



Bluetooth

Data:

25 ottobre 2016

La tecnologia Bluetooth è uno standard di comunicazione via radio che consente la trasmissione di dati tra computer fissi e portatili, agende elettroniche palmari, smartphone, stampanti, scanner, video e fotocamere digitali, apparecchiature elettroniche domestiche e dispositivi personali.

I dispositivi Bluetooth sono suddivisi nelle tre classi di potenza di trasmissione 1, 2 e 3 (tabella 1) in base alla potenza e alla distanza di trasmissione.



Tabella 1: classi di potenza di trasmettitori Bluetooth.

Classe di potenza	Potenza di trasmissione di picco (mW)	Potenza di trasmissione massima (mW)	Potenza di trasmissione minima (mW)	Portata (m)	Valore limite TAS (W/kg)
1	100	76	1	100	0,5
2	2,5	1,9	0,25	40	0,03
3	1	0.8	-	10	0,01

Le radiazioni dei dispositivi Bluetooth delle classi di potenza 2 e 3 sono deboli e limitate al raggio locale. La maggior parte delle applicazioni Bluetooth utilizzate vicino al corpo rientra in queste classi di potenza. I trasmettitori Bluetooth della classe di potenza 1, la più forte, possono generare radiazioni simili a quelle degli smartphone/dei telefoni cellulari se sono utilizzati nelle immediate vicinanze del corpo.

Le radiazioni emesse dai dispositivi Bluetooth di tutte le classi di potenza sono comunque inferiori ai valori limite raccomandati a livello internazionale. Nonostante vi siano ancora incertezze in merito agli effetti sulla salute in caso di esposizione prolungata ai campi magnetici ad alta frequenza, non sono da attendersi conseguenze a breve termine.

Dispositivi vivavoce Bluetooth per minimizzare le radiazioni dei telefoni cellulari

Raccomandiamo dispositivi vivavoce Bluetooth delle classi di potenza 2 e 3 per ridurre l'esposizione alle radiazioni dei cellulari. Al posto dello smartphone/del telefono cellulare, vicino all'orecchio è collocato un trasmettitore Bluetooth che emette radiazioni molto più deboli. In questo modo, durante le conversazioni telefoniche l'esposizione della testa alle radiazioni può essere notevolmente ridotta.



Il Bluetooth (IEEE 802.15.1) è il primo standard introdotto per trasferimenti di voce e dati su brevi distanze (le cosiddette reti WPAN, Wireless Personal Area Network). Poiché sono molto piccoli ed economici e consumano poca corrente, i trasmettitori Bluetooth sono già in dotazione su moltissimi apparecchi. Il Bluetooth consente di trasmettere su brevi distanze dati tra computer, tablet, smartphone e le loro periferiche, nonché varie apparecchiature elettroniche domestiche.

Applicazioni tipiche sono:

- dispositivi vivavoce per telefoni cellulari o senza filo;
- telefoni senza filo per la telefonia via Internet (Voice over IP);
- collegamenti senza filo di impianti audio e video, lettori MP3, cuffie e auricolari;
- collegamenti senza filo tra computer, stampanti, mouse, fotocamere digitali ecc.;
- collegamenti con le antenne esterne dei telefoni cellulari nelle automobili;
- monitoraggio dei pazienti negli ospedali;
- collegamenti di sensori per il fitness e la salute agli smartphone

1 Dati tecnici

Il Bluetooth utilizza la banda di frequenza riservata per le applicazioni ISM (acronimo dell'inglese «industrial, scientific and medical»), disponibile e identica a livello globale (gamma di frequenza: 2,4-2,4835 GHz / lunghezza d'onda: circa 12,5 cm). I dispositivi dotati di Bluetooth possono così essere utilizzati in tutto il mondo. La tecnica del salto di frequenza, il cosiddetto «frequency hopping» (1600 cambi di frequenza al secondo), assicura una trasmissione di dati solida, sicura e priva di interferenze [1].

