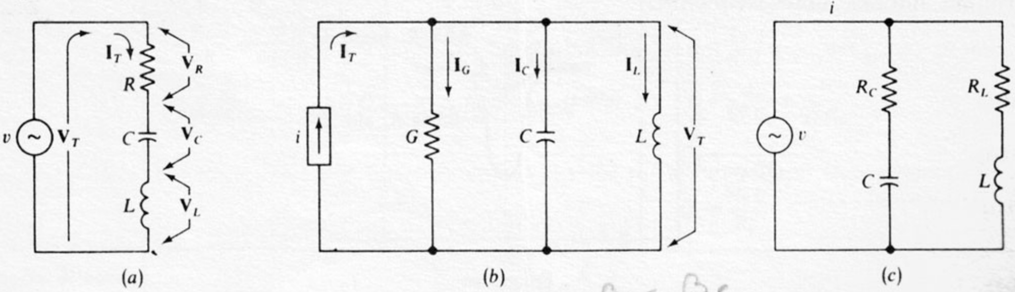
1.7 RISONANZA IN SERIE E IN PARALLELO

La risonanza è una condizione particolare e molto importante in cui può venire a trovarsi un circuito in corrente alternata. Dipende dalla frequenza, dai valori dei componenti e dalla configurazione del circuito.

Per un circuito RLC in serie come quello di Fig. 1-16*a* la risonanza si riscontra a una sola frequenza $f_r(f_o)$ per cui le reattanze induttiva e capacitiva sono uguali ($X_L = X_C$).

Per un circuito in parallelo come quello di Fig. 1-16*b* la risonanza si verifica alla frequenza $f_r(f_o)$ con suscettanze induttiva e capacitiva uguali ($B_L = B_C$).



$B_L = B_C$.

Fig. 1-16

Per i circuiti in parallelo si possono definire altre frequenze cosiddette di risonanza prossime a f_r, ma per la maggior parte delle applicazioni f_r viene definita come quella per la quale nel circuito si ha $B_L = B_C$.

Sia per la risonanza in serie che per quella in parallelo la definizione implica il fatto che, nel circuito, tensione totale e corrente totale sono in fase.

Si possono tracciare delle curve di risonanza, come quelle in Fig. 1-17, che misurano un parametro circuitale (guadagno, potenza, impedenza, ammettenza, tensione, corrente) in funzione della frequenza e che risultano utili per il confronto di circuiti accordati o circuiti filtro.

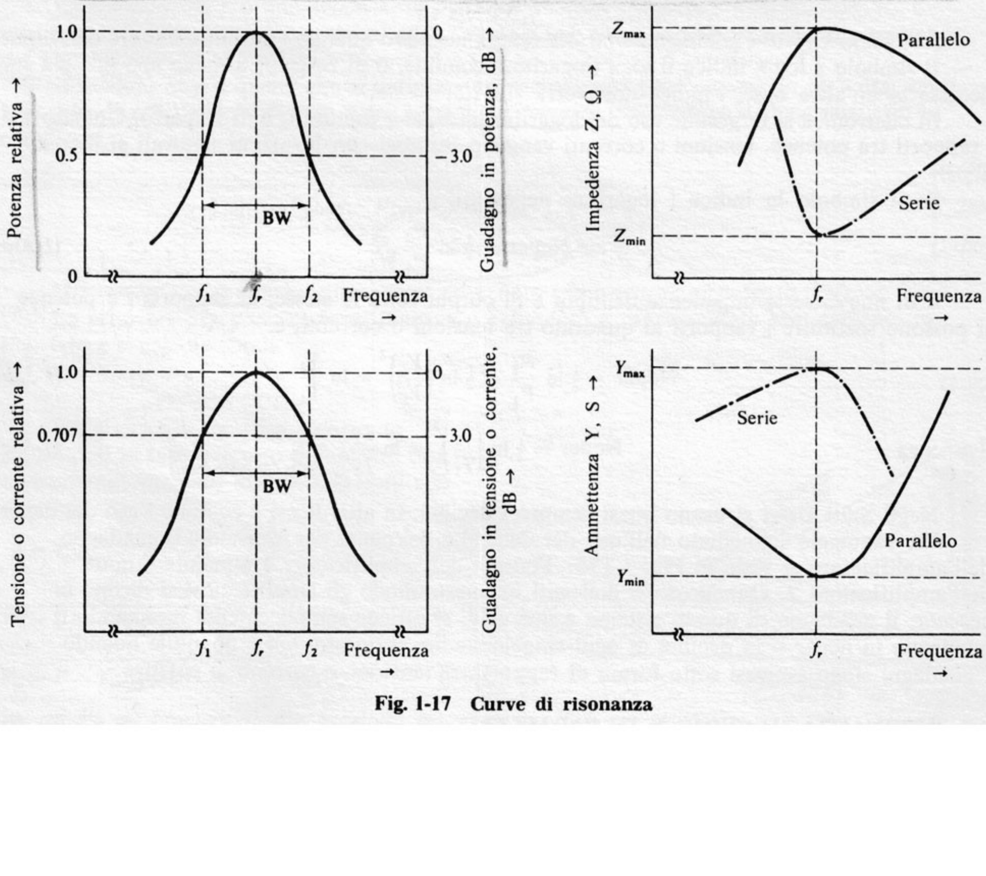


Fig. 1-17 Curve di risonanza

La forma della curva di risonanza è influenzata dai valori dei componenti ed è un indice significativo per sapere con quale precisione il circuito verrà accordato. Per confrontare le curve di risonanza si usa un *fattore di qualità Q*, definito come rapporto tra energia immagazzinata e energia dissipata nel circuito: si veda la Fig. 1-18. Minore è la resistenza nel circuito, maggiore è Q. Maggiore il Q del circuito, più nettamente esso si accorderà.

