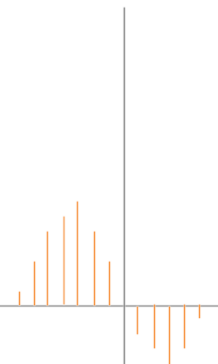


ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI ROMA

## SEMINARIO FORMATIVO

### Campi Elettromagnetici Alte frequenze e Sicurezza sul Lavoro

Roma, 9 Maggio 2012 - Ore 15:30



Ore 17.00 Campi e.m.: riferimenti legislativi - principali sorgenti di emissione

A cura di

Ing. Raffaello Luigi Colasante - Libero professionista - lellocolasante@libero.it

Ing. Renato Pontillo - Libero professionista - Consulente - rpontillo@libero.it

Dott. Gabriele Maria Lozito



# Riferimenti legislativi CEM

---

## **DLgs.81/2008:**

art.28 OBBLIGO della valutazione di tutti i rischi;

art.181 nell'ambito della valutazione di cui all'articolo 28, il datore di lavoro valuta tutti i rischi derivanti da esposizione ad agenti fisici in modo da identificare e adottare le opportune misure di prevenzione e protezione con particolare riferimento alle norme di buona tecnica ed alle buone prassi;

Titolo VIII capo IV " PROTEZIONE DEI LAVORATORI DAI RISCHI DI ESPOSIZIONE A CAMPI ELETTROMAGNETICI";

ALLEGATO XXXVI, lettera A che fissa i valori limite di esposizione, e lettera B che fissa i valori limite di azione;

## **Linee guida ISPESL**

(Coordinamento Tecnico interregionale per la sicurezza nei luoghi di lavoro in collaborazione con il Dipartimento Igiene del Lavoro dell'Ispesl aggiornata con le Indicazioni operative per la corretta applicazione del Titolo VIII del D.Lgs. 81/2009 sulla prevenzione e protezione dai rischi di esposizione ad agenti fisici al D.Lgs, 106/2009. Aggiornamenti al Capo V relativo alla protezione dei lavoratori dall'esposizione a radiazioni ottiche artificiali. In collaborazione con l'ISS).



# Riferimenti legislativi CEM

---

## *Applicazioni nel settore medicale:*

APPLICAZIONI DIAGNOSTICHE

*Risonanza Magnetica Nucleare RMN*

APPLICAZIONI TERAPEUTICHE

-Marconiterapia

-Radarterapia

-Ipertermia

-Magnetoterapia

APPLICAZIONI CHIRURGICHE

-Elettrobisturi



# Riferimenti legislativi RM

---

- **Decreto 542 del 08/08/1994** “Regolamento recante norme per la semplificazione del procedimento di autorizzazione all'uso diagnostico di apparecchiature a risonanza magnetica sul territorio nazionale.
- **Decreto Ministero Sanità 03/08/1993** “Aggiornamento di alcune norme concernenti l'autorizzazione all'installazione ed all'uso di apparecchiature a risonanza magnetica”
- **Decreto Ministero Sanità del 2/8/1991** “Autorizzazione alla installazione ed uso di apparecchiature diagnostiche di risonanza magnetica -Suppl. Ord. G.U. n. 194 del 20/08/1991”

# Riferimenti normativi CEM



**Norma It. CEI EN 50499 - Class. CEI 106-23 - CT 106 - Fascicolo 10087 - Anno 2009**  
- **Edizione** *Prima*  
Inglese - Italiano Procedura per la valutazione dell'esposizione dei lavoratori ai campi elettromagnetici



# Grandezze fisiche

---

- **Corrente di contatto (IC)**. La corrente che fluisce al contatto tra un individuo ed un oggetto conduttore caricato dal campo elettromagnetico. La corrente di contatto è espressa in Ampere (A).
- **Corrente indotta attraverso gli arti (IL)**. La corrente indotta attraverso qualsiasi arto, a frequenze comprese tra 10 e 110 MHz, espressa in Ampere (A).
- **Densità di corrente (J)**. È definita come la corrente che passa attraverso una sezione unitaria perpendicolare alla sua direzione in un volume conduttore quale il corpo umano o una sua parte. È espressa in Ampere per metro quadro ( $A/m^2$ ).
- **Intensità di campo elettrico**. È una grandezza vettoriale (E) che corrisponde alla forza esercitata su una particella carica indipendentemente dal suo movimento nello spazio. È espressa in Volt per metro (V/m).
- **Intensità di campo magnetico**. È una grandezza vettoriale (H) che, assieme all'induzione magnetica, specifica un campo magnetico in qualunque punto dello spazio. È espressa in Ampere per metro (A/m).