Le nuove varianti di Bluetooth introdotte negli ultimi anni hanno aumentato la velocità di trasmissione e la sicurezza e ridotto il consumo di corrente. Il Bluetooth versione 2.0 ha incrementato la velocità nonostante la larghezza di banda limitata, mentre il Bluetooth Highspeed versione 3.0 unisce lo standard Bluetooth alla tecnologia WLAN. Le applicazioni principali del Bluetooth versione 4.0 sono i cosiddetti «indossabili» (abiti con sensori incorporati) e «l'Internet delle cose» (p. es. trasmissione di comandi a impianti di illuminazione, riscaldamenti, sistemi di sicurezza, contatori intelligenti o elettrodomestici comunicanti). Il consumo di corrente di questa versione è talmente contenuto che i sensori per la salute e il fitness di piccole dimensioni e peso ridotto possono essere tenuti in funzione per moltissimo tempo. Con la versione 4.2 si crea un collegamento sicuro e variabile a Internet basato sullo standard IPv6, che consente un considerevole aumento del numero di dispositivi collegati. La versione 4.2 permette di comandare a distanza da qualsiasi parte del mondo gli apparecchi predisposti.

Potenza di trasmissione

Per varie applicazioni Bluetooth esistono tre classi di potenza differenti con portate variabili (tabella 1). In genere, la potenza di trasmissione effettiva è inferiore alla potenza massima: la trasmissione avviene infatti a un'intensità sufficiente a consentire all'altro dispositivo di ricevere il segnale. L'apparecchio ricevente può misurare la potenza di trasmissione e ordinare al trasmettitore di aumentarla o ridurla, se possibile. Questa regolazione della potenza permette di aumentare la durata della batteria e



ridurre le interferenze con altre reti Bluetooth.

Tabella 1: classi di potenza di trasmettitori Bluetooth

Classe di potenza	Potenza di trasmissione di picco (mW)	Potenza di trasmissione massima (mW)	Potenza di trasmissione minima (mW)	Portata (m)	Valore limite TAS (W/kg)
1	100	76	1	100	0,5
2	2,5	1,9	0,25	40	0,03
3	1	0,8	-	10	0,01

La potenza di trasmissione e di conseguenza l'esposizione alle radiazioni non sono quindi costanti. La regolazione della potenza è obbligatoria per la classe di potenza 1 e facoltativa per le classi 2 e 3.

Struttura di trasmissione

A seconda dell'applicazione esistono diversi profili di comunicazione per dispositivi Bluetooth. Ogni dispositivo supporta solo certi profili: due apparecchi possono comunicare e sono compatibili solo a traverso un profilo comune.

Quando dispositivi Bluetooth con lo stesso profilo di comunicazione entrano nei rispettivi raggi d'azione, comunicano automaticamente tra di loro dando vita a una cosiddetta «piconet». In questa rete possono essere collegati attivamente tra loro fino a otto dispositivi. Uno di questi assume la guida e organizza la radiocomunicazione nella rete. Questo dispositivo è detto «master», quelli subordinati sono chiamati «slave».

