

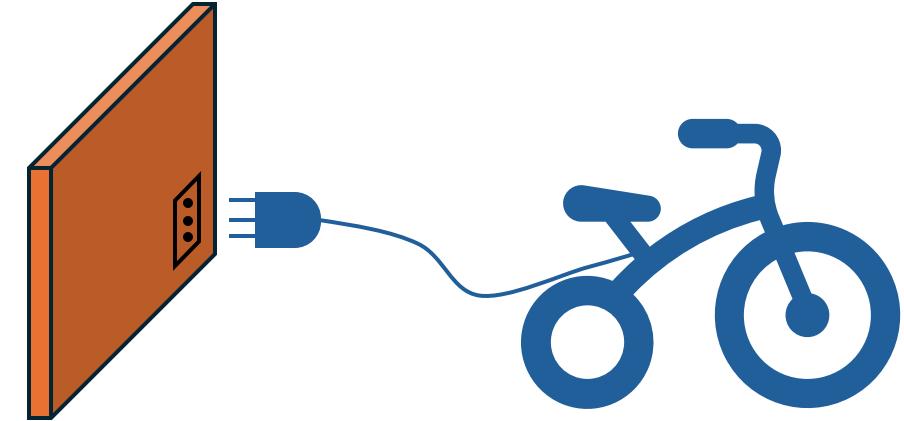
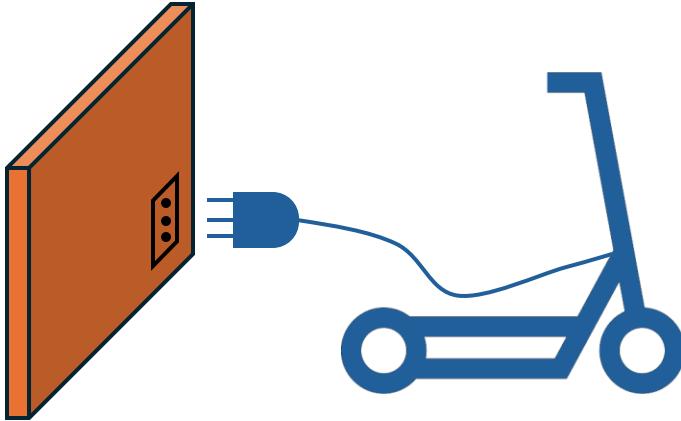
Le stazioni di ricarica per veicoli elettrici: modalità di funzionamento e caratterizzazione dei campi emessi

