

I CAMPI ELETTROMAGNETICI NEI LUOGHI DI LAVORO

F.Garzia

Ingegneria della Sicurezza - DICMMPM
Università degli Studi di Roma "La Sapienza"

Via Eudossiana, 18 - 00184 Roma

tel. 0644585626, fax 06233207150, email fabio.garzia@uniroma1.it

sito web: w3.uniroma1.it/sicurezza

1.INTRODUZIONE

L'esposizione alle radiazioni non ionizzanti tende sempre a crescere a causa dell'introduzione nell'ambiente di nuove sorgenti artificiali, mentre le radiazioni ionizzanti, al contrario, mantengono un contributo relativamente costante in quanto legato a sorgenti naturali. Pertanto si ha un continuo aumento del livello di fondo nell'ambiente con la conseguenza che la popolazione si trova costantemente esposta a livelli di campo via via crescenti [1].

I livelli attualmente raggiunti, in tempi molto brevi, superano di parecchie volte il livello naturale, esponendo quindi il corpo umano a situazioni che l'evoluzione biologica non ha dovuto fronteggiare sinora, e verso cui potrebbe non aver sviluppato gli opportuni meccanismi di adattamento, difesa e protezione [2-8].

Mentre sono ormai ben chiari e noti gli effetti sanitari relativi a esposizioni acute dell'organismo umano: quali l'aumento della temperatura corporea e di particolari organi interni, la stimolazione di tessuti e strutture eccitabili, le variazioni comportamentali, rispetto ai quali è possibile fissare, con precisione, adeguati limiti di esposizione ai campi elettromagnetici, i possibili effetti a lungo termine sono ancora in fase di studio o comunque i risultati ottenuti dalle varie ricerche scientifiche hanno spesso fornito risultati tra loro discordanti o, addirittura, in alcuni casi contrastanti, provocando un acceso dibattito, tuttora in corso, sulla necessità di adottare o meno alcuni criteri di protezione e sulla validità dei limiti stabiliti dall'attuale legislazione.

Per tale motivo è bene conoscere il comportamento delle sorgenti di campi elettromagnetici presenti nei luoghi di lavoro in maniera tale da poter ridurre, per quanto possibile, l'esposizione agli stessi, applicando, senza eccessivi allarmismi, una corretta politica di prevenzione e riduzione dei rischi.

2.SORGENTI DI CAMPI ELETTROMAGNETICI

Le sorgenti di campi elettromagnetici nei luoghi di lavoro sono sostanzialmente divisibili in 2 grandi gruppi: le sorgenti ad alta frequenza e le sorgenti a bassa frequenza.

Nel seguito si riporterà una rassegna, per quanto possibile dettagliata compatibilmente con i limiti del presente articolo, della maggior parte delle sorgenti di campi elettromagnetici presenti nei luoghi di lavoro.

3.SORGENTI AD ALTA FREQUENZA

Le sorgenti di radiazioni elettromagnetiche possono essere suddivise in due classi: le sorgenti intenzionali e le sorgenti non intenzionali.

Le sorgenti intenzionali sono rappresentate da tutte quelle sorgenti in cui l'emissione di campi elettromagnetici avviene per opportune finalità come, per esempio, i dispositivi di trasmissione radio per telecomunicazione. Di solito è possibile disporre di tutte le informazioni necessarie a caratterizzare l'emissione quali la potenza, la polarizzazione, la stabilità in frequenza e il contenuto in armoniche dei segnali emessi. Una volta note tali grandezze è possibile effettuare le operazioni di misura al fine di controllare l'eventuale superamento dei livelli di riferimento fissati ai fini della tutela della salute delle persone.

Le sorgenti non intenzionali sono rappresentate da tutti quei dispositivi in cui l'emissione di campi elettromagnetici non rappresenta la finalità per la quale sono stati costruiti. Tipici esempi di sorgenti non intenzionali sono i forni microonde, progettati per emettere campi elettromagnetici al loro

interno e non verso l'esterno, e gli apparecchi di riscaldamento ad induzione e a radiofrequenza. Ulteriori esempi di sorgenti non intenzionali sono gli apparati elettrici ed elettronici insufficientemente schermati o con cavi di connessione non disaccoppiati a sufficienza, e da tutti gli oggetti riflettenti dal punto di vista elettromagnetico i quali, se investiti da un'onda, la rimettono parzialmente o totalmente agendo come sorgenti secondarie.

