

Progetto 2: - Rischi diretti e indiretti per la salute e la sicurezza di lavoratori e pazienti derivanti dall'utilizzo nelle strutture sanitarie di tecnologie emergenti basate sui campi elettromagnetici

Responsabile scientifico: Rosaria Falsaperla

INAIL – Settore Ricerca, Monte Porzio Catone - Roma

r.falsaperla@inail.it

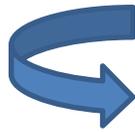
UNITA' OPERATIVE

- **U.O. I: INAIL** - *Dipartimento di Igiene del Lavoro - Laboratorio Radiazioni Non Ionizzanti*
- **U.O. II: ISS** - *Radiazioni Non Ionizzanti*
- **U.O. III:ISS** - *Bioingegneria Cardiovascolare*
- **U.O. IV: CNR** - *Istituto di Fisica Applicata "Nello Carrara" (IFAC)*
- **U.O. V: ENEA** - *Unità Tecnica di Biologia delle Radiazioni e Salute dell'Uomo (UT BIORAD)*
- **U.O. VI** - *Policlinico S. Matteo (Pavia)*

U.O. esterne collaboranti:

- *Ospedale San Giovanni Calibita Fatebenefratelli*
- *Fondazione Santa Lucia*
- *Ospedale Pediatrico Bambino Gesù*

Attività delle U.O. I, II, IV, V, VI



valutazione rischi diretti

Attività dell'U.O. III (ISS - *Bioingegneria Cardiovascolare*)



valutazione rischi indiretti

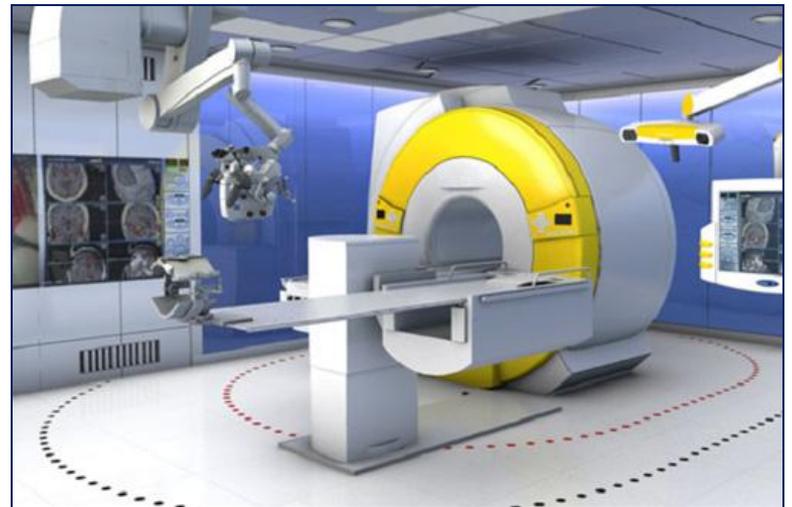
(valutazione dei rischi per il lavoratore portatore di dispositivi impiantabili attivi, aggiornamento delle conoscenze sui fattori determinanti per i rischi derivanti da tecnologie elettromagnetiche in uso e/o di prossima introduzione in ambiente sanitario.....)

II ANNO DI ATTIVITÀ

- *Risonanza Magnetica:*
 - *valutazione delle grandezze radiometriche*
 - *misura delle proprietà dielettriche dei tessuti a bassissima frequenza*
- *Elettrobisturi: caratterizzazione e misura dei segnali emessi*
- *Interconfronto tra sw per la dosimetria numerica in bassa frequenza*

ESPOSIZIONE DEGLI OPERATORI IN RM

- *definizione di un protocollo operativo per la valutazione delle grandezze radiometriche*
- *sviluppo di un sistema per la misura delle proprietà dielettriche dei tessuti a bassissima frequenza ($f < 10$ Hz)*



VALUTAZIONE DELLE GRANDEZZE RADIOMETRICHE

Approfondimento ed estensione su scanner 3T dello studio già effettuato su scanner 1.5 T “total body” e 3 T parziale-testa.



