



TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA HÀ NỘI
HANOI UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY



CHƯƠNG 5

HỆ THỐNG THÔNG TIN DI ĐỘNG

5G - NR

ET4330

TS. Trần Quang Vinh
BM. Kỹ thuật Thông tin
Viện Điện tử - Viễn thông
Đại học Bách Khoa Hà Nội
vinhtq@hust.edu.vn



NỘI DUNG

- KIẾN TRÚC MẠNG 5G-NR
- GIAO DIỆN VÔ TUYẾN
- CÁC CÔNG NGHỆ MỚI TRONG 5G-NR



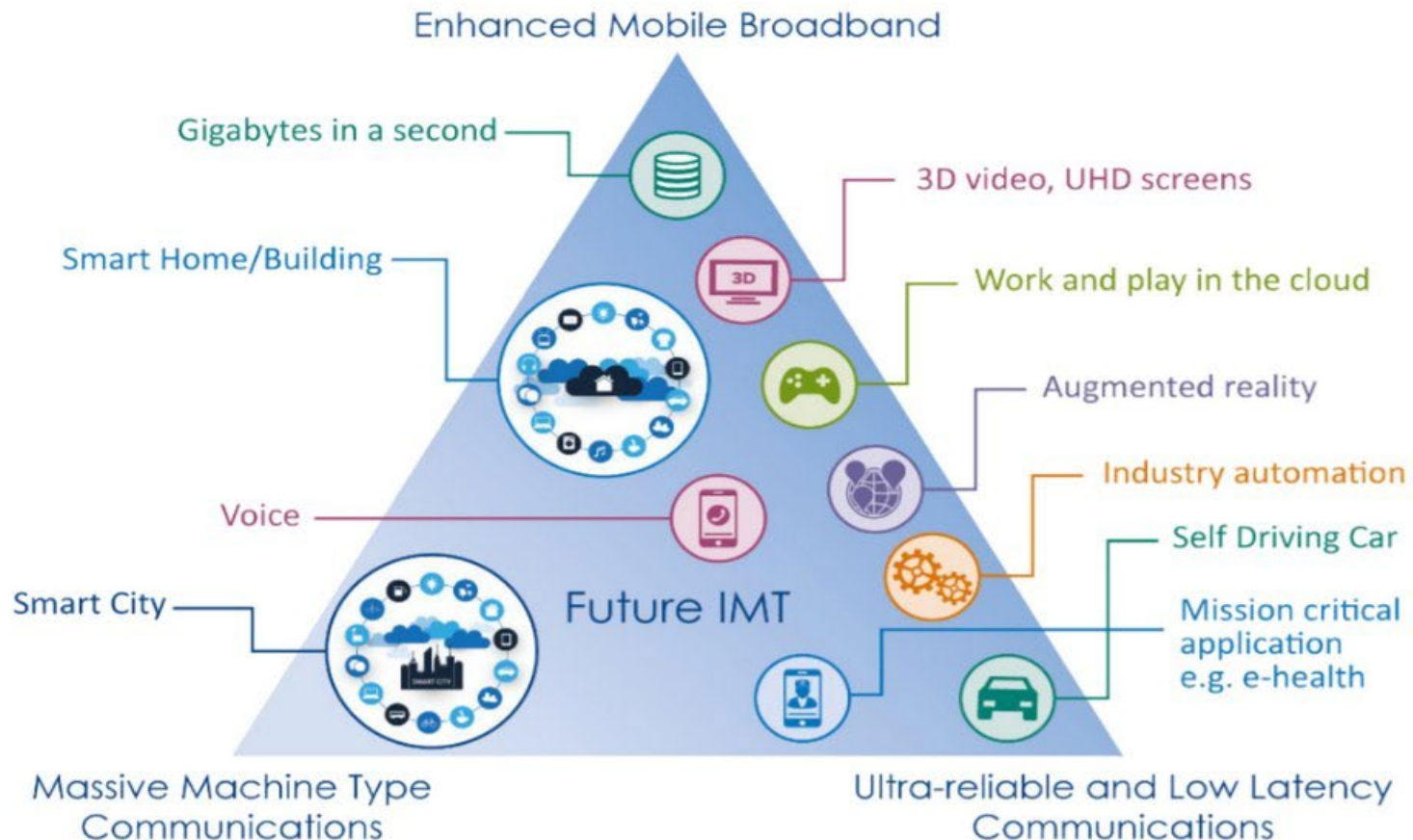
■ NHU CẦU SỬ DỤNG 5G



TỔNG QUAN VỀ MẠNG 5G

■ CÁC ỨNG DỤNG CỦA 5G

- Enhanced mobile broadband (eMBB)
- Ultra-reliable and low-latency communication (URLLC)
- Massive machine-type communications (M-MTC)



