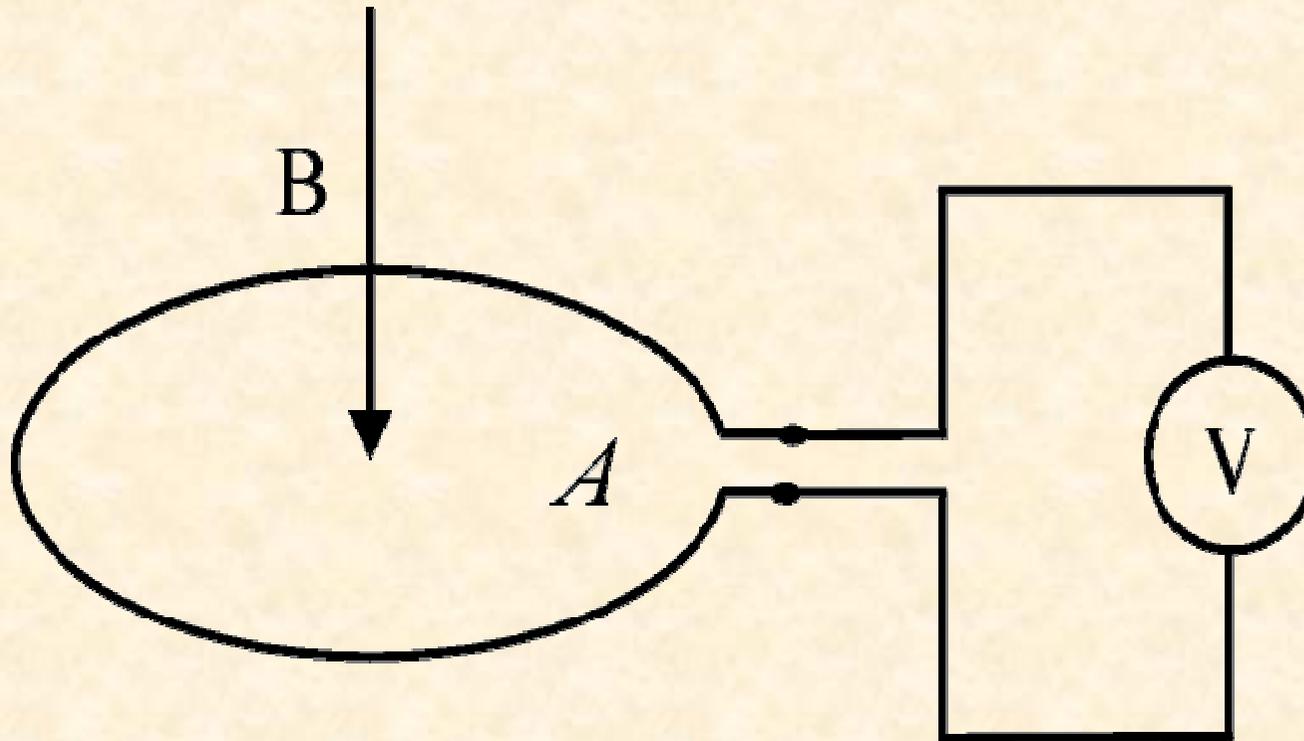




Misure

Misure di induzione magnetica: principio fisico del sensore a induzione



$$V = 2\pi f \cdot A \cdot B$$

Con una sola spira

$$V = N \cdot 2\pi f \cdot A \cdot B$$

Con N spire

Specifiche strumenti per la misura dell'induzione magnetica



- Indicazione dell'incertezza strumentale (inferiore a $\pm 10\%$ della lettura +20 nT).
- Gamma di ampiezze in cui lo strumento opera nei limiti dell'incertezza specificata.
- Banda passante.
- Gamma di temperatura di funzionamento ed umidità.
- Posizione delle bobine per sensori ad induzione

EMDEX II	
Campo di misura	Da 0,01 a 300 μ T
Risoluzione	0,01 μ T
Precisione tipica	± 1 %
Massimo campionamento	1,5 sec.
Metodo di misura	3 sensori Vero Valore Efficace
Frequenza	
Larga banda:	40-800 Hz
Armoniche:	100-800 Hz

