



Problematiche di misura delle emissioni degli elettrobisturi – prime ipotesi per una procedura standardizzata

Daniele Andreuccetti

IFAC-CNR, Firenze

Riunione presso ISS, 19 giugno 2013

1



VALUTAZIONE DELL'ESPOSIZIONE UMANA AD APPARATI ELETTROBISTURI



Da ICNIRP-2010

Tre categorie di esposti:

- **Il chirurgo.** Esposizione occupazionale. Poiché tiene la sorgente in mano, la sua esposizione non può essere valutata con misure di campo e occorre ricorrere a metodi dosimetrici con modellazione specifica (ICNIRP 2010 pag.827). Questi, per il campo elettrico (che è l'agente più significativo), risultano onerosi sia in fase di predisposizione (teatro espositivo complesso) sia in fase di esecuzione (risorse di calcolo).
- **Il personale ausiliario.** Esposizione occupazionale.
- **Gli esposti accidentali** (stanze vicine, persone di passaggio etc). Esposizione della popolazione.
- **Negli ultimi due casi ha senso la verifica dei livelli di riferimento.**

Spatial averaging of external electric and magnetic fields

Reference levels have been determined for the exposure conditions where the variation of the electric or magnetic field over the space occupied by the body is relatively small. In most cases, however, the distance to the source of the field is so close that the distribution of the field is non-uniform or localized to a small part of the body. In these cases the measurement of the maximum field strength in the position of space occupied by the body always results in a safe, albeit very conservative exposure assessment.

For a very localized source with a distance of a few centimeters from the body, the only realistic option for the exposure assessment is to determine dosimetrically the induced electric field, case by case. When the distance exceeds 20 cm, the distribution of the field becomes less localized but is still non-uniform, in which case it is possible to determine the spatial average along the body or part of it (Stuchly and Dawson 2002; Jokela 2007). The spatial average should not exceed the reference level. The local exposure may exceed the reference level but with an important provision that the basic restriction shall not be exceeded. It is the task of standardization bodies to give further guidance on the specific exposure situations where the spatial averaging can be applied. This guidance shall be based on well established dosimetry. The standardization bodies also may derive new reference levels for special types of non-uniform exposure.

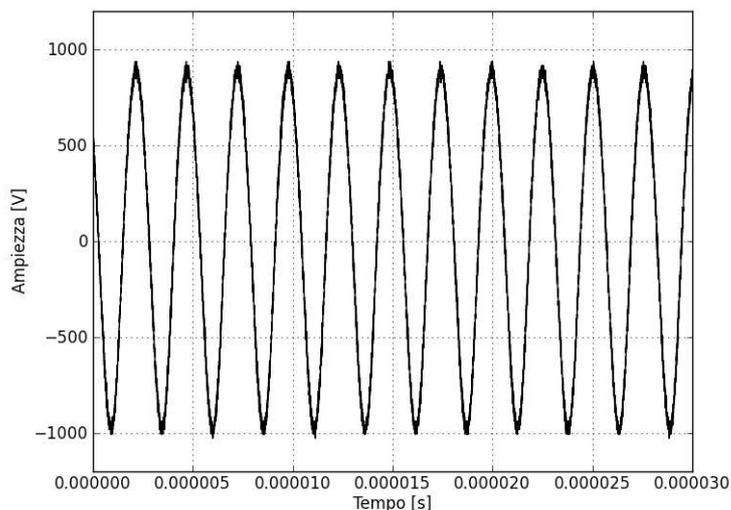
Valutazione dell'esposizione umana ad apparati elettrobisturi

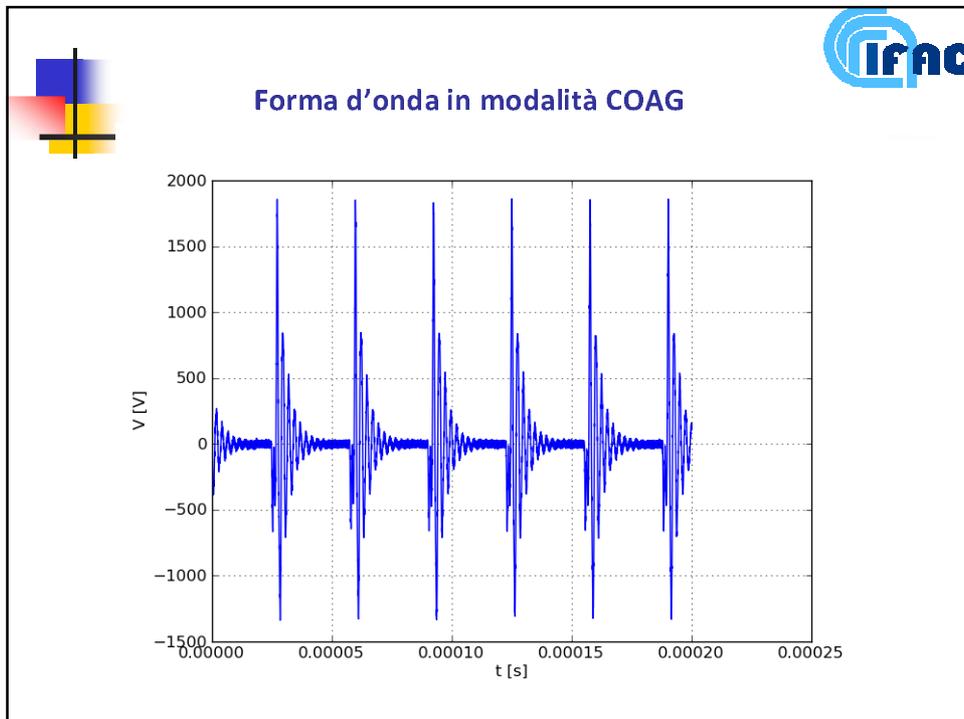


Dalle indagini fin qui eseguite è emerso che:

- Il campo elettrico ha maggior rilevanza protezionistica del campo magnetico.
- Il campo elettrico è massimo quando l'erogazione viene attivata "a vuoto" (senza contatto tra manipolo e paziente o carico equivalente).
- Il campo elettrico è massimo quando è massima la tensione (modalità di uso COAG e similari).
- Il campo magnetico è massimo quando il contatto tra manipolo e carico è buono (al limite in corto circuito).
- Il campo magnetico è massimo quando è massima la corrente (modalità d'uso CUT).
- Nella modalità CUT la forma d'onda è una sinusoida distorta.
- Nelle modalità COAG, SPRAY, FULG e simili la forma d'onda è molto più complessa ed assimilabile a "burst" smorzati ripetuti.

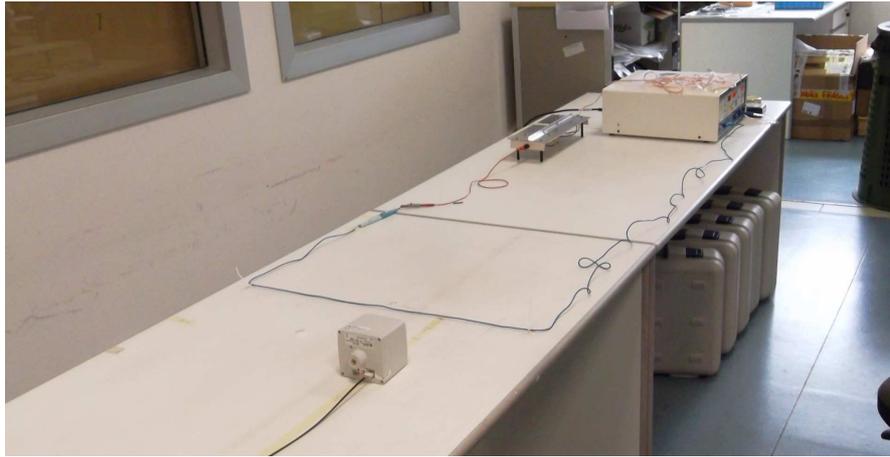
Forma d'onda in modalità CUT



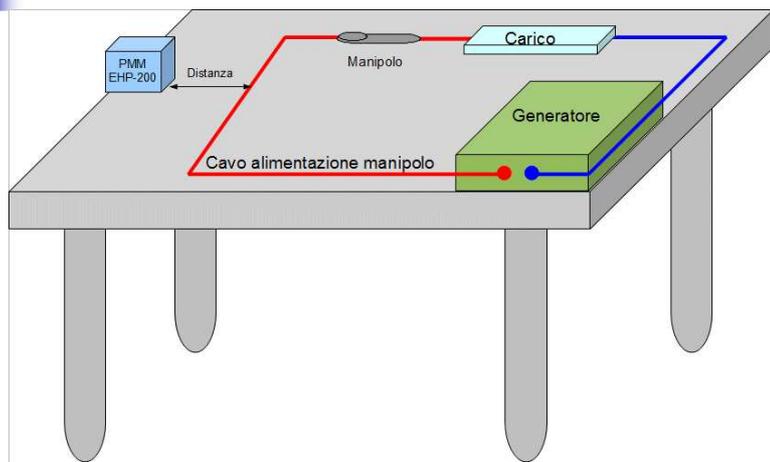


- 
- ### Osservazioni relative al set-up
- Un setup standardizzato (simile a quelli previsti dalle norme CENELEC sulle saldatrici) ha senso solo per il personale ausiliario e gli esposti accidentali.
 - Lo scopo può essere quello di stabilire delle distanze "di rispetto" dai conduttori, oltre le quali sono rispettati i livelli di riferimento pertinenti.
 - A questo scopo può essere opportuno predisporre un setup che seleziona un tratto di conduttore allontanando il resto della sorgente.

Osservazioni relative al set-up



Osservazioni relative al set-up





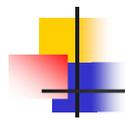
Osservazioni relative al carico

- Il carico è critico, perché la forma d'onda generata (e quindi gli indici) può dipendere sensibilmente dal carico (probabilmente dalla parte reattiva, vedi fdo_vs_load.pdf).
- L'uso di un fantoccio permette di simulare molto da vicino le reali modalità di funzionamento, ma quanto sarà vicina l'impedenza (reattiva) del fantoccio rispetto a quella dei tessuti su cui si opera?
- L'uso del fantoccio comunque ha mostrato che il funzionamento in condizioni "con arco" assomiglia molto ad un alternarsi di funzionamento "a vuoto" e funzionamento in condizioni di "buon contatto" (bassa impedenza).