Aldo Canova, Fabio Freschi, **Luca Giaccone**

Politecnico di Torino – Dipartimento Energia “G. Ferraris” Italy

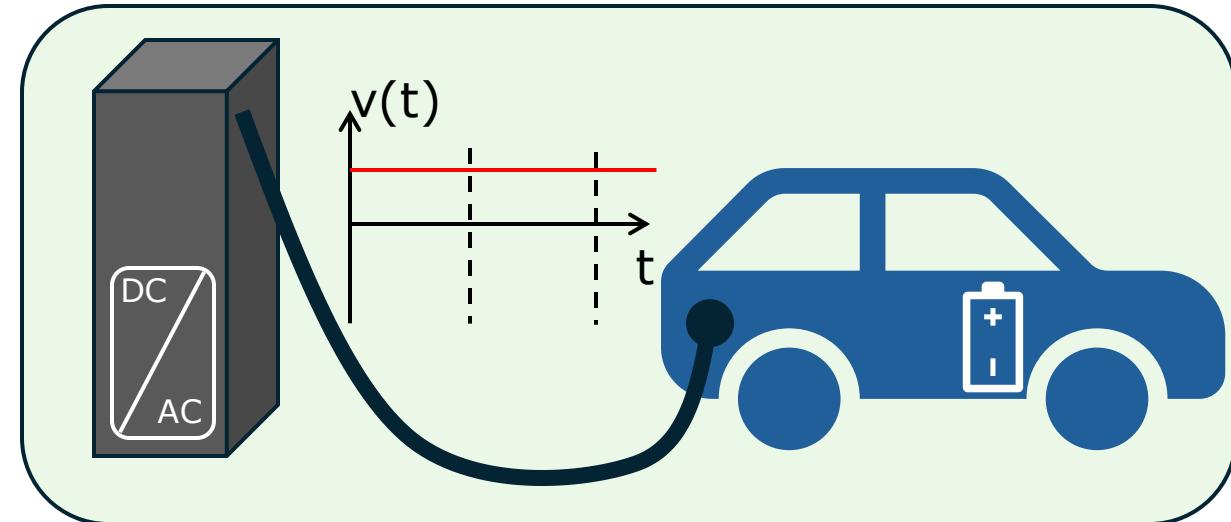
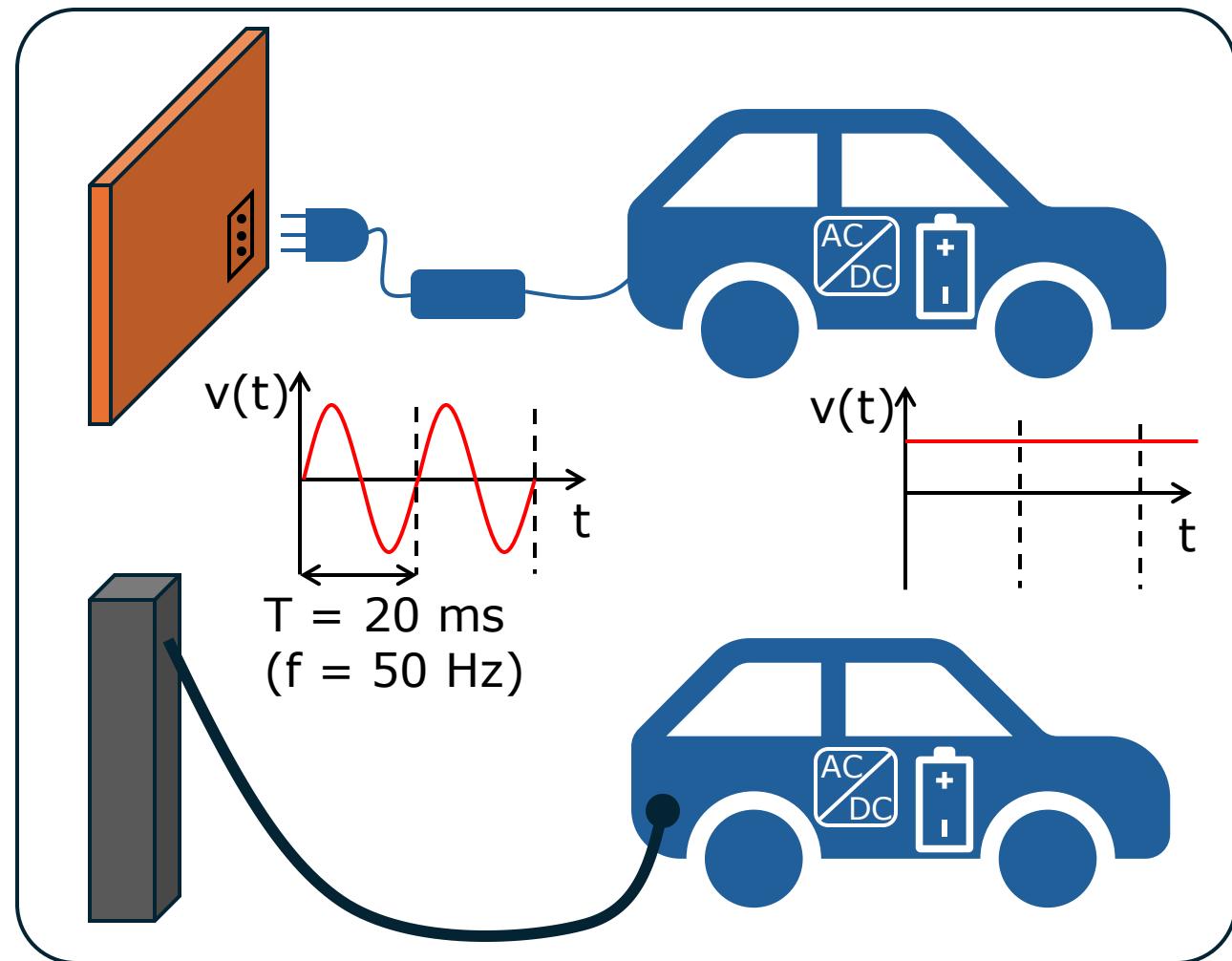


