



Prof. Dr. Werner Bergholz: Fundamentos físicos del 5G (MWGFD, 2 Mayo 2026)



¿Cuál es la diferencia entre la tecnología de radio «normal» y la telefonía móvil? ¿Por qué la industria y muchos usuarios están tan interesados en implantar la tecnología 5G? ¿Qué hay de la profundidad de penetración de la 5G en la piel y sus efectos en ella? El profesor Bergholz explica de forma sencilla y clara los conceptos básicos fundamentales.

[Avance:]

Ahora sí que se pone interesante.

Cuanto mayor es la frecuencia, mayor es la energía transmitida.

Quizá algunos de vosotros sepáis que una señal de radio es una onda, pero al mismo tiempo también es como una pequeña bala de cañón.

Y cuanto mayor es la frecuencia, mayor es la energía que contiene ese objeto.

[Texto:]

[Ronny Weikl:] Bien, pues ahora me gustaría presentar por fin al primer ponente.

Es muy conocido, no solo en nuestro círculo, sino también mucho más allá, pues mi colega en la junta directiva de la MWGFD, el físico y profesor Werner Bergholz —una persona sumamente simpática y muy querida por todos—, es también miembro experto en diversas comisiones de investigación, como las creadas para analizar la gestión de la pandemia del coronavirus en los estados federados de Brandeburgo y Turingia, por ejemplo.

Es antiguo profesor de Ingeniería Eléctrica en la Universidad Jacobs de Bremen y también trabajó durante 17 años en Siemens, en Múnich y Ratisbona, como experto en gestión de la calidad y de riesgos.

Estamos deseando saber, querido Werner, qué nos vas a contar en tu ponencia introductoria sobre el tema de hoy, titulada «Tecnología de telefonía móvil: fundamentos físicos y ventajas técnicas del 5G», y con esto te cedo la palabra.

[Werner Bergholz:] Muchas gracias, querido Ronny, por tus amables palabras.

Ya lo he escrito: «Fundamentos físicos y ventajas técnicas». Pero... punto, punto, punto...

De momento voy a hablar de los conceptos básicos y, tal y como he escrito en el dossier de prensa, empezaré por Adán y Eva.

Y ahora os voy a enseñar un vídeo breve en el que se lanza una piedra al agua y se ve cómo se propaga la onda.

Así es exactamente como hay que imaginarse las ondas de radio, y enseguida diré algo al respecto.

A ver si funciona.

A ver, recapitulando:

¿Qué es una onda de radio? Para que te hagas una idea.

¿Cuál es la diferencia entre la radiodifusión —que ya existe desde hace más de 100 años— y la telefonía móvil? ¿Por qué se utilizan frecuencias tan altas?

Y lo más importante: ¿por qué estas propiedades de las altas frecuencias no son necesariamente inofensivas?

Y los siguientes ponentes nos darán más detalles al respecto.

Bueno, la piedra va a caer ahora mismo. [vídeo corto]

Bueno, pues hemos visto dos cosas. La ola se está extendiendo.

En ese caso, se trata de una onda prácticamente bidimensional. Ese es el movimiento de la materia.

Y lo que ahora se ve en la imagen fija es que también hay otras ondas.

Y eso se corresponde exactamente con la realidad, lo que, en cierta medida, también contribuye a su peligrosidad.

Si tengo el móvil en una sala así —y supongamos que no estamos precisamente en una conferencia—, entonces quizá habría unas 20 personas o más utilizando sus smartphones, lo que significaría que habría una interferencia de ondas.

Es parecido a lo que pasa en una fiesta.

En ese caso, todos tienen que aumentar su intensidad, y eso no es precisamente lo que conviene en este momento.

Vale, pues, hemos visto cómo se lanza una piedra al agua y cómo se mueve el agua.

Con las ondas de radio ocurre algo parecido.

La antena emite, aunque ahora no de forma bidimensional, sino esférica.

Y lo más importante de todo: no hay materia de por medio, así que también funciona en el vacío.

Y, normalmente, no se ve nada, no se oye nada.

