầu sử dụng ngày càng tăng của người dùng.

Công suất phát:

Vai trò của công suất phát trong trạm gNodeB 5G là đảm bảo tín hiệu được phát ra đủ mạnh để đến được các thiết bị thu phát ở khoảng cách xa, đồng thời đảm bảo chất lượng tín hiệu ổn định và không bị nhiễu. Công thức tính công suất phát của trạm gNodeB 5G được xác định bởi công thức sau:

$$P = \text{EIRP} - L \quad (2)$$

Trong đó:

P là công suất phát của trạm gNodeB 5G, tính bằng watt (W).

EIRP (Effective Isotropic Radiated Power) là công suất bức xạ hiệu dụng đồng đều từ tất cả các hướng của anten, tính bằng đơn vị watt (W).

L là tổn thất công suất trong quá trình truyền tải tín hiệu từ trạm gNodeB 5G đến thiết bị thu phát, tính bằng đơn vị dB.

Tiêu chuẩn 3GPP:

3GPP (Third Generation Partnership Project) là một tổ chức quốc tế chuyên về việc phát triển tiêu chuẩn kỹ thuật cho các hệ thống viễn thông di động. Vai trò chính của 3GPP là đưa ra các tiêu chuẩn kỹ thuật cho các hệ thống viễn thông di động như GSM, UMTS, LTE và 5G.

Theo tiêu chuẩn 3GPP, tại Việt Nam các tham số của hệ thống trạm gNodeB 5G được giới hạn để đảm bảo an toàn và hiệu quả cho người dùng và môi trường. Tần số sử dụng cho kỹ thuật mmWave là từ 24,25 GHz đến 52,6 GHz và cho kỹ thuật sub-6GHz là từ 450 MHz đến 6 GHz.

Băng thông của mạng 5G được giới hạn lên đến 100 MHz cho kỹ thuật sub-6GHz và lên đến 400 MHz cho kỹ thuật mmWave. Tốc độ truyền dữ liệu lên đến 20 Gbps ở dải tần mmWave và 1 Gbps ở dải tần sub-6GHz. Độ trễ được giảm xuống dưới 1 ms để đảm bảo kết nối nhanh chóng và chính xác.

Khoảng cách giữa trạm BTS và người dùng: là bán kính vùng phủ trạm với khoảng cách 500 m, và tần số sử dụng là 28 GHz.

3. Phương pháp thực nghiệm, mô phỏng và đánh giá

3.1. Bài toán thực nghiệm

Thiết kế, khảo sát hệ thống trạm BTS cho mạng 5G với bài toán giả định để tối ưu tham số trạm gNodeB 5G trong tương lai sau đây:

Khi nâng cấp từ trạm BTS 4G lên 5G, cần phải thay đổi một số phần cứng quan trọng để đáp ứng các yêu cầu kỹ thuật mới của mạng 5G. Cụ thể, các phần cứng cần được nâng cấp bao gồm anten, bộ xử lý tín hiệu (baseband unit), bộ xử lý năng lượng (power unit), bộ phân phối tín hiệu (distribution unit), bộ khuếch đại tín hiệu (amplifier unit), hệ thống lưu trữ (storage system), và các thiết bị khác liên quan đến mạng 5G. Các phần cứng này phải được thiết kế để tương thích với chuẩn kỹ thuật 5G mới, bao gồm các yêu cầu về tốc độ truyền dữ liệu cao, độ trễ thấp và khả năng kết nối thiết bị đồng đảo hơn.

Trạm gNodeB 5G cao 20m, hệ thống anten MASSIVE MIMO với 64 chiếc anten hiệu suất anten phát và thu là 30 dBi, số lượng người dùng là 200 người với bán kính phủ của trạm là 500 m, tần số sử dụng là 28 GHz, Để đáp ứng nhu cầu người dùng với hiệu suất cao nhất ta sẽ để băng thông mỗi người là 100 Mbps.