Quando si tratta con sorgenti non intenzionali non si dispone, purtroppo, delle grandezze caratteristiche di emissione. In generale per tutte le sorgenti è necessario effettuare una acquisizione preliminare di dati, tipicamente rappresentati da:

- 1) tipo di sorgente;
- 2) potenza di uscita;
- 3) frequenza di lavoro;
- 4) emissione intenzionale o non intenzionale di armoniche e relativa ampiezza;
- 5) tipo di elementi radianti, caratteristiche geometriche, diagrammi di radiazione;
- 6) caratteristiche di polarizzazione;
- 7) tipo di modulazione e relative caratteristiche;
- 8) caratteristiche temporali del segnale emesso;
- 9) eventuali parametri caratterizzanti nel caso in cui il segnale emesso sia di tipo impulsivo, come larghezza degli impulsi e frequenza di ripetizione.

Le fonti di campi elettromagnetici possono essere distinte in 5 gruppi, in funzione del loro settore di applicazione e utilizzo. Essi sono:

- 1) settore industriale;
- 2) settore domestico;
- 3) settore medicale e sanitario;
- 4) settore delle radiotelecomunicazioni;
- 5) settore della ricerca.

Sorgente	Frequenza	Potenza	Valori tipici dei campi elettromagnetici - distanza di riferimento dalla sorgente	Banda
Saldatrice elettrica	10 kHz	-	2000 μ T – 0,3 cm 60 μ T – 0,7 m	VLF (f=10 kHz-30 kHz) (λ =33 km – 10 km)
Circuiti interni TV	15 kHz	-	1-10 V/m – 0,2 μ T	
Forno a induzione	25 kHz	-	1250 μ T – 0,1 m 15 μ T – 1 m	
Riscaldatore a induzione	100 kHz		1 mT – 0,1 m	LF (f=30 kHz-300 kHz) (λ =10 km – 1 km)
Sistemi controllo accessi con badge	115 kHz ÷ 130 kHz	1÷20 W		
Trasmettitore radio AM in onde medie (OL)	155 kHz ÷ 286 kHz	10÷5000 kW		
Monitor video	400 kHz		1 V/m, 0,1 μ T – 0,5 m	
Trasmettitore radio AM in onde medie (OM)	525 kHz ÷ 1605 kHz	2÷600 kW	25 V/m – 10 m 1 V/m – 300 m	MF (f=300 kHz-3 MHz) (λ =1 km – 100 m)
Elettrobisturi ed elettrocauterizzatori	500 kHz ÷ 2400 kHz	0,1÷5 kW		
Riscaldatore industriale e induzione		1÷400 kW	12 A/m – 0,1 m 1 V/m – 300 m	
Bobine per il riscaldamento dei plasmii		1÷400 kW		
Stufe a induzione per riscaldamento domestico-uffici		5÷50 W		

