

Università degli Studi di Padova – Dipartimento di Ingegneria Industriale

Corso di Laurea in Ingegneria dell'Energia

***Relazione per la prova finale
«Recenti installazioni di Elettrodotti
blindati per la trasmissione dell'energia
elettrica»***

Tutor universitario: Prof. Roberto Benato

Laureando: *Niccolò Schiavo*

Padova, 13/11/2024

I GIL (Gas Insulated transmission Lines) rappresentano l'evoluzione delle GIS (Gas Insulated Substations), in quanto derivano direttamente dalla tecnologia GIS ma sono specificamente progettati per la trasmissione di energia su lunghe distanze.



Le GIS sono sottostazioni elettriche in cui le apparecchiature per la trasmissione e la distribuzione dell'energia sono racchiuse in un involucro metallico chiuso, messo a terra e riempito di gas isolante, solitamente l'esafluoruro di zolfo (SF_6).

I GIL sono formati da dei moduli composti generalmente da:

- Un involucro cilindrico in alluminio o lega di alluminio sigillato
- Un conduttore di fase in alluminio, forato al centro
- Isolatori in resina epossidica per tenere il conduttore al centro dell'involucro
- Gas isolante

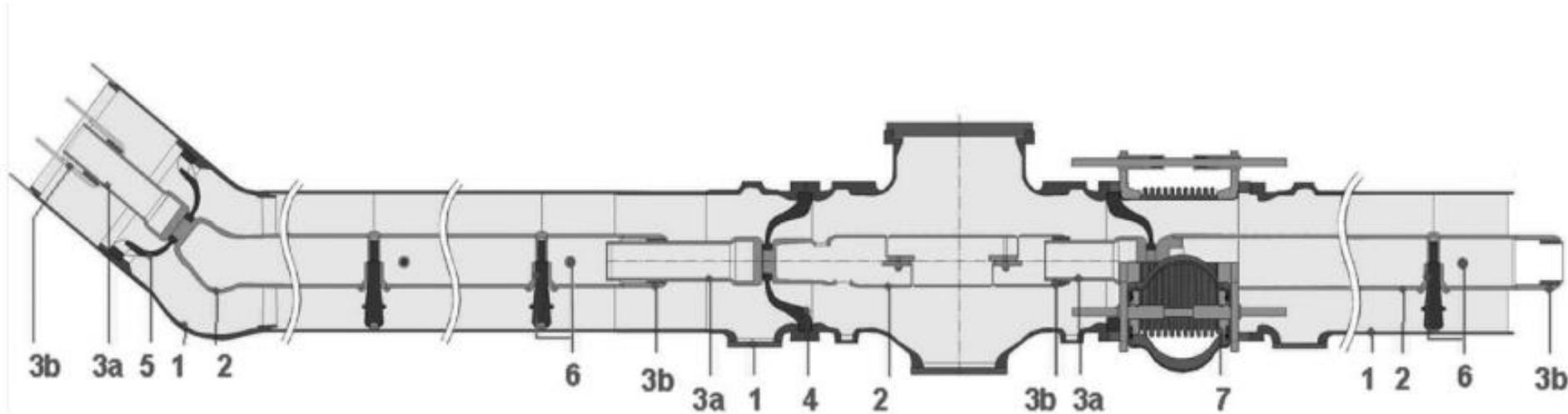


1° Generazione

- Utilizzati dalla prima installazione nel 1975 fino agli inizi degli anni 2000
- Adottavano come gas isolante SF₆ al 100%
- Saldati manualmente

2° Generazione

- Sviluppati poco prima dell'inizio del 2000 e utilizzati ancora oggi nei nuovi progetti
- Utilizzano come gas isolante una miscela di SF₆ al 20% e N₂ al 80%
- Saldati attraverso saldatura automatica orbitale TIG (Tungsten Inert Gas) controllata a computer



Da sinistra a destra possiamo osservare:

- Unità angolare
- Unità rettilinea
- Unità di disconnessione
- Unità di espansione

Solitamente le unità rettilinee sono lunghe da 12 a 18 metri con un raggio di curvatura di 400 metri, inoltre tutte le unità sono sigillate alle estremità durante il trasporto.

