

Università degli Studi di Padova – Dipartimento di Ingegneria Industriale

Corso di Laurea in Ingegneria dell'energia

Relazione per la prova finale
«Analisi della letteratura scientifica supportata
dall'intelligenza artificiale: il caso studio dei sistemi di
alta tensione DC isolati in gas»

Tutor universitario: Prof. Nicolò Marconato

Laureanda: Elena Dirignani

Padova, 16/07/2024

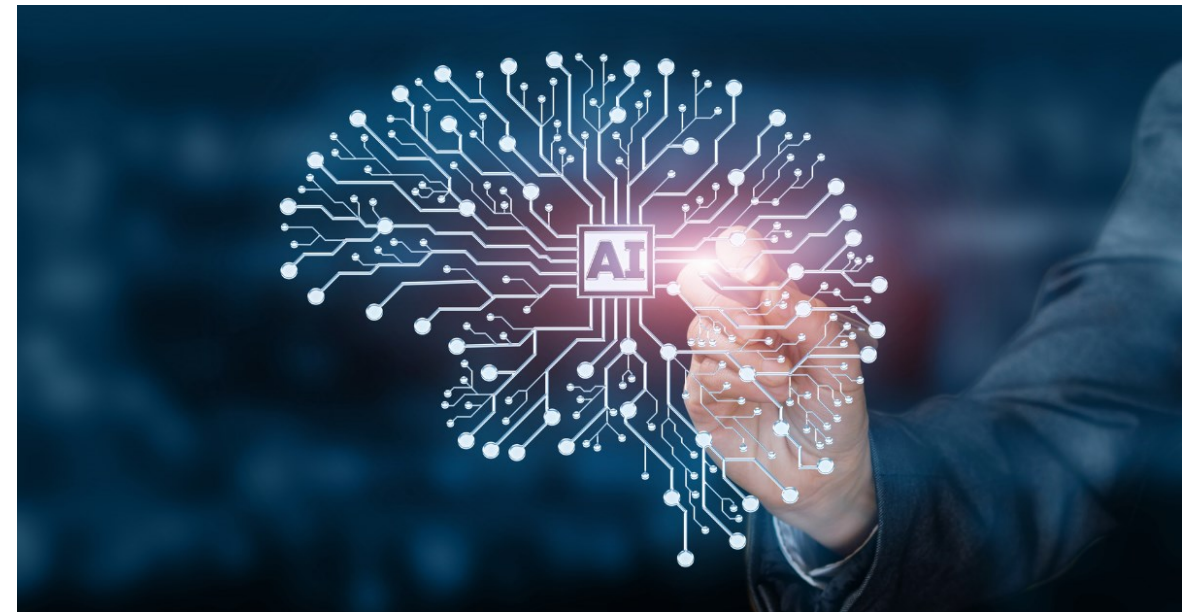
Il test case proposto si focalizza sui seguenti aspetti principali:

- Ricerca e studio di siti di intelligenza artificiale da utilizzare per l'estrazione di documenti utili allo studio;
- Analisi della letteratura individuata per l'estrazione delle informazioni più rilevanti su misure sperimentali dei sistemi in alta tensione isolati in gas e corrente continua (High Voltage DC Gas Insulated Switchgear/Line, HVDC GIS);
- Focus particolare sui cosiddetti Functionally Graded Materials;

Il lavoro del ricercatore inizia con l'analisi della letteratura scientifica e dei casi studio che sono già stati intrapresi.