TỔNG QUAN VỀ MẠNG 5G

■ ĐẶC TRƯNG CỦA 5G

○ The minimum requirements:

- ▶ for peak data rate: Downlink: 20 Gbit/s, Uplink: 10 Gbit/s
- ▶ for peak spectral efficiencies: Downlink: 30 bit/s/Hz, Uplink: 15 bit/s/Hz
- ▶ user plane latency (single user, small packets): 4 ms for eMBB, 1 ms for URLLC
- ▶ control plane latency (idle => active): 10-20ms

○ Other requirements:

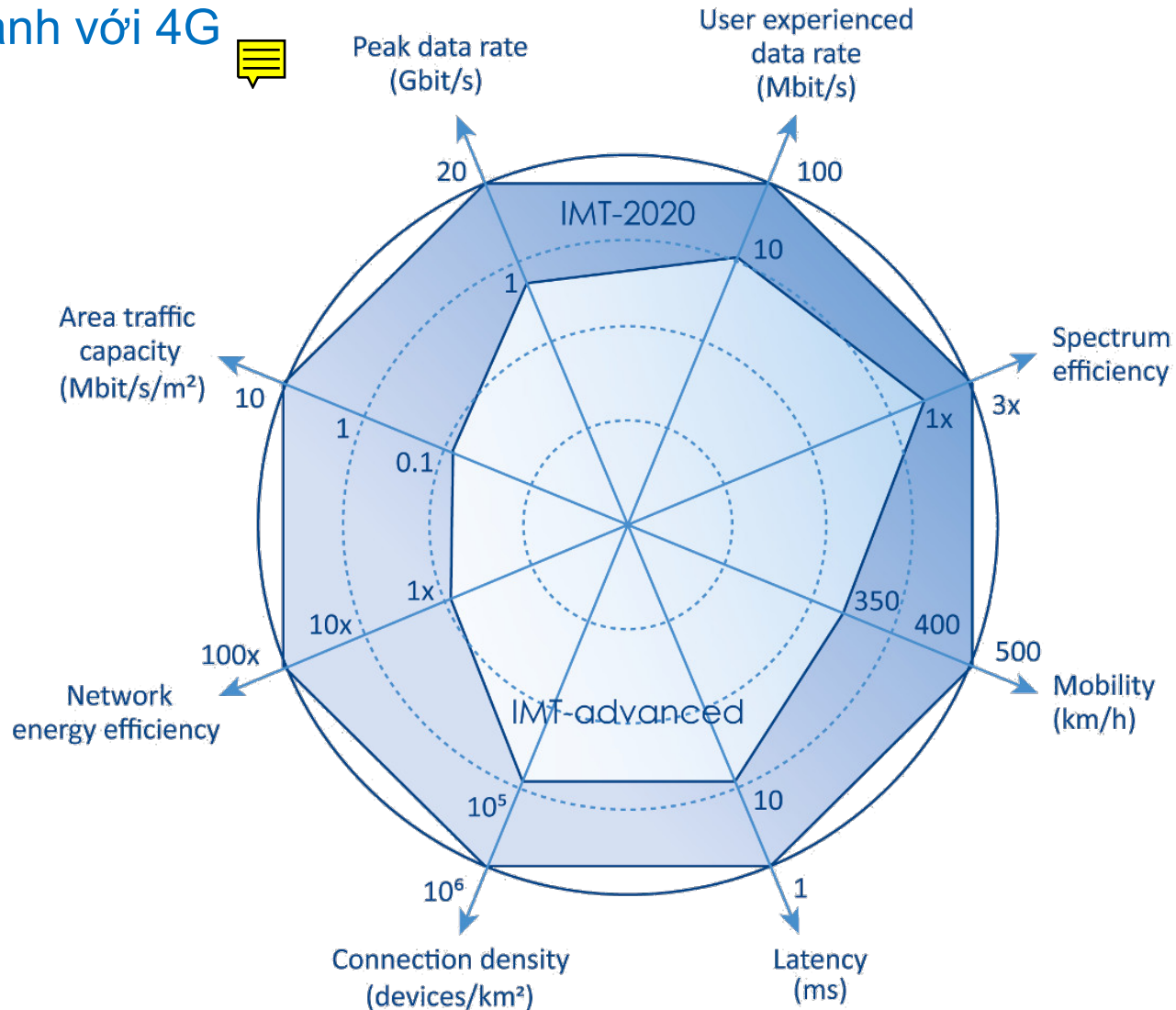
- ▶ maximum aggregated system bandwidth: at least 100 MHz, up to 1GHz in higher frequency bands (above 6GHz)
- ▶ mobility: up to 500km/h in rural eMBB