# Grandezze fisiche

---

- **Induzione magnetica.** È una grandezza vettoriale (B) che determina una forza agente sulle cariche in movimento. È espressa in Tesla (T). Nello spazio libero e nei materiali biologici l'induzione magnetica e l'intensità del campo magnetico sono legate dall'equazione  $1 \text{ A m}^{-1} = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ T}$ .
- **Densità di potenza (S).** Questa grandezza si impiega nel caso delle frequenze molto alte per le quali la profondità di penetrazione nel corpo è modesta. Si tratta della potenza radiante incidente perpendicolarmente a una superficie, divisa per l'area della superficie in questione ed è espressa in Watt per metro quadro ( $\text{W}/\text{m}^2$ ).
- **Assorbimento specifico di energia (SA).** Si definisce come l'energia assorbita per unità di massa di tessuto biologico e si esprime in Joule per chilogrammo ( $\text{J}/\text{kg}$ ). Nella presente direttiva esso si impiega per limitare gli effetti non termici derivanti da esposizioni a microonde pulsate.

# Grandezze fisiche

---

**Tasso di assorbimento specifico di energia (SAR).** Si tratta del valore mediato su tutto il corpo o su alcune parti di esso, del tasso di assorbimento di energia per unità di massa di tessuto corporeo ed è espresso in Watt per chilogrammo (W/kg).

Il SAR a corpo intero è una misura ampiamente accettata per porre in rapporto gli effetti termici nocivi dell'esposizione a radiofrequenze (RF). Oltre al valore del SAR mediato su tutto il corpo, sono necessari anche valori locali del SAR per valutare e limitare la deposizione eccessiva di energia in parti piccole del corpo conseguenti a particolari condizioni di esposizione, quali ad esempio il caso di un individuo in contatto con la terra, esposto a RF dell'ordine di pochi MHz e di individui esposti nel campo vicino di un'antenna.

Tra le grandezze sopra citate, possono essere misurate direttamente l'induzione magnetica, la corrente indotta attraverso gli arti e la corrente di contatto, le intensità di campo elettrico e magnetico, e la densità di potenza.



# Valori di azione

Valori di azione ([articolo 208, comma 2](#))  
[valori efficaci (rms) imperturbati]

Intervallo di frequenza	Intensità di campo elettrico E (V/m)	Intensità di campo magnetico H (A/m)	Induzione magnetica B (μT)	Densità di potenza di onda piana S <sub>eq</sub> (W/m <sup>2</sup> )	Corrente di contatto, I <sub>c</sub> (mA)	Corrente indotta attraverso gli arti I <sub>L</sub> (mA)
0 - 1 Hz	/	1,63 x 10 <sup>5</sup>	2 x 10 <sup>5</sup>	/	1,0	/
1 - 8 Hz	20000	1,63 x 10 <sup>5</sup> /f <sup>2</sup>	2 x 10 <sup>5</sup> /f <sup>2</sup>	/	1,0	/
8 - 25 Hz	20000	2 x 10 <sup>4</sup> /f	2,5 x 10 <sup>4</sup> /f	/	1,0	/
0,025 - 0,82 kHz	500/f	20/f	25/f	/	1,0	/
0,82 - 2,5 kHz	610	24,4	30,7	/	1,0	/
2,5 - 65 kHz	610	24,4	30,7	/	0,4f	/
65 - 100 kHz	610	1600/f	2000/f	/	0,4f	/
0,1 - 1 MHz	610	1,6/f	2/f	/	40	/
1 - 10 MHz	610/f	1,6/f	2/f	/	40	/
10 - 110 MHz	61	0,16	0,2	10	40	100
110 - 400 MHz	61	0,16	0,2	10	/	/
400 - 2000 MHz	3f <sup>1/2</sup>	0,008f <sup>1/2</sup>	0,01f <sup>1/2</sup>	f/40	/	/
2 - 300 GHz	137	0,36	0,45	50	/	/





# Aspetti funzionali e rispetto del Dlgs81 in un caso di Risonanza Magnetica Nucleare

- Il superamento del limite campo magnetico statico
- Schermatura della camera per NMR

# Risonanza magnetica nucleare

---

Il sistema usa una combinazione di un campo magnetico statico, un campo magnetica variabile nel tempo e un campo a radio frequenza pulsato per produrre immagini diagnostiche

