



**ارائه، در محور حفاظت در برابر اشعه
در کاربرد پرتوهای غیر یونساز :**

ملاحظات ایمنی تشعشعی آنتن های فعال AAU و چالشهای اجتماعی توسعه 5G



ارائه دهنده :

دکتر سید حسن سید موسوی

**مسئول پروانه ارائه خدمات با دستگاه های مولد پرتوهای مایکروویو و رادیویی، همراه اول
متخصص مخابرات و سازگاری الکترومغناطیس، و شاور امور حقوقی و رگولاتوری**

اداره کل حقوقی و رگولاتوری - شرکت ارتباطات سیار ایران

**هفتمین کنفرانس سنجش و ایمنی پرتوهای یونساز و غیر یونساز
تهران - دانشگاه شهید بهشتی تهران، سه شنبه ۱۸ دی ماه ۱۴۰۳**



انجمن حفاظت در برابر اشعه ایران

با مشارکت دانشگاه شهید بهشتی برگزار می کند:

هفتمین کنفرانس سنجش و ایمنی پرتوهای یونساز و غیر یونساز

The 7th conference on measurement and safety of ionizing and non-ionizing radiation

مراسم تقدیر از اساتید برجسته و اهدای جوایز ملی فیزیک بهداشت سیمین



محورهای کنفرانس:

پرتوهای غیر یونساز

پرتوهای یونساز

محورهای کتفرانس:

پرتوهای یونساز

پرتوهای غیر یونساز

- سنش، دزیمتری و آشکارسازی
- اثرات پرتوهای غیر یونساز بر زندگی بشرامروزی
- پرتوگیری داخلی و خارجی
- ارزیابی سطوح تشعشعات الکترومغناطیسی غیر یونساز در محیط های مسکونی و شغلی
- حفاظت گذاری
- حفاظت گذاری پرتوهای نوری
- دستگاه های پرتوساز
- کاربرد پرتوهای یونیزان
- کاربرد لیزر ها برای اهداف زیبایی
- حوادث و سواخ پرتویی
- راحکار های ارتقای فرهنگ ایمنی در خصوص پرتوهای غیر یونساز
- اثرات پرتوگیری
- بررسی نیاز های آموزشی کارکنان با انواع لیزر های صنعتی و پزشکی
- رادیو اکولوژی
- ملاحظات ایمنی تشعشع و چالش های اجتماعی 5G
- سیستم های تصویربرداری

کارگاه های آموزشی:

- پرتوهای یونساز
- پرتوهای غیر یونساز



جهت ثبت نام در کتفرانس و عضویت در انجمن حفاظت در برابر اشعه ایران به آدرس زیر مراجعه فرمایید:

www.irps.org.ir

آخرین مهلت ارسال مقاله ۱۰ آذر ۱۴۰۳

دانشگاه شهید بهشتی - تالار ابوریحان

۱۹-۱۸ دی ۱۴۰۳

شماره تماس روابط عمومی:

۰۹۱۲۳۸۶۵۶۶۴ , ۰۸۲۰۶۷۳۰۸-۰۲۱





ارائه دهنده:

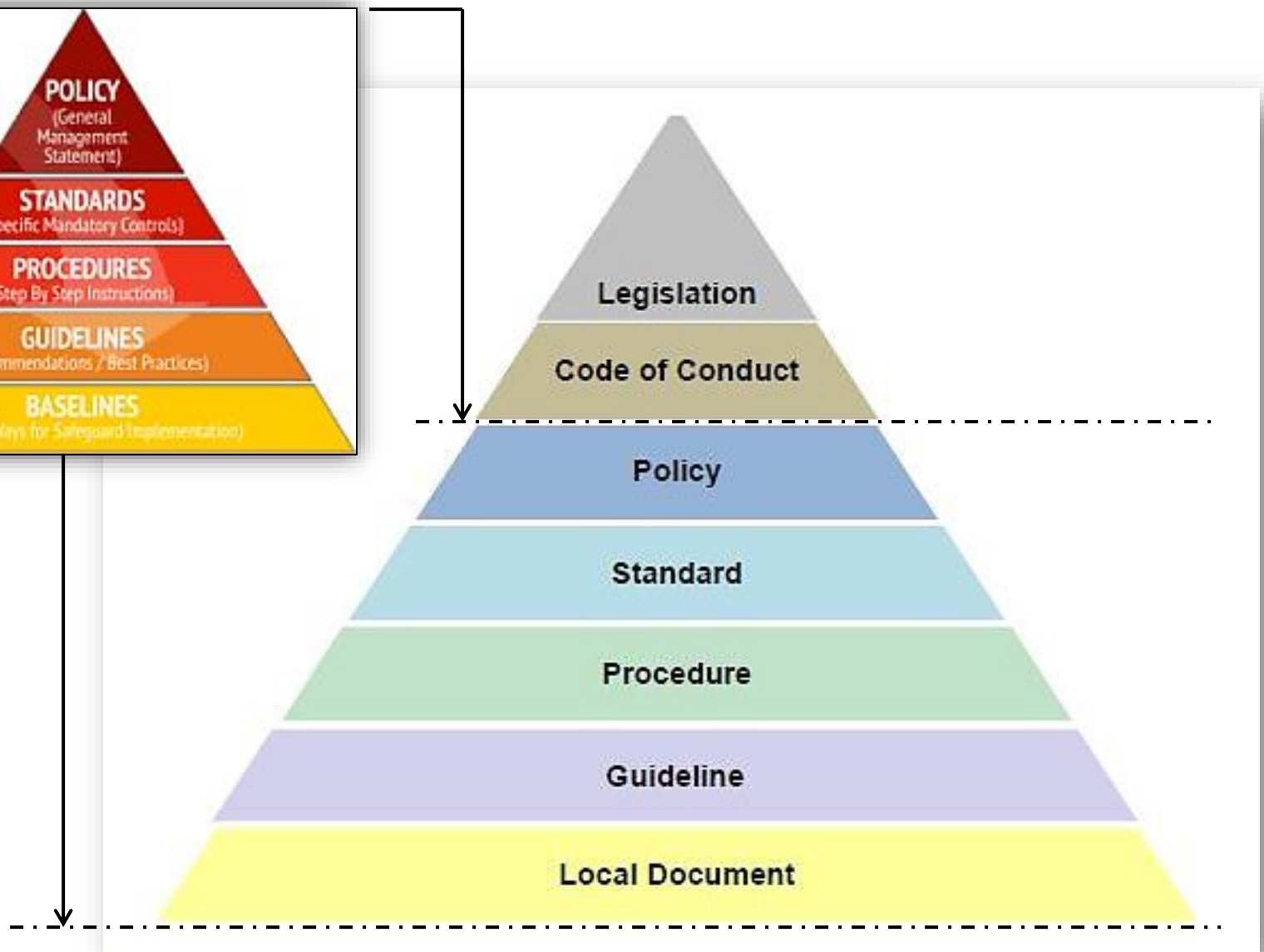


دکتر سید حسن سیدموسوی

**متخصص مخابرات و سازگاری الکترومغناطیس
شخص مسئول پروانه قانونی همراه اول
مشاور امور حقوقی و رگولاتوری – شرکت ارتباطات سیار ایران**

معرفی استانداردهای جهانی ناظر بر پرتوگیری انسان از امواج الکترومغناطیسی طیف 5G

سلسله مراتب و ترتیب اولویت از سیاستگذاری تا خطوط راهنما



استانداردهای ICNIRP بر 5G نیز قابل اعمال هستند

5G is covered by existing international safety guidelines

The radio signals used by mobile technologies have been extensively studied for decades. This scientific evidence is the basis for the international safety guidelines for radio signals.¹ These guidelines include all the frequencies under consideration for 5G.

The consistent conclusion of public health agencies and expert groups is that compliance with the international guidelines is protective for all persons (including children) against all established health risks.



پیش بینی رگولاتوری های استرالیا و نروژ، و اتحادیه اروپایی روی مخاطرات سلامتی مورد انتظار از 5G

Public health agencies confirm no health risks expected from 5G



Australia:

'Although the 5G mobile phone network is new, limits set in safety standards, our understanding of the evidence of health effects and the need for more research have not changed.' (ARPANSA, 2019)



Europe Union:

'The strict and safe exposure limits for electromagnetic fields recommended at EU level apply for all frequency bands currently envisaged for 5G.' (European Commission, 2017).



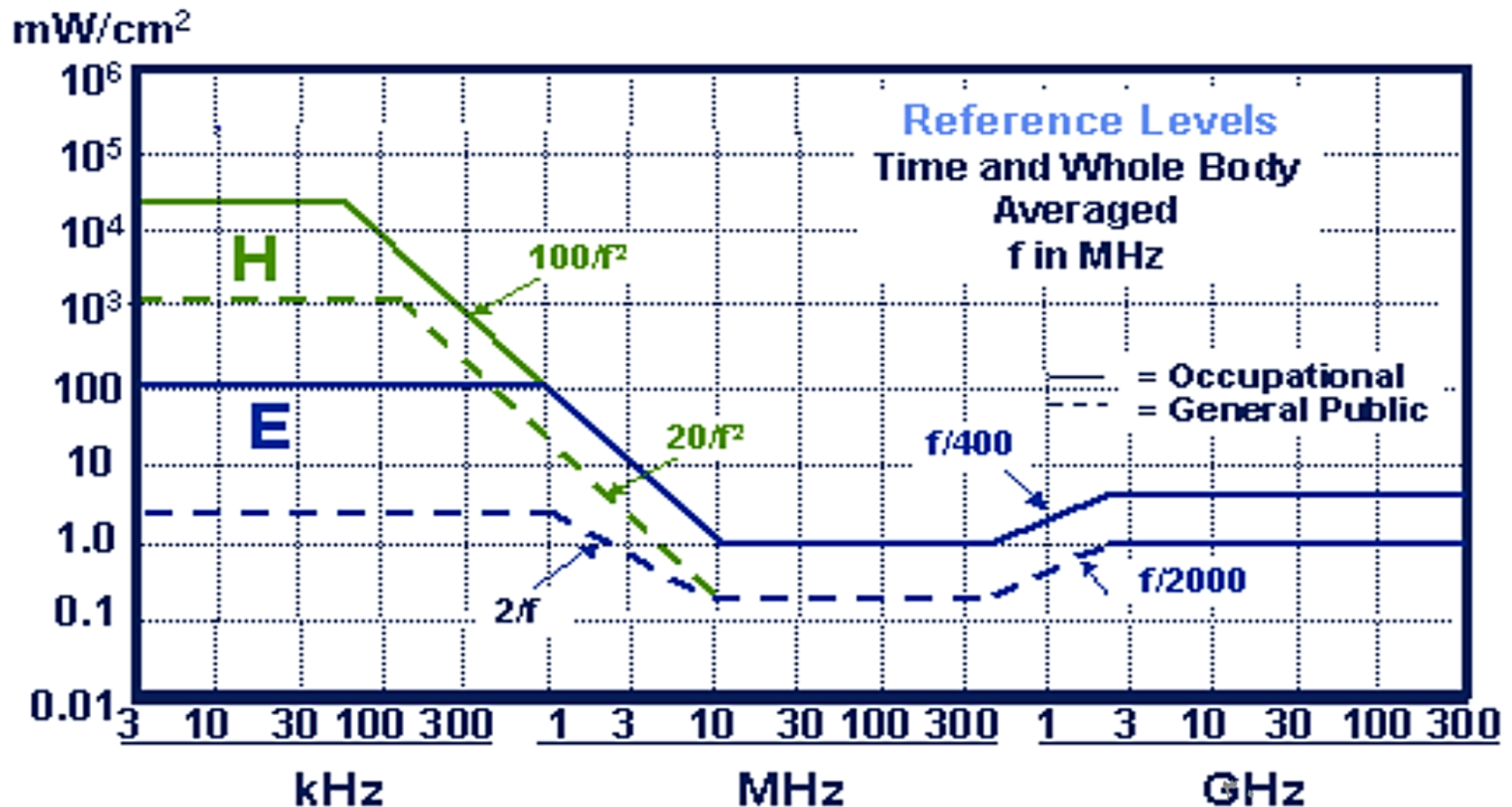
Norway:

'Measurements show that the total exposure from mobile and radio transmitters that we are exposed to today is weak and is far below the limits for what is harmful to health. We have no reason to believe that the introduction of 5G will change this.' (DSA, 2019)

استانداردهای سازمان جهانی بهداشت (۱)

خطوط راهنمای ICNIRP 1998

International Council on Non-Ionizing
Radiation Protection (ICNIRP)



استانداردهای سازمان جهانی بهداشت (۲)

خطوط راهنمای ICNIRP 2020

General Public

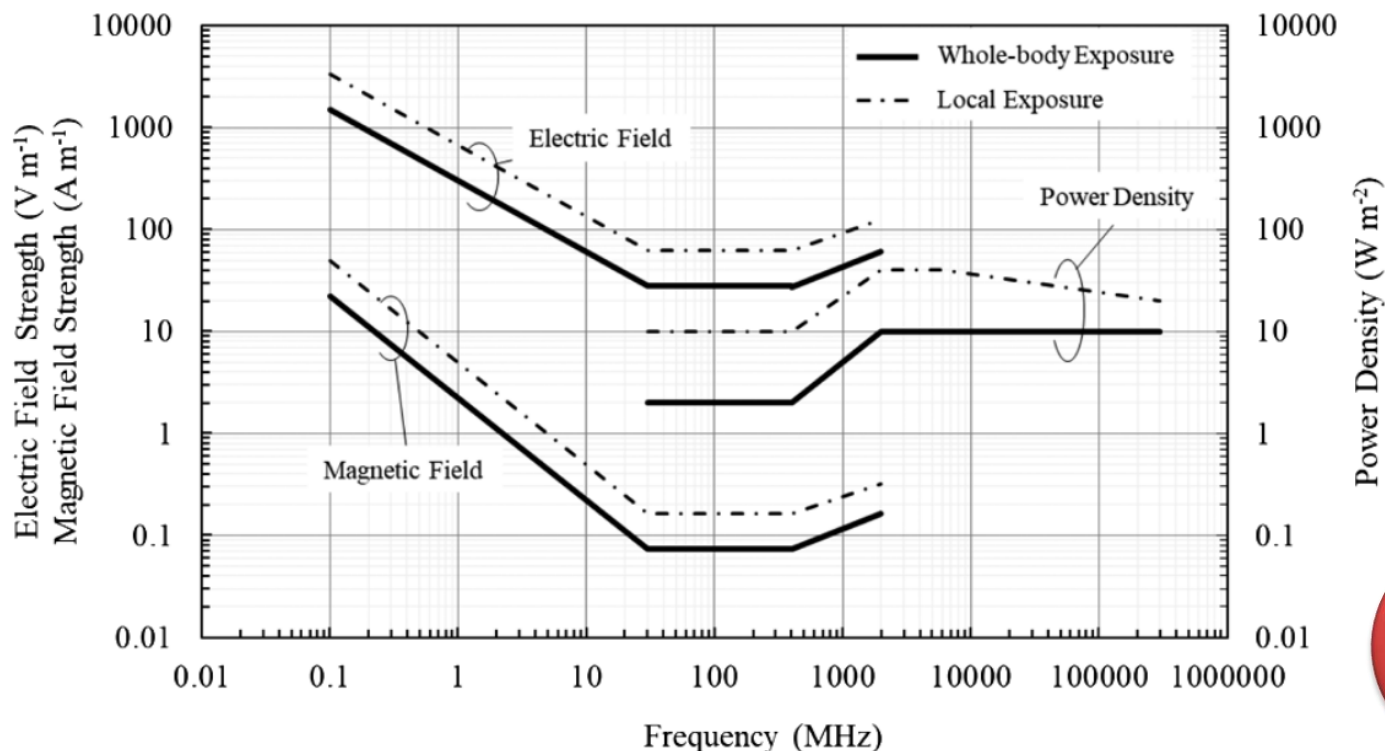


FIGURE 2. Reference levels for time averaged general public exposures of ≥ 6 min, to electromagnetic fields from 100 kHz to 300 GHz (unperturbed rms values; see Tables 5 and 6 for full specifications).

خط راهنمای چگالی توان برای پرتوگیری موضعی، سهل گیرانه تر
از خط راهنمای چگالی توان برای پرتوگیری کل بدن است.

استانداردهای سازمان جهانی بهداشت (۳)

خطوط راهنمای ICNIRP 2020

Table 5. Reference levels for exposure, averaged over 30 min and the whole body, to electromagnetic fields from 100 kHz to 300 GHz (unperturbed rms values).^a

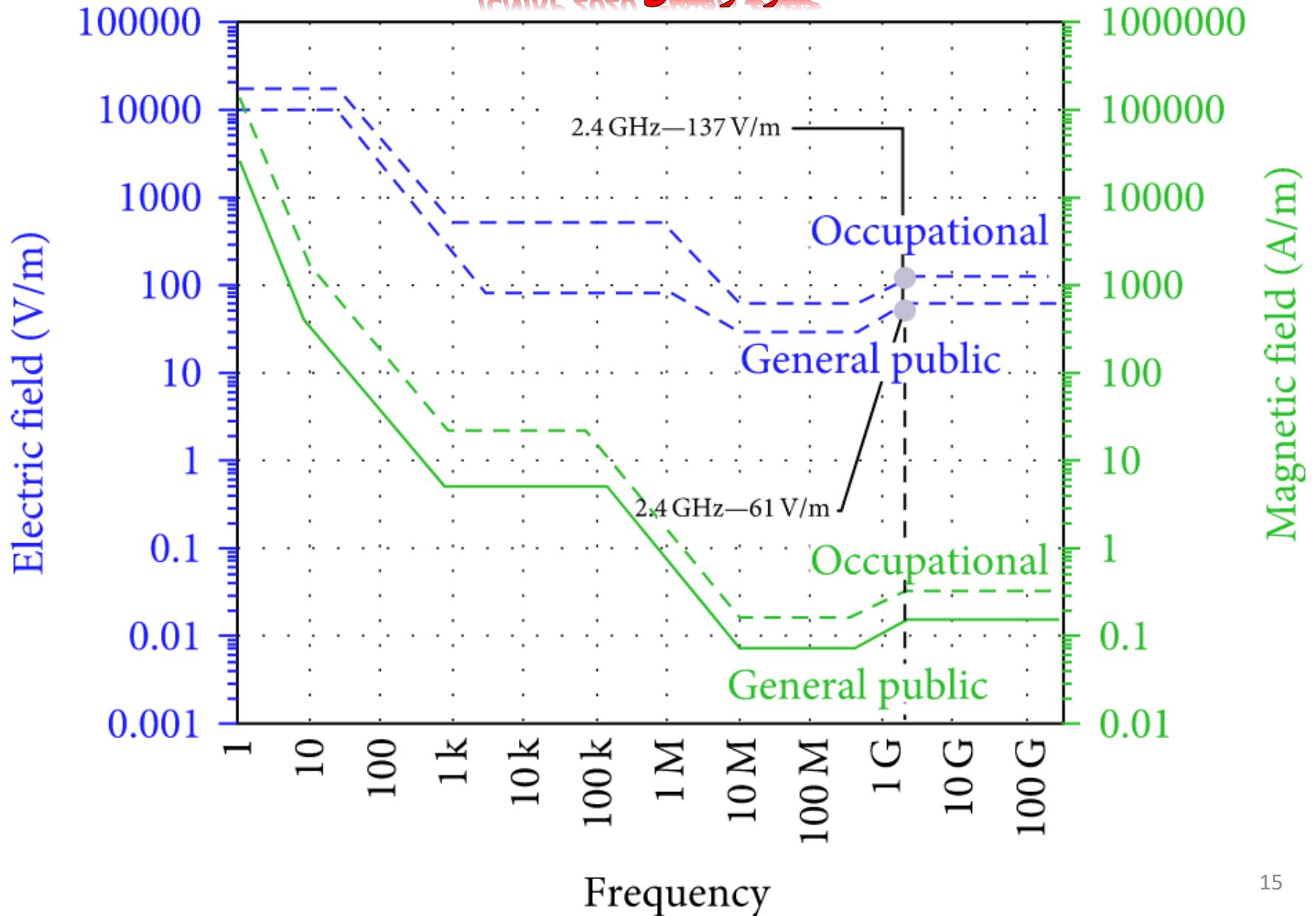
Exposure scenario	Frequency range	Incident E-field strength; E_{inc} ($V\ m^{-1}$)	Incident H-field strength; H_{inc} ($A\ m^{-1}$)	Incident power density; S_{inc} ($W\ m^{-2}$)
Occupational	0.1 – 30 MHz	$660/f_M^{0.7}$	$4.9/f_M$	NA
	>30 – 400 MHz	61	0.16	10
	>400 – 2000 MHz	$3f_M^{0.5}$	$0.008f_M^{0.5}$	$f_M/40$
	>2 – 300 GHz	NA	NA	50
General public	0.1 – 30 MHz	$300/f_M^{0.7}$	$2.2/f_M$	NA
	>30 – 400 MHz	27.7	0.073	2
	>400 – 2000 MHz	$1.375f_M^{0.5}$	$0.0037f_M^{0.5}$	$f_M/200$
	>2 – 300 GHz	NA	NA	10

^aNote:

1. “NA” signifies “not applicable” and does not need to be taken into account when determining compliance.
2. f_M is frequency in MHz.
3. S_{inc} , E_{inc} , and H_{inc} are to be averaged over 30 min, over the whole-body space. Temporal and spatial averaging of each of E_{inc} and H_{inc} must be conducted by averaging over the relevant square values (see eqn 8 in Appendix A for details).
4. For frequencies of 100 kHz to 30 MHz, regardless of the far-field/near-field zone distinctions, compliance is demonstrated if neither E_{inc} or H_{inc} exceeds the above reference level values.
5. For frequencies of >30 MHz to 2 GHz: (a) within the far-field zone: compliance is demonstrated if either S_{inc} , E_{inc} or H_{inc} , does not exceed the above reference level values (only one is required); S_{eq} may be substituted for S_{inc} ; (b) within the radiative near-field zone, compliance is demonstrated if either S_{inc} , or both E_{inc} and H_{inc} , does not exceed the above reference level values; and (c) within the reactive near-field zone: compliance is demonstrated if both E_{inc} and H_{inc} do not exceed the above reference level values; S_{inc} cannot be used to demonstrate compliance, and so basic restrictions must be assessed.
6. For frequencies of >2 GHz to 300 GHz: (a) within the far-field zone: compliance is demonstrated if S_{inc} does not exceed the above reference level values; S_{eq} may be substituted for S_{inc} ; (b) within the radiative near-field zone, compliance is demonstrated if S_{inc} does not exceed the above reference level values; and (c) within the reactive near-field zone, reference levels cannot be used to determine compliance, and so basic restrictions must be assessed.

استانداردهای سازمان جهانی بهداشت (۴)

خطوط راهنمای ICNIRP 2020



خطوط راهنمای ارزیابی بیولوژیک (اتاق خواب) ساختمان ها! (۱)

من درآوردی! تنها بر اساس نظرات یک تیم آلمانی در روزنهایم!

Building Biology Evaluation Guidelines (AC) for Sleeping Areas (SBM-2015)*

Anomaly		No	Slight	Severe	Extreme
High Frequency	HF				
	$\mu\text{W}/\text{m}^2$ (Peak)	< 0.1	0,1 - 10	10-1000	> 1000
Low Frequency	M				
	nT	< 20	20 - 100	100-500	> 500
	with grounding cable				
E	V/m	< 1	1 - 5	5 - 50	> 50
	potential-free V/m	< 0.3	0.3 - 1.5	1.5 - 10	> 10

خطوط راهنمای ارزیابی بیولوژیک (اتاق خواب) ساختمان ها! (۲)

من در آوردی! تنها بر اساس نظرات یک تیم آلمانی در روزنهایم!

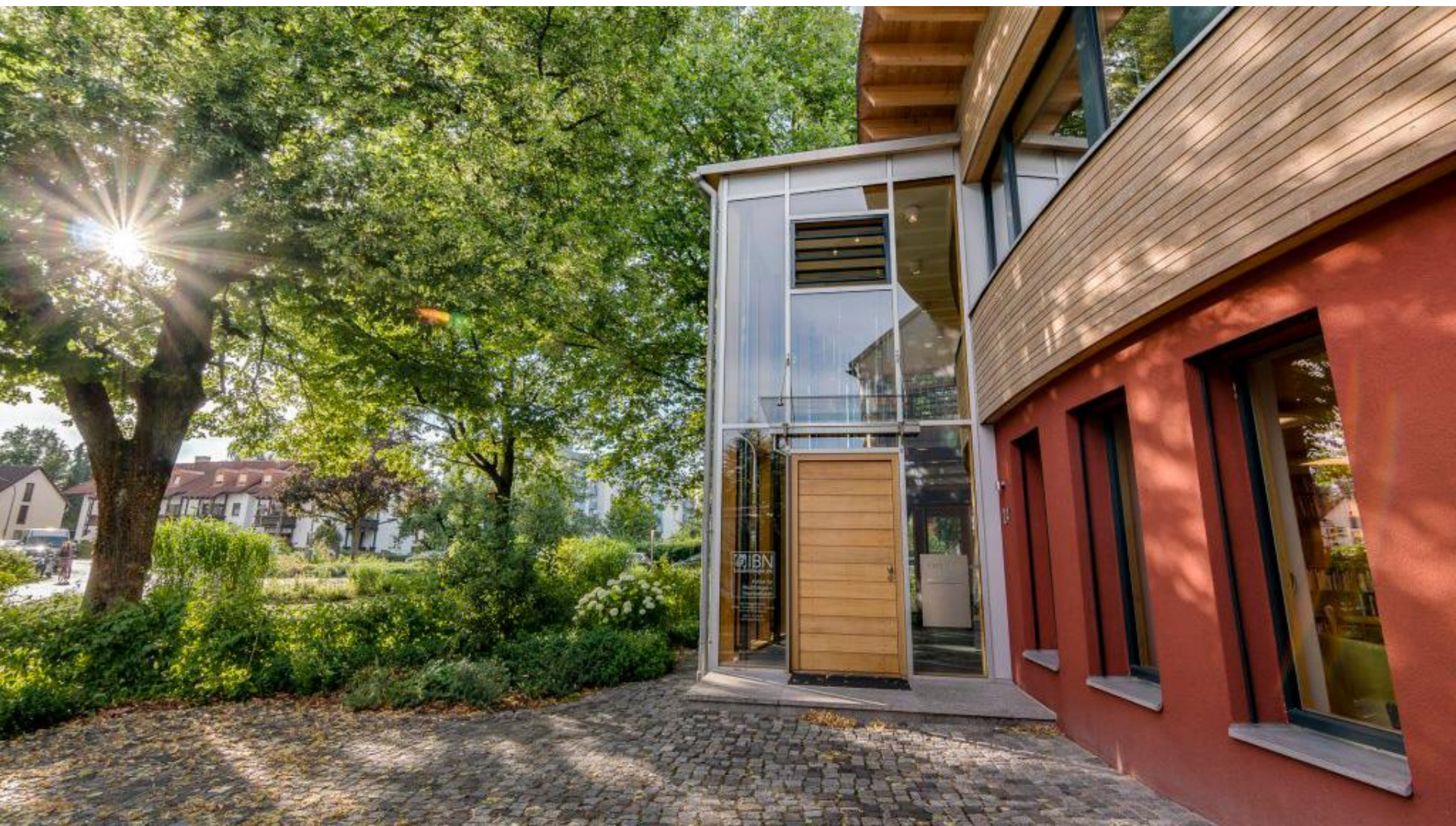


Institute of
Building Biology +
Sustainability

<https://buildingbiology.com/>

خطوط راهنمای ارزیابی بیولوژیک (اتاق خواب) ساختمان ها! (۳)

من درآوردی! تنها بر اساس نظرات یک تیم آلمانی در روزنهایم!



خطوط راهنمای ارزیابی بیولوژیک (اتاق خواب) ساختمان ها! (۴) من درآوردی! تنها بر اساس نظرات یک تیم آلمانی در روزنهایم!



خطوط راهنمای ارزیابی بیولوژیک (اتاق خواب) ساختمان ها! (۵)

من درآوردی! تنها بر اساس نظرات یک تیم آلمانی در روزنهایم!