Weighted-peak assessment of occupational exposure due to MRI gradient fields and movement in non-homogeneous static magnetic field

D. Andreuccetti¹, G. M. Contessa², R. Falsaperla², R. Lodato³, R. Pinto³, N. Zoppetti¹ and P. Rossi²

Accettato e in corso di pubblicazione su Medical Physics.

Presentato un estratto al XXXV Congresso Nazionale di Radioprotezione.

(Venezia 17 – 19 ottobre 2012)

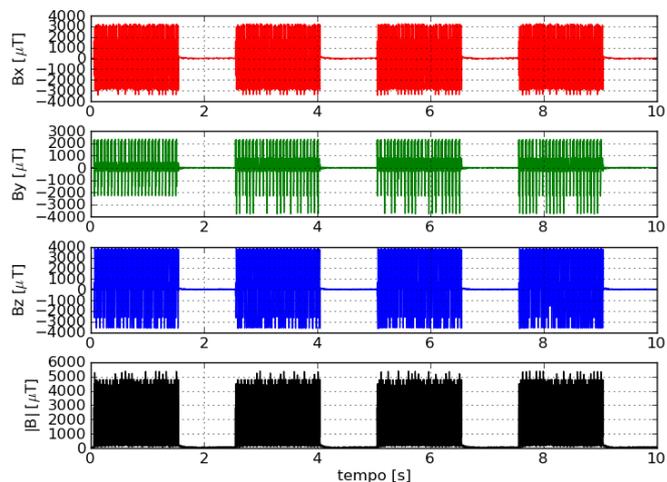
Su scanner 3 T presso
Ospedale Bambino Gesù:

- *già effettuate misure di campi magnetici di gradiente (i dati sono in corso di elaborazione)*
- *previste misure del campo magnetico in bassa frequenza indotto dal movimento dell'operatore nel campo statico (campo variabile "percepito")*



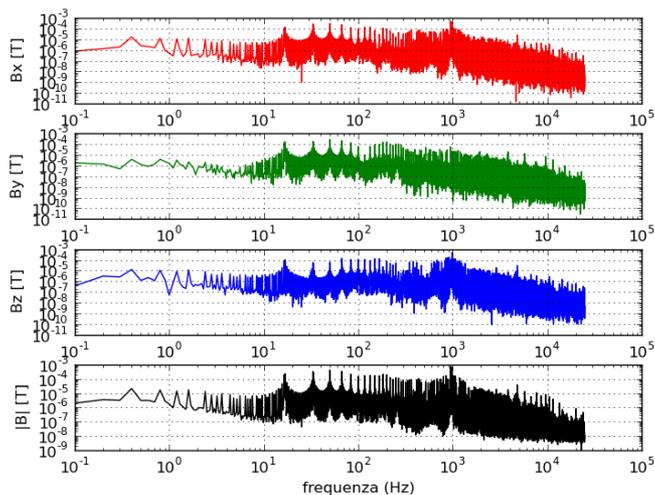
Misure di campi di gradiente in Risonanza Magnetica

Misure ed elaborazioni nel dominio del tempo



Tc [s]	2e-05
N campioni	500000
B massimo [T]	0.00539
t@Massimo [s]	0.49138
B rms [T]	0.00180
WP2003occ dt	99.0247
WP1998occ dt	98.9676
WP2010occ dt	14.410433

Elaborazioni nel dominio della frequenza



N righe spettrali	250001
Risoluzione spettrale [Hz]	0.1
B rms [T]	0.00180
Riga piu' ampia [T]	0.00075
f @ Riga piu' ampia [Hz]	949.9
II1998occ (A)	1691.2313
II1998occ (B)	1822.2406
WP2003occ (passa basso 2003_angoli)	127.31259
WP2003occ (passa basso 2003 primo ordine)	99.318357
WP1998occ (filtro completo 1998 primo ordine)	99.284580
WP2010occ (filtro completo 2010 primo ordine)	14.503823

Misura delle proprietà dielettriche di tessuti biologici a bassissima frequenza

Il personale sanitario operante nei pressi di apparati per RM si muove in presenza di un gradiente di campo magnetico statico. Tale scenario di esposizione equivale alla situazione di un soggetto immobile in un campo magnetico variabile nel tempo con contenuto in frequenza fino a 1 Hz.