TỔNG QUAN VỀ MẠNG 5G

■ ĐẶC TRƯNG CỦA 5G

- So sánh với 4G



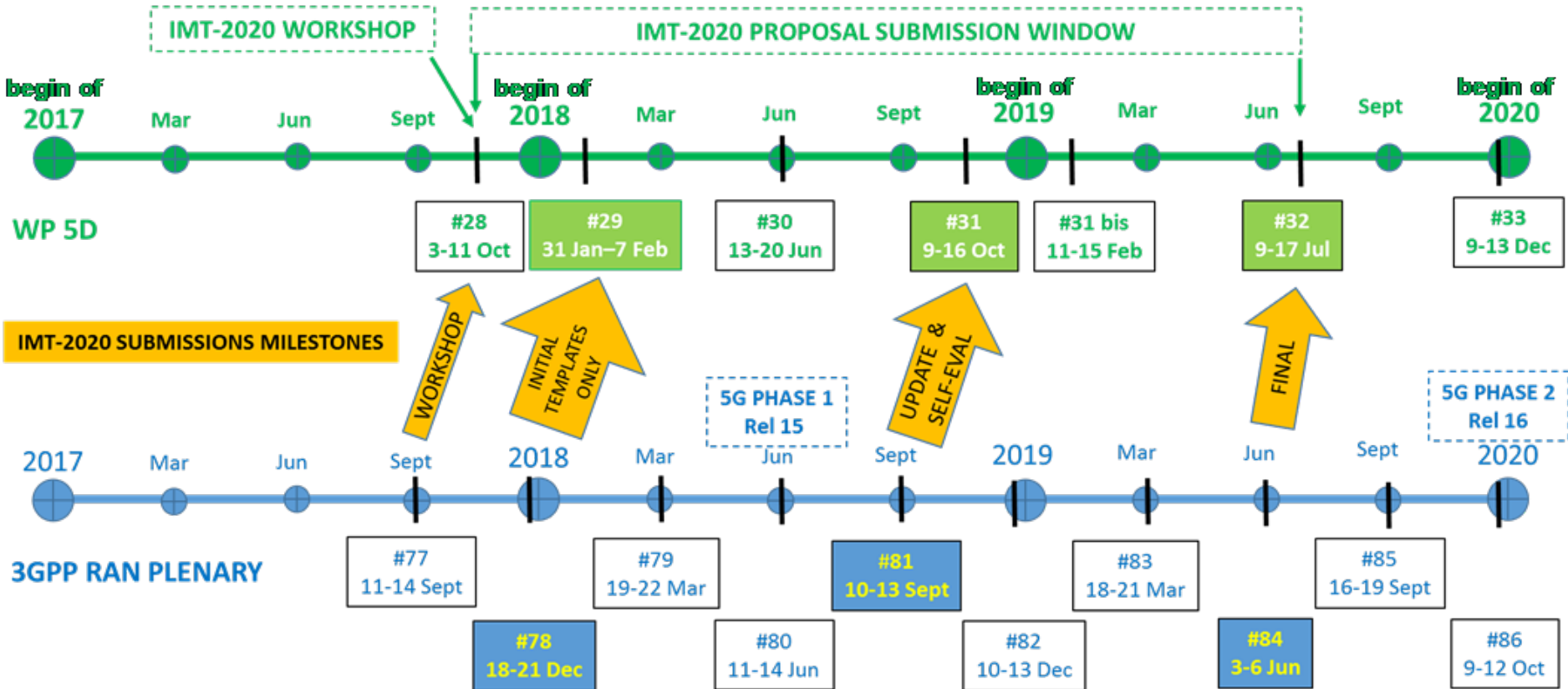
TỔNG QUAN VỀ MẠNG 5G

■ So sánh các tham số LTE, 5G TF và 3GPP 5G NR

| Đặc điểm | LTE | 5G TF | 3GPP 5G NR |
|--|--|-------------------------|--|
| Cấu trúc khung vô tuyến | 10 ms | 10 ms | 10 ms |
| Số khung phụ trong một khung vô tuyến | 10 | 50 | 10 |
| Nhóm sóng mang (carrier aggregation) ở miền tần số | 5 (phiên bản Rel. 10)/32 (phiên bản Rel. 12) | 8 | 16 |
| Khe sóng mang phụ (carrier spacing) | 15 kHz | 75 kHz | Thay đổi với hệ số 2^n . 15 kHz ($n = -2, \dots, 5$) |
| Băng thông | 1.4, 3, 5, 10, 15, 20 MHz | 100 MHz | Thay đổi tới tối đa 400 MHz |
| Tần số sóng mang (Frequency bands) | Dưới 6 GHz | 28 GHz | Tới 100 GHz |
| Mức điều chế | Tới 256 QAM | QPSK, 16 QAM và 64 QAM | QPSK, 16 QAM, 64 QAM, và 256 QAM |
| Công nghệ MIMO | Tới 8×8 | Chỉ 2×2 | Tới 8×8 |
| Công nghệ mã hóa kênh | Turbo cho mã hóa dữ liệu | LDPC cho mã hóa dữ liệu | NR LDPC cho mã hóa dữ liệu |