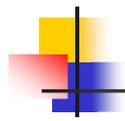
Osservazioni relative al carico

- Probabilmente, l'approccio più semplice e sensato è fare le misure a vuoto per la componente elettrica, con carico "normalizzato" (tester per elettrobisturi) di basso valore per la componente magnetica.
- In condizioni di resistenza di carico "bassa" è ipotizzabile una minor influenza delle parte reattiva (da verificare).
- In ogni caso, le misure andranno scalate in ragione della massima tensione e della massima corrente erogabili dall'apparato.



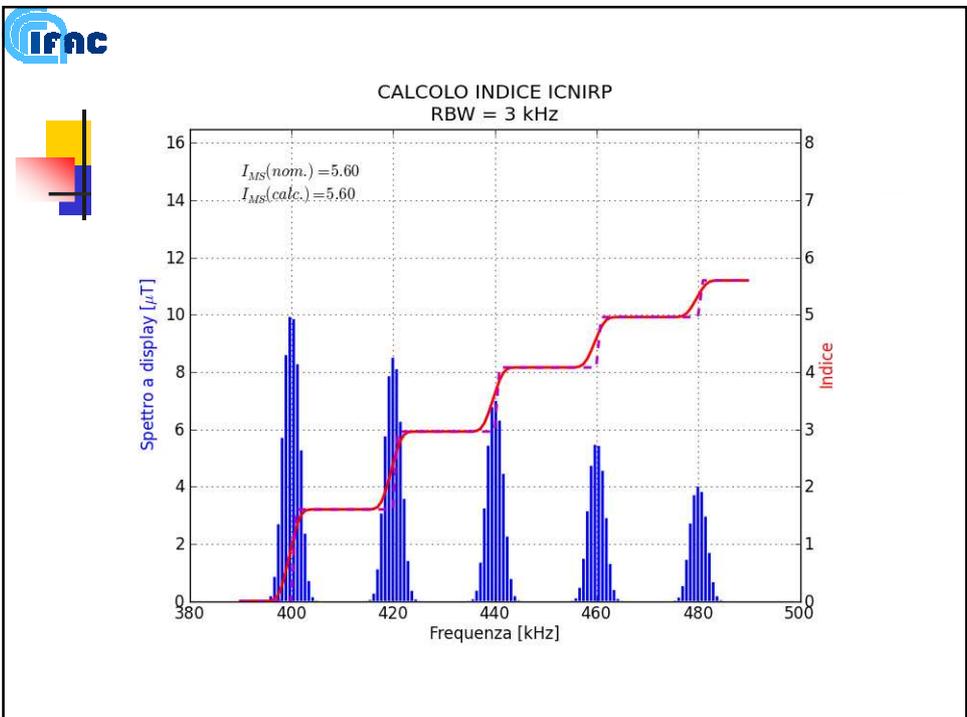
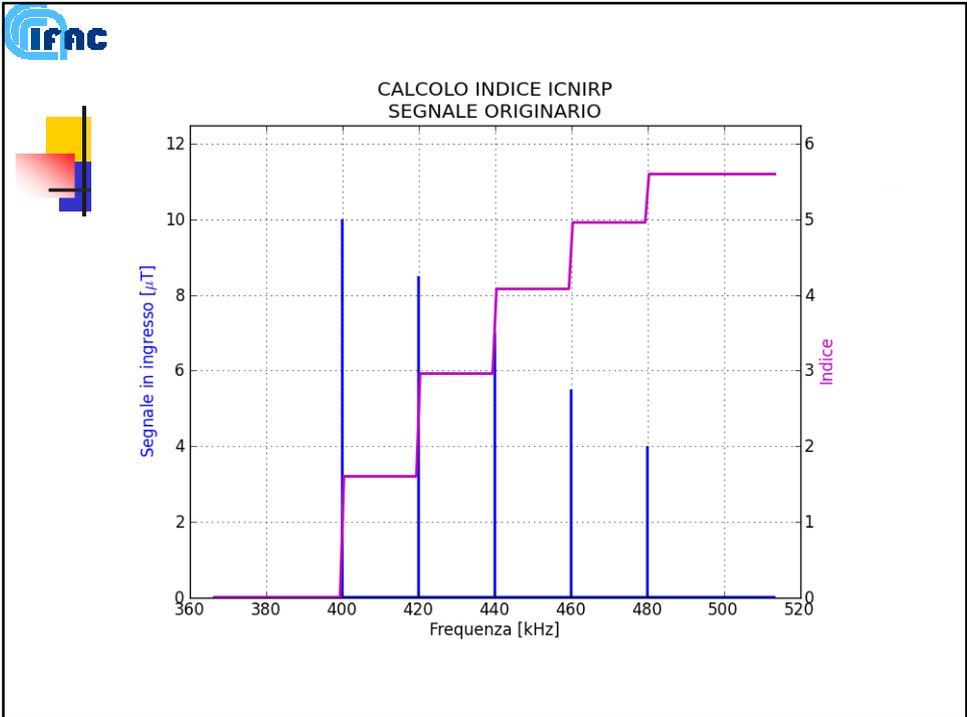
Metrica di valutazione