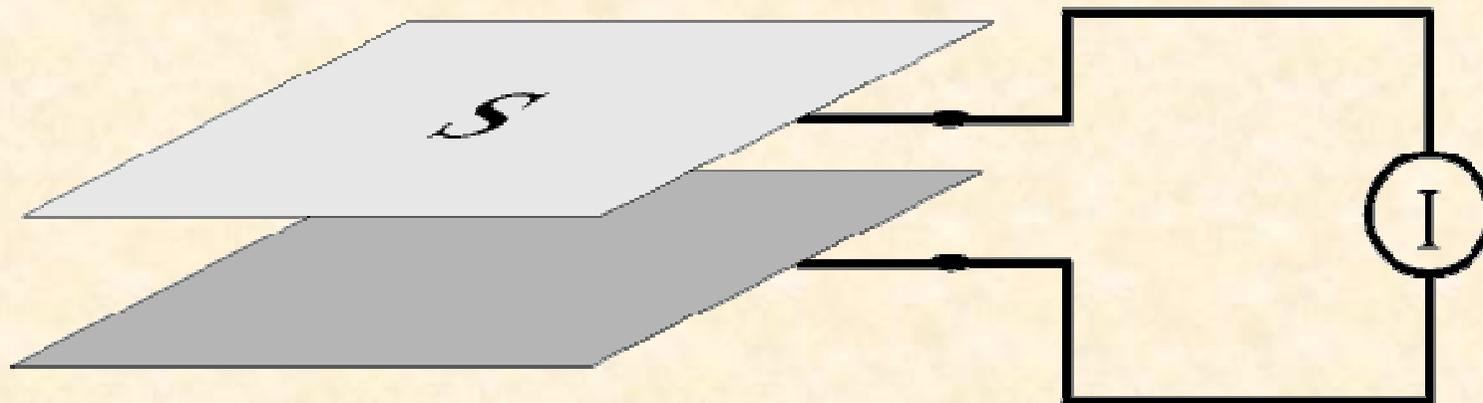


- Presenza di componenti del campo magnetico a frequenza multipla della fondamentale (armoniche). Necessità di strumentazione in grado di separare il contributo delle armoniche da quello della frequenza fondamentale.
- Presenza di grosse strutture metalliche
- Misura in prossimità di oggetti di materiale ferromagnetico
- Errata associazione campo-sorgente (ad es. misure di campo generato da elettrodotti in ambito urbano)

Misure di campo elettrico: principio fisico del sensore a condensatore



$$I = 2\pi f \varepsilon_0 ES$$



- **Potenziale libero:**
 - armature di varie forme entrambe isolate da terra
 - possono essere sia monoassiali che triassiali
- **Potenziale di terra:**
 - usati per rilevare il campo al livello del suolo o su superfici piane al potenziale di terra
 - armature piane di cui una connessa a terra
 - normalmente sono monoassiali

- Indicazione dell'incertezza strumentale (inferiore a $\pm 10\%$ della lettura +2 V/m).
- Gamma di ampiezze in cui lo strumento opera nei limiti dell'incertezza specificata.
- Banda passante.
- Gamma di temperatura di funzionamento ed umidità.

Sensore a condensatore: principali cause di errore nella misura



- Vicinanza dell'operatore
- Dispersione (in condizioni di alta umidità ambientale)