Sistemi di ricarica per veicoli elettrici



Per veicoli elettrici che non richiedono un accumulo di energia significativo (monopattini elettrici, bici elettriche, etc...) la ricarica può avvenire mediante connessione a prese elettriche standard.

Sistemi di ricarica per veicoli elettrici



Sistemi di ricarica DC

Sistemi di ricarica AC

Obiettivo e limiti di riferimento usati in questa presentazione

- **Obiettivo:** analisi esposizione portatori di dispositivi medici impiantati attivi (DMIA, es. pacemaker e defibrillatori)

- **Esposizione a campi AC**

- Non isofrequenziali in quanto la corrente di alimentazione è distorta dalla presenza di molti componenti non-lineari nel sistema

→ Raccomandazione 1999/519/CE

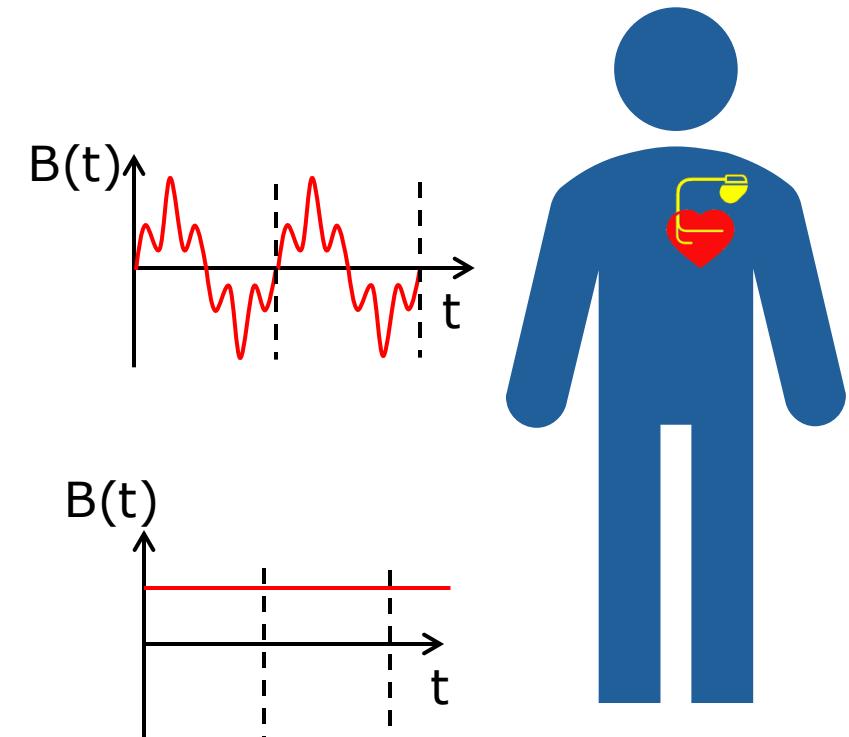
→ **Linee guida ICNIRP 1998**

- **Esposizioni a campi DC**

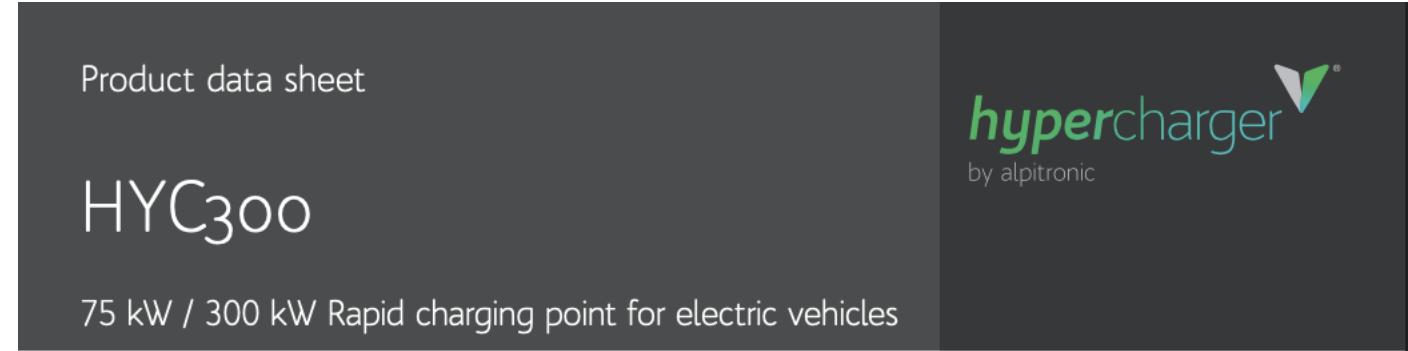
→ CEI EN 50527-1: Procedura per la valutazione dell'esposizione ai campi elettromagnetici dei lavoratori con dispositivi medici impiantabili attivi. Parte 1: Generalità

→ ISO 14117:2019: The DUT shall not be affected by static magnetic fields of flux density of up to 1 mT

→ **limite 1 mT**



Il sistema analizzato in condizioni controllate (laboratorio)



- Corrente massima in uscita 500 A
- Performance massime con livello di tensione batteria pari a 300 V
- Range di tensione in uscita da 150 V a 1000 V
- Possibilità di ricarica contemporanea di più veicoli

Fonte: https://www.leitnerenergy.it/media/rqwhposl/hyc300_product-brief_v2-1_en.pdf

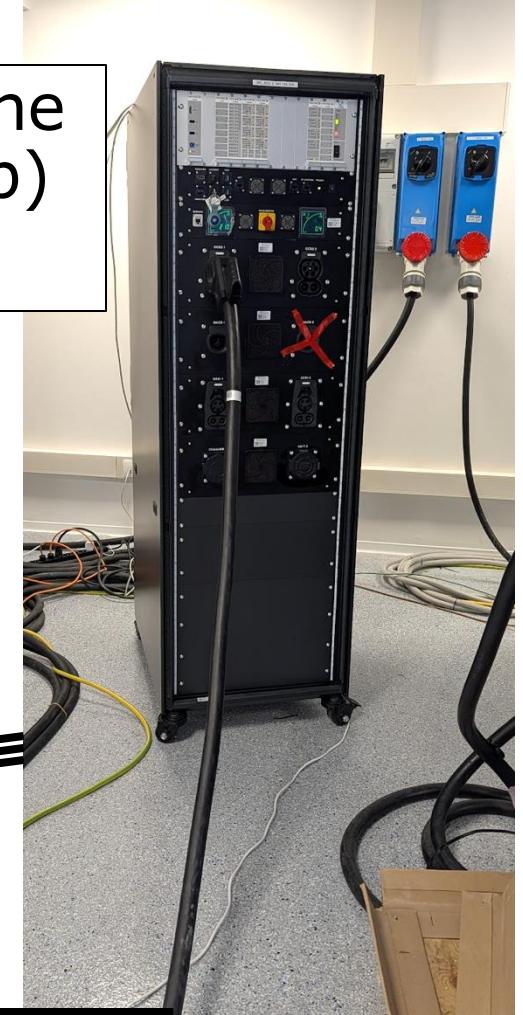
Il sistema analizzato in condizioni controllate (laboratorio)



Sistema di simulazione (hardware in the loop) del veicolo elettrico.