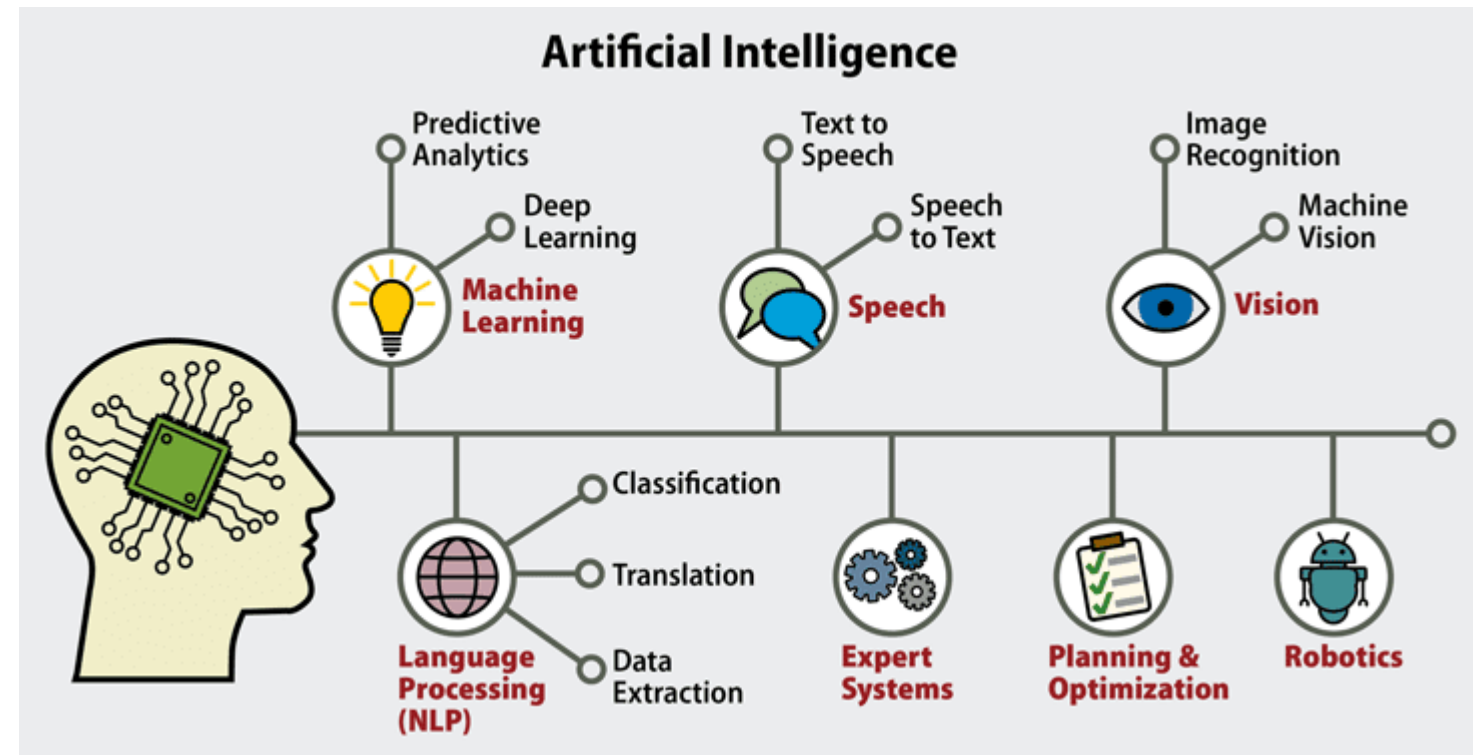
Questo processo può risultare lungo e poco preciso, poiché si presenta il rischio di tralasciare documenti interessanti e di leggerne di obsoleti; inoltre, dato il volume crescente delle pubblicazioni, rimanere aggiornati risulta sempre più difficile.

C'è quindi la volontà di ottimizzare questo processo, ed è possibile farlo sfruttando l'intelligenza artificiale.



Esistono diversi strumenti di intelligenza artificiale che ad oggi possono aiutarci con la ricerca e lo studio di documenti della letteratura scientifica:

- Modelli di classificazione del testo
- Natural Language Processing (NLP)
- Text miming
- Machine Learning (ML)
- Automazione parziale