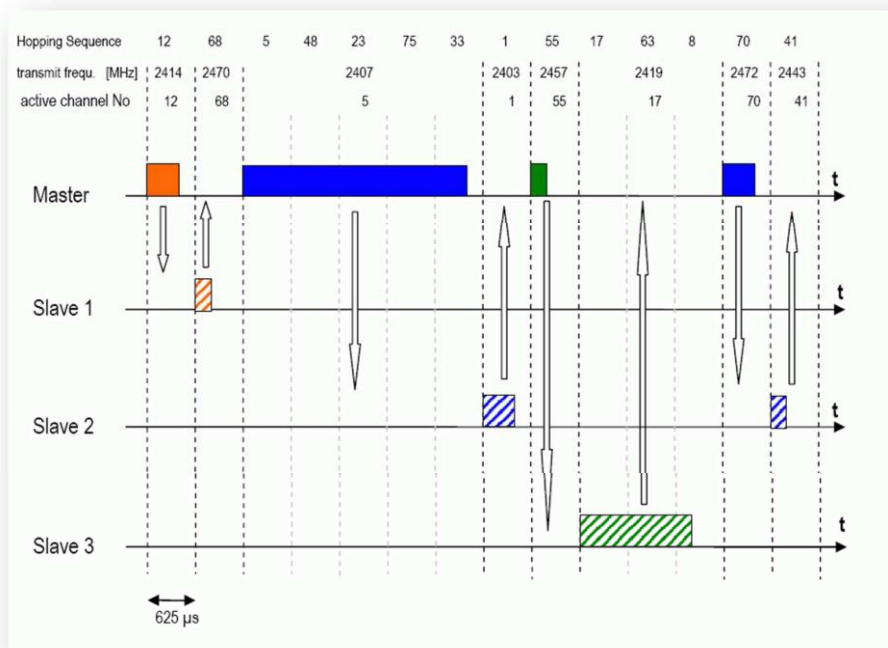


Figura 1: esempio di struttura dei time slot (intervalli temporali) Bluetooth: il master trasmette sui canali di trasmissione 12, 5, 55 e 70, gli slave trasmettono sui canali di trasmissione 68, 1, 17 e 41. Per trasmettere una quantità di dati maggiore, nel canale di trasmissione 5 sono combinati cinque time slot e nel canale di trasmissione 17 tre time slot. I singoli time slot possono essere occupati in misura variabile a seconda della quantità di dati da trasmettere. Fonte dell'immagine: [2].



Se non vi è alcun flusso di dati, gli slave non trasmettono e ricevono solo sporadicamente. Il master trasmette invece comunque un cosiddetto beacon (ad esempio una volta al secondo), affinché gli slave possano sincronizzarsi con lui.

Campi a bassa frequenza di dispositivi Bluetooth

Poiché un dispositivo Bluetooth consuma corrente solo durante la trasmissione e la ricezione, la batteria viene continuamente accesa e spenta. Ne risultano campi magnetici a bassa frequenza compresi da 1 Hz (beacon) fino a qualche migliaio di Hz.

2 Misurazioni dell'esposizione

L'esposizione alle radiazioni ad alta frequenza è misurata in base all'energia radiante assorbita dall'organismo per unità di tempo e peso corporeo ed è espressa sotto forma di tasso di assorbimento specifico (valore TAS) in watt per chilogrammo (W/kg).

Il valore TAS è misurato per i dispositivi Bluetooth utilizzati vicino al corpo. Per quelli utilizzati più lontano dal corpo è indicativo anche il campo elettrico.

In uno studio realizzato su mandato dell'UFSP [3, 4] sono stati misurati i valori TAS e i campi elettrici delle seguenti applicazioni:

- due diverse antenne per chiavi USB Bluetooth delle classi di potenza 1 e 2 a velocità e potenza di trasmissione massime;
- un'agenda elettronica palmare (PDA, assistente digitale personale) della classe di potenza 2;
- due diversi dispositivi vivavoce della classe di potenza 3 (solo valore TAS).



Figura 2: apparecchiatura di misurazione del valore TAS. A sinistra: tavolo di misurazione con il manichino steso nonché il robot di posizionamento e la sonda di misurazione applicata su di lui. A destra: il manichino con il trasmettitore Bluetooth, visto dal basso. Fonte delle immagini [3].

Valore TAS

I valori TAS sono stati misurati in vari punti su un manichino (figura 2). I valori TAS misurati sono tutti al di sotto del valore limite di 2 W/kg raccomandato dalla Commissione internazionale per la protezione dalle radiazioni non ionizzanti (ICNIRP) (tabella 2) [5].



Tabella 2: valori TAS di dispositivi Bluetooth delle classi di potenza 1, 2 e 3.

