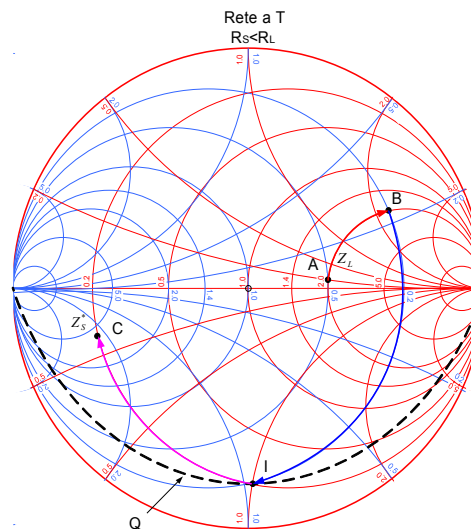


## Adattamento di impedenza tramite la carta di Smith delle impedenze e delle ammettenze

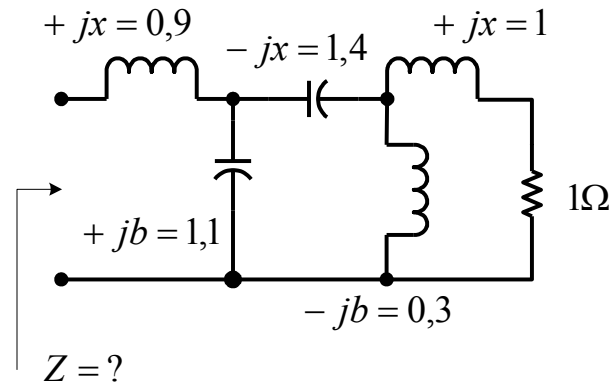


*L'idea di base è la seguente.*

- Data una impedenza di carico  $Z_L$  e
- data l'impedenza che la sorgente “deve vedere”,
- tracciare l'impedenza di carico e
- cominciare ad aggiungere elementi
- in serie o
- in parallelo
- fino a che si raggiunge l'impedenza desiderata.

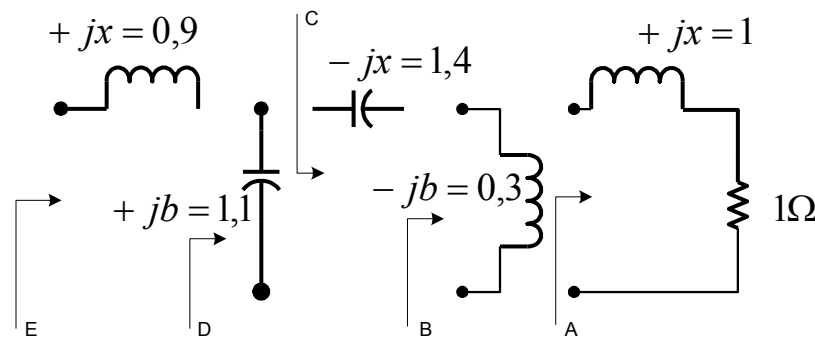
### Esempio 1

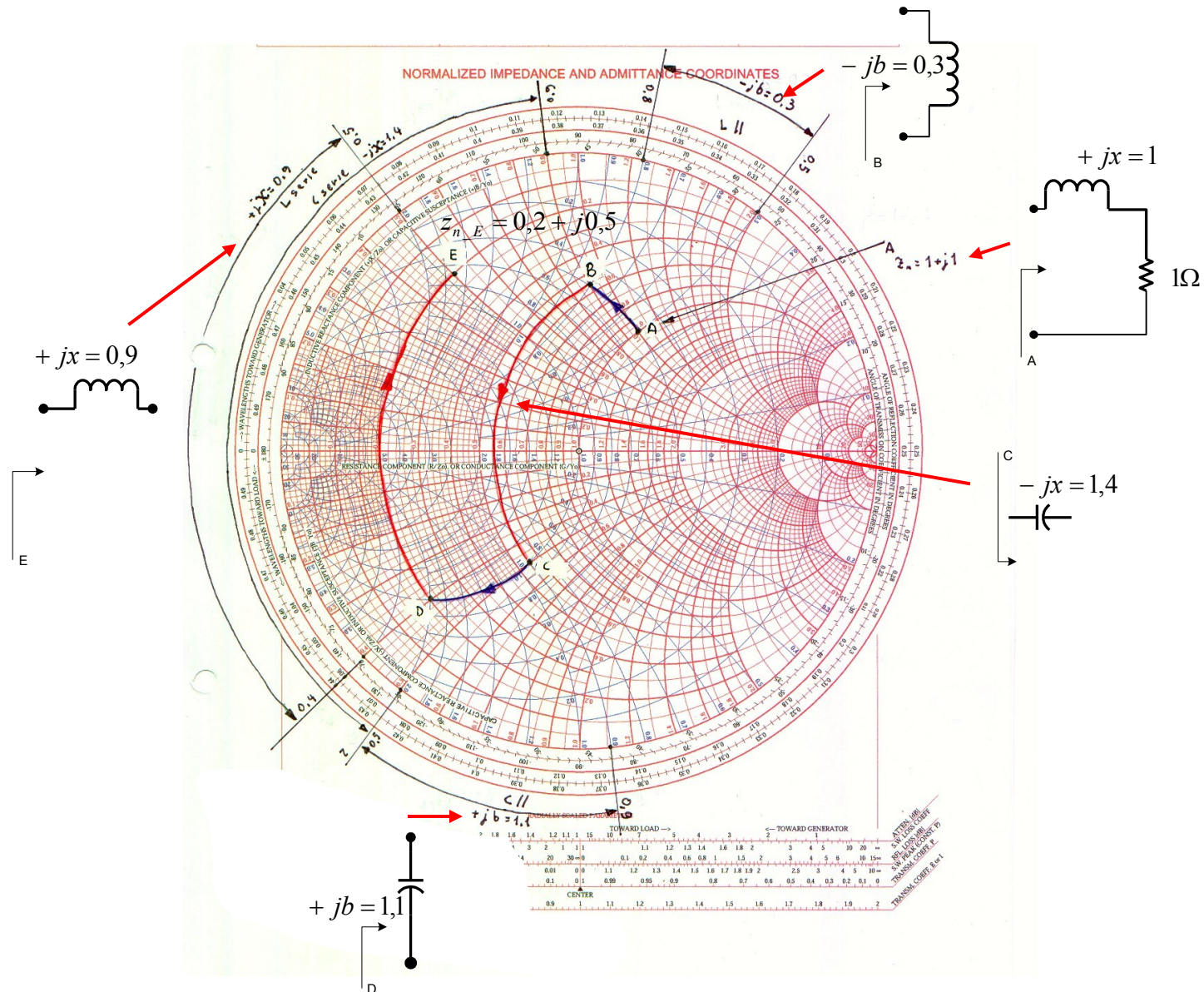
Determinare il valore dell'impedenza di ingresso della rete in figura



### Soluzione

Convienne separare il circuito in diversi rami





### Esempio 2

Progettare una rete di adattamento di impedenza, tramite la carta di Smith ZY in modo da adattare una sorgente con  $Z_S = 25 - j15\Omega$  ad un carico  $Z_L = 100 - j25\Omega$

La rete deve essere di tipo passa basso. La frequenza di lavoro è 60 MHz e l'impedenza caratteristica del sistema è 50 Ohm.