خطوط راهنمای ارزیابی بیولوژیک (اتاق خواب) ساختمان ها! (۶)

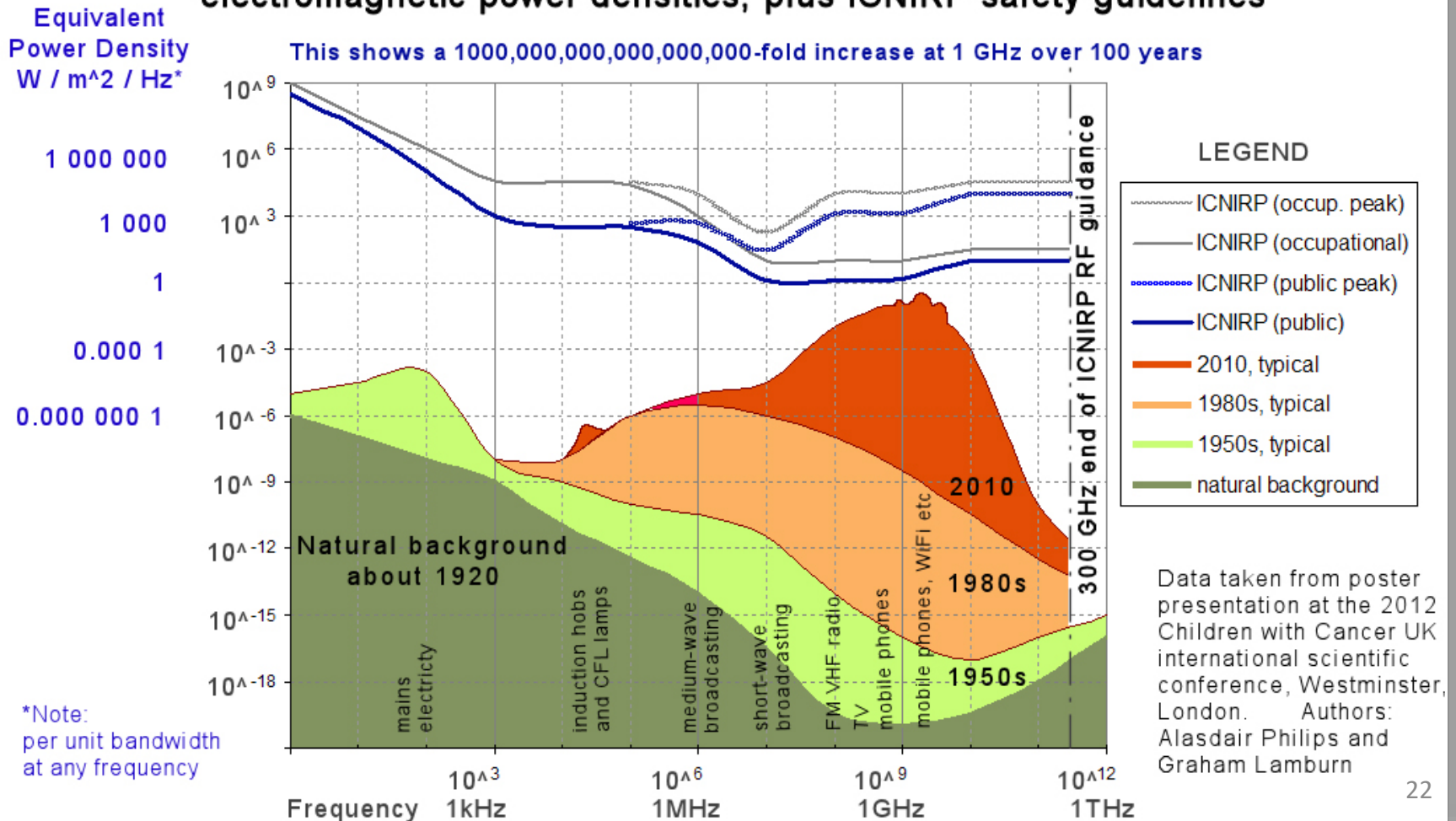
من درآوردی! تنها بر اساس نظرات یک تیم آلمانی در روزنهایم!



فاصله آستانه های راهنمای ICNIRP از میزان پرتوگیری متداول روزانه انسان از چگالی توان EM فرکانس رادیویی طبیعی + ساخت دست بشر!

بسیار ضعیف - بر اساس فقط یک مقاله کنفرانس پذیرفته شده تنها برای پوستر!

Typical daily human exposures over time of natural and man-made radio-frequency electromagnetic power densities, plus ICNIRP safety guidelines



معرفی اجمالی سایتهای 5G (gNB)

ایستگاه پایه + آنتن هوشمند شبکه رادیویی موبایل فناوری 5G (۱)

Massive MIMO 5G Antenna



ایستگاه پایه + آنتن هوشمند شبکه رادیویی موبایل فناوری 5G (۲)

*5G smart mobile telephone radio network
antenna base station. Transmitter
connection system at cellular phone
antennas.*





ایستگاه پایه + آنتن هوشمند شبکه رادیویی موبایل فناوری 5G (۳)

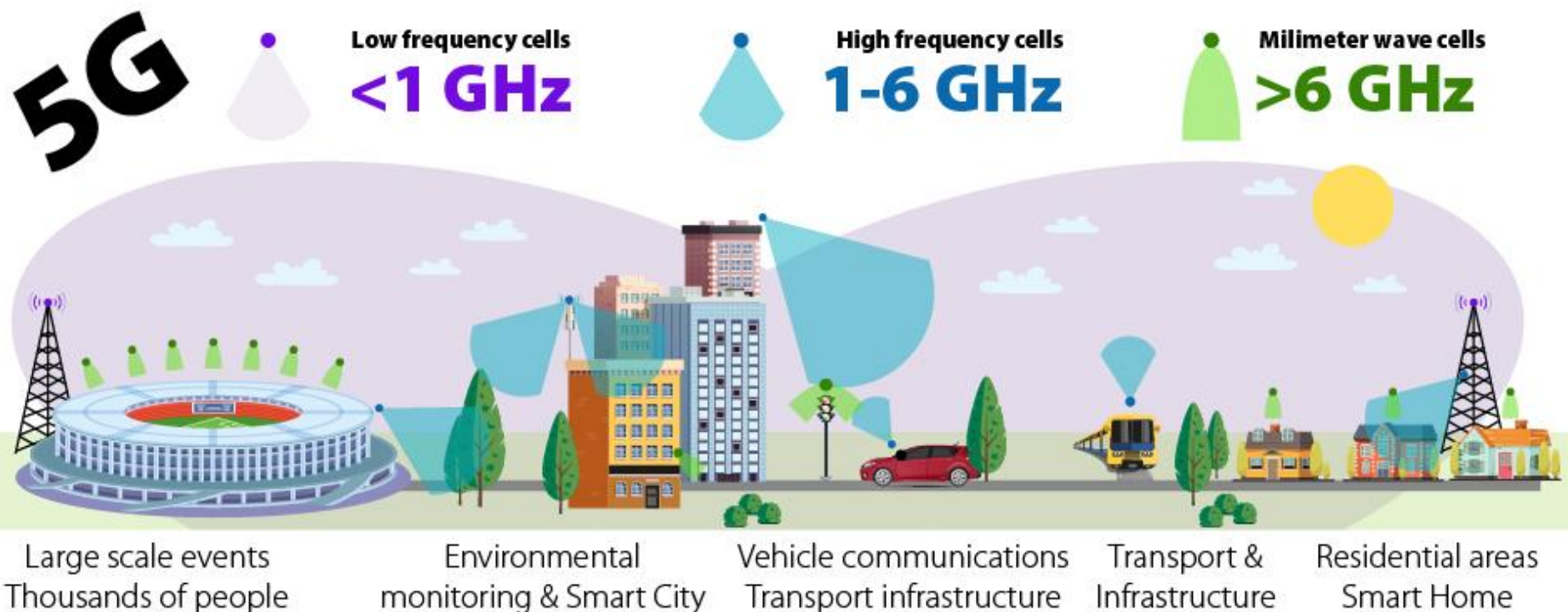
*5G smart mobile telephone radio network
antenna base station. Transmitter
connection system at cellular phone
antennas.*

ایستگاه پایه + آنتن هوشمند شبکه رادیویی موبایل فناوری 5G (۴)



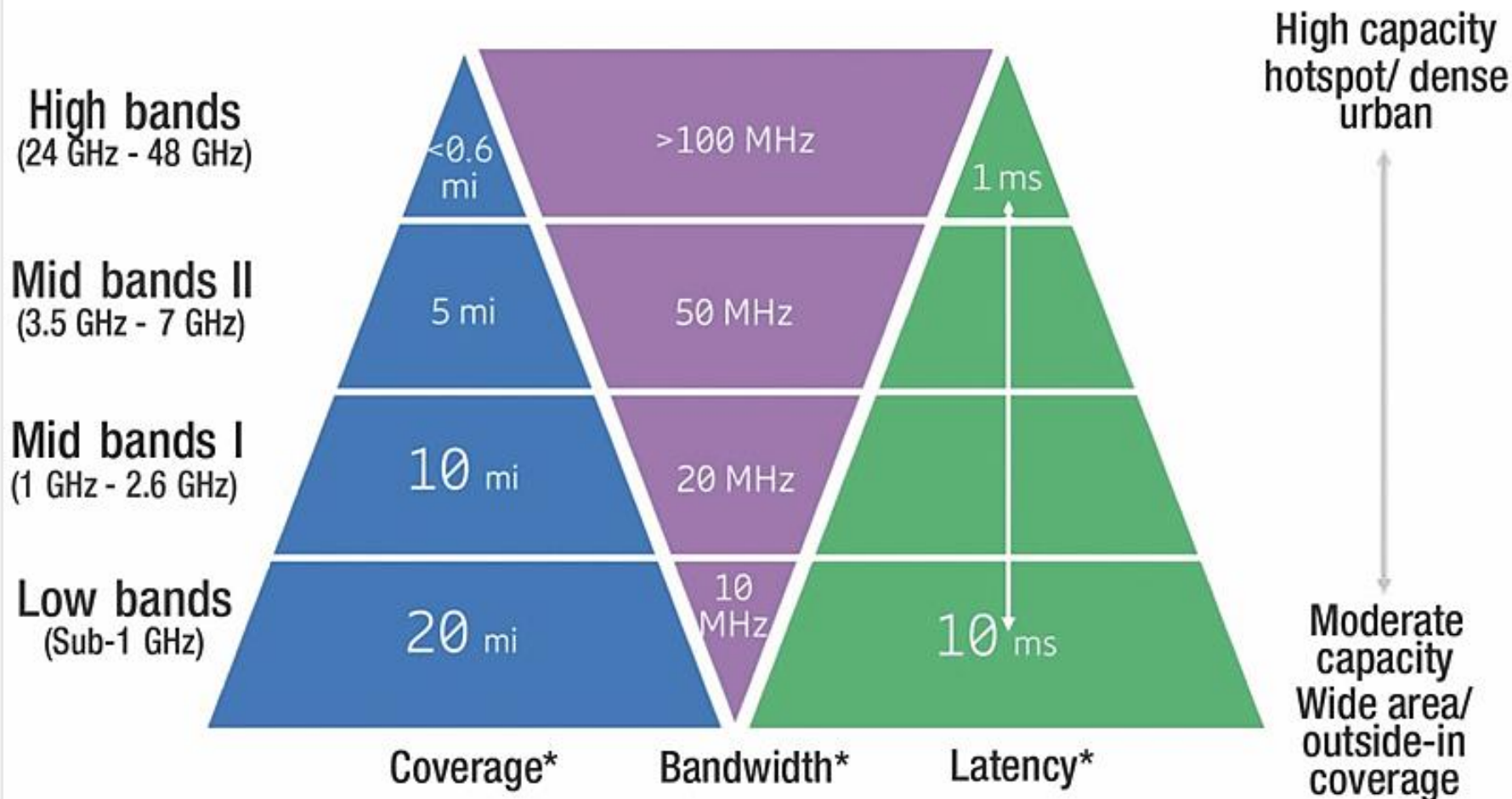
مشخصات تشعشعی سایتهای 5G (gNB)

مقایسه بُرد طیف های گوناگون مورد استفاده در فناوری 5G



مقایسه مهمترین ویژگی های فناوری 5G در طیفهای گوناگون (۱)

Coverage, Bandwidth, Latency



مقایسه مهمترین ویژگی های فناوری 5G در طیفهای گوناگون (۲)

Coverage, Capacity

High bands

- (24GHz - 48GHz)
- New

Mid bands TDD

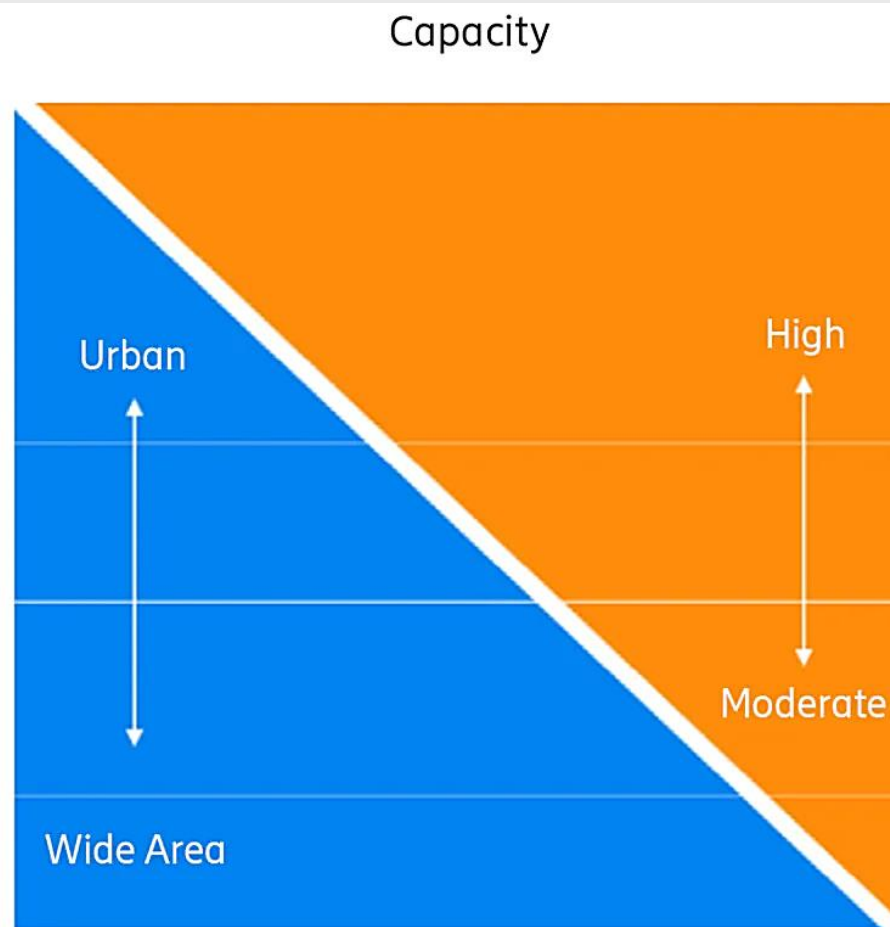
- (2.3GHz - 6GHz)
- Legacy

Low bands FDD

- (1GHz - 2.6GHz)
- Legacy

Low bands

- (Sub - 1GHz)
- New/Legacy

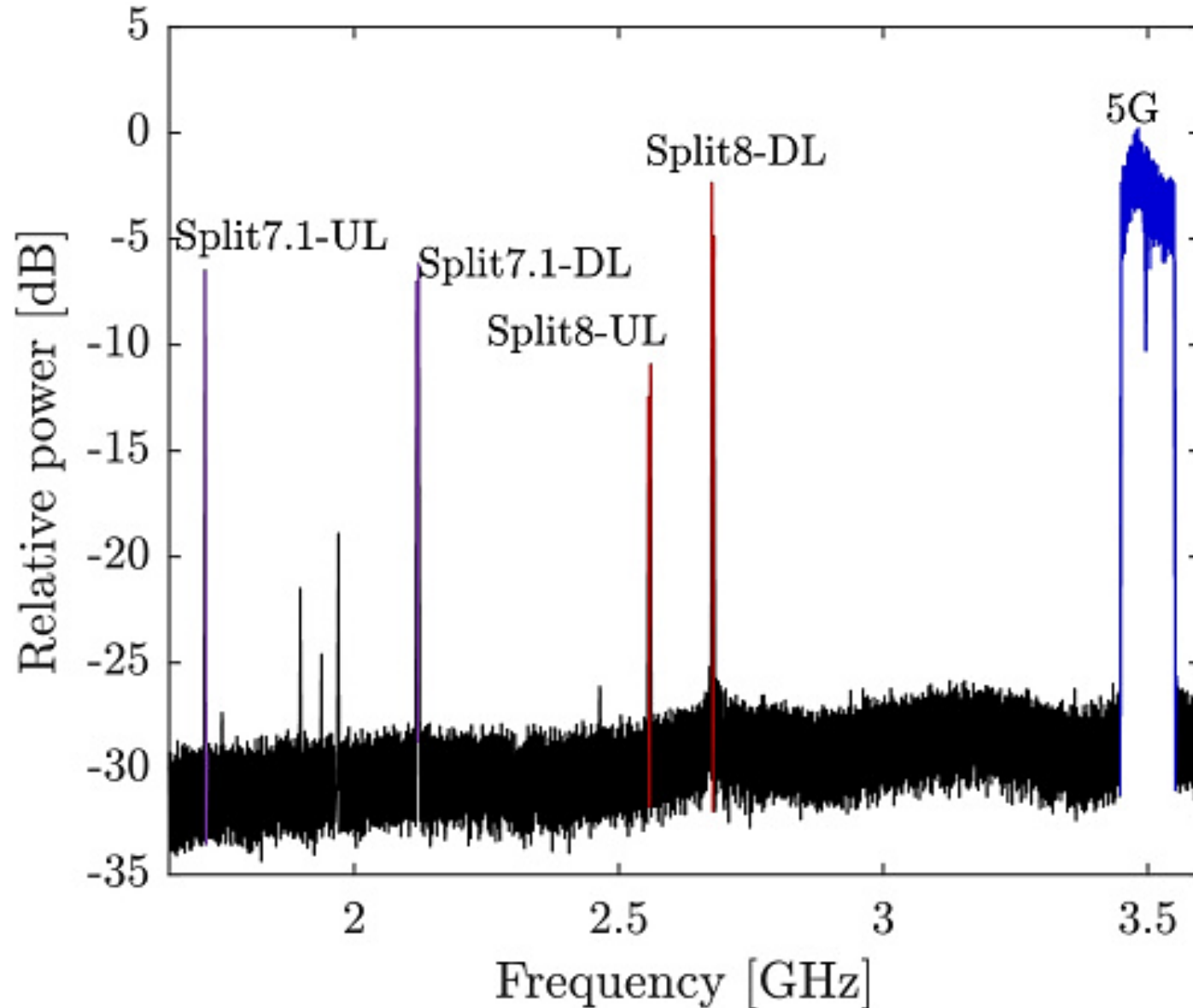


High capacity dense
urban/localised
deployments

Moderate capacity
wide area/
outside-in coverage

مقایسه شکل طیف 5G روی اسپکتروم آنالایزر

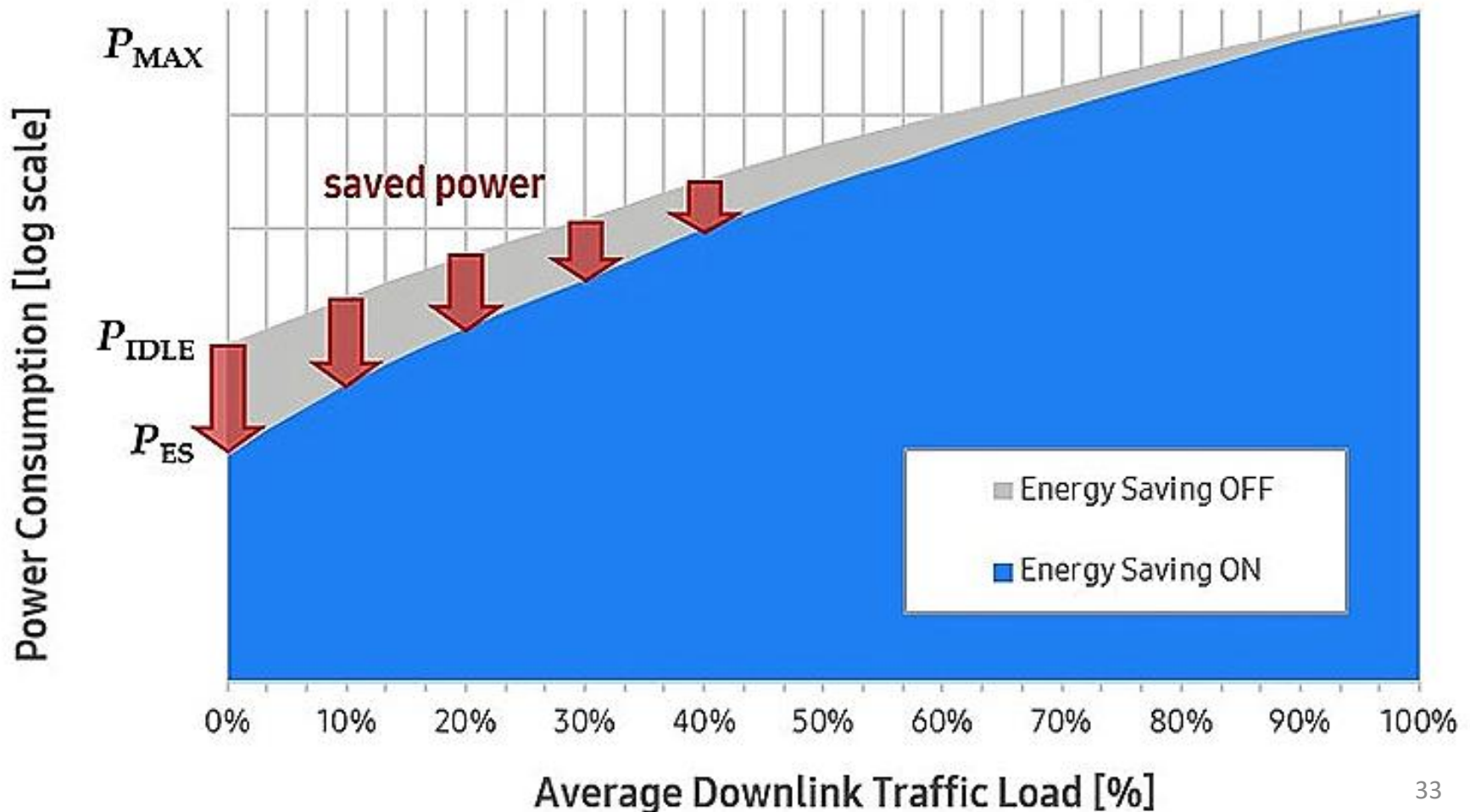
OSA - Demonstration of a hybrid optical fiber–wireless 5G fronthaul coexisting with end-to-end 4G networks



صرفه جویی توان در سایتهای 5G

The power consumption of a site is proportional to the site's RF signal radiation strength. The figure below shows the amount of energy saved, depending on the downlink traffic load.

- ❑ When downlink traffic load is at maximum, the amount of power consumption is also at its maximum, defined as, P_{MAX} .
- ❑ When there are no UE-specific downlink signals transmitted, the base station stays in stand-by mode with low power utilization, defined as P_{IDLE} .
- ❑ When the energy saving features are turned on, power consumption is in energy saving mode, defined as P_{ES} .

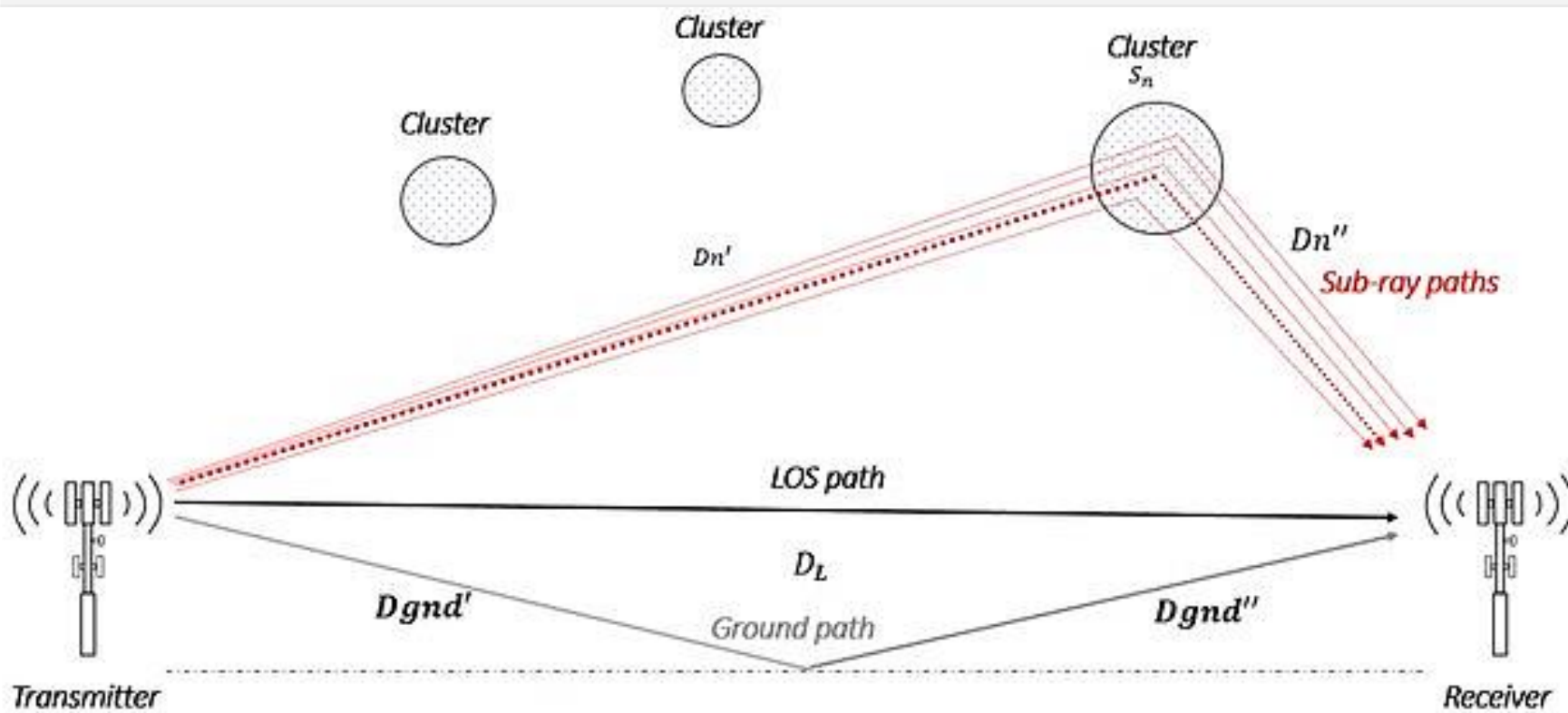


مؤلفه های چند مسیره یک خوشه منفرد زمانی (بخصوص در باند میلیمتری)

Multipath components of a single time cluster.