Y el hecho de que exista algo así y de que se haya estudiado científicamente se lo debemos al físico Heinrich Hertz, quien, al cortar de repente una gran corriente eléctrica y montar después un receptor, se produjo una pequeña chispa, y por eso se llama «funken».

Hay otra diferencia enorme que resulta muy importante en la práctica: las ondas en el agua, como hemos visto, se propagaban a una velocidad de 20 cm/s.

Las ondas sonoras, que todos conocemos, a 300 m/s; todo el mundo las ha sentido alguna vez durante una tormenta.

Se ve el relámpago y, dependiendo de dónde haya caído, pasan entre uno y diez segundos —o incluso más— hasta que se oye el trueno, a 300 m/s.

Las ondas electromagnéticas son ligeramente más rápidas: no 300 m/s, sino 300 000 km/s.

Es decir, 300 000 000 m/s, un millón de veces más rápido.

Por supuesto, esto es muy importante para la aplicación práctica.

Pero para ponerlo en perspectiva: si alguien en la Luna enciende un láser, se tarda aproximadamente un segundo en verlo desde aquí.

Si eso ocurriera en el Sol, se tardaría ocho minutos.

Esto sirve para ilustrar lo grandes que son las distancias en el espacio.

Esta es ahora la única fórmula: la longitud de onda está relacionada con la velocidad de la luz c , 300 000 km/s dividida por la frecuencia.

Así es como se pueden imaginar, más o menos: las olas van pasando una tras otra.

Es decir, cuanto mayor es la frecuencia, más corta es la longitud de onda.

Bueno, el 5G actual utiliza longitudes de onda en este rango [señala con las manos una distancia de entre 5 y 20 cm], y antes se utilizaba la onda media, que tenía longitudes de onda de 1.000 metros o 1.600 metros.

Las llamadas «ondas cortas» eran, por ejemplo, de 49 metros, por lo que aún se estaba en el rango de los kilohercios (kHz).

Y no fue hasta la FM —por entonces se la denominaba «onda ultracorta», aunque hoy en día, por supuesto, también sería relativamente larga— cuando se pasó al rango de los megahercios (MHz), es decir, a 1 millón de oscilaciones por segundo.

Bueno, esto es todo por ahora en cuanto a algunas cuestiones básicas.

Así que recordemos: las ondas electromagnéticas no se oyen ni se ven.

Algunos la sienten, la mayoría no, yo tampoco.

Y se propagan a una velocidad increíble, y la longitud de onda o la frecuencia no es un factor del todo irrelevante.

Bueno, ya llevamos «una eternidad» con la radio. Había una emisora central —«una eternidad y tres días» equivalen aproximadamente a 100 años—, muchos receptores, pero solo una emisora, como ya se ha dicho, y el flujo de información solo iba en una dirección. Y precisamente en la onda media, el ancho de banda era reducido, ya que, en esencia, se transmitían programas de voz o música con una calidad modesta.

Y esto nos lleva ahora a una cuestión:

Si quiero transmitir información —ya sea voz, música o vídeo—, no basta con una sola frecuencia, sino que se necesita un cierto ancho de banda.

Así que tengo que pagarlo.

En telefonía móvil no hablamos de kilohercios, al principio se hablaba de megahercios y ahora de gigahercios: ese es el rango que llega hasta los 6 u 8 GHz en el 5G.

Enseguida explicaré por qué las frecuencias altas son tan importantes.

Bueno, ahora hablemos de la telefonía móvil, está claro que tenemos un transmisor, la estación base, que suele estar a un kilómetro o a unos pocos kilómetros de distancia —en el caso del 5G, pueden ser tan solo 100 metros—, muchos teléfonos que actúan como receptores y muchos teléfonos que actúan simultáneamente como transmisores; eso ya lo había mencionado brevemente.

Se forma un bonito remolino cuando todos hacen algo al mismo tiempo.

Y siempre necesito un mayor ancho de banda y una mayor velocidad de transmisión de datos.

