

Seguici sarai Visitato da 30.000 Utenti

www.beltel.it/ads/facebook-group

STRUMENTI DI MISURA DEI CAMPI ELETTROMAGNETICI

Rosaria Falsaperla

*INAIL – Settore Ricerca - Dipartimento Medicina,
Epidemiologia, Igiene del Lavoro ed Ambientale*

r.falsaperla@inail.it

Due famiglie di strumenti o metodiche di misura



Banda larga

Campo totale su un dato intervallo di frequenza

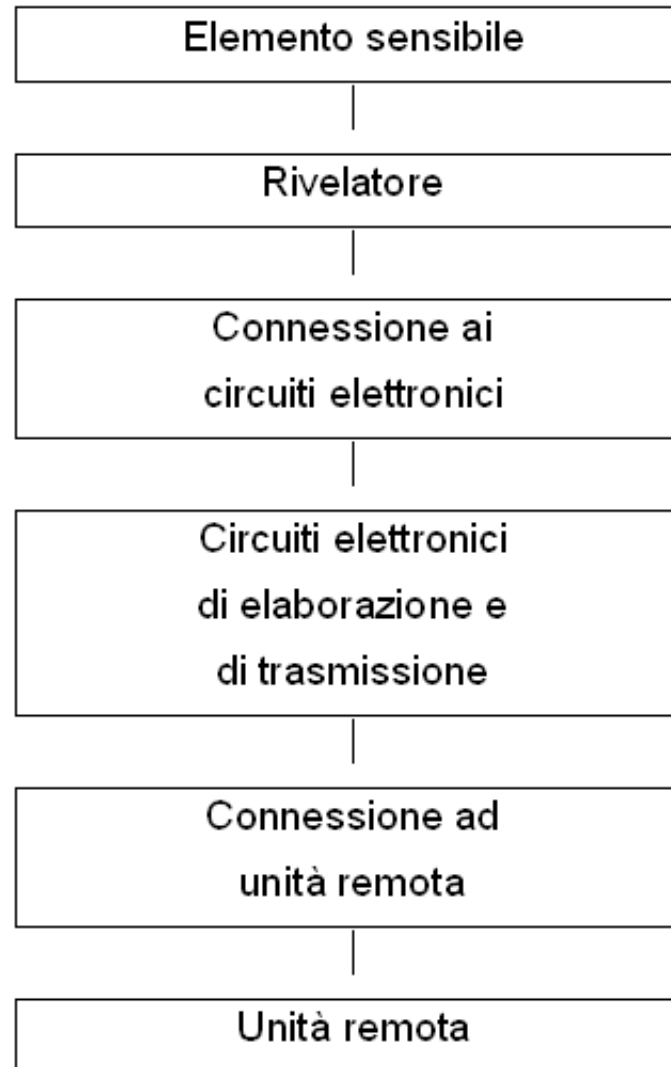


Banda stretta

Informazioni dettagliate sulla frequenza o forma d'onda

PRESTAZIONI, COSTI, E COMPLESSITA' DIFFERENTI

Schema a blocchi misuratori a banda larga



STRUMENTI A BANDA LARGA

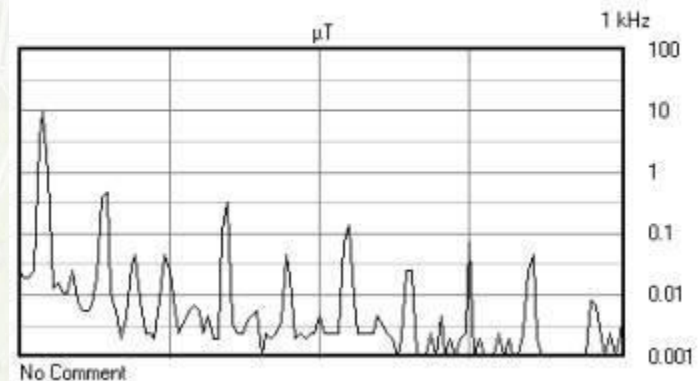
strumenti operanti a
frequenze fino a circa
30 kHz