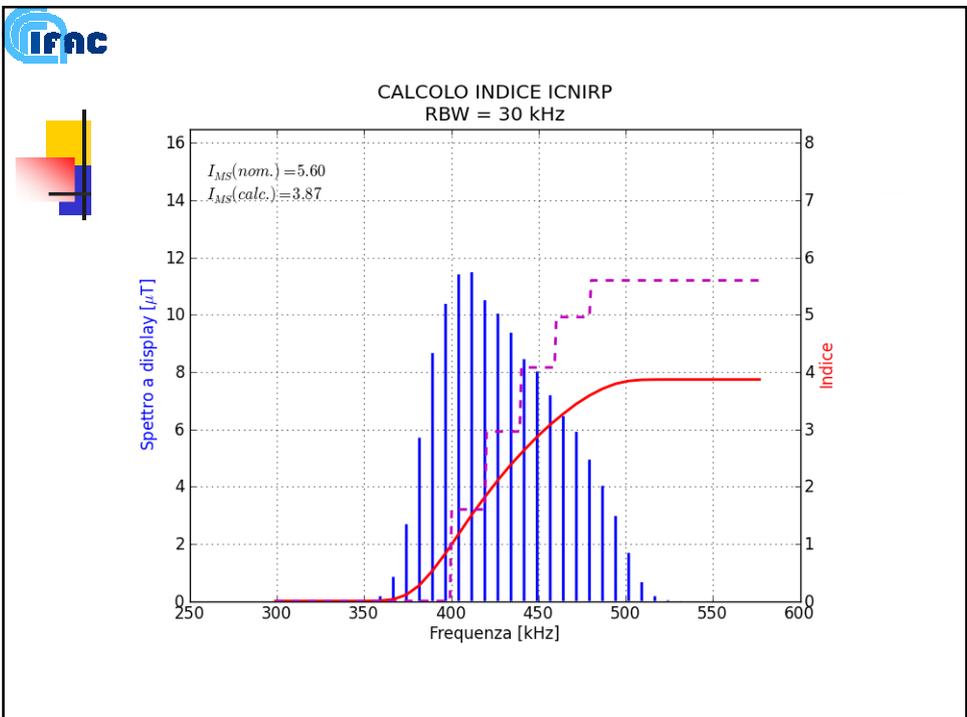
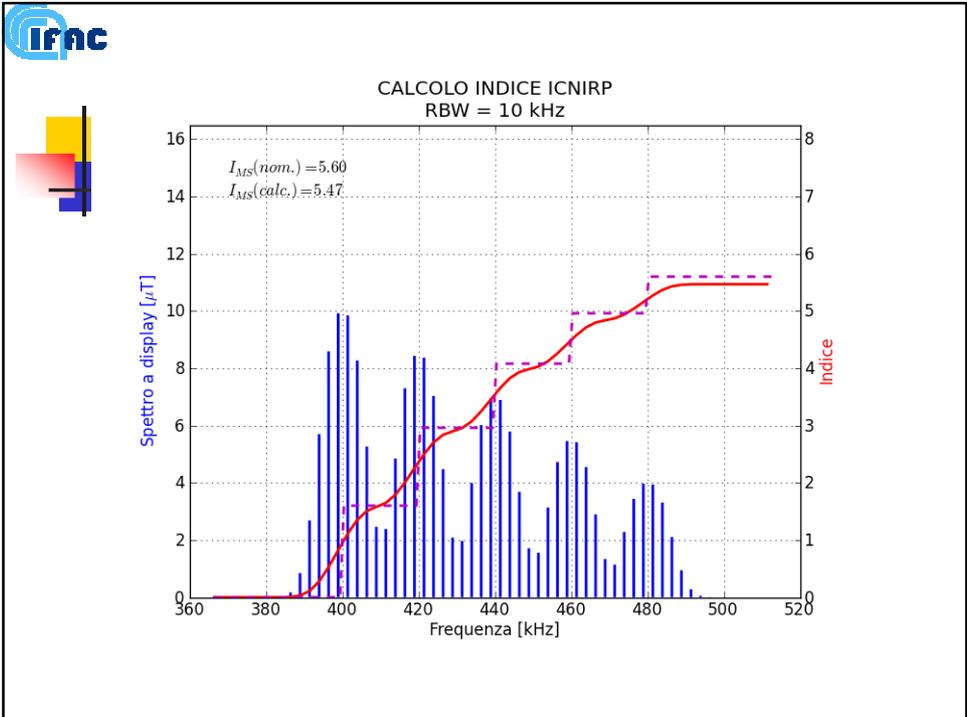
- Sembra confermato che l'aspetto più rilevante dell'esposizione è quello relativo agli effetti di stimolazione.
- Verrebbe da dire che la metodica più appropriata è costituita dal metodo del picco ponderato, sebbene alle frequenze in gioco essa sia ammessa dalle linee guida ICNIRP del 2010 ma non da quelle del 1998 (2003).
- L'uso dell'"indice standard" (senza fasi) porta, presumibilmente, a valutazioni immotivatamente ipercautelative, specie per le modalità COAG e simili (che sono più ricche di componenti spettrali).

