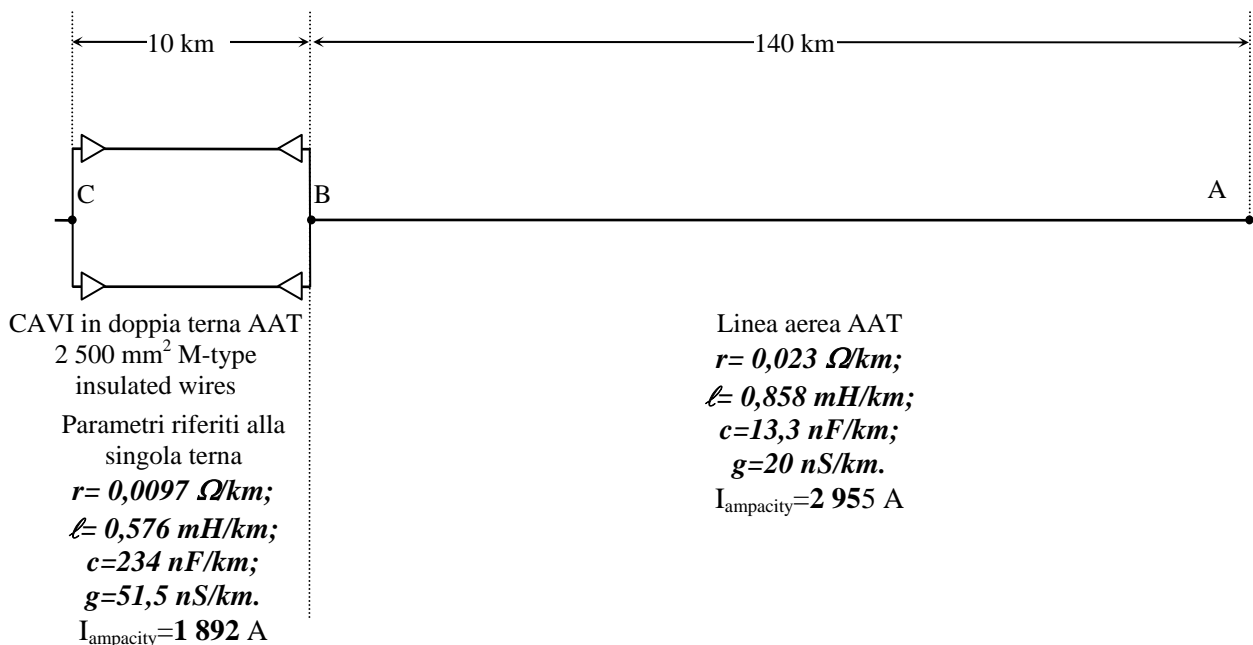


**SISTEMI ELETTRICI per l'ENERGIA ING. MAGISTRALE ELETTRICA**  
**Prova scritta del 19 settembre 2013**

Una linea elettrica aerea AAT (380 kV) prevista di lunghezza pari a 150 km incontra nella sua fase autorizzativa forti opposizioni tanto che il gestore della rete decide per la sostituzione di una parte di essa con tecnologia in cavo in doppia terna (v. figura). L'altezza media da terra della parte aerea è di 30 m. La linea è trinata con distanza tra i sub-conduttori pari a 0,4 m. Il diametro della corda è pari a 31,5 mm. La linea in cavo è costituita da una doppia terna con cavi unipolari di sezione pari a 2 500 mm<sup>2</sup> (per aumentare l'ampacity è stato adottato un conduttore Milliken a fili smaltati) con diametro sullo schermo pari a 119,9 mm e diametro sul conduttore pari a 63,4 mm (si ricorda che la costante dielettrica relativa per l'XLPE vale 2,3).



**Si chiede di calcolare:**

- La costante di propagazione, l'impedenza caratteristica e la potenza naturale riferita a  $U_N = 380$  kV della linea aerea; (3 punti)
- La costante di propagazione, l'impedenza caratteristica e la potenza naturale riferita a  $U_N = 380$  kV della doppia terna in cavo; (3 punti)
- La matrice di trasmissione della linea aerea; (3 punti)
- La matrice di trasmissione della doppia terna in cavo (3 punti)
- La matrice di trasmissione della linea mista o cascata della doppia terna in cavo con la singola terna della linea aerea. È simmetrica? È reciproca? (5 punti)
- La tensione subtransitoria nel caso di energizzazione da C della linea a vuoto in A considerando la tensione stellata di 230 kV e la corrente di corto circuito subtransitoria della rete di alimentazione pari a 46 kA. Una volta ripristinata la tensione nominale stellata in partenza della linea ( $U_{oN} = 230$  kV) quanto vale la corrente alla partenza? È interrompibile da un interruttore standard? (4 punti)
- Il calcolo della corrente a vuoto di cui al punto precedente considerando la linea a costanti concentrate e la tensione su tutta la linea pari a quella nominale (1,0 punti)