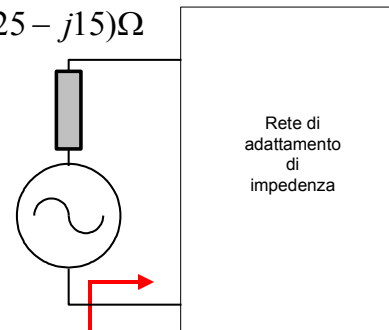
### Soluzione

La sorgente ha una impedenza complessa, quindi dovrà vedere una impedenza che sia il suo complesso coniugato.

$$Z_S^* = (25 + j15)\Omega$$

$$z_{n\_S} = \frac{25}{50} + j \frac{15}{50} = 0,5 + j0,3$$

$$Z_S = (25 - j15)\Omega$$



$$Z_L = (100 - j25)\Omega$$

$$z_{n\_L} = \frac{100}{50} - j \frac{25}{50} = 2 - j0,5$$



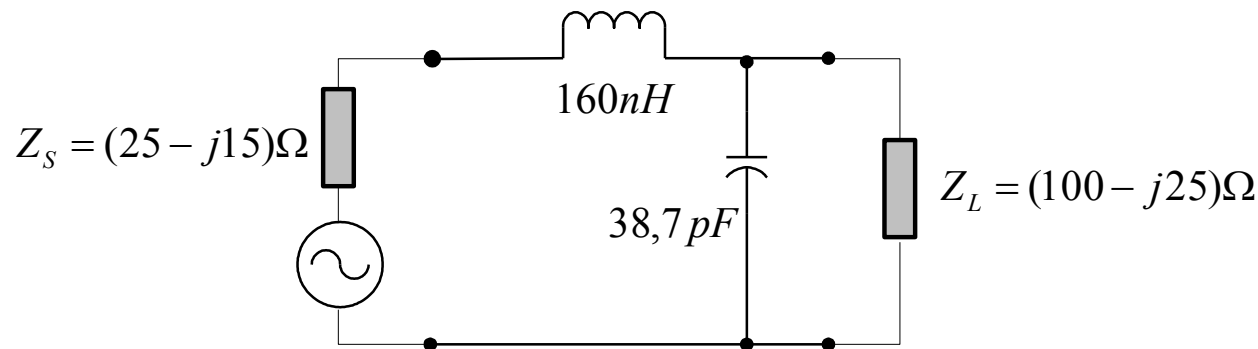
23

I valori di L e di C si calcolano a 60 MHz

$$X_c = -j1,369 \cdot 50 = 68,5\Omega \quad X_c = \frac{1}{2\pi f C} \Rightarrow C = \frac{1}{2\pi f X_c} = \frac{10^{-6}}{2\pi 60 \cdot 68,5} = 38,7 pF$$

$$X_L = j1,21 \cdot 50 = 60,5\Omega \quad X_L = 2\pi f L \Rightarrow L = \frac{X_L}{2\pi f} = \frac{10^{-6} 60,5}{2\pi 60} = 160 nH$$

Il circuito definitivo della rete sarà



Nello studio delle reti di adattamento senza l'uso della carta di Smith si è visto che **la principale differenza fra la rete a due elementi e quella a 3 elementi** consiste nel fatto che con questa è **possibile scegliere il fattore di merito Q**.

Il Q è uguale al rapporto

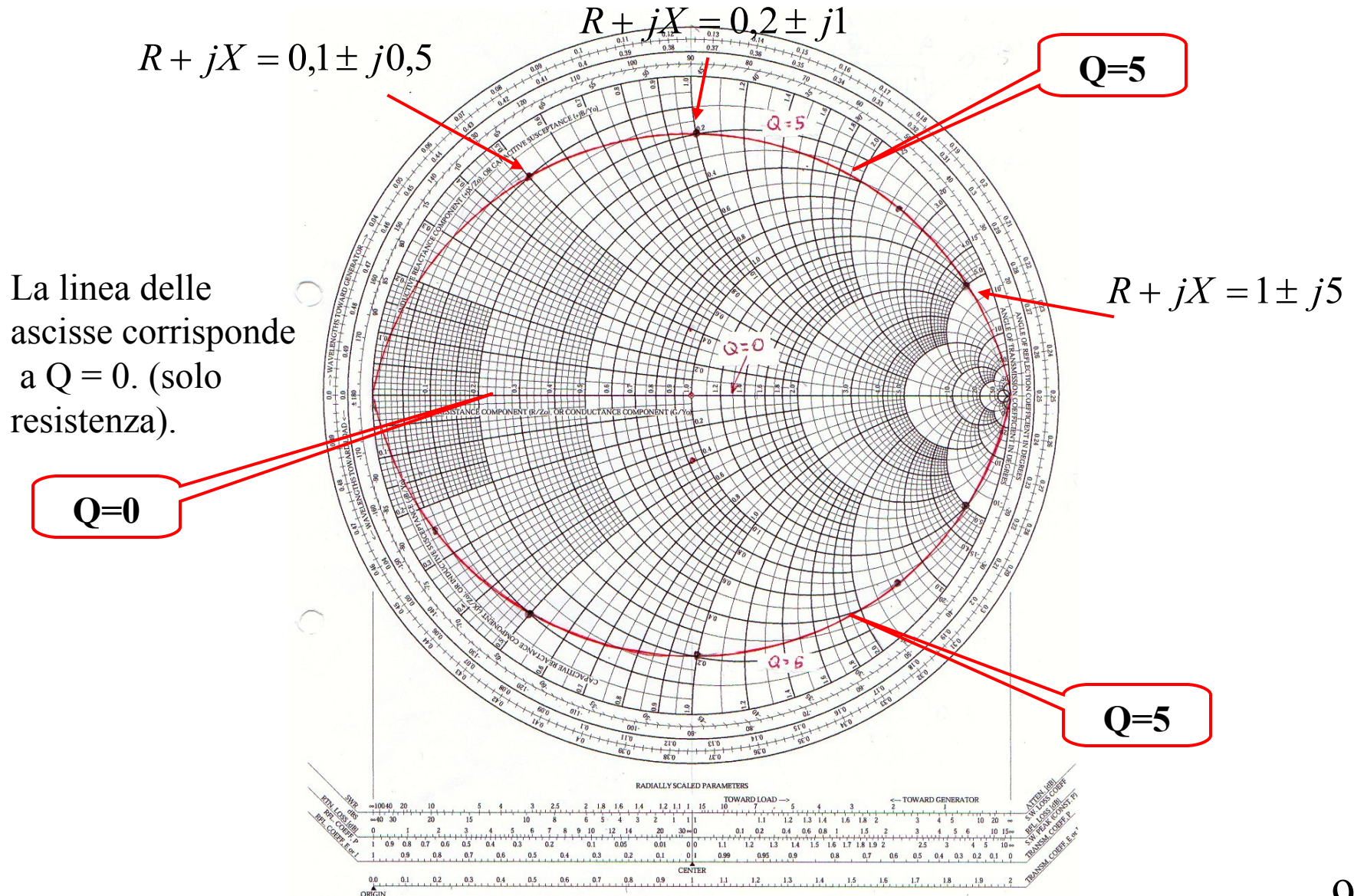
$$Q = \frac{X_L}{R_s}$$

Ad ogni punto della carta di Smith è associato un valore di Q. Per un dato valore del Q è possibile tracciare una curva che è il luogo dei punti per quel valore.