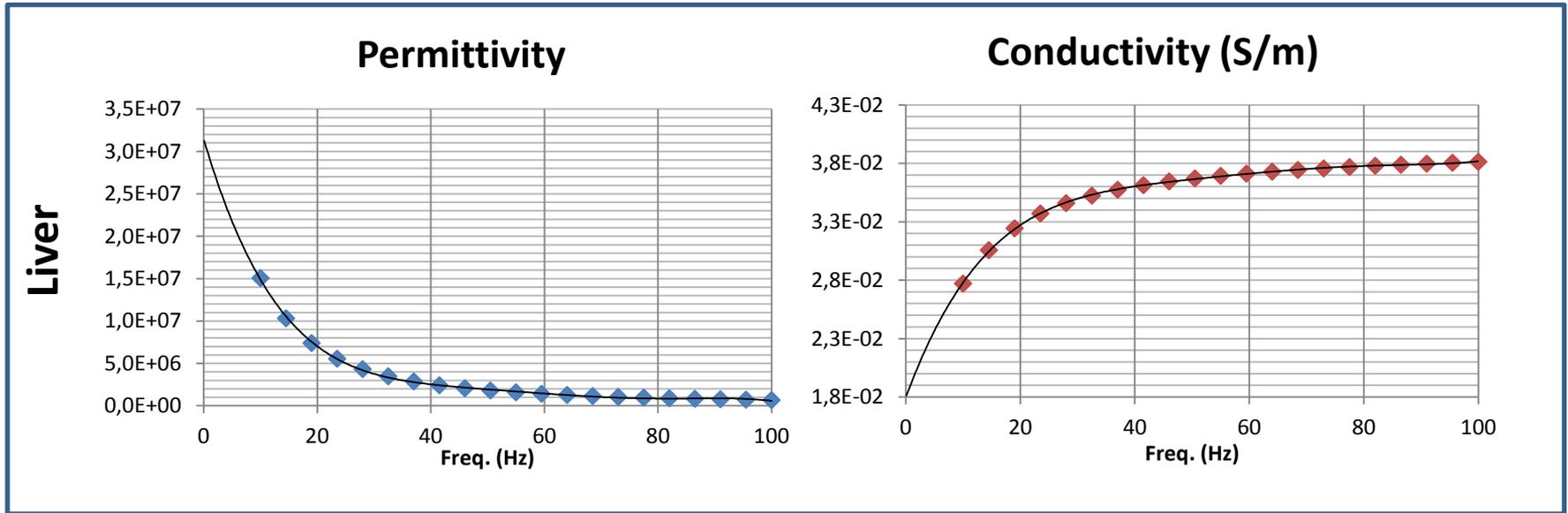
Le proprietà dielettriche dei tessuti (permittività ϵ e conducibilità σ) sono utilizzate nei modelli numerici per il calcolo delle grandezze dosimetriche

confronto con i limiti di esposizione (ICNIRP)



Permittività e conducibilità per $f < 10$ Hz

➤ Estrapolazione da dati di letteratura (C.Gabriel *et al*)



considerata la carenza di dati sperimentali è stato sviluppato un sistema per la misura delle proprietà dielettriche di tessuti biologici a bassissima frequenza

- progettato e realizzato un setup per la misura dei parametri dielettrici dei tessuti biologici a bassa frequenza
- realizzato un programma di gestione automatica della misura ed elaborazione dei dati
- effettuati dei test per verificare il corretto funzionamento alle frequenze di nostro interesse
- effettuate misure su campioni di fegato bovino in un range di frequenze compreso tra 0.1 Hz e 1 kHz e ricavati i valori di ϵ e σ poi confrontati con i dati presenti in letteratura e quelli estrapolati ($f < 10\text{Hz}$).