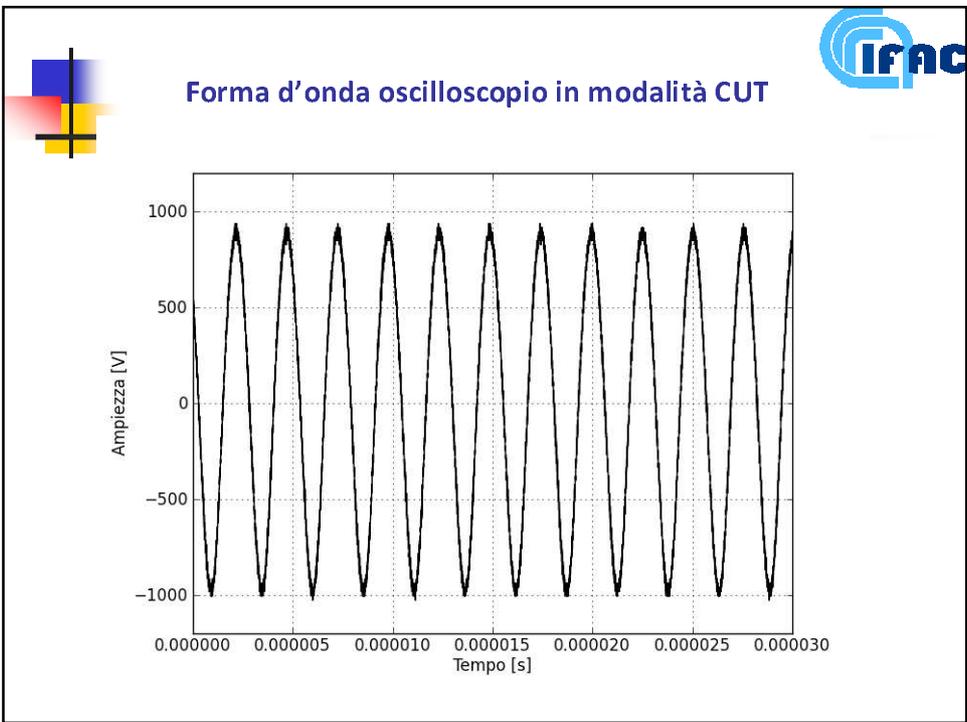
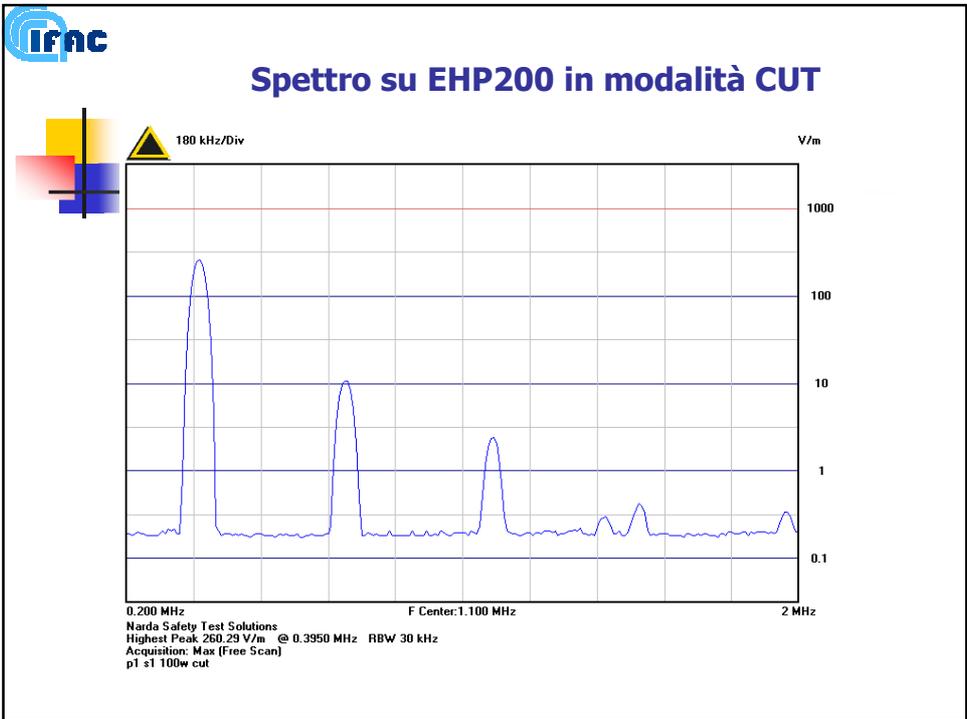