Cavi di alimentazione AC

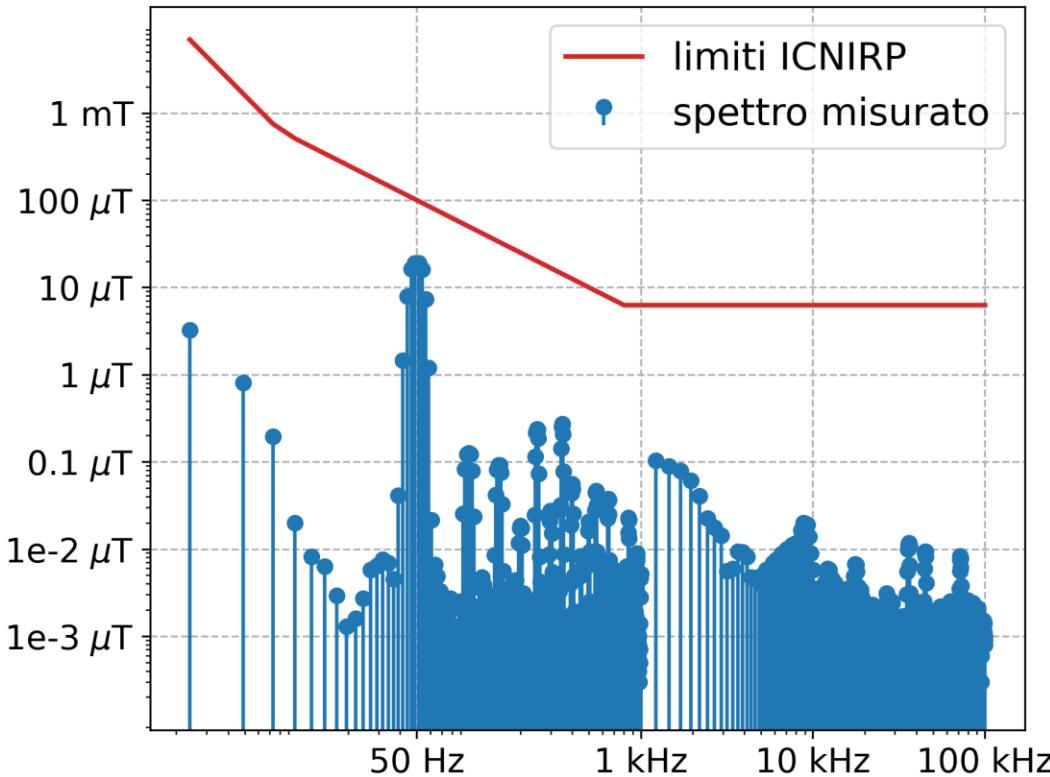
Cavo DC



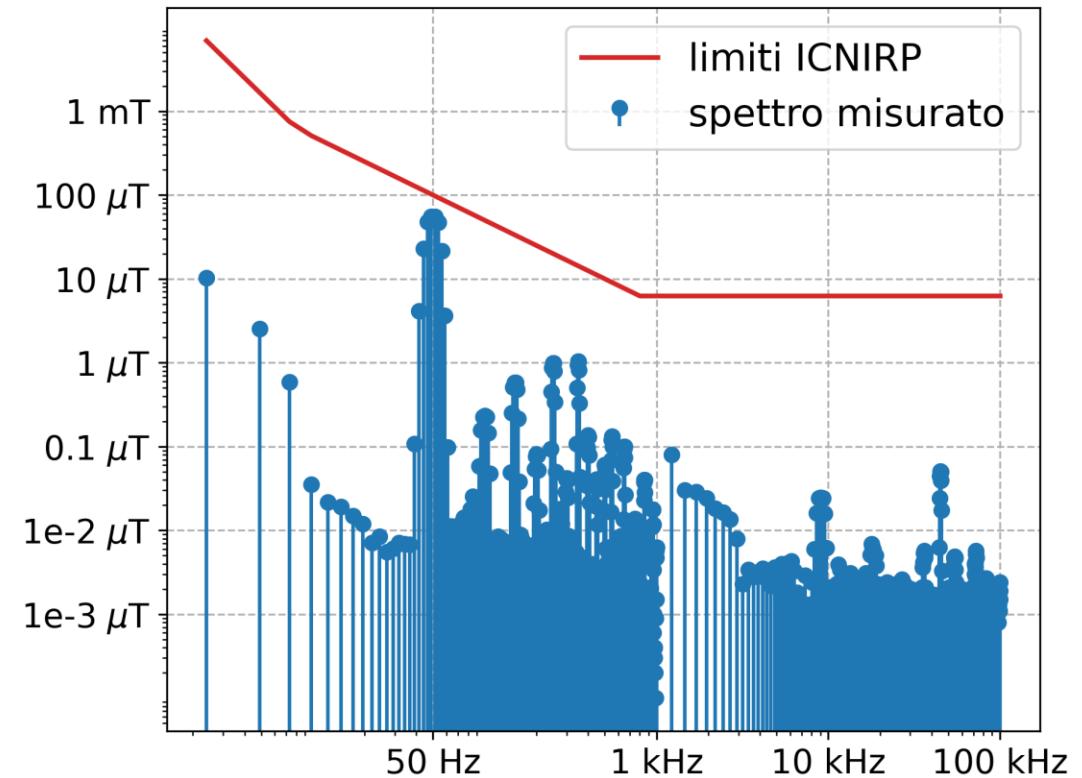
Analisi Campo AC – punti di misura



Campo AC – spettro misurato



Punto 1



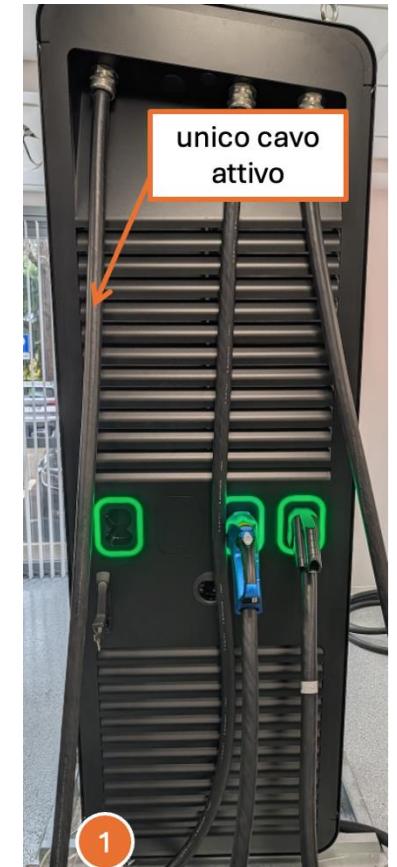
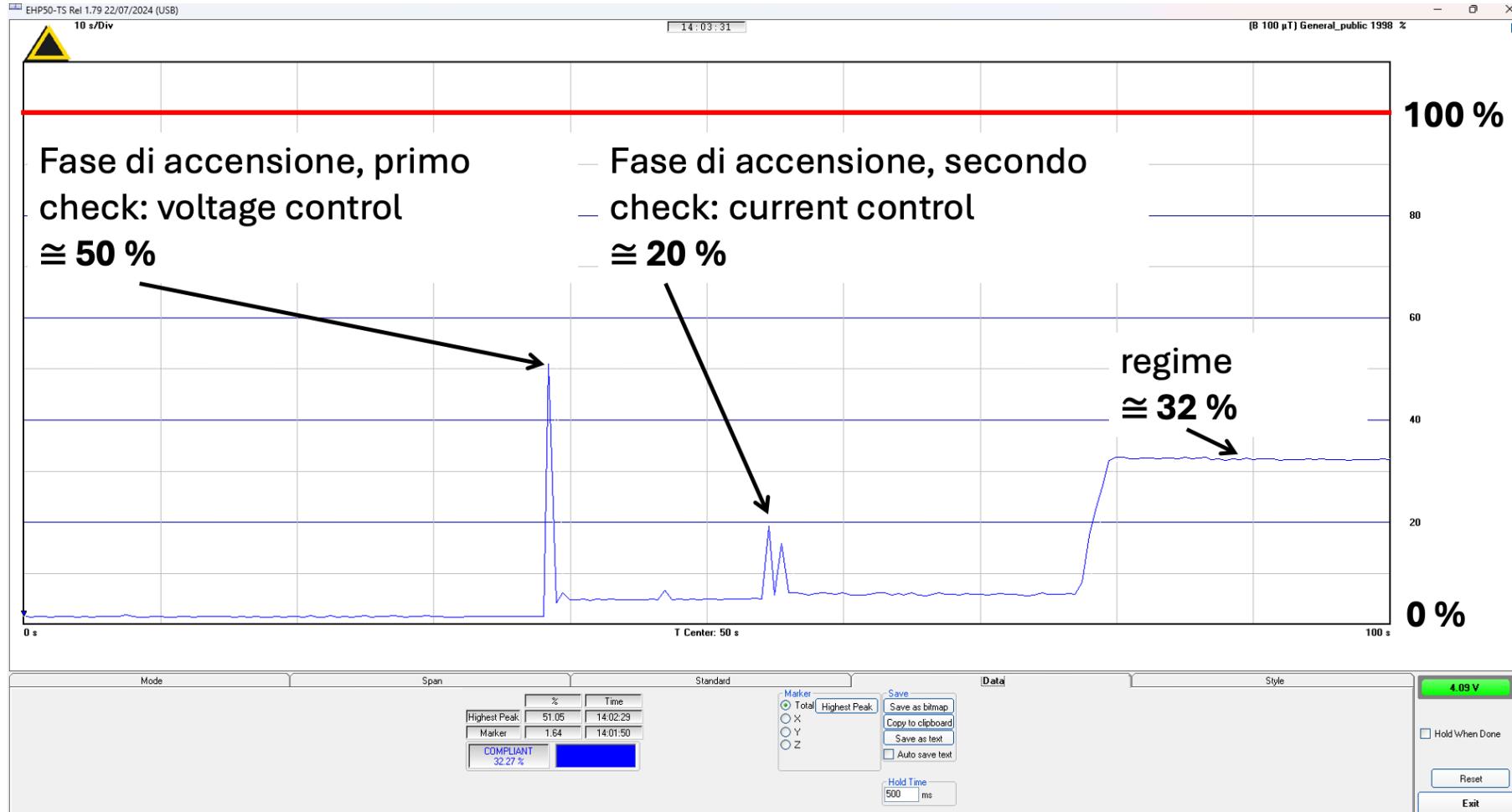
Punto 2

Campo AC - metodo del picco ponderato



Conformità se $EI < 100\%$

Campo AC - metodo del picco ponderato



Campo DC - valori misurati in prossimità del charger

| Punto di misura | Induzione magnetica (mT) | Condizioni di carico |
|-----------------|--------------------------|----------------------|
| 1 | 0.1266 | 300 kW, 497 A |
| 2 | 0.1198 | 300 kW, 497 A |
| 3 | 0.0751 | 300 kW, 497 A |
| 4 | 2.3970 | 300 kW, 497 A |