Si prevede di effettuare misure su altri tessuti biologici (pancreas, milza, rene)

Caratterizzazione e misura dei segnali emessi da elettrobisturi

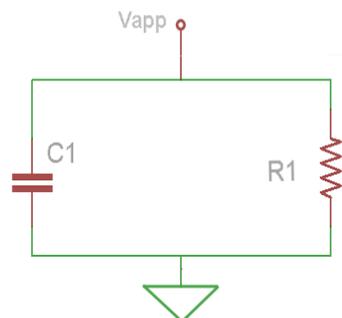
- calcoli dosimetrici preliminari all'organizzazione di una campagna di misura
- campagna presso il laboratorio del Reparto di Bioingegneria Cardiovascolare dell'ISS. 3-4 ottobre 2012:
 - ❖ *segnale continuo (modalità cut)*
 - ❖ *segnale impulsivo (modalità fulgurate)*
 - ❖ *differente disposizione dei cavi e distanza dal fantoccio*

I dati sono in fase di elaborazione.

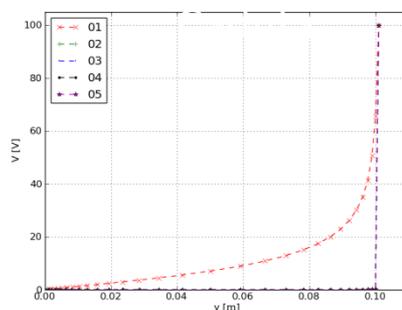
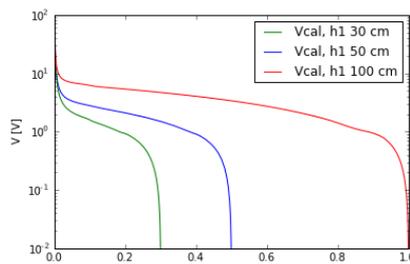
Calcoli dosimetrici preliminari per predisposizione campagna di misure su elettrobisturi

Impedenza del fantoccio

Modello circuitale a contatto

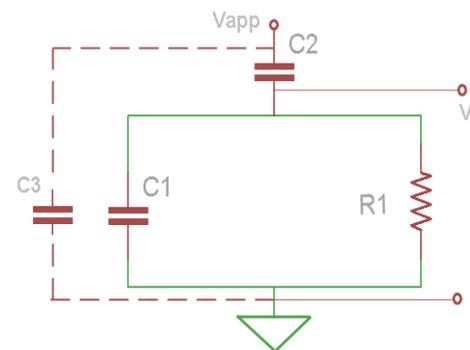


Caduta di potenziale nel liquido (a contatto)

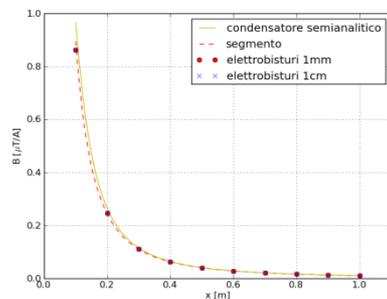
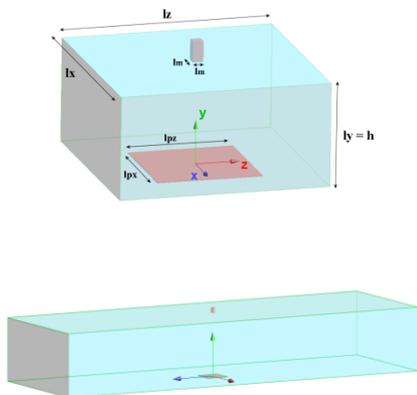


Caduta di potenziale nel gap (NON a contatto)

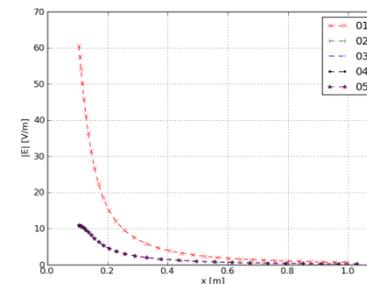
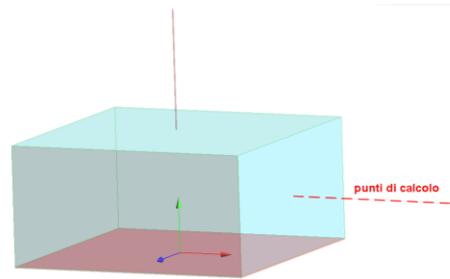
Modello circuitale NON a contatto