Installazione in superficie

- I GIL non hanno problemi contro radiazioni solari o inquinamento atmosferico
- Non necessitano protezione contro la corrosione grazie a uno strato di ossido che si forma sull'alluminio grazie al contatto con l'aria
- Problema impatto visivo



Installazione in trincea

- Richiede uno scavo
- Impatto visivo ridotto rispetto all'installazione in superficie, andando ad eliminare eventuali incroci con altre strutture
- Non necessitano protezione contro la corrosione



Installazione in tunnel

- Tunnel con un diametro di circa 3-4 metri, che necessita di un ottimo sistema di drenaggio
- Facilmente accessibile dal personale autorizzato
- Non necessita di protezione contro la corrosione
- Impatto visivo nullo e possibilità di installazioni in montagna o in aree urbane



Installazione direttamente interrata

- Richiede uno scavo su un terreno privo di rocce
- I GIL necessitano di protezione contro la corrosione attraverso un rivestimento di polietilene
- Dopo ogni km è necessario un modulo di disconnessione, accessibile da appositi pozzetti

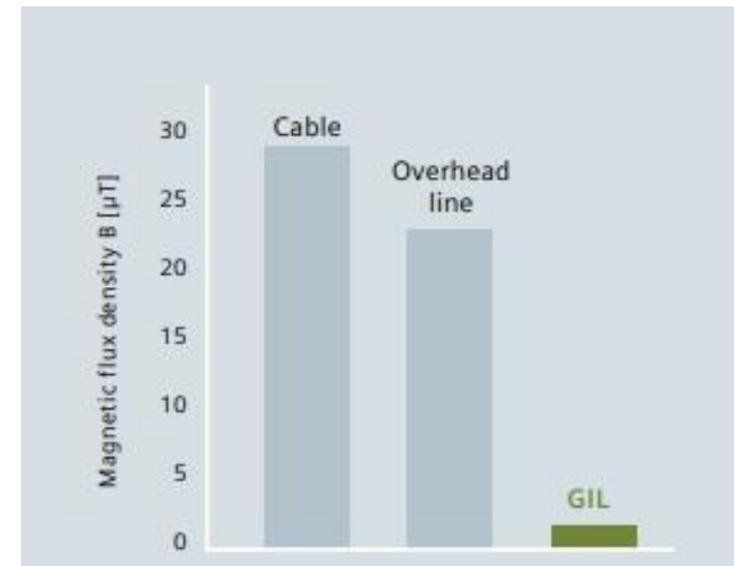


Vantaggi

- Elevata capacità di trasmissione
- Basse perdite ($r \approx 8-10 \text{ m}\Omega/\text{km}$)
- Non necessita di compensazione reattiva anche con grandi lunghezze poiché hanno capacità di esercizio circa uguale a $55,9 \text{ nF}/\text{km}$
- Campi magnetici esterni e interni prossimi allo zero, adottando la tecnica del solid-bonding durante l'installazione
- Elevata sicurezza
- Durata possono avere una vita di oltre 50 anni
- Impatto visivo molto basso
- Possibilità di installazione verticale molto utile per centrali idroelettriche

Svantaggi

- Elevato costo iniziale
- Installazione complessa
- Manutenzione specializzata
- Impatto ambientale dell' SF_6 che è il più potente gas serra conosciuto