TỔNG QUAN VỀ MẠNG 5G

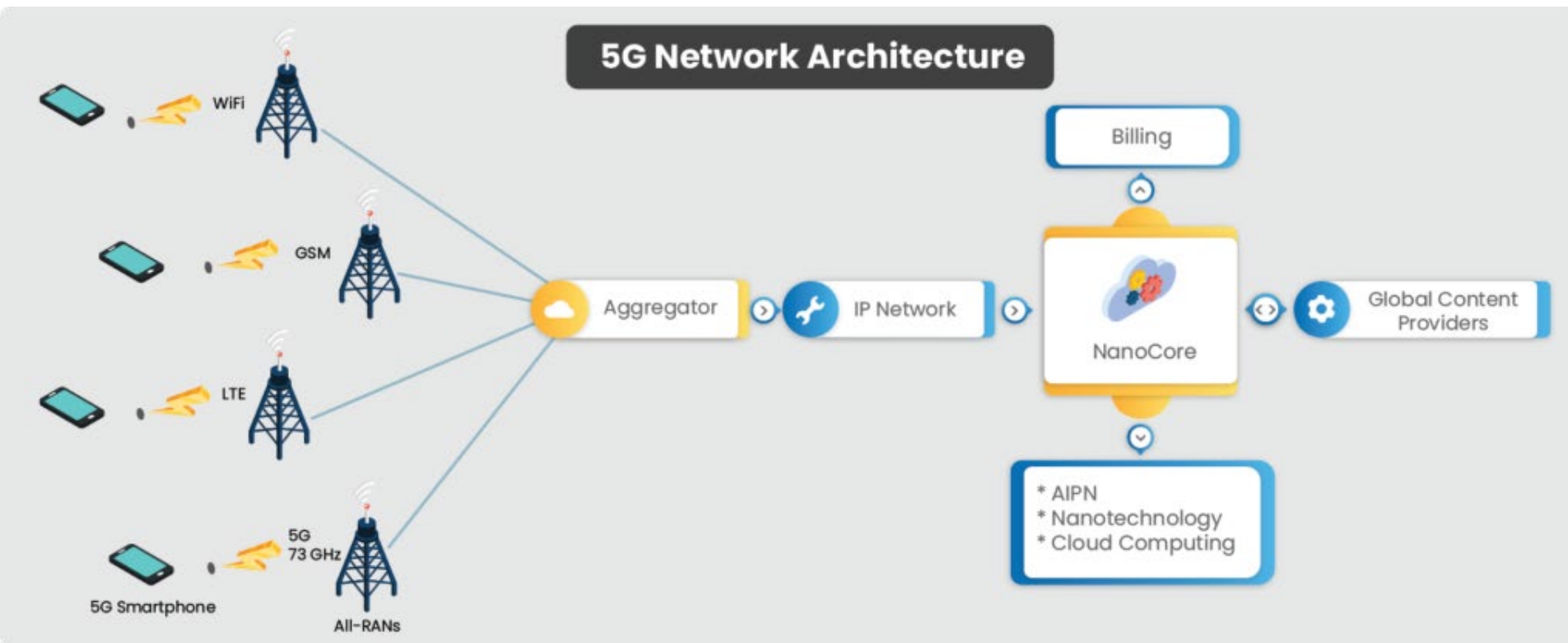
■ SỰ PHÁT TRIỂN CỦA MẠNG 5G



TỔNG QUAN VỀ MẠNG 5G

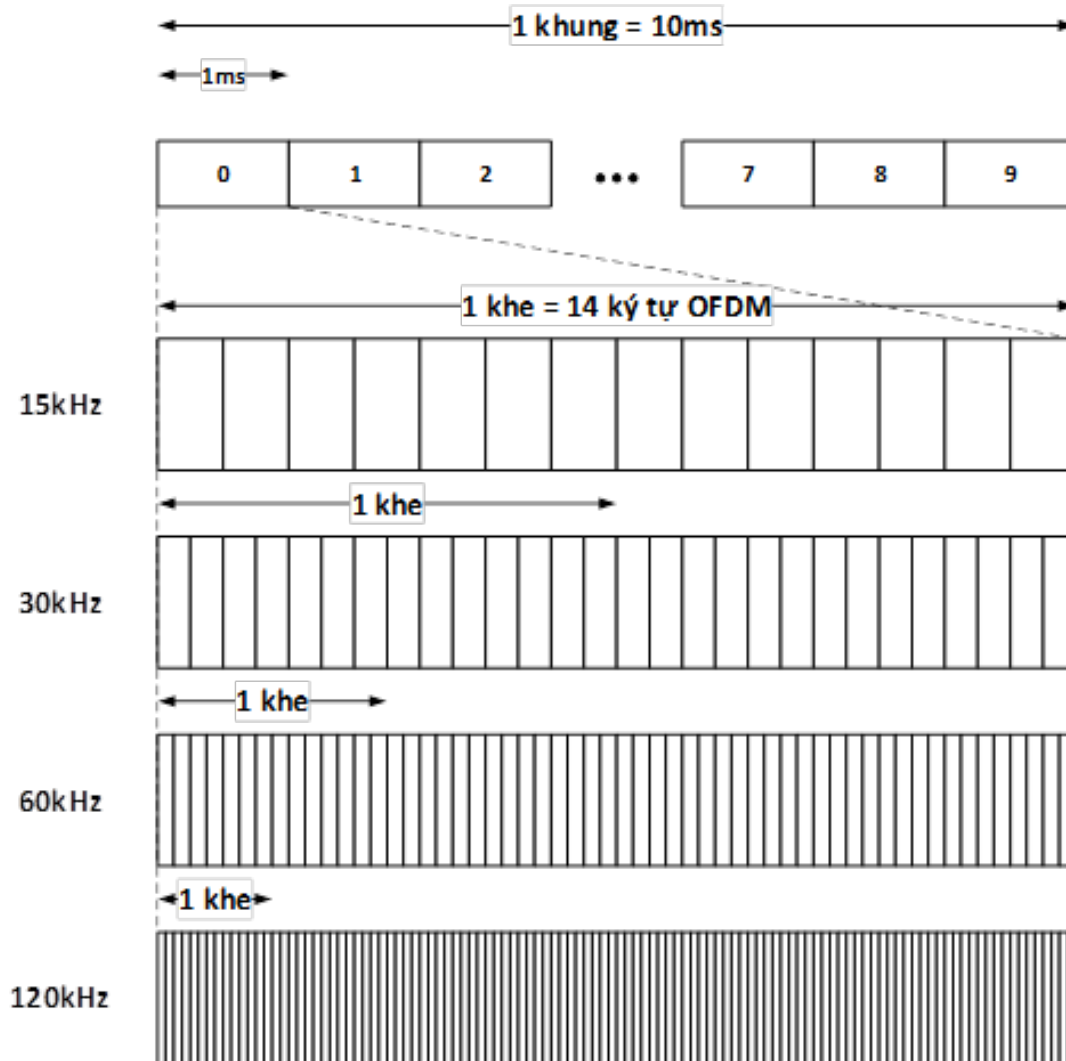
■ KIẾN TRÚC MẠNG 5G

- Được chuẩn hóa bởi 3GPP, tháng 12 năm 2017
- Kiến trúc IP phẳng: giảm thành phần mạng, giảm trễ, giảm chi phí
- Mạng lõi nanocore 5G: công nghệ nano, điện toán đám mây, toàn IP