Il campo magnetico (statico) è sempre attivo

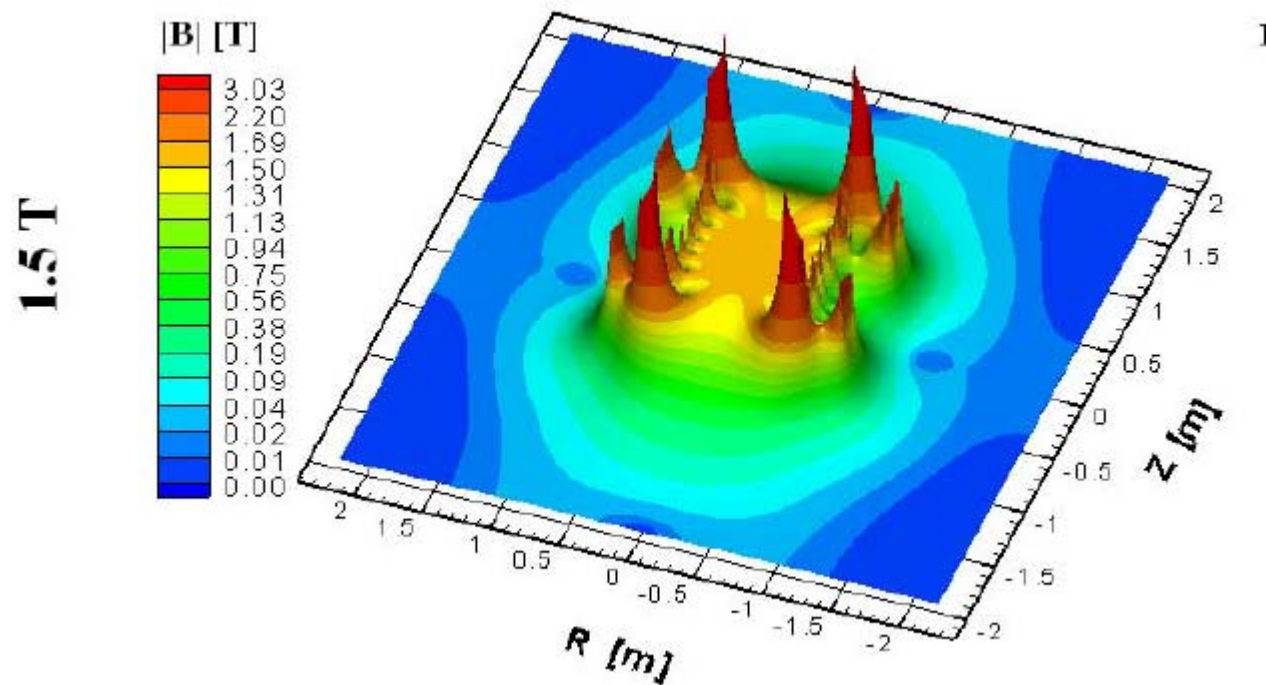
Il campo magnetico variabile (f da 25 a 65 kHz gradienti) è presente solo durante la scansione (bobine)

Il campo RF pulsato è presente solo durante la scansione

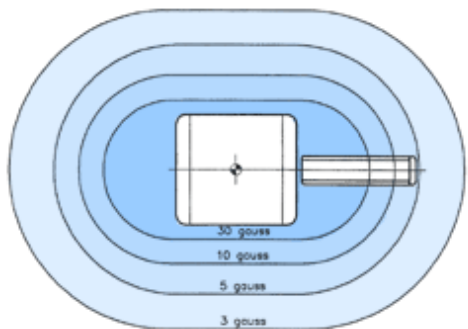
L'esposizione degli operatori viene limitata dalla distanza dall'apparecchiatura e si rendono necessarie misure cautelative anche per le sale attigue



# Descrizione impianti



# Andamento del campo, linee isocampo



Intensità del campo disperso

0,05 mT    0,1 mT    0,3 mT    0,5 mT    1 mT    3 mT

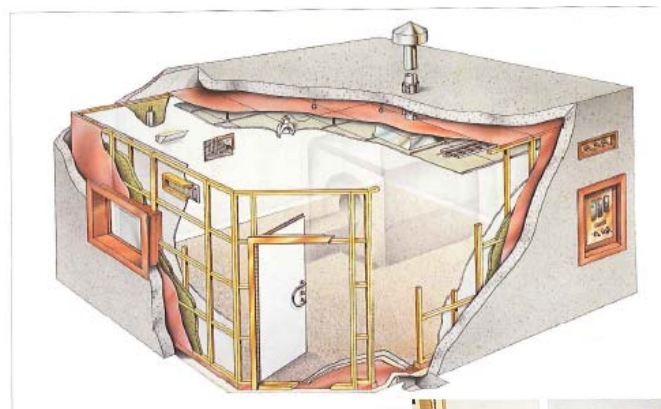
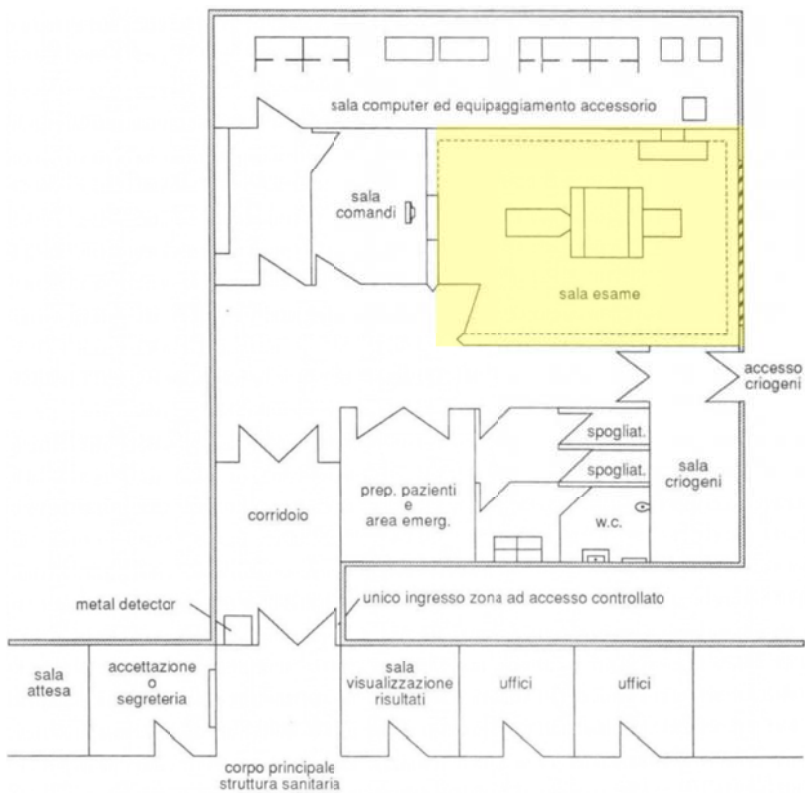
Intensità del magnete