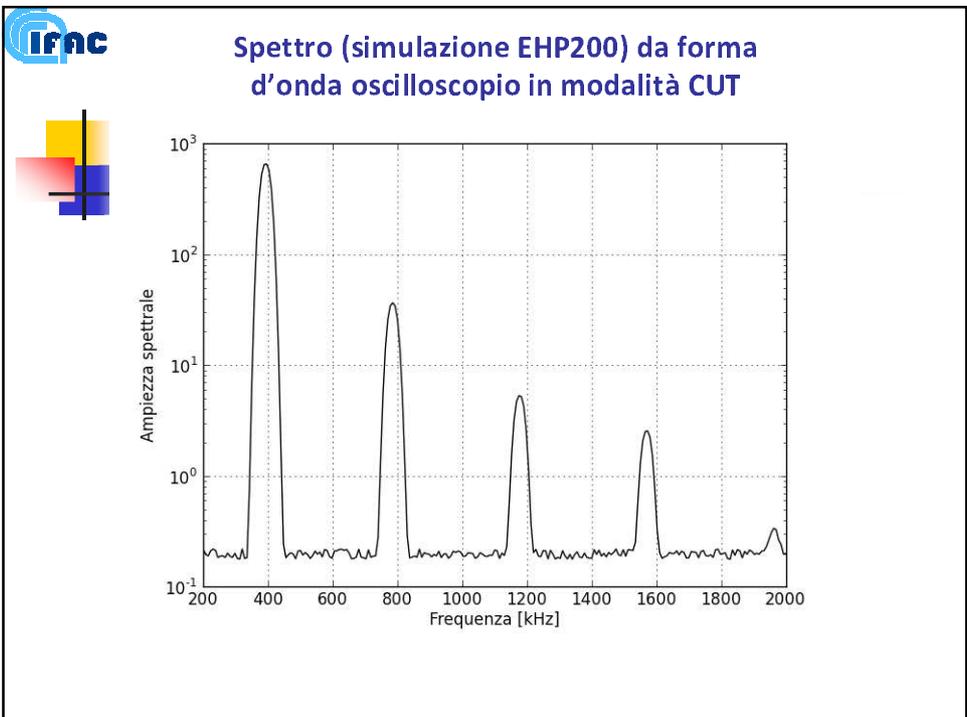
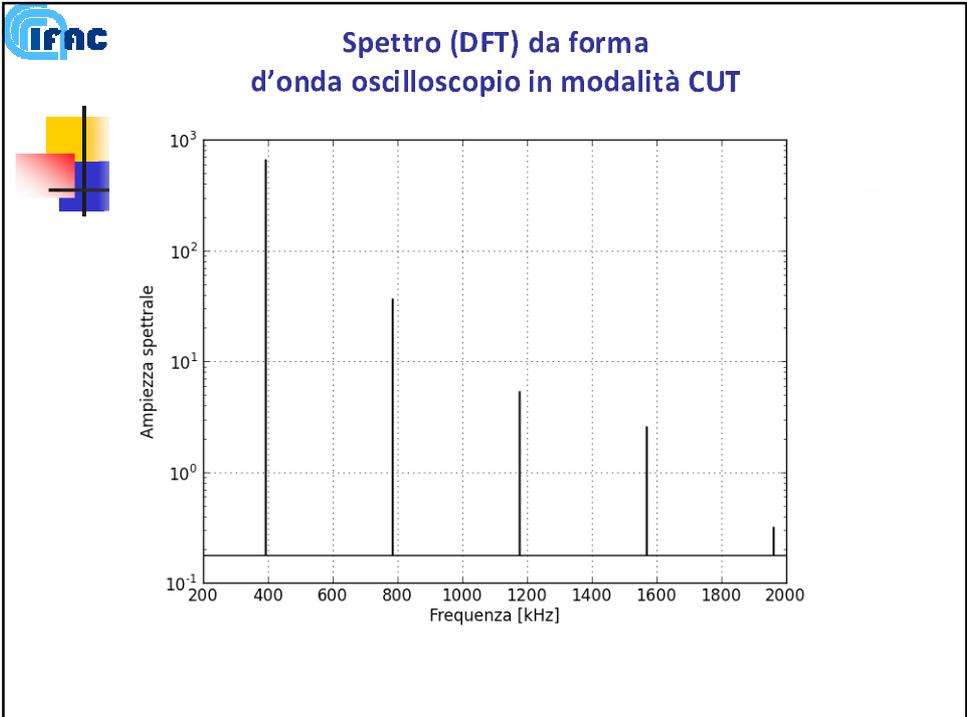
Strumentazione