Channel model simulator for multi-antenna terrestrial links

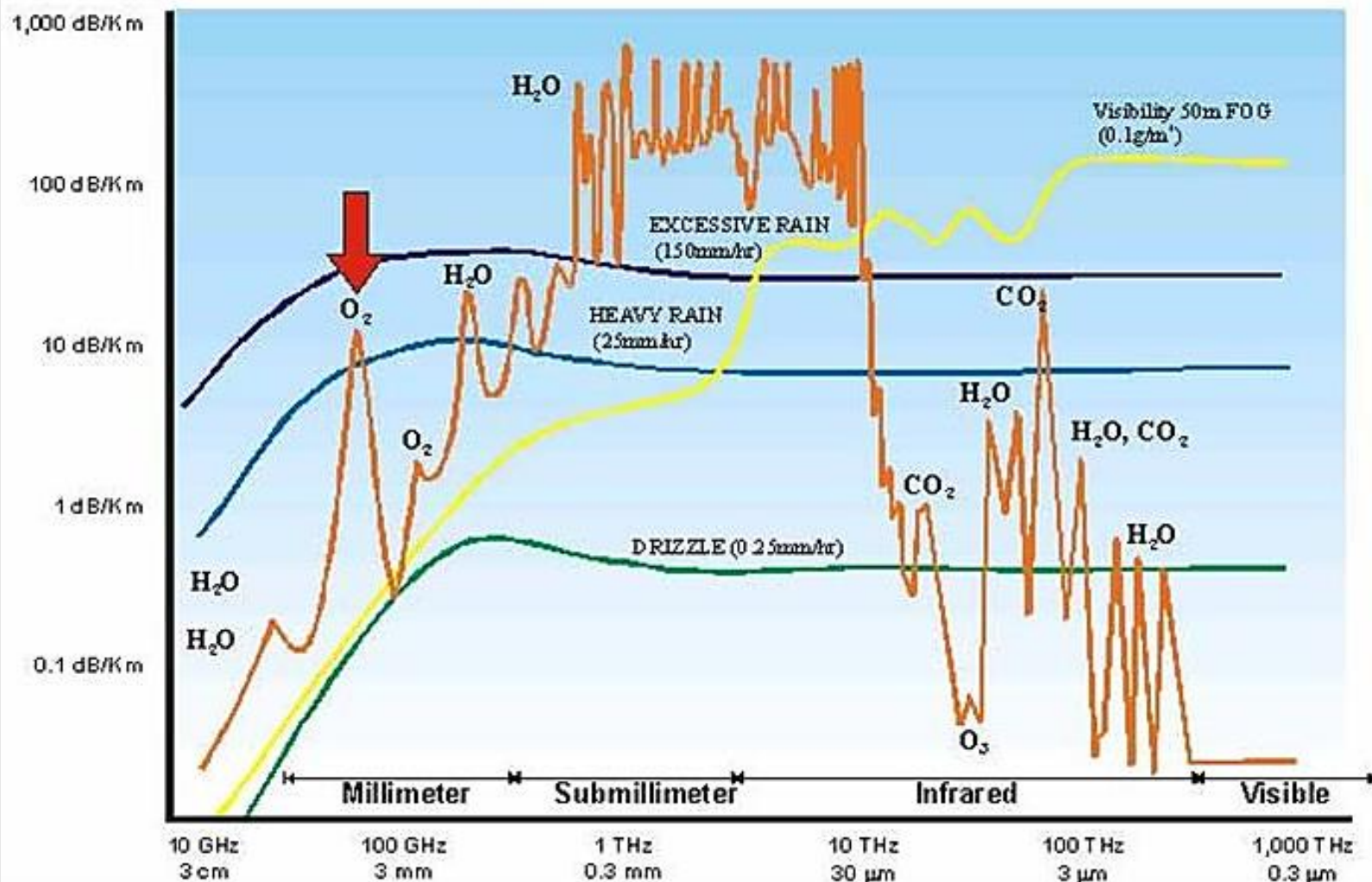
Conference Paper May 2017 , IEEE International Conference on Communications Workshops (ICC Workshops)



علت استفاده از فرکانس 60GHz باند میلیمتری : جذب بیشینه اکسیژن (۱)

Atmospheric Attenuation Characteristics for Wavelengths 3 cm. to 0.3 mm

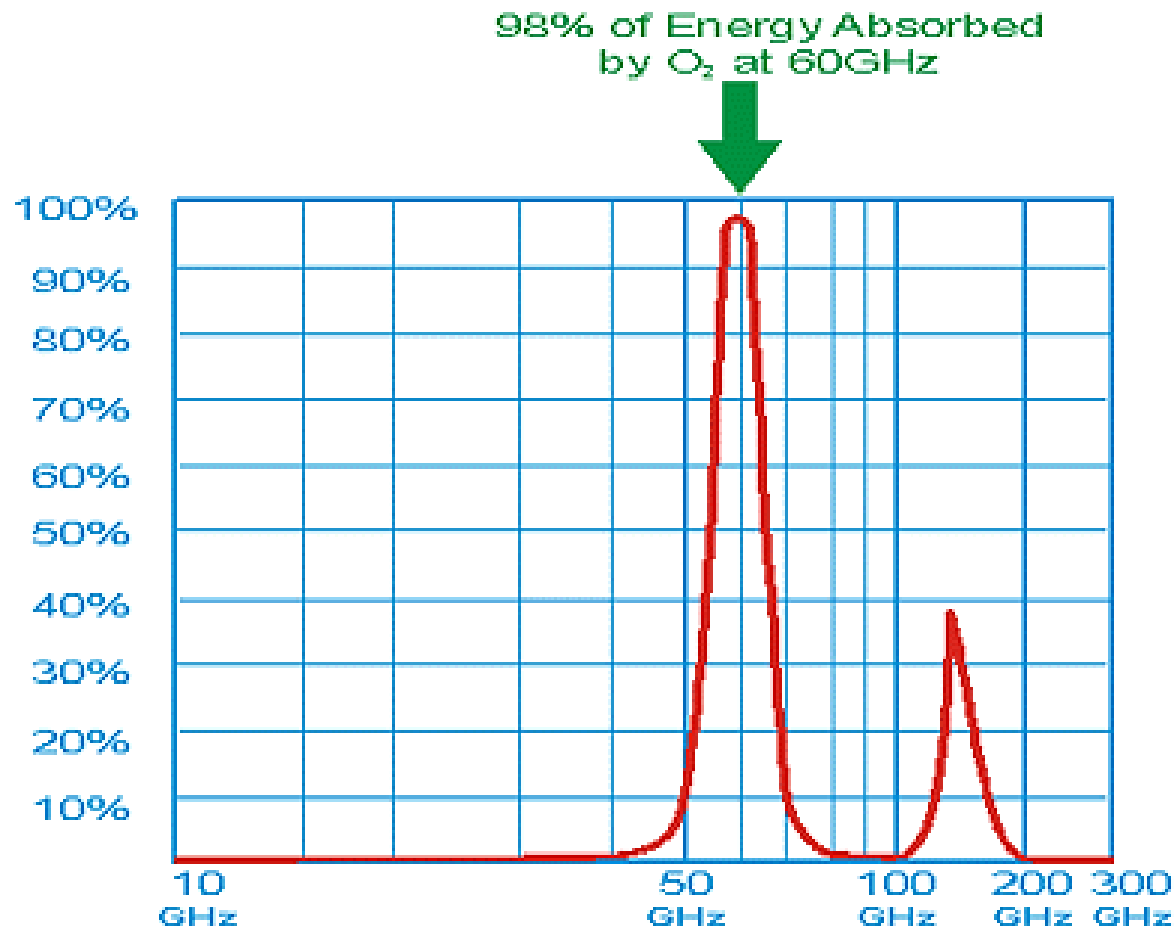
Oxygen Absorption



Shigeaki Hakusui, president and founder of Harmonix Corporation, the manufacturer of the Gigalink 60GHz digital radio system.

علت استفاده از فرکانس 60GHz باند میلیمتری: جذب بیشینه اکسیژن (۲)

Dry Atmospheric Absorption per Kilometer



Shigeaki Hakusui

علت استفاده از فرکانس 60GHz باند میلیمتری: جذب بیشینه اکسیژن (۳)

Frequency Reuse Source FCC Bulletin 70A

- ❑ در فرکانس موج میلیمتری 60GHz جذب جوی بسیار بالا است: ۹۸ درصد انرژی ارسالی توسط اکسیژن جوی جذب می شود.
- ❑ همچنانکه جذب اکسیژن در 60GHz بطور جدی، بُرد ارسال را محدود می سازد، در عین حال تداخل بین ترمینال های هم فرکانس را نیز قابل چشم پوشی می گرداند.
- ❑ منفعت جذب اکسیژن در استفاده مجدد از فرکانس است (Frequency Re-Use).
- ❑ رابطه فاصله با بُرد استفاده مجدد از فرکانس در 60GHz، ناحیه سبز، و بُرد قدیمی، ناحیه آبی نشان داده شده است.
- ❑ جذب اکسیژن استفاده مجدد از فرکانسهای یکسان در یک منطقه بسیار نزدیک (**Localized**) در فضای هوایی را ممکن میکند.
- ❑ عملیات مخابراتی درون طیف موج میلیمتری 60GHz، ما را در راه اندازی ترمینال های رادیویی بسیار نزدیک بهم (**Dense**) با استفاده از فرکانسهای مشابه لیکن فاقد تداخل، قادر می سازد.
- ❑ یک سامانه ارتباطی 60GHz، البته بایستی بر آثار جذب اکسیژن بمیزان 16dB/km نیز فائق آید.
- ❑ بمنظور کارکرد مطمئن حتی در بُردهای بسیار کوتاه، یک آنتن با پرتو باریک و بسیار متمرکز (**Focused**) بایستی بکارگرفته شود تا سطح سیگنال در دسترس به گیرنده هدف افزایش یابد.
- ❑ این ترکیب جذب اکسیژن و انتقال توسط پرتو باریک، امنیت لینک رادیویی 60GHz را ارتقاء می دهد که احتمال تداخل میانی غیر مجاز را به حداقل می رساند.

علت استفاده از فرکانس 60GHz باند میلیمتری: جذب بیشینه اکسیژن (۴)

Frequency Reuse Source FCC Bulletin 70A

- ❑ سامانه های بدون سیم قدیمی که در حوزه های فرکانسی پایین تر 900MHz تا 40GHz کار می کنند، اغلب زمانی که خیلی نزدیک همدیگر قرار داده می شوند، با یکدیگر تداخل پیدا می کنند.
- ❑ این تداخل، ناشی از پژمردگی و انتشار کنترل نشده انرژی RF در جو، بوسیله هماهنگ کننده فرکانس مستقر در رگولاتوری FCC، اعطای پروانه اشتغال، و بواسطه پیاده سازی تکنیک های اجتناب از تداخل از قبیل مدولاسیون طیف گسترده، به حداقل رسانده می گردد.
- ❑ مکانیزم های اعطای پروانه توسط رگولاتوری FCC، پیاده سازی پرتراکم (Dense) بواسطه اعطای تعداد محدود پروانه های منطقه ای، و تکنیک های طیف گسترده، ثابت شده است که همینکه عدد نویز کلی (Overall NF) افزایش پیدا کند، تنها بصورت مجانبی مؤثر هستند.
- ❑ در منطقه 60GHz، آثار جذب اکسیژن و استفاده از آنتن های پرتو باریک، احتمال تداخل بین رادیو ها را به حداقل می رساند.
- ❑ از منظر تئوری، تعداد صد هزار سامانه که در 60GHz کار می کنند، می توانند در یک ناحیه ده کیلومتر مربع ای، بدون بروز مسائل تداخل، هم محل (Co-Located) باشند.
- ❑ شرایط آب و هوایی دارای یک اثر زیانبار روی کلیه انتقال رادیویی RF هستند، علی الخصوص در مناطق موج میلیمتری که طوفانهای بارانی می توانند حتی تا 20dB تلفات در قدرت سیگنال به ازای هر کیلومتر از سیستم انتقال را باعث شوند.

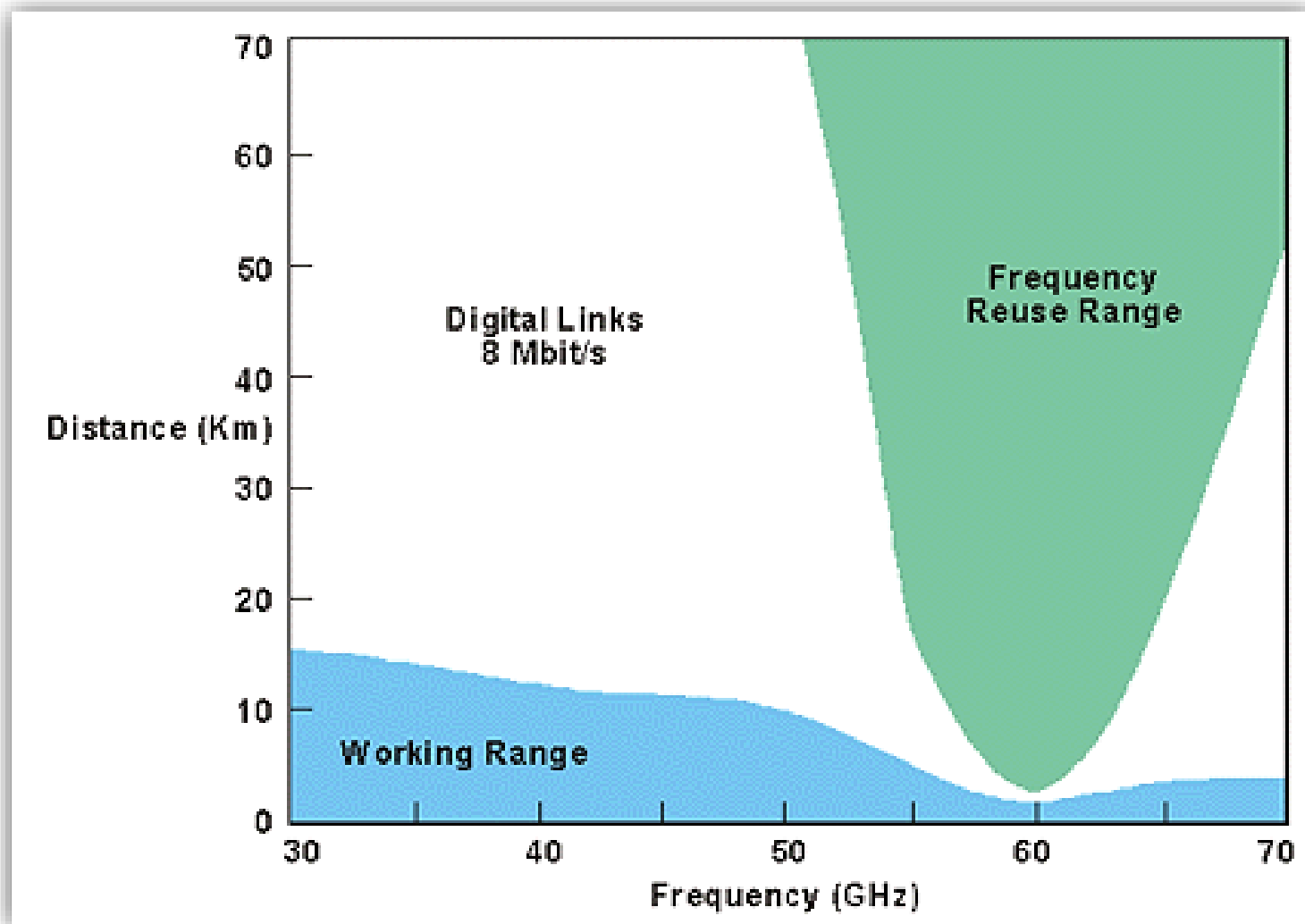
علت استفاده از فرکانس 60GHz باند میلیمتری: جذب بیشینه اکسیژن (۵)

Frequency Reuse Source FCC Bulletin 70A

- ❑ همینکه فاصله در انتقال رادیویی افزایش می یابد، حاشیه محو شدگی (Fade Margin) نیاز پیدا می کند که برای آثار آب و هوایی که به نسبت افزایش می یابد، جبران شود.
- ❑ از آنجایی که رادیو هایی که در 60GHz کار می کنند، تنها در فواصل کوتاه ارسال می نمایند، جبران مورد نیاز برای آثار آب و هوایی به بزرگی حالت سیستم هایی که یک کیلومتر یا بیشتر ارسال می کنند، نخواهد بود.
- ❑ در حال حاضر، کمیسیون ارتباطات فدرال FCC طیف RF موج میلیمتری از 57.05 تا 64GHz را برای کاربردهای بدون پروانه ذیل بخش 15 خود اختصاص داده است.
- ❑ کلیه تجهیزات بدون سیم در 60GHz بایستی گواهینامه نوع FCC بخش ۱۵ را دریافت نمایند. یکبار که این گواهینامه دریافت شود، محصولات مربوطه می تواند بدون پروانه در کل ایالات متحده امریکا استقرار یابند.
- ❑ این طیف فرکانسی فاقد پروانه، به کاربر انتهایی اجازه می دهد تا از هزینه اضافی برای مزایده های طیف منطقه ای که توسط FCC برگزار می شود، یا رقابت برای تعداد محدود باندهای گواهینامه دار، برحذر باشد.
- ❑ به لحاظ دارا بودن مشخصه های منحصر بفرد منطقه موج میلیمتری 60GHz و دسترسی پهنای باند خام موجود، ارتباطات بدون سیم در 60GHz، آنرا بعنوان یک جایگزین مناسب بجای دسترسی به منازل (Last Mile) با نصب فیبر فیزیکی مطرح می سازد.
- ❑ سیستم های ارتباطاتی 60GHz می توانند برای کاربردهای گوناگون مشتمل بر: شبکه های ناحیه شهرهای بزرگ MAN، شبکه های دانشگاهی، شبکه های زیرساخت، لینک های شاخه های شبکه، شبکه های اصلاحی موقت اضطراری، و دسترسی های

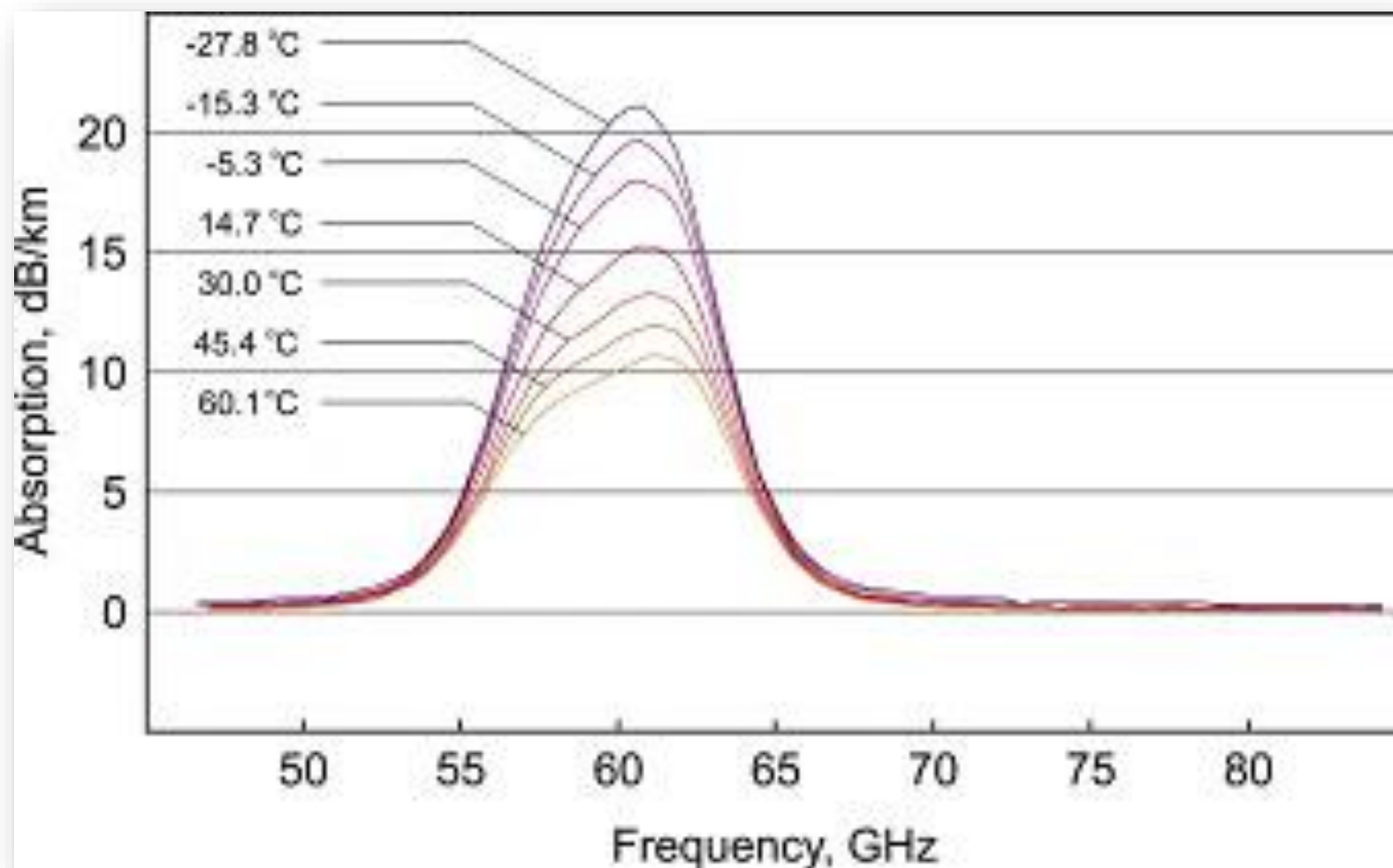
علت استفاده از فرکانس 60GHz باند میلیمتری: جذب بیشینه اکسیژن (۶)

Frequency Reuse Source FCC Bulletin 70A



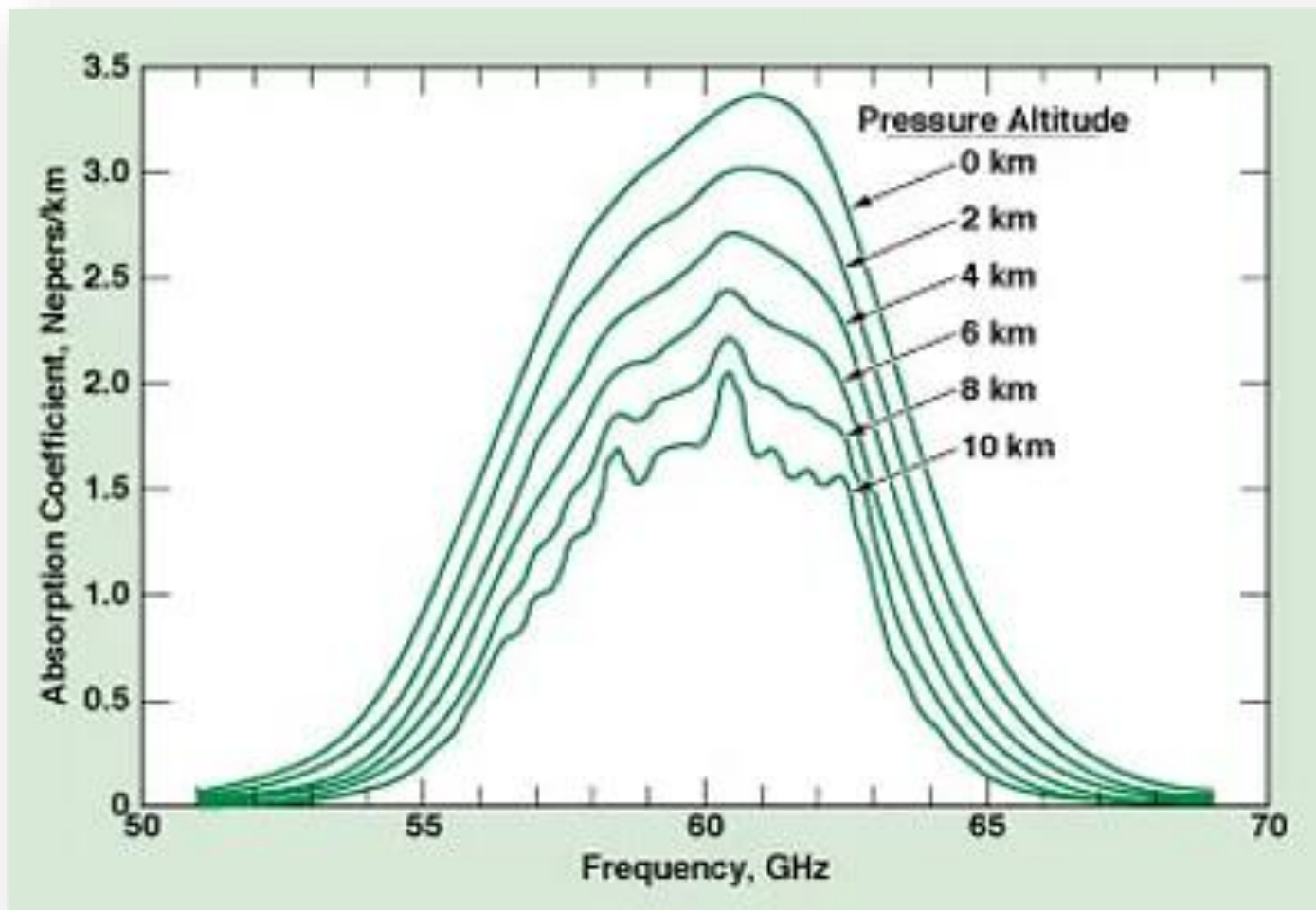
علت استفاده از فرکانس 60GHz باند میلیمتری: جذب بیشینه اکسیژن (۷)

نمودار ضریب جذب dB/km بر حسب فرکانس (پارامتر: دمای هوا)

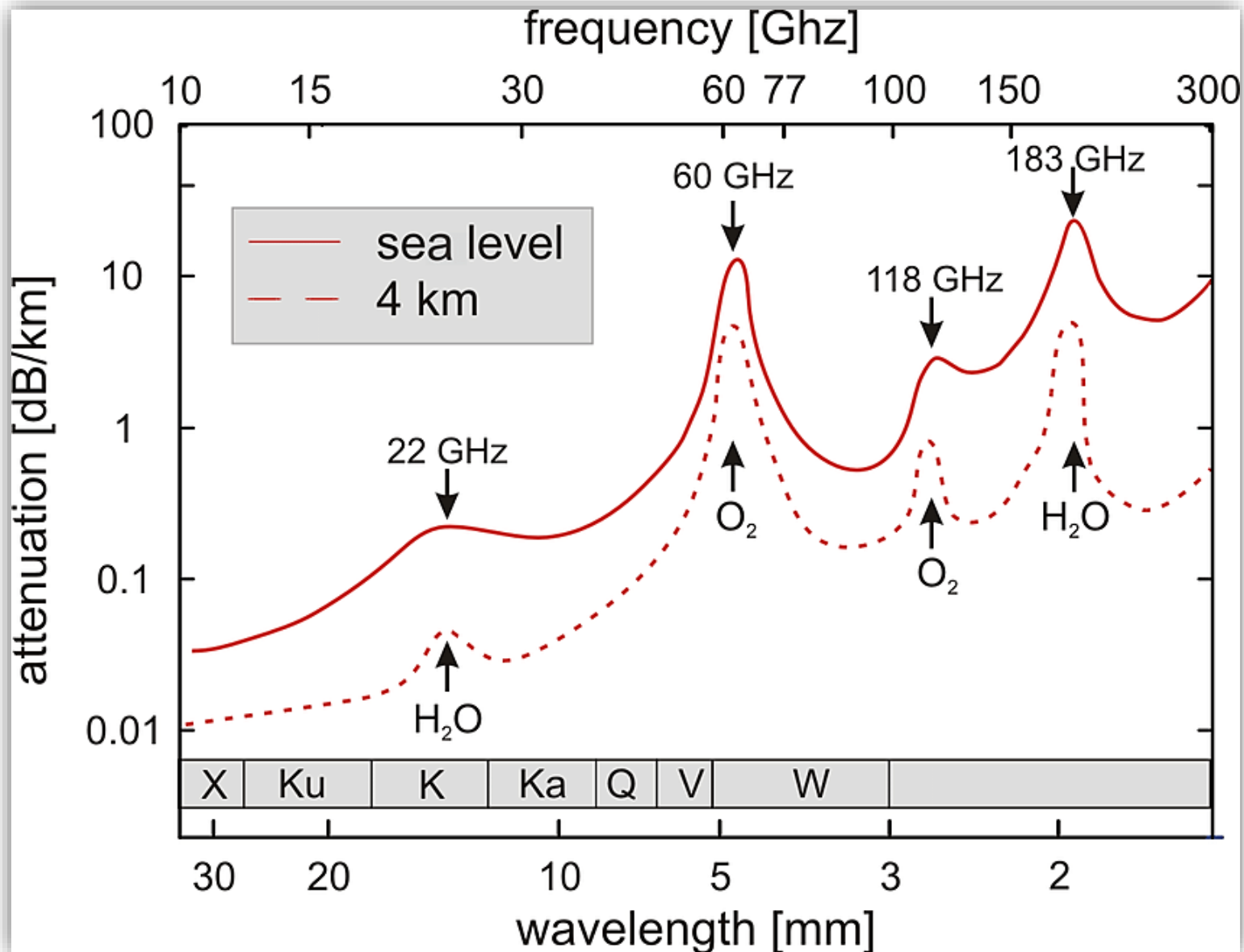


علت استفاده از فرکانس 60GHz باند میلیمتری: جذب بیشینه اکسیژن (۱)