Distanze radiali (m)

Intensità del magnete		Distanze radiali (m)					
		0,05 mT	0,1 mT	0,3 mT	0,5 mT	1 mT	3 mT
0,35 T	$r_{x,y}$	12,6	10,0	6,9	5,8	4,6	3,2
	$r_z$	15,8	12,6	8,7	7,3	5,8	4,0
0,5 T	$r_{x,y}$	14,1	11,2	7,8	6,6	5,2	3,6
	$r_z$	17,8	14,1	9,8	8,3	6,6	4,5
1,0 T	$r_{x,y}$	17,8	14,1	9,8	8,3	6,6	4,6
	$r_z$	22,5	17,8	12,4	10,4	8,3	5,7
1,5 T	$r_{x,y}$	20,4	16,2	11,2	9,5	7,5	5,2
	$r_z$	25,7	20,4	14,2	11,9	9,5	6,6
2,0 T	$r_{x,y}$	22,4	17,8	12,4	10,4	8,3	5,7
	$r_z$	28,3	22,5	15,6	13,1	10,4	7,2



# Controllo funzionale: la gabbia di Faraday



# Riferimenti legislativi e normativi (Schermatura)

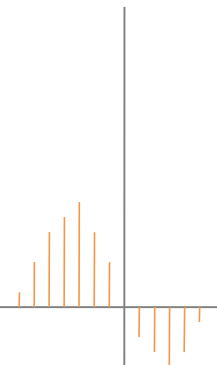
---

ISPESL	ISTITUTO SUPERIORE PER LA PREVENZIONE E LA SICUREZZA DEL LAVORO Dipartimento Igiene del Lavoro Indicazioni per i controlli periodici di qualità e sicurezza in RM
D.M. 2/8/1991	D.M. del 2/8/1991 Autorizzazione alla installazione ed uso di apparecchiature diagnostiche di risonanza magnetica Suppl. Ord. G.U. n. 194 del 20/08/1991
IEEE 299-1997	IEEE Standard Method for Measuring the Effectiveness of Electromagnetic Shielding Enclosures
MIL-STD-285 <b><i>Norma superata da IEEE 299-1997</i></b>	MIL-STD-285 -25 June 1956 MILITARY STANDARD ATTENUATION MEASUREMENTS FOR ENCLOSURES, ELECTROMAGNETIC SHIELDING, FOR ELECTRONIC TEST PURPOSES, METHOD OF UNITED STATES GOVERNMENT PRINTING OFFICE WASHINGTON: 1956
<b>CENELEC EN 50147-1</b>	<b>CENELEC EN 50147-1 Anechoic Chambers Part 1: Shield Attenuation Measurement</b>
<b>NSA 65-6</b>	<b>NATIONAL SECURITY AGENCY SPECIFICATION FOR SHIELDED ENCLOSURES SPECIFICATION NSA NO. 65-6 30 October 1964</b>



# Rispetto dei valori di azione: soluzioni tradizionali e dosimetriche.

Roma, 9 Maggio 2012



A cura di  
Dott. Gabriele Maria  
Lozito



[www.gruppompb.com](http://www.gruppompb.com)

**MPB srl**

Sede Legale - Uffici Commerciali - Laboratorio  
Via Giacomo Peroni, 400/402

# Di cosa parleremo...

---

## **Panorama aziendale MPB**

Presentazione del gruppo MPB e mercati di interesse.

## **L'esposizione del lavoratore a partire da una misura di campo**

Una soluzione strumentale nelle sue caratteristiche e nei suoi limiti.