Trasmettitore radio AM in onde corte (OC)	3,95 MHz ÷ 26,1 MHz	100 kW	100 m	HF (f=3 MHz-30 MHz) (λ=100 m – 10 m)
Incollatrice della plastica, carta, tessuti, legno		0,5÷200 kW	100 V/m, 5 A/m - 5 m	
Presse dielettriche	27,12 MHz	1,5 kW	200 V/m – 0,5 m	
Induratrici ad induzione	27,12 MHz		0,5 m	
Sistemi di processo tipo Wood	27,12 MHz	2 kW	0,5 m	
Disinfestatori industriali da insetti e larve		1÷50 kW		
Walkie-Talkies CB	27,12 MHz	5 W	0,2 m	
Trattamenti di diatermia (Marconiterapia)	27,12 MHz		500 V/m - 0,5 m 1000 V/m, 1,6 A/m – sul corpo	
Trasmettitori TV VHF	47 MHz ÷ 230 MHz	5 kW	5 V/m – 50 m	VHF (f=30 MHz-300 MHz) (λ=10 m – 1 m)
Trasmettitori radio in FM	87,5 MHz ÷ 108 MHz	10 kW	10 V/m – 70 m	
Radar metereologici	Banda P 200 ÷ 390 MHz	100÷ 100000 kW		
Telefonia Cittadina	470 MHz	100 W		UHF (f=300 MHz-3000 MHz) (λ=1 m – 0,1 m)
Trasmettitori TV UHF	470 MHz ÷ 862 MHz	5 kW	50 V/m – 100 m	
Telefoni cordless	46 MHz ÷ 60 MHz	0,1÷1 W		
Stazioni radiobase analogici	450 MHz ÷ 465 MHz	8÷35 W		
Compagnie telefoniche	410 MHz ÷ 430 MHz	8 W		
Applicazioni di Diatermia	433 MHz		25 W/m ² – 0,5 m	
Ponti radio	450 MHz	0,5 ÷ 1000 W		
Stazioni radiobase GSM	890 MHz ÷ 960 MHz	50 W/ canale	3 V/m – 20 m	
	1710 MHz ÷ 1880 MHz	10 W/ canale	0,5 V/m – 20 m	
Apparecchi mobili GSM	890 MHz ÷ 960 MHz	2 W	10÷30 V/m – 0,1 m	
	1710 MHz ÷ 1880 MHz	2 W		
Stazioni radiobase TACS	935 MHz ÷ 960 MHz	120 ÷ 2800 W		
Stazione radio base DECT	1850 MHz ÷ 1900 MHz	0,25 ÷ 4 W		
Apparecchi mobili TACS	890 MHz ÷ 915 MHz	0,1÷1 W		
Vulcanizzazioni dielettriche	915 MHz ÷ 2450 MHz		0,7 ÷ 5 W/m ² – 0,3 m	
Schede di rete senza cavi (wireless)	2400 MHz	0,5 W		

Stazioni di terra satellitari (VSAT), marittime globali, sistemi di sicurezza e di protezione	1,5 ÷ 1,8 GHz		8 W/m ²	
Applicazioni di diatermia	2,45 GHz		100 W/m ² – 0,3 m	
Forni a microonde	2,45 GHz		0,06 W/m ² – 0,3 m 0,6 W/m ² – 0,05 m	
Ecografi a effetto Doppler	2,45 GHz	0,5÷2 W		
Sistemi di protezione antitaccheggio	0,9 ÷ 10 GHz		2 mW/m ²	
Radar metereologici	Banda L 390 ÷ 1550 MHz	100÷ 100000 kW		
Sistemi per il controllo del traffico aereo	1 ÷ 10 GHz	0,2÷20 kW	100 m	SHF (f=3 GHz-30 GHz) (λ=0,1 m – 10 cm)
Ponti radio	3,7 ÷ 4,2 GHz 5,925 ÷ 6,425 GHz 10,7 ÷ 11,7 GHz	0,5 ÷ 1000 W		
Sistemi per rilevamento passaggio autoveicoli (TELEPASS)	5,7 GHz	0,1÷0,5 kW		
Radar di puntamento	4÷ 6 GHz		42 kW/m ² , 4 kV/m	
Essiccatori e sterilizzatori industriali		5÷100 kW		
Stazioni di terra per la trasmissione verso satelliti	Banda C 5,85 ÷ 6,65 GHz Banda KU 14 ÷ 14,5 GHz Banda KA 27 ÷ 31 GHz	50÷3000 W		
Stazioni satellitari e trasportabili	13 ÷ 14 GHz 11 ÷ 12 GHz		10 W/m ²	
Radar per il controllo del traffico aereo	9 ÷ 35 GHz	100 mW	2,5 W/m ² – 3 m 1 W/m ² – 3 m	
Radar civili per il controllo del traffico marittimo	Banda S 3 ÷ 3,246 GHz Banda X 5,46 ÷ 5,65 GHz Banda KU 9,32 ÷ 9,5 GHz	50÷1000 kW Potenza media: 5÷100 kW		
Radar militari per la difesa aerea	10 ÷ 40 GHz	50÷1000 kW Potenza media: 5÷100 kW		
Radar metereologici	Banda X 5,2 ÷ 10,9 GHz	100÷ 100000 kW		