| 5 | 0.1131 | 300 kW, 497 A |
| 6 | 0.0631 | 300 kW, 497 A |
| 7 | 0.2230 | 300 kW, 497 A |
| 8 | 0.1096 | 300 kW, 497 A |
| 9 | 0.0309 | 300 kW, 497 A |
| 10 | 0.0230 | 300 kW, 497 A |
| 11 | 0.0632 | 300 kW, 497 A |
| 12 | 0.0335 | 300 kW, 497 A |
| 13 | 0.0373 | 180 kW, 300 A |
| 14 | 0.0330 | 180 kW, 300 A |
| 15 | 0.0440 | 180 kW, 300 A |



Campo DC - valori misurati in prossimità del «veicolo»

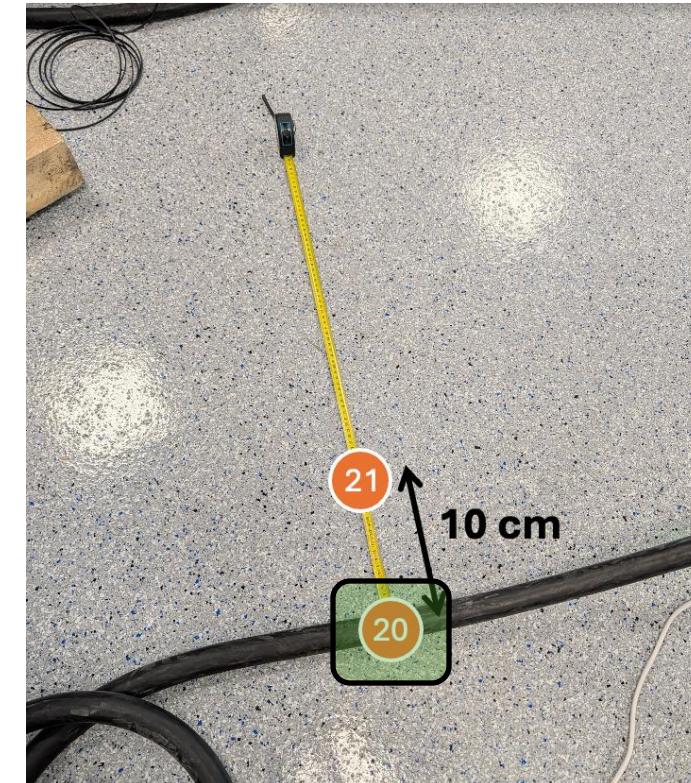
| Punto di misura | Induzione magnetica (mT) | Condizioni di carico |
|-----------------|--------------------------|----------------------|
| 16 | 0.7015 | 180 kW, 300 A |
| 17 | 0.2261 | 180 kW, 300 A |
| 18 | 0.7000 | 180 kW, 300 A |
| 19 | 1.9525 | 180 kW, 300 A |