## **Dosimetri come dispositivi di protezione individuale: Soluzione PM50D**

Caratteristiche principali e vantaggi offerti nella protezione dai campi magnetici a bassa frequenza.

## **Dosimetri per le alte frequenze: Soluzione RadMAN**

Una alternativa gemella per la protezione dei lavoratori professionalmente esposti a campi elettromagnetici ad alta frequenza.





# Panorama aziendale MPB

## MPB

Compatibilità EM  
Test RF  
Misure Campi EM

Produzione  
Distribuzione  
Taratura  
Riparazione  
Formazione



[www.gruppompb.com](http://www.gruppompb.com)

**MPB srl**

Sede Legale - Uffici Commerciali - Laboratorio  
Via Giacomo Peroni, 400/402

# Soluzione strumentale per misura di campo



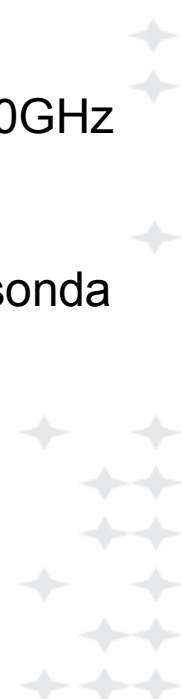
Kit 2004\40 – Misure in alta e bassa frequenza

## **Alta frequenza**

Misure isotropiche a banda larga tramite misuratore 8053 con sonde per campo magnetico fino a 1GHz ed elettrico fino a 40GHz

## **Bassa frequenza**

Misure isotropiche a banda stretta tramite sonda EHP50 da 5Hz a 100kHz



# Kit 2004\40 – Sonde per 8053



## Caratteristiche parco sonde 8053

- ✓ Memorizzazione in EEPROM interna dei fattori di taratura e della data di ultima calibrazione.
- ✓ Disposizione degli elementi sensibili su assi ortogonali (misure isotropiche)
- ✓ Riconoscimento e lettura automatica della EEPROM da parte del misuratore 8053.
- ✓ Diverse soluzioni a seconda del range, del campo e della dinamica desiderati.



# Kit 2004\40 – Sonda EHP 50



## Caratteristiche sonda EHP 50

- ✓ Misura indipendente di campo elettrico e magnetico a bassa frequenza (10Hz – 100kHz).
- ✓ Misure selettive e isotropiche del campo.
- ✓ Interfacciamento con misuratore 8053 o PC tramite USB.
- ✓ Modalità di funzionamento *stand-alone* per acquisizioni a larga banda sulle 24 ore.



# THM 1176 – Magnetometro effetto Hall

www.narda-sts.com

3-AXIS HALL MAGNETOMETER

THM1176



A Complementary Product From

**METROLab**

- ▲ Non-directional measurement using an isotropic 3-axis HALL probe
- ▲ High Field probe (20 Tesla) and Low Field probe (8 mT) versions
- ▲ Small sized field sensitive point for accurate measurements in high gradient fields
- ▲ Frequency range from DC to 1 kHz
- ▲ USB probe interface, bus-powered
- ▲ PC control software included for Microsoft Windows and Mac OS X

*PDA versions only*

- ▲ Easy operation by PDA touch screen



 **MPB**

www.gruppompb.com

**MPB srl**

Sede Legale - Uffici Commerciali - Laboratorio  
Via Giacomo Peroni, 400/402

# Problematiche di misura

---

## Limiti di un approccio tradizionale

1. Necessità della presenza, in fase di misura, di un operatore specializzato
2. Invasività dello strumento e conseguente necessità di liberare la postazione di lavoro
3. Necessità di effettuare monitoraggi prolungati
4. Limitazione della misura alla specifica postazione di lavoro