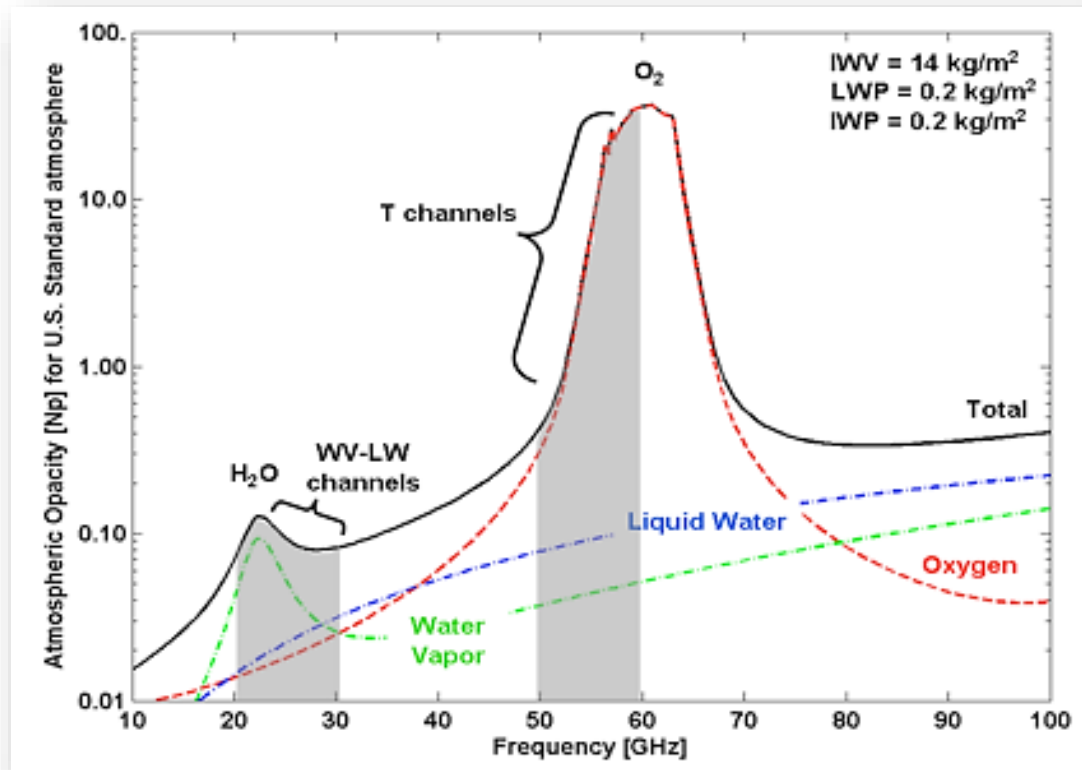
نمودار ضریب جذب Nepper/km بر حسب فرکانس (پارامتر: ارتفاع از سطح)



فرکانسهای نامزد برای استفاده در باند میلیمتری از منظر جذب اکسیژن (۹)

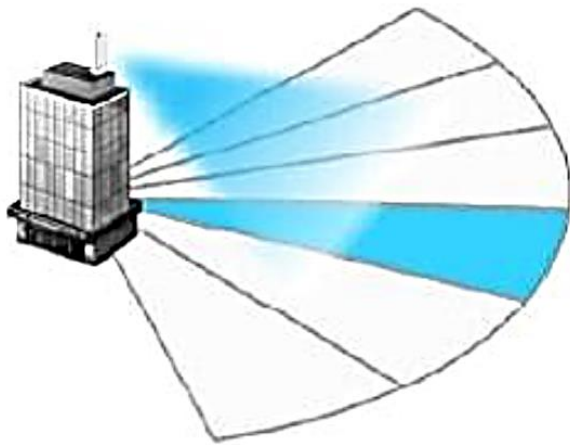


درجه مات بودن اتمسفری (NP) برای اتمسفر با استانداردهای آمریکا (۱۰)

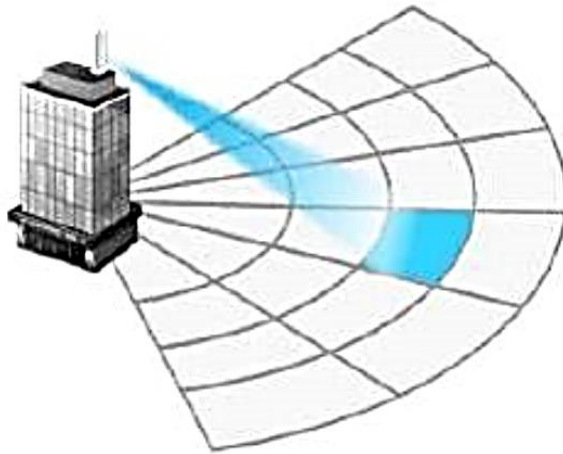


- ❑ $\alpha(s)$: the atmospheric absorption coefficient along the path s
- ❑ **IWV**: Integrated Water Vapor, **LWP**: Liquid Water Path, **IWP**: Ice Water Path
- ❑ $\tau(0, \infty) = \int \alpha(s) ds$: the total atmospheric opacity (**Np: Nepper**) from surface to the top of the atmosphere
- ❑ **Atmospheric Transmission** : $T_A = e^{-\tau}$
- ❑ **Atmospheric Loss** : $L_A = e^{\tau}$

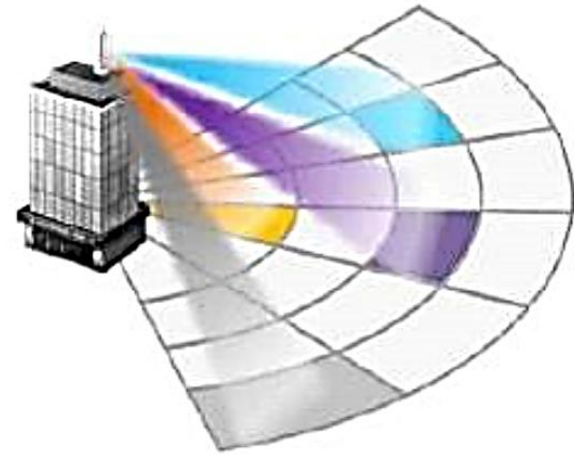
استفاده از شکل دهی پرتو Beam Forming سه بعدی در 4G و 5G



Conventional beamforming
in horizontal direction



3D beamforming
for single UE



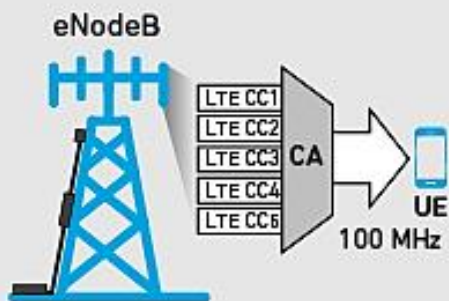
3D beamforming
for multiple UEs

دستاوردهای تکامل آنتن های رادیویی سایتهای eNodeB در LTE پیشرفته

Evolution of LTE Advanced eNodeB Radio Antennas

Carrier Aggregation

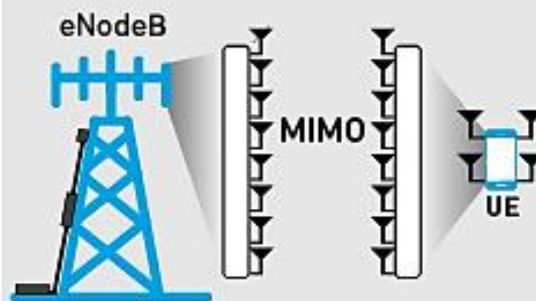
Multiple Component Carriers
Across Multiple RF Bands



Higher Peak Data Rates
Bits/Sec

Spatial Multiplexing

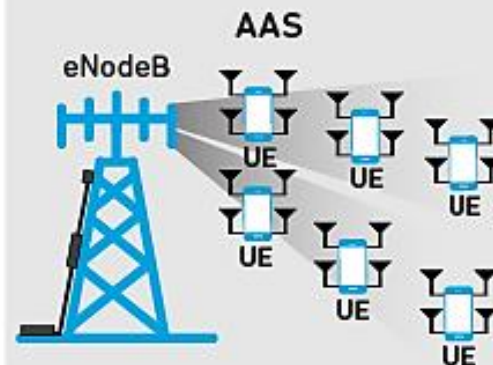
8x8 DL MIMO and 4x4 UL MIMO
SU-MIMO and MU-MIMO



Better Spectral Efficiency
Bits/Sec/Hz

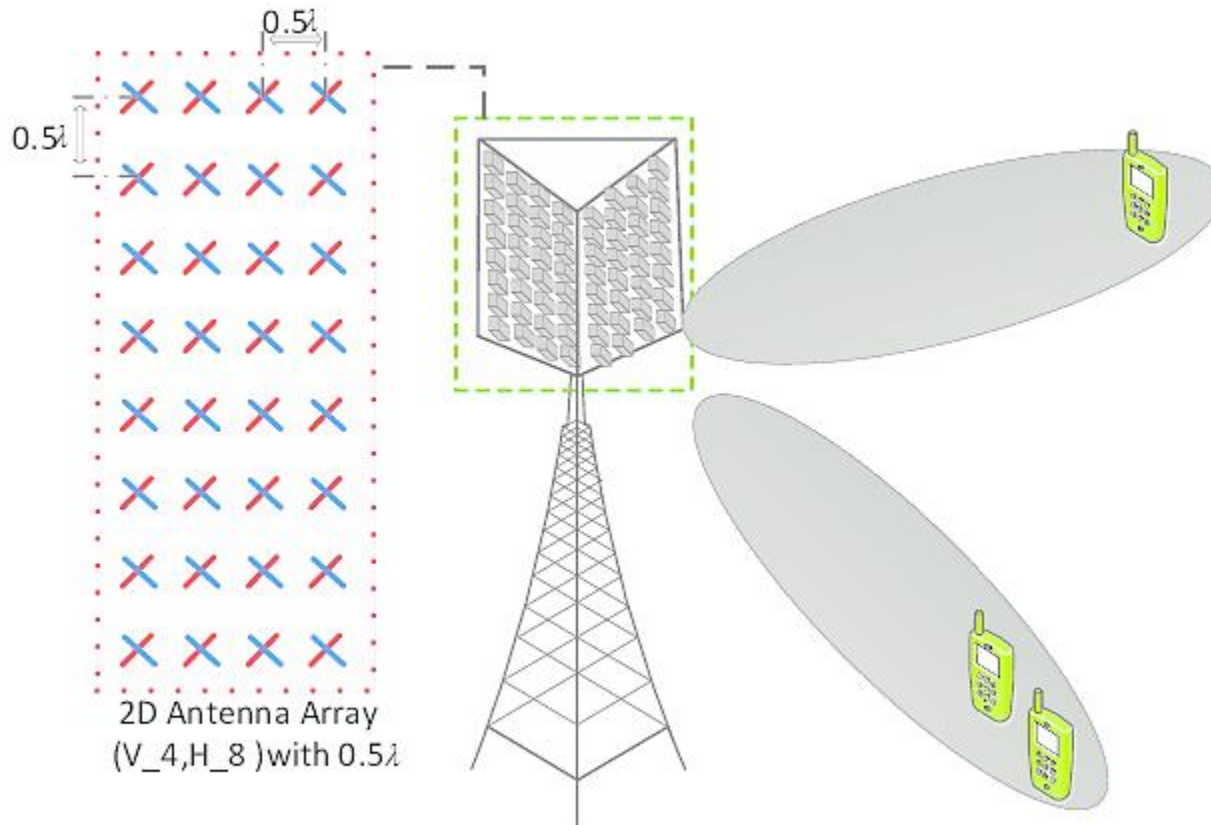
Active Antenna Systems

Beamforming and Beam Steering
Embedded RF



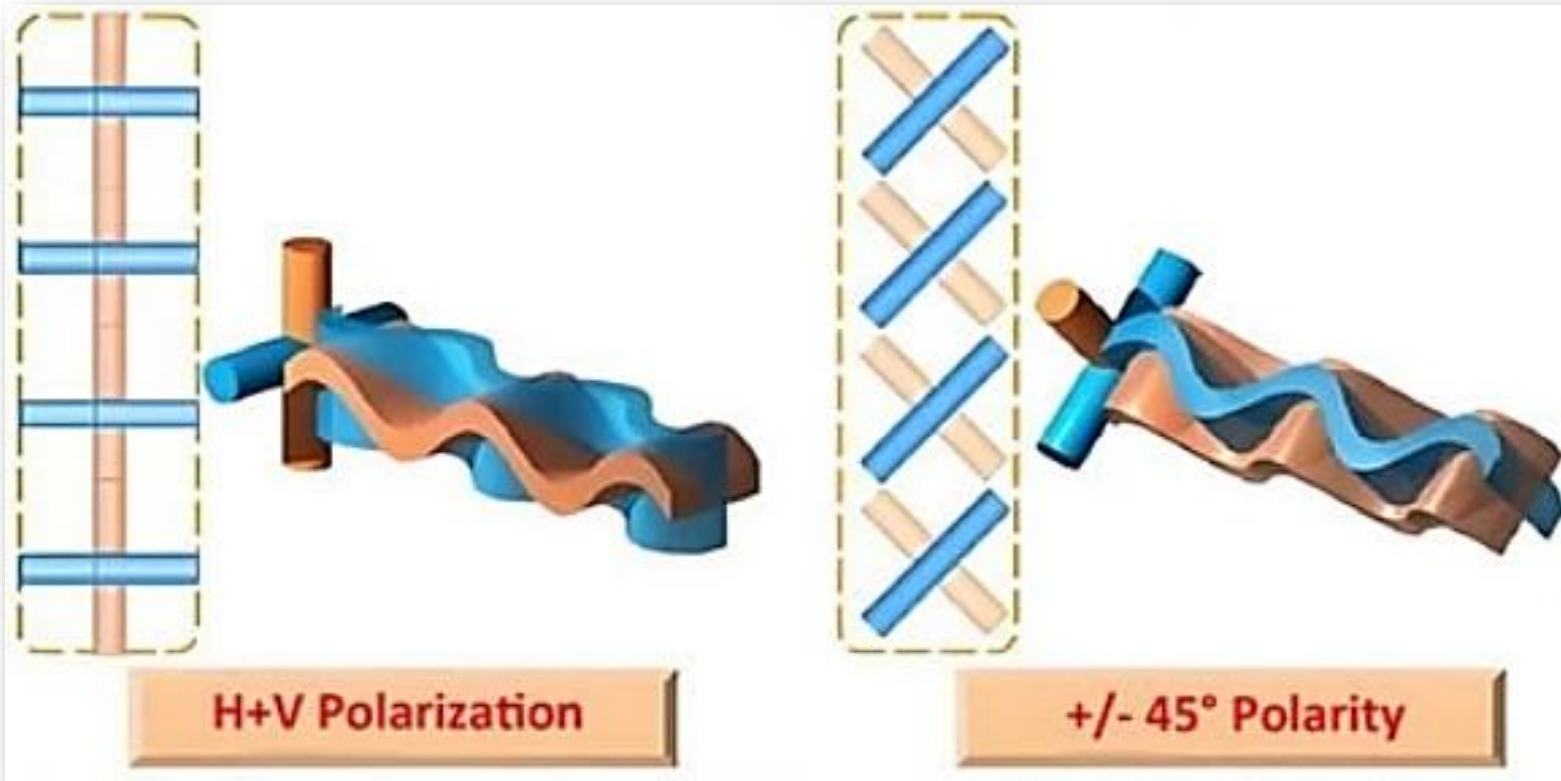
Increase Capacity and Coverage
Bits/Sec/SQKM

پترن تشعشعی فضایی یک سایت Massive 5G



کاربرد Slant Dual Polarization در MIMO

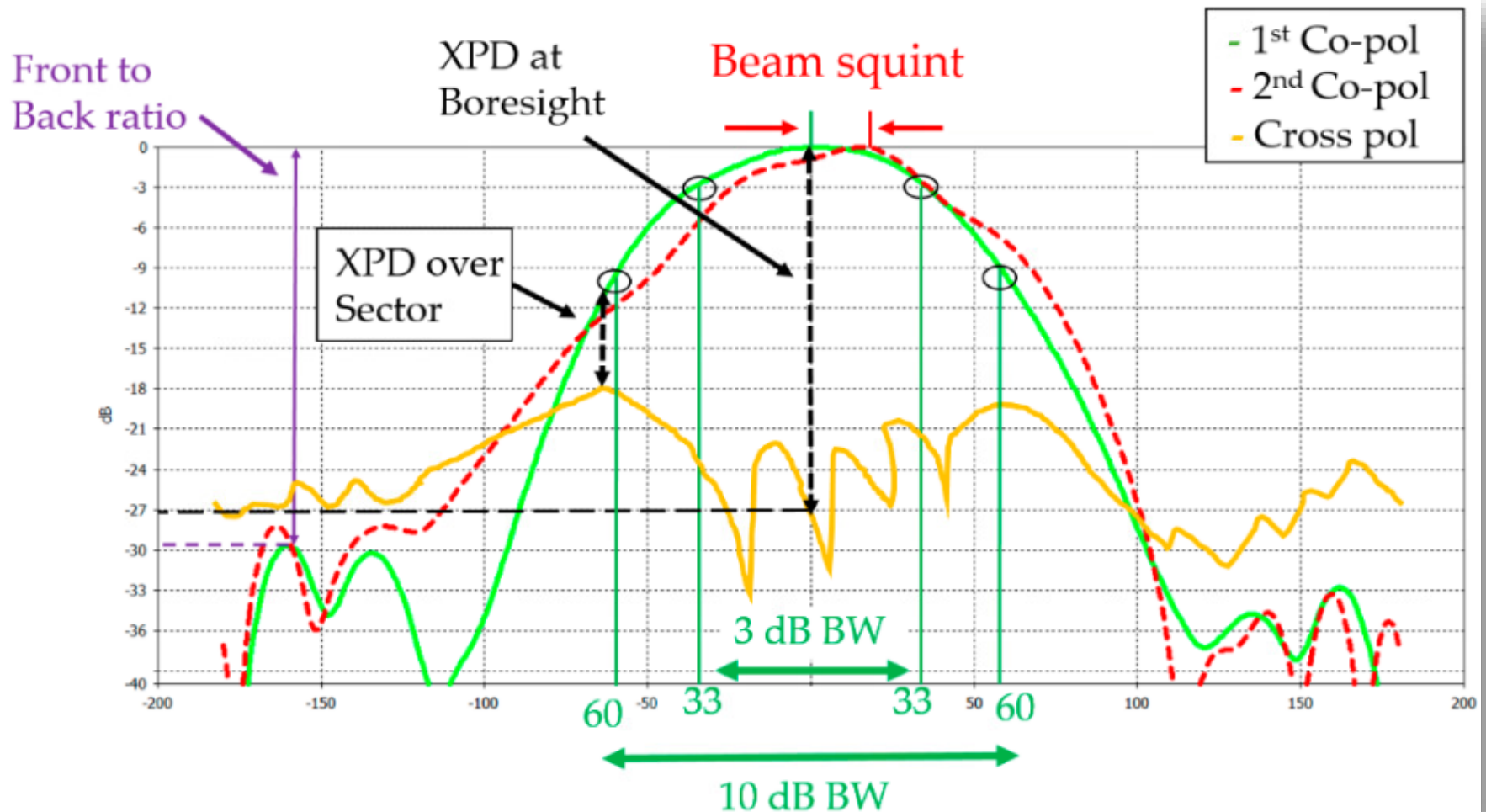
At left is horizontal/vertical polarization with respect to the horizon, and at right the depiction is polarized ± 45 degrees. The electric and magnetic fields are shown in blue and brown.



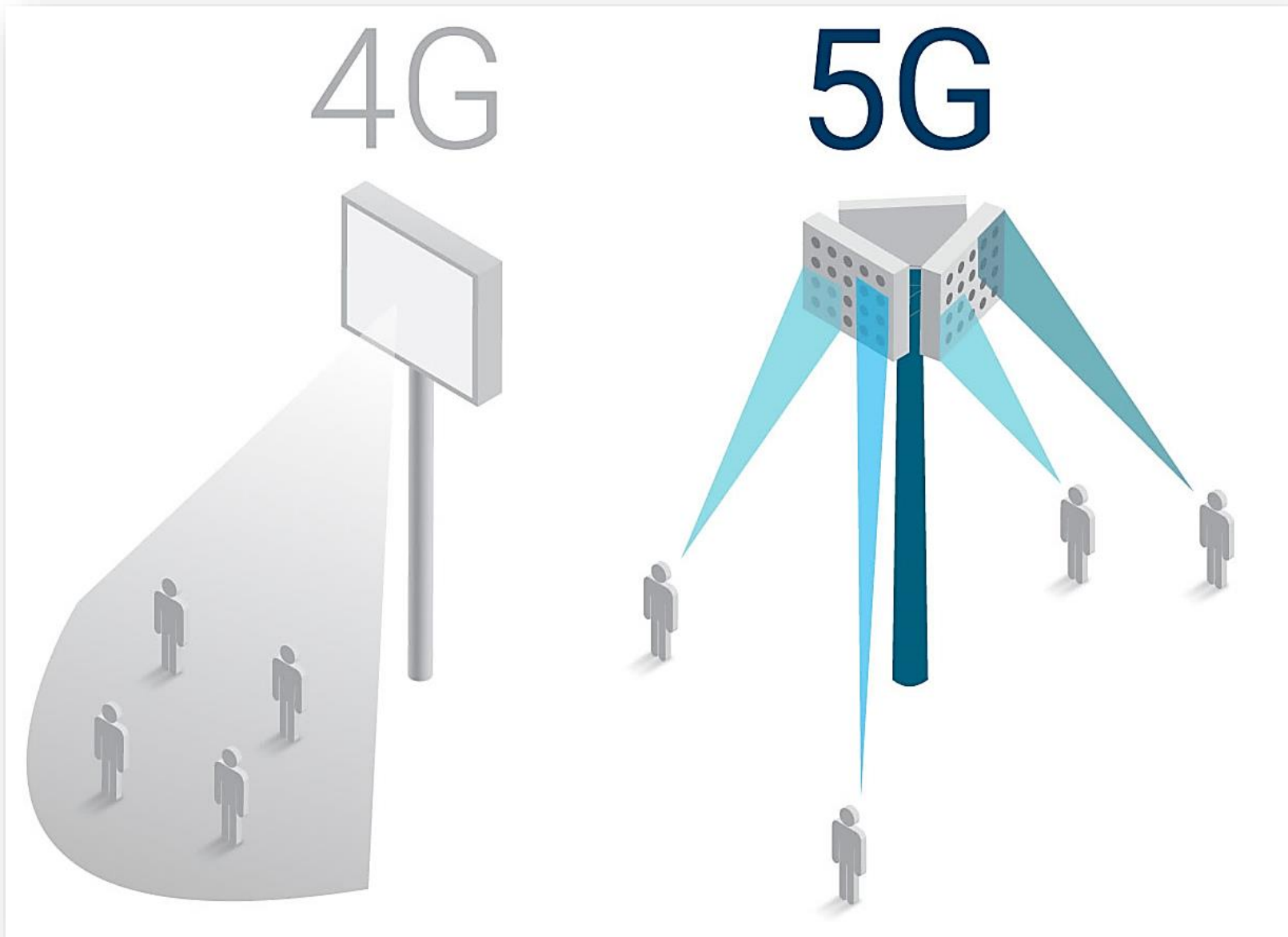
In 5G DAS, dual polarization is particularly advantageous because it supports MIMO, which is a key technology for enhancing data throughput and reliability.

پترن تشعشعی میدان دور آنتن SDP و پارامترهای مهم آن

The far-field radiation patterns are a very important, if not the most important, factor for an operator. Some critical parameters in patterns include 3 dB beamwidth, 10 dB beamwidth, beam squint, front-to-back (F/B) ratio, sidelobe levels, and cross-polarization discrimination (XPD).

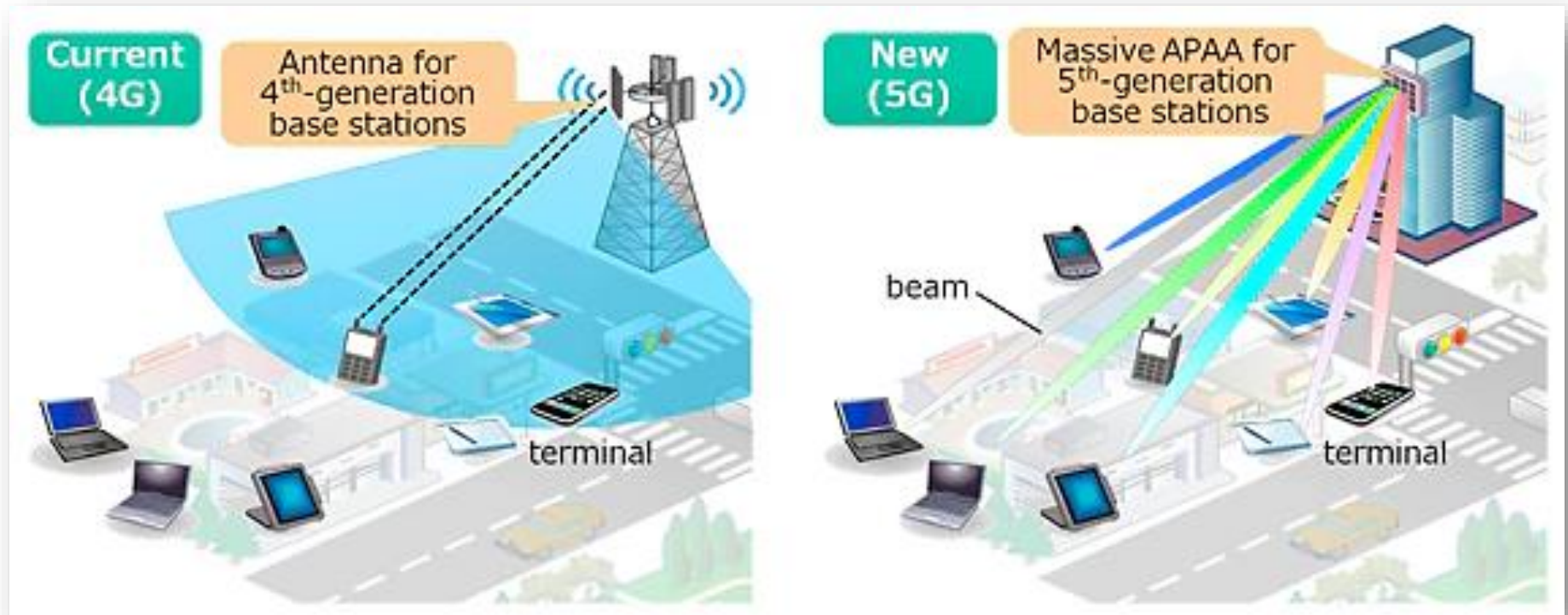


مقایسه پترن فضایی User Data Beam سایت 4G با 5G (۱)

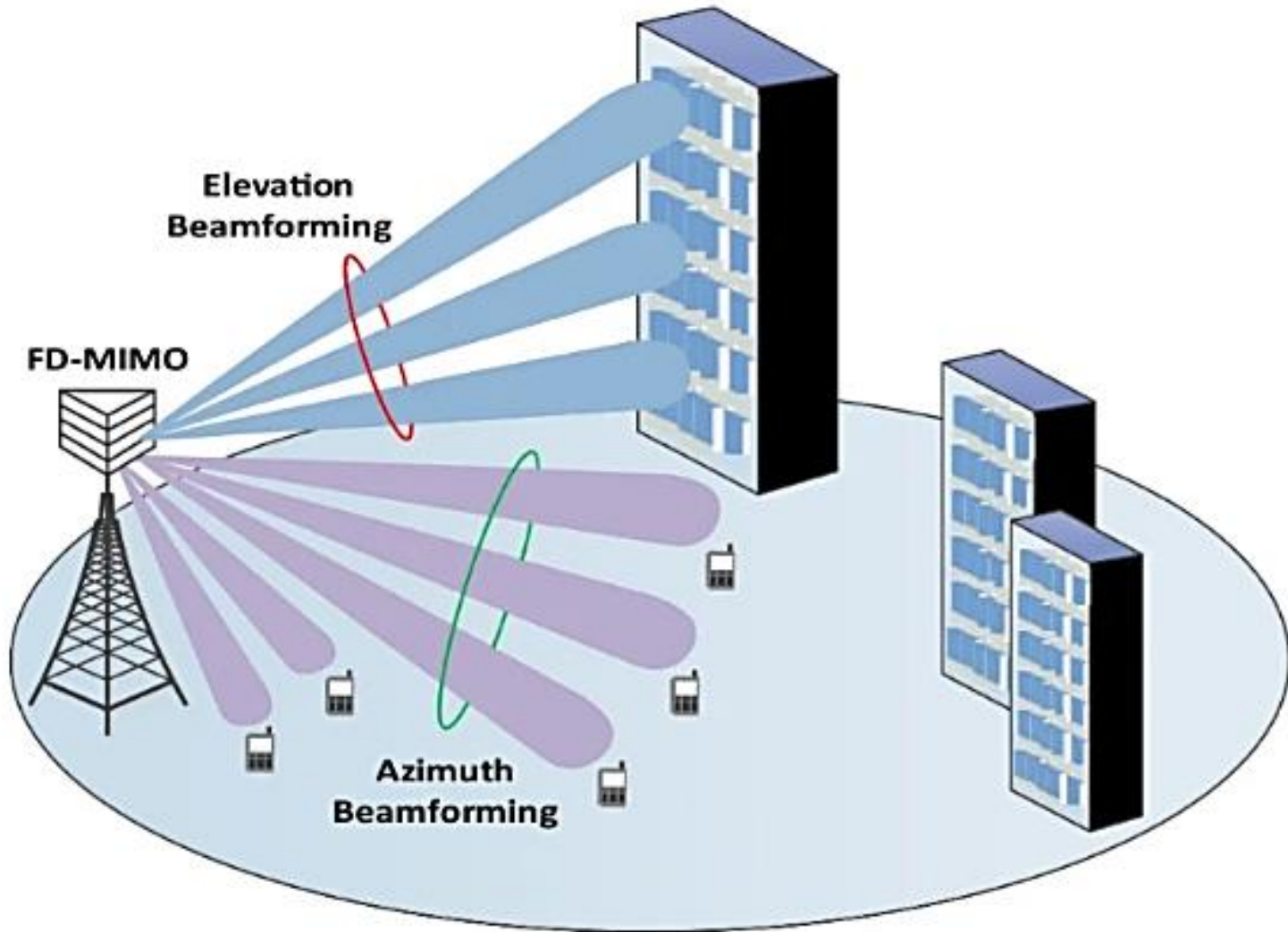


مقایسه پترن تشعشعی فضایی یک سایت 4G با 5G (۲)