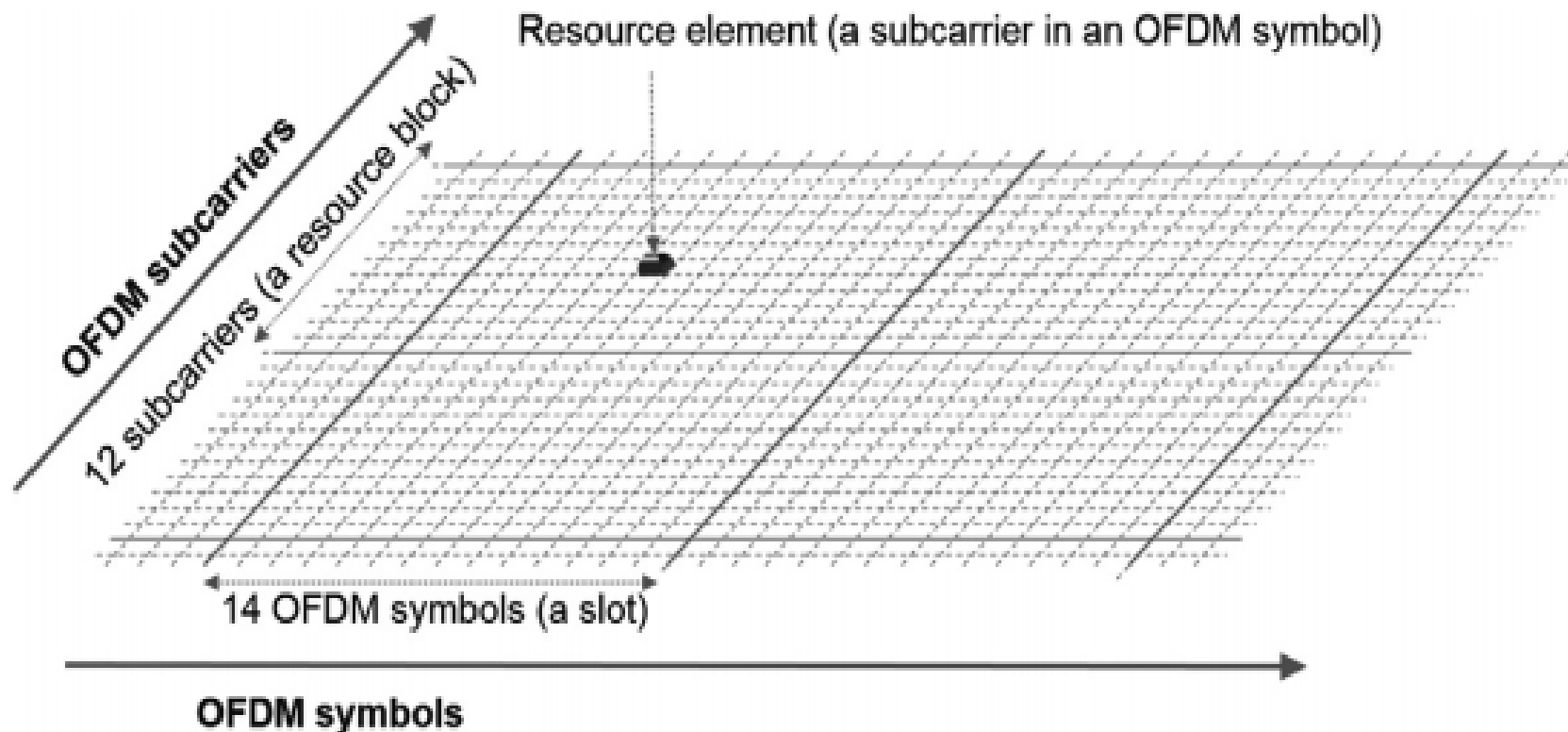
GIAO DIỆN VÔ TUYẾN 5G-NR

- Cấu trúc trên miền thời gian của NR



GIAO DIỆN VÔ TUYẾN 5G-NR

- Cấu trúc trên miền thời gian – tần số
 - Khối tài nguyên: 12 sóng mang con



GIAO DIỆN VÔ TUYẾN 5G-NR

- Điều chế tín hiệu

| Điều chế | Đường lên/Đường xuống |
|---------------|-------------------------------------|
| $\pi/2$ -BPSK | Chỉ có đường lên, kết hợp precoding |
| QPSK | Cả 2 hướng |
| 16QAM | Cả 2 hướng |
| 64QAM | Cả 2 hướng |
| 256QAM | Cả 2 hướng |