Campo magnetico esterno

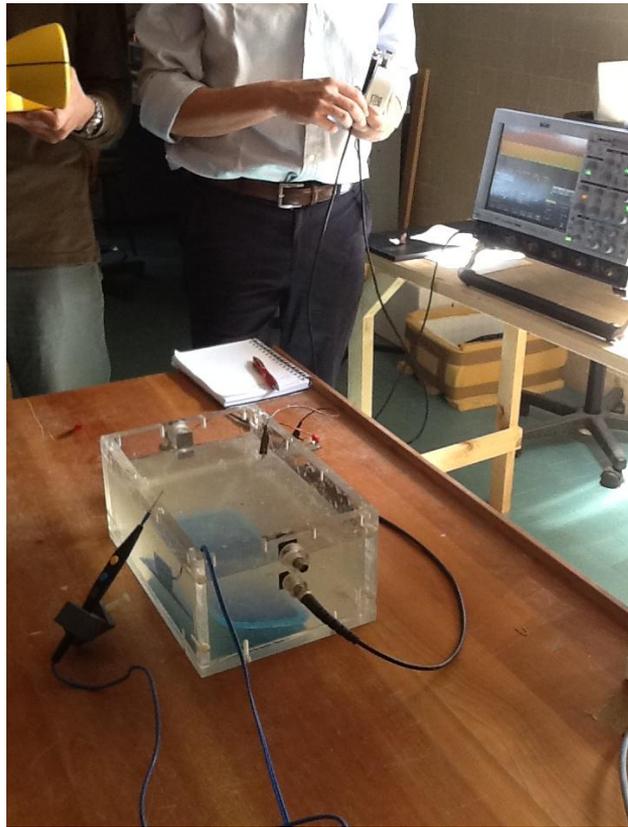


Campo elettrico esterno

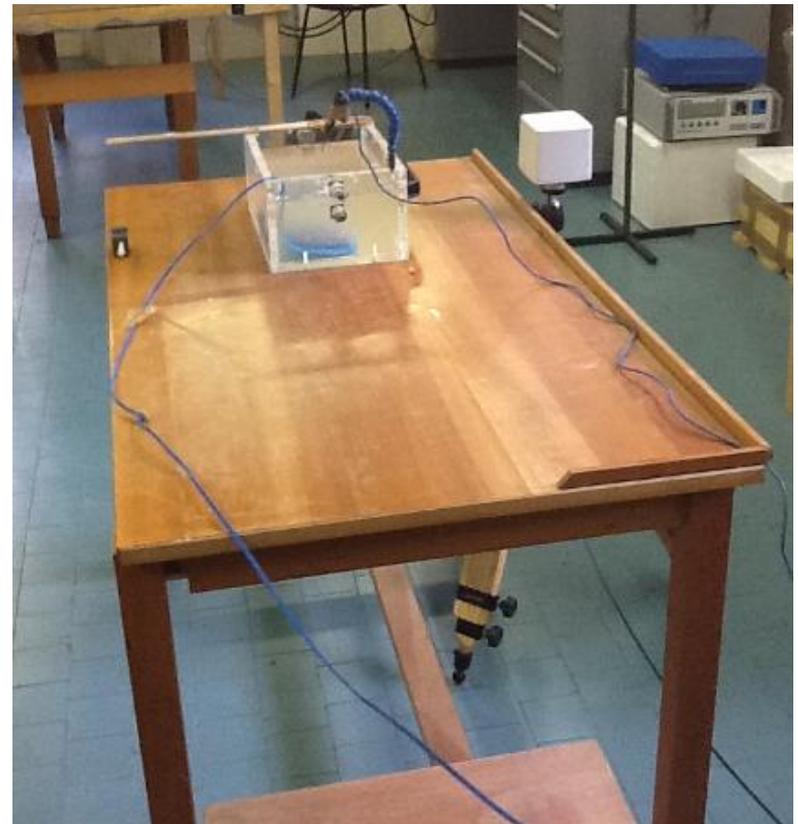


Misure con simulatore dielettrico di paziente (fantoccio)

Misure di segnale in condotta (V-I)



Misure di campo EM irradiato (E-H)





Cavi ravvicinati

Picco Massimo: 327 V/m @ 392 kHz



Cavi in configurazione «standard» (come da misure nelle tabelle)