APAA: Active Phase Array Antenna



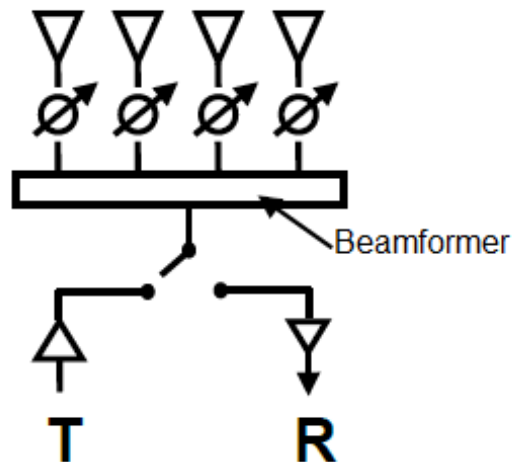
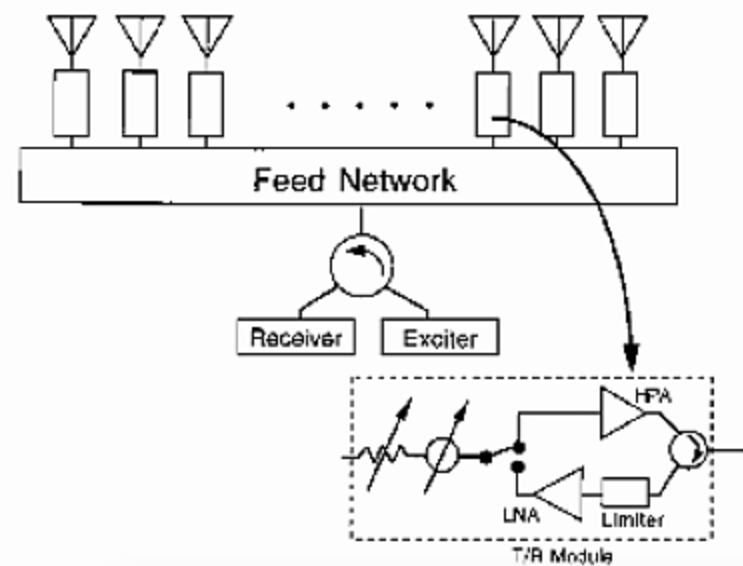
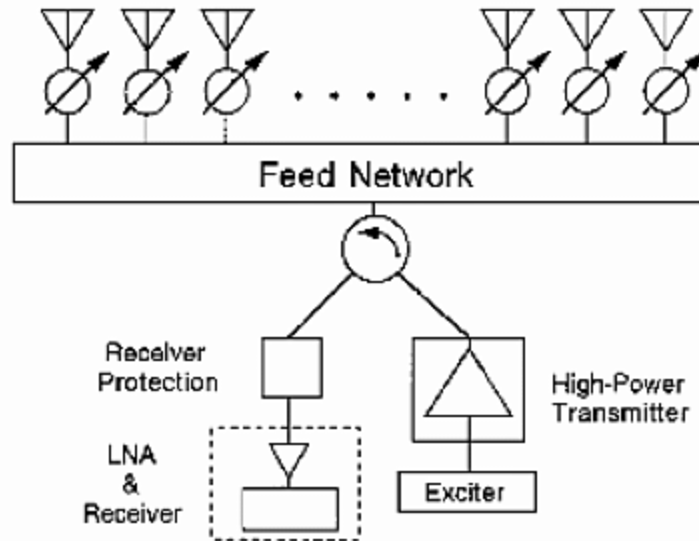
شکل دهی پرتو سه بعدی در آنتن های یک سایت 5G (۱)



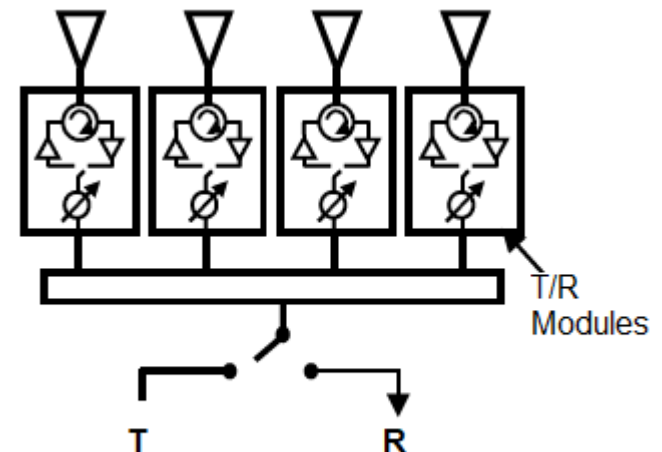


آنتن آرایه ای با فاز غیر فعال و فعال (۱)

a) **Passive Phase Array Antenna**, b) **Active Phased Array Antenna**



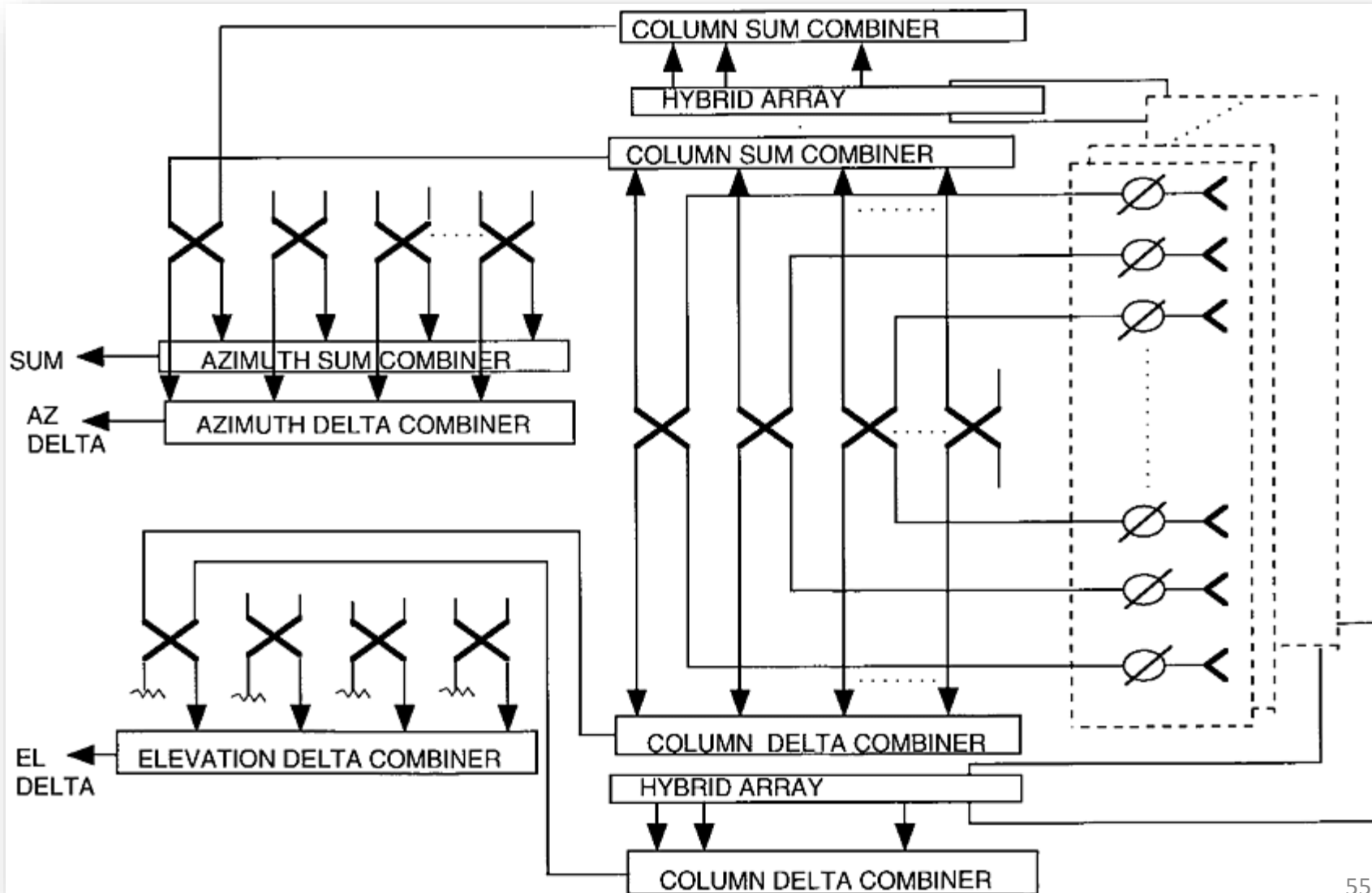
Passive Phased Array



Active Phased Array

معماری شکل دهنده پرتو با استفاده ای آنتن آرایه ای با فاز فعال

APAA: Active Phase Array Antenna

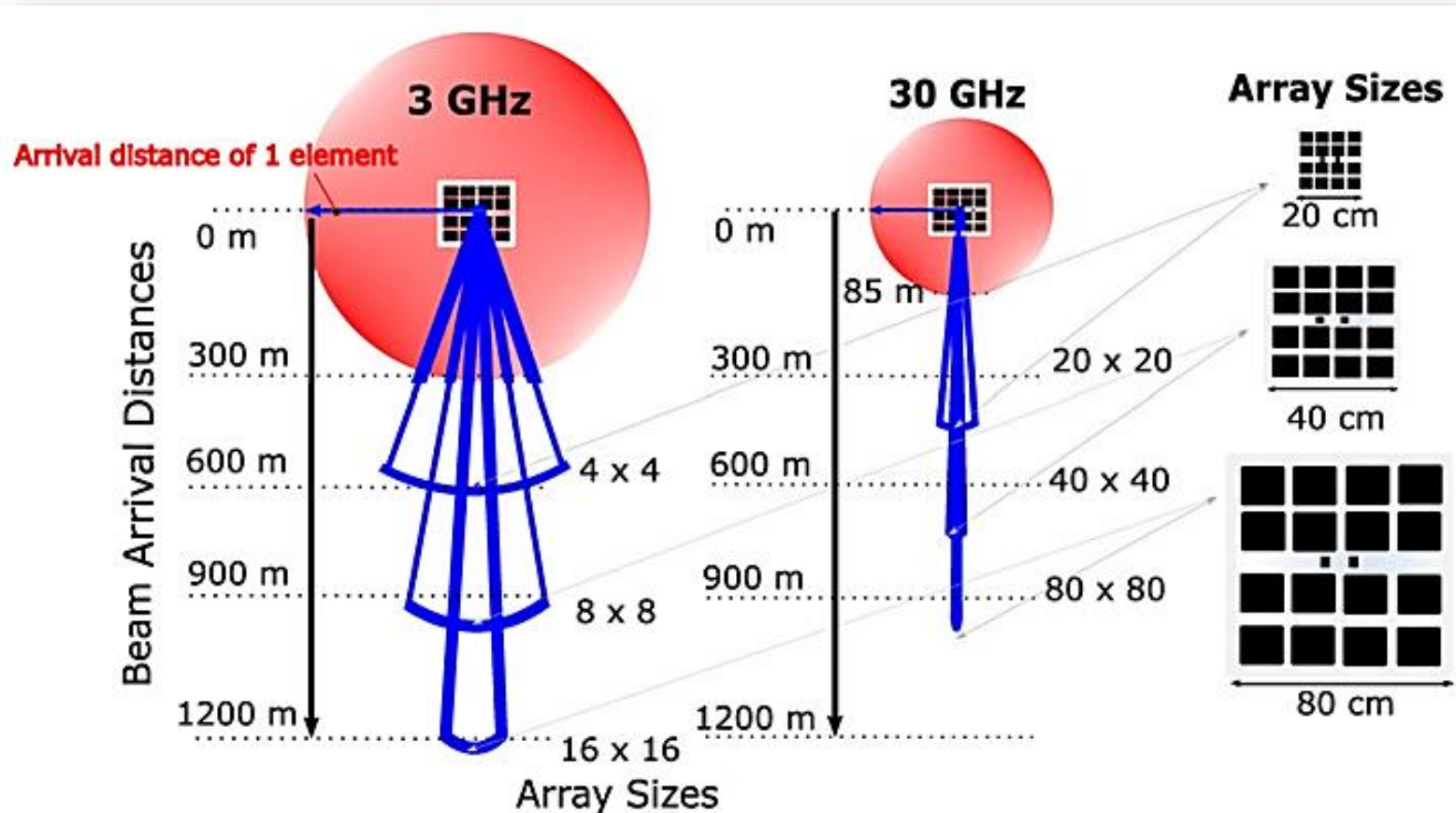


نمایش آثار شکل دادن پرتو (برحسب فواصل وارد شدن پرتو) وابسته به فرکانس کار و اندازه های آرایه

Standardization of Propagation Models for Terrestrial Cellular Systems: A Historical Perspective

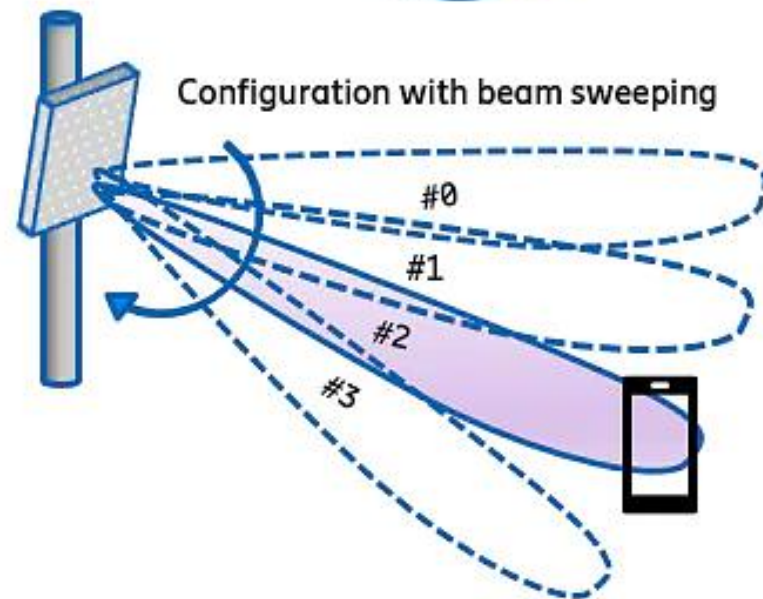
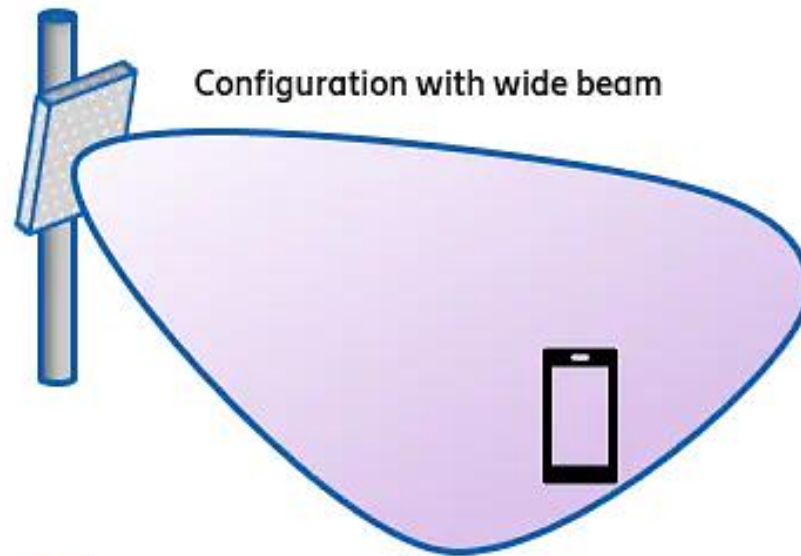
Harash Tataria, Katsuyuki Haneda, Andreas F. Molisch, Mansoor Shafi,

Springer, March 2021, International Journal of Wireless Information Networks 28(1):1-25



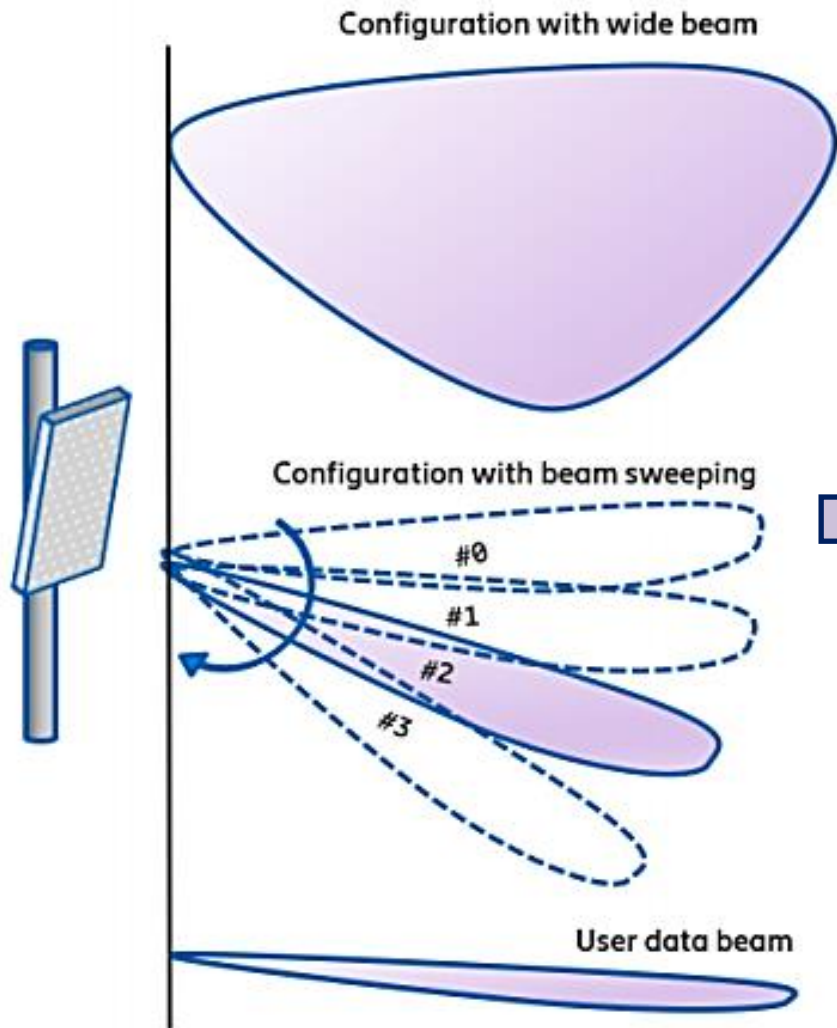
Demonstration of beamforming effects (in terms of beam arrival distances) relative to operating frequency and array sizes (Color figure online)

دو نوع Beam Configuration Mode برای دیتای کنترل یک سایت 5G



مقایسه پرتو دیتای کاربر با دو نوع پیکربندی پرتوهای کانال کنترل 5G

Figure 2: User data beam vs control channel beams configurations

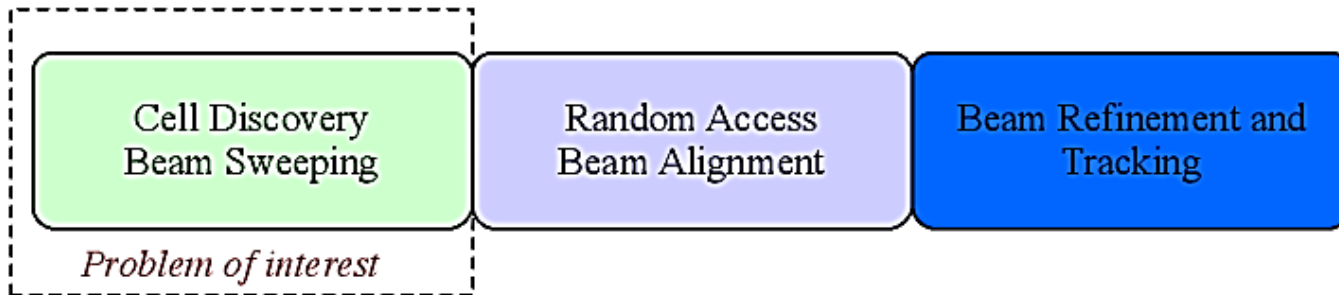


نتیجه گیری:

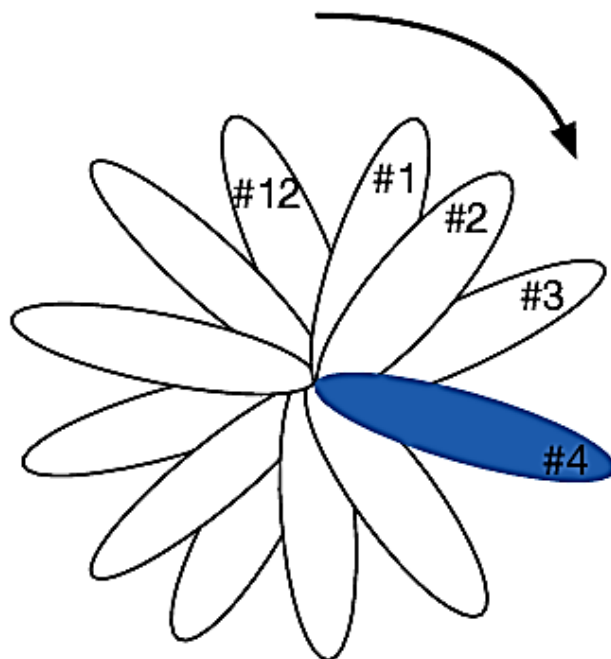
- ۱- نسل ۵ موبایل نیازی به پرتو با پهنای وسیع ندارد و برای هر کاربر، یک پرتو با پهنای باریک ارسال می شود.
- ۲- حساسیت ترمینال نسل ۵ بسیار بهتر از نسل ۴ شده است، لذا نیازی به ارسال پرتو قوی نیز نمی باشد.

مفهوم پترن منطقی در برابر پترن فیزیکی در 5G

Envisioned Procedure for Initial Access



(a)



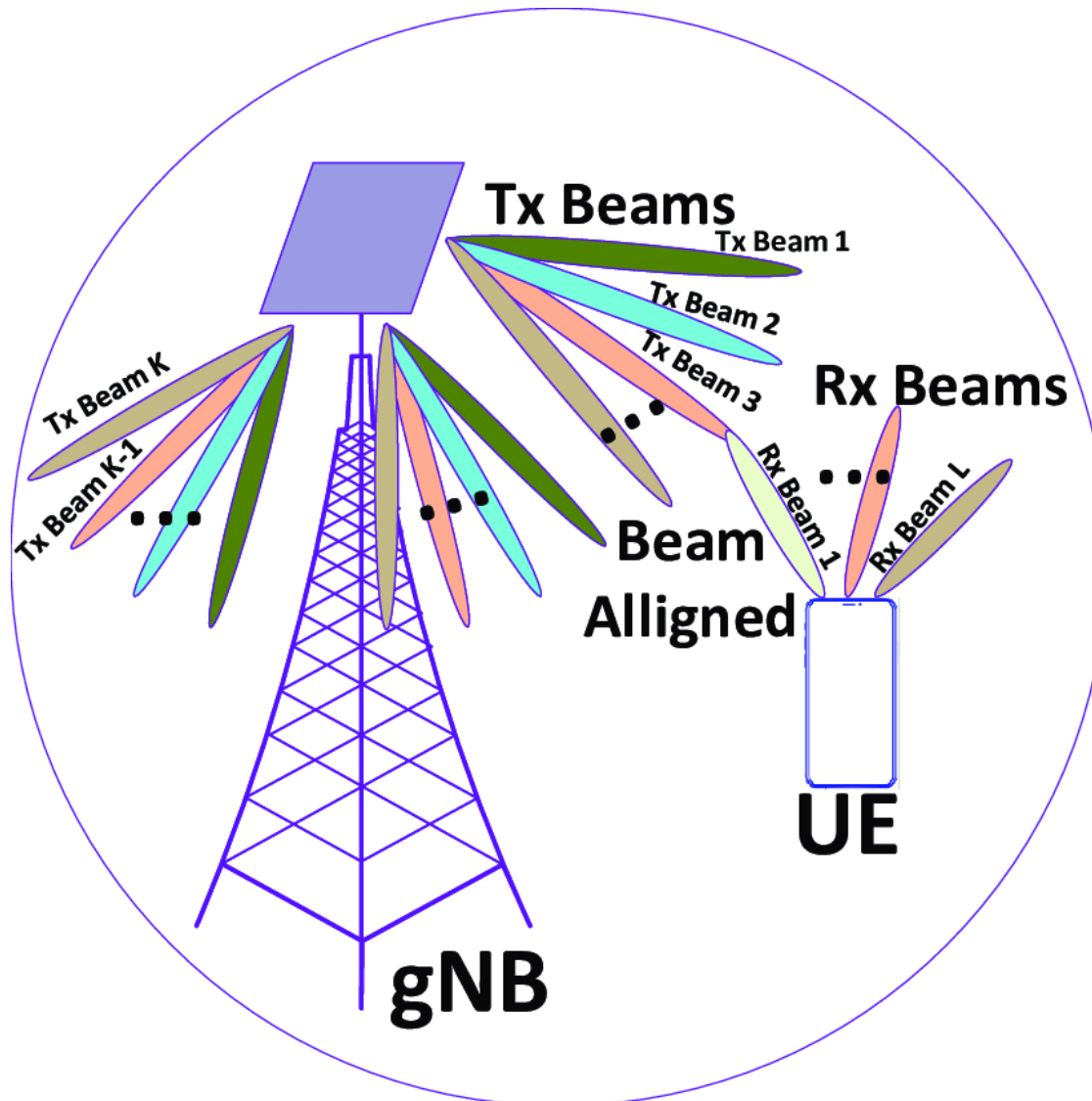
gNB's Beams



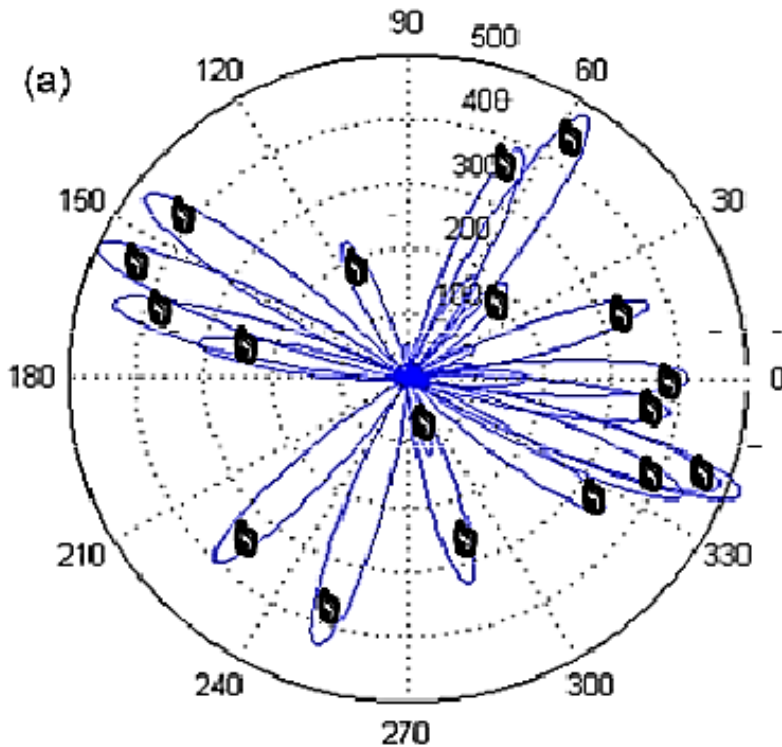
UE's Beams

مفهوم توجیه شدن پترن فیزیکی سایت با تجهیزات کاربر در 5G

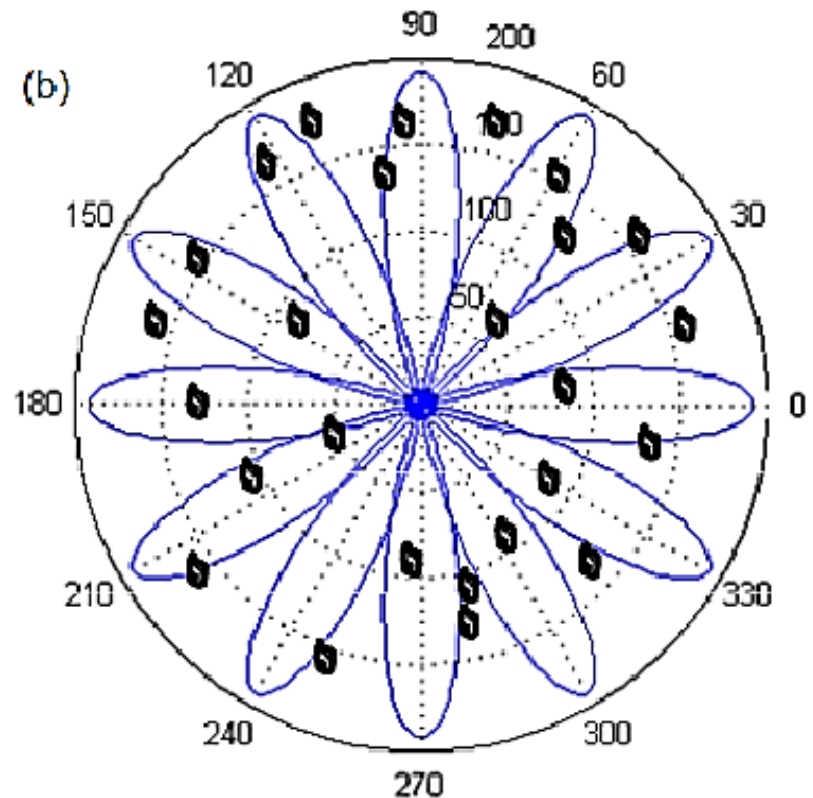
gNB's Tx Beam Aligned with UE's One of Rx Beams



