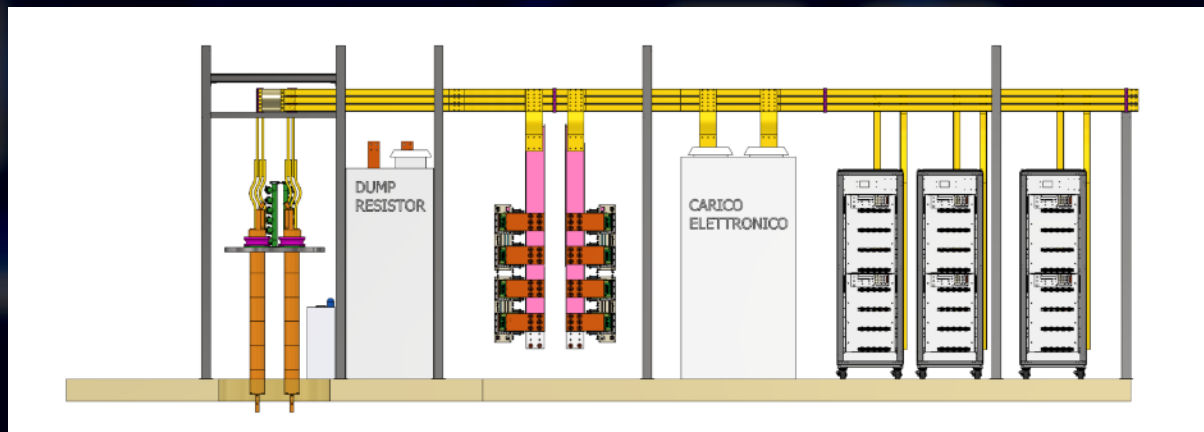
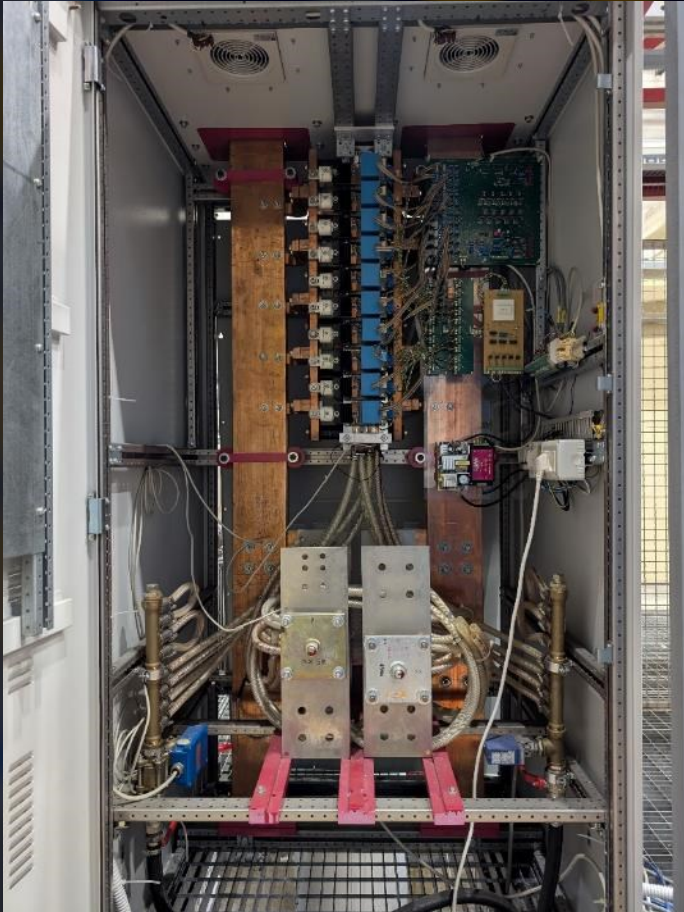