Sistemi radio di comunicazione	10 ÷ 20 GHz	0,5 W	0,5 mW/m ² sul fascio principale	
Segnali video analogici e trasmissioni digitali	30 ÷ 55 GHz	1 W		EHF (f=30 GHz-300 GHz) (λ=10 cm – 1 cm)

Tabella 1: Sorgenti di campi elettromagnetici ad alta frequenza

3.1 Settore industriale

Nell'ambito del settore industriale esistono una serie di dispositivi che agiscono come fonti di emissione di campi elettromagnetici, che possono essere di tipo intenzionale o non intenzionale. Tipici esempi sono rappresentati dai sistemi per la produzione del calore come gli applicatori di tipo induttivo o capacitivo e i forni a microonde.

Gli applicatori di tipo induttivo trovano utilizzo nel riscaldamento di materiali conduttori e metallici, laddove è possibile indurre delle correnti parassite che dissipano energia, e quindi sviluppano calore nel materiale, per effetto Joule. Le frequenze di lavoro di tali dispositivi variano da 80 kHz sino a 5 MHz mentre le relative potenze di emissione possono raggiungere i 500 kW.

Gli applicatori di tipo capacitivo trovano utilizzo nel riscaldamento dei materiali isolanti o dielettrici in processi di incollaggio di legno o plastiche, in processi di vulcanizzazione delle gomme, o in processi di essiccazione di legni, tessuti o carta. Le frequenze di lavoro di tali dispositivi variano da 3 MHz sino a 50 MHz mentre le relative potenze di emissione possono raggiungere i 200 kW.

I forni a microonde trovano utilizzo nel riscaldamento di prodotti vari, potendone controllare con precisione la temperatura raggiunta. Essi vengono utilizzati nel settore alimentare per sterilizzare, scongelare o cuocere gli alimenti. Le frequenze di lavoro di tali dispositivi variano da 900 MHz sino a 2,45 GHz mentre le relative potenze di emissione possono raggiungere i 600 kW.

3.2 Settore domestico

Nell'ambito del settore domestico sono presenti fonti che possono essere sia di tipo intenzionale che di tipo non intenzionale. Tipici esempi di fonti intenzionali sono alcuni sensori antintrusione utilizzati nei sistemi di sicurezza, telefoni senza fili, ecc., mentre tipici esempi di fonti non intenzionali sono rappresentati dai forni a microonde, utilizzati per lo scongelamento o la cottura degli alimenti. Le frequenze di lavoro di tali dispositivi variano da 900 MHz sino a 2450 MHz mentre le relative potenze di emissione possono raggiungere i 600 W.

3.3 Settore medico-sanitario

Nell'ambito del settore medico-sanitario i campi elettromagnetici vengono utilizzati ai fini di diagnostica, terapia e chirurgia, utilizzando sia applicatori di tipo induttivo sia applicatori di tipo capacitivo.

Le applicazioni sono sostanzialmente 4: diatermia, ipertermia, risonanza magnetica nucleare (NMR) e chirurgia.

Per quanto riguarda la diatermia si utilizzano frequenze nella gamma delle onde corte che sono tipicamente: 6,78 MHz; 13,56 MHz; 27,12 MHz; 40,68 MHz; con potenze che variano da qualche decina di watt fino a 500 W. Se la diatermia viene effettuata utilizzando frequenze nella banda delle microonde (915 MHz e di 2450 MHz) si parla di radarterapia, con potenze che vanno da 50 W sino a 200 W.

Per quanto riguarda l'ipertermia si utilizzano frequenze che sono tipicamente: 13,56 MHz; 27,12 MHz; 433 MHz; 2450 MHz; o anche mediante apparati che possono generare frequenze variabili con continuità da 1 MHz a 1000 MHz con potenze che variano da qualche decina di watt fino a 2 kW.

Per quanto riguarda la risonanza magnetica nucleare si utilizza un campo magnetico statico associato ad un campo magnetico variabile nel tempo e ad un campo a radiofrequenza pulsato:

l'insieme di tali campi permette di ottenere le informazioni necessarie a generare delle immagini utilizzate a fini diagnostici. Le frequenze di lavoro del campo a radiofrequenza sono comprese nella banda 1 MHz÷200 MHz con potenze istantanee di picco dell'ordine dei 10 kW e potenze medie dell'ordine dei 100 W.

