CEC

选频网络

Frequency Selection Circuits/Networks

2025年2月27日

学而不厭 誨人不倦

➢ 高频电子线路的工作频段

选频（滤波）：选出需要的频率分量和滤除不需要的频率分量。

高频电子线路中常用的选频网络有：

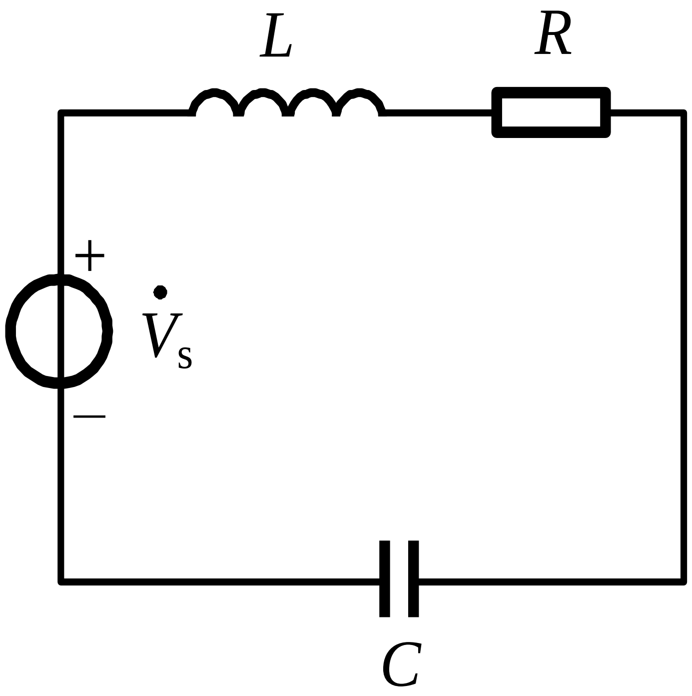
选频网络
- 振荡回路（由*L*、*C*组成）
  - 单振荡回路
  - 耦合振荡回路
- 各种滤波器
  - *LC*集中滤波器
  - 石英晶体滤波器
  - 陶瓷滤波器
  - 声表面波滤波器

- ☞ 2.1 串联谐振回路
- ☞ 2.2 并联谐振回路
- ☞ 2.3 串、并联阻抗的等效互换与回路抽头时的阻抗变换
- ☞ 2.4 耦合回路
- ☞ 2.5 滤波器的其他形式

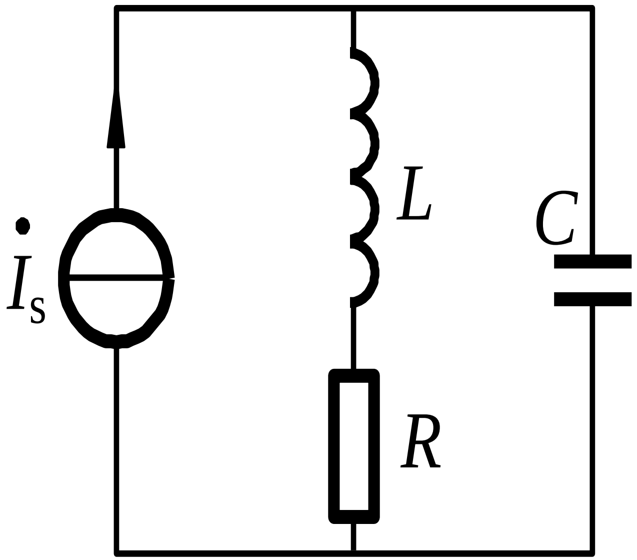
2.1 串联谐振回路

➢ 单振荡回路

由电感线圈和电容器组成的单个振荡电路，称为**单振荡回路**。



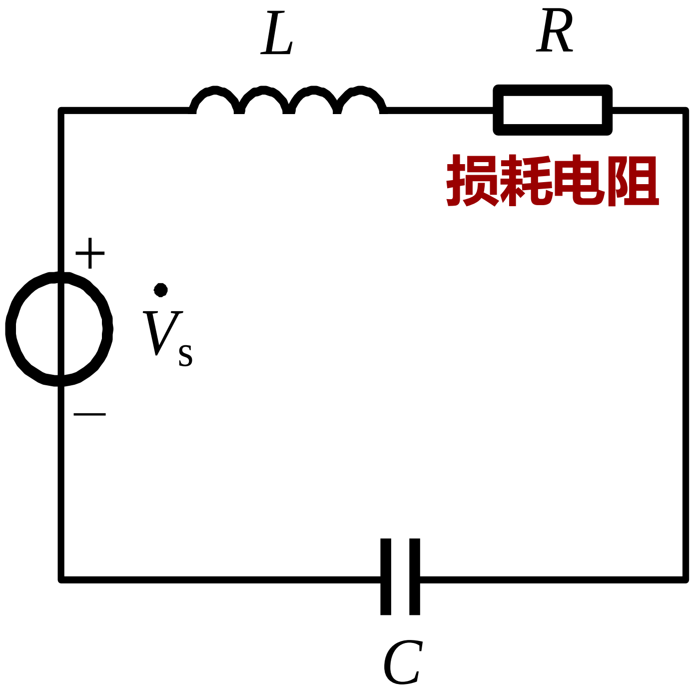
串联振荡回路



并联振荡回路

信号源与电容C和电感L**串接/并接**，就构成**串联/并联**振荡回路。

➢ 串联谐振回路



串联振荡回路

高频电子线路中的电感线圈等效为电感*L*和损耗电阻*R*的串联；电容器等效为电容*C*和损耗电阻*R*的并联。

通常，相对于电感线圈的损耗，电容的损耗很小，可以忽略不计。

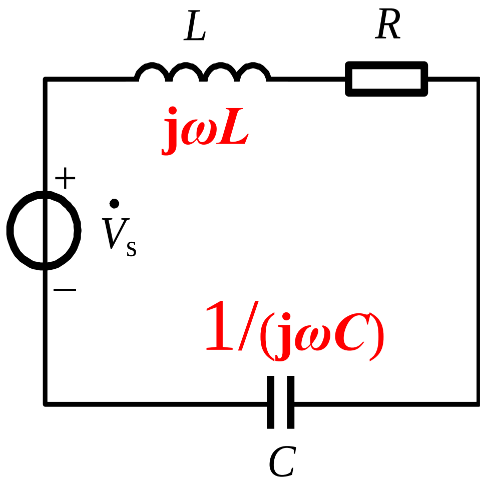
➢ 2.1.1 谐振基本原理-谐振现象

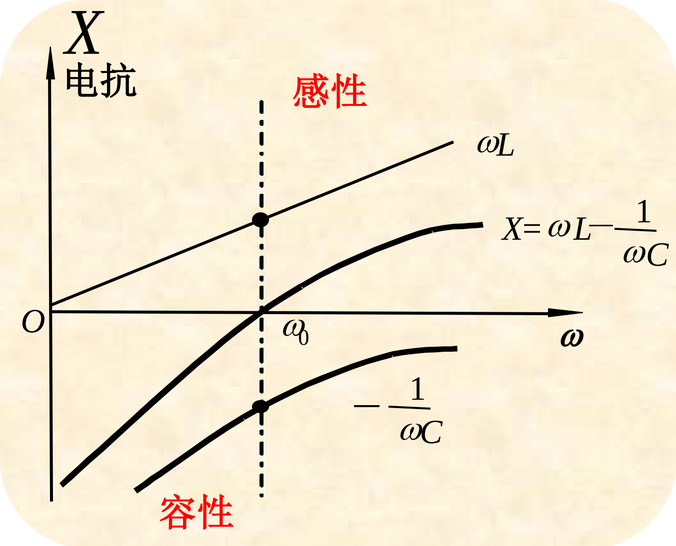
谐振条件:

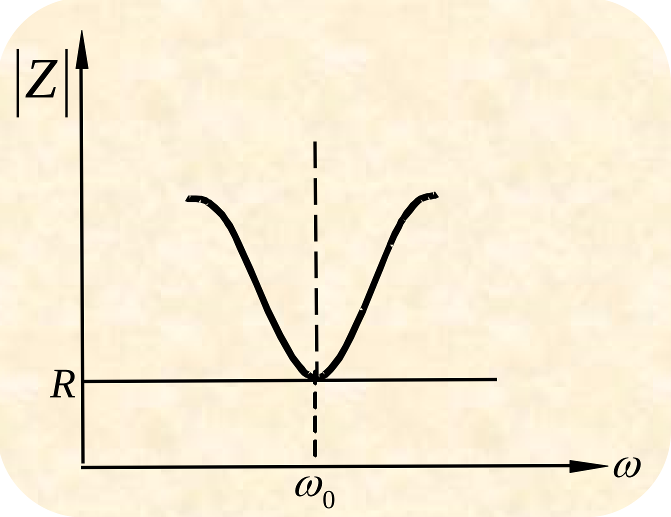
$$X = \omega_0 L - \frac{1}{\omega_0 C} = 0$$

$$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$$

$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$





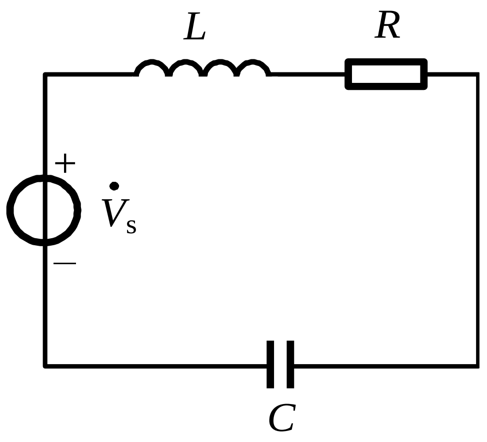


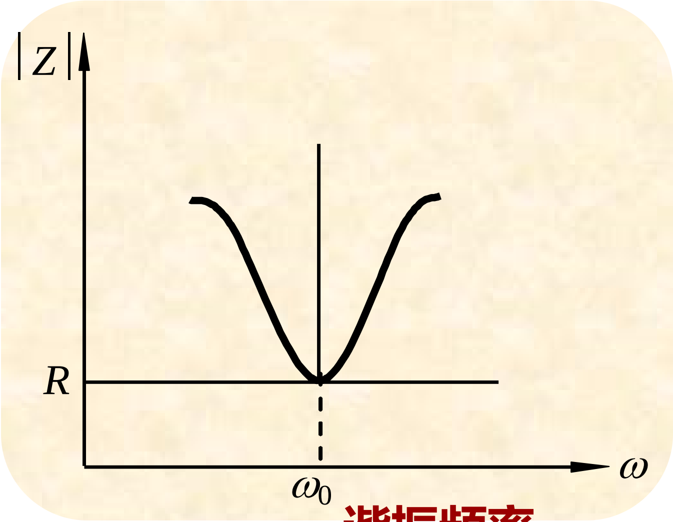
阻抗: $Z = R + jX = R + j(\omega L - \frac{1}{\omega C})$

$$|Z| = \sqrt{R^2 + X^2}$$

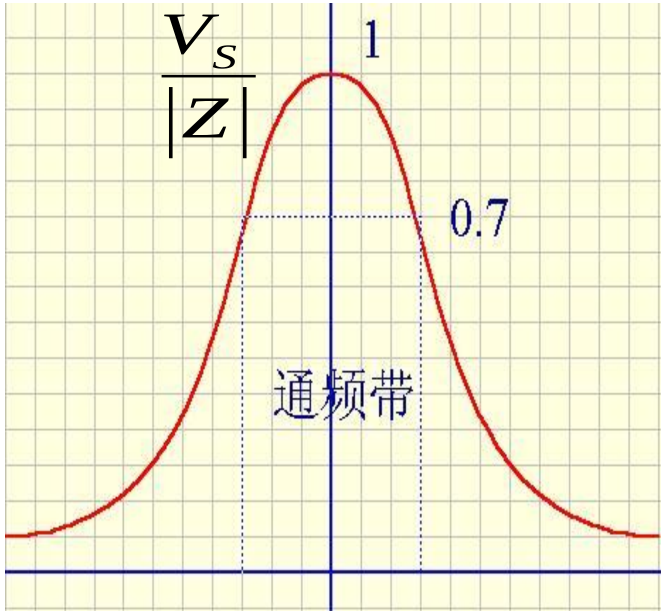
串联单振荡回路的谐振特性: 其阻抗在某一特定频率上具有最小值（谐振状态），而偏离此频率时将迅速增大。

➢ 2.1.1 谐振基本原理-谐振特性





谐振频率



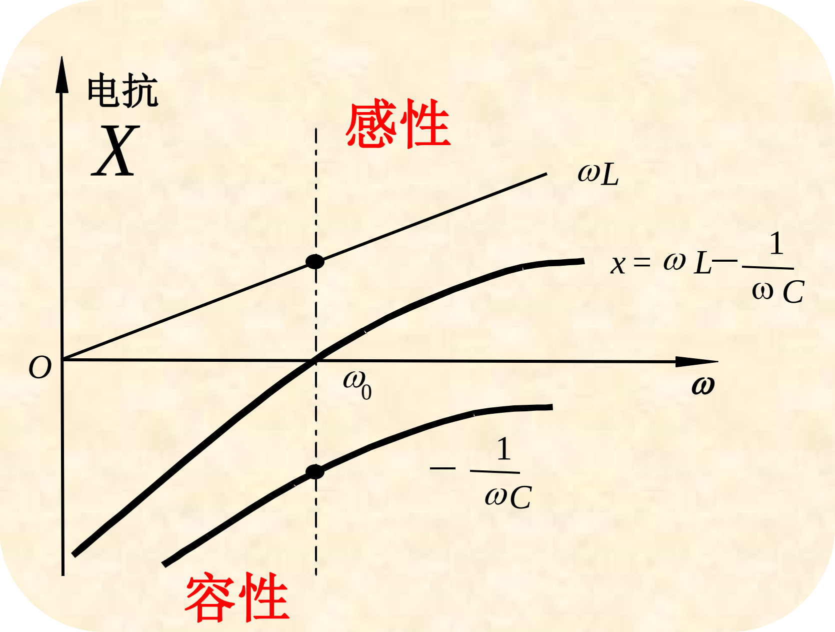
选频特性曲线

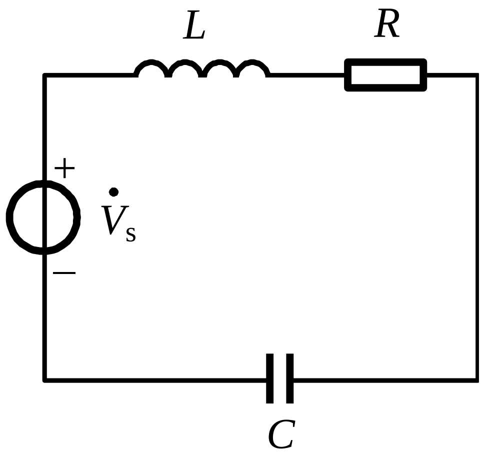
1. 谐振时，回路阻抗值最小，即*Z*= *R*;