Progettazione interruttore per alta corrente



Sistema attuale

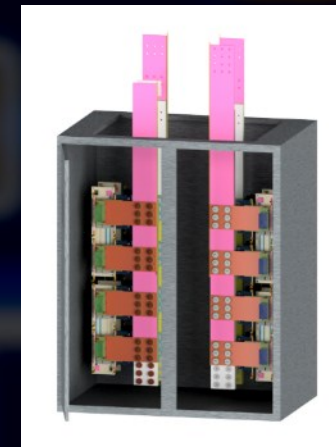
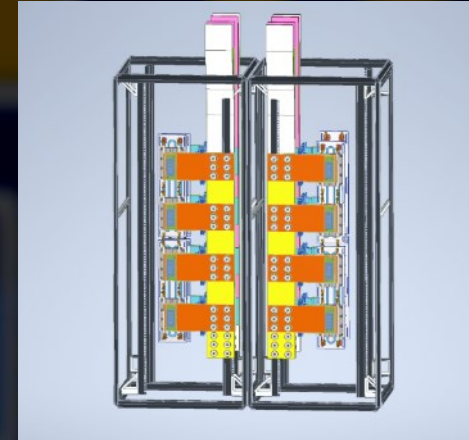


- Interruttore 10 kA
- 20 rami, IGBT 900 A per ramo
- Tempo di intervento 220 μ s
- Protezione da sovratensioni all'apertura
- Monitoraggio bilanciamento di corrente per ogni ramo
- Raffreddamento a liquido IGBT

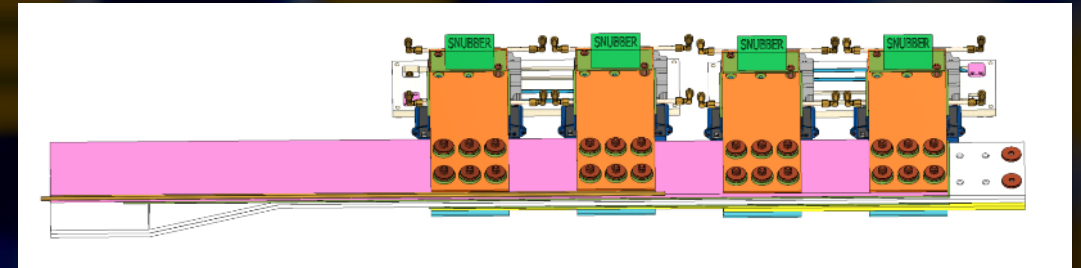
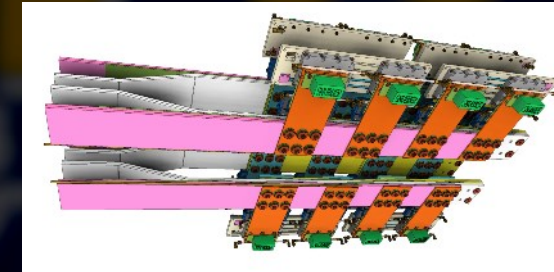
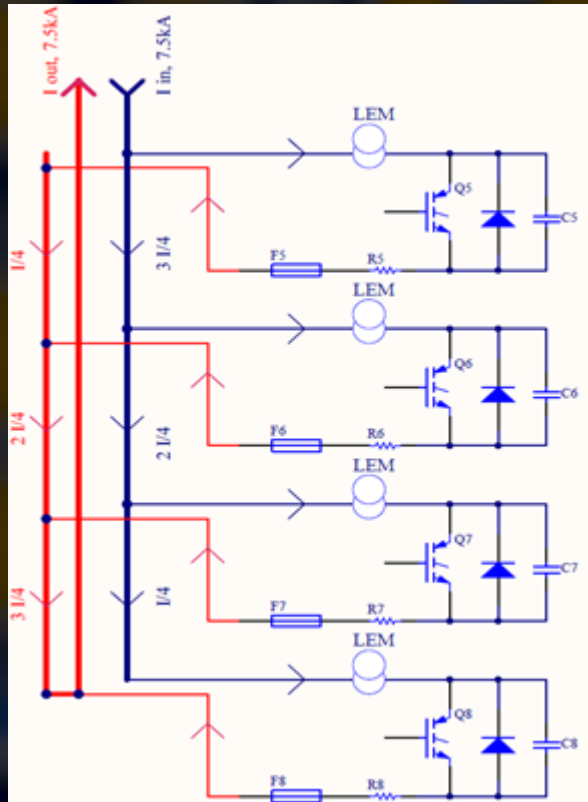
Source: M. Statera et al., "A Fast 10-kA Current Switch for High-Temperature Superconductor Accelerator Magnets," in *IEEE Transactions on Applied Superconductivity*, vol. 28, no. 3, pp. 1-4, April 2018, Art no. 4702704, doi: 10.1109/TASC.2018.2797933