GIAO DIỆN VÔ TUYẾN 5G-NR

■ Mô hình kênh vô tuyến

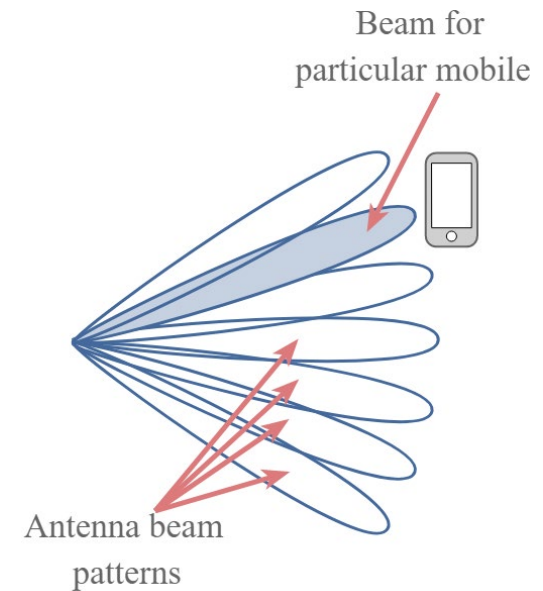
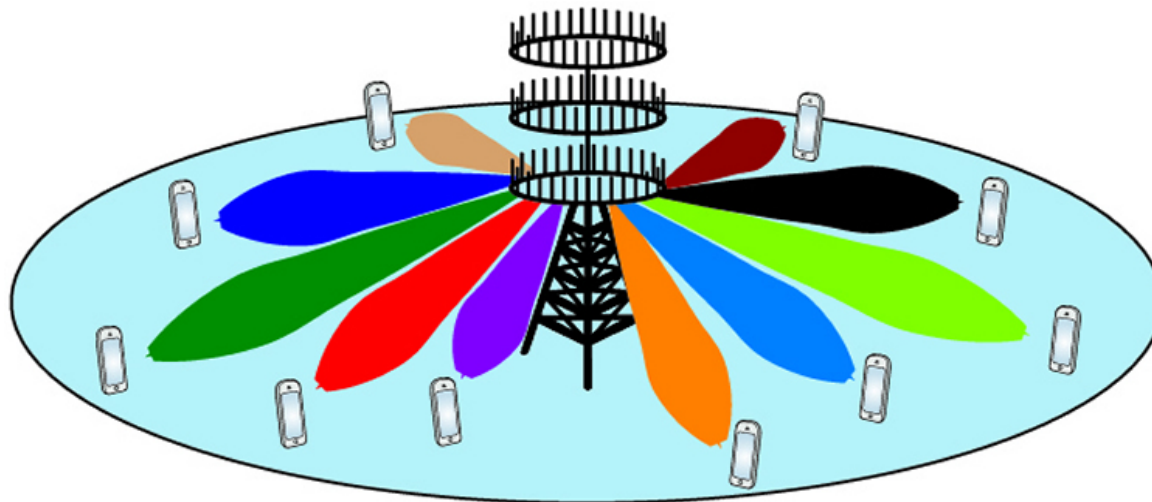
- Băng tần từ dưới 1 GHz lên đến 100 GHz
- Độ rộng kênh rất lớn, lên đến trên 500 MHz
- Mô hình hóa phân cực chính xác theo 3 chiều
- Nhất quán về mặt không gian
- Cùng tồn tại nhiều loại đường truyền khác nhau
- Hỗ trợ tính di động cho nhiều loại đầu cuối (D2D, V2V, trạm gốc di chuyển)
- Độ phân giải không gian lớn thông qua sử dụng kỹ thuật mảng anten rất lớn, massive MIMO và beamforming

| Phân loại | Yêu cầu phải đạt |
|---------------|---|
| Môi trường | Cho phép mô hình phạm vi làn truyền sóng diện rộng |
| Phổ – dải tần | Từ 1 GHz đến 100 GHz |
| Ăng ten | Cho phép mô hình hệ thống ăng ten mảng cỡ lớn |
| Hệ thống | Cho phép mô hình các tham số cell nhỏ, cell dịch chuyển, D2D, M2M, v2V, MU-MIMO,... |
| Độ phức tạp | Có tính khả thi cho việc thực hiện |

MỘT SỐ CÔNG NGHỆ MỚI TRONG 5G

■ CÔNG NGHỆ CỰC NHIỀU ĂNG TEN (MASSIVE MIMO)