当信号源为电压源时，回路电流最大，

$$\dot{I}_o = \frac{\dot{V}_S}{R}$$ **带通选频特性**

➢ 2.1.1 谐振基本原理-谐振特性





阻抗 $Z = R + \mathrm{j}X = R + \mathrm{j}(\omega L - \dfrac{1}{\omega C})$

2. 阻抗性质随频率变化的规律：

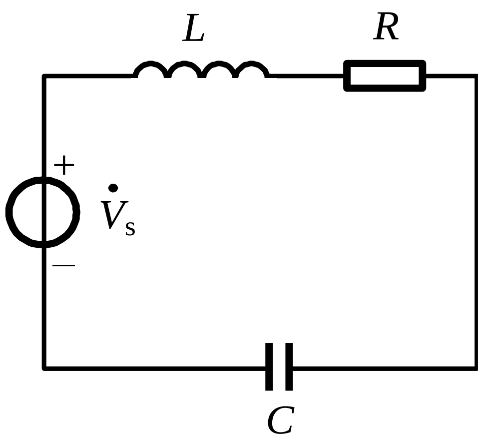
1) $\omega < \omega_0$时，$X < 0$呈容性；

2) $\omega = \omega_0$时，$X = 0$呈纯阻性；

3) $\omega > \omega_0$时，$X > 0$呈感性。

谐振时，电感、电容消失了！

2.1.1 谐振基本原理-谐振特性



谐振时，电感、电容消失了！

$$\dot{V}_{L0}=\dot{I}_0 j\omega_0 L=\frac{\dot{V}_s}{R}j\omega_0 L=j\frac{\omega_0 L}{R}\dot{V}_s=jQ\dot{V}_s$$

$$\dot{V}_{C0}=\dot{I}_0\frac{1}{j\omega_0 C}=\frac{\dot{V}_s}{R}\frac{1}{j\omega_0 C}=-j\frac{1}{\omega_0 CR}\dot{V}_s=-jQ\dot{V}_s$$

回路的品质因数

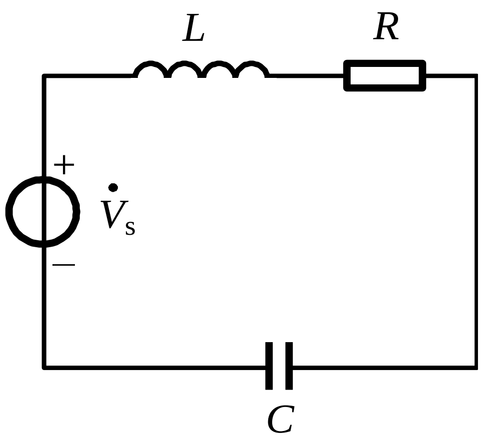
$$Q=\frac{\omega_0 L}{R}=\frac{1}{\omega_0 CR}$$

又因为 $\omega_0 L=\dfrac{1}{\omega_0 C}$ 所以 $\dot{V}_{L0}=-\dot{V}_{C0}$

3.串联谐振时，电感和电容两端电压模值大小相等，且等于外加电压的*Q*倍；

由于*Q*值较高,常在几十到几百左右,必须预先注意回路元件的耐压问题。

➢ 2.1.1 谐振基本原理-谐振特性



回路的品质因数Q定义为回路谐振时的感抗(或容抗)与回路等效损耗电阻R之比，即

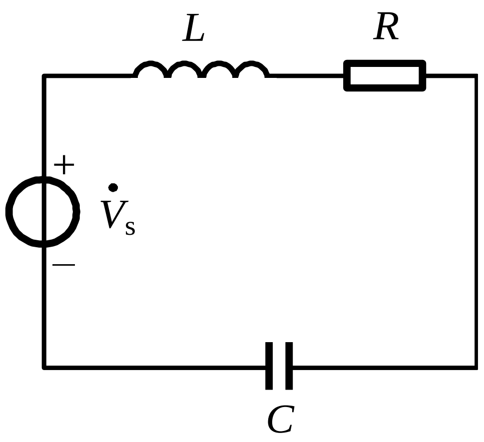
$$Q=\frac{\omega_0 L}{R}=\frac{1}{\omega_0 CR}$$

将 $\omega_0=\dfrac{1}{\sqrt{LC}}$ 代入上式，则得 $Q=\sqrt{\dfrac{L}{C}}\bigg/R$

在LC谐振回路中，用Q评价谐振回路损耗的大小，Q值常在几十到几百之间。**Q值越大，回路的损耗越小，其选择性越好。**

注意区分： 空载品质因数 Q_0 有载品质因数 Q_L

➢ 小结



1. 谐振时，回路阻抗值最小，即$Z=R$；当信号源为电压源时，回路电流最大，即 $\dot{I}_0=\dfrac{\dot{V}_s}{R}$，具有带通选频特性。