Để mô phỏng và tối ưu ta cần làm những bước sau: Thiết lập mô hình kênh truyền với các thông số tương ứng như tốc độ truyền dữ liệu, độ lệch pha, tần số và băng thông, và cường độ tín hiệu. Mô phỏng tín hiệu của trạm gNodeB bằng cách sử dụng phần mềm mô phỏng.

Các tham số này sẽ liên quan đến số kênh truyền trạm g-node 5G, băng thông của mỗi kênh, chuẩn 3GPP, công suất tín hiệu, tín hiệu phát ra từ trạm, tín hiệu thu của người dùng, tín hiệu SNR, tốc độ truyền dữ liệu, độ trễ. Các tham số này được gọi là tham số toàn cục vì nó ảnh hưởng đến tất cả các thành phần trong thiết kế có sử dụng các tham số này [9].

Các tham số này được sử dụng để tính toán cho trạm BTS-5G như sau:

$$\text{Số kênh truyền} = \frac{\text{Tổng băng thông}}{\text{Băng thông mỗi kênh}} \quad (3)$$

$$\text{Băng thông tổng} = \text{Số lượng người dùng} * \text{Băng thông mỗi người dùng} \quad (4)$$

Công suất tín hiệu nhận được (P_{rx}):

$$P_{rx} = P_{tx} + G_{tx} + G_{rx} - L_{fs} - L(r) \quad (5)$$

Trong đó:

- P_{tx} : công suất phát (đã biết) = 20 W = 93 dBm
- G_{tx} : hiệu suất anten phát (đã biết) = 30 dBi
- G_{rx} : hiệu suất anten thu (đã biết) = 30 dBi
- L_{fs} : tổn thất không gian tự do (Free Space Loss) = $(4\pi d/\lambda)^2$, trong đó d là khoảng cách giữa trạm BTS và người dùng, λ là bước sóng tương ứng với tần số sử dụng (28GHz).

Ta có:

- Khoảng cách giữa trạm BTS và người dùng là bán kính phủ của trạm = 500 m
- Bước sóng tương ứng với tần số 28 GHz: $\lambda = c/f = 10,71\text{mm}$, trong đó c là vận tốc ánh sáng (3×10^8 m/s), f là tần số sử dụng (28GHz)
- Tổn thất không gian tự do (Free Space Loss) $L_{fs} = (4\pi d/\lambda)^2 = (4\pi \times 500 / 10,71)^2 = 143,36$ dB
- $L(r)$: tổn thất do đường truyền radio, tạm thời giả sử $L(r) = 0\text{dB}$ (không có môi trường nào ảnh hưởng đến đường truyền)

Vậy công suất tín hiệu nhận được là:

$$\begin{aligned} P(rx) &= P(tx) + G(tx) + G(rx) - L(fs) - L(r) \quad [3] \\ &= 43 + 30 + 30 - 143,36 - 0 \\ &= -50,36 \text{ (dBm)} \end{aligned} \quad (6)$$

Để tính SNR, ta cần biết công suất tín hiệu và công suất nhiễu ở điểm nhận.

Công suất tín hiệu:

Công suất phát của trạm BTS: 20 W = 93 (dBm)

Hệ số tăng ích của anten (Antenna Gain): 30 (dBi)

Tổn hao đường truyền trong không gian tự do (Free Space Path Loss) với:

Tần số: 28 GHz

Khoảng cách từ trạm đến người dùng: 500 m

Ta sử dụng công thức Free Space Path Loss như sau:

$$FSPL \text{ (dB)} = 20\log(d) + 20\log(f) - 27,55 \quad [3] \quad (7)$$

Trong đó:

- d: khoảng cách giữa trạm và người dùng (m)
- f: tần số sử dụng (GHz)
- 27,55: hằng số phù hợp với đơn vị đo khoảng cách là mét và tần số sử dụng là GHz.