W&G EFA 3 (5 Hz-30 kHz) →
Misuratore isotropo di E e H

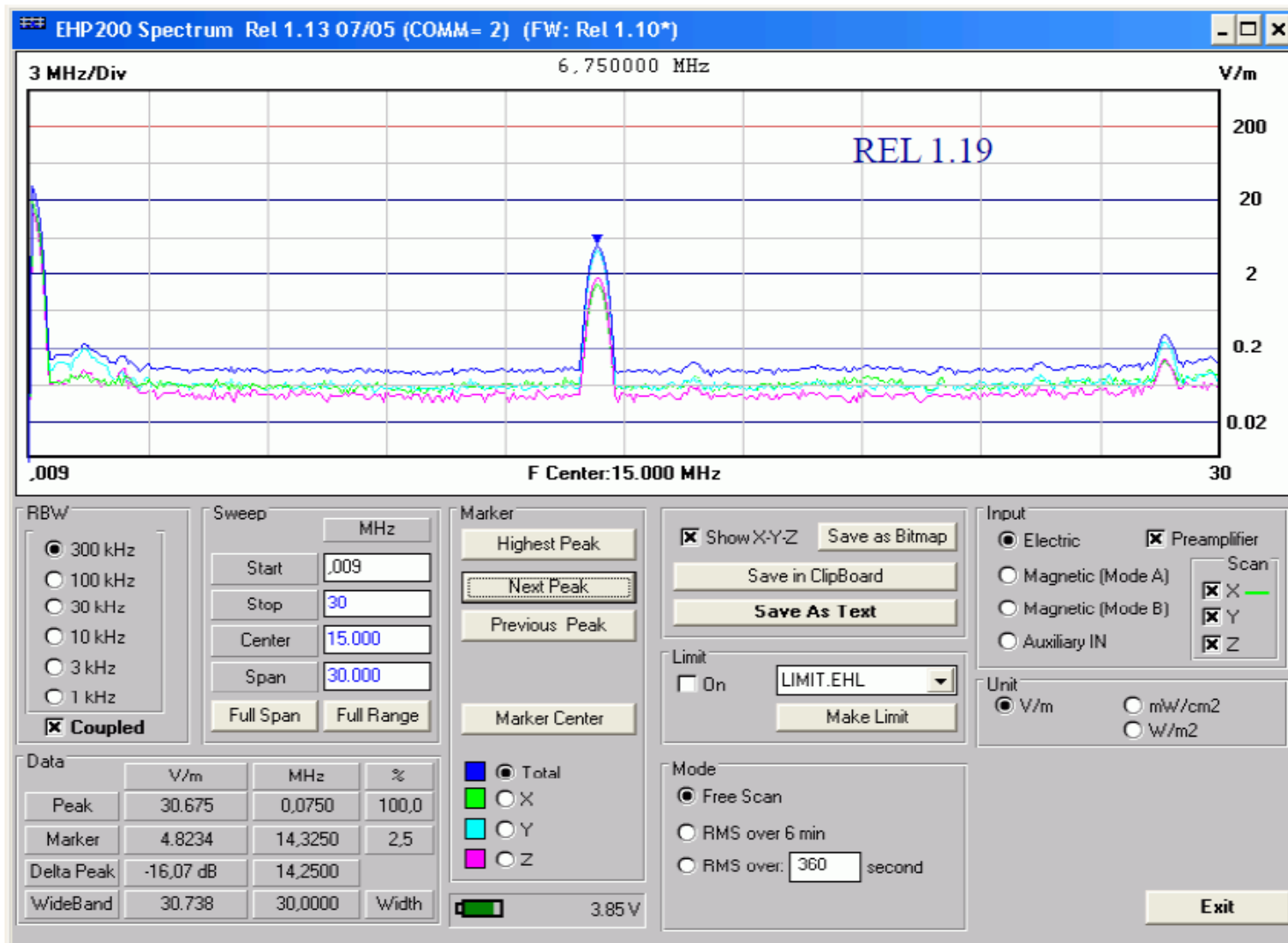


Alcuni consentono limitate
funzionalità di analisi
spettrale

EHP 50B 31.08.04 11.54.04
Level: 11.30 μ T (Wide Band)