پترن فیزیکی گسسته در 5G (USER DATA) بر اساس دو نوع رویکرد متداول شکل دهی پرتو (۱)



Adaptive beamforming (a)



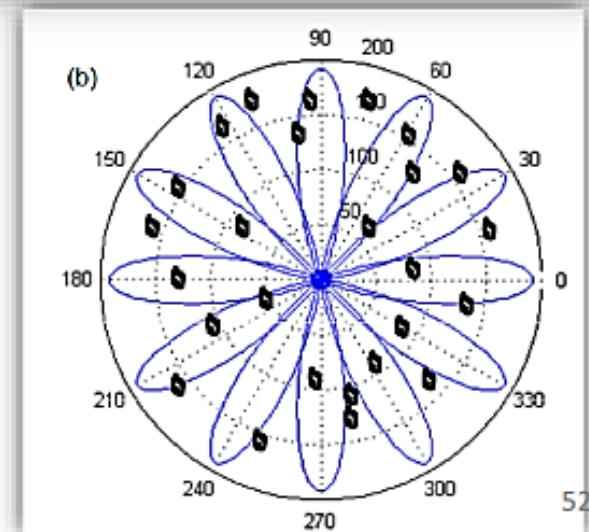
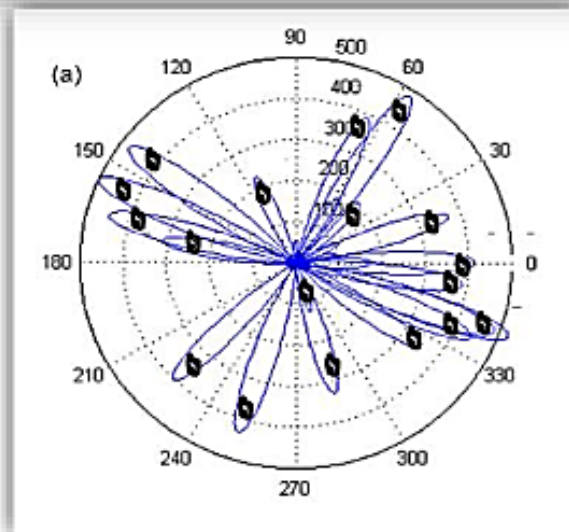
switched beamforming (b)

پترن فیزیکی گسسته در 5G (USER DATA) بر اساس دو نوع رویکرد متداول شکل دهی پرتو (۲)

Parameter	Adaptive beamforming	Switched beamforming
Coverage and capacity	Covering a larger area and being more uniform compared to switched beamforming at the same power level	Better coverage and capacity compared to conventional antenna systems. The improvement ranges from 20% to 200%
Interference elimination	Offering more comprehensive interference rejection	Suffering from a problem in differentiating between the desired signal and an interferer signal
Complexity and cost	- Difficult to implement - Expensive - Requiring more time and more accurate (highly complex) algorithms to steer the beam and nulls	- Easy to implement in existing cellular systems - Inexpensive - Using simple algorithms for beam selection

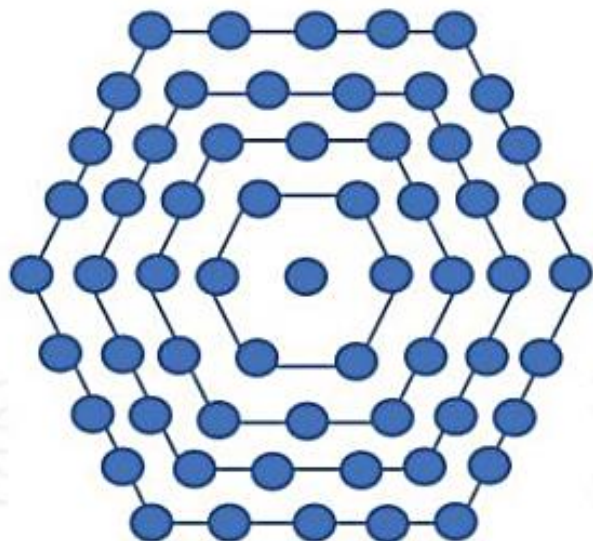
پارامترهای سه گانه

- پوشش و ظرفیت
- اجتناب از تداخل
- پیچیدگی و هزینه

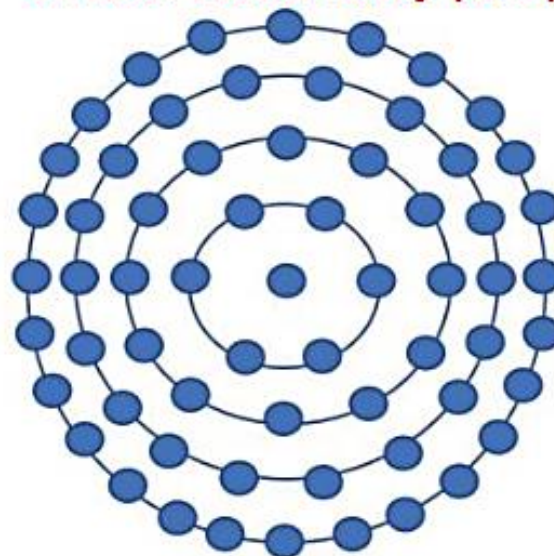


سه نوع معماری متداول معماری ساختار آرایه های MASSIVE MIMO و ارتباط آن با پترن هندسی ناحیه پوشش هدف

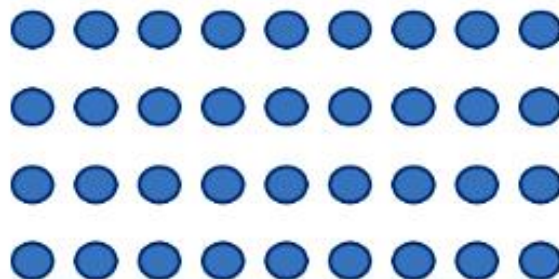
Hexagonal Planar Array (HPA)



Circular Planar Array (CPA)



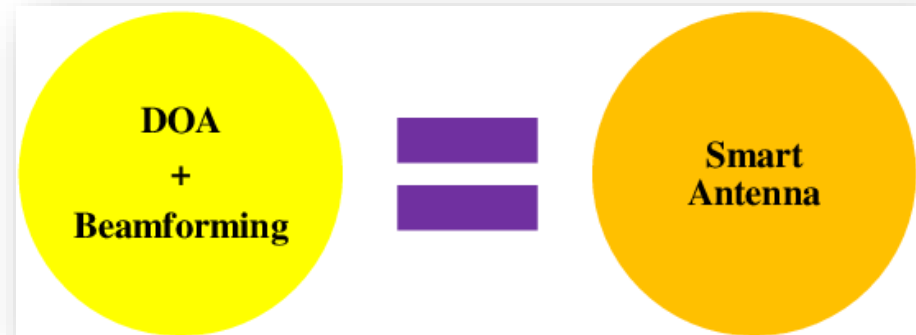
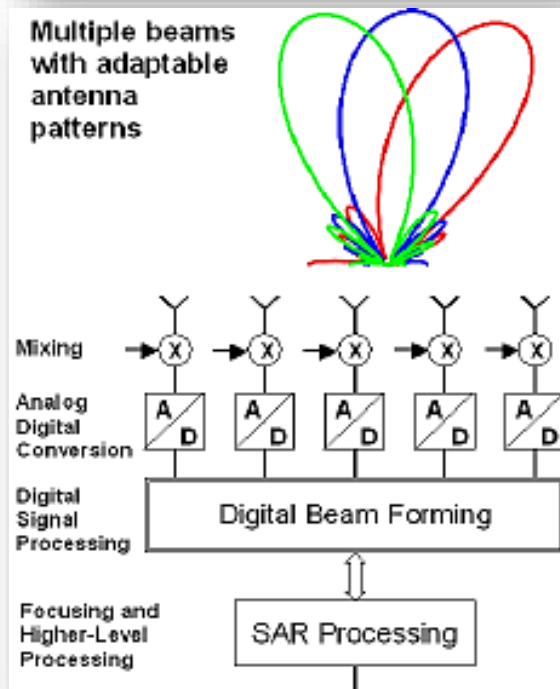
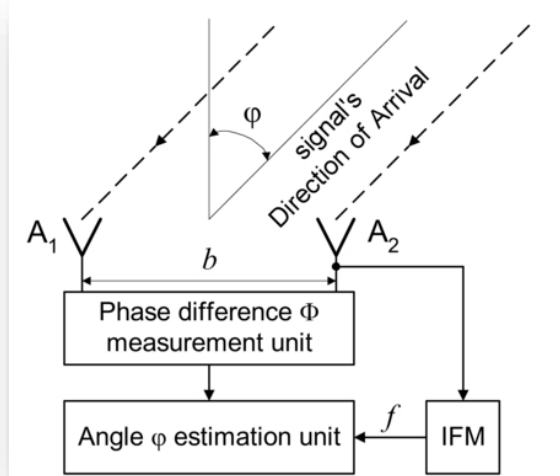
Uniform Rectangular Planar Array (URPA)



From an architectural point of view, a massive MIMO is structured depending on the geometry pattern that is able to form. There exist several design configurations that usually are function of the kind of application to which these systems are destined.

پترین تشعشعی آنتن های هوشمند مورد استفاده در گوشی های 5G

مفهوم آنتن هوشمند

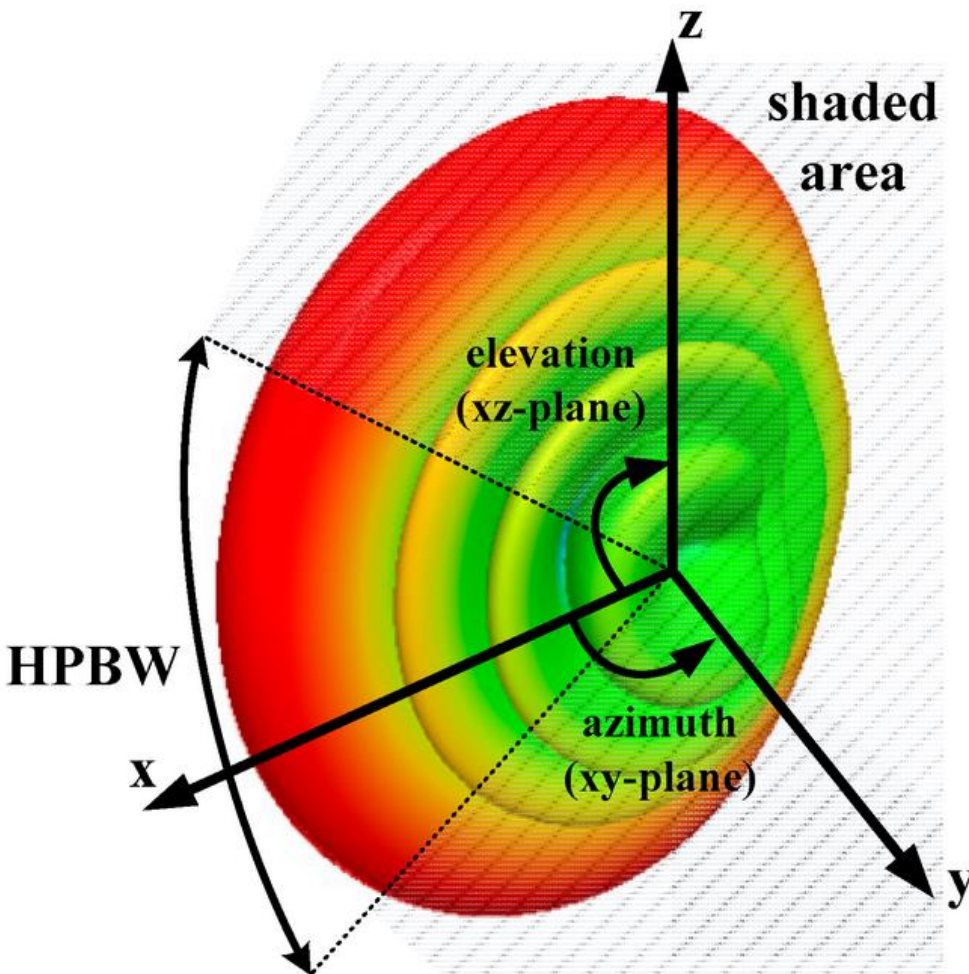


پوشش نقطه ای با شکل دهی پرتوها در فناوری 5G

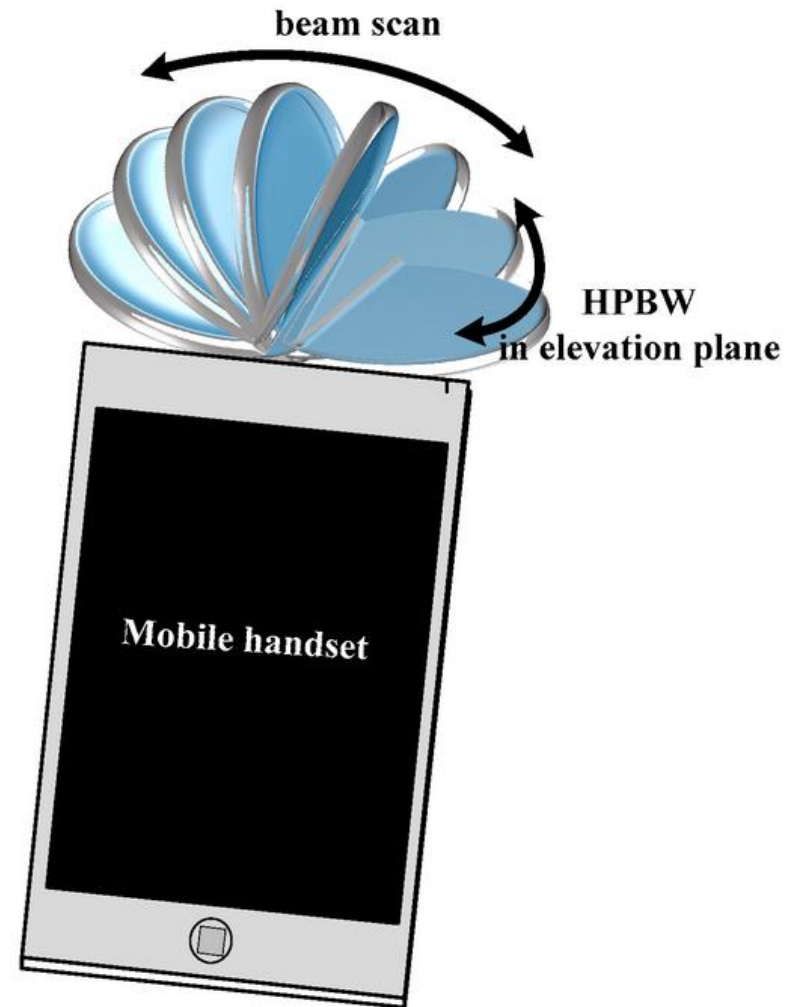


آنتن آرایه ای فازی با شکافهای سوراخ هوایی برای ارتقاء پهنای پرتو در 5G

A 28 GHz 5G Phased Array Antenna with Air-Hole Slots for Beam Width Enhancement

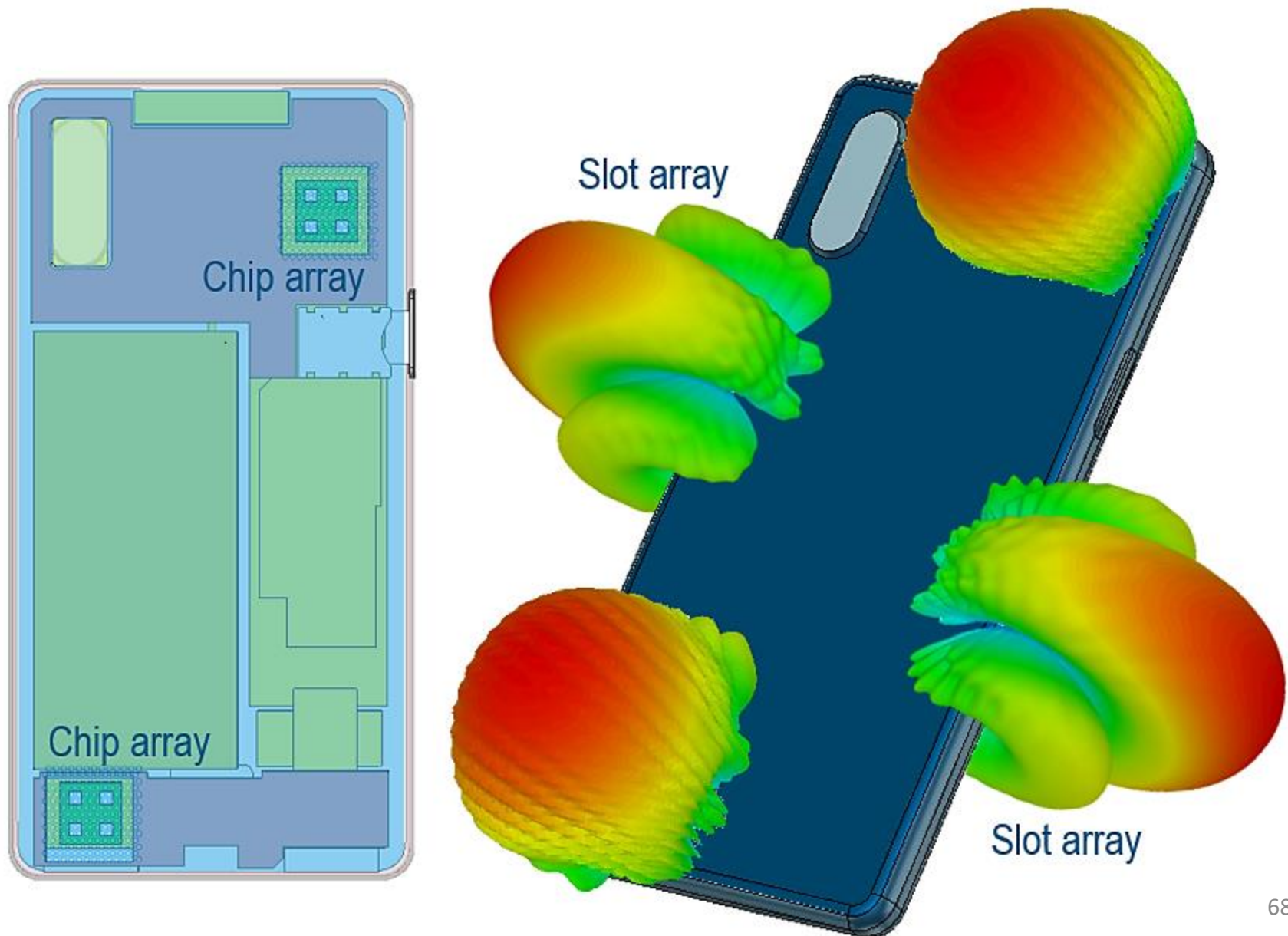


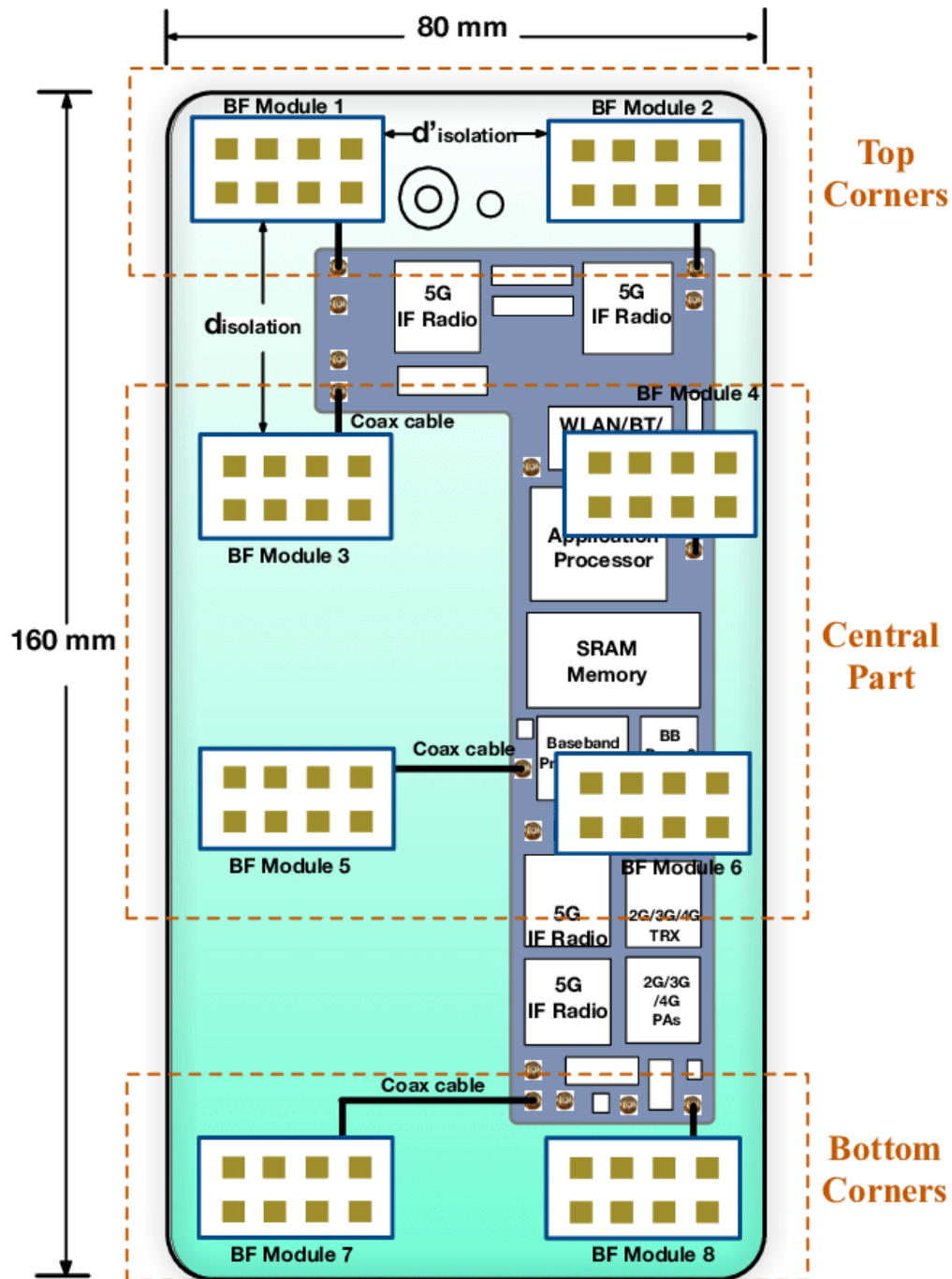
(a)



(b)