Picco Massimo: 349 V/m @ 392 kHz



Cavi «lontani»

Picco massimo: 397 V/m @ 392 kHz



Cavi «lontani» (di cui uno più vicino al sensore)

Picco massimo: 440 V/m @ 392 kHz

Interconfronto tra pacchetti software per la dosimetria numerica a bassa frequenza

Ad oggi si riscontra:

- *limitata disponibilità e scarsa diffusione di applicativi per le basse frequenze (fino a qualche centinaio di kHz)*
- *assenza di una validazione estesa*

Scopo interconfronto:

- *validare i risultati dosimetrici di ogni singolo sw*
- *verificare la compatibilità dei risultati quando i sw sono applicati alla soluzione del medesimo problema*
- *evidenziare punti di forza e limiti di ciascun sw in modo da individuare gli ambiti applicativi più adatti*

APPLICATIVI ESAMINATI

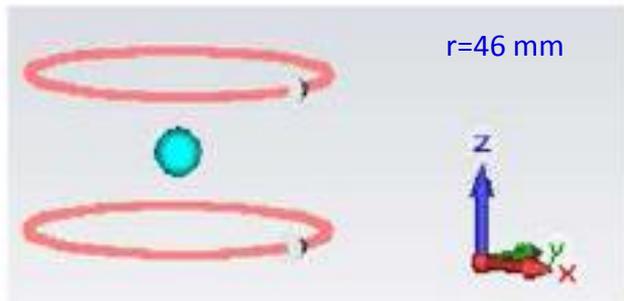
- SEMCAD X ELF - SPEAG
- Software sviluppato presso il CNR-IFAC di Firenze (indicato nel seguito con SPFD_IFAC)

Andreuccetti D and Zoppetti N

- EM STUDIO® - CST Computer Simulation Technology

MODELLI OMOGENEI

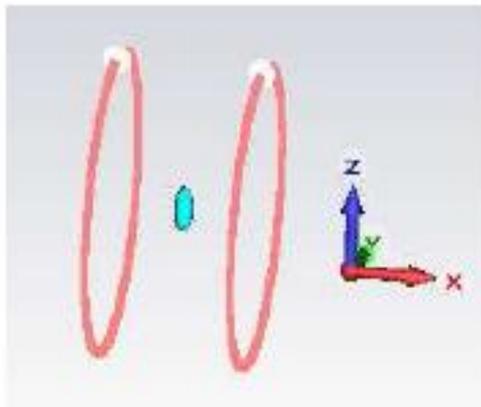
Differenti modelli Fase I



Sfera omogenea



Ellissoide omogeneo B_z (campo orientato lungo asse z)