Thay các giá trị vào công thức ta có:

$$FSPL = 20\log(500) + 20\log(28) - 27,55 = 95,28 \text{ (dB)} \quad (8)$$

Công suất tín hiệu đến người dùng:

- Công suất tín hiệu đến người dùng:
- Công suất phát của trạm gNodeB: (93) dBm
- Hệ số tăng ích của anten (Antenna Gain): 30 (dBi)
- Tổn hao đường truyền trong không gian tự do (Free Space Path Loss): 95,28 dB

Ta tính được công suất tín hiệu đến người dùng:

$$P(\text{receive}) = P(\text{transmit}) + G(\text{antenna}) - FSPL = 93 + 30 - 95,28 = 27,72 \text{ dBm} \quad (9)$$

- Công suất nhiễu:
- Mức nhiễu tín hiệu (Noise Figure) của hệ thống là 1,5 dB
- Nhiễu tín hiệu trong khoảng tần số 28 GHz là -174 dBm/Hz
- Băng thông kênh truyền là 100 MHz = $100 \times 10^6 \text{ Hz} = 10\log(100 \times 10^6) \text{ dBm/Hz}$

Công suất nhiễu đến người dùng:

$$N = -174 + 10\log(100 \times 10^6) + 1,5 = -92,5 \text{ dBm} \quad (10)$$

Vậy SNR tại điểm nhận là:

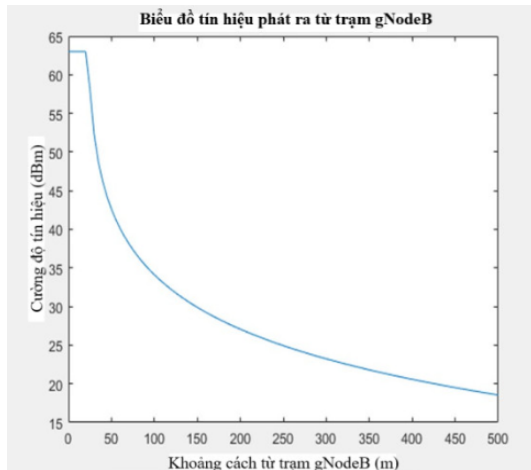
$$SNR = P(\text{receive}) - N = 27,72 - (-92,5) = 120,22 \text{ dB} \quad (11)$$

Matlab dùng các tham số này cho tất cả các thành phần trong thiết kế, tức là tất cả các thành phần này đều có mối liên hệ mật thiết với nhau trong quá trình tính toán các tham số kỹ thuật ảnh hưởng trực tiếp đến trạm thu phát sóng gốc BTS cho hệ thống 5G. Từ đó đưa ra các phương pháp tối ưu hoá các trạm BTS của hệ thống 5G [10].

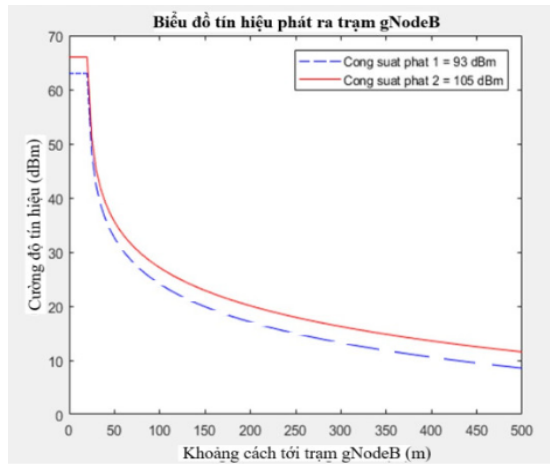
3.2. Mô phỏng, nhận xét và đánh giá:

Thử nghiệm 01: Thay đổi khoảng cách giữa trạm BTS và người dùng

Hình 2 là sơ đồ mô phỏng tín hiệu phát ra từ trạm G-node 5G với từ khoảng cách 0 đến 500 m, cường độ tín hiệu phát ra là 63 dBm, là mức công suất tín hiệu cao, đủ để cung cấp cho người dùng đủ băng thông và tốc độ kết nối cao. Từ khoảng cách 50 m đến 150 m, cường độ tín hiệu giảm từ 60 đến 26,8 dBm, điều này cho thấy có sự suy hao tín hiệu trong quá trình truyền. Từ khoảng cách 150 m đến 500 m, cường độ tín hiệu giảm từ 26,8 đến 15 dBm. Đây là khoảng cách xa và cường độ tín hiệu ở mức thấp hơn so với khoảng cách gần hơn, có thể gây ra khó khăn cho người dùng trong việc kết nối và trải nghiệm kết nối chậm hơn. Theo tiêu chuẩn thì cường độ tín hiệu phát ra từ trạm gNodeB 5G thường nằm trong khoảng từ 20 dBm đến 40 dBm là tốt nhất. Vậy các tham số này cũng đã khá ổn định để đáp ứng cho trạm.



Hình 2. Biểu đồ phát ra từ trạm gNodeB

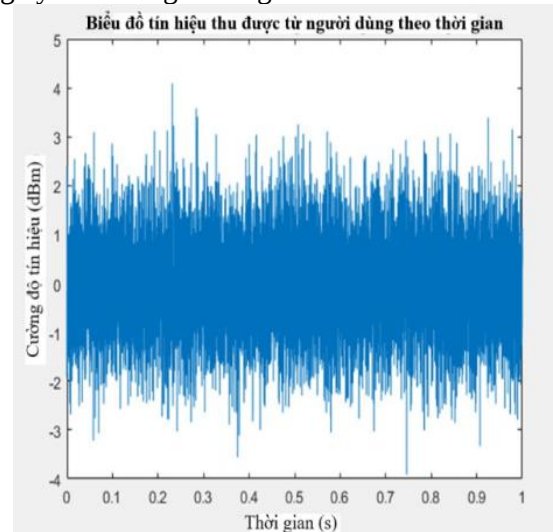


Hình 3. Biểu đồ phát ra từ trạm gNodeB so sánh giữa 2 công suất phát

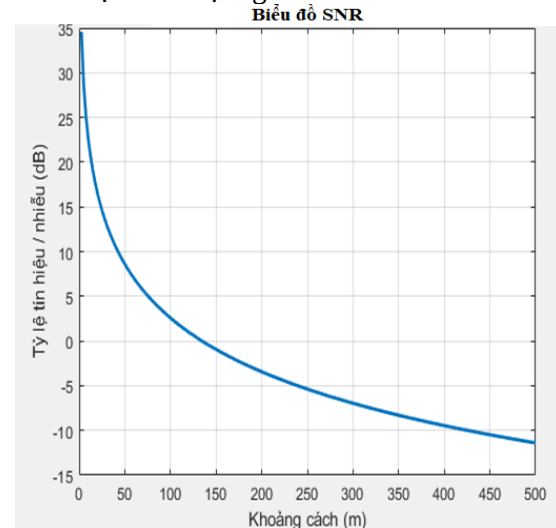
Thử nghiệm 02: Thay đổi công suất phát

Sơ đồ mô phỏng trên Hình 3 là khi ta thử tăng công suất phát lên 105 dBm và tạo biểu đồ so sánh với công suất phát ban đầu để xem kết quả có tốt hơn không. Ở biểu đồ 6 ta nhận thấy rằng cường độ tín hiệu đã được cải thiện rõ ràng với công suất 105 dBm. Với người dùng xa nhất, cường độ tín hiệu thu được ở mức 21 dBm. Như vậy ta có thể thấy được rằng công suất phát tăng sẽ làm tăng cường độ tín hiệu thu được và đưa ra kết quả tốt hơn, đáp ứng cho người dùng xa nhất một cách ổn định.