Por cierto, se puede entender más o menos igual que en el presupuesto federal:

Eso fue allá por 1950, cuando nací, en el rango de los 100 millones, cientos de millones.

Así que se pudo financiar proyectos de entre 2 y 3 millones.

Ahora estamos hablando de miles de millones, y para eso, claro, necesito un presupuesto federal de unos 500 mil millones o así.

Aquí ocurre algo parecido: si quiero transmitir grandes volúmenes de datos, necesito mucho más ancho de banda.

Un ejemplo típico: en la televisión analógica original, el ancho de banda era de unos 5 MHz.

En formato digital, solo queda aproximadamente 1 MHz y un poco más.

En el caso de los GHz, depende del ancho de banda que utilice y de la cantidad de datos que quiera transmitir en ese momento, y eso se gestiona de forma dinámica.

Volviendo al tema del ancho de banda, que en realidad ya acabo de mencionar: la

radiodifusión analógica es propensa a las interferencias, mientras que la televisión y la radiodifusión digitales son resistentes a las interferencias.

Pero solo lo he mencionado de pasada: la televisión digital tiene pequeños errores sistemáticos.

Si hay aficionados al fútbol entre nosotros, fijáos en esto: cuando un jugador es bajito, quizá lleve algo rojo y corra por el césped verde, siempre tiene una pequeña línea a su alrededor, si os fijáis bien.

Es un error, pero no llama mucho la atención.

Desde el punto de vista matemático, se trata del llamado «fenómeno de Gibbs»; no diré nada más al respecto.

Bueno, en cuanto a la transmisión, ya he explicado por qué se utilizan frecuencias tan altas. Cada transmisión requiere un determinado ancho de banda, una banda de frecuencias. Eso no debe solaparse con lo demás.

Y si tengo muchos canales, necesitaré mucho más ancho de banda; y si quiero transmitir muchos datos, aún más.

Bueno, el vídeo, como ya había dicho, en MHz, muchos datos, de 10 a 100 MHz.

Probablemente se pueda hacer aún más, dependiendo de cada caso.

Con 6G, sin duda; aunque siempre depende de las necesidades que se tengan en cada momento.

Vale, ya lo había insinuado brevemente verbalmente, a propósito, porque cuando solo cuento algo, la gente presta más atención que cuando lo ve al mismo tiempo.

Es decir: 100 MHz equivale más o menos a que necesito un presupuesto de miles de millones de euros o un presupuesto de frecuencias de gigahercios.

Y en el gráfico, ahí a la derecha, se ven los anchos de banda que necesitaba, por ejemplo, el UMTS —que era la 3G—; luego, el LTE ya necesitaba bastante más y ahora la 5G necesita aún mucho más.

Y, como ya he dicho, depende de cada caso; se gestiona con flexibilidad, pero más o menos así es como te lo puedes imaginar.

Bueno, ahora ya tenemos, por así decirlo, los fundamentos, y lo que viene a continuación son, digamos, los aspectos críticos.

Bueno, estos eran los conceptos básicos, por ahora. Aquí se muestran de nuevo los espectros.

Como se puede ver, el 5G requiere mucho más que el 4G o el LTE. Por cierto, LTE son las siglas de «Long Term Evolution».

Es algo bastante insustancial, y además tiene varias fases.

Ahora es cuando la cuestión se vuelve interesante desde el punto de vista biológico o en cuanto a posibles daños.

Hay un criterio: cuanto mayor es la frecuencia, mayor es la energía transmitida.

Quizá algunos de vosotros sepáis que una señal de radio es una onda, pero al mismo tiempo también es como una pequeña bala de cañón o un fotón; en el caso de la luz, también se le llama fotón.

Y cuanto mayor es la frecuencia, mayor es la energía que contiene ese objeto.

Y si esa onda de 5G es absorbida por mi piel o por mis ojos, tiene una profundidad de penetración determinada y se absorbe por completo.

Y si ahora hablo, digamos, de 100 MHz en comparación con 8 GHz, eso supone 80 veces más energía por paquete de energía que me afecta.