Per quanto riguarda la chirurgia, i campi elettromagnetici vengono utilizzati in strumenti elettrochirurgici, per tagliare, ed elettrocauterizzanti, per cauterizzare i tessuti. Le frequenze di lavoro di tali strumenti, che operano in continua o in modulazione di ampiezza, variano da 0,5 MHz a 2,4 MHz, generando comunque frequenze armoniche e spurie che possono raggiungere i 100 MHz.

3.4 Settore delle radiotelecomunicazioni

Nel settore delle telecomunicazioni le fonti di emissione di campi elettromagnetici sono sostanzialmente costituite da opportuni generatori i quali vengono connessi con antenne di emissione che servono a dirigere il fascio elettromagnetico verso la direzione di interesse con caratteristiche opportune. Le sorgenti principali sono rappresentate dai trasmettitori radiotelevisivi, dalle stazioni radio base (ripetitori per telefonia cellulare TACS, GSM, GPRS, UMTS), dai ponti radio, dai radar ecc. Le caratteristiche di emissione sono riportate nella tabella 1.

4. FONTI A BASSA FREQUENZA

L'energia elettrica negli ultimi due secoli ha dato vita ad un crescendo di applicazioni per cui oggi si può asserire, senza timore di smentita alcuna, che senza energia elettrica la nostra vita sarebbe molto diversa. Senza accorgercene ogni nostra azione è sostenuta o implica l'uso di un "qualcosa" che assorbe energia elettrica e che quindi rappresenta una potenziale fonte di campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici.

Nella figura seguente è riportata la struttura di una tipica catena di produzione, trasmissione, distribuzione di energia elettrica con i relativi luoghi interessati dai campi elettromagnetici prodotti.