	Classe di potenza	TAS (W/kg)
Antenna USB	1	0,466
Antenna USB	2	0,0092
Agenda elettronica palmare	2	0,01
Dispositivo vivavoce	3	0,00117 - 0,00319

Campo elettrico

Nella figura 3 è rappresentato il campo elettrico nei pressi delle antenne per chiavi USB Bluetooth in funzione alla potenza di trasmissione massima. Il campo diminuisce rapidamente man mano che ci si allontana dal dispositivo. A 20 cm di distanza, le intensità di campo misurate dei dispositivi Bluetooth sono già inferiori di un fattore 20 risp. 150 al valore limite raccomandato dall'ICNIRP di 61 V/m [5].

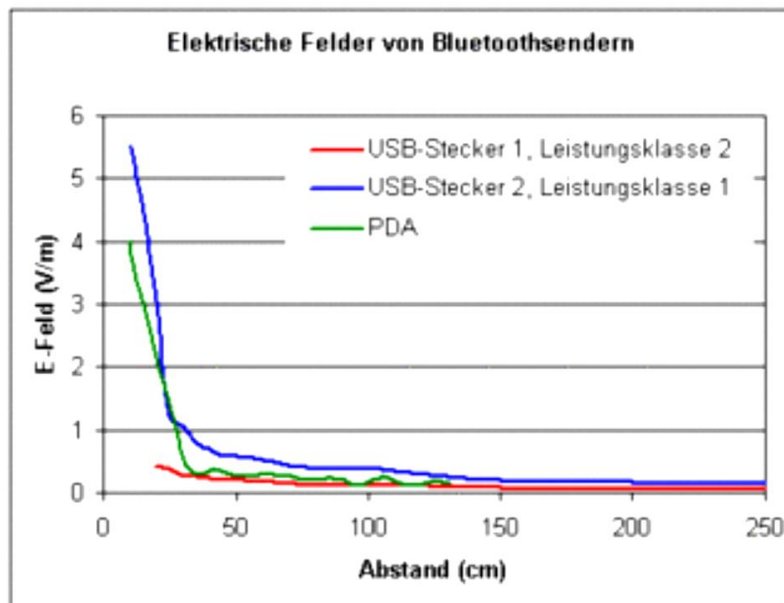


Figura 3: campo elettrico massimo (campo E) in funzione della distanza per due chiavi USB Bluetooth di diverse classi di potenza e un'agenda elettronica palmare. Il campo elettrico diminuisce molto rapidamente con la distanza. Le misurazioni sono state effettuate a potenza di trasmissione massima [3, 4].

Normalmente il Bluetooth riduce la potenza di trasmissione quando il collegamento tra due dispositivi è di buona qualità, allo scopo di risparmiare energia ed evitare interferenze con altri apparecchi. Ciò determina valori del campo elettrico e TAS ancora più bassi.



3 Conseguenze sulla salute

In base allo stato attuale delle conoscenze e alle misurazioni dell'esposizione disponibili, le radiazioni ad alta frequenza generate dalle reti Bluetooth risultano troppo deboli per scatenare, per assorbimento, effetti acuti sulla salute dimostrabili con un aumento della temperatura.

Campi elettromagnetici ad alta frequenza

Nel 2011 l'Agenzia internazionale per la ricerca sul cancro (IARC) ha classificato i campi elettromagnetici ad alta frequenza come possibilmente cancerogeni (gruppo 2B) [6], tuttavia solo sulla base di studi indicanti un possibile nesso tra l'uso di telefoni cellulari o senza filo e l'insorgenza di tumori al cervello. La IARC giudica limitati i dati disponibili, considerato che questi studi sui tumori al cervello e l'uso di telefoni cellulari e senza filo presentano lacune dal punto di vista della strutturazione dello studio e della stima della durata dell'esposizione. Non è stato possibile accertare una correlazione tra l'esposizione alle onde emesse da telefoni cellulari e senza filo e altri sintomi o malattie. La IARC non ha potuto nemmeno stabilire un nesso tra le conseguenze sulla salute e le radiazioni ad alta frequenza emesse da altri dispositivi, come quelli Bluetooth. Considerato che con gli attuali valori limite si evitano danni acuti, non sono da attendersi effetti a breve termine sulla salute.