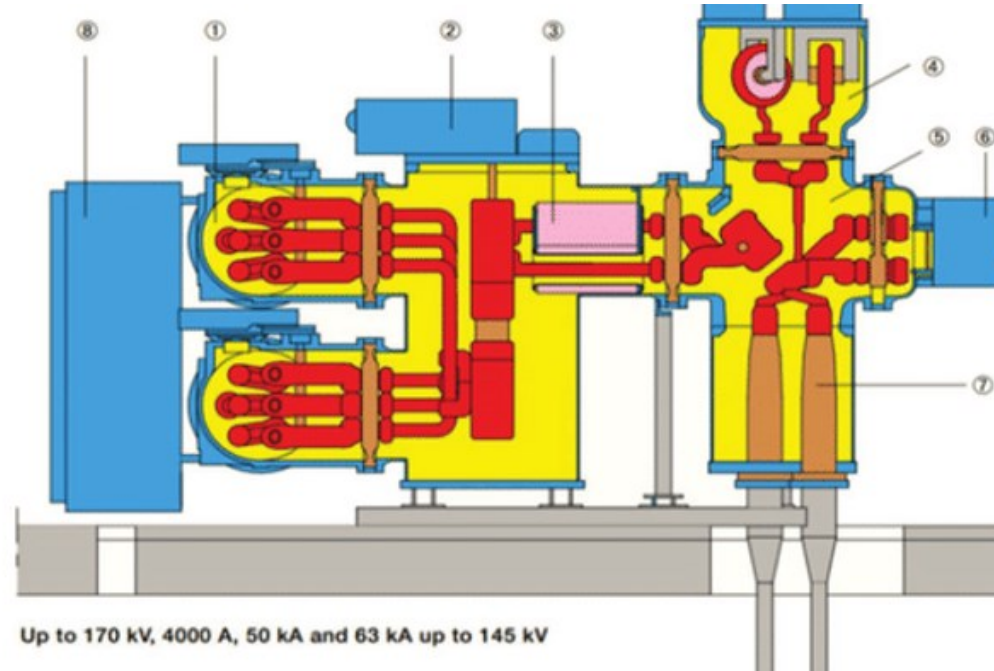


Sono stati analizzati diversi siti di intelligenza artificiale per studiarne l'impiego che ne possiamo fare e se possono essere utili ai fini di una ricerca nella letteratura scientifica e una successiva analisi della stessa:

- [Researchrabbit.com](https://www.researchrabbit.com)
- [SemanticScholar.org](https://www.semanticscholar.org)
- [Read.enago.com](https://read.enago.com)
- [Chatpdf.com](https://chatpdf.com)
- [Consensus.com](https://www.consensus.com)

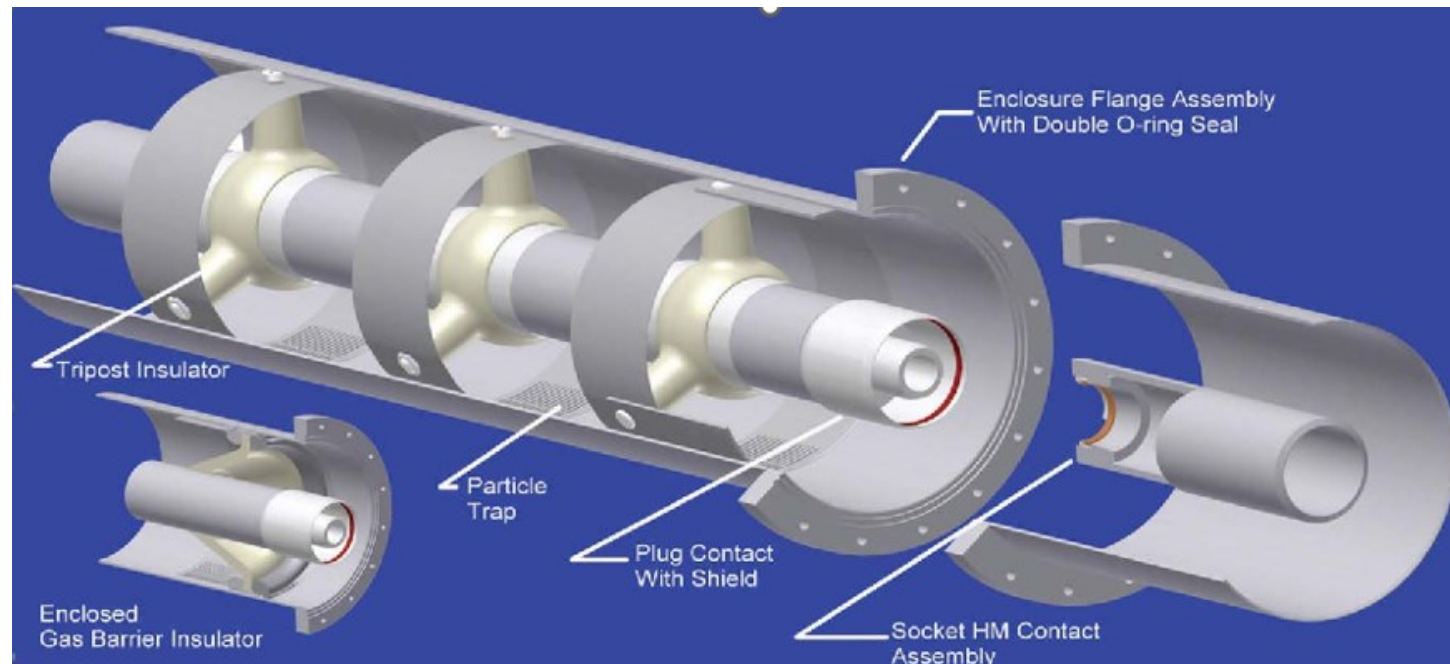
- ① Busbar with disconnecter and earthing switch
- ② Circuit breaker
- ③ Current transformer
- ④ Voltage transformer
- ⑤ Feeder disconnecter and earthing switch
- ⑥ Make-proof earthing switch
- ⑦ Cable end unit
- ⑧ Local control cabinet