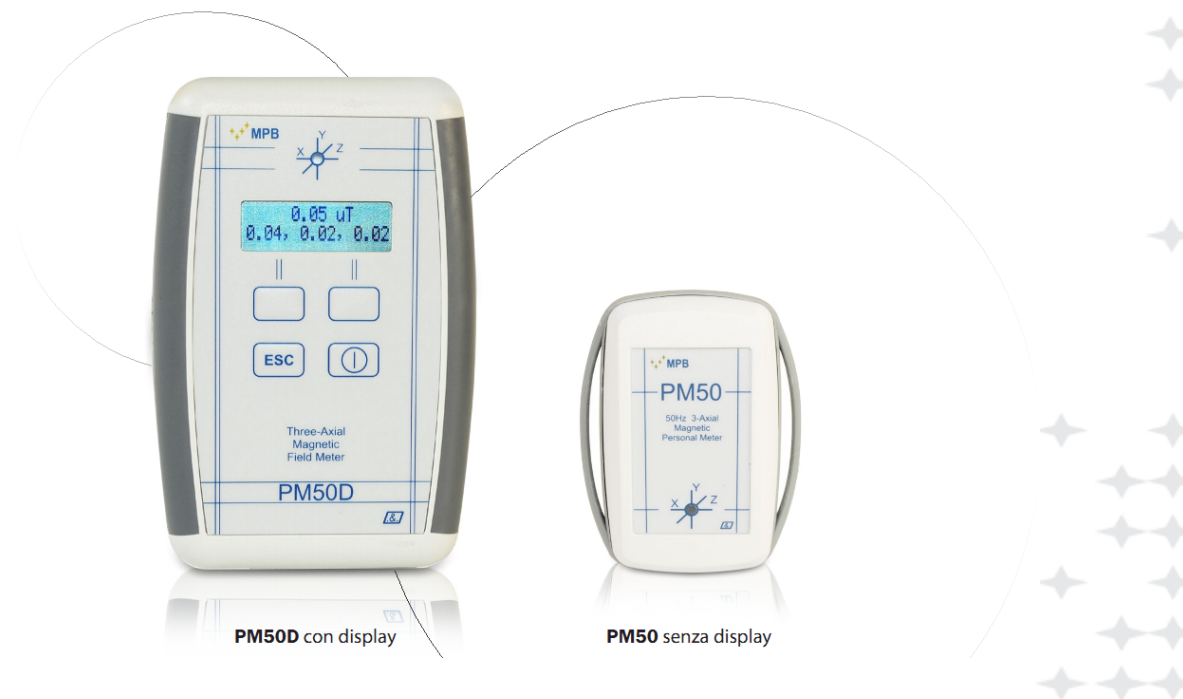


# Dosimetri serie PM50

## PM50 - PM50D

DISPOSITIVI DI PROTEZIONE INDIVIDUALE (DPI).  
MISURE IN BASSA FREQUENZA PER I LAVORATORI E LA POPOLAZIONE

**RANGE DI FREQUENZA**  
25 Hz - 30 kHz



[www.gruppompb.com](http://www.gruppompb.com)

**MPB srl**

Sede Legale - Uffici Commerciali - Laboratorio  
Via Giacomo Peroni, 400/402

# Risoluzione delle problematiche di misura



Necessità in fase di misura di un operatore specializzato

- ✓ Misure completamente automatizzate
- ✓ Programmabile da strumento o da PC a seconda del modello





# Risoluzione delle problematiche di misura

Invasività dello strumento  
Necessità di liberare la postazione di lavoro

- ✓ Dimensioni e peso estremamente contenuti



PM50	PM50D
70 x 44 x 17 mm 26g	118 x 79 x 25 mm 125g

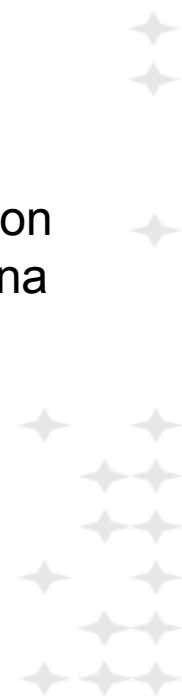


# Risoluzione delle problematiche di misura



Necessità di effettuare monitoraggi prolungati

- ✓  Acquisizione in memoria interna dei valori di induzione su un periodo fino a 24h
- ✓  Download dei dati memorizzati su software con disposizione cronologica o crescente (mediana per le misure sulla popolazione)

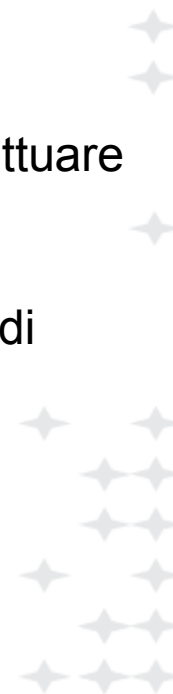


# Risoluzione delle problematiche di misura



Limitazione della misura alla specifica postazione di lavoro

- ✓☞ Misura effettuata direttamente a contatto con il corpo
- ✓☞ Ampie possibilità di posizionamento per effettuare il monitoraggio.
- ✓☞ Sistema di allarme ottico e acustico in caso di superamento di una soglia programmabile