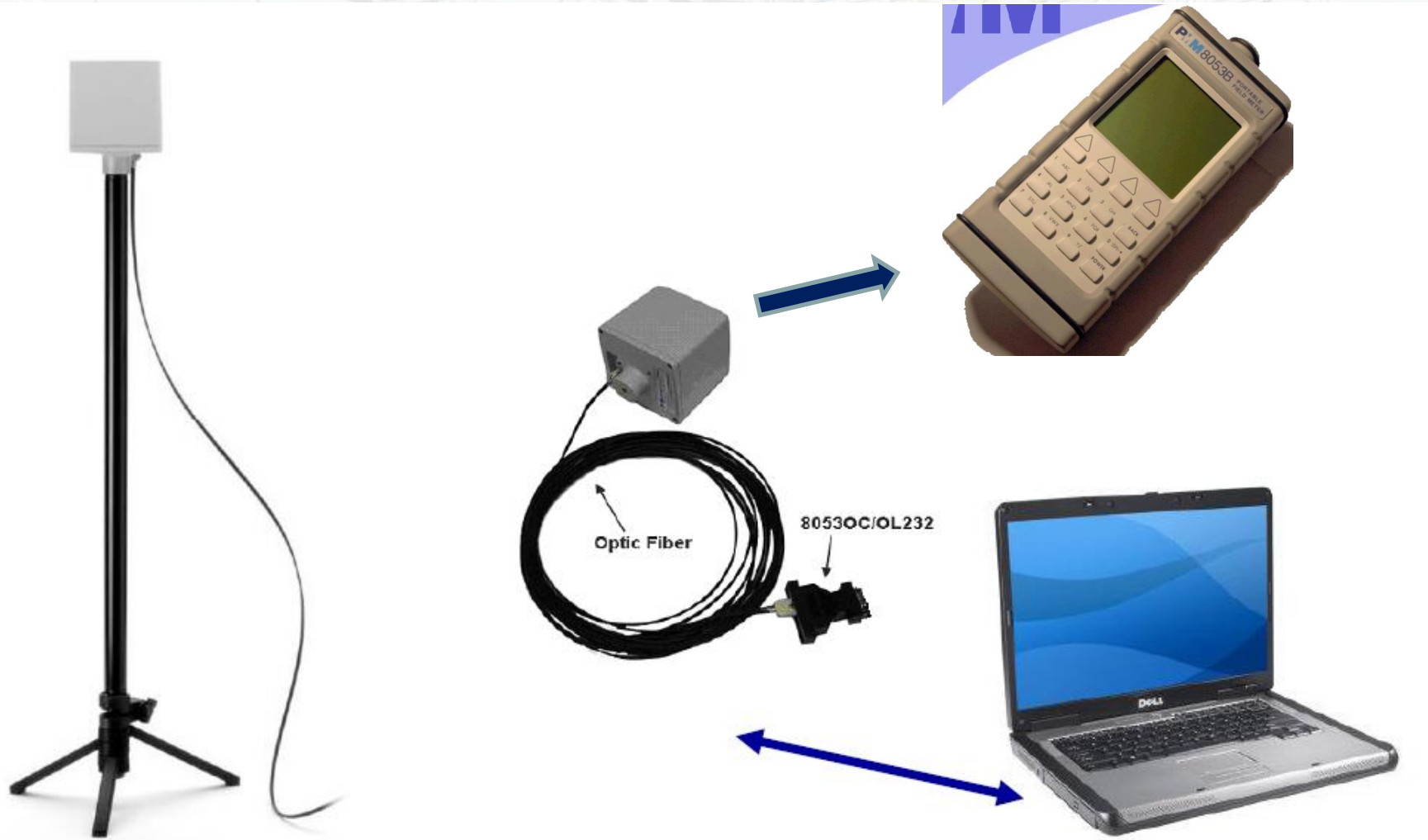


NARDA EHP 200 SOFTWARE INTERFACE



NARDA EHP 200

Misuratore isotropo di E e H (9 kHz - 30 MHz)



POSIZIONE ELEMENTI SENSIBILI

EHP-200A and EHP-200AC are housed in a small cubic case. The bottom side panel includes an optical fiber connector, extension rod screw, battery charger connector, ON/OFF button and Status LED.