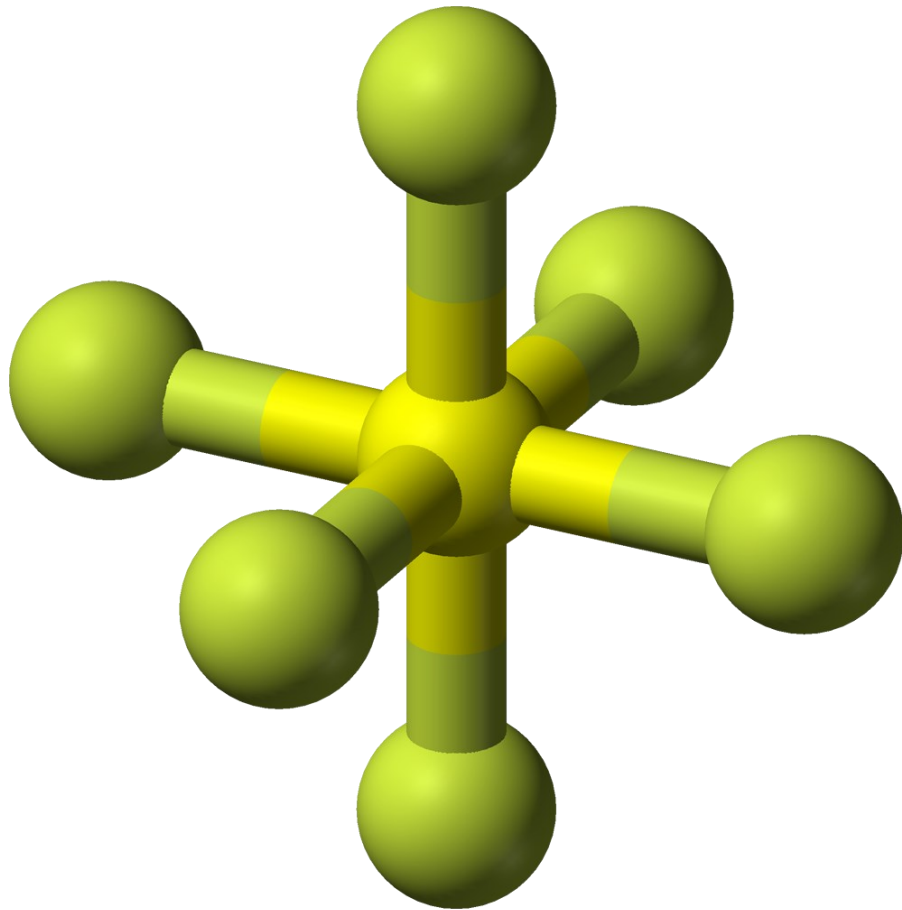
- Active parts under high voltage
- Enclosure
- SF₆-Gas
- Insulation material
- Mechanical parts, structures
- Low voltage parts



I Gas Insulated Switchgears (GIS) sono dei quadri elettrici progettati per controllare e proteggere i circuiti elettrici. Sono costituiti da un involucro metallico a tenuta ermetica, che funge da schermatura elettromagnetica e da protezione meccanica. All'interno dell'involucro si trovano tutti i vari componenti, come interruttori, sezionatori, unità terminali del cavo, messe a terra, trasformatori di tensione e corrente, e gas isolante.