انواع آرایه آنتن ها در گوشی های هوشمند 5G

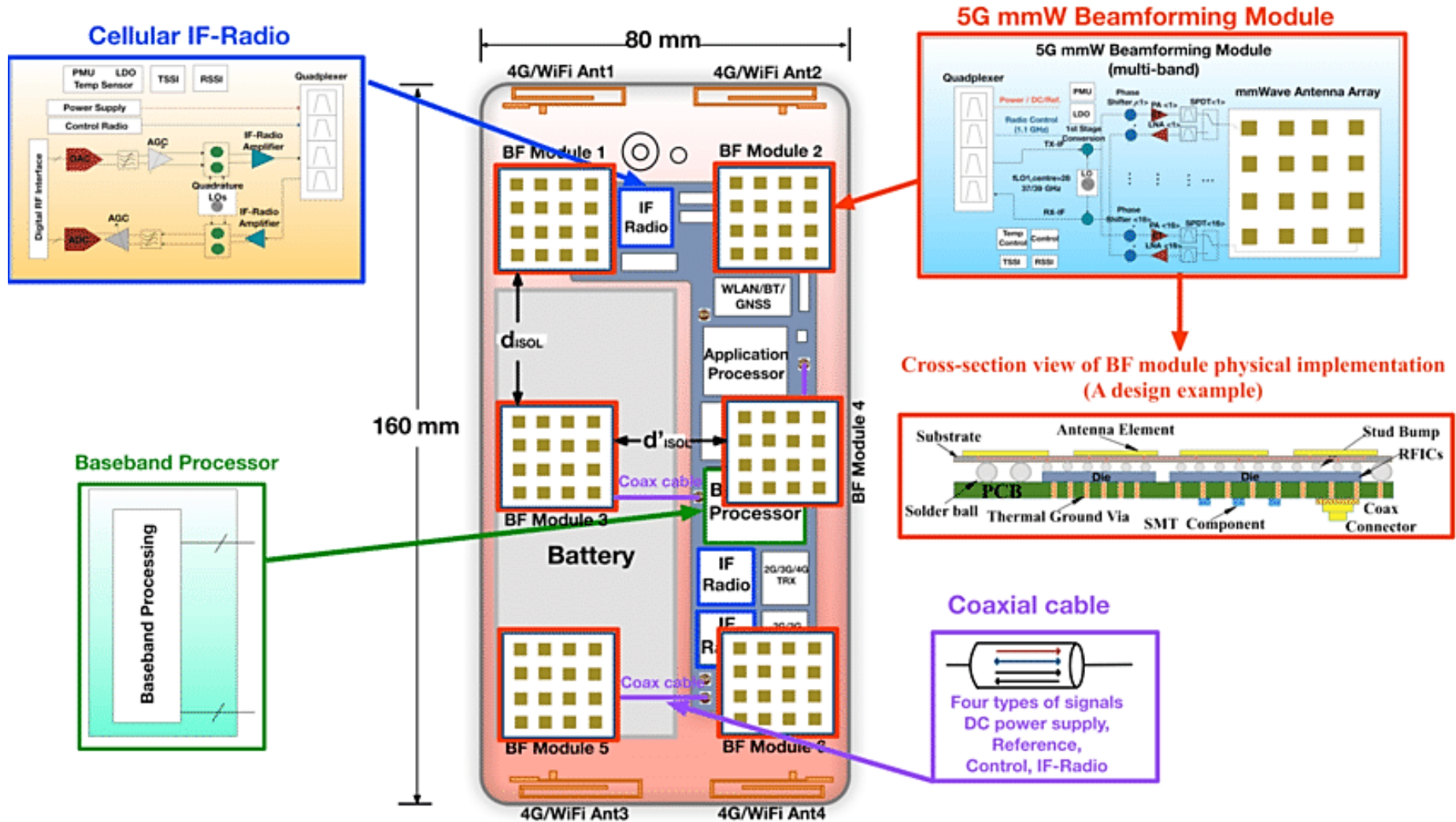




تعداد زیاد و گستردگی محل
نصب آنتن ها در گوشی های
هوشمند 5G

معماری DPA-MIMO / اساس طراحی گوشی های هوشمند 5G است

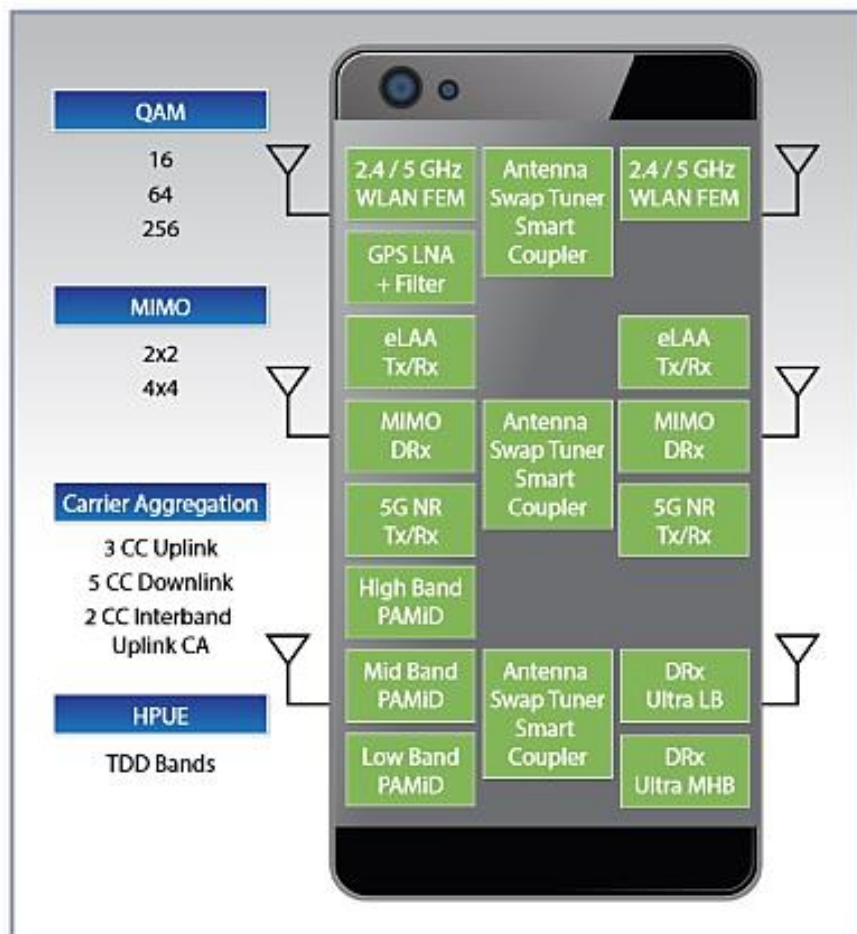
A-5G-UE-design-example-based-on-DPA-MIMO-architecture



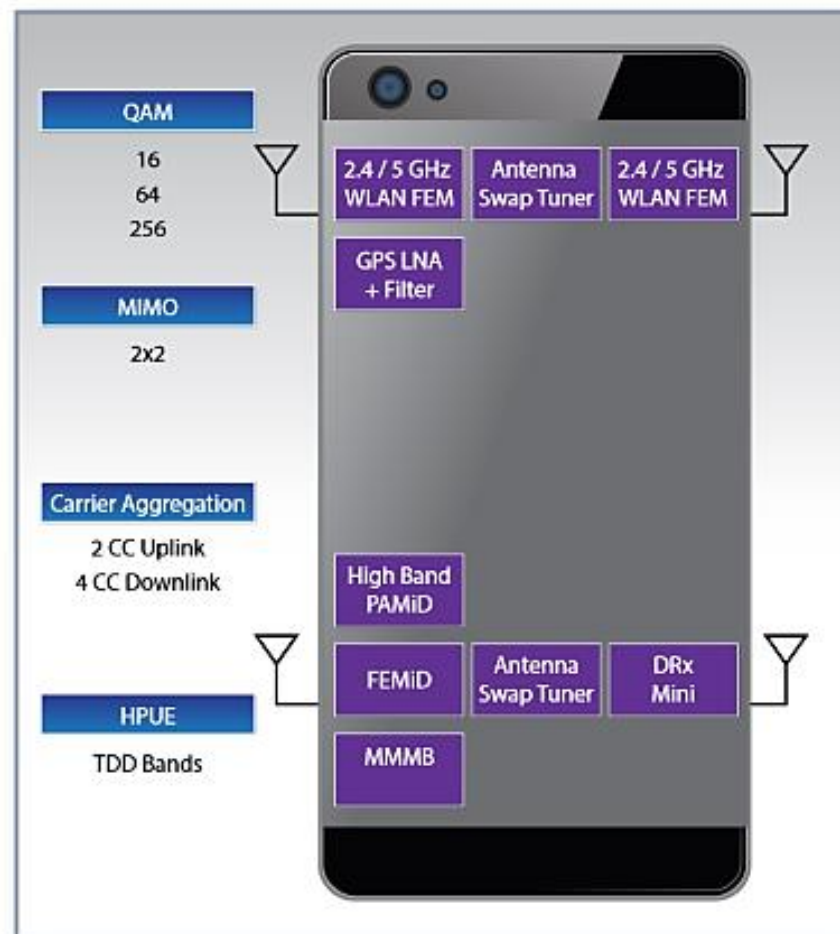
موانع اتخاذ گسترده گوشی های هوشمند سازگار با 5G

Barriers to Adoption for 5G-Capable Smartphones - Counterpoint Research

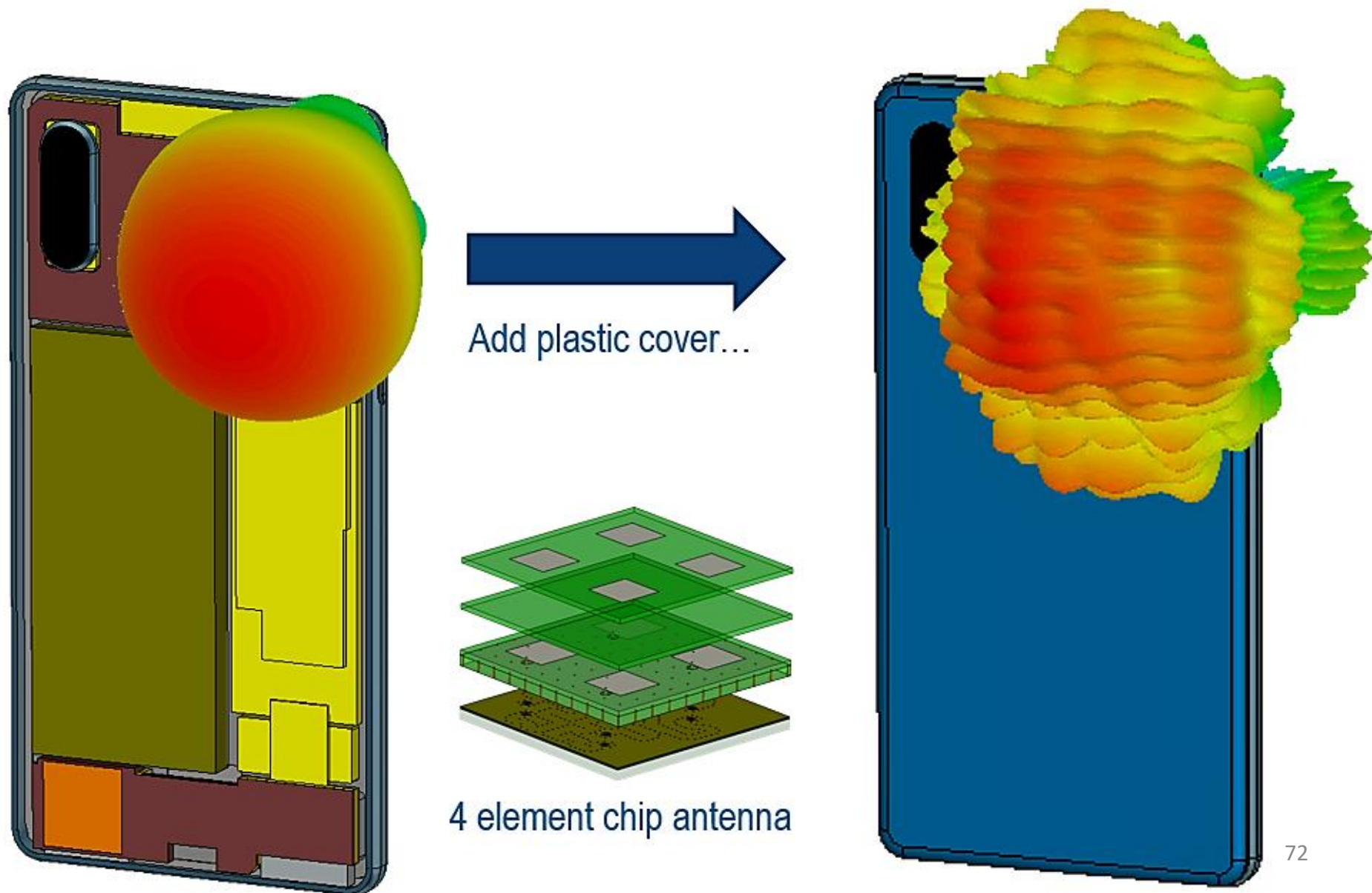
Premium



Value

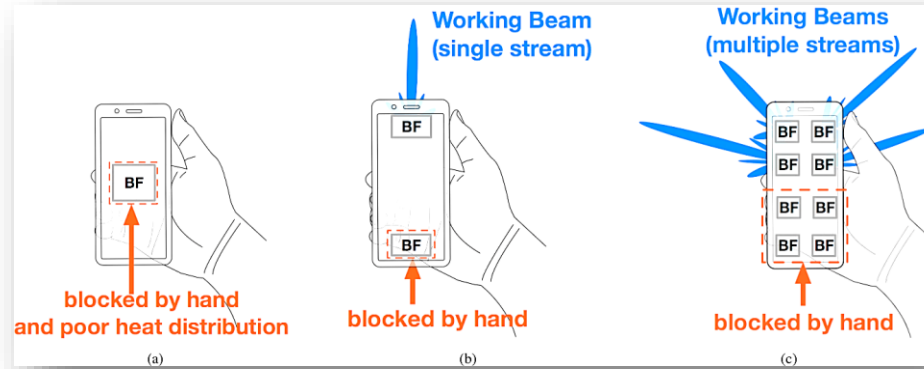


نقش روکش پلاستیکی گوشی در تغییر شکل پترن تشعشعی آنتن ها



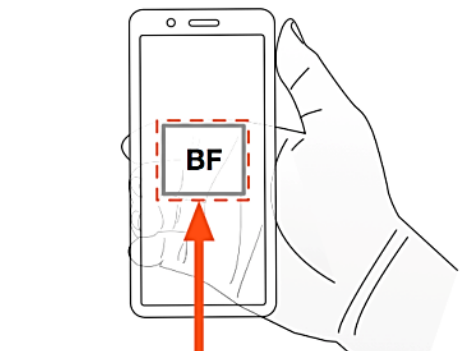
نقش دست در کورشدگی برخی از آنتن های گوشی هوشمند 5G

Cellular and WiFi Co-design for 5G User Equipment - Semantic Scholar



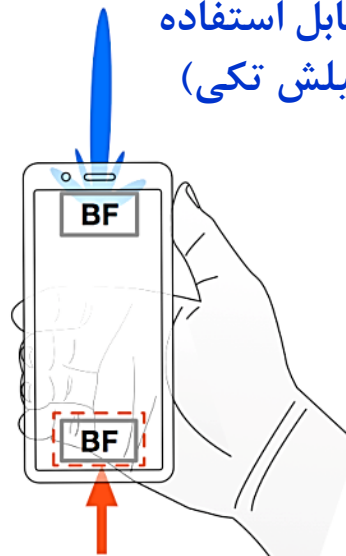
پرتوهای قابل استفاده
(گسیلش تکی)

پرتوهای قابل استفاده
(گسیلشهای چندگانه)



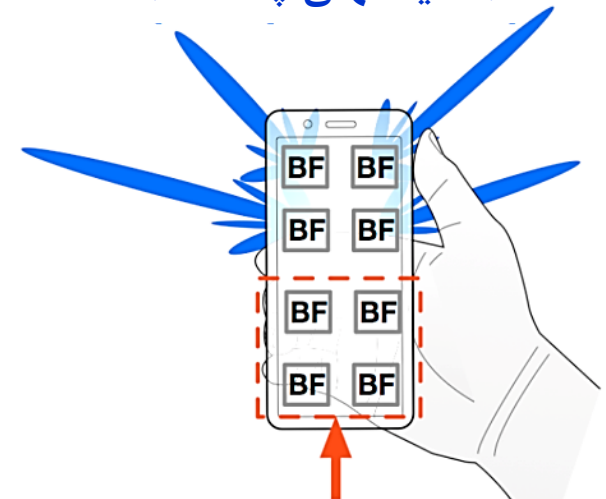
آنتن کور شده توسط دست و
توزیع دمایی ضعیف

(a)



آنتن کور شده توسط دست

(b)

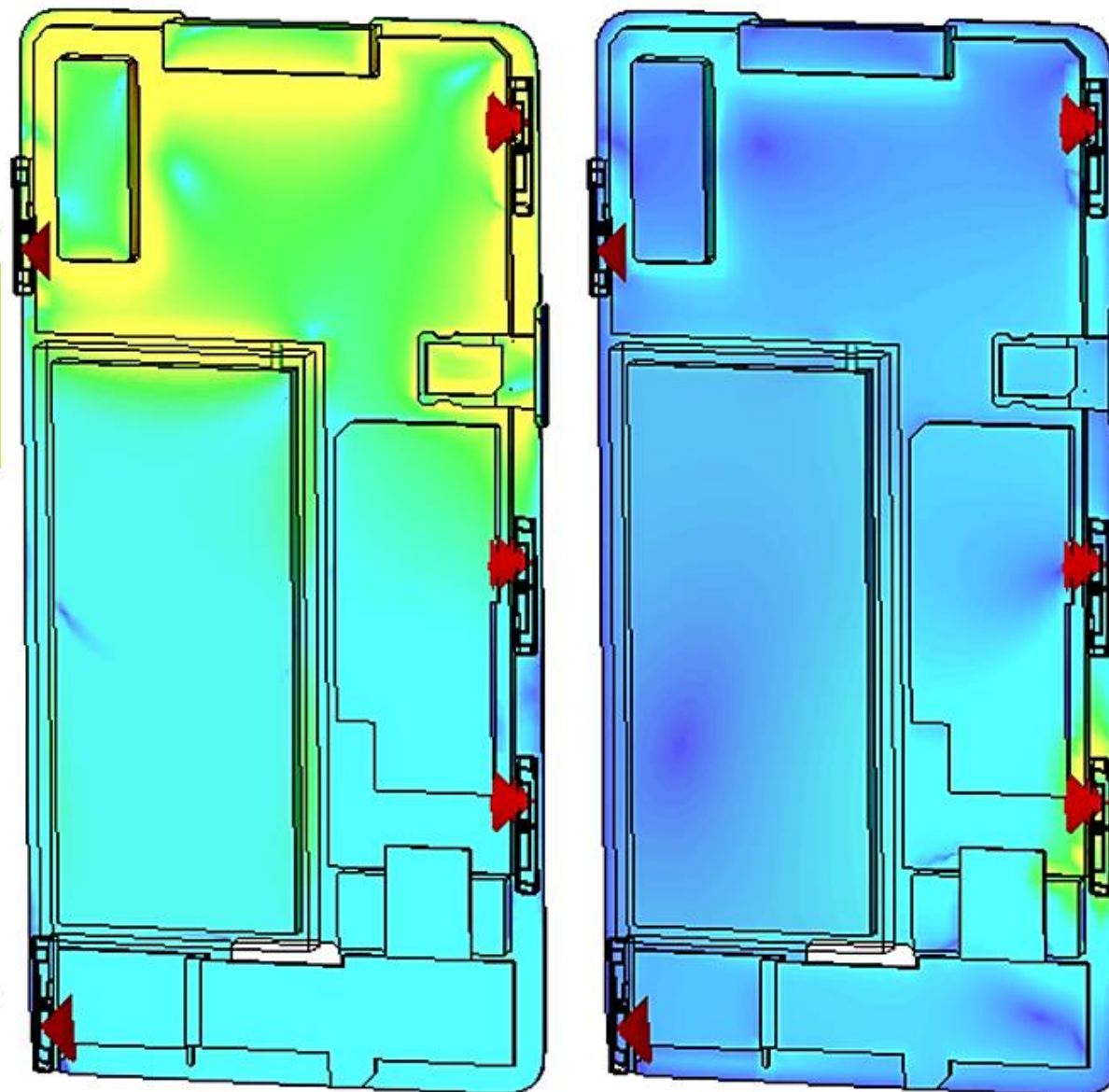


آنتن های کور شده توسط دست

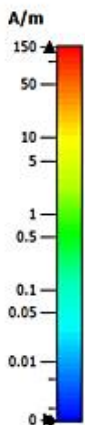
(c)

پدیده تشدید در برخی از آنتن های گوشی هوشمند 5G

coupling-to-phone-resonances 5G Antenna Design for Mobile Phones



This antenna
excites phone
resonance.



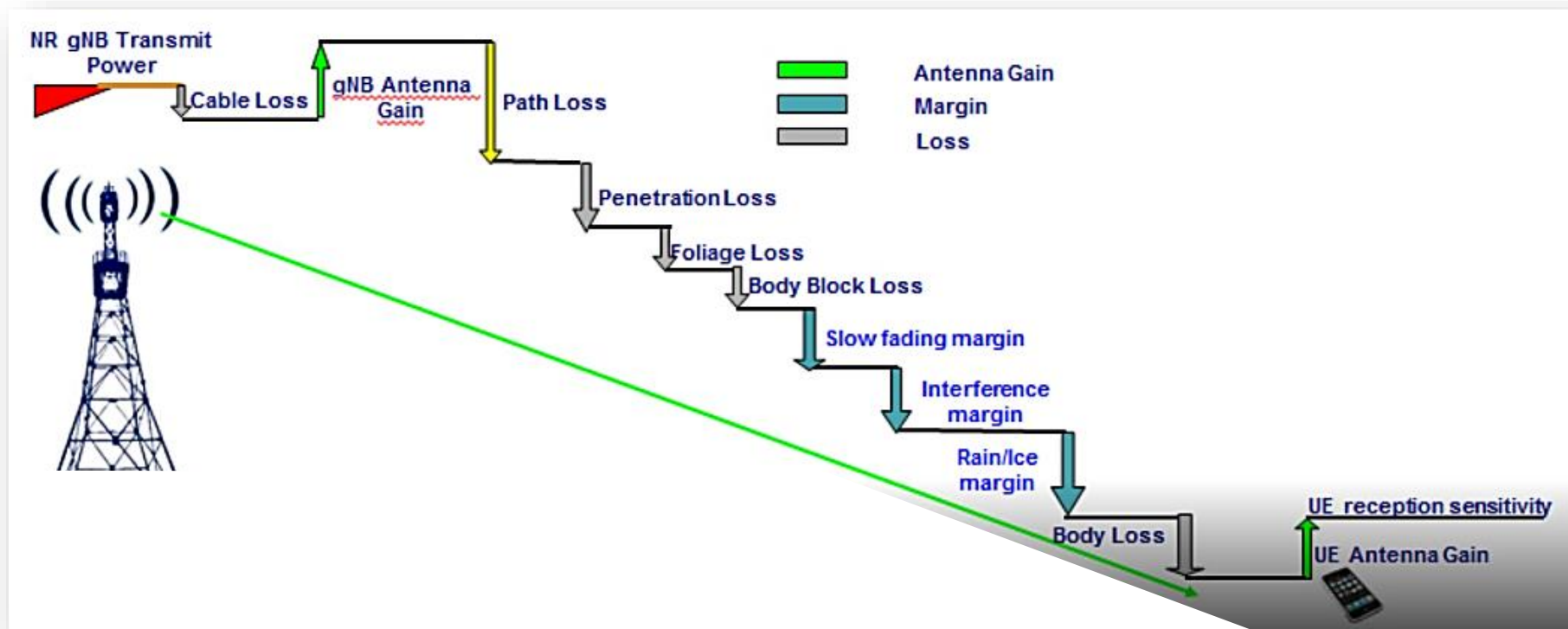
surface current (f=2.45) [1]

Component	Abs
Frequency	2.45 GHz

This antenna
does not
excite phone
resonance.

تخمین بودجه لینک در 5G (1)

5G World PRO.com November 20, 2022



- The 5G link budget is an accounting of the transmitted power, along with all the gains and losses. it is used to calculate the received signal level at the receiver handset (UE).
- A simple link budget equation looks like this:
 - $\text{Received Power} = \text{Transmitted Power} + \text{Gains} - \text{Losses}$



5G;
Study on channel model for frequencies from 0.5 to 100 GHz
(3GPP TR 38.901 version 16.1.0 Release 16)



تخمین بودجه لینک در 5G (۲)

5G World PRO.com November 20, 2022

- In DL link budget, we are calculating path loss based on what we call sensitivity of receiver. So, the received signal level is compared to the receiver sensitivity to check if the situation of channel status (pass or fail).
- The calculation is based on the **3GPP 38.901** standard and approximately Link budget of 5G NR can be calculated using the formula:

تخمین بودجه لینک در 5G (۳)

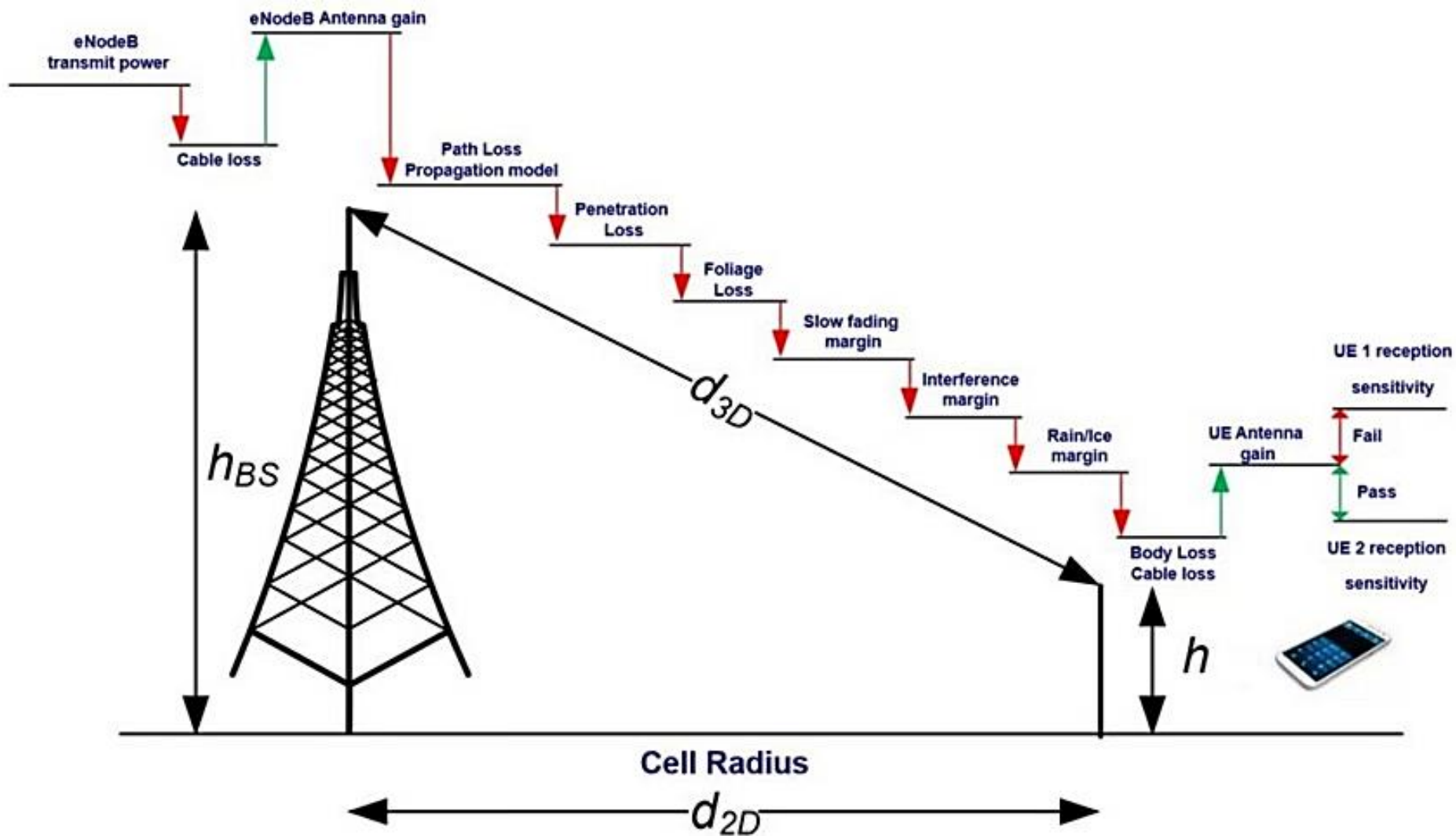
5G World PRO.com November 20, 2022

Path loss (dB) =

- +BTS transmit power (dBm)
- 10×log10 (number of sub-carriers)
- + base station antenna gain (dBi)
- base station feeder loss (dB)
- penetration loss (dB)
- vegetation loss (dB)
- human block loss (dB)
- interference margin (dB)
- rain/ice margin (dB) dB)
- Slow fading margin (dB)
- Body loss (dB)
- +UE Antenna gain (dB)
- Thermal noise power (dBm)
- UE Noise coefficient (dB)
- Demodulation threshold SINR (dB)

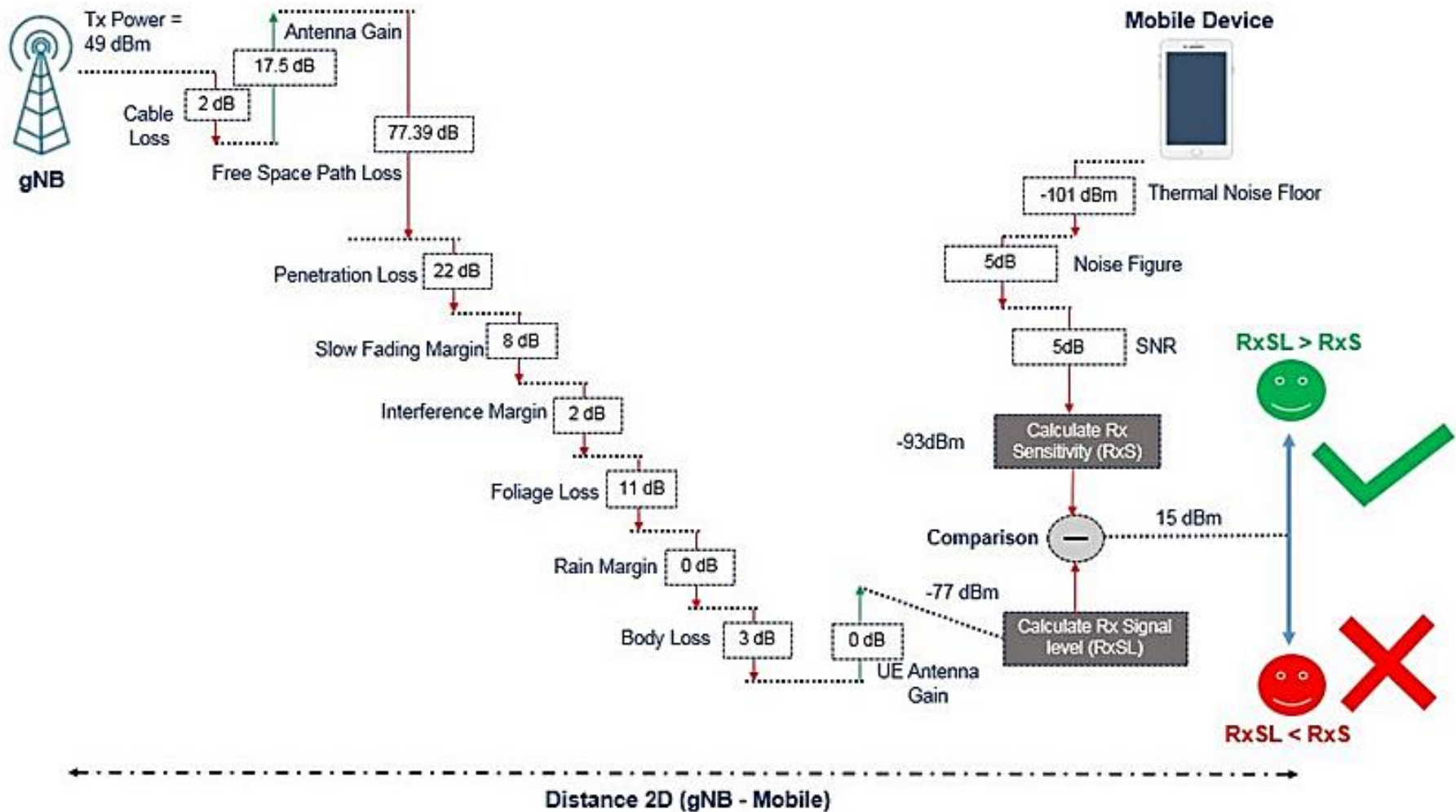
تخمین بودجه لینک در 5G (۴)

<https://5g-tools.com/4g-lte-link-budget-calculator/>
4G LTE Link budget calculator



تخمین بودجه لینک در 5G (۵)

<https://www.techplayon.com/5g-network-rf-planning-link-budget-basics/>



تخمین بودجه لینک در 5G (۶)

<https://www.techplayon.com/5g-network-rf-planning-link-budget-basics/>

- ❑ The link budget is the calculation of total gain and loss in the system to conclude the received signal level (RxSL) at the receiver (UE). The received signal level is then compared to the receiver sensitivity (RxS) to check if the channel status is pass or fail.
- ❑ The channel status is “Pass” if the received signal level (RxSL) is better than the reception sensitivity (RxS), else it is “Fail”. Below is figure shows some example values to illustrate the different inputs parameters used for the link budget calculation.
- ❑ The following formula is used to calculate the 5G link budget received signal level (RxSL) :
- ❑ **Received Signal Level at receiver (dBm) =** gNodeB transmit power (dBm) – $10 \cdot \log_{10}$ (subcarrier quantity) + gNodeB antenna gain (dBi) – gNodeB cable loss (dB) – **Path loss (dB)** – penetration loss (dB) – foliage loss (dB) – body block loss (dB) – interference margin (dB) – rain/ice margin (dB) – slow fading margin (dB) – body block loss (dB) + UE antenna gain (dB)(1)
- ❑ In the above figure example the RxSL calculated value is 77 dBm and the reception sensitivity (RxS) is -93 and the link status is “Pass”. Usually the limiting link is the uplink and it is recommended to calculate downlink and uplink link budget separately and then consider the worst link.