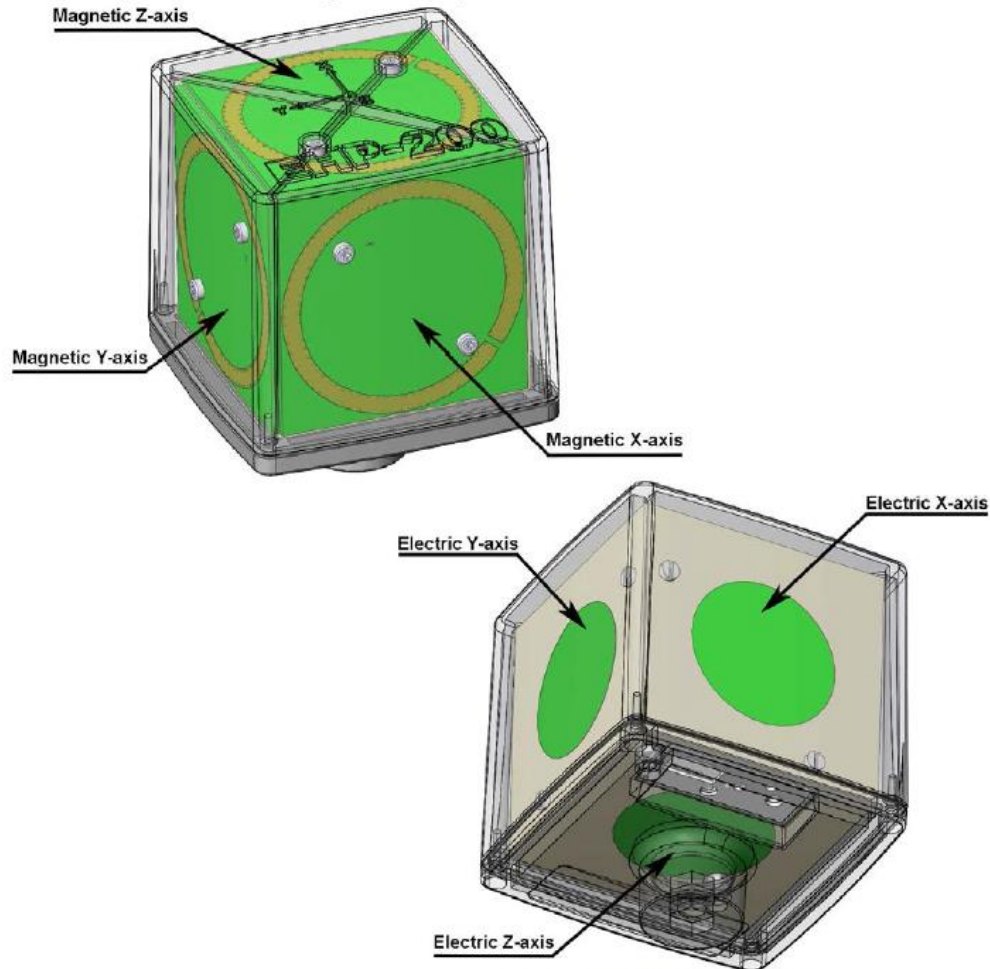


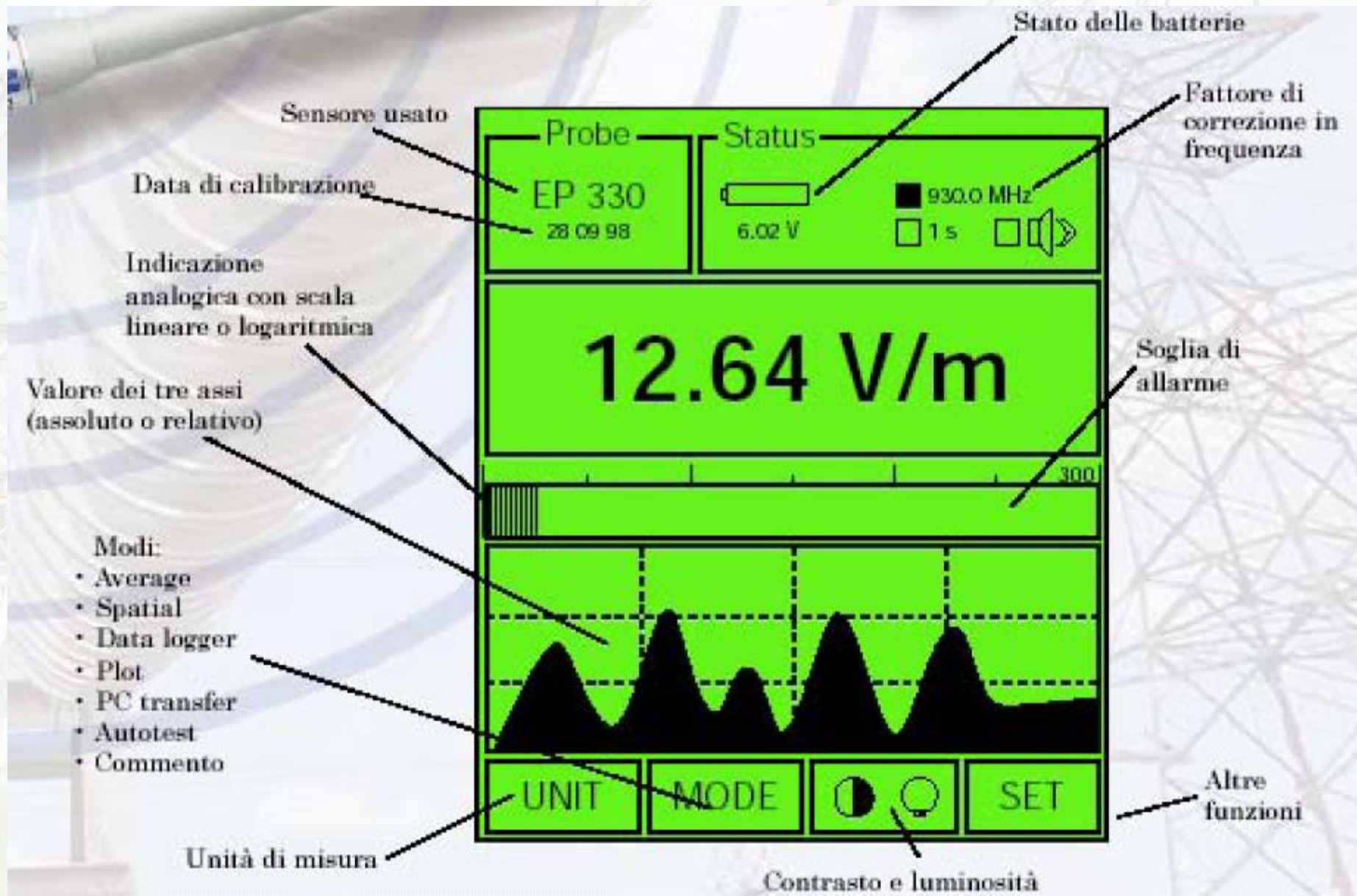
Fig. 1-4 EHP-200A/EHP-200AC axes

The sensitive elements are located approximately 8 mm below the external surface

PMM 8053B

Misuratore isotropo: E (5 Hz - 40 GHz); H (5 Hz - 30 MHz)



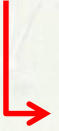


Misuratori individuali o personali, impropriamente detti *dosimetri*. Registrano l'andamento nel tempo dei livelli di esposizione individuale (residenziale e/o occupazionale)

misuratore isotropo di campo magnetico EnerTech Emdex Lite (40 Hz - 1 kHz)



Utili per valutazioni cumulative di lungo periodo nell'ambito di studi epidemiologici

 Gobba F, Bravo G, Rossi P, Contessa G.M, Scaringi M: "Occupational and environmental exposure to Extremely Low Frequency Magnetic Fields: a personal monitoring study in a large group of workers in Italy". *Journal Of Exposure Science And Environmental Epidemiology* (2011) 1-12

STRUMENTI A BANDA LARGA

Vantaggi

- basso costo
- portabilità
- facilità d'uso

Svantaggi

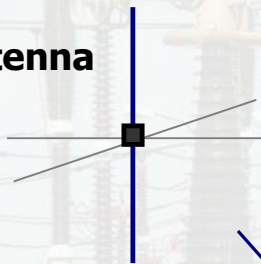
- bassa accuratezza ($\pm 30\%$)
- informazioni limitate sulle caratteristiche del campo
- calibrazione solo per segnali sinusoidali
- non in grado di misurare transienti: necessità di strumentazione più sofisticata



