



**Politecnico
di Torino**

PRESENTAZIONE

Sistemi Elettrici di Potenza

AA 2023-24

Prof. Enrico Carpaneto

Reinaldo Avelino da Silva Junior
322110



Argomento scelto

- Matrice delle ammettenze di una parte della rete AT italiana
 - Rete elettrica siciliana;
 - Obiettivo: calcolare le matrice delle ammettenze e delle Impedenze;
 - Contiene: linee a 220 kV, linee a 380 kV, una doppia terna, due autotrasformatori e due linee in cavo.



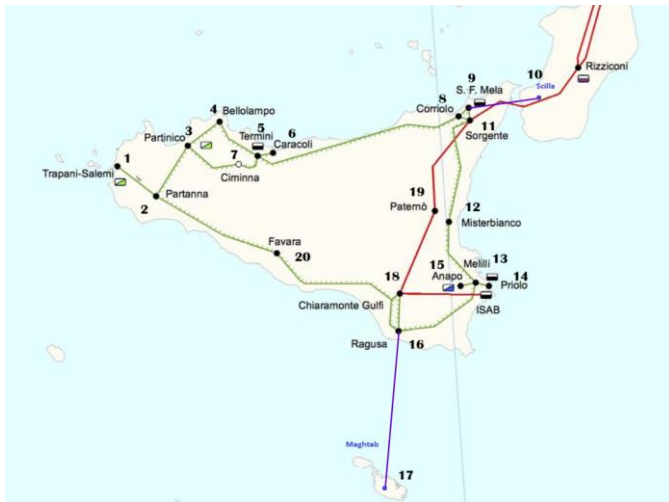
Fonte: pti.regione.sicilia.it

Definizione dei nodi e dei rami



Politecnico
di Torino

- Totale: 20 nodi e 24 rami



Fonte: www.entsoe.eu



Definizione dei nodi e dei rami

■ Osservazioni:

- I rami in verde corrispondono alle linee in alluminio a 220 kV e quelli in rosso alle linee in alluminio a 380 kV;
- I rami in azzurro corrispondono alle linee in cavo che collegano Sicilia-Malta e Sicilia-Calabria;
- Nel codice è stato aggiunto altri due nodi (e rami) per rappresentare l'autotrasformatori.

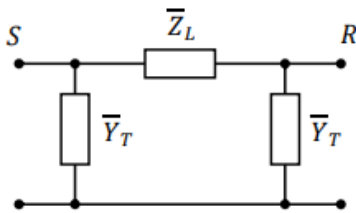
```
58      nodo2(23) = 17;  
59      nodo1(24) = 22;  
60      nodo2(24) = 10; % Scilla  
61      % Rami trasformatore  
62      nodo1(25) = 18;  
63      nodo2(25) = 21; % Trafo Chiaramonte 220-280  
64      nodo1(26) = 11;  
65      nodo2(26) = 22; % Trafo Sorgente 380-220
```

Codice Matlab: caratterizzazione dalle estremità (nodi) dei rami

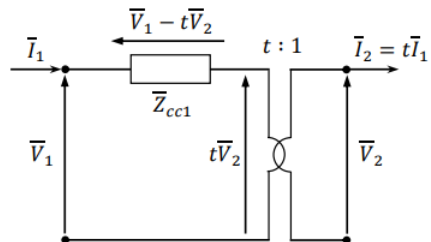
Circuito equivalente pi-greco

■ È stato definito 4 tipi di linee:

- Tipo 1: linee 380 kV aeree in alluminio (parametri Excel);
- Tipo 2: linee 220 kV aeree in alluminio (parametri Excel);
- Tipo 3: linee 380 kV in cavo (Sicilia-Calabria);
- Tipo 4: linee 220 kV in cavo (Sicilia-Malta).