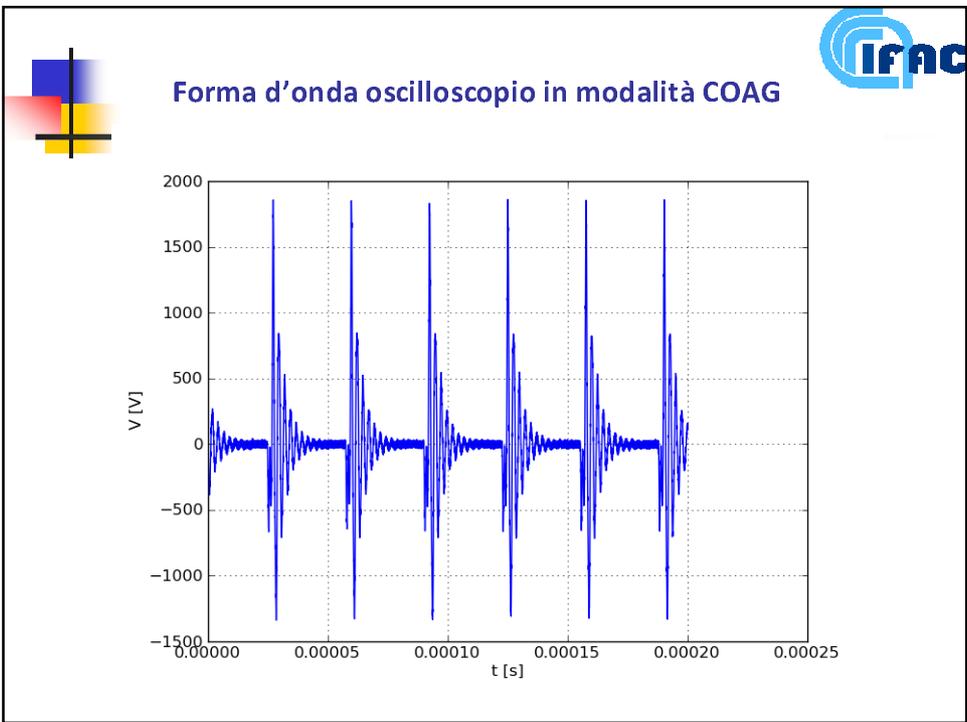
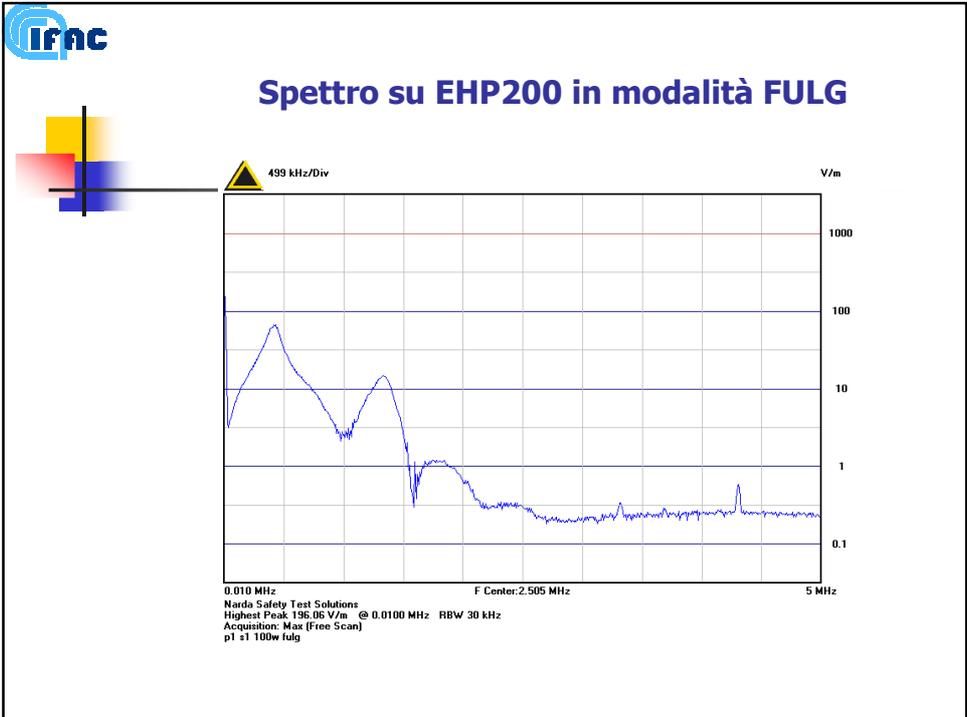
- Con quale strumento applicare il picco ponderato a frequenze di varie centinaia di chiloherz?
- L'EHP200 consente di valutare l'indice standard, ma la misura risulta fortemente condizionata dalla RBW impostata ed è corretta solo con RBW sufficientemente strette.
- L'uso di RBW molto strette (1-3 kHz) con SPAN piuttosto ampi (fino a qualche MHz) porta a tempi di misura scomodamente lunghi.
- Occorre [procurarsi uno strumento più adeguato oppure] mettere a punto una procedura che integri opportunamente misure di tensione/corrente con poche misure di campo elettrico/magnetico eseguite tramite l'EHP200 con RBW molto strette.