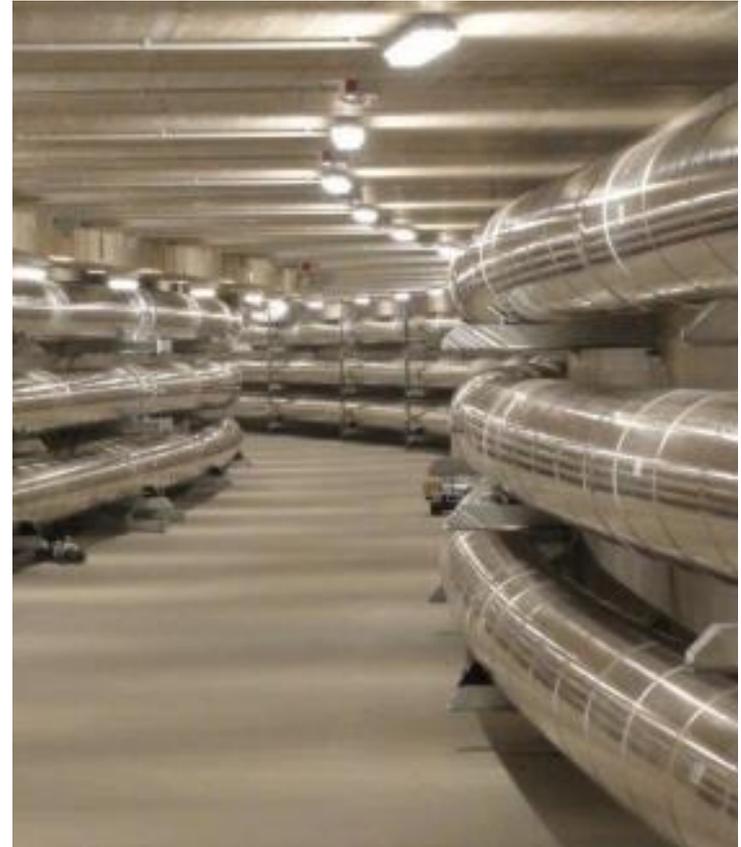
Brambleton, Stati Uniti

- Anno: 2016
- Società: Dominion Energy
- Tipo di installazione: Installazione in galleria e in superficie
- Lunghezza singola fase: 2136 piedi = 651,0528 metri (1 piede = 0,3048 metri)
- Frequenza nominale: 60 Hz
- Potenza massima nominale: 1273 MVA
- Tensione nominale: 245 kV
- Corrente nominale: 3000 A
- Corrente di corto circuito: 63 kA per 3 s
- Tenuta all'impulso nominale di tensione: 900 kV



Monaco di Baviera, Germania

- Anno: 2014
- Società: Stadtwerke München
- Tipo di installazione: Installazione in galleria
- Lunghezza singola fase: 8600 piedi = 2621,28 metri (1 piede = 0,3048 metri)
- Frequenza nominale: 50 Hz
- Potenza massima nominale: 2 x 2300 MVA
- Tensione nominale: 420 kV
- Corrente nominale: 3160 A
- Corrente di corto circuito: 63 kA per 3 s
- Tenuta all'impulso nominale di tensione: 1425 kV



Questo progetto è stato concluso incredibilmente in meno di un anno

Jiangsu Nantong Bin Jiang, Cina

La regione di Jiangsu in Cina è un importante centro per le industrie tessili e alimentari. Con l'aumento della popolazione e la necessità di più aree verdi nel 2020 è stato concluso un progetto che ha sostituito la vecchia linea aerea della regione con un sistema sotterraneo di GIL da 220 kV.

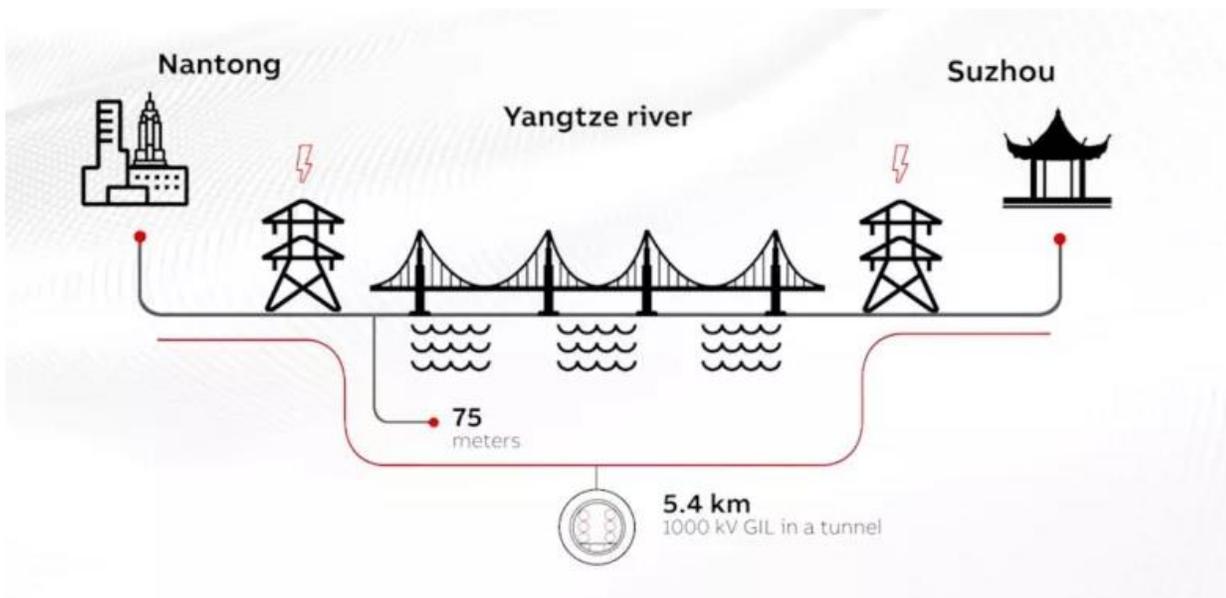
L'elettrodotto è lungo 30 km, diventando così la linea più lunga della Cina a 220 kV.