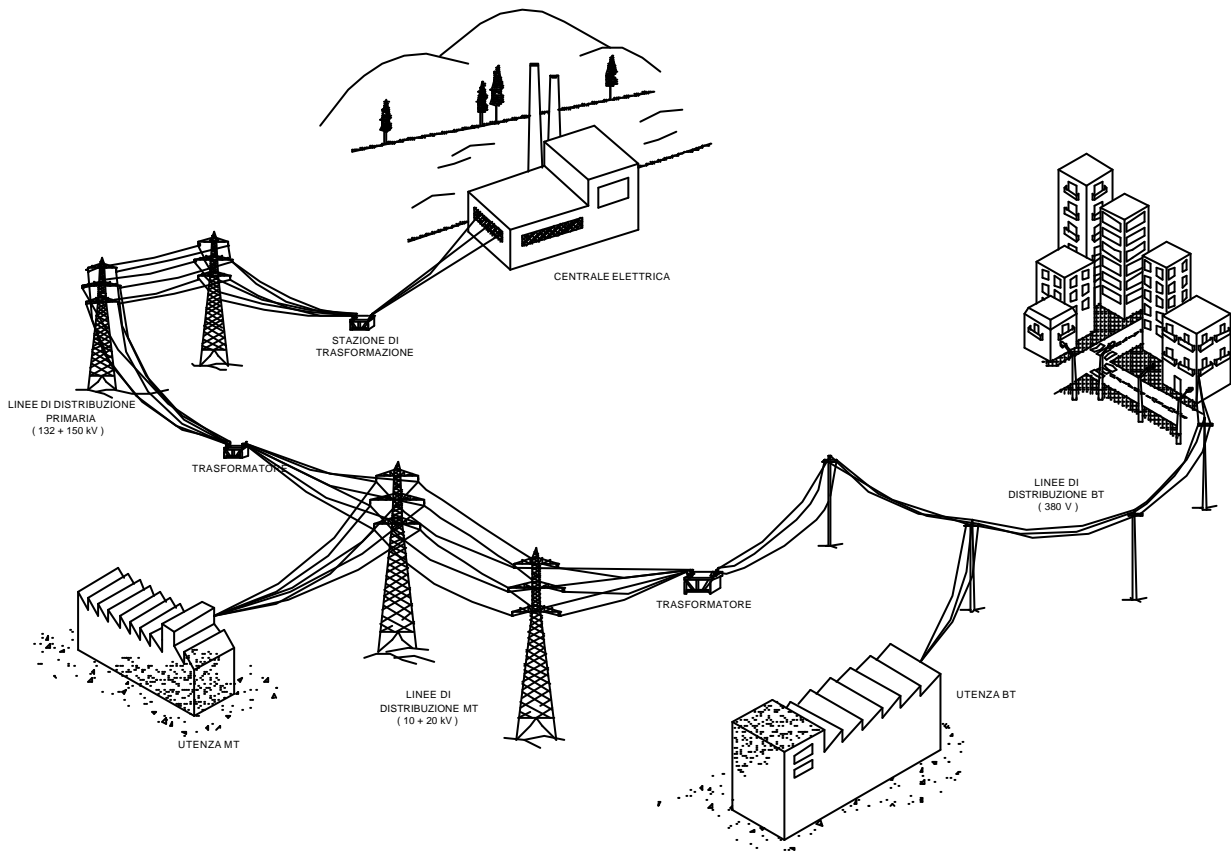


Fig.1 Catena di produzione-trasmissione-distribuzione dell'energia elettrica

4.1 Gli apparati elettrici

Gli apparati elettrici, come la maggior parte dei dispositivi alimentati da energia elettrica e in cui scorre dunque corrente, rappresentano delle fonti di emissione di campi elettromagnetici non ionizzanti, sia volontarie che involontarie, la cui frequenza coincide di solito con quella di rete a 50 Hz.

I più comuni apparati elettrici sono rappresentati da frigoriferi, lavatrici, radiosveglie, macchine da caffè, lampade, forni elettrici, trapani, asciugacapelli, rasoi elettrici, termocoperte, ecc. (tabella 2).

Dalla lista di apparati si può vedere come esista una categoria di apparecchi fissi, da cui basta porsi alla giusta distanza per ridurre il livello di esposizione, e come esista una categoria di apparecchi mobili i quali necessitano di un utilizzatore per il loro funzionamento e per tale motivo non permettono di allontanarsi durante l'uso oltre una certa distanza e interessano parti specifiche del corpo.

In genere i campi prodotti da tali apparecchi si riducono notevolmente con la distanza e il loro utilizzo non è, in genere, quotidiano e comunque è ridotto a tempi variabili tra qualche minuto e qualche ora al massimo.

In ogni modo è possibile ridurre l'esposizione adottando una opportuna politica personale di precauzione che varia da apparecchio ad apparecchio.

Per quanto riguarda gli elettrodomestici caratterizzati da un elevato assorbimento di corrente e quindi da livelli di campo magnetico ragguardevoli, quali forni elettrici, lavastoviglie, lavatrici, ferri da stiro e macchine del caffè, è raccomandato di stazionare il minor tempo possibile nelle loro vicinanze.

Si raccomanda di tenersi ad una distanza di almeno un metro dai trasformatori delle lampade alogene, distanza che può essere ridotta nei confronti dei trasformatori di alimentazione di lampade fluorescenti, dato il loro ridotto fabbisogno di corrente.

Cercare di mantenere la maggiore distanza possibile con apparecchi i quali, pur producendo campi magnetici di livello non elevato, si trovano in prossimità dei luoghi dove si trascorre una percentuale significativa della nostra giornata.

Da quanto detto sinora è evidente come un corretto e ragionevole utilizzo dei principi di cautela aiuta notevolmente a ridurre l'esposizione ai campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici evitando inutili allarmismi.

Apparecchio	Campo elettrico [V/m]	Induzione magnetica in prossimità [μ T]	Induzione magnetica a 30 cm [μ T]	Tempo di esposizione tipico
Apriscatole elettrico	-	2.000	30	Secondi
Asciugacapelli (casco)	-	2.500	-	minuti
Asciugacapelli (phon)	80	2.500	7	minuti
Aspirapolvere	90	800	20	minuti
Coperta elettrica	4.500	30	-	ore
Ferro da stiro	-	30	0,4	alcune ore
Forno elettrico	4	1.000	20	secondi
Frigorifero	110	1,7	0,3	alcune ore
Frullatore	100	700	10	minuti
Hi-Fi (impianto)	180	5	5	molte ore
Illuminazione alogena	-	12	12	ore
Lampada a incandescenza	-	400	4	ore
Macchina del caffè	30	2,5	0,15	alcune ore
Monitor computer	-	0,25	0,25	alcune ore
Radiosveglia	180	5	5	molte ore
Rasoio elettrico	100	1.500	9	minuti
Riscaldamento elettr. da pavimento	-	20	12	molte ore
Saldatore per uso domestico	90	800	20	minuti
Sega circolare	-	1.000	25	minuti