Progetto futuro

- Corrente nominale 30 kA
- 16 rami, 2000 A per ramo
- Design bus-bar laminate per ridurre induttanza parassita
- Protezione da sovratensioni all'apertura
- Raffreddamento a liquido IGBT e bus-bar



Dettaglio



Source: K. Dahlerup-Petersen et al., "A high-current, IGBT-based static switch for energy extraction in superconducting power circuits: Concept, design and production of a 30 kA monopolar and a 1 kA bipolar fast opening switches," 2016 IEEE International Power Modulator and High Voltage Conference (IPMHVC), San Francisco, CA, USA, 2016, pp. 508-513, doi: 10.1109/IPMHVC.2016.8012875

IGBT

Attuale

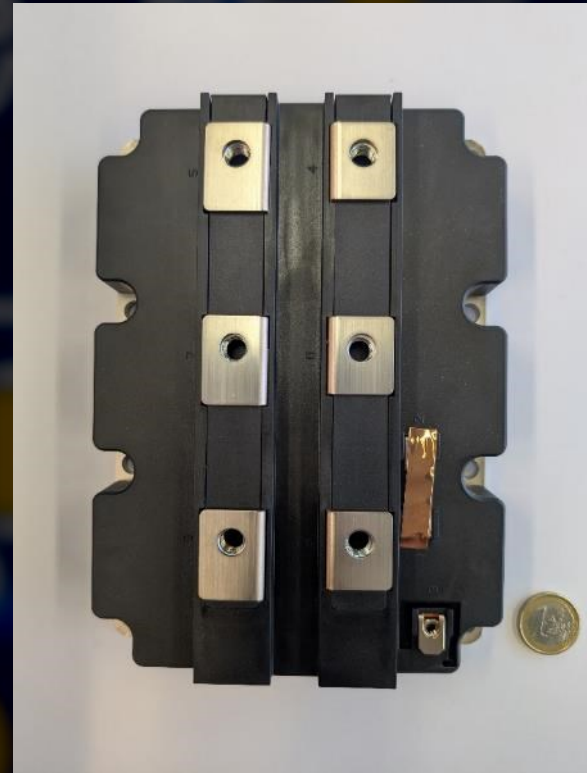


- V_{ce} 1200 V
- I_c 900 A
- Potenza massima 4280 W

IGBT

- V_{ce} 1700 V
- I_c 3600 A
- Potenza massima 4900 kW
- Modulo composto da 3 IGBT in parallelo

Futuro



Driver

Attuale



- Singolo driver per 20 gate IGBT
- Interfaccia di controllo CMOS
- Protezione da corto circuito
- Isolamento elettrico garantito da trasformatori

Driver

- Montati direttamente sul singolo IGBT
- Driver master con interfaccia ottica di controllo
- Fino a 3 driver slave controllati elettricamente dal master
- Monitoraggio tensione di gate
- Isolamento elettrico garantito da fibra ottica (e trasformatori)