Per esempio, fissato  $Q=5$ , hanno lo stesso Q i punti:

$$\left. \begin{aligned} R + jX &= 1 \pm j5 \\ R + jX &= 0,5 \pm j2,5 \\ R + jX &= 0,1 \pm j0,5 \\ R + jX &= 0,2 \pm j1 \end{aligned} \right\} Q = 5$$



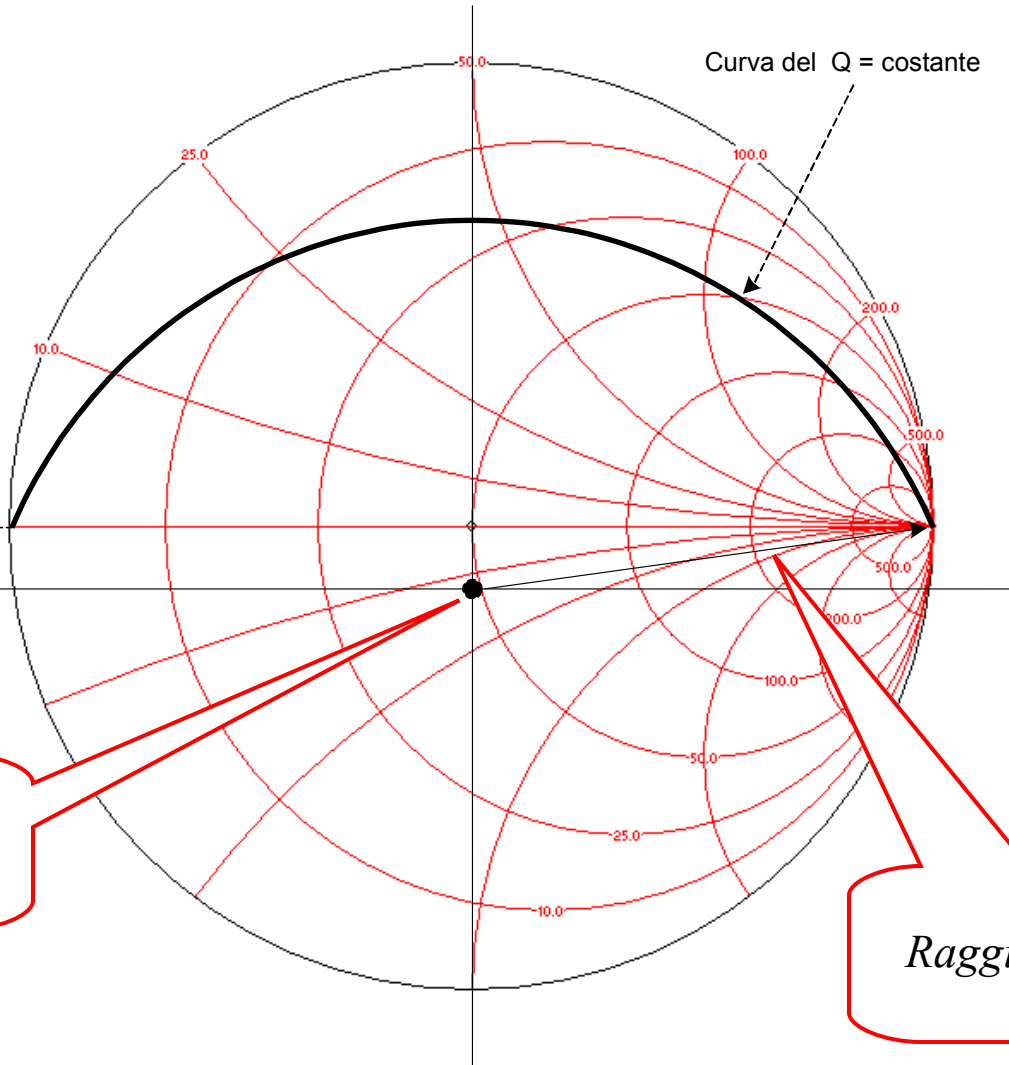


La procedura per tracciare la curva del Q sulla carta di Smith ZY.

$1/Q$  si legge sulla scala del coefficiente di riflessione, quella lineare da 0 a 2

$\frac{1}{Q}$

Coordinate del centro: 0 e  $1/Q$

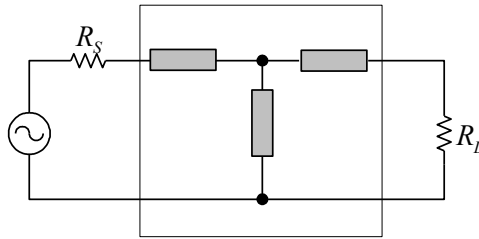


$$Raggio = \sqrt{1 + \frac{1}{Q^2}}$$

Per adattare l'impedenza con una **rete a tre elementi** si procede come segue:

- 1 Si disegna sulla carta di Smith ZY la curva del **Q desiderato**
- 2 Si traccia il punto relativo al complesso coniugato dell'impedenza della sorgente, (punto C),  $z_{n_S}^*$ , in quanto è questa l'impedenza ideale che il carico deve „vedere“ per essere adattato.
- 3 Si traccia il punto relativo all'impedenza del carico (punto A),  $z_{n_L}$
- 4 Si decide quale delle due terminazioni determinerà il Q della rete:
  - - Per la **rete a T** è la terminazione con la **resistenza più bassa**
  - 
  - - Per la **rete a Pi** è la terminazione con la **conduttanza più bassa**.