I Gas Insulated Lines (GIL) sono linee dotate di tubi metallici che costituiscono l'involucro esterno. Al loro interno i conduttori metallici in alluminio sono isolati grazie a un distanziatore conico e sono immersi in un gas isolante. Questa tipologia di linea elettrica ha basse perdite dielettriche, bassa impedenza e bassa resistenza dei conduttori, motivi per cui i GIL funzionano bene nella trasmissione di grandi quantità di energia con perdite di trasmissione minime anche su lunghe distanze.





Il gas isolante che generalmente viene utilizzato è l'esafluoruro di zolfo (SF_6), un gas formato da 6 atomi di fluoro posti attorno ad un atomo di zolfo in posizione centrale.

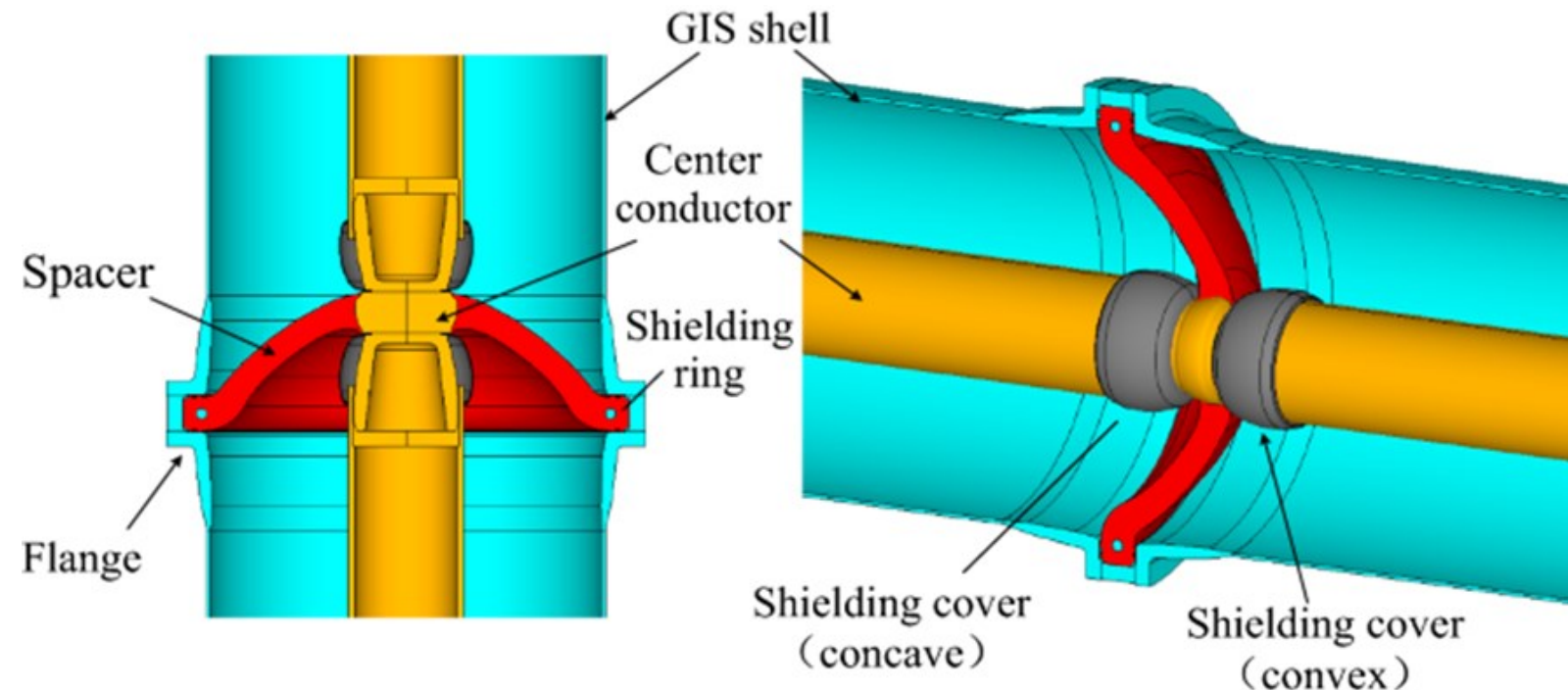
La rigidità dielettrica è pari a 2,5 volte quella dell'aria, circa 90 kV/cm.