Campo DC - valori misurati in prossimità del cavo DC

| Punto di misura | Induzione magnetica (mT) | Condizioni di carico |
|-----------------|--------------------------|----------------------|
| 20 | 2.2886 | 180 kW, 300 A |
| 21 | 0.0706 | 180 kW, 300 A |

- Il valore di campo è inversamente proporzionale alla distanza dal cavo
- A pochi centimetri di distanza il campo è molto al di sotto di 1 mT
- Nelle slide successive il problema sarà analizzato numericamente



Campo DC – test in ambiente reale

| Punto di misura | Induzione magnetica (mT) | Condizioni di carico |
|-----------------|--------------------------|--|
| 22 | 0.0803 | 50 kW, erogazione a due autovetture in parallelo (25 kW + 25 kW) |
| 23 | 0.3600 | 50 kW, erogazione a singola autovettura. |



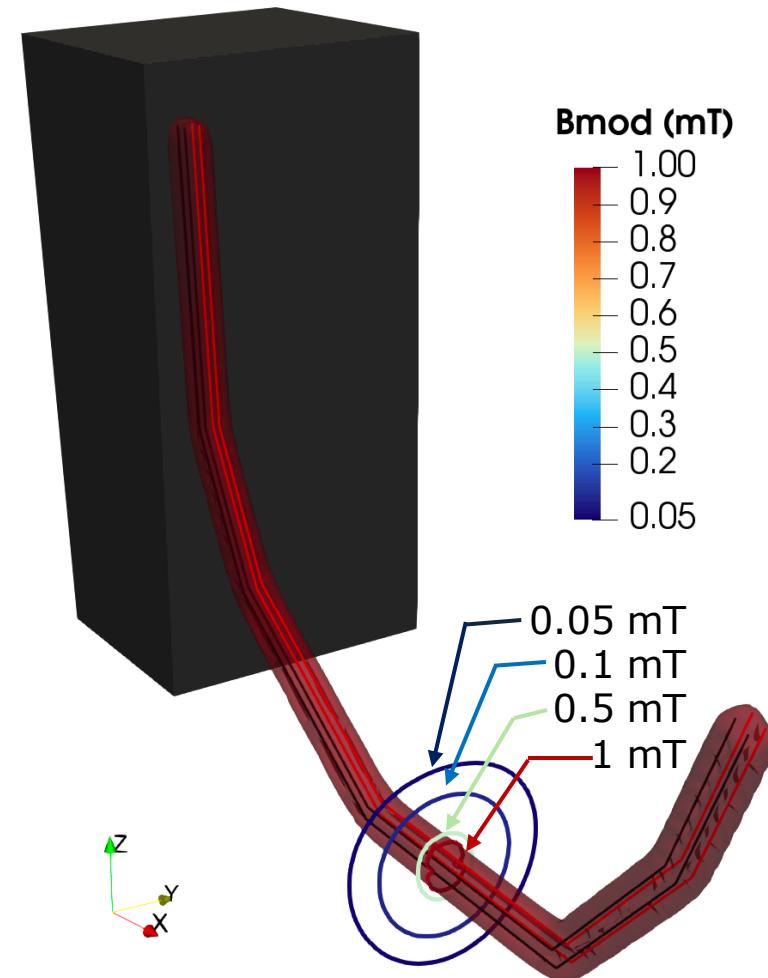
Simulazione del cavo DC



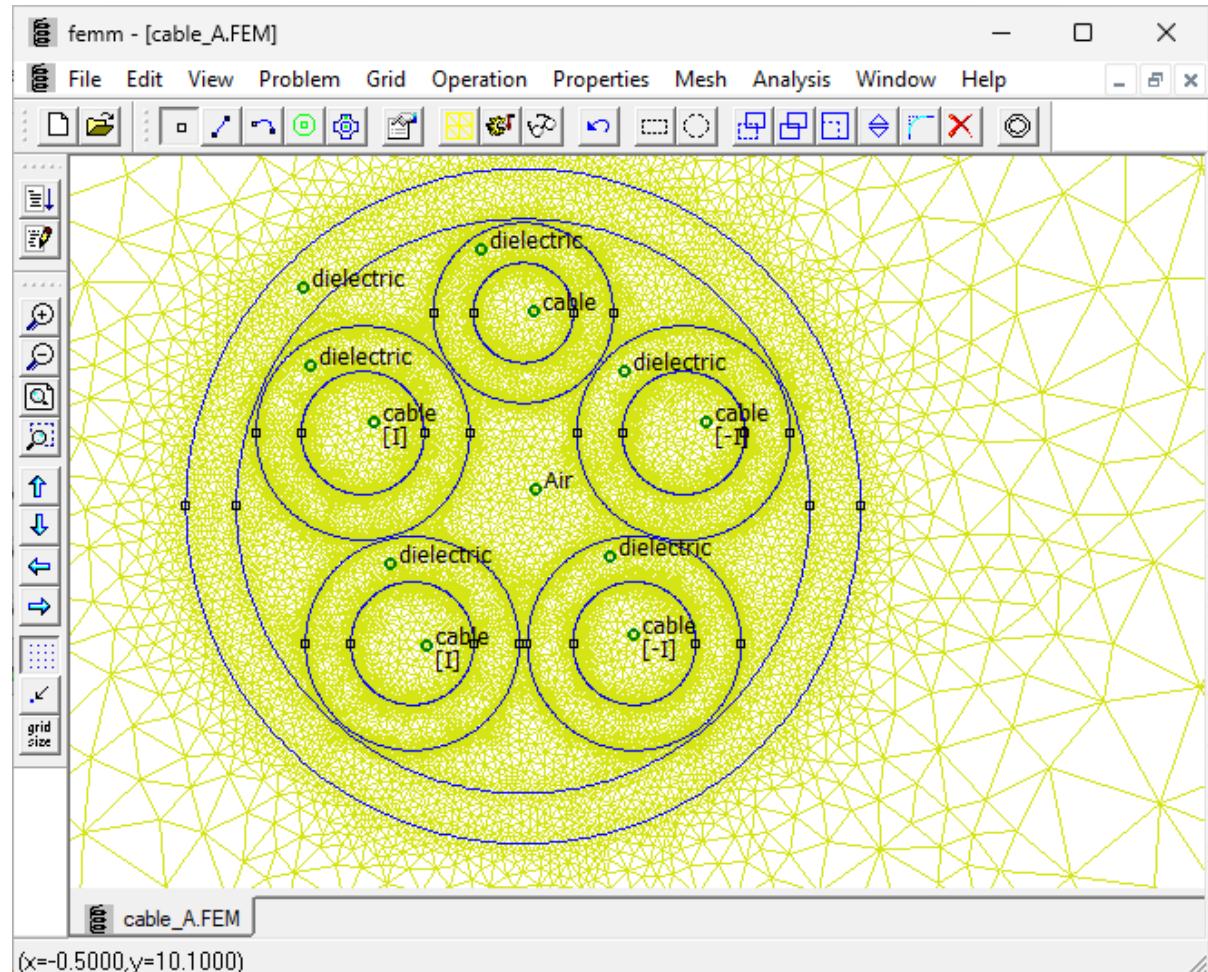
KCI K-BATTERY 4x50+1G35+3x(2x1,5)

Cable diameter: 12,10mm - 10,20mm - 3,00mm +/-0,05

Cable outer diameter 36,6mm +/-1,0

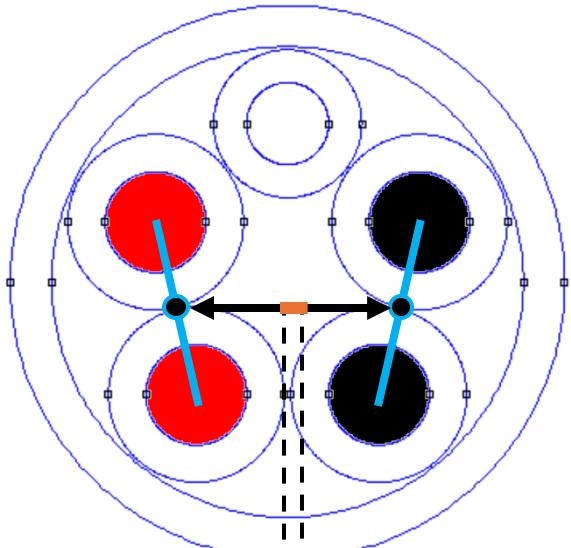


Simulazione del cavo DC

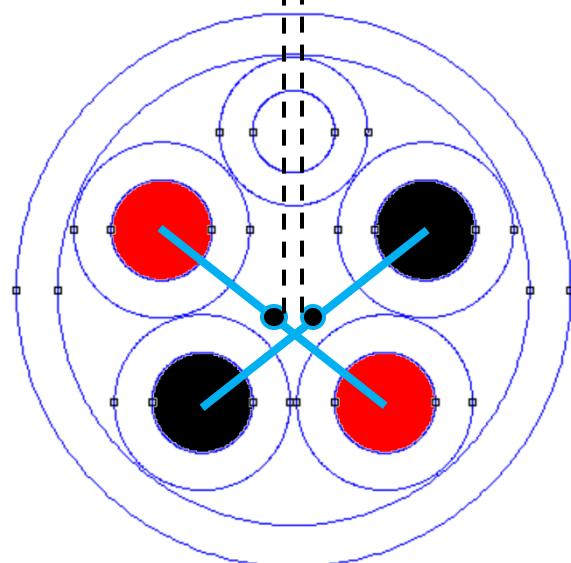


Simulazioni condotte considerando:

- Corrente massima in uscita 500 A
- Due diverse sequenze interne dei conduttori

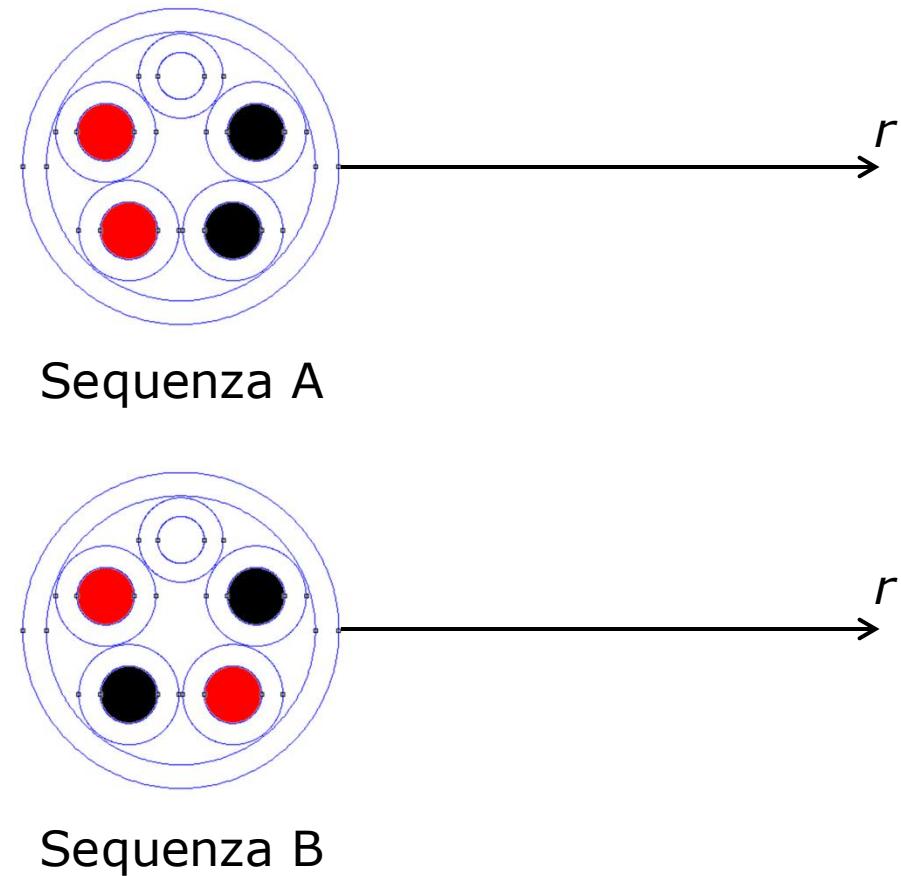
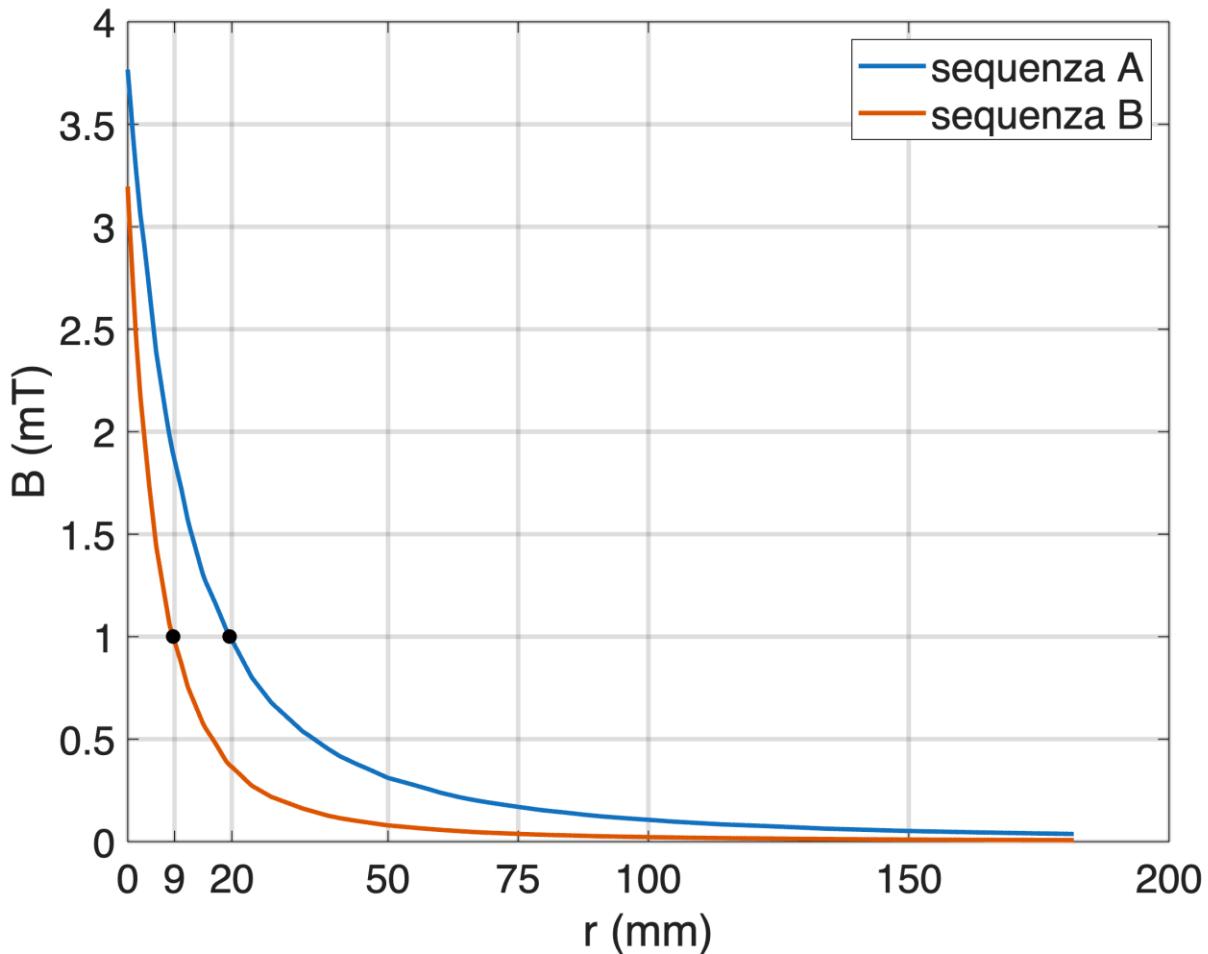


Sequenza A



Sequenza B

Campo DC lungo linea di ispezione



Conclusioni

- I **campi AC** sono stati testati con metodologia adatta a considerare l'intero spettro. **I valori misurati si attestano molto al di sotto dei limiti** per la popolazione generale.
- I **campi DC** assumono **valori significativi solo in estrema prossimità del cavo** (entro 2 cm) e con livelli di corrente/potenza molto elevati (500 A). **Con alcuni accorgimenti** di progettazione **il campo si può ulteriormente abbattere**.
- In conclusione, **i livelli di campo misurati non sembrano destare** particolari preoccupazioni per portatori di dispositivi medici impiantabili attivi (**DMIA**).

GRAZIE PER L'ATTENZIONE

Any questions?

luca.giaccone@polito.it