2. 阻抗性质随频率变化的规律：

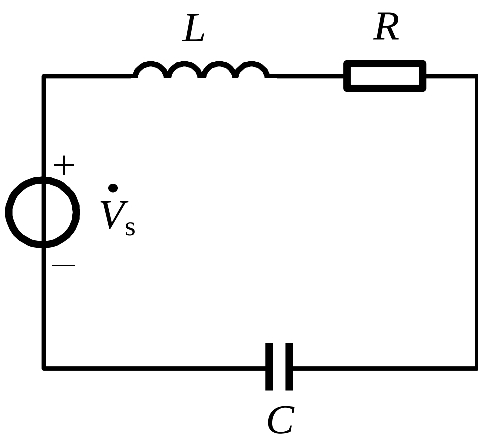
1) $\omega<\omega_0$时，$X<0$呈容性；

2) $\omega=\omega_0$时，$X=0$呈纯阻性；

3) $\omega>\omega_0$时，$X>0$呈感性。

3.串联谐振时，电感和电容两端的电压模值大小相等，且等于外加电压的Q倍。

➢ 例题2-1

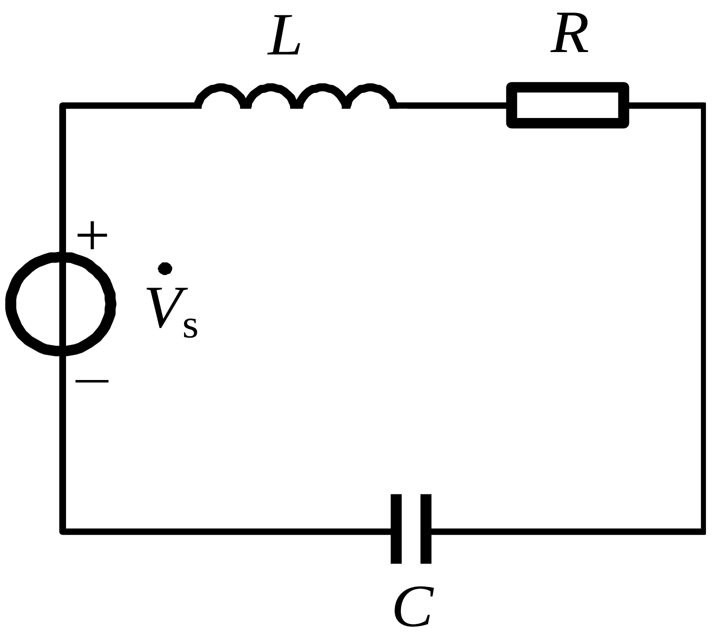


1. LC回路串联谐振时，电感和电容两端的电压大小（ ）、极性（ ），且等于外加电压的Q 倍。

2. 已知LC串联谐振回路的 f_0=1.5MHz， C=100pF，谐振时电阻为5Ω，试求 L =（ ），Q_0 =（ ）。

1. 相等 相反 2. 113μH 212.2

2.1.2 串联谐振回路的谐振曲线与通频带



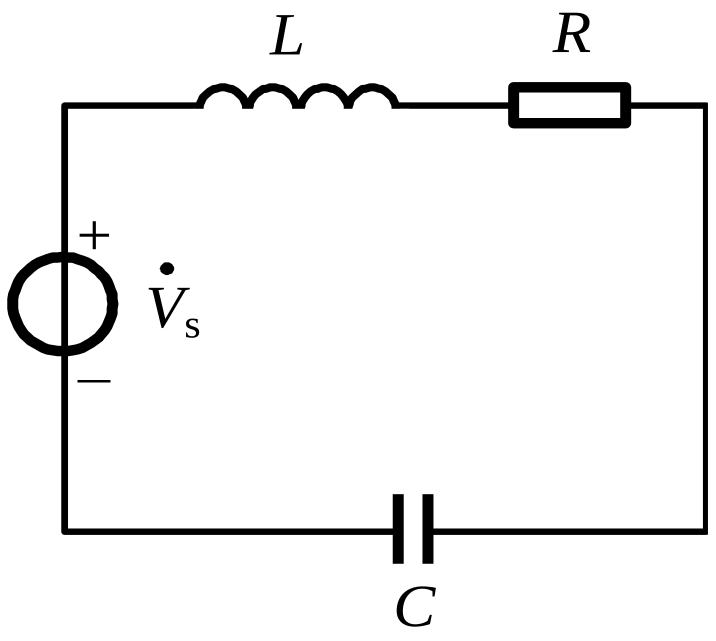
串联谐振回路中**电流幅值**与**外加电压频率**之间的**关系曲线**称为**谐振曲线**。

因此，表示谐振曲线的函数为

$$\dot{N}(\omega)=\frac{\dot{I}(\omega)}{\dot{I}(\omega_0)}=\frac{\dfrac{\dot{V}_s}{R+\mathrm{j}(\omega L-\dfrac{1}{\omega C})}}{\dfrac{\dot{V}_s}{R}}=\frac{R}{R+\mathrm{j}(\omega L-\dfrac{1}{\omega C})}$$

$$=\frac{1}{1+\mathrm{j}\dfrac{\omega_0 L}{R}(\dfrac{\omega}{\omega_0}-\dfrac{\omega_0}{\omega})}=\frac{1}{1+\mathrm{j}Q(\dfrac{\omega}{\omega_0}-\dfrac{\omega_0}{\omega})}=N(\omega)e^{\mathrm{j}\psi(\omega)}$$

➢ 2.1.2 串联谐振回路的谐振曲线与通频带



$$\dot{N}(\omega)=\frac{\dot{I}(\omega)}{\dot{I}(\omega_0)}=\frac{R}{R+\mathrm{j}\left(\omega L-\dfrac{1}{\omega C}\right)}$$

$$=\frac{1}{1+\mathrm{j}Q\left(\dfrac{\omega}{\omega_0}-\dfrac{\omega_0}{\omega}\right)}=N(\omega)e^{\mathrm{j}\psi(\omega)}$$

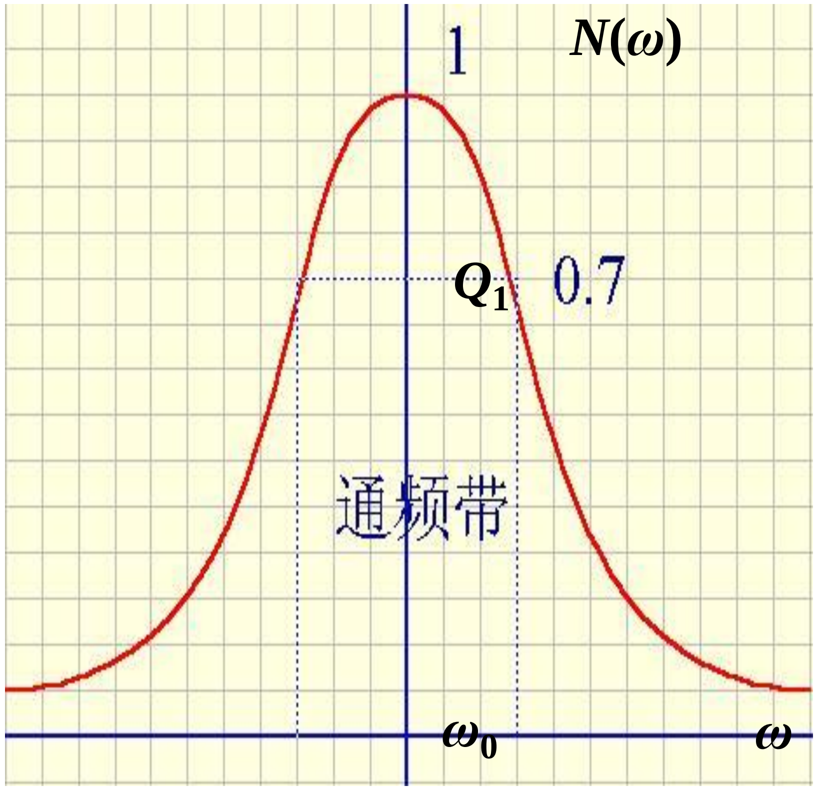
谐振曲线包括幅频特性曲线和相频特性曲线，分别用$N(\omega)$和$\psi(\omega)$两函数表示。仅对选频特性而言，通常只关心幅频特性$N(\omega)$。

针对幅频特性，又分为两个方面：频率选择性和通频带。

2.1.2 串联谐振回路的谐振曲线与通频带

1. 频率选择性

$$N(\omega)=\frac{I(\omega)}{I(\omega_0)}=\frac{1}{\sqrt{1+Q^2\left(\frac{\omega}{\omega_0}-\frac{\omega_0}{\omega}\right)^2}}$$



选频特性曲线

频率ω偏离ω_0越远，$N(\omega)$下降得越多。

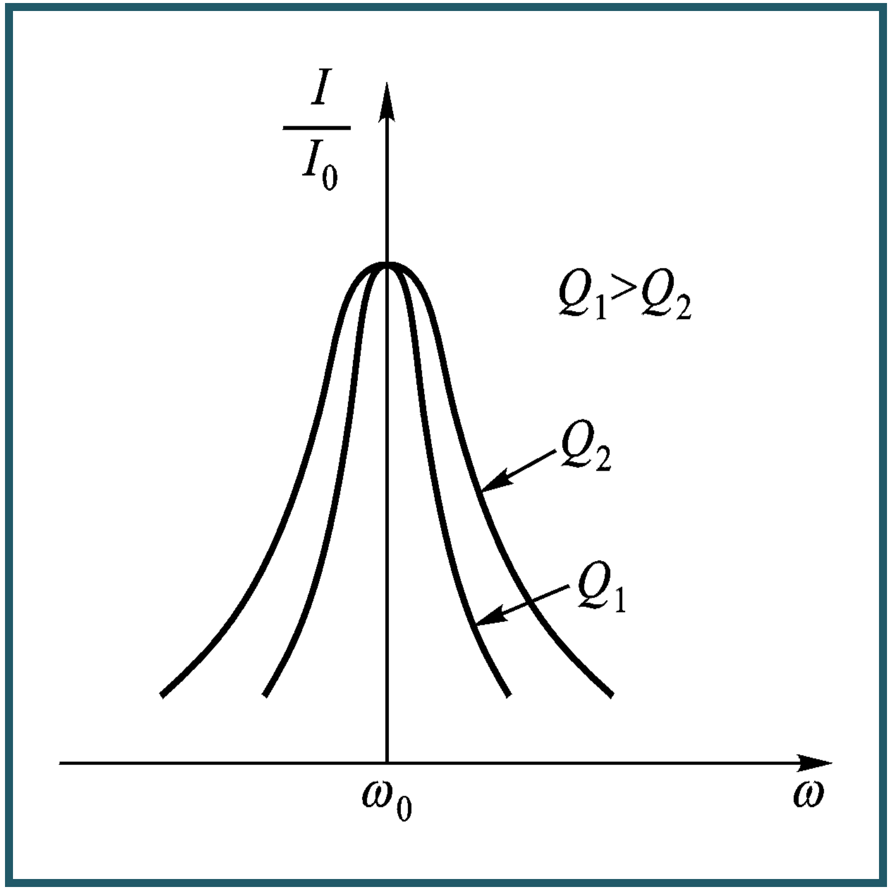
可以用$\omega-\omega_0$表示频率偏离谐振的程度，称为失谐量。

2.1.2 串联谐振回路的谐振曲线与通频带

1. 频率选择性

$$N(\omega)=\frac{I(\omega)}{I(\omega_0)}=\frac{1}{\sqrt{1+Q^2\left(\frac{\omega}{\omega_0}-\frac{\omega_0}{\omega}\right)^2}}$$