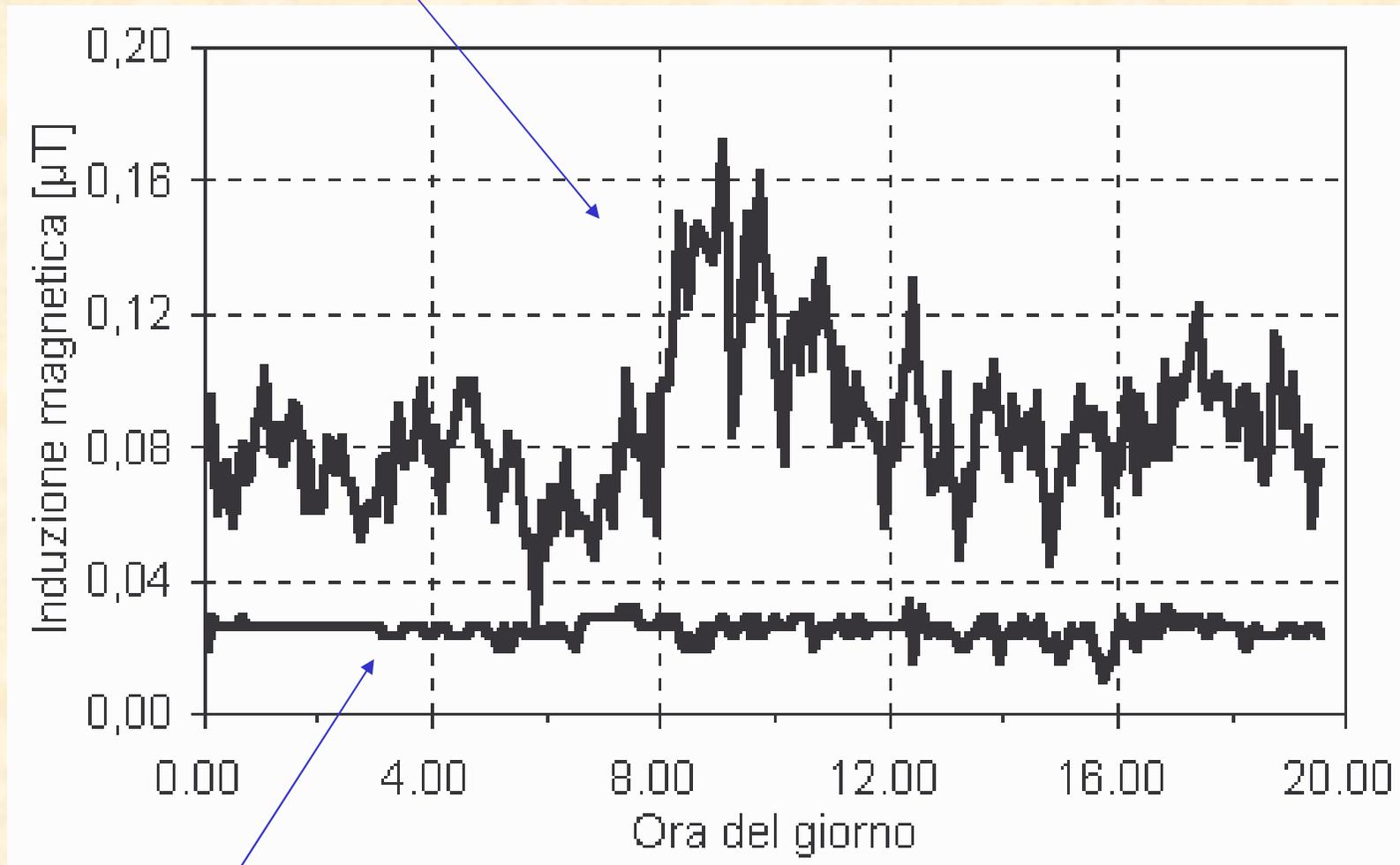
Raramente si effettuano misure di campo elettrico:

- il campo elettrico generato da molte sorgenti (ad es. gli elettrodotti) dipende dalla loro tensione di lavoro che rimane costante durante il loro funzionamento.
- Il campo elettrico generato da elettrodotti viene schermato dalle pareti degli edifici mentre le sorgenti presenti in ambito domestico hanno tensioni di lavoro basse e generano quindi campi di entità trascurabile

- **Calcoli:** Norma CEI 211-4 *“Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche”*.
- **Misure:** Norma 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”*.

Sorgenti di campi magnetici a bassissima frequenza nell'ambiente domestico

Appartamento in condominio urbano



Abitazione singola in quartiere periferico semirurale

Il campo magnetico del fondo a 50 Hz negli ambienti domestici presenta una notevole variabilità temporale a breve e medio termine, nella quale è possibile talvolta riconoscere una ciclicità giorno/notte.

Esso risulta più elevato negli appartamenti condominiali e minore nelle abitazioni singole; ciò potrebbe essere dovuto all'influenza del cablaggio comune e al contributo degli appartamenti limitrofi.