Rete a T  $R_S < R_L$



**Q è legato a  $R_S$  !**

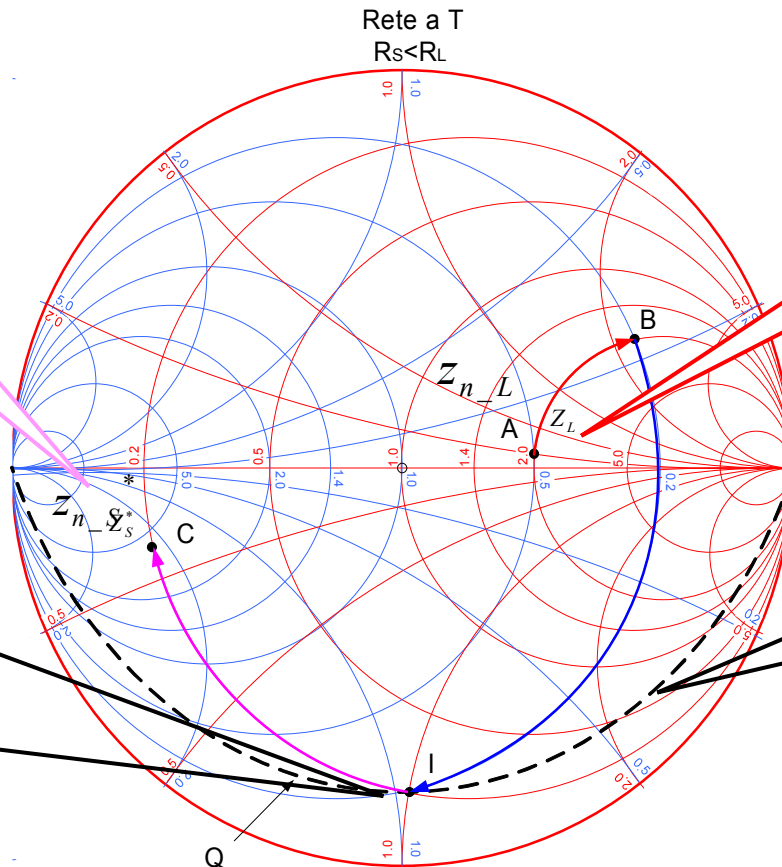
ovvero al punto C

Si traccia il punto C

Si individua il punto di intersezione fra la circonferenza a resistenza costante che passa per C e la curva del Q. Si traccia questo punto, I.

Si traccia il punto A

Si traccia la curva del Q

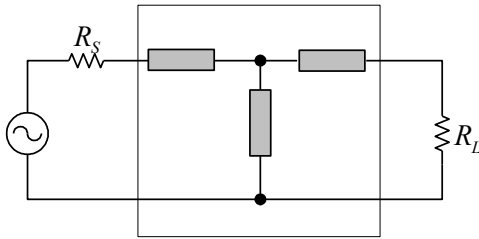


Q

$$R_S < R_L$$

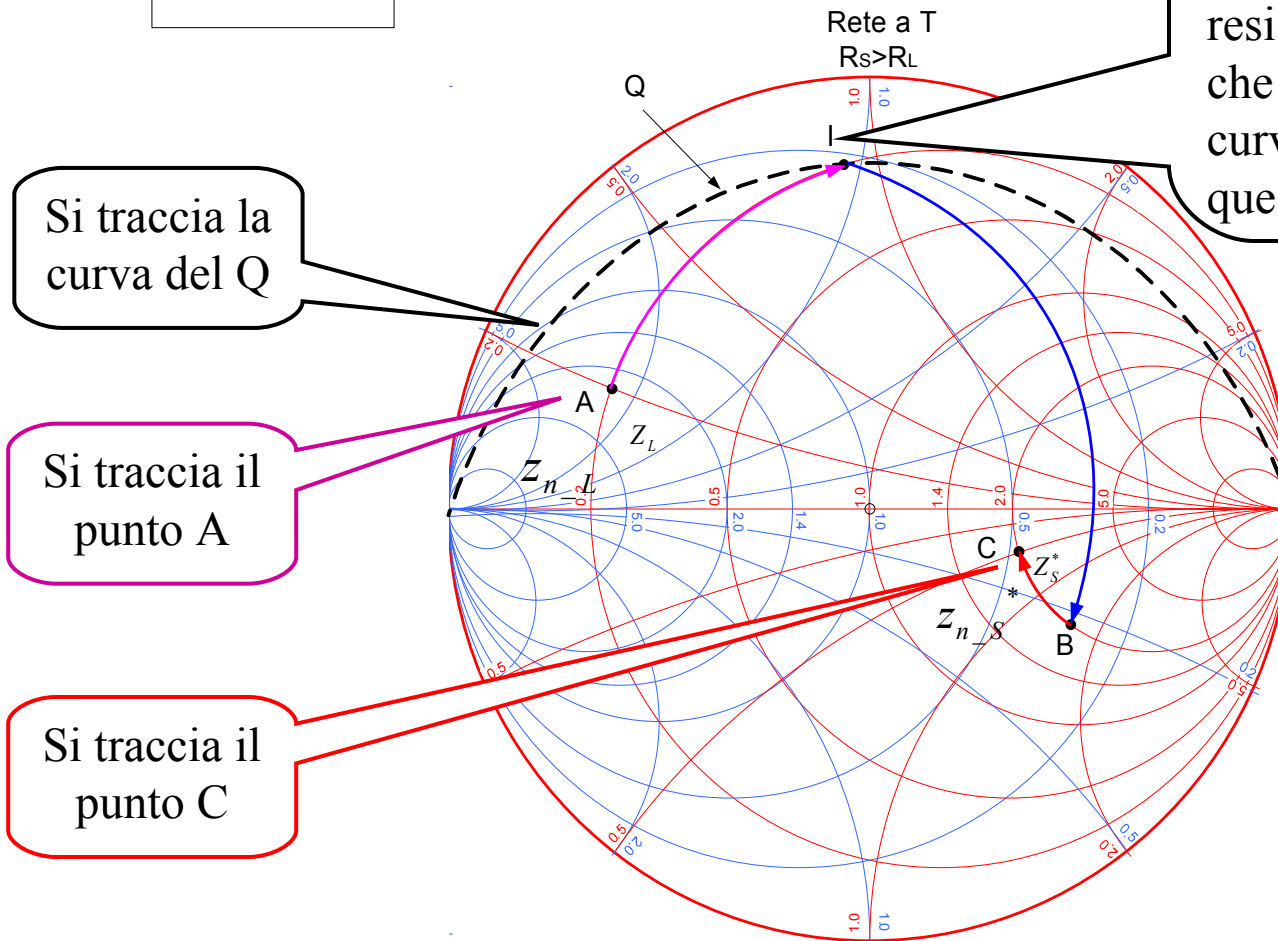



### Rete a T $R_S > R_L$



Q è legato a  $R_L$  !  
ovvero al punto A

Si individua il punto di intersezione fra la circonferenza a resistenza costante che passa per A e la curva del Q. Si traccia questo punto, I.