对于同样的频率ω和ω_0，回路的Q值愈大，$N(\omega)$下降的越多。回路的Q值愈高，谐振曲线愈尖锐，对外加电压的选频作用愈显著，回路的选择性就愈好。



串联振荡回路的谐振曲线

➢ 2.1.2 串联谐振回路的谐振曲线与通频带

1. 频率选择性

要衡量电路偏离谐振的程度，必须包含Q和失谐量的综合效果。

定义：广义失谐量

$$\xi=\frac{(\text{失谐电抗})X}{R}=\frac{\omega L-\dfrac{1}{\omega C}}{R}=\frac{\omega_0 L}{R}\left(\frac{\omega}{\omega_0}-\frac{\omega_0}{\omega}\right)=Q\left(\frac{\omega}{\omega_0}-\frac{\omega_0}{\omega}\right)$$

当$\omega\approx\omega_0$，*即失谐不大时:*

$$\xi\approx Q\frac{(\omega-\omega_0)(\omega_0+\omega_0)}{\omega_0\omega_0}=Q\cdot\frac{2\Delta\omega}{\omega_0}=Q\cdot\frac{2\Delta f}{f_0}$$

➢ 2.1.2 串联谐振回路的谐振曲线与通频带

1. 频率选择性

广义失谐量

$$\xi = Q\left(\frac{\omega}{\omega_0} - \frac{\omega_0}{\omega}\right)$$

幅频特性函数$N(\xi)$和曲线分别为

$$N(\xi) = \frac{I(\xi)}{I(0)} = \frac{1}{\sqrt{1+Q^2\left(\frac{\omega}{\omega_0}-\frac{\omega_0}{\omega}\right)^2}} = \frac{1}{\sqrt{1+\xi^2}}$$

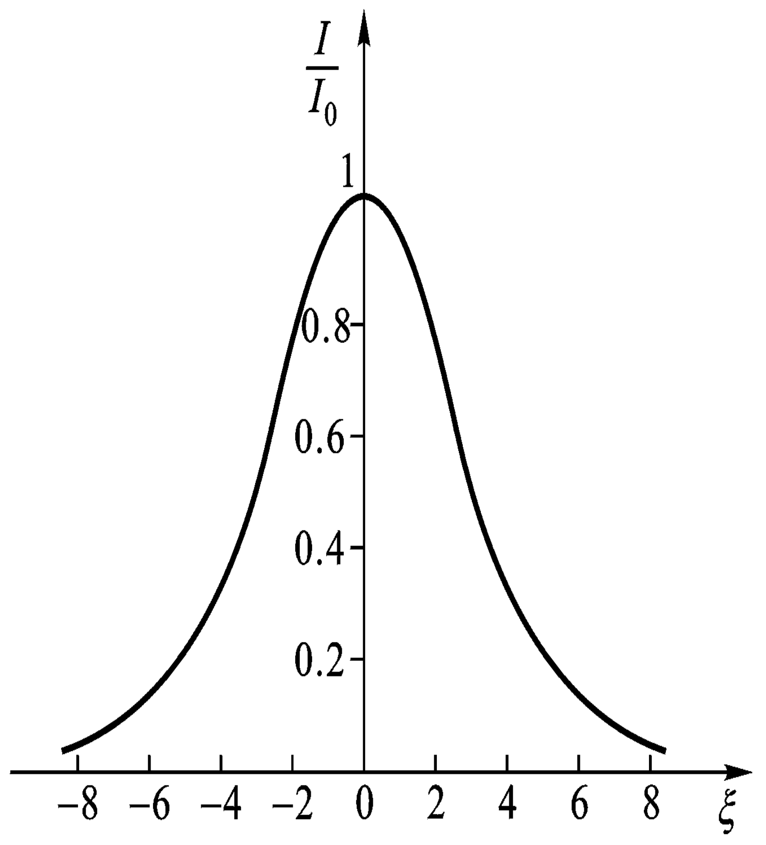


图 2.1.5 串联振荡回路通用谐振曲线

2.1.2 串联谐振回路的谐振曲线与通频带

2. 通频带

$$2\Delta\omega_{0.7} = (\omega_2 - \omega_0) + (\omega_0 - \omega_1) = \omega_2 - \omega_1$$

$$或2\Delta f_{0.7} = f_2 - f_1$$

$$N(\xi) = \frac{I(\xi)}{I(0)} = \frac{1}{\sqrt{1+Q^2\left(\frac{\omega}{\omega_0} - \frac{\omega_0}{\omega}\right)^2}} = \frac{1}{\sqrt{2}}$$

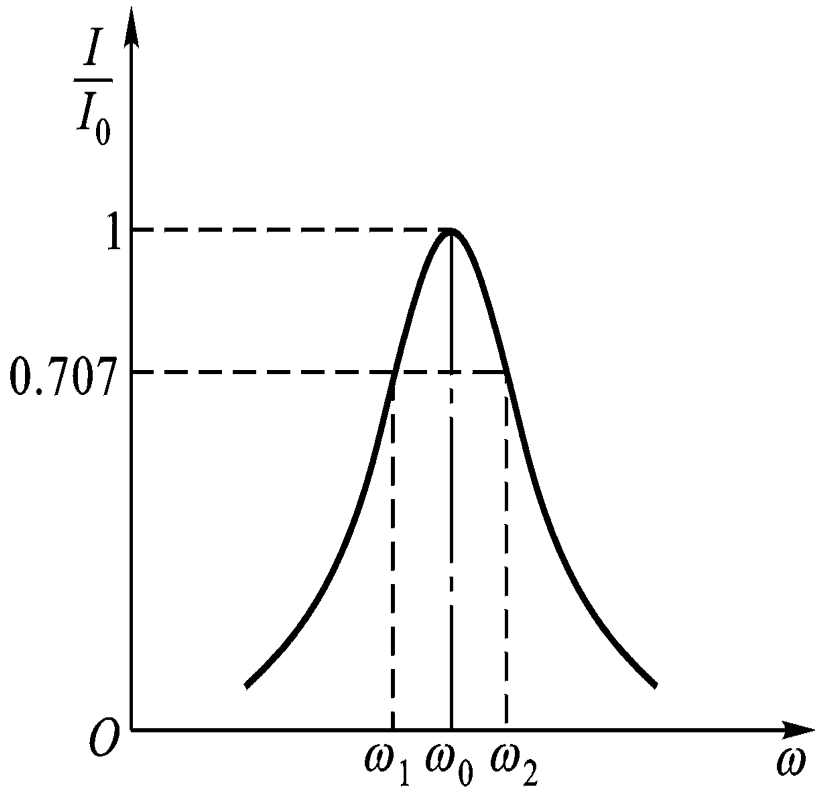


图 2.1.6 串联振荡回路的通频带

➢ 2.1.2 串联谐振回路的谐振曲线与通频带

2. 通频带

$$N(\xi)=\frac{I(\xi)}{I(0)}=\frac{1}{\sqrt{1+Q^2\left(\frac{\omega}{\omega_0}-\frac{\omega_0}{\omega}\right)^2}}=\frac{1}{\sqrt{1+\xi^2}}=\frac{1}{\sqrt{2}}$$