تخمین یک زنجیره اولیه برای چالشهای اجتماعی 5G:
ترس - مخالفت - ممانعت - تخریب



نگرانی از کودکان
ضرر به سلامتی

چالشهای ترس - مخالفت - ممانعت - تخریب 5G (۱)

Local group protests 5G cell tower in Eugene



چالشهای ترس - مخالفت - ممانعت - تخریب 5G (۲)

Global 5G Protest Day - いのち環境ネットワーク



چالشهای ترس - مخالفت - ممانعت - تخریب 5G (۳)

Protesters voice opposition to 5G telecommunication devices - Los Angeles Times



چالشهای ترس - مخالفت - ممانعت - تخریب (۴) 5G fears - Media Watch



چالشهای ترس - مخالفت - ممانعت - تخریب (۵) 5G complaint squashed





چالشهای ترس - مخالفت - ممانعت - تخریب 5G (۶)

اعتقاد به فتنه 5G
و واکسن کرونا



چالشهای ترس - مخالفت - ممانعت - تخریب 5G (۷)

South Africa

احساس بازیچه
قرار گرفتن مردم

چالشهای ترس - مخالفت - ممانعت - تخریب 5G (۱-۱)

Switzerland halts rollout of 5G over health concerns



چالشهای ترس - مخالفت - ممانعت - تخریب 5G (۱-۲)

Switzerland halts rollout of 5G over health concerns



چالش‌های ترس - مخالفت - معانیت - تخریب 5G (۱)



چالش های ترس - مخالفت - ممانعت - تخریب 5G (۱-۱۰)



تحریف واقعیت : درخواست برای نصب دکل 5G (۲-۱۰)



چالشهای ترس - مخالفت - ممانعت - تخریب 5G (۱۱)

Parents at a **Lakeside school** are fighting to get a new cell tower that just went up, taken down. A new **AT&T cell tower** was just recently installed across the street from **Lakeview Elementary**. **AT&T** says its currently a **4G tower**, with **no timeline of turning it into a 5G tower**. But parents say they don't want any cell tower so close to their child's school, especially not one with **5G capabilities**.



نگرانی از کودکان
ضرر به سلامتی کودکان

Dangers of Cell Phones

Despite fierce industry resistance, evidence continues to mount about the dangers of cell phones. Following are some of the major areas of health concerns.

Salivary Gland, Brain and Eye Cancer

Research studies report that adults who have used mobile phones for at least 10 years experience an increase in brain cancer, salivary gland cancer, and even rare eye cancers on the side of the head where the cell phone was predominantly held.

Breast Cancer

A recent study has revealed a strong connection between cell phones placed in the bra and the development of breast cancer in young women. Dr. John West and others have pointed out that men too are getting breast cancer by carrying mobile phones in their shirt pockets.

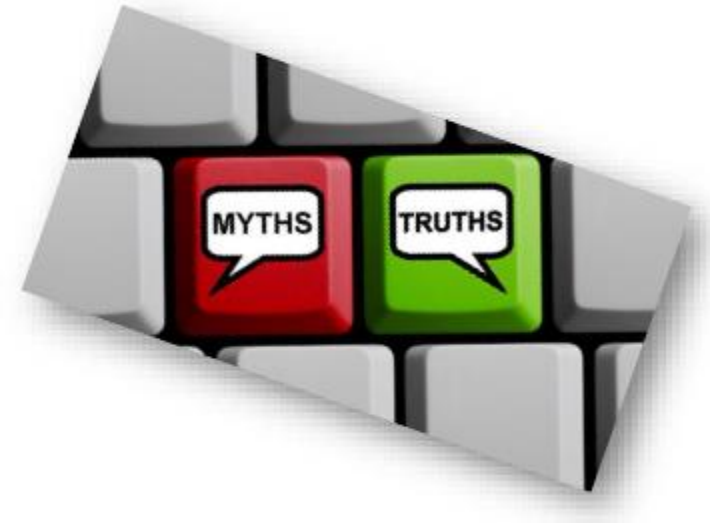
Infertility/Decreased Sperm Counts

A recent study has shown that when cell phones are in talk mode and located in close proximity to the testes (the male reproductive organs in which sperm is made), sperm cells were damaged. Damaged sperm can lead to birth defects and higher incidences of various disabilities.

Other Health Risks

A cell phone is a two-way microwave-radiating device whose long-term use has been associated with glioma, acoustic neuroma, meningioma, salivary gland tumors, eye cancer, testicular cancer and leukemia, along with a wide range of other biological effects.

انتشار شایعات بعنوان حقایق
منجر به ایجاد فاز جدید چالش
ها می شود: تخریب



حقائق - شایعات (۱)

MYTH	REALITY
 Walt Disney first drew Mickey Mouse.	 He was drawn by the company's chief animator, Ub Iwerks.

MYTH	REALITY
 Cleopatra was from Egypt.	 Cleopatra had Greek ancestry.

MYTH	REALITY
 Ferdinand Magellan was the first person to circumnavigate the Earth.	 He died having traveled only half the distance.

MYTH	REALITY
 Napoleon was very short.	 The French Emperor was around 1.7 meters tall.

MYTH	REALITY
 Vincent van Gogh cut off his own ear.	 He only cut off the tip of his earlobe.

MYTH	REALITY
 Thomas Edison invented the electric lightbulb.	 Edison only invented a method to keep bulbs constantly turned on.

حقایق - شایعات (۱)

On 24 July 1874, a Canadian patent was filed by **Henry Woodward** and **Mathew Evans** for a lamp consisting of carbon rods mounted in a nitrogen-filled glass cylinder. They were unsuccessful at commercializing their lamp, and **sold rights to their patent (U.S. Patent 0,181,613) to Thomas Edison in 1879.**

On 13 December 1904, **Hungarian Sándor Just** (right) and **Croatian Franjo Hanaman** (left) were granted a Hungarian patent (No. 34541) for a **tungsten filament lamp** that lasted longer and gave brighter light than the carbon filament. Tungsten filament lamps were first marketed by the Hungarian company **Tungsram** in 1904. This type is often called Tungsram-bulbs in many European countries.



اعتقاد به فتنه 5G
و واکسن کرونا

چالشهای ترس - مخالفت - ممانعت - تخریب 5G (۱۲)

Misinformation and mobile networks

How 5G conspiracy theories used covid-19 to go viral

Paranoid Britons are burning down mobile towers (April 8, 2020)

تخطئه، دادن اطلاعات غلط طراحی شده
• دسیسه، توطئه، فتنه، Cabal
• بریتانیایی های دچار پارانوآ و کژپنداری، کج خیالی، بدگمانی، همه دشمن
• پندار (paranoiac هم می گویند)، وابسته به پارانوآ، کژپندارانه، همه دشمن پندارانه (paranoidal هم می گویند).

FOR AS LONG as there have been mobile networks, there have been health concerns about the radiation they emit. At first, people worried they would cause cancer. The fifth generation of networks, or 5G, aroused fears of headaches, rashes and severe skin burns.

Lack of evidence has not put paid to these suspicions. Last year councils in Frome, Glastonbury and Totnes banned the rollout of the technology, backbenchers in Parliament debated the matter, and EE, a mobile network, had so many concerned calls that it dedicated a team to dealing with them.

اعتقاد به فتنه 5G
و واکسن کرونا

چالشهای ترس - مخالفت - ممانعت - تخریب 5G (۱۳)

People Are Burning 5G Towers Due to COVID-19 Conspiracy Theories



Martin McCaffrey

It is time to act now. Any 5g tower in your area burn it down! Collect people and stand and fight this. Act now before it's too late!

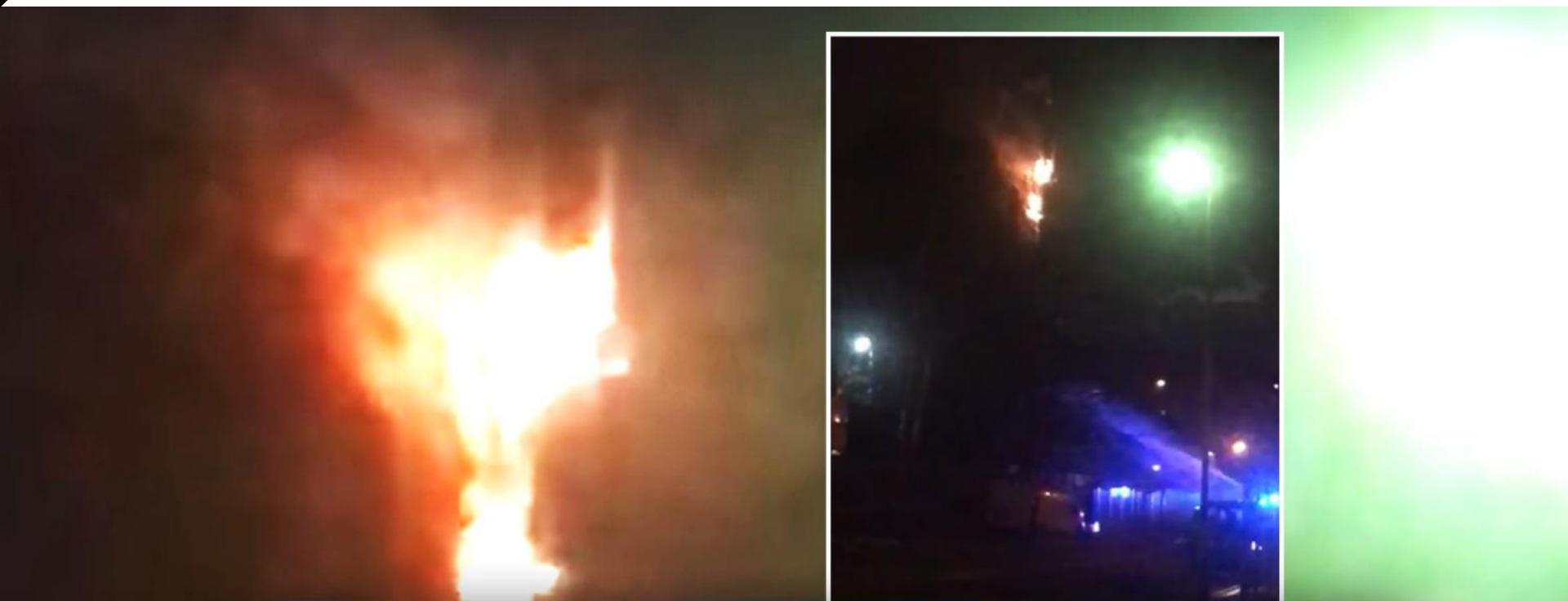
Like · 12 h



4

چالشهای ترس - مخالفت - ممانعت - تخریب 5G (۱۴)

**People Are Burning 5G Towers Due to COVID-19 Conspiracy Theories
UK, Vodafone, Birmingham**



Good!! ALL these need to get burnt down!! Coronavirus is just a cover up.. its 5G killing everyone. Its too powerful. These all need to go. Good knows whats going to happen when they push the button!!

چالشهای ترس - مخالفت - ممانعت - تخریب 5G (۱۵)

Cell tower workers — the brave souls who climb hundreds of feet into the air to make sure your cellphone works — have a terrifying enough job, but police said an Alexander County woman made it even scarier by shooting at them this weekend.

Susan Moose has been charged with assault with a deadly weapon after court documents state she fired a .22 revolver at a cellphone tower worker. NC (WSOC) Nov 26, 2019



اعتقاد به فتنه 5G
و واکسن کرونا



چالشهای ترس - مخالفت - ممانعت - تخریب 5G (۱-۱۶)

The Dangerous Coronavirus Conspiracy Theories Targeting 5G Technology - The New Yorker



چالشهای ترس - مخالفت - ممانعت - تخریب 5G (۱۶-۳)

Damaged cabling and telecommunications equipment is pictured following a fire at a phone mast, attached to the chimney at the converted Fearnley Mill residential apartment block complex in Huddersfield, northern England, on April 17, 2020



مورد استثناء: تأثير مثبت سايت 5G (٢)

Six-year-old *Melissa Singlevitch* plays soccer once a week in *South Jersey* where there is a cell tower in a *cranberry bog* a mile away. Her IQ has steadily increased to 274 and she has invented a new DNA sequencing technique using H^+ ion fluxes in an Etch A Sketch instead of aluminum powder.



چالشهای ترس - مخالفت - ممانعت - تخریب 5G (۱۷)

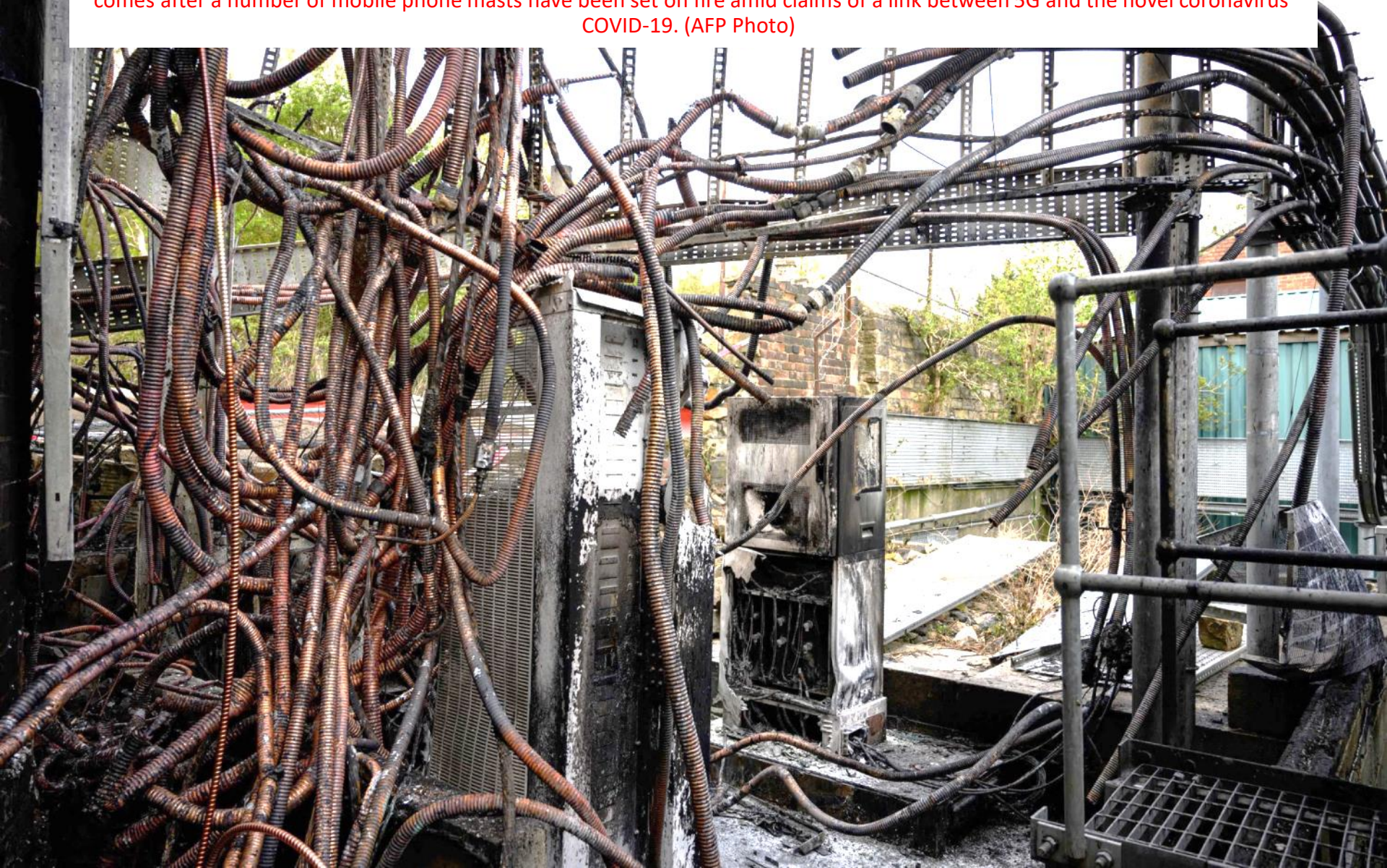
*In this Tuesday, April 14, 2020 photo,
a view of a cell tower after a fire in Dagenham,
England.
(Stefan Rousseau/PA via AP)AP*



چالشهای ترس - مخالفت - ممانعت - تخریب 5G (۱۱)

107

Damaged cabling and telecommunications equipment is pictured following a fire at a phone mast, attached to the chimney at the converted Fearnleys Mill residential apartment block complex in **Huddersfield, northern England, on April 17, 2020**. It is not yet known what caused the mast, which is attached to a chimney at the Fearnleys Mill development, to go up in flames. But the fire comes after a number of mobile phone masts have been set on fire amid claims of a link between 5G and the novel coronavirus COVID-19. (AFP Photo)



چالشهای ترس - مخالفت - ممانعت - تخریب 5G (۱۹)

LONDON (AP) — The CCTV footage from a Dutch business park shows a man in a black cap pouring the contents of a white container at the base of a cellular radio tower. Flames burst out where conspiracy theories linking new 5G mobile networks and the coronavirus pandemic are fueling arson attacks on cell towers.



اعتقاد به ارتباط
بین 5G و ویروس کرونا

چالشهای ترس - مخالفت - ممانعت - تخریب 5G (۱-۲۰)

DEWEY BEACH, Del.- 5G cellphone service is starting to arrive on Delmarva, but not everybody is happy about the progress. Dewey Beach is known for its scenery, but large 5G cellular poles are getting in the way of that classic view. The wooden poles are taller than a two-story house, and have big metal boxes on top.

Rick Judge and his wife built their home in Dewey 2 years ago. One of these poles is set to go up just steps from his front door.

He said, "When one goes and sees them, they're atrocities. They are bigger than a telephone pole, they are higher than a telephone pole, they have big metal boxes exposed, open conduit, they're very much an eyesore."

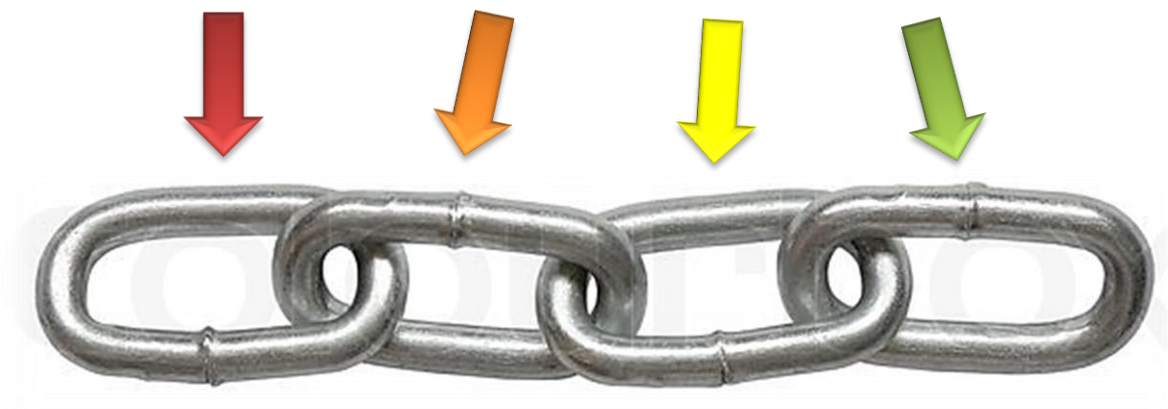
ناراحتی از وجود تفاوت سایندهای جدید
با دکل های قدیمی و در نتیجه
بروز اختلال در
آرامش بصری



چالشهای ترس - مخالفت - ممانعت - تخریب 5G (۲۰-۲)

- ❑ دکل ها برای تأمین خدمت 5G به مشتریان دارای گوشی های هوشمند مورد استفاده قرار خواهند گرفت.
- ❑ قوانین ایالتی بالابردن دکل ها را مجاز می داند. ولی این خوشایند بسیاری از مردم نیست.
- ❑ همسایگان این دکل ها مانند آقای Lynn Juliano ، خواستار شنیده شدن صدایشان هستند:
- ❑ ما احساس می کنیم بایستی صدایی داشته باشیم، بنابراین، من به کمیسیونرها (متصدیان نصب و راه اندازی، قانونگذاران) نامه نوشته ام، به شهردار نامه نوشته ام، به مدیران شهری نامه نوشته ام و و این پاسخ را دریافت کرده ام که رگولاتوری FCC ، می دانید، آنها مسئول هستند و آنها این امر را اجباری کرده اند.
- ❑ و این حقیقت دارد که رگولاتوری این دکل ها را اجباری کرده است، لیکن آنها محل های خاص و مشخصی را اجباری نکرده اند، لذا ما بایستی یک صدا داشته باشیم ، بر این اساس که کجا آن دکل ها را قرار دهیم.
- ❑ من امیدوارم که، اینک که کمیسیونرها مواظب وضعیت هستند، آنها تلاشی در این باره انجام دهند.
- ❑ اداره Delaware مربوط به حمل و نقل شهری، مسئول نوشتن قوانین ایالتی و خطوط راهنمایی است که بتوانند ادعاهایی مطرح کنند که به آنها اجازه می دهد این دکل ها را اطراف شهر (Beach Town) قرار دهند.
- ❑ لیکن ساکنین و مسئولین اداره شهر امیدوارند که مخالفت های آنان باعث ایجاد یک تفاوت هایی بشود.

چالشهای ترس - مخالفت - ممانعت - تخریب 5G (۲۱)



نتیجه گیری:

خوشبختانه، در کشور ما هنوز به حلقه آخر زنجیره نرسیده ایم
کلیه تلاشهای فرهنگی مان را متمرکز کنیم تا نرسیم!

راهکارهای حل و فصل حلقه های زنجیره چالشی: ترس

دلایل ترس شما، صحت ندارد، به واقعیت ها بیندیشید تا نترسید!



راهکارهای حل و فصل حلقه های زنجیره چالشی: مخالفت

مخالف چیزی هستید که منافع آن از مضرات آن بسیار بیشتر است!



راهکارهای حل و فصل حلقه های زنجیره چالشی: ممانعت

ممانعت شما، تضییع حق دیگران است!

بوسیله یک سایت در یک ساعت به ۳۰۰۰ نفر سرویس ارتباطات موبایل ارائه می شود.



راهکارهای حل و فصل حلقه های زنجیره چالشی: تخریب

شما سرمایه خود و دیگران را نابود می کنید، و قطعاً زنده نیست!



تکمیل زنجیره اولیه و استحصال ثانویه چالشهای اجتماعی 5G

- ☐ دریافت رسانه ای کنترل نشده و افسار گسیخته
- ☐ منطق ناپخته و دانش کم و ناکافی
- ☐ زودبآوری و حساسیت زیاد، بدون مطالبه دلایل علمی
- ☐ اعتماد به شایعات بجای حقایق
- ☐ نگرانی غیرمنطقی و بدون پشتوانه علمی
- ☐ ترس از وجود سایت ها
 - ارتباط سایت ها با ضرر به سلامتی خود و کودکان
 - ارتباط سایت ها با کاهش قیمت دارایی ها
 - ارتباط سایت ها با برخورداری مالی بیشتر برای دیگران و عدم برخورداری برای خود
- ☐ وحشت از مواجهه و مشاهده سایت ها
- ☐ عدم اعتماد به قوانین، دستورالعمل ها، استانداردها، مراجع قانونی
- ☐ الحاق به گروه های ناشناخته، چرب زبان، ظاهراً خیرخواه، خطرناک
- ☐ آغاز مخالفت فردی یا گروهی با وجود سایت های موجود
- ☐ ممانعت فردی یا گروهی از ایجاد سایت های جدید
- ☐ اصرار در ممانعت، بروز علائم خشونت در کارکردهای گوناگون ممانعت
- ☐ حمله به دست اندرکاران ایجاد سایت های جدید
- ☐ انجام اعمال بزهکارانه در خصوص سایت ها
 - جلوگیری از کارکرد سایت ها، مانند قطع برق و ...
 - انجام اعمال خرابکارانه مانند پرت کردن سنگ و آجر و ضربات چوب و ...
 - انجام اعمال انهدام و نابودی سایت ها، همچون ایجاد حریق، انفجار،



**ارائه، در محور حفاظت در برابر اشعه
در کاربرد پرتوهای غیر یونساز :**

ملاحظات ایمنی تشعشعی آنتن های فعال AAU و چالشهای اجتماعی توسعه 5G



ارائه دهنده :

دکتر سید حسن سید موسوی

**مسئول پروانه ارائه خدمات با دستگاه های مولد پرتوهای مایکروویو و رادیویی، همراه اول
متخصص مخابرات و سازگاری الکترومغناطیس، و شاور امور حقوقی و رگولاتوری**

اداره کل حقوقی و رگولاتوری - شرکت ارتباطات سیار ایران

**هفتمین کنفرانس سنجش و ایمنی پرتوهای یونساز و غیر یونساز
تهران - دانشگاه شهید بهشتی تهران، سه شنبه ۱۸ دی ماه ۱۴۰۳**