- **Normative nazionali**
 - [DM 40, 16 gennaio 1991](#)
 - [DPCM 23 aprile 1992](#)
 - [DM 381/1998](#)
 - [Legge 36/2001](#)
 - [DPCM 8 luglio 2003 - RF & MW](#)
 - [DPCM 8 luglio 2003 - 50 Hz](#)
 - [Circolare sulla metodologia provvisoria per la determinazione delle fasce di rispetto relative ad elettrodotti](#)
- **Guide tecniche nazionali**
 - [Linee guida applicative del DM 381/1998](#)
 - [ANPA: Guida tecnica per la misura dei campi elettromagnetici compresi nell'intervallo di frequenza 100 kHz - 3 GHz in riferimento all'esposizione della popolazione](#)
- **Documenti internazionali**
 - [ICNIRP: Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic, and electromagnetic fields \(up to 300 GHz\)](#)
 - [Raccomandazione del Consiglio Europeo del 12 luglio 1999 relativa alla limitazione dell'esposizione della popolazione ai campi elettromagnetici da 0 Hz a 300 GHz](#)
 - [WHO Backgrounder: Campi elettromagnetici e salute pubblica - politiche cautelative](#)
 - [Pronunciamento IARC del giugno 2001](#)
 - [Direttiva Europea 2004/40/EC "on the minimum health and safety requirements regarding the exposure of workers to the risks arising from physical agents \(electromagnetic fields\)" del 29 aprile 2004](#)
- **Lucidi, in formato pdf, della lezione tenuta da Nicola Zoppetti nell'ambito del Master di secondo livello "Sistemi Informativi Geografici per il monitoraggio e la gestione del territorio", il 5 marzo 2007**
 - [Parte 1: campo elettrico e magnetico e sorgenti ambientali](#)
 - [Parte 2: caratteristiche degli elettrodotti](#)
 - [Parte 3: CERT \(Catasto elettrodotti Regione Toscana\) e reperimento dati](#)

- **Pubblicazioni varie sui campi ELF**

- D. Andreuccetti, N. Zoppetti
"Campo magnetico disperso da elettrodotti ad alta tensione: una metodologia avanzata di valutazione basata su modelli 3D di linee elettriche e territorio"
Atti del Convegno "Dal monitoraggio degli agenti fisici sul territorio alla valutazione dell'esposizione ambientale"
29-31 Ottobre 2003, Torino.
- M.Bini, N. Zoppetti
"Confronto tra due approcci per la valutazione dell'influenza del terreno nel calcolo del campo magnetico generato da elettrodotti"
Atti del Convegno "Dal monitoraggio degli agenti fisici sul territorio alla valutazione dell'esposizione ambientale"
29-31 Ottobre 2003, Torino.
- N.Zoppetti, D.Andreuccetti
"Valutazione numerica del campo magnetico generato da elettrodotti: approcci possibili e soluzioni concrete alla luce della normativa vigente"
Tutto Misure, N.02, anno 2005, pp. 111-116.
- D.Andreuccetti, N.Colonna, R.Fossi e N.Zoppetti
"Campo magnetico disperso da elettrodotti ad alta tensione: validazione di una metodologia avanzata di valutazione basata su modelli 3D di linee elettriche e territorio"
Atti del terzo convegno nazionale "Controllo ambientale degli agenti fisici: dal monitoraggio alle azioni di risanamento e bonifica"
Biella, 7-9 giugno 2006, vol.2, pp.704-709.
- N.Zoppetti e D.Andreuccetti
"Influenza del modello della linea nella determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti"
Atti del terzo convegno nazionale "Controllo ambientale degli agenti fisici: dal monitoraggio alle azioni di risanamento e bonifica"
Biella, 7-9 giugno 2006, vol.2, pp.574-579.

- **Lucidi, in formato HTML, dei seminari tenuti dal dott. D. Andreuccetti alla scuola di Fisica Sanitaria**

- Panorama storico 1 - generale
- Panorama storico 2 - ELF
- Dualismo onda/corpuscolo - Radiazioni ionizzanti e non
- Come nasce una norma di sicurezza: 1 - approccio top-down
- Come nasce una norma di sicurezza: 2a - approccio effect-driven
- Come nasce una norma di sicurezza: 2b - limiti di base e limiti di riferimento
- Effetti acuti NON termici e margini di sicurezza
- Effetti termici e margini di sicurezza
- Classi di sorgenti di campi elettromagnetici

- **Altri documenti**

- Cosa sono le radiazioni non ionizzanti, come si misurano, quali sono le fonti di rischio
Uno sguardo generale alle problematiche del settore
- Campi elettromagnetici ad alta frequenza
Aspetti tecnici delle sorgenti collegate ai servizi di telecomunicazione, con riferimento all'esposizione della popolazione
- Manuale programma CAMPI
Contiene algoritmo per il calcolo del campo elettrico e del campo magnetico dispersi da un elettrodotto
- Report Tecnico IFAC N. TR/AEL/08.03 ISSN 1120-2823 "Modellazione dei conduttori di un elettrodotto aereo: la catenaria"
Descrive le espressioni che stanno alla base della rappresentazione nello spazio del generico conduttore di un elettrodotto.
- Documento sulla determinazione delle fasce di rispetto relative ad elettrodotti
Descrive i criteri con cui sono determinate le fasce di rispetto in relazione sia alla normativa vigente, sia a possibili evoluzioni.
- Riferimenti per approfondire