$$\xi=\pm 1$$

$$\xi\approx Q\cdot\frac{2\Delta\omega}{\omega_0}$$

$$\Delta\omega=\omega-\omega_0$$

$$2\Delta\omega_{0.7}=\frac{\omega_0}{Q}$$

或 $2\Delta f_{0.7}=\dfrac{f_0}{Q}$

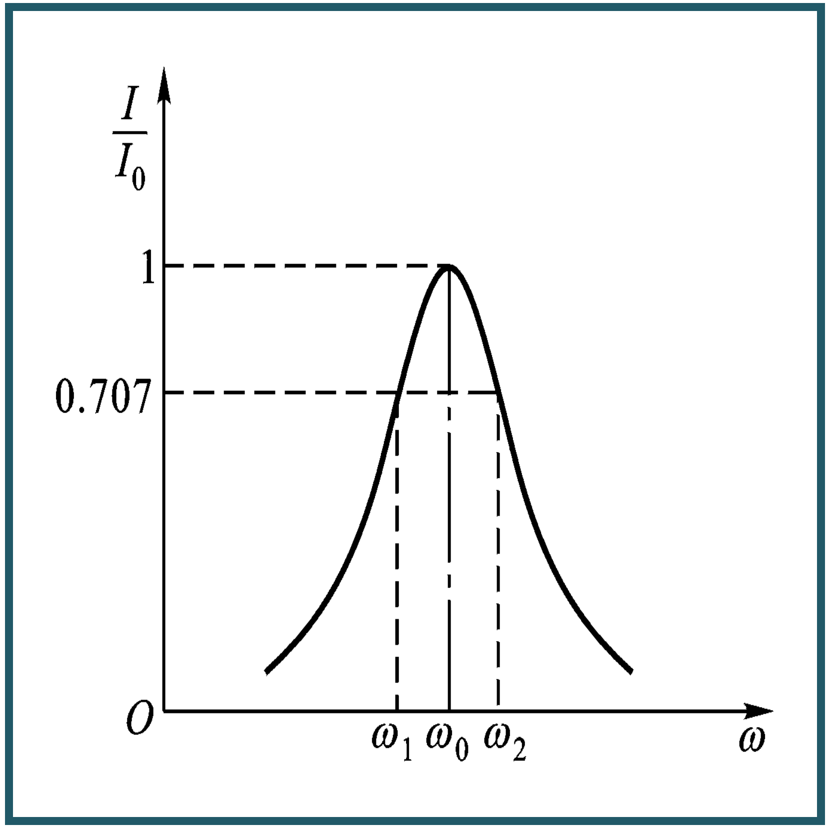


图 2.1.6 串联振荡回路的通频带

回路Q值越高，选择性越好，但通频带越窄，二者矛盾。

2.1.3 串联谐振回路的相位特性曲线

针对数字信号与图像信号的传输，相位特性失真严重影响通信质量。

$$\dot{N}(\omega)=\frac{\dot{I}(\omega)}{\dot{I}(\omega_0)}=\frac{1}{1+\mathrm{j}Q(\frac{\omega}{\omega_0}-\frac{\omega_0}{\omega})}=N(\omega)e^{\mathrm{j}\psi(\omega)}$$

$$\boxed{\psi=-\arctan Q\cdot\left(\frac{\omega}{\omega_0}-\frac{\omega_0}{\omega}\right)=-\arctan\xi}$$

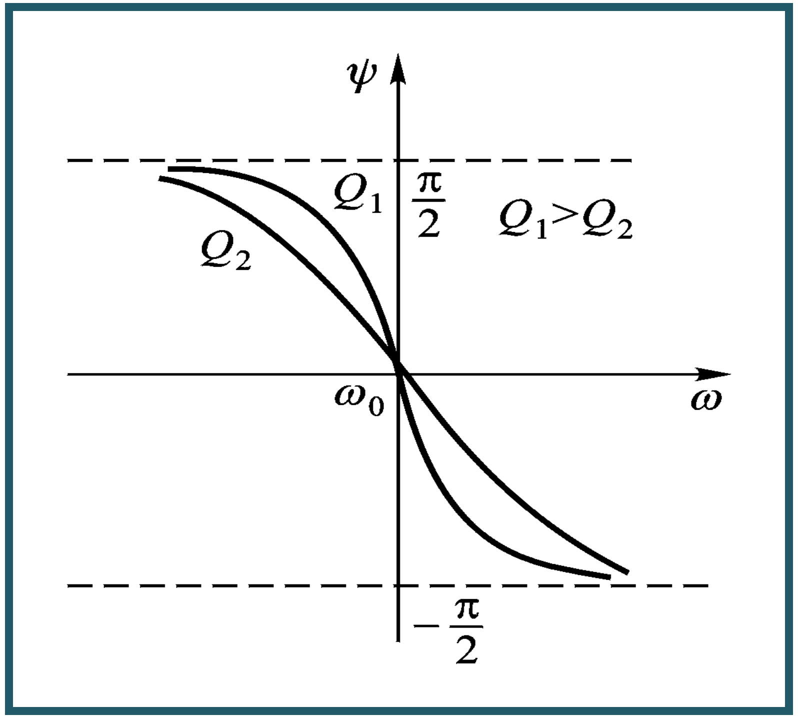


图 2.1.8 串联振荡回路的相位特性曲线

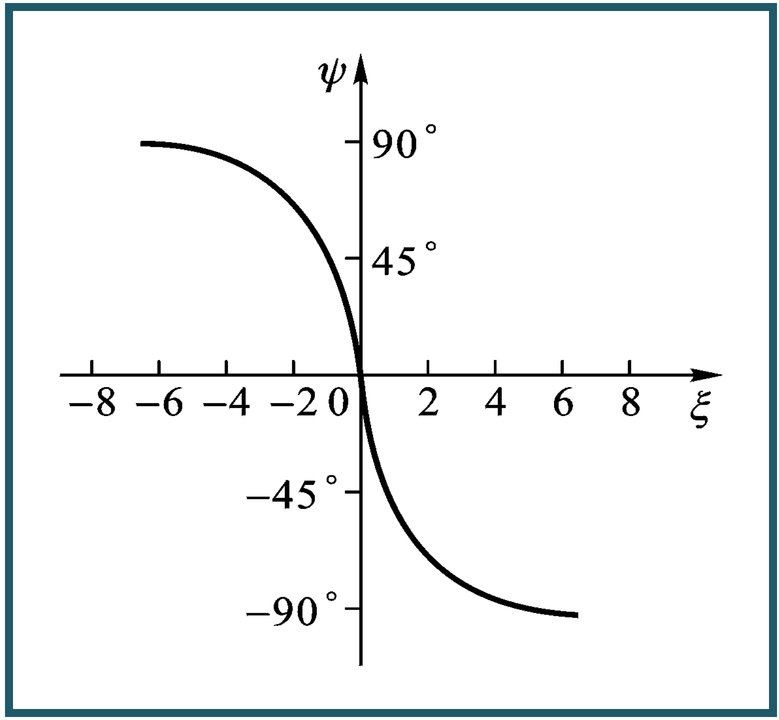


图 2.1.9 串联振荡回路通用相位特性

➢ 2.1.3 串联谐振回路的相位特性曲线

针对数字信号与图像信号的传输，相位特性失真严重影响通信质量。

$$\psi = -\arctan Q \cdot \left(\frac{\omega}{\omega_0} - \frac{\omega_0}{\omega} \right)$$