Partendo da A, ci si sposta sul cerchio a resistenza costante fino ad incontrare il cerchio a conduttanza costante, che passa per B, nel punto I

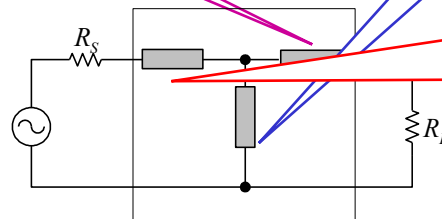
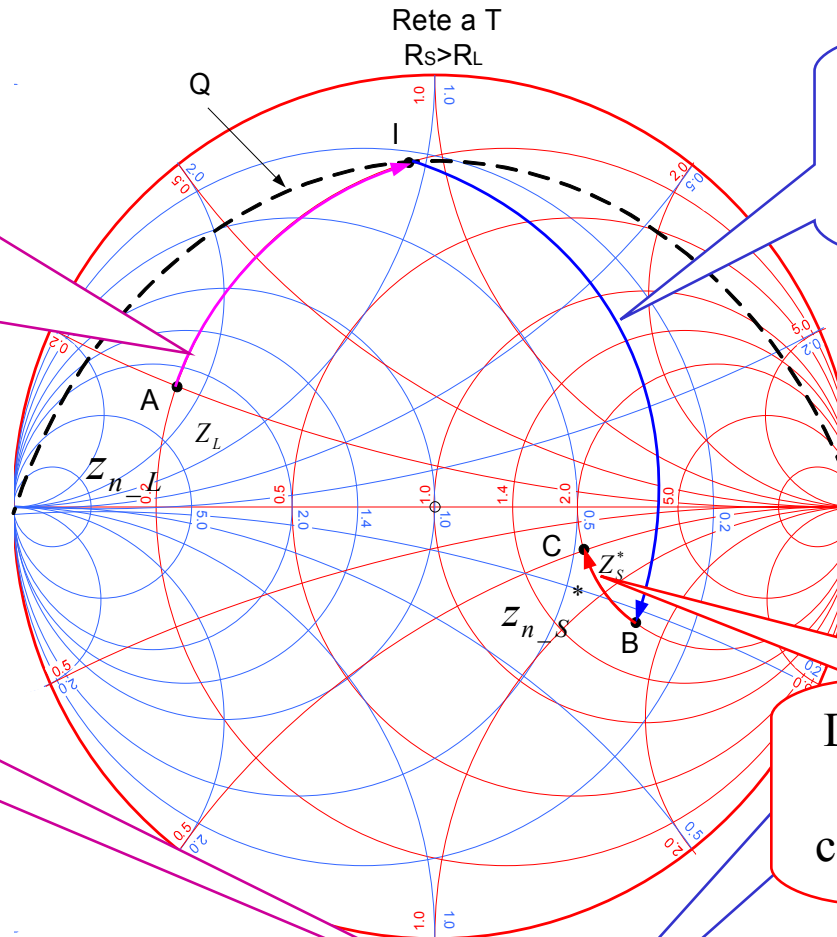
La "lunghezza" di questo percorso determina la reattanza dell'elemento serie

Da I ci si muove lungo il cerchio a conduttanza costante fino al punto B.

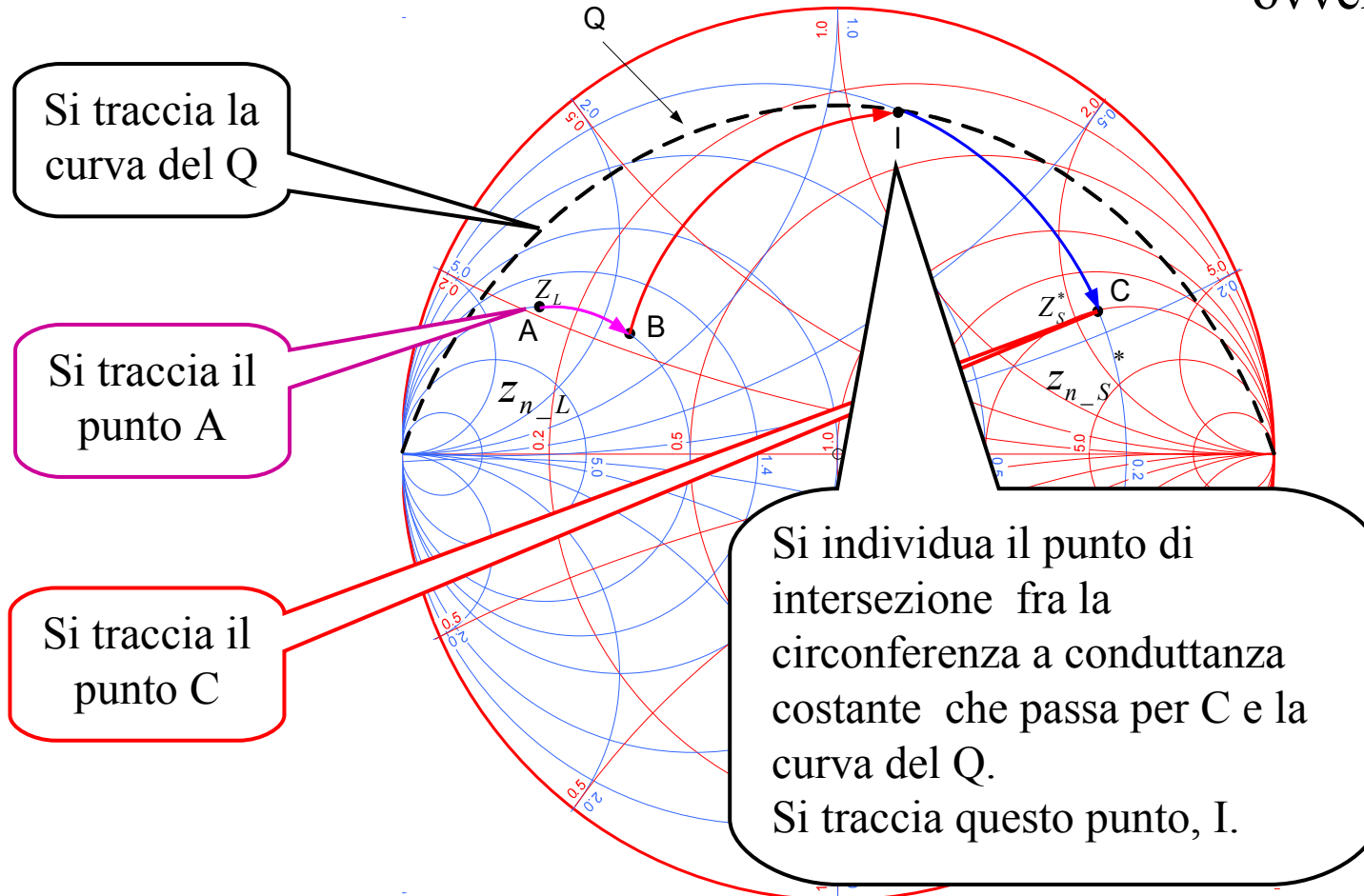
La "lunghezza" di questo percorso determina la reattanza dell'elemento //.