STRUMENTI A BANDA STRETTA

nel dominio della frequenza

Antenna

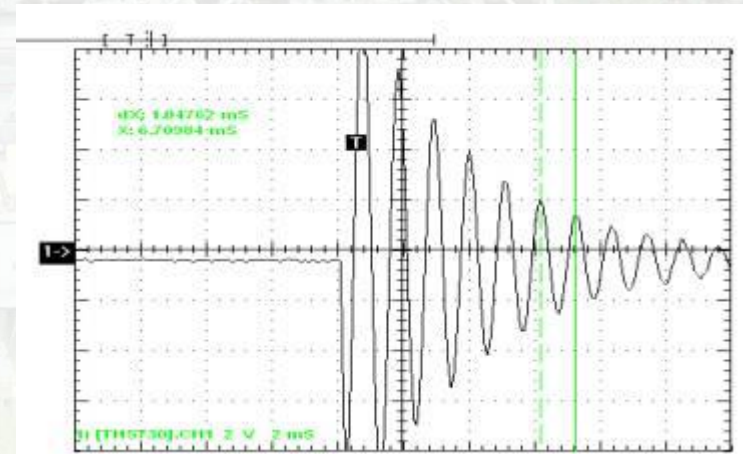


Connections



SPECTRUM ANALYZER

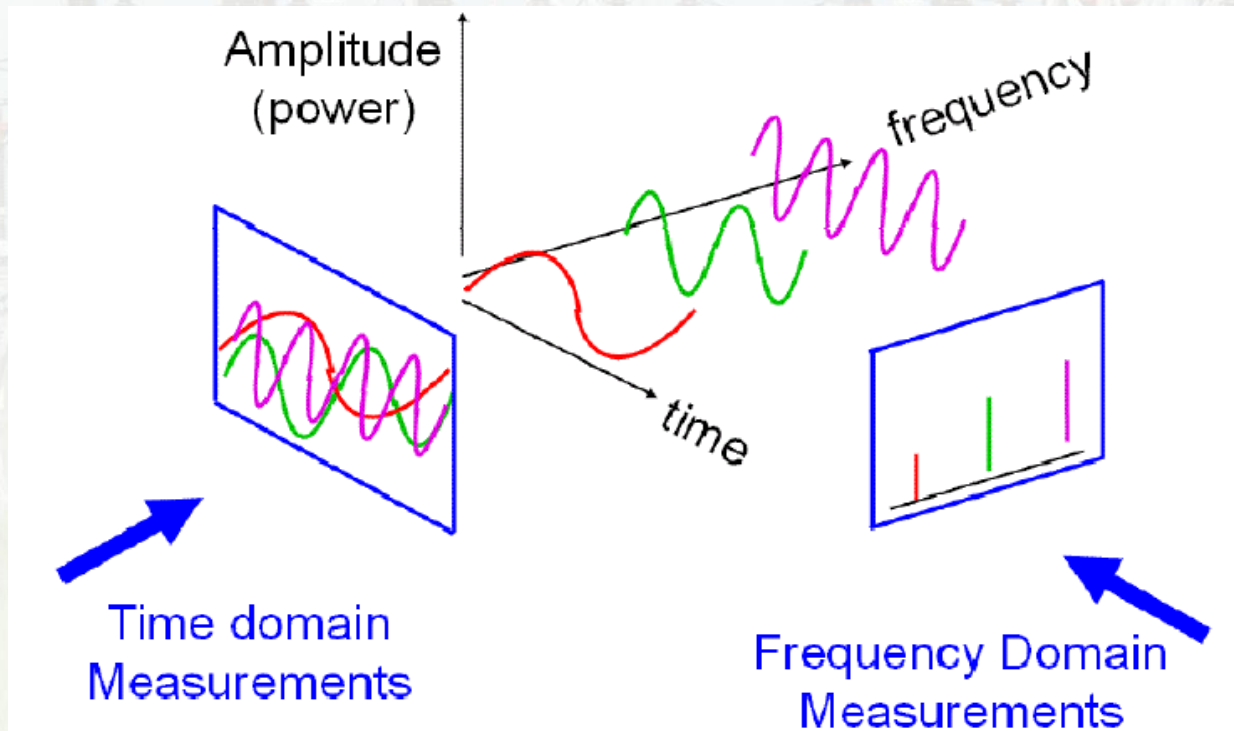
Osservazione nel dominio del tempo



DIGITAL OCSILLOSCOPE

Tipologie di misure: 1) Nel dominio della frequenza 2) Nel dominio del tempo

- **L'analizzatore di spettro** permette di visualizzare lo spettro del segnale in ingresso, ovvero la sua composizione in frequenza
- **L'oscilloscopio** permette di visualizzare la variazione nel tempo del segnale in ingresso



Schema a blocchi catena in banda stretta

ANTENNA
RICEVENTE

CAVO
COASSIALE

ANALIZZATORE
DI SPETTRO

PERSONAL
COMPUTER

STRUMENTI A BANDA STRETTA

Vantaggi

- migliore accuratezza
- informazioni complete sui contributi in frequenza



Svantaggi

- costo elevato
- complessità d'utilizzo e necessità di personale altamente qualificato
- difficili da trasportare

nuovi strumenti compatti
sul mercato

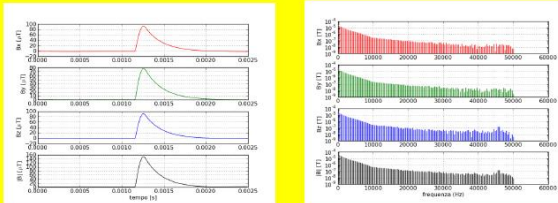


STRUMENTI PARTICOLARI

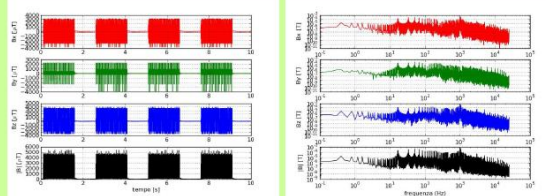
1. Segnali complessi

Campi con forma d'onda complessa: un caso frequente!