Phân tích kết quả tại tín hiệu thu từ người dùng: Biểu đồ trên Hình 4 thể hiện cường độ tín hiệu thu từ người dùng theo thời gian. Biểu đồ này sẽ cho phép chúng ta đánh giá chất lượng tín hiệu thu từ người dùng. Nhìn vào kết quả, giá trị dao động của tín hiệu thu từ người dùng trong 1 giây nằm trong khoảng -4 đến 4 dBm thì có thể coi là ổn định với trạm gNodeB 5G.



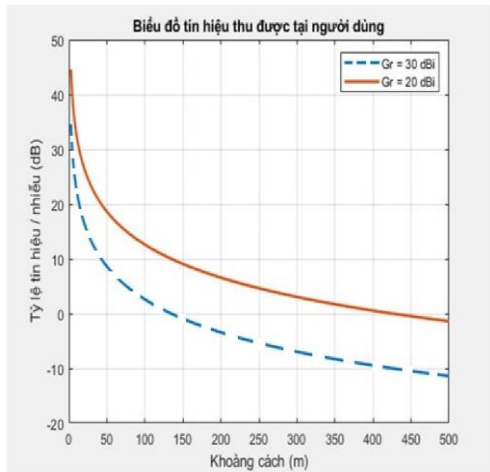
Hình 4. Biểu đồ tín hiệu thu từ người dùng theo thời gian



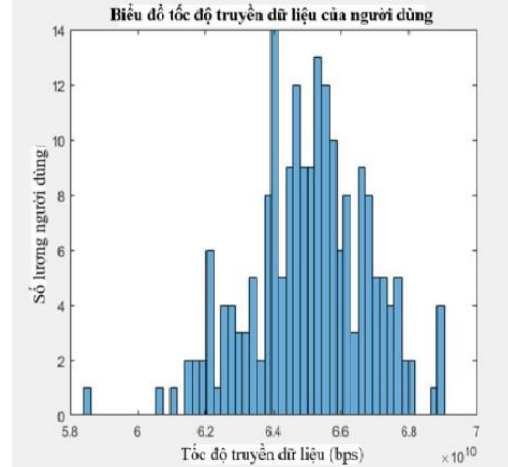
Hình 5. Biểu đồ SNR

Từ Hình 5 ta thấy biểu đồ này thể hiện tỷ lệ tín hiệu trên nhiễu của tín hiệu thu. Tỷ lệ tín hiệu trên nhiễu càng cao thì chất lượng tín hiệu thu càng tốt. Quan sát được biểu đồ SNR và thấy rằng SNR đạt giá trị cao (35 dB) tại khoảng cách 0m, chất lượng tín hiệu thu được sẽ rất tốt, đảm bảo cho việc truyền dữ liệu và giảm thiểu lỗi truyền. Tuy nhiên, khi khoảng cách xa hơn (khoảng cách 500m), giá trị SNR giảm đáng kể (-11.3 dB) có thể gây ra nhiễu nhiễu và lỗi truyền dữ liệu. Các ứng dụng như video cao độ phân giải, truyền dữ liệu trực tuyến hoặc trò chơi trực tuyến có

thể yêu cầu một giá trị SNR cao hơn để đảm bảo chất lượng tốt và trải nghiệm người dùng tốt. Tùy thuộc vào ứng dụng cụ thể, có thể cần phải tăng công suất phát, giảm số lượng người dùng hoặc sử dụng các kỹ thuật khác để tăng giá trị SNR và đảm bảo chất lượng tín hiệu tốt hơn.