由右图可见，**Q值愈大，相频特性曲线在谐振频率ω_0附近的变化愈陡峭。**但是，线性度变差，或者说，线性范围变窄。

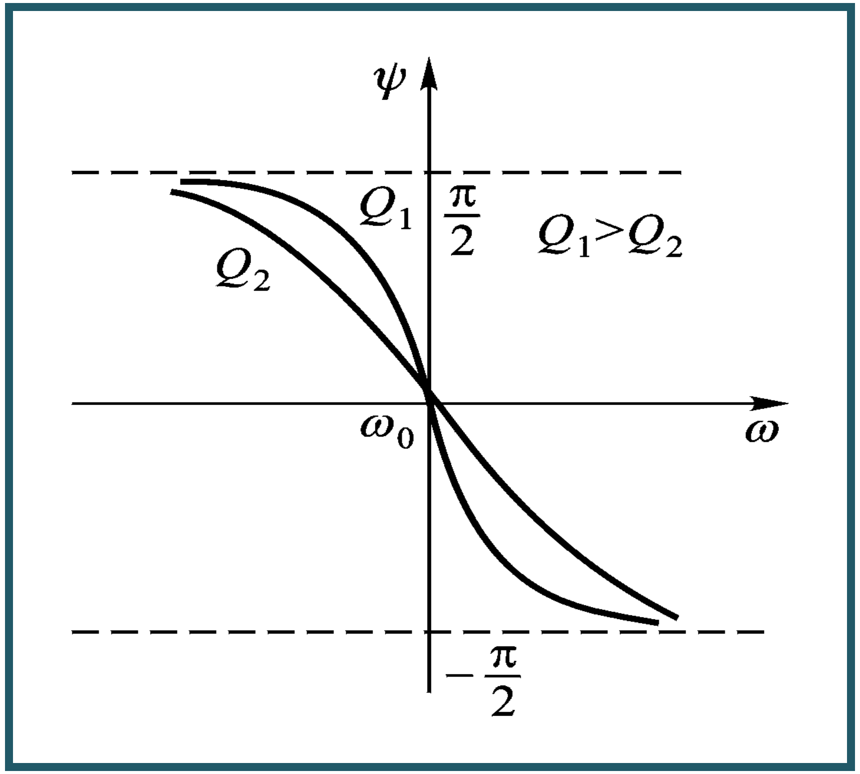


图 2.1.8 串联振荡回路的相位特性曲线

➢ 例题2-2

1. LC回路Q值越高，选择性越好，但通频带越窄；LC回路Q值越低，选择性越差，但通频带越宽；二者矛盾。

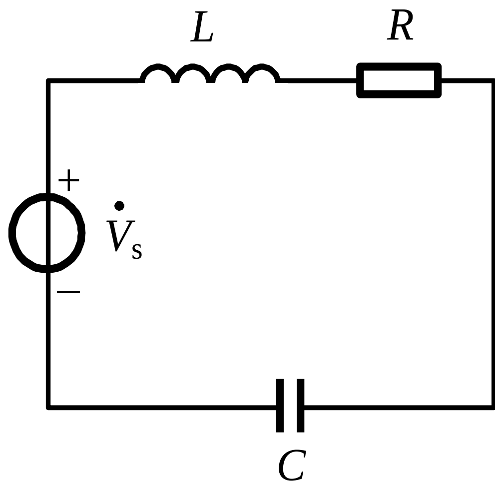
A 对

B 错

2. 如图，设给定串联谐振回路的f_0=1MHz，Q_0=50，若输出电流超前信号源电压相位45°，试求：

1) 此时信号源频率f是多少？输出电流相对于谐振时衰减了多少分贝？

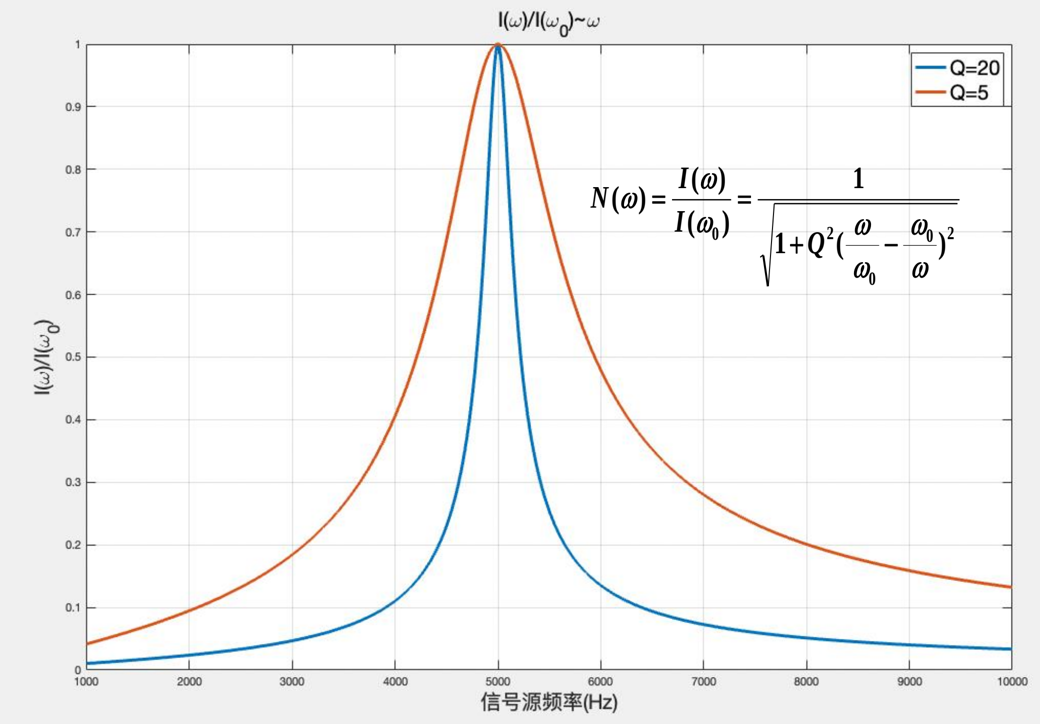
2) 现要在回路中的再串联一个元件，使回路处于谐振状态，应该加入何种元件，并定性分析元件参数的求法。



作业2：教材P54第二章课后习题：2.7和2.8。

小结

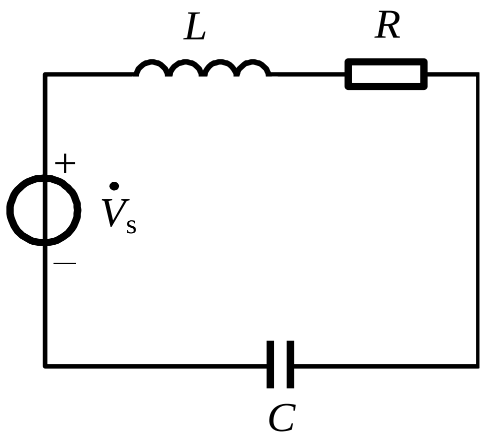
1. 掌握串联谐振回路的基本原理
2. 掌握串联谐振回路的谐振特性
3. 掌握频率选择性、通频带、幅频特性、相频特性的分析方法