Es a la vez una onda y una especie de paquete, dependiendo de cómo se mire.
Y eso es lo peor de todo.

He oído en una conferencia o una presentación: «Sí, está muy bien», ¿o qué vemos? Aquí vemos que, cuanto mayor es la frecuencia, menor es la profundidad de penetración. Esta es la profundidad de penetración, esta es la frecuencia [señala la diapositiva]; ambas son representaciones logarítmicas.

De lo contrario, no se vería nada si fuera lineal, y solo hay que recordar que cuanto mayor es la frecuencia, menor es la profundidad de penetración.

Se dijo lo siguiente: «Eso está bien, así no se mete tanto».

Entre otras cosas, también tengo formación en protección radiológica, ya que he trabajado durante muchos años con sustancias radiactivas.

Allí aprendí que, cuanto menor es la profundidad de penetración, peor es. ¿Por qué?

La densidad energética, independientemente de si se trata de radiación ionizante radiactiva o de radiación no ionizante.

Cuanto menor sea la profundidad de penetración, mayor será la cantidad de energía depositada en un volumen determinado.

Y eso me parece lógico: cuanto más energía llega a un volumen determinado, mayor es la probabilidad de que pueda causar problemas y provocar daños.

En realidad, se ha dicho con bastante ingenuidad que, sí, está claro que la radiación ionizante es perjudicial, pero lo cierto es —y los siguientes ponentes seguramente lo explicarán con más detalle— que también hay problemas con esta radiación no ionizante.

Bueno, esta es quizás la diapositiva más importante de todas.

Una profundidad de penetración baja no es buena, sino mala.

Bien, a la izquierda vemos una representación esquemática típica de la tecnología 5G.

No en toda la red 5G —es decir, en las zonas rurales no es así—, pero en las zonas densamente urbanizadas funcionará de tal manera que no se utilizará una sola antena, sino una denominada «matriz de antenas» —por ejemplo, 8x8 emisores— para generar un haz mediante manipulación electrotécnica.

Pero un rayo... uno piensa en una linterna o en un láser, pero no es eso.

Mientras preparaba esta ponencia, yo también tuve que aprenderlo primero.

Yo también me lo había imaginado más o menos así.

Pero no, no es así, [señala la diapositiva] también se les llama «rayos de lápiz», sino más bien esto: se trata de lo que se conoce como «diagrama polar».

Esto muestra en qué dirección se dirige la intensidad cuando hay tantas y tantas antenas individuales que emiten de forma coordinada entre sí, y vemos en la dirección de 0 grados, que es el lóbulo principal; a estas partes también se las llama «lóbulos».

No está tan localizado ni tan dirigido, pero, por supuesto, para su aplicación es mucho mejor que si se tratara de una radiación omnidireccional, como hemos visto en el caso de las ondas esféricas.

Se dirige específicamente a quien lo necesita y, en cierta medida, a su entorno, mientras que el resto ya no se da tanto cuenta.

Eso ya es algo positivo, pero quien se encuentra expuesto a la radiación —y no solo él, sino quizá también alguien que por casualidad esté a su lado— también se ve afectado, por supuesto.

Pero, como ya he dicho, el mayor peligro es, en realidad, el propio dispositivo, al menos si se maneja así [señala hacia la oreja].

Si utilizas el manos libres y lo tienes en la mano, y lo sujetas así, es mucho mejor, así que

no puedo más que recomendarlo.

Vale, pues el 5G tiene 700 MHz, aquí pone «hasta 26 GHz», así que, por lo que yo sé, el 5G solo llega hasta los 8 GHz —como decía Radio Ereván: «¡Depende!»

Bueno, si tengo una zona rural, ahí utilizo las frecuencias bajas.

¿Por qué? Porque prácticamente no son absorbidas por el aire, así que no necesito una estación base para esta zona.

Si quiero trabajar con un haz dirigido, es decir, con las frecuencias más altas, probablemente necesitaría, a ojo, unas 100 estaciones base más pequeñas. Eso es mucho más caro.

Y luego está la zona intermedia y la zona más estrecha.