Conseguenze sul nervo acustico

Diversi studi sulle radiazioni elettromagnetiche di trasmettitori Bluetooth condotti sugli animali non hanno rilevato conseguenze sull'orecchio interno né sulla funzione uditiva in sé. Nemmeno gli studi condotti sugli esseri umani hanno constatato alterazioni significative dell'attività del nervo acustico [7, 8].

4 Disciplinamento giuridico

I dispositivi Bluetooth sono considerati impianti terminali di telecomunicazione e sono quindi soggetti all'ordinanza sugli impianti di telecomunicazione [9], che definisce le norme tecniche utilizzabili per la valutazione delle radiazioni elettromagnetiche. Queste norme sono pubblicate dal Comitato europeo di normalizzazione elettrotecnica CENELEC [10 e 11-13] e descrivono la procedura di misurazione delle radiazioni di apparecchi specifici.



5 Bibliographia

1. BAKOM, Faktenblatt Wireless Local Area Networks (WLAN) & Radio Local Area Networks (RLAN), 17.3.2006
2. Forschungsvorhaben Bestimmung der Exposition bei Verwendung kabelloser Übermittlungsverfahren in Haushalt und Büro. Abschlussbericht.
3. Kramer A. et al. Development of Procedures for the Assessment of Human Exposure to EMF from Wireless Devices in Home and Office Environments. 2005. IT'IS Bericht.
4. Kühn S et al. Development of Procedures for the EMF Exposure Evaluation from Wireless Devices in Home and Office Environments. Supplement 1: Close-to-Body and Base Station Wireless Data Communication Devices. 2006. IT'IS Bericht.
5. ICNIRP. Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic, and electromagnetic fields (up to 300 GHz), Health Physics 74, (4): 494-522; 1998.
6. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, Volume 102, 2012, Non-ionizing Radiation, Part 2: Radiofrequency Electromagnetic Fields.
7. Yildirim G et.al. Effects of electromagnetic fields formed by bluetooth on hearing (2013) Journal of International Advanced Otolology, 9 (1), pp 61-70.
8. Mandalà M. et al., Effect of bluetooth and mobile phone electromagnetic fields on the human auditory nerve (2014) Laryngoscope, 124 (1), pp. 255-259.
9. Verordnung über Fernmeldeanlagen (SR 784.101.2 – FAV) vom 1.1.2015.
10. EN 50401:2006, Product standard to demonstrate the compliance of fixed equipment for radio transmission (110 MHz — 40 GHz) intended for use in wireless telecommunication networks with the basic restrictions or the reference levels related to general public exposure to radio frequency electromagnetic fields, when put into service
11. CENELEC. EN SN 50360: 2013-01 Product standard to demonstrate the compliance of mobile telephones with basic restrictions related to human exposure to electromagnetic fields (300 MHz - 3 GHz). Deutsche Fassung EN 50360:2001 + Cor. :2006 + A1:2012.
12. DIN EN 62209-1:2007-03. Human exposure to radio frequency fields from hand-held and body-mounted wireless communication devices - Human models, instrumentation, and procedures - Part 1: Procedure to determine the specific absorption rate (SAR) for hand-held devices used in close proximity to the ear (frequency range of 300 MHz to 3 GHz) (IEC 62209-1:2005); German version EN 62209-1:2006.
13. IEC. 62209-2:2010 Human exposure to radio frequency fields from hand-held and body-mounted wireless communication devices - Human models, instrumentation, and procedures - Part 2: Procedure to determine the specific absorption rate (SAR) for wireless communication devices used in close proximity to the human body (frequency range of 30 MHz to 6 GHz).

Messaggio per lo specialista

Ufficio federale della sanità pubblica UFSP
emf@bag.admin.ch