- Số lượng ăng ten thu phát: 8×8 đến 64×64 hoặc nhiều hơn
- Tăng độ phân tập không gian lên tới tối đa
- Điều khiển búp sóng định hướng (3D beamforming)
- Nhược điểm:
 - ▶ Tăng độ phức tạp tính toán của các bộ thu
 - ▶ Kiến trúc ăng ten phức tạp



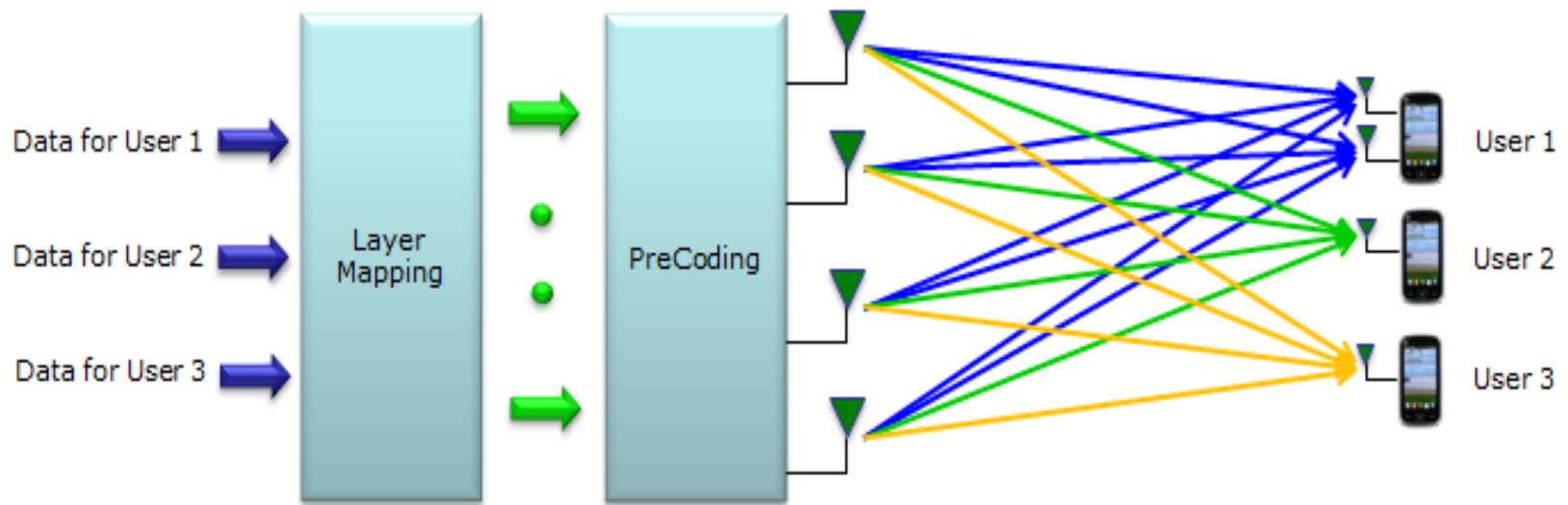
MỘT SỐ CÔNG NGHỆ MỚI TRONG 5G

■ CÔNG NGHỆ ĐA TRUY NHẬP

- OFDMA: Công nghệ truy nhập đa sóng mang trực giao
 - ▶ Hướng xuống
- SCMA: (Sparse Code Multiple Access): lai giữa OFDM và CDMA
 - ▶ Hướng lên
- NOMA: Công nghệ đa truy nhập phi trực giao
 - ▶ Công nghệ đa truy nhập dựa trên miền công suất, trong đó các tín hiệu của người sử dụng được phát đi đồng thời ở miền thời gian và miền tần số.
 - ▶ Tín hiệu mỗi người sử dụng được tách ra thông qua công nghệ tách nhiễu lần lượt SIC (Successive Interference Cancellation).
 - ▶ Công nghệ NOMA được quan tâm cho đa truy nhập cả hướng xuống và hướng lên trong mạng 5G.

MỘT SỐ CÔNG NGHỆ MỚI TRONG 5G

- **CÔNG NGHỆ ĐA ẲNG TEN – ĐA NGƯỜI DÙNG (MU-MIMO)**
 - Là sự mở rộng của công nghệ SU-MIMO
 - Được đưa vào sử dụng ở chuẩn IEEE 802.11ad
 - Phục vụ đồng thời cả miền thời gian và tần số cho nhiều người sử dụng



MỘT SỐ CÔNG NGHỆ MỚI TRONG 5G

- Software Defined Networking (SDN)
- Network Functions Virtualization (NFV)
- Network slicing