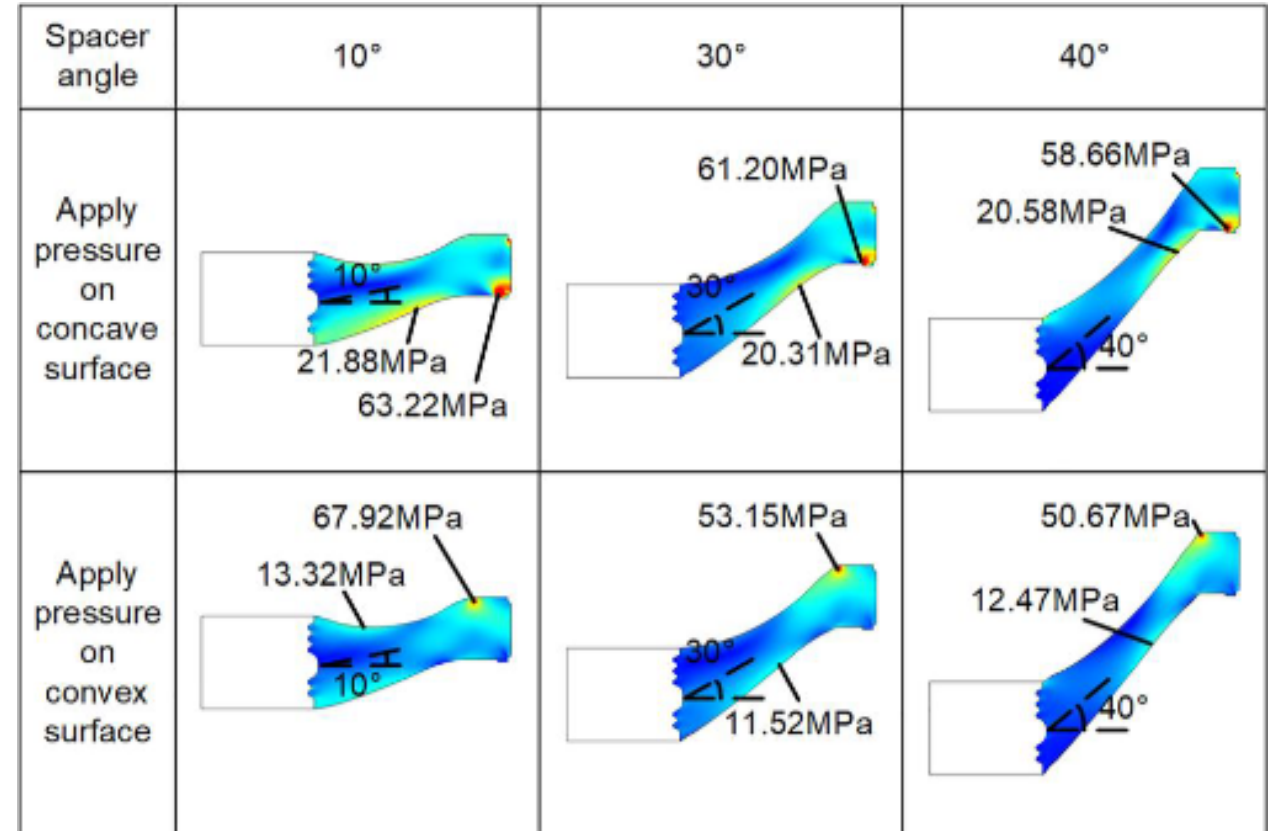
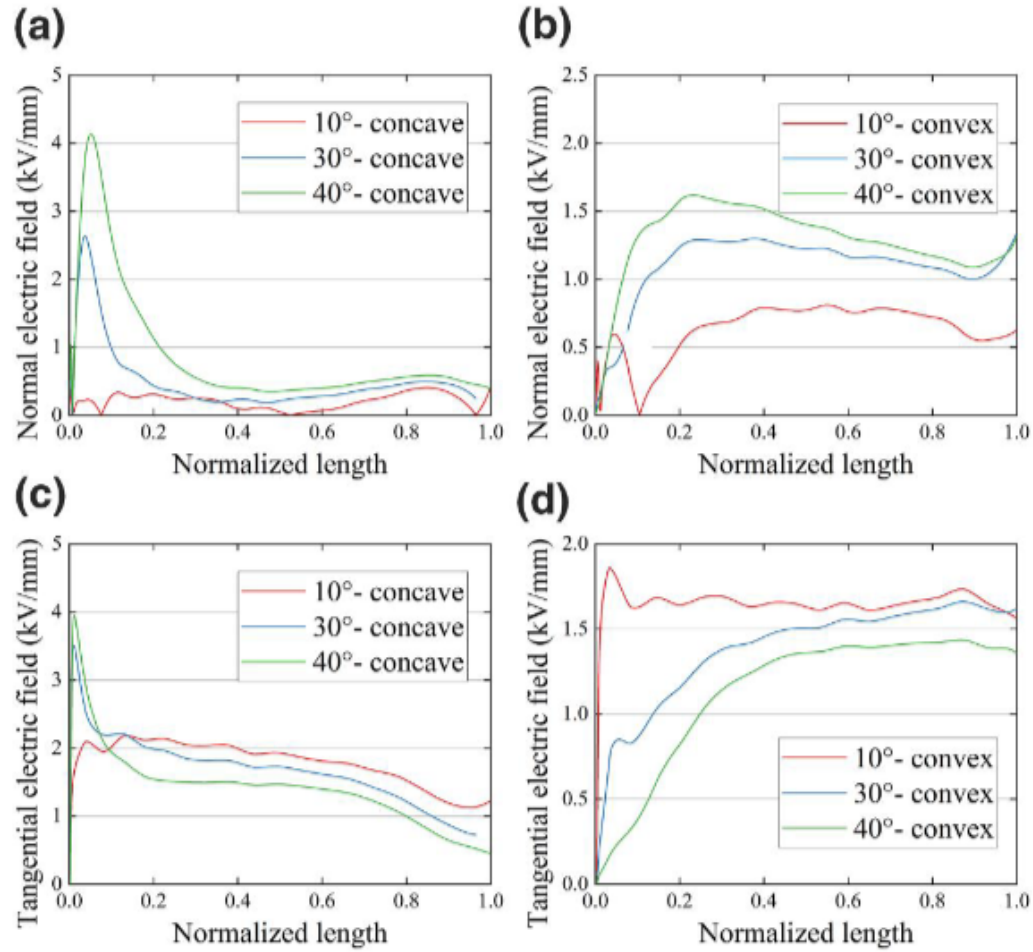
Dal lato elettrico non ha rivali, ma dal lato energetico e ambientale risulta avere un impatto climatico 22800 volte maggiore rispetto all'anidride carbonica, con un tempo di permanenza in atmosfera di circa 3200 anni.