Y así es como hay que imaginárselo. Bueno, Vilsbiburg no es especialmente grande; creo que es más bien una ciudad de tamaño medio.

Y si estamos en una ciudad grande, allí se llamará 5G —es muy probable, ya sea hoy mismo o en algún momento próximo—; claro que la implantación del 5G lleva cierto tiempo hasta que todo esté técnicamente listo.

Además, cuesta un poco de dinero.

Bien, pues esto es, por así decirlo, solo he expuesto los aspectos técnicos y he insinuado un poco dónde podrían surgir problemas.

En términos generales, echo en falta el llamado «principio de precaución».

En la UE, hasta ahora solía ser habitual que una nueva tecnología no se introdujera hasta que, tras un análisis y una evaluación de riesgos adecuados, se hubiera comprobado que, en realidad, era segura.

En EE. UU. ocurre más o menos al revés.

Primero se actúa y luego se observa si pasa algo, y si pasa algo, se frena.

Nuestro querido presentador Ronny también ha mencionado hace un rato la vacuna contra el coronavirus; en ese caso, el principio de precaución no se ha aplicado ni de lejos.

Hasta nuestro antiguo canciller federal llegó a decir: «Todos somos conejillos de indias».

Pero estoy seguro de que no son muchos de los que están aquí sentados los que se han dejado convertir en conejillos de indias.

Y, por lo tanto, en lo que respecta a la telefonía móvil, opino que, en algún momento, no se ha respetado el principio de precaución.

Y he cumplido mis 20 minutos casi al pie de la letra.

En resumen: las ondas de radio no se ven, se propagan en el vacío, pero lo hacen a una velocidad enorme.

Y la telefonía móvil tiene, sin duda, aplicaciones útiles, como ya ha dicho Ronny.

Pero, bueno, como ya he dicho, en realidad se aplica el principio de precaución.

Cuanto mayor sea la frecuencia, mayor será el aporte de energía y, en zonas con una densa concentración de edificios, existe o habrá radiación dirigida.

Por un lado, está bien que la exposición general se reduzca un poco, pero, por otro lado, no es tan bueno, ya que quien se encuentre dentro del haz acabará estando un poco más expuesto.

Sí, eso es todo. Gracias.

Las radiaciones de los móviles y el wifi son perjudiciales para las personas, los animales y el medio ambiente. ¡Necesitamos zonas libres de radiaciones! asza.org

de hm

Fuentes:

MWGFD Pressesymposium 2. Mai 2026

<https://www.mwgfd.org/2026/03/pressesymposium-5g6g-immer-weiter-so/>

Esto también podría interesarle:

#tecnologia - tecnología - www.kla.tv/tecnologia

#Movil5G - Móvil5G - www.kla.tv/Movil5G

#MWGFD_es - #MWGFD_es - www.kla.tv/MWGFD_es

#WernerBergholz_es - www.kla.tv/WernerBergholz_es

Kla.TV – Las otras noticias ... libre – independiente – no censurada ...



- lo que los medios de comunicación no deberían omitir ...
- poco escuchado – del pueblo para el pueblo ...
- cada viernes emisiones a las 19:45 horas en www.kla.tv/es

¡Vale la pena seguir adelante!

Para obtener una suscripción gratuita con noticias mensuales por correo electrónico, suscribase a: www.kla.tv/abo-es

Aviso de seguridad:

Lamentablemente, las voces discrepantes siguen siendo censuradas y reprimidas. Mientras no informemos según los intereses e ideologías de la prensa del sistema, debemos esperar siempre que se busquen pretextos para bloquear o perjudicar a Kla.TV.

Por lo tanto, ¡conéctese hoy con independencia de Internet!
Haga clic aquí: www.kla.tv/vernetzung&lang=es

Licencia:  *Licencia Creative Commons con atribución*

¡Se desea la distribución y reprocesamiento con atribución! Sin embargo, el material no puede presentarse fuera de contexto. Con las instituciones financiadas con dinero público está prohibido el uso sin consulta. Las infracciones pueden ser perseguidas.