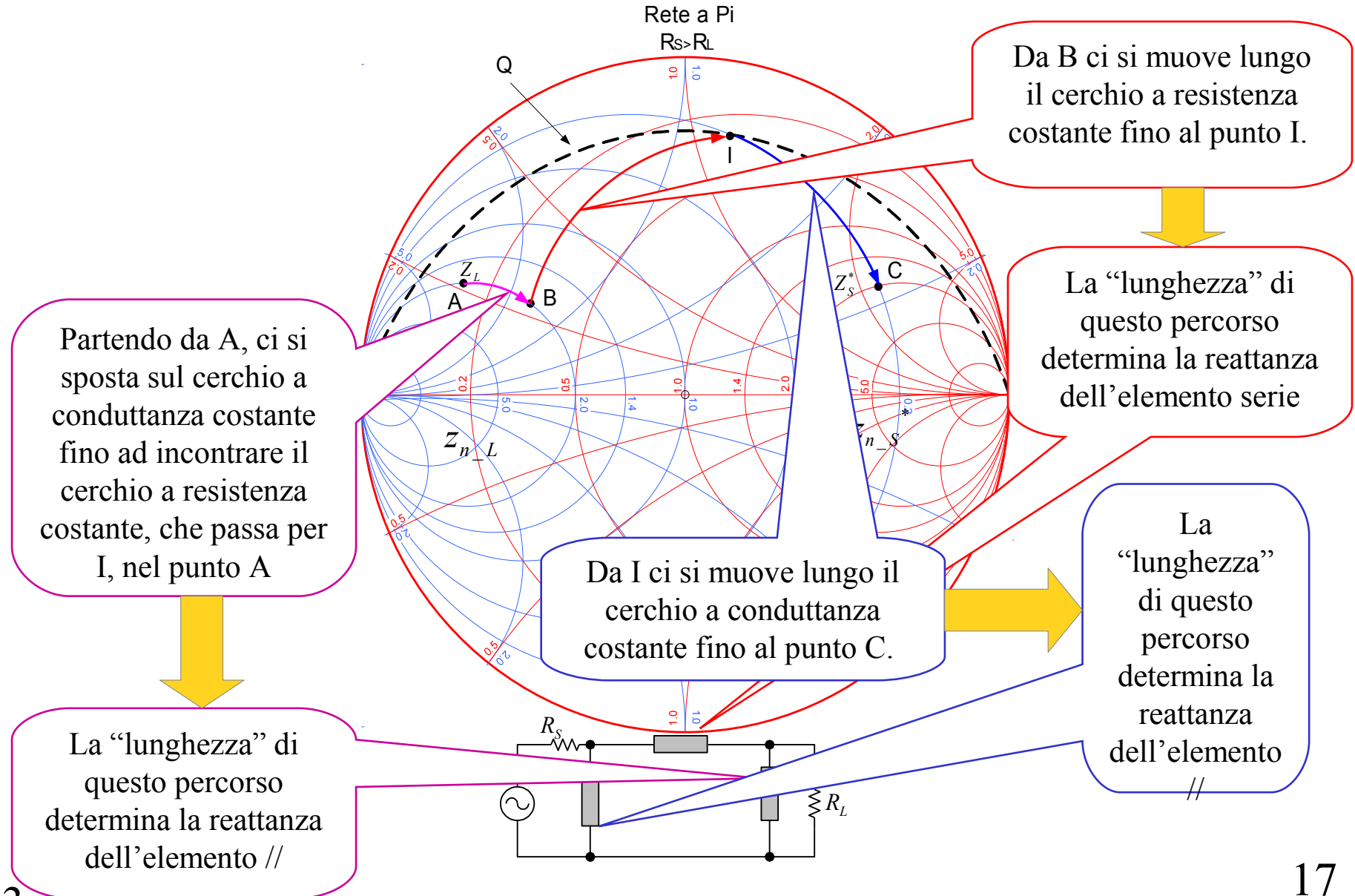
Da B ci si muove lungo il cerchio a resistenza costante fino al punto C.

La "lunghezza" di questo percorso determina la reattanza dell'elemento serie.