Hình 6. Biểu đồ SNR so sánh giữa hai độ nhạy của anten

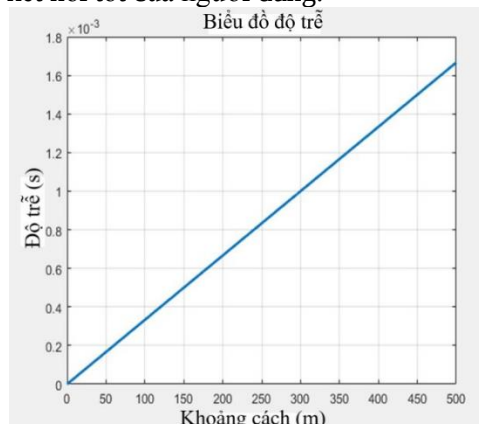


Hình 7. Biểu đồ tốc độ truyền của người dùng

Thử nghiệm 03: Thay đổi độ nhạy của anten

Độ nhạy của anten là một yếu tố rất quan trọng đối với hệ thống trạm BTS (Base Transceiver Station) của mạng 5G. Độ nhạy của anten ảnh hưởng đến khả năng thu sóng từ các thiết bị người dùng và các trạm BTS khác, cũng như độ nhạy trong việc truyền tải tín hiệu từ trạm BTS đến các thiết bị người dùng. Độ nhạy anten càng cao thì trạm BTS có khả năng thu sóng tốt hơn từ các thiết bị di động và các trạm BTS khác, đảm bảo chất lượng tín hiệu và ổn định kết nối. Điều này làm giảm khả năng xảy ra các vùng bị mất sóng và giúp duy trì kết nối liên tục cho người dùng. Với thử nghiệm này tác giả giảm độ nhạy của anten xuống khoảng 20 dBi và thay đổi độ nhạy của anten phát và anten thu. Trước khi thay đổi chúng ta cần tính lại mất mát công suất tại người dùng bằng cách sử dụng hệ số khuếch đại anten phát (G_t) và anten thu (G_r) mới. Sau đó, tính lại công suất nhận được và tín hiệu/nhiều tại mỗi người dùng.

Từ biểu đồ SNR trên Hình 6 ta thấy khi giảm độ nhạy của anten thì SNR được cải thiện tăng lên rõ ràng. Với tín hiệu SNR thấp nhất khoảng 10 dB trở lên thì đây là một tín hiệu tốt đáp ứng đủ nhu cầu của người dùng. Biểu đồ ở Hình 7 hiển thị kết quả khá chênh lệch về tốc độ truyền dữ liệu của người dùng. Tốc độ truyền dữ liệu của người dùng thấp nhất đã ở mức 60000 Mbps là rất cao so với băng thông dự định ban đầu là 100 Mbps. Ngoài ra khi thay đổi độ nhạy của anten ta còn đánh giá được độ trễ của kết nối giữa trạm gNodeB và người dùng. Độ trễ này cần được kiểm soát để đảm bảo chất lượng kết nối tốt của người dùng.



Hình 8. Biểu đồ mô phỏng độ trễ giữa trạm gNodeB và người dùng

Kết quả về độ trễ trong trạm gNodeB 5G được thể hiện trên Hình 8 là khá ổn định và thấp so với tiêu chuẩn của 5G. Ở khoảng cách 0 m với độ trễ 0 giây là kết quả lý tưởng. Với khoảng cách 500 m và độ trễ 0,017 ms. Nói chung độ trễ này cũng khá thấp và ổn định so với các tiêu chuẩn và yêu cầu của 5G được xác định bởi 3GPP (3rd Generation Partnership Project), tổ chức chuẩn hóa quốc tế cho viễn thông di động.

4. Kết luận

Bài báo nghiên cứu mô phỏng đánh giá các tham số kỹ thuật ảnh hưởng đến chất lượng của trạm thu phát sóng BTS cho hệ thống 5G. Qua việc mô phỏng thực nghiệm với bài toán giả định trong quá trình mô phỏng bài toán về trạm gNodeB 5G, được cài đặt với hệ thống anten MASSIVE MIMO với 64 chiếc anten, có cao 20 m và sử dụng tần số 28GHz, kết quả thu được cho thấy mức độ cường độ tín hiệu phát ra từ trạm trong khoảng từ 0 đến 60 m là 60 dBm, đủ để cung cấp cho người dùng đủ băng thông và tốc độ kết nối cao.