Futuro



MASTER



SLAVE

Elettronica di controllo

Attuale

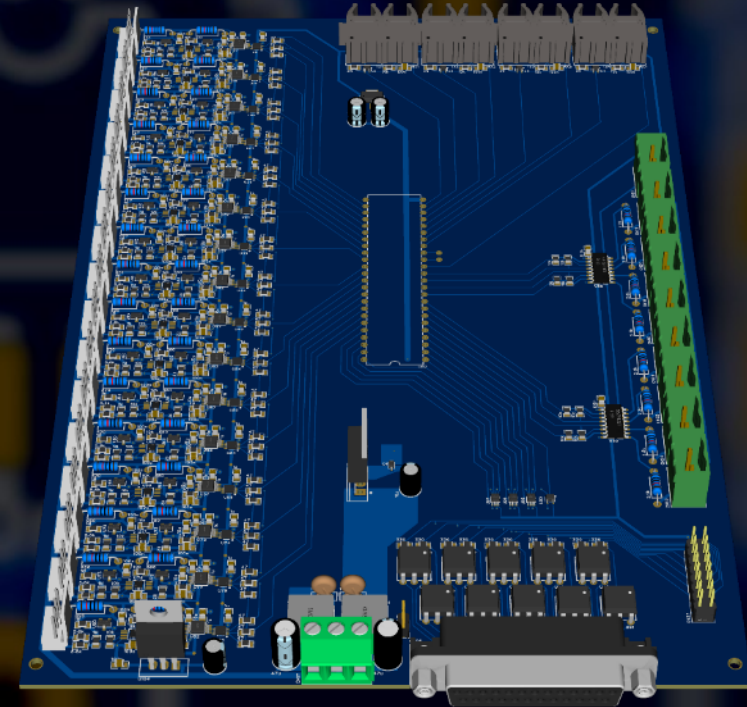


- Logica a componenti discreti
- Monitoraggio del bilanciamento correnti nei rami
- Ingressi di controllo, allarmi e segnale quench detection

Elettronica di controllo

- Logica basata su FPGA
- Digitalizzazione e monitoraggio corrente di ogni ramo
- Interfaccia ottica per driver
- Ingressi per controllo, allarmi e quench detection
- Prevedere in futuro la possibilità di controllo in PWM?

Futura

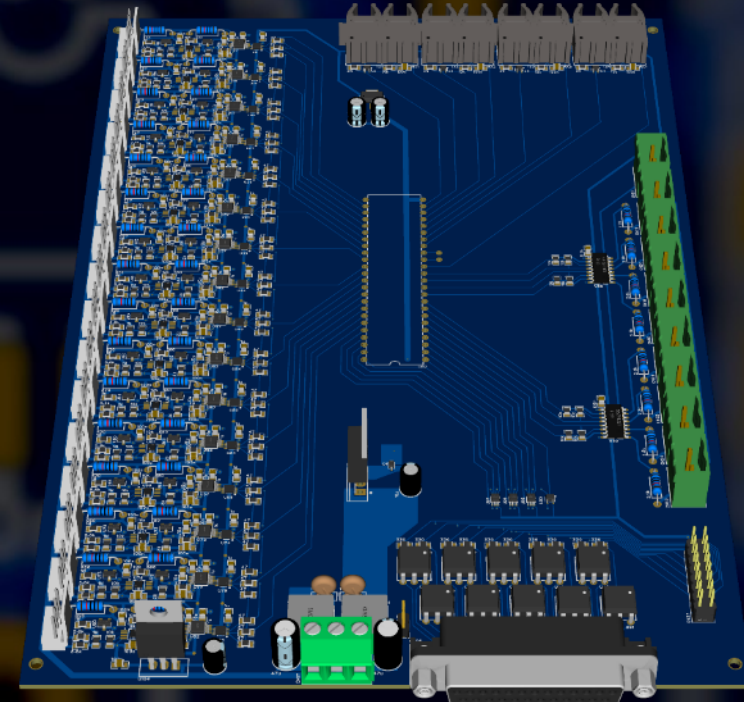


Elettronica di controllo

- L'utilizzo di FPGA rende la logica riconfigurabile in futuro senza modificare l'hardware.
- Sono dispositivi molto versatili ma complessi da programmare.

Appello: esperti di FPGA?

Futura





Grazie per l'attenzione