Gli spacer, o distanziatori, sono dei componenti che fungono da supporto meccanico e isolamento elettrico. I distanziatori sono progettati per mantenere distanziati e isolati i conduttori e gli elementi all'interno del GIS e dei GIL.

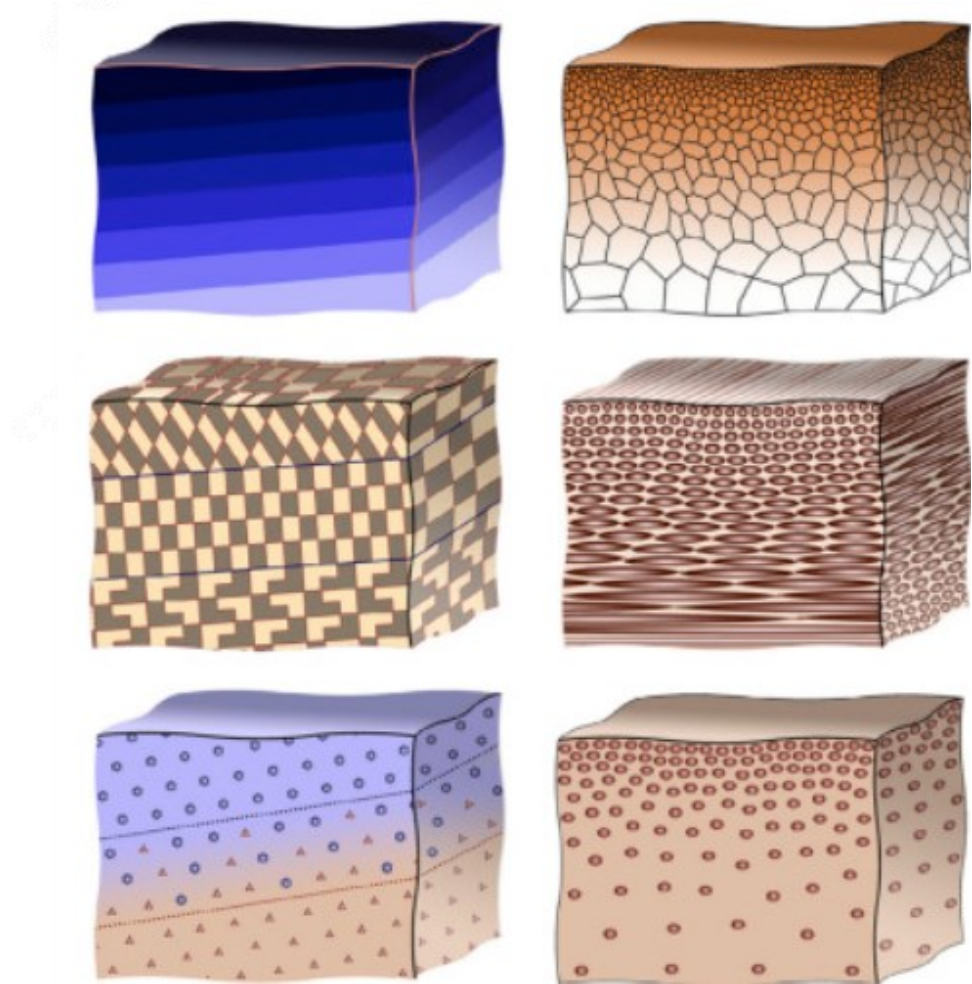
Le principali problematiche riscontrate nei distanziatori includono:

- Distorsione del campo elettrico
- Accumulo di carica superficiale
- Perdite di corrente
- Isolamento inadeguato





I functionally graded materials sono materiali compositi innovativi, con variazioni graduali nella loro composizione e nella struttura in tutto il loro volume. Questi materiali sono progettati per avere proprietà specifiche che variano in modo graduale offrendo vantaggi come resistenza, duttilità, conducibilità termica ed elettrica, adattabilità alle diverse condizioni a cui possono essere sottoposti. Questi materiali potrebbero essere applicati nella realizzazione degli isolanti nei GIL/GIS per migliorare le prestazioni di isolamento elettrico e ottimizzare la distribuzione del campo elettrico all'interno di tali apparecchiature. Possono contribuire a ridurre le concentrazioni di stress elettrico e termico migliorando l'efficienza dell'isolamento e riducendo il rischio di guasti.



- FGM rappresentano un'ottima soluzione da poter utilizzare per risolvere i problemi degli spacer e rendere quindi i GIS/GIL dei sistemi altamente efficienti per il trasporto di energia elettrica
- AI risulta utile nella ricerca dei documenti attraverso parole chiave e nell'analisi degli stessi per uno studio sommario, ma è importante tenere in considerazione il costo elettrico e ambientale, dato che l'AI consuma grandi quantità di energia elettrica che è associata ai data center, e la proliferazione di questi data center ha contribuito a un aumento significativo dell'impronta di carbonio dell'industria dell'AI.

GRAZIE PER L'ATTENZIONE