L'elevata lunghezza della linea ha portato ad avere problemi con la sicurezza, per questo motivo sono stati installati vari strumenti di monitoraggio e addirittura nel 2022 per facilitare ciò è stato creato un robot di ispezione in grado di scattare foto in tempo reale e generare rapporti in base alle immagini acquisite.

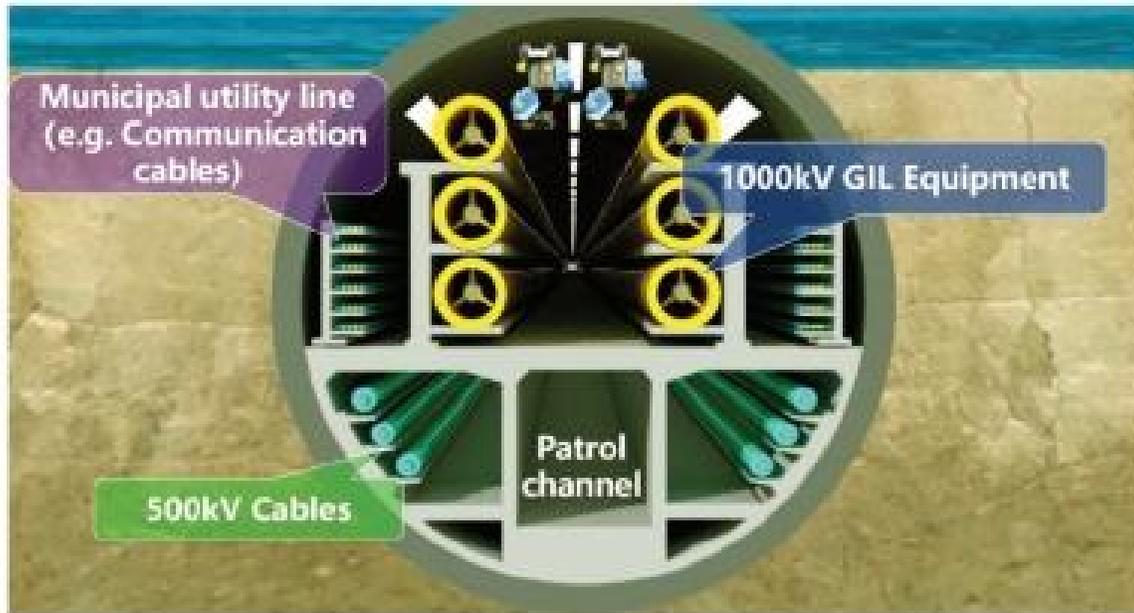


Progetto Sutong, fiume Yangtze, Cina

Il 16 agosto 2016 in Cina sono iniziati i lavori per un incredibile progetto innovativo, Hitachi Energy in collaborazione con la State Grid Corporation of China (SGCC) ha avviato la costruzione delle prime linee di trasmissione isolate a gas da 1000 kV con corrente nominale di 6300 A, posate in un tunnel sotto il fiume Yangtze per collegare Nantong con Suzhou.



L'enorme tunnel con un diametro di circa 12 m è stato completato tra la fine del 2019 e l'inizio 2020, il progetto ha avuto un costo complessivo di 4,76 miliardi di yuan (760 milioni di dollari). La nuova linea farà parte anche del collegamento di trasmissione UHV (Ultra High Voltage) AC Huainan-Nanjing-Shanghai, trasmettendo 6 GW di energia all'area metropolitana di Shanghai nell'est.



Progetto SF6-free GIL, Inghilterra

Il 13 aprile 2017 National Grid è riuscita ad energizzare il primo GIL a 420 kV lungo 230 metri senza l'utilizzo dell'SF₆ nella sottostazione di Sellindge nel Sud-Est dell'Inghilterra.

L'alternativa ecologica dell'SF₆ è una miscela di gas prodotta da GE Grid Solutions chiamata g³: green gas for grid.

Questo GIL svolge un ruolo fondamentale nel progetto ElecLink, che prevede un collegamento via cavo HVDC tra la Francia e Regno Unito attraverso il tunnel della Manica, per aumentare lo scambio di energia su un collegamento bidirezionale da 1 GW.