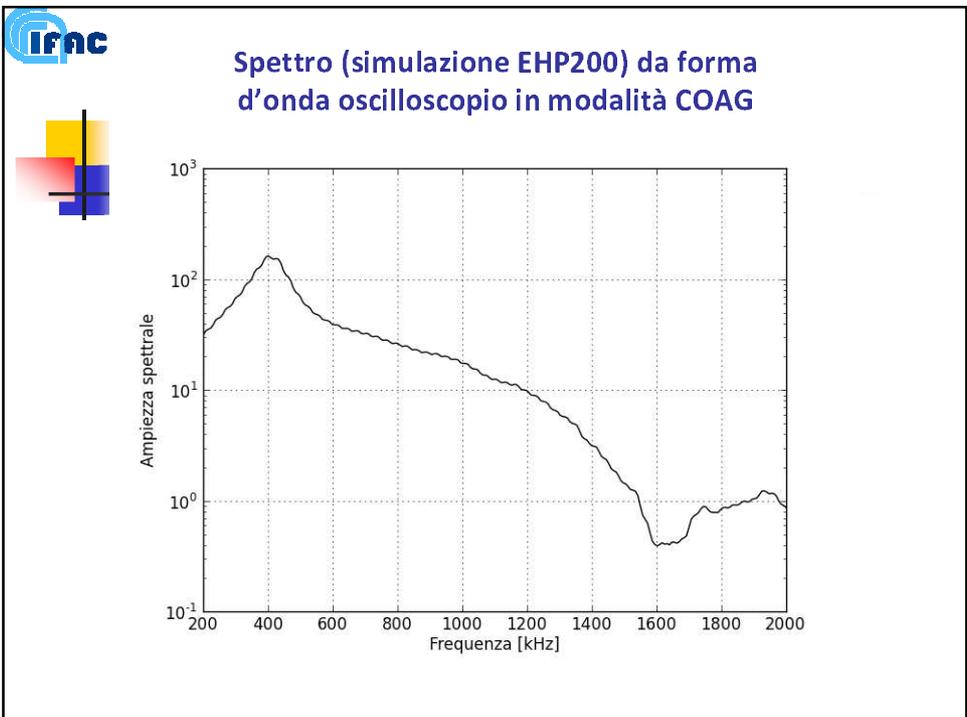
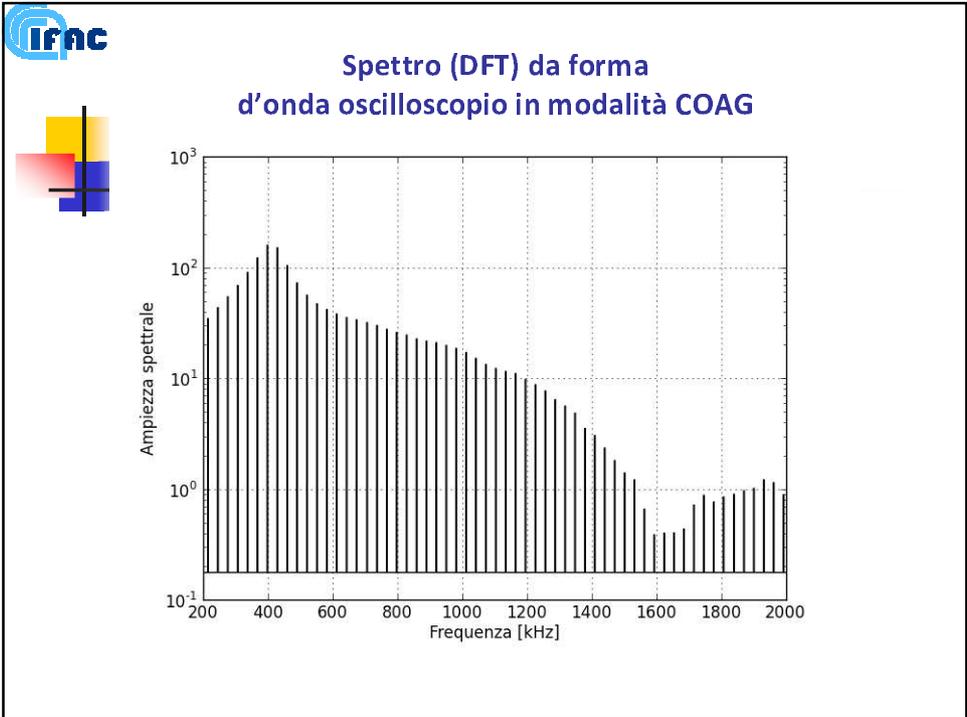












Una possibile procedura

- Per ogni configurazione C_n [setup teatro, modalità EB] (compresa C_0 , vedi sotto):
 - Una misura di tensione con campionamento+acquisizione+DFT $\rightarrow V(C_n, f)$
 - Una misura di corrente con campionamento+acquisizione+DFT $\rightarrow I(C_n, f)$
- Per ogni punto di misura, relativamente ad una configurazione prescelta C_0 (meglio in modalità CUT, perché si può usare una RBW maggiore e quindi la misura è più rapida):
 - Una misura di campo elettrico ad alta risoluzione spettrale
 - Una misura di induzione magnetica ad alta risoluzione spettrale
- Il metodo del picco ponderato viene applicato sulle fdo di tensione e corrente, “riscalate” a campo E e campo B

Una possibile procedura

1. Nella configurazione C_0 , per ogni punto di misura P:
 1. Misurare $E(C_0, P, f)$ con EHP-200 a risoluzione sufficiente
 2. Calcolare $k_E(P) = E(C_0, P, f_0) / V(C_0, f_0)$ (f_0 frequenza principale)
2. Per ogni configurazione C_n e ogni punto di misura P:
 1. $I_{Wp}(C_n, P) = k_E(P) \Gamma_{Wp}[V(C_n, t)]$
3. *Procedimento analogo per campo magnetico vs. corrente*