Bài báo nghiên cứu và mô phỏng đánh giá nhận xét các tham số kỹ thuật cho trạm gNodeB 5G. Các tham số kỹ thuật về khoảng cách từ trạm BTS đến người dùng, công suất phát, độ nhạy của anten đã được thay đổi qua các lần thực nghiệm và mô phỏng. Để từ đó tác giả đánh giá được cường độ tín hiệu phát ra từ trạm BTS, tín hiệu thu được từ người dùng theo thời gian, tỷ lệ tín hiệu trên nhiễu, độ trễ trong trạm Gnode 5G. Ngoài ra, độ nhạy của anten, công suất truyền tải, băng thông và độ trễ là những tham số cơ bản cần được cân nhắc và điều chỉnh. Qua các lần thực nghiệm tác giả thấy rằng việc điều chỉnh các tham số này sẽ giúp cải thiện chất lượng tín hiệu, giảm thiểu độ trễ tín hiệu trong mạng 5G. Với vai trò quan trọng của trạm gNodeB trong mạng 5G, việc nghiên cứu các tham số để đạt được chất lượng tốt cho hệ thống trạm BTS trong mạng 5G cực kỳ cần thiết. Chỉ khi các tham số được điều chỉnh và cân bằng đúng cách, người dùng mới có thể trải nghiệm được những lợi ích mà công nghệ 5G đem lại.

Lời cảm ơn

Bài báo là sản phẩm của đề tài cấp Đại học có mã số ĐH2024-TN07-03, được tài trợ bởi kinh phí của Trường ĐH CNTT & TT Thái Nguyên.

TÀI LIỆU THAM KHẢO/ REFERENCES

- [1] P. Yu, Q. Yang, F. Fu, and K. S. kwak, "Inter-cell cooperation aided dynamic base station switching for energy-efficient cellular networks," in *Proc. IEEE Asia-Pacific Conference on Communications*, 2012, pp. 159-163.
- [2] T. Adhikary, A. K. Das, M. A. Razzaque, M. O. Rahman, and C. S. Hong, "A distributed wake-up scheduling algorithm for base stations in green cellular networks," in *Proc. ACM Conference on Ubiquitous Information Management and Communication*, 2012, p. 120.
- [3] J. Wu, Y. Zhang, M. Zukerman, and E. K. N. Yung, "Energy-efficient base-stations sleep-mode techniques in green cellular networks: A survey," *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, vol. 17, no. 2, pp. 803-826, 2015.
- [4] J. Huang, Z. Zhong, and H. Huo, "A dynamic energy-saving strategy for green cellular railway communication network," *EURASIP Journal on Wireless Communications and Networking*, vol. 2015, no. 1, pp. 1-13, 2015.
- [5] J. Zheng, Y. Cai, X. Chen, R. Li, and H. Zhang, "Optimal base station sleeping in green cellular networks: A distributed cooperative framework based on game theory," *IEEE Transactions on Wireless Communications*, vol. 14, no. 8, pp. 4391-4406, 2015.
- [6] A. Fehske, G. Fettweis, J. Malmodin, and G. Biczok, "The global footprint of mobile communications: The ecological and economic perspective," *IEEE Communications Magazine*, vol. 49, no. 8, pp. 55-62, 2011.
- [7] Z. Hasan, H. Boostanimehr, and V. K. Bhargava, "Green cellular networks: A survey, some research issues and challenges," *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, vol. 13, no. 4, pp. 524-540, 2011.
- [8] J. Lorincz *et al.*, "Measurements and modeling of base station power consumption under real traffic loads," *Sensors*, vol. 12, no. 4, pp. 4281-4310, 2012.
- [9] S. Vadgama, "Trends in green wireless access," *Fujitsu scientific and technical journal*, vol. 45, no. 4, pp. 404-408, 2009.
- [10] B. Badic, T. O'Farrell, P. Loskot, and J. He, "Energy efficient radio access architectures for green radio: large versus small cell size deployment," in *Proc. IEEE Vehicular echnology Conference 2009-Fall*, 2009, pp. 1-5.