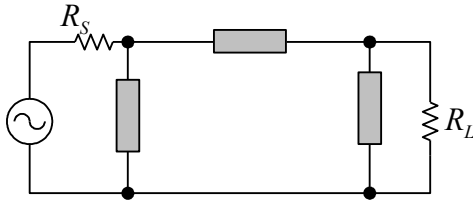


Q legato a Gs !  
ovvero punto C





Rete a  $\Pi$   $R_S < R_L$

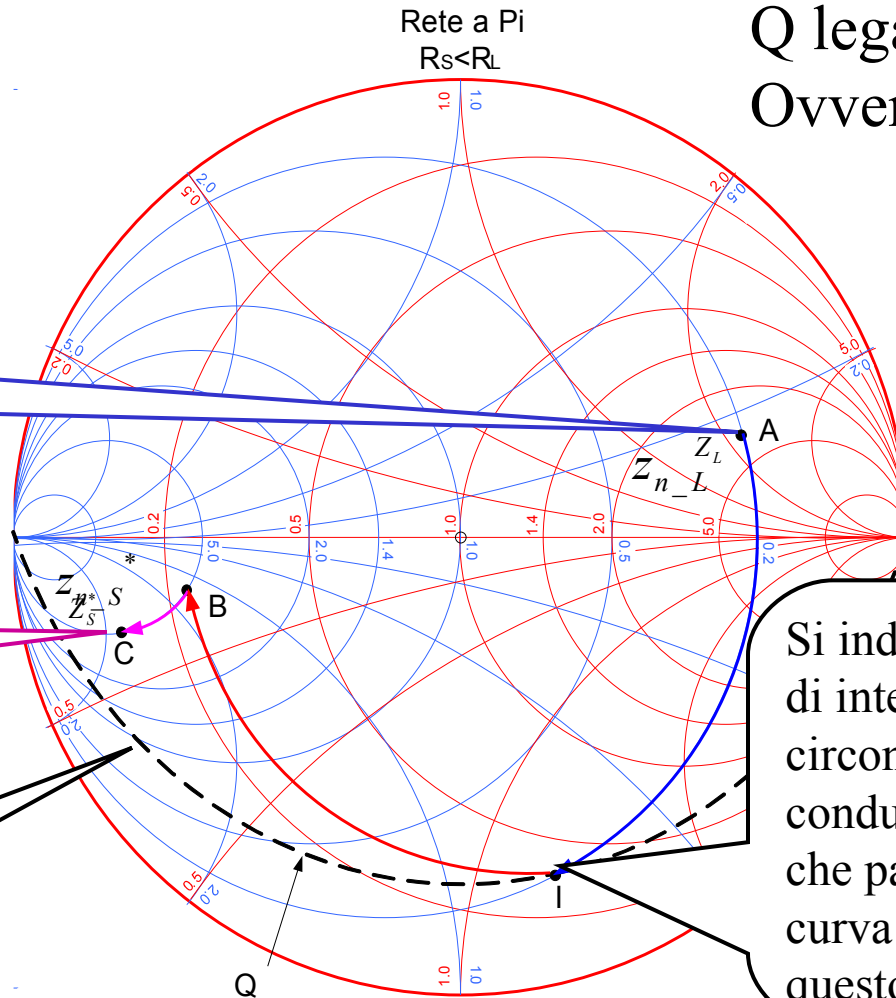


Q legato a  $G_L$   
Ovvero al punto A

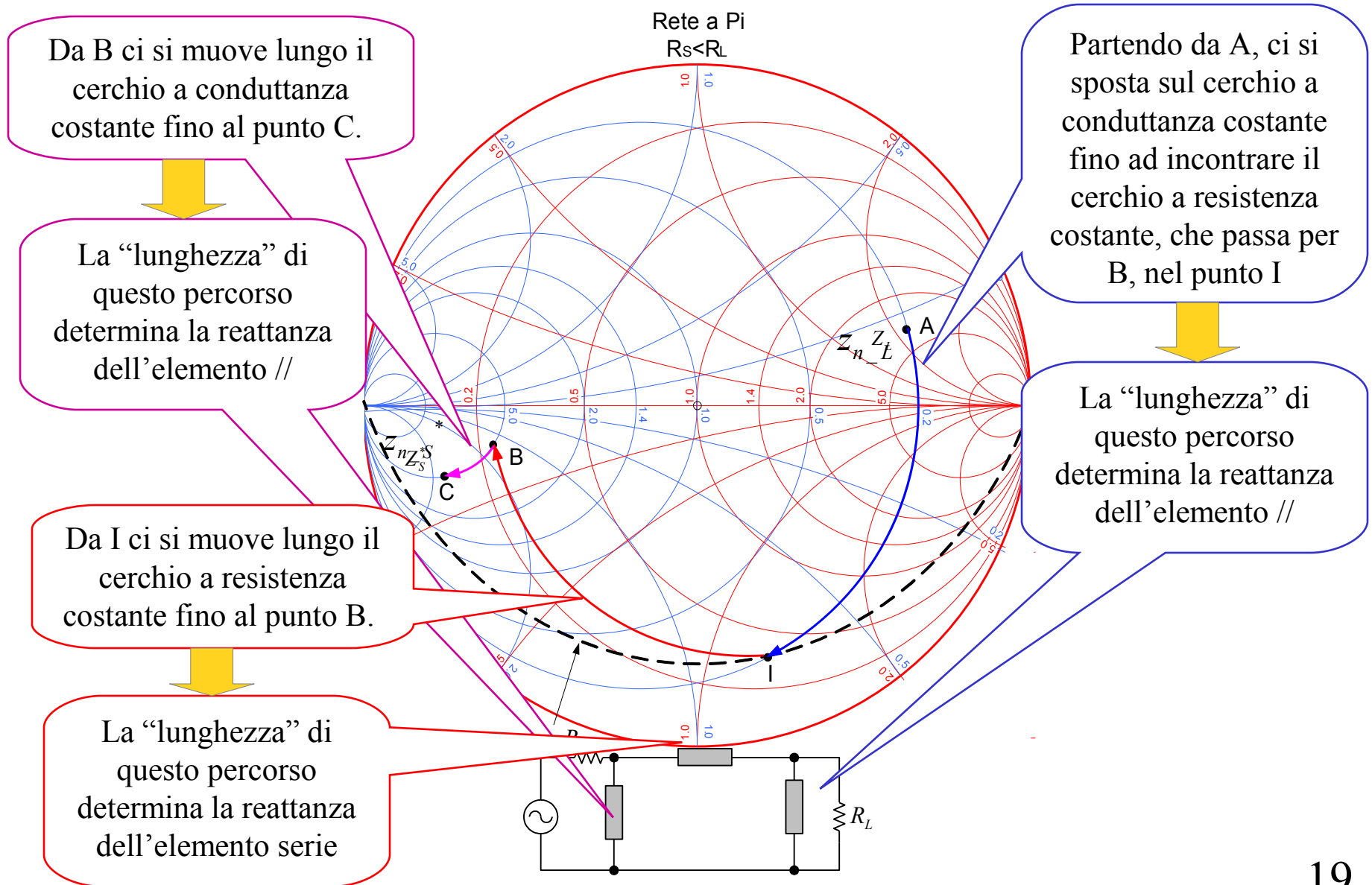
Si traccia il punto A

Si traccia il punto C

Si traccia la curva del Q



Si individua il punto di intersezione fra la circonferenza a conduttanza costante che passa per A e la curva del Q. Si traccia questo punto, I.



### *Esempio*

Determinare la rete a T per adattare una sorgente  $Z_S = 15 + j15\Omega$  ad un carico  $Z_L = 225\Omega$  alla frequenza di 30 MHz e con un  $Q = 5$ .

L'impedenza caratteristica del sistema è di 75 Ohm.

### *Soluzione*

Si usa la carta di Smith ZY.

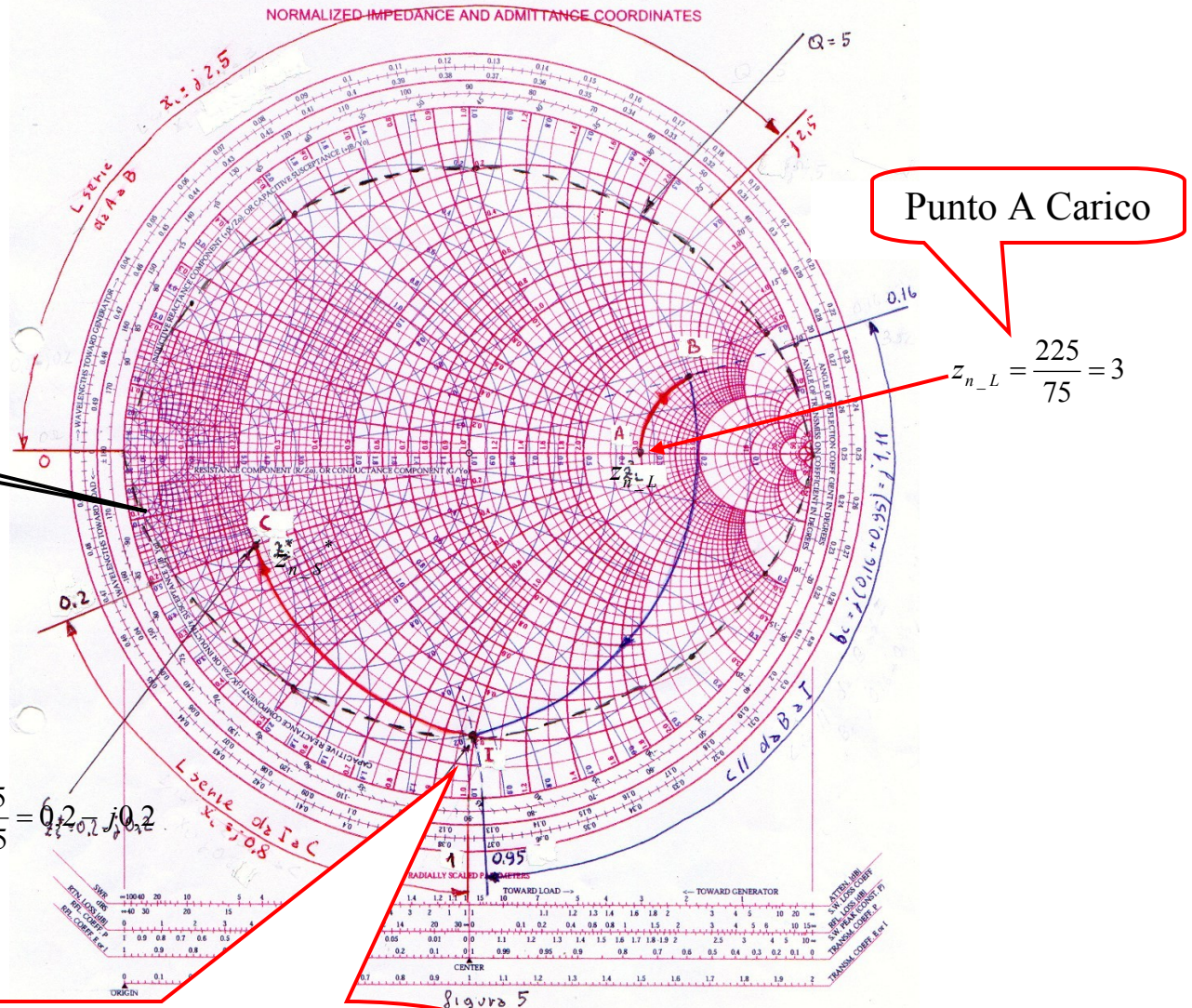
Per prima cosa si traccia la curva del Q, poi si tracciano i punti delle impedenze normalizzate. Per la sorgente si traccia il suo complesso coniugato