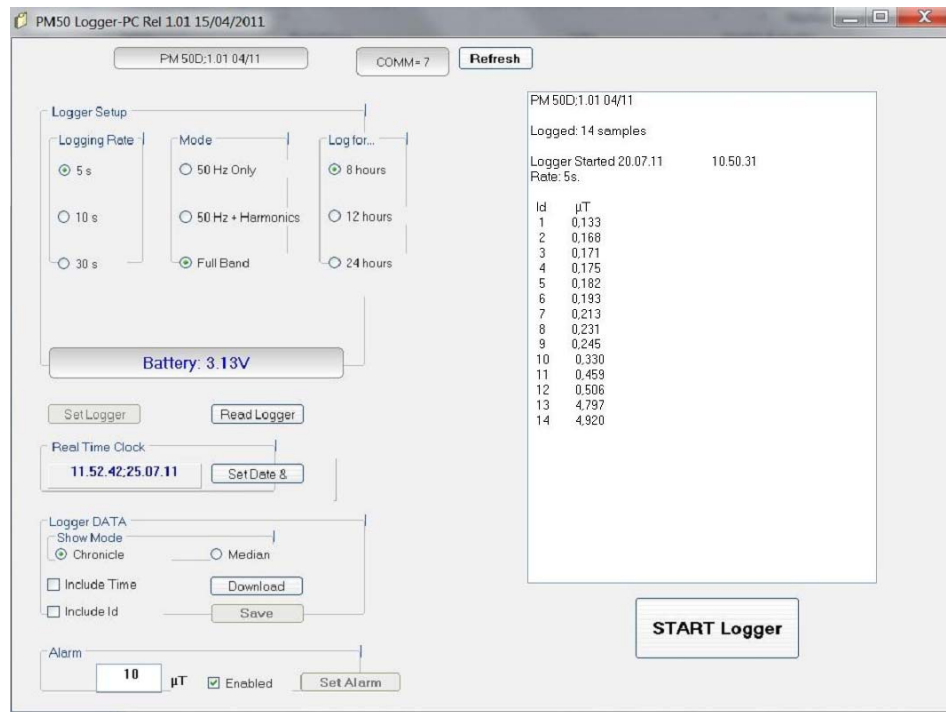


# Caratteristiche tecniche

	PM 50	PM 50 D
<b>Tipo di sensore</b>	Triassiale magneto-resistivo	Triassiale magneto-resistivo
<b>Risposta in frequenza</b> Entro 1 dB Entro 3 dB	@ Full band 38 Hz.....10 kHz 25 Hz.....30 kHz	@ Full band 38 Hz.....10 kHz 25 Hz.....30 kHz
<b>Range di misura</b> Risoluzione Overload Dinamica	300 nT.....1 mT 10 nT 2 mT 70 dB	300 nT.....1 mT 10 nT 2 mT 70 dB
<b>Errore di Misura</b> Linearità Errore assoluto	@ 40.....1000 Hz - 1.....300 $\mu$ T 1.2 dB 1.6 dB	@ 40.....1000 Hz - 1.....300 $\mu$ T 1.2 dB 1.6 dB
<b>Unità di misura</b>	$\mu$ T; A/m	$\mu$ T; A/m
<b>Modalità di misura impostabile</b>	Selettiva a 50Hz; 50Hz + armoniche; Larga banda	Selettiva a 50Hz; 50Hz + armoniche; Larga banda
<b>Data logger</b> Max tempo di registrazione Cadenza	24 h 5.....30 sec	24 h 5.....30 sec



# PC Software



## Impostazioni PM50 – PM50D

- *Rate* di acquisizione
- Modalità (50Hz, 50Hz + Harm, Wideband)
- Durata (8, 12 e 24 ore)
- Soglia di allarme
- Orologio interno

Download e salvataggio dati

Visualizzazione cronologica o crescente

Aggiornamento del firmware



# Dosimetri serie RadMan per le alte frequenze

[www.narda-sts.com](http://www.narda-sts.com)



PERSONAL MONITOR

RadMan / RadMan XT

DE Patent 19,726,138  
US Patents 5,955,954 4,634,968

- ▲ Wide frequency monitoring from 1 MHz to 40 GHz
- ▲ Loud warning buzzer with earphone for noisy environments
- ▲ Shaped frequency response matched to national and international standards
- ▲ Simultaneous E field and H field monitoring for near field use
- ▲ Detachable absorber cap to provide isotropic response for monitoring signals apart from the body (e.g. for leak detection)
- ▲ Data logger for permanent recording (RadMan XT)



[www.gruppompb.com](http://www.gruppompb.com)

**MPB srl**

Sede Legale - Uffici Commerciali - Laboratorio  
Via Giacomo Peroni, 400/402

# Efficienza di schermatura

## SEMS

SISTEMA DI MISURA DELL'EFFICIENZA DI SCHERMATURA  
NEI LOCALI RM E AMBIENTI SCHERMATI

**CAMPO ELETTRICO E MAGNETICO  
DA 10 kHz A 300 MHz\***

<b>Range di Frequenza del TX/RX</b>	10 kHz...300MHz
Risoluzione	10 Hz
<b>Uscita RF</b> (Modulo TX) Potenza max in uscita (tipica)	$Z_{out}$ 50 $\Omega$ , N fem. +30 dBm
<b>Ingresso RF</b> (Modulo RX) VSWR Attenuatori Livello Max Ingresso Dinamica	$Z_{in}$ 50 $\Omega$ , N fem. < 1.2 0...20dB 110 dBuV 120 dB max
<b>IF bandwidth</b> (Modulo RX) 3 dB bandwidth	5/150Hz
<b>Accuratezza misura di attenuazione</b> (tipica)	10 kHz... 30MHz 1.0dB 30 MHz...300MHz 1.5dB
<b>Interfaccia I/O</b>	RS232 / Wireless
<b>Allarme acustico</b>	Programmabile sul livello di attenuazione
<b>Conformita' Normative Internazionali</b>	MIL-Std-285 IEEE Std 299 EN50147-1 NSA65-6