Circuito equivalente esatto
linee di trasmissione



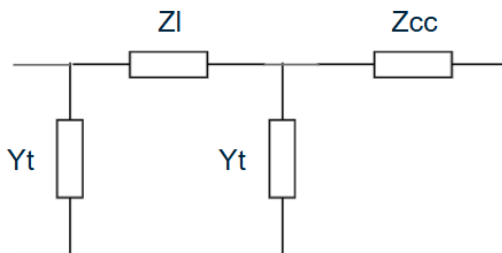
Circuito equivalente
approssimato del
trasformatore

- Trasformatore: circuito equivalente a pi-greco con $Y_T = 0$, dove $Z_{cc} = jX_{cc}$ (perché $X_{cc} \gg R_{cc}$).

$$X_{cc} = \frac{V_{cc}(\%) V_n^2}{100 S_n} \quad (\text{Valori in pu})$$

Nodi 'virtuali' dei trasformatori

- La concatenazione del circuito equivalente di una linea con l'impedenza del trasformatore risulterebbe in un circuito equivalente in pi-greco matematicamente più complesso. Quindi, si è deciso di creare un nodo (e un ramo) in più per rappresentare ogni trasformatore.



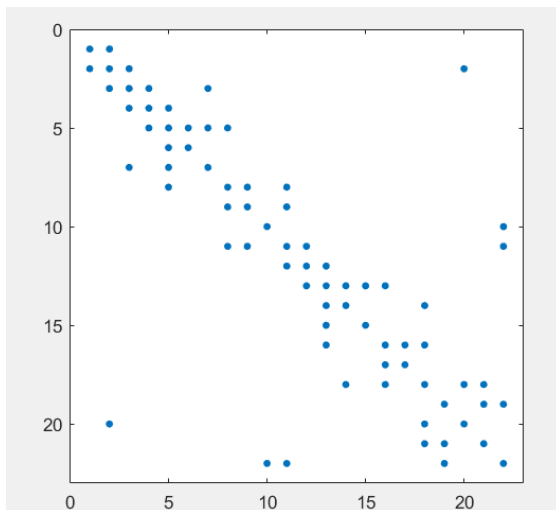
Circuito equivalente a Chiaramonte o Sorgente (incrocio di linee elettriche di tensioni diverse)

Struttura del codice

- Definizione (e numerazione) dei nodi e dei rami:
 - Vettori `nodo1` e `nodo2`;
- Misura delle distanze su Google Maps:
 - Vettore 'a' di lunghezze uguale al numero di rami;
- Definizioni a partire dai dati delle linee in alluminio e in cavo;
- Calcoli rlc delle linee e delle funzioni iperboliche;
- Definizione dei vettori `yl12`, `yt12` e `yt21` del circuito equivalente a pi-greco delle linee;
- Definizioni dei vettori `yt0` e `nodo0` che corrispondono alle ammettenze trasversali (reattori di compensazione delle linee in cavo);
- Algoritmo della costruzione della matrice delle ammettenze `Ybus`.

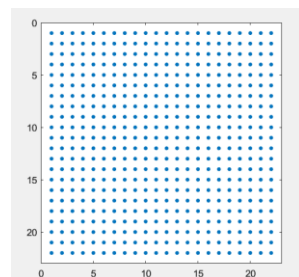
Matrice delle ammettenze

Con la funzione `spy()` del Matlab, è stato possibile rappresentare graficamente la matrice delle ammettenze e anche controllare sua sparsità.



Matrice delle ammettenze

Si noti che la matrice delle impedenze invece non è sparsa come l'altra.



Matrice delle impedenze

Considerazioni finali

- Il codice ha funzionato correttamente e ha illustrato la matrice di ammettenze della rete Siciliana coerentemente.
- Il fatto che ci siano punti fuori dalla linea di tendenza non significa che la matrice sia incorretta o meno sparsa, ma piuttosto che i punti di incrocio della rete non siano stati definiti precisamente con nodi di numerazioni adiacenti. Ad esempio, trasformatori aggiunti successivamente come i nodi 21 e 22.
- Un errore di progettazione è stata l'omissione della connessione Chiaramonte con la centrale generatrice ISAB. Proprio per non distorcere la forma della matrice come commentato in precedenza, tale ramo non è stato aggiunto successivamente. Tuttavia, in una futura analisi di reti e sistemi di potenza, è possibile aggiungere e rimuovere rami, così come agiscono i disgiuntori di potenza in caso di guasti/cortocircuiti.