$$\text{Punto C} \quad z_{n\_S}^* = \frac{15}{75} - j\frac{15}{75} = 0,2 - j0,2$$

$$\text{Punto A} \quad z_{n\_L} = \frac{225}{75} = 3$$

Si userà una rete a T ed essendo  $R_S < R_L$  sarà la terminazione della sorgente a definire il Q del circuito. Si sceglie una rete LP.





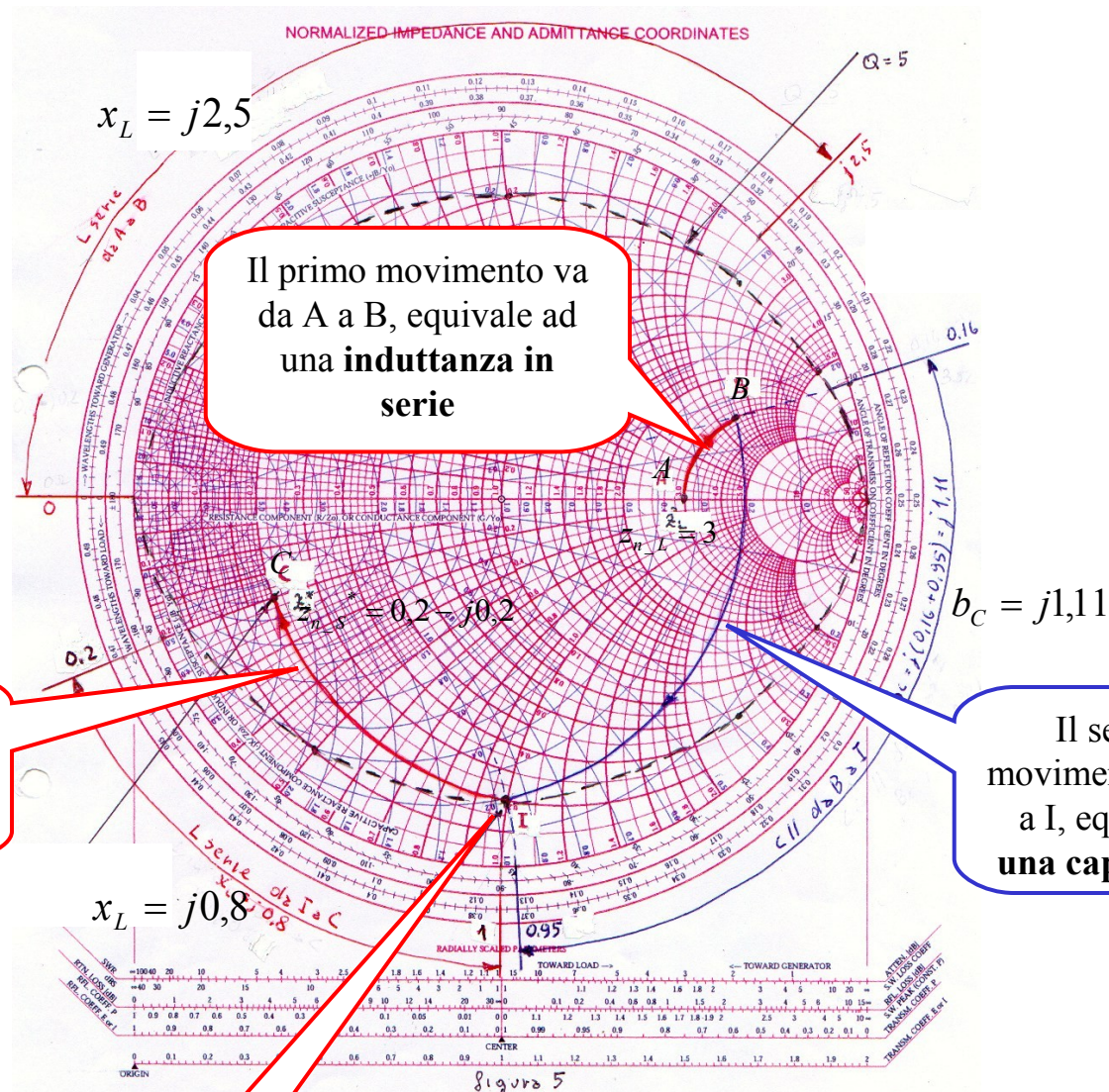
Si trova il punto di intersezione fra curva del Q ed il cerchio a resistenza costante che passa per C (0,2).

## Punto I



# Adattamento di impedenza con la carta di Smith ZY

## Rete a T – Esempio 3c



Il percorso da A a B

$$x_{L1} = j2,5 \Rightarrow X_{L1} = x_{L1} 75 = 2,5 \bullet 75 = 187,5\Omega$$

Il percorso da B a I

$$b_C = j1,11 \Rightarrow B_C = b_C \frac{1}{75} = 0,0148mS$$

Il percorso da I a C

$$x_{L2} = j0,75 \Rightarrow X_{L2} = x_{L2} 75 = 0,8 \bullet 75 = 56,25\Omega$$

Alla frequenza di 30 MHz

$$L_1 = \frac{X_{L1}}{2\pi f} = \frac{187,5}{2\pi 30} 10^{-6} = 995nH$$

$$C = \frac{B}{2\pi f} = 0,0148 10^{-6} = 78,6pF$$

$$L_2 = \frac{X_{L2}}{2\pi f} = \frac{56,25}{2\pi 30} 10^{-6} = 298,6nH$$