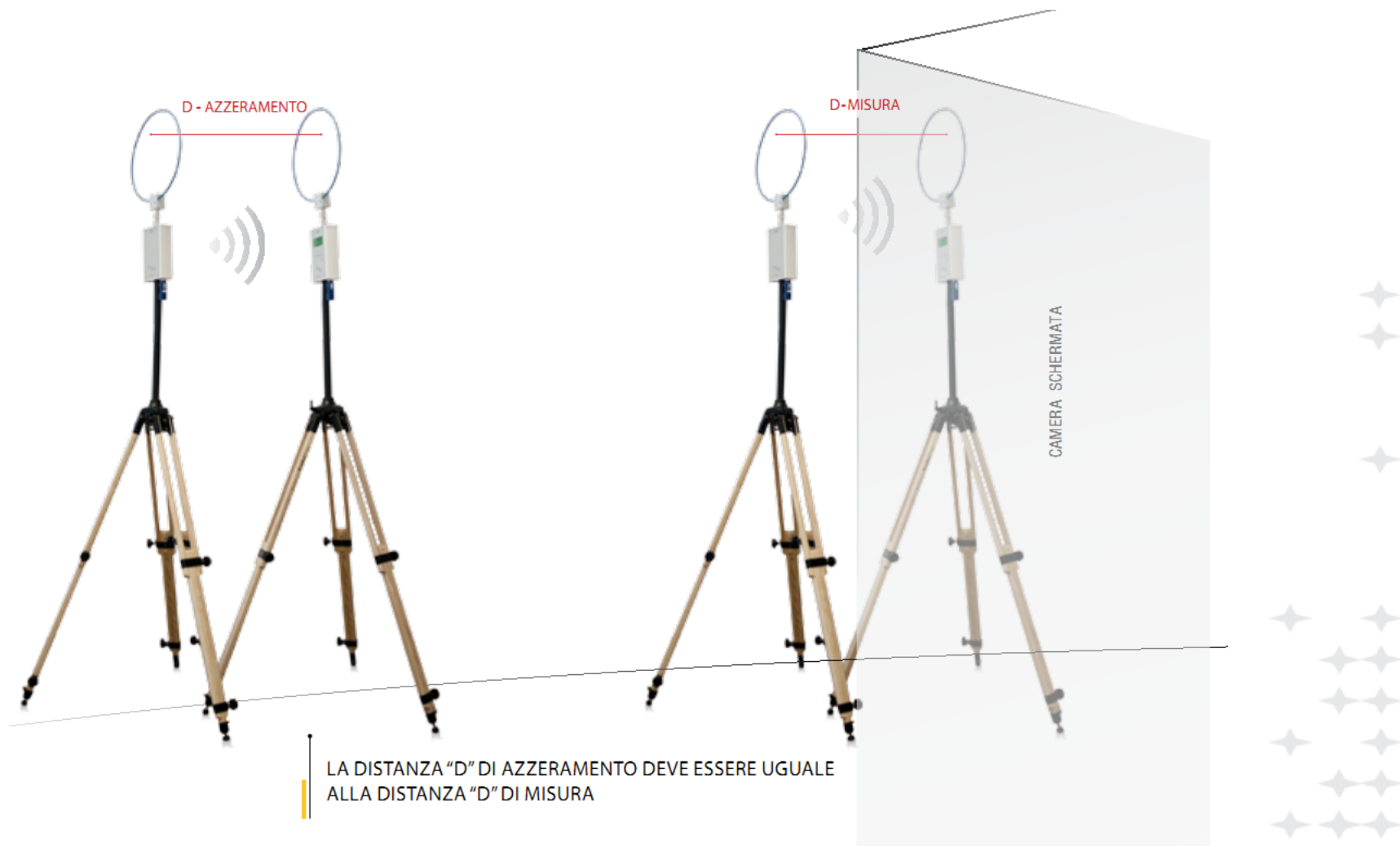


[www.gruppompb.com](http://www.gruppompb.com)

**MPB srl**

Sede Legale - Uffici Commerciali - Laboratorio  
Via Giacomo Peroni, 400/402

# Principio di funzionamento





# Collaborazioni e ringraziamenti

---

## **OSMIA Srl**

Via G.Peroni 442  
00131 Roma  
Antonello Furnari



## **El.Co.Med. Srl**

Via G.Peroni 455  
00131 Roma  
Roberto Massimi



## **Gruppo MPB**

Via G.Peroni 402  
00131 Roma  
Jan Bulli Wilkinson – Patrizia Nesta