Tostapane	40	18	0,7	alcune ore
Trapano	-	800	16	minuti
TV a colori	90	500	4	ore
Ventilatore	-	180	40	alcune ore

Tabella 2. Livelli di emissione di campo per alcuni apparati elettrici di comune utilizzo.

4.2 Impianti elettrici

Gli impianti elettrici che si prendono in considerazione, e che interessano al maggior parte della popolazione per lunghi periodi, sono rappresentati da quelli domestici. In particolare gli accorgimenti da utilizzare riguardano soprattutto le stanze dove si trascorre la maggior parte del tempo.

Gli interventi sugli impianti elettrici sono volti alla riduzione sia del campo elettrico che del campo magnetico.

Per quanto riguarda la riduzione del campo elettrico, tenendo conto che esso dipende dalla tensione di rete di 220V, si può far ricorso a disgiuntori di rete che sostituiscono, in assenza di assorbimento di corrente, la tensione di 220V con una tensione di 9V: in caso di richiesta di corrente da parte di un qualunque apparecchio elettrico, viene immediatamente ripristinata la tensione di 220V.

Per quanto riguarda la riduzione del campo magnetico, si dovrebbe preferire una configurazione a stella dell'impianto, anche se più onerosa.

CONCLUSIONI

Da quanto illustrato sinora è chiaro che per affrontare il problema dei campi elettromagnetici nei luoghi di lavoro è necessario acquisire un elevato numero di informazioni tecniche, scientifiche e normative necessarie ad una preliminare conoscenza di un settore estremamente complesso e multidisciplinare, quale quello in oggetto, nonché una corretta padronanza delle tecniche, dei metodi e della strumentazione di misura per poter valutare adeguatamente il livello di rischio.

BIBLIOGRAFIA

- [1] F.Garzia, G.M.Veca, *L'inquinamento elettromagnetico: fondamenti tecnici e principi normativi*, Carocci Faber, Roma, 2002.
- [2] AA.VV., *ICNIRP, Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic, and electromagnetic fields (up to 300 GHz)*, Health Physics, Vol. 74, n. 4, pp. 494-522 (1998)
- [3] AA.VV., *CEI 211-5 (CEI ES 59005), Considerazioni per la valutazione dell'esposizione umana ai campi elettromagnetici (EMF) derivanti da apparecchi di telecomunicazione mobile (MTE) nel campo di frequenza 30 MHz – 6 GHz*, CEI Comitato Elettrotecnico Italiano, Milano, 1999
- [4] AA.VV., *CEI 211-6, Guida per la misura e per la valutazione dei campi elettrici e magnetici nell'intervallo di frequenza 0 Hz – 10 kHz, con riferimento all'esposizione umana*, CEI Comitato Elettrotecnico Italiano, Milano, 2001
- [5] AA.VV., *CEI 211-7, Guida per la misura e per la valutazione dei campi elettrici e magnetici nell'intervallo di frequenza 10 kHz – 300 GHz, con riferimento all'esposizione umana*, CEI Comitato Elettrotecnico Italiano, Milano, 2001
- [6] Grandolfo M., Michaelson S.M., Rindi A., *Biological Effects and Dosimetry of Static and Elf Electromagnetic Fields (Ettore Majorana International Science Series. Life Sciences, Vol 19)*, Plenum Pub Corp, Norwell (MA, USA) 1986
- [7] Hitchcock R.T., Patterson R.M., *Radio-Frequency and ELF Electromagnetic Energies: A Handbook for Health Professionals*, John Wiley & Sons, New York (USA), 1995
- [8] Horton W.F., Goldberg S., *Power Frequency Magnetic Fields and Public Health*, CRC Press, London (UK), 1995