Stimolazione magnetica transcranica

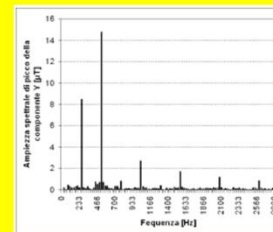
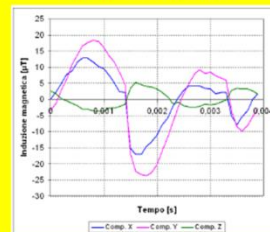


Campi di gradiente della risonanza magnetica

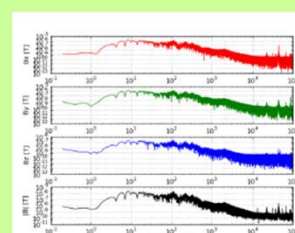
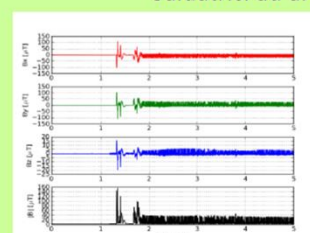


Campi con forma d'onda complessa: un caso frequente!

Elettrodomestici

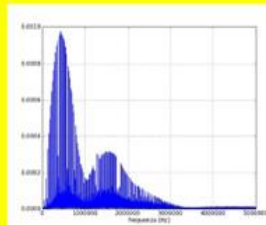
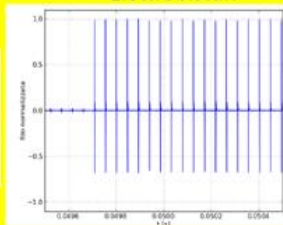


Saldatrici ad arco

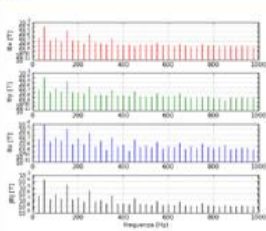
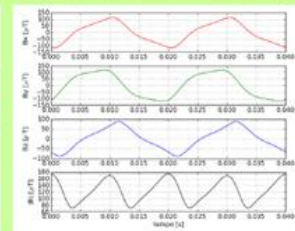


Campi con forma d'onda complessa: un caso frequente!

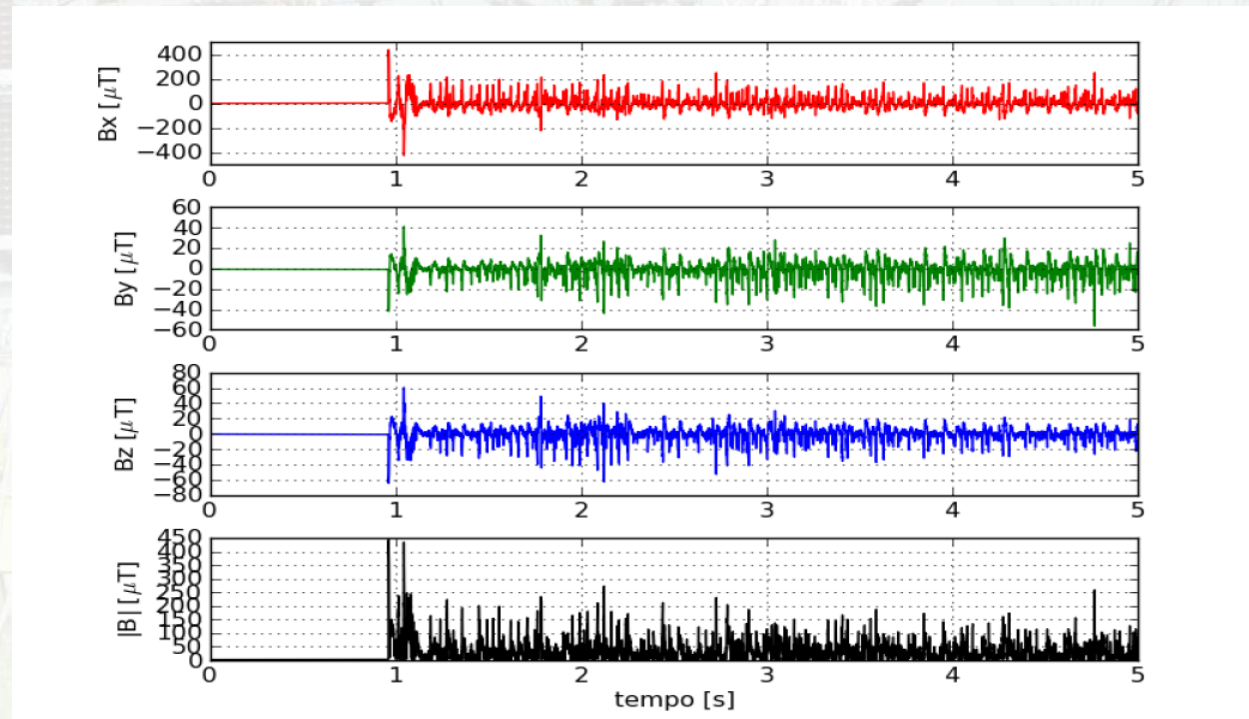
Elettrobisturi



Machina da cucire industriale



Saldatrici ad arco

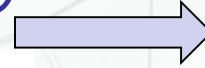


http://www.portaleagentifisici.it/fo_campi_elettromagnetici_viewer_for_macchianario.php?&lg=IT&objId=21592

Difficoltà di misura:

➤ misuratori a banda larga spesso inefficienti

➤ necessità di strumentazione più sofisticata



PMM 8053B
E (5 Hz - 40 GHz);
H (5 Hz - 30 MHz)



Misuratori a banda larga dotati del modulo per il calcolo dell'indice WP



- Sonda di campo magnetico
- 1Hz-400kHz

Disponibilità di 3 uscite analogiche che possono essere acquisite con unità esterne.