Un'altra utile misura per confrontare le curve di risonanza è l'ampiezza di banda BW (« bandwidth »). Per *ampiezza di banda* s'intende la distanza tra i punti a metà potenza, misurata sull'asse della frequenza.

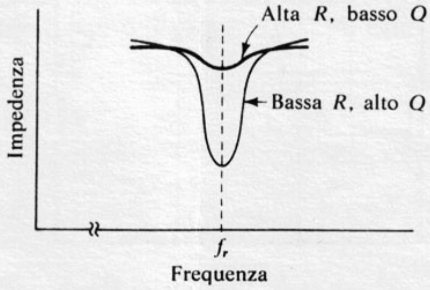


Fig. 1-18 Curve di sintonia, o accordo, per risonanza in serie

I punti di metà potenza sono anche noti come punti a —3 dB, e corrispondono a una potenza pari alla metà di quella di risonanza, o a una corrente, o tensione, pari a 0.707 volte quelle di risonanza. Ampiezza di banda e punti di metà potenza si vedono nella Fig. 1-17.

In tab. 1-7 riportiamo un elenco delle relazioni più comuni in corrispondenza alla risonanza.

Opportunamente combinando circuiti risonanti in serie e in parallelo si possono creare delle reti passive che si chiamano *filtri*. Se aggiustiamo opportunamente il numero dei circuiti risonanti e i loro valori possiamo « dar forma » a una curva di risposta in frequenza.

Tabella 1-7

	Risonanza in serie	Risonanza in parallelo (antirisonanza)	
Diagramma	Fig. 1-16*a*	Fig. 1-16*b*	Fig. 1-16*c*
Condizione di risonanza	$X_L = X_C$	$B_L = B_C$	
	Corrente e tensione totali del circuito sono in fase		
Caratteristiche del circuito	$Z = R$ $V_R = V_T\underline{/\theta}$ $V_L = QV_T\underline{/\theta + 90°}$ $V_C = QV_T\underline{/\theta - 90°}$ $I_T = \frac{V_T}{R}\underline{/\theta}$ Y e I_T sono max Z e V_T sono min	$Y = G$ $I_R = I_T\underline{/\phi}$ $I_L = QI_T\underline{/\phi - 90°}$ $I_C = QI_T\underline{/\phi + 90°}$ $V_T = \frac{I_T}{G}\underline{/\phi}$ Z e V_T sono max Y e I_T sono min	$B_C = \frac{X_C}{R_C^2 + X_C^2} = \frac{1}{X_C}\left(\frac{Q_C^2}{1 + Q_C^2}\right)$ *(1-39)* $B_L = \frac{X_L}{R_L^2 + X_L^2} = \frac{1}{X_L}\left(\frac{Q_L^2}{1 + Q_L^2}\right)$ *(1-40)* $G = \frac{R_C}{R_C^2 + X_C^2} + \frac{R_L}{R_L^2 + X_L^2}$ *(1-41a)* $= \frac{1}{R_C}\left(\frac{1}{1 + Q_C^2}\right) + \frac{1}{R_L}\left(\frac{1}{1 + Q_L^2}\right)$ *(1-41b)* Per Q_C e Q_L entrambe > 5, $B_C = \frac{1}{X_C} \quad B_L = \frac{1}{X_L}$ $G = \frac{1}{Q_C^2 R_C} + \frac{1}{Q_L^2 R_L}$ *(1-41c)*
Frequenza di risonanza: Angolare Lineare	$\boxed{\omega_r = \omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}}$ *(1-36a)* $\boxed{f_r = f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}}$ *(1-36b)*		$f_r = f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}\sqrt{\frac{R_L^2 C - L}{R_C^2 C - L}}$ *(1-42a)* $= \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}\left(\frac{Q_L}{Q_C}\right)\sqrt{\frac{1 + Q_C^2}{1 + Q_L^2}}$ *(1-42b)* Se $R_L = R_C$ o $Q_L = Q_C$ o Q_L e $Q_C > 5$, $f_r = f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$
Fattore di qualità	$Q = \frac{f_r}{BW}$ *(1-37a)*		
	$\boxed{Q = \frac{X_L}{R} = \frac{X_C}{R}}$ *(1-37b)* $= \frac{\omega_0 L}{R} = \frac{1}{\omega_0 CR}$ *(1-37c)* $= \frac{1}{R}\sqrt{\frac{L}{C}}$ *(1-37d)*	$Q = \frac{B_C}{G} = \frac{B_L}{G}$ *(1-37e)* $= \frac{\omega_0 C}{G} = \frac{1}{\omega_0 LR}$ *(1-37f)* $= \frac{1}{G}\sqrt{\frac{C}{L}}$ *(1-37g)*	Se Q_L e Q_C sono entrambi > 5, $Q = \frac{1}{G}\sqrt{\frac{C}{L}}$ con $G = \frac{1}{Q_C^2 R_C} + \frac{1}{Q_L^2 R_L}$ *(1-41d)* $Q_C = \frac{1}{\omega_0 CR_C}$ *(1-37h)* $Q_L = \frac{\omega_0 L}{R_L}$ *(1-37i)*
Ampiezza di banda Lineare	$\boxed{BW = f_2 - f_1 = \frac{f_r}{Q}}$ *(1-38)*		

$wL = \frac{1}{wC}$ $\quad w^2 = \frac{L}{C}$ $\quad w = \sqrt{\frac{L}{C}}$