**Si chiede inoltre di calcolare:**

- h) L'impedenza d'onda di un conduttore della linea aerea (2 punti)*
- i) L'impedenza d'onda della doppia terna in cavo (2 punti)*
- j) La probabilità che si abbia una scarica nel caso di fulminazione diretta sul conduttore di fase della linea elettrica aerea (2 punti);*
- k) La probabilità che si abbia una scarica nel caso di fulminazione diretta sul traliccio senza considerare la presenza della fune di guardia e una resistenza di messa a terra del traliccio colpito pari a  $10 \Omega$  (2 punti)*
- l) Nell'ipotesi che la linea aerea venga colpita da un fulmine all'estremità A e che esso generi una sovratensione esterna di ampiezza 1 pu. Quanto tempo impiega l'onda a raggiungere l'estremità B? Quanta se ne trasmette all'estremità C e quanto tempo impiega l'onda trasmessa a raggiungere C? (1,5 punti)*

TEMPO A DISPOSIZIONE: 1 h 50'

**SISTEMI ELETTRICI per l'ENERGIA ING. MAGISTRALE ELETTRICA**  
**Prova scritta del 19 settembre 2013**

**NOME:**

**COGNOME:**

<b>a)</b>	
<b>b)</b>	
<b>c)</b>	
<b>d)</b>	
<b>e)</b>	
<b>f)</b>	
<b>g)</b>	
<b>h)</b>	
<b>i)</b>	
<b>j)</b>	
<b>k)</b>	
<b>l)</b>	

**SISTEMI ELETTRICI per l'ENERGIA ING. MAGISTRALE ELETTRICA**  
**Prova scritta del 19 settembre 2013**

**ORALE in forma SCRITTA**

**DOMANDE A RISPOSTA RAPIDA**

**Il candidato risponda in modo succinto alle seguenti domande:**

- 1) Uso dell'OLTC per la regolazione della tensione.
- 2) Qual è il vantaggio precipuo del metodo in p.u. .
- 3) Funzionamento e vantaggi del PST. Cenni alla possibile realizzazione.
- 4) Potenza naturale di una linea in cavo. Può essere trasmessa tale potenza?

**PUNTEGGIO: 3,75/30 per domanda**

**DOMANDA APERTA**

**Il candidato esponga in modo esaustivo ma sintetico intorno ai seguenti punti:**

- 1) La regolazione della frequenza: regolazione primaria e secondaria, funzioni di trasferimento per il regolatore di velocità e insieme di carichi rotanti e non. Grado di statismo ed energia regolante.

**PUNTEGGIO: 15/30**

Tempo a disposizione: 60 min

**SISTEMI ELETTRICI per l'ENERGIA ING. MAGISTRALE ELETTRICA**  
**Prova scritta del 19 settembre 2013**

**NOME:**

**COGNOME:**

<b>a)</b>	$\underline{k}=0,0477 \cdot 10^{-3} + j 1,06 \cdot 10^{-3} [1/\text{km}]; \underline{Z}_C=254,24 - j 10,21 [\Omega];$ $\underline{S}_{\text{nat}}=567,040 - j 22,788 [\text{MW} + j \text{Mvar}]$
<b>b)</b>	$\underline{k}=0,099 \cdot 10^{-3} + j 3,648 \cdot 10^{-3} [1/\text{km}]; \underline{Z}_C=24,814 - j 655,988 \cdot 10^{-3} [\Omega];$ $\underline{S}_{\text{nat}}=5815 - j 153,7 [\text{MW} + j \text{Mvar}]$
<b>c)</b>	$\underline{A}=0,989 + j 0,99 \cdot 10^{-3}; \underline{B}=3,195 + j 37,599 [\Omega]; \underline{C}=2,596 \cdot 10^{-6} + j 582,816 \cdot 10^{-6}$
<b>d)</b>	$\underline{A} = 999,35 \cdot 10^{-3} + j0,036 \cdot 10^{-3}; \underline{B} = 48,478 \cdot 10^{-3} + j904,487 \cdot 10^{-3} [\Omega]$ $\underline{C} = 1,011 \cdot 10^{-6} + j1,469 \cdot 10^{-3} [S]$
<b>e)</b>	$\underline{A} = 987,802 \cdot 10^{-3} + j1,056 \cdot 10^{-3}; \underline{B} = 3,239 + j38,468 [\Omega]$ $\underline{C} = 2,116 \cdot 10^{-6} + j2,036 \cdot 10^{-3} [S]; \underline{D} = 933,064 \cdot 10^{-3} + j5,761 \cdot 10^{-3}$ <p align="center">Non è simmetrica ma è reciproca</p>
<b>f)</b>	$ \underline{U}''  = 235,2647 \text{ kV}; \underline{I}_{\text{cap}} = 1 + j474,1 [A];$ <p align="center">Non è interrompibile da int. standard</p>
<b>g)</b>	$\underline{I}_{\text{cap}} = 230000 \omega (2c_{\text{cavo}} \cdot L_{\text{cavo}} + c_{\text{aerea}} \cdot L_{\text{aerea}}) = 472,7 [A]$
<b>h)</b>	$Z_0 = 364,94 [\Omega]$
<b>i)</b>	$Z_0 = 12,6 [\Omega]$
<b>j)</b>	$\rho = 74,1 \%$
<b>k)</b>	$\rho = 0,421 \%$
<b>l)</b>	$t_{A \rightarrow B} = 466 [\mu\text{s}]; t_{B \rightarrow C} = 58,8 [\mu\text{s}]; \tau = 0,06675$