Exposure Level Tester ELT-400



www.narda-sts.com



ELECTRIC AND MAGNETIC FIELD ANALYZER
EHP-50F

Selective and broadband low frequency field analysis

- ▲ Precise measurement of electric and magnetic fields with just one device
- ▲ Wide frequency range from 1 Hz to 400 kHz with high measurement dynamic range
- ▲ FFT method for selective and wideband measurement in all 3 spatial directions
- ▲ Weighted Peak measurements in accordance with ICNIRP 2010, ICNIRP 1998 and EMF Directive 2013/35/EU
- ▲ Time domain measurement method for exact capture of complex signal shapes
- ▲ Optical interface for remote control and result display avoids distortion of the field under test
- ▲ Autonomous measurement operation for up to 24 hours with built in data logger
- ▲ Control and display using a PC or the NBM-550 Broadband Field Meter



EHP-50F

NHT-3D ANALYSER FOR COMPLEX SIGNALS

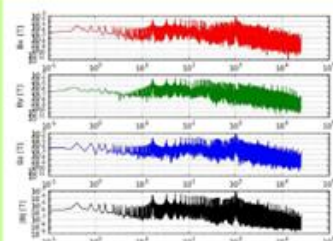
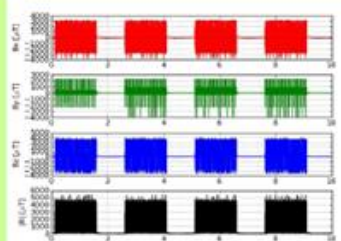
KEY FEATURES:

- Selective measurements for magnetic induction (H) and electric fields with any form factor.
- Frequency range from DC - 40 GHz.
- Time domain analysis (oscilloscope mode with automatic and manual trigger)
Frequency domain analysis and FFT spectral analysis until 400 KHz in real time up to 65536points
- Dynamic Range > 100 dB without range changing
- Selectable indexes:
 - II98 (Icnirp 1998 Health Physics 74:494-522-1998)
 - WP10 (Icnirp 2010 Health Physics 99:816-836-2010)
 - IB50 (Time domain Analysis CEI EN 62233)
 - IRSS (Frequency domain Analysis CEI EN 62233)
- Calculation and display of RMS, IRMS, Max, Min, Instant, Fmax
- Display screen which indicates safety threshold limits according to current safety standards in the public or the professional sphere
- Complete signal monitoring with the possibility of multiple sessions
- Power supply: Li-ion battery with over 30 hours of operation time
- Fiber optic communication (up to 40mt)
- Firmware updating by user

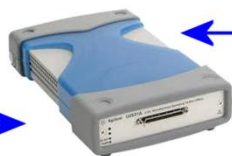


Campi di gradiente in RM

Campi di gradiente della risonanza magnetica



DAQ



RS-232

PC

ELT-400

ELT 400: Alla distanza 40 cm dal bore (tipica posizione di un operatore che si prende cura del paziente) e all'altezza di 1 m dal terreno (Punto OP)

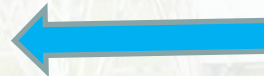




2. CAMPO MAGNETICO STATICO

Hall meters per i campi magnetici statici

Metrolab ETM-1
(campi magnetici statici)



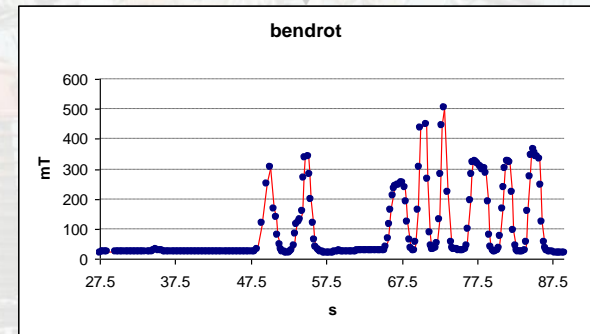
Metrolab THM-1176
Misuratore isotropo di
campi magnetici statici e
a bassa frequenza (DC - 1
kHz)

Movimento nel campo statico: valutazione dell'esposizione

Il soggetto sperimenta un campo magnetico variabile nel tempo con componenti spettrali fino a qualche Hz



Magnetometro triassiale
ad effetto Hall Narda-
Metrolab THM1176
Bandwidth [DC ÷ 1kHz]



Posizione del sensore



- Testa destra
- Testa sinistra
- Fianco destro
- Fianco sinistro



La maggior parte delle azioni sono state eseguite con il sensore sul lato destro della testa

RISULTATI - campagna 1.5T e 3T

Campaign	Action	Duration [s]	B peak [T]	Max ΔB [T] over 3s	EU-2013/35+ICNIRP-2014		dB/dt peak [T/s]
					SENS-WP	HLTH-WP	
1.5T	A1	24.4	0.06	0.08	0.1	0.1	0.1
1.5T	A2	58.4	0.12	0.12	0.2	0.1	0.2
1.5T	A3	27.8	1.43	1.43	2.1	1.0	2.4
1.5T	A4	68.3	0.06	0.07	0.1	0.0	0.1
1.5T	A5	43.8	0.05	0.05	0.1	0.0	0.1
1.5T	A6	53.0	0.04	0.03	0.1	0.0	0.1
1.5T	A7	52.5	0.06	0.04	0.1	0.0	0.1
1.5T	A8	84.0	0.17	0.17	0.2	0.1	0.2
3T	A9	70.0	0.45	0.41	0.6	0.3	0.8
3T	A10	49.0	0.37	0.38	0.6	0.3	0.8
3T	A11	57.0	0.42	0.45	0.7	0.4	1.1
3T	A12	31.0	0.09	0.10	0.1	0.1	0.2
3T	A13	28.0	0.06	0.07	0.2	0.1	0.2
3T	A14	66.0	0.05	0.06	0.1	0.0	0.1
3T	A15	61.0	0.04	0.04	0.0	0.0	0.1
3T	A16	53.0	0.24	0.25	0.4	0.2	0.5
3T	A17	47.0	0.31	0.26	0.3	0.1	0.4
3T	A18	40.0	0.34	0.28	0.4	0.2	0.6
3T	A19	27.0	0.43	0.46	0.8	0.4	1.1