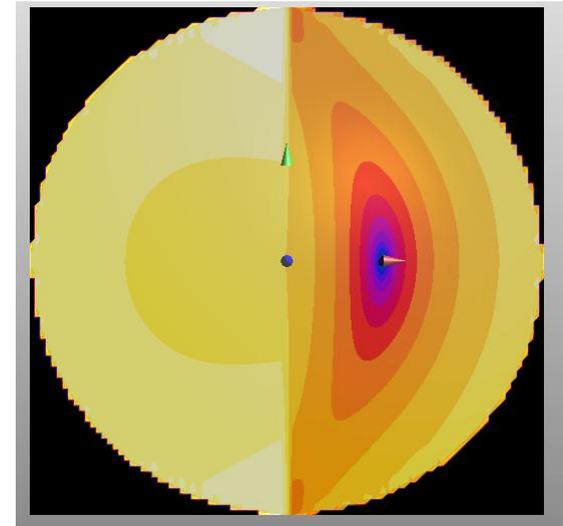
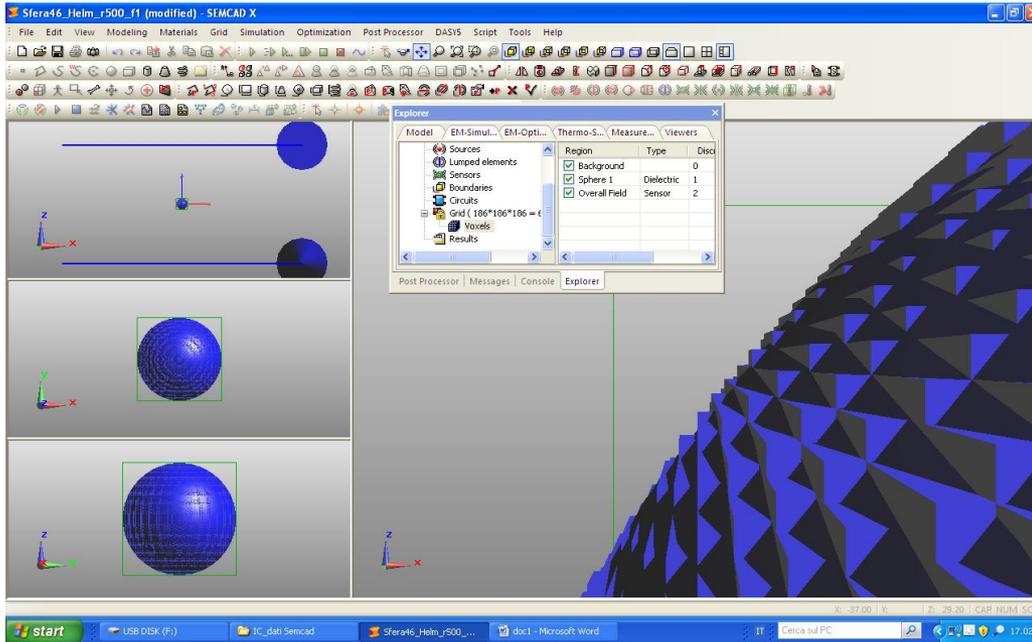


- Ellissoide omogeneo B_x (campo orientato lungo asse x)

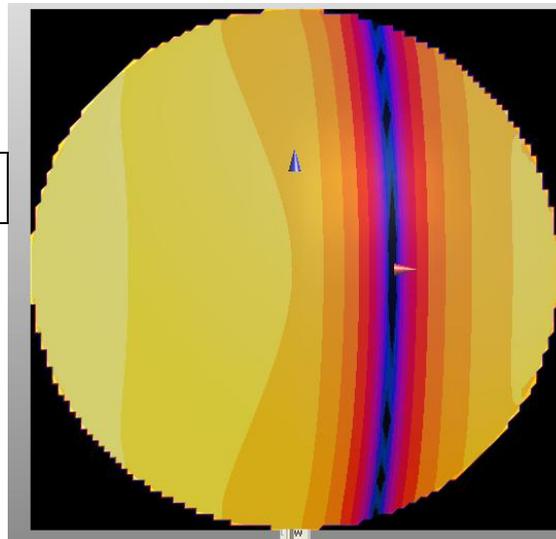


Parallelepipedo omogeneo

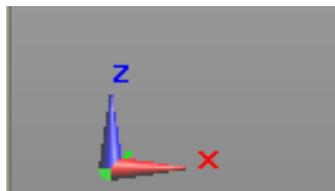
SEMCAD X – SFERA DISOMOGENEA



Campo elettrico sul piano $z = 0$



Campo elettrico sul piano $y = 0$



Progetto 2 del Programma Strategico 2008 "Sicurezza e Tecnologie Sanitarie" (SITES) del Ministero della Salute

 [Vai alla sezione pubblica](#)

Gruppo di lavoro

- Mailing list del gruppo
- Elenco e composizione delle unità operative

Documentazione prodotta dal gruppo di lavoro

- Pubblicazioni
- Documentazione tecnica di uso interno
- Foto elettrobisturi in sala operatoria (Ospedale Fatebenefratelli)

Campagne di misura

- Gradienti MRI Bambino Gesù 20 giugno 2012
- Elettrobisturi ISS 3-4 ottobre 2012

Bibliografia

- Bibliografia generale
 - Normative e prescrizioni di sicurezza e salute
 - Proprietà dielettriche
 - RFID / Dispositivi impiantabili
 - Telefonia / Dispositivi impiantabili
 - Stimolazione elettrica transcutanea dei nervi (TENS)
 - Stimolazione magnetica transcranica (TMS)
 - TMS-basics