RISULTATI - campagna 7T

Action	Dataset				Duration [s]	B peak [T]	Max ΔB [T] over 3s	EU-2013/35+ICNIRP-2014		dB/dt peak [T/s]
	Subject	Probe	Probe pos.	Run				SENS-WP	HLTH-WP	
A20	A	MF	Head-Right	1	111.0	1.16	1.39	4.9	<u>2.2</u>	<u>5.6</u>
A20	A	HF	Head-Right	Single	91.0	<u>1.55</u>	1.84	<u>7.7</u>	2.1	4.9
A20	B	MF	Head-Right	2	86.0	1.46	<u>1.96</u>	3.0	1.7	4.3
A21	A	MF	Head-Right	2	98.0	0.92	1.07	<u>5.1</u>	1.2	2.6
A21	A	MF	Head-Right	3	105.0	<u>1.20</u>	<u>1.33</u>	3.7	<u>1.6</u>	<u>3.8</u>
A22	A	HF	Head-Right	Single	86.0	2.58	2.24	6.9	<u>2.8</u>	<u>7.1</u>
A22	B	MF	Head-Right	1	91.0	2.94	<u>3.34</u>	3.0	1.6	3.5
A22	B	MF	Head-Right	2	88.0	<u>3.02</u>	3.16	<u>7.3</u>	2.8	6.9
A23	B	MF	Hip-Left	Single	189.1	<u>1.67</u>	1.86	2.7	1.4	3.6
A23	B	MF	Head-Right	2	203.1	1.40	<u>1.93</u>	<u>5.1</u>	<u>2.1</u>	<u>5.2</u>
A24	B	MF	Head-Right	1	234.1	1.70	1.70	<u>3.4</u>	1.1	2.7
A24	B	MF	Head-Left	Single	219.1	<u>2.01</u>	<u>2.35</u>	2.2	<u>1.2</u>	<u>2.9</u>
A25	B	MF	Head-Right	1	76.0	2.05	<u>2.06</u>	9.9	2.8	6.4
A25	B	MF	Head-Right	2	67.0	<u>2.06</u>	2.04	<u>13.1</u>	<u>3.7</u>	<u>8.5</u>

3. Misure di corrente indotta negli arti

- restrizioni sulle correnti indotte (mA) negli arti (10 - 110 MHz)
 - garantiscono il rispetto delle restrizioni sul SAR locale negli arti



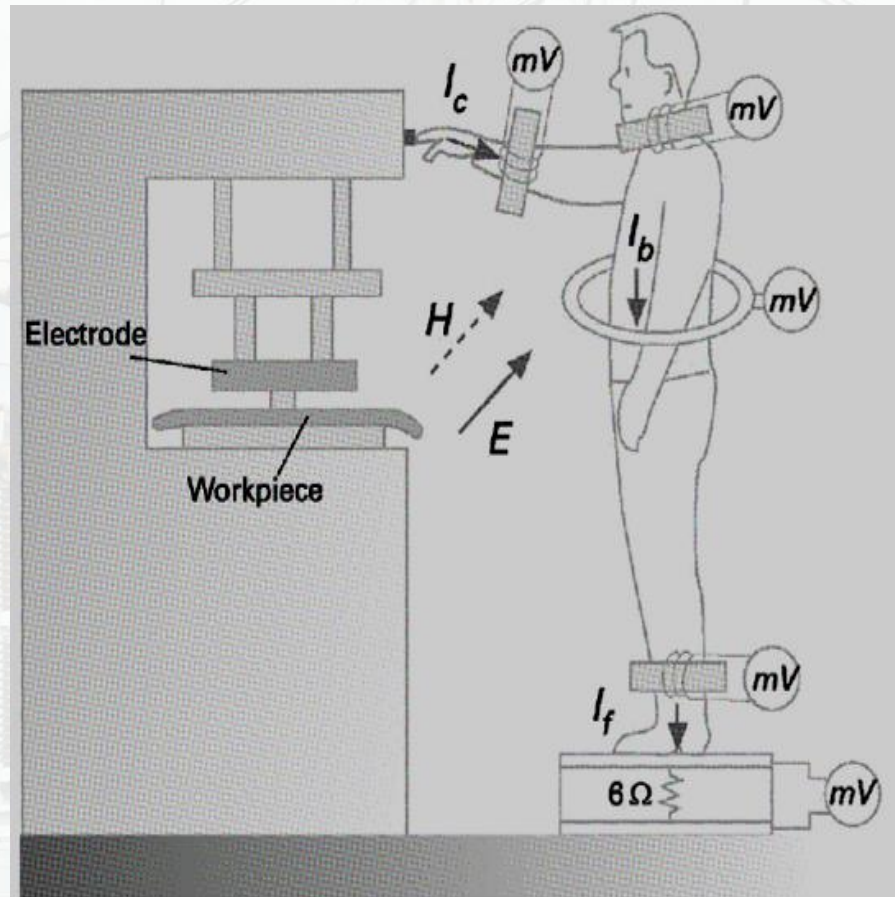


Fig. 2. Radiofrequency heat sealer and measurement of induced body currents.