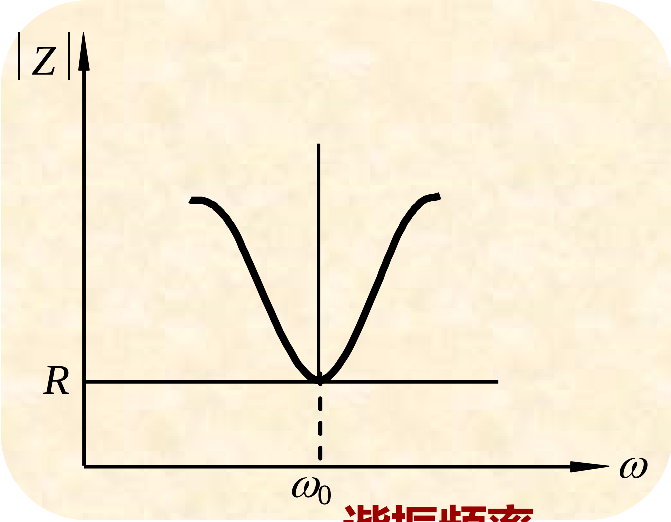


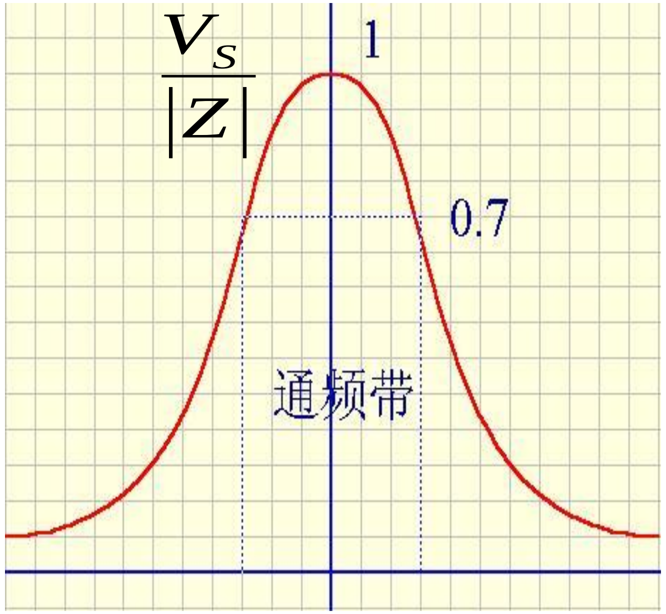

```
clc
clear
close all

Q = 20;
w = 1000*(1:0.0001:10);
w0 = 5000;
Nw1 =1./sqrt( 1 + Q*Q*(w./w0-w0./w).* (w./w0-w0./w)) ;
plot(w,Nw1,'LineWidth',3)
Q = 5;
Nw2 =1./sqrt( 1 + Q*Q*(w./w0-w0./w).* (w./w0-w0./w)) ;
hold on
plot(w,Nw2,'LineWidth',3)
grid on
legend('Q=20','Q=5','Fontsize',20);
xlabel('信号源频率(Hz)','Fontsize',20);
ylabel('I(\omega)/I(\omega_0)','Fontsize',20);
title('I(\omega)/I(\omega_0)~\omega','Fontsize',20);
```

➢ 2.2.1 基本原理与特性





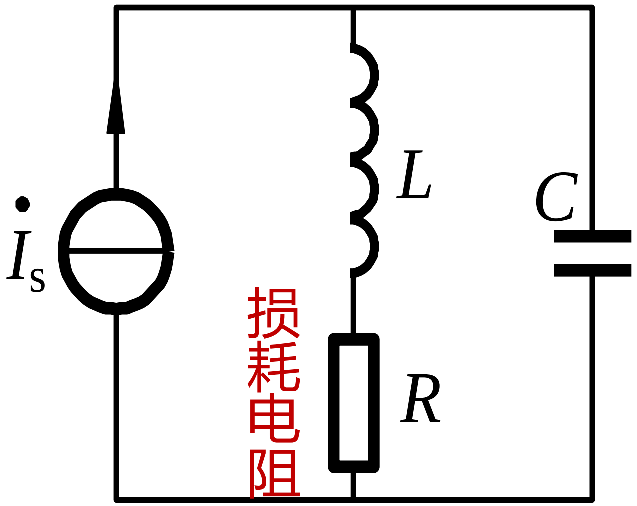


选频特性曲线

串联谐振回路的带通特性要求信号源内阻越低越好。

若信号源内阻比较大应该选择怎样的谐振回路?

➢ 2.2.1 基本原理与特性



回路的总阻抗

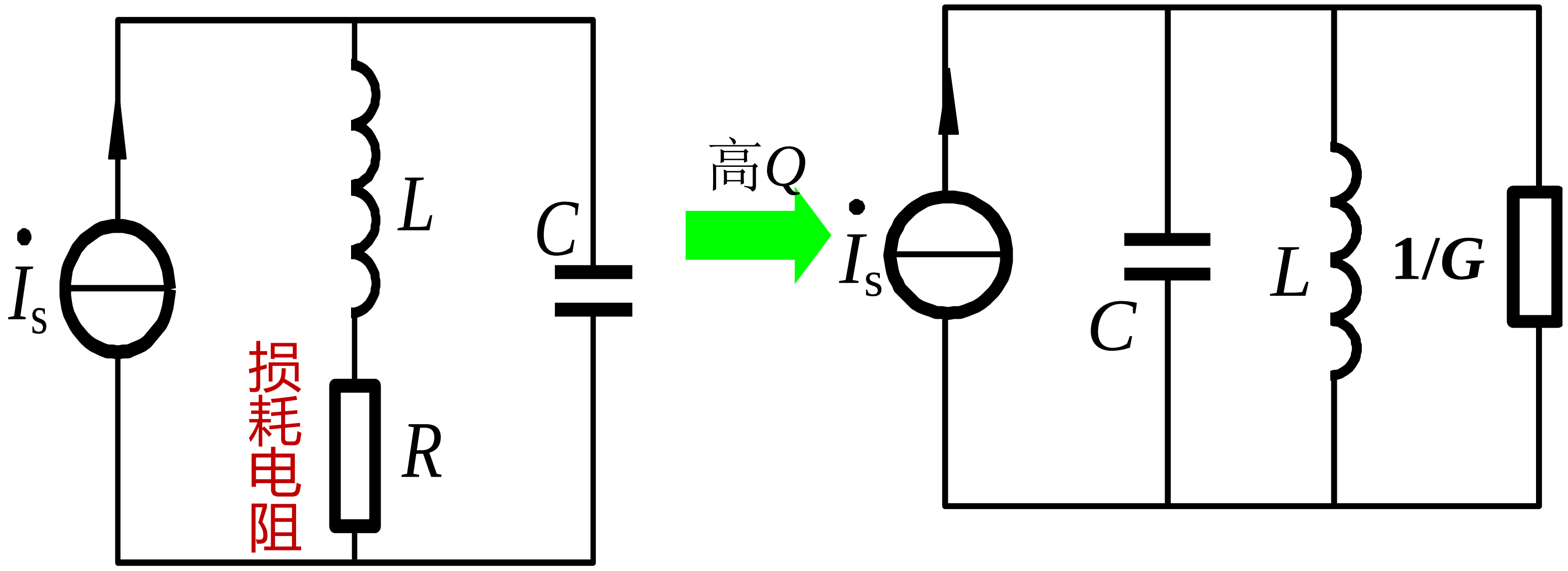
$$Z=\frac{(R+\mathrm{j}\omega L)\dfrac{1}{\mathrm{j}\omega C}}{R+\mathrm{j}\omega L+\dfrac{1}{\mathrm{j}\omega C}}=\frac{(R+\mathrm{j}\omega L)\dfrac{1}{\mathrm{j}\omega C}}{R+\mathrm{j}\left(\omega L-\dfrac{1}{\omega C}\right)}$$

$$\approx\frac{\dfrac{L}{C}}{R+\mathrm{j}\left(\omega L-\dfrac{1}{\omega C}\right)}=\frac{1}{\dfrac{CR}{L}+\mathrm{j}\left(\omega C-\dfrac{1}{\omega L}\right)}$$

通常，损耗电阻R在工作频段内满足： $R<<\omega L$ 或 高Q

采用导纳分析并联振荡回路及其等效电路比较方便，为此引人并联振荡回路的导纳。

➢ 2.2.1 基本原理与特性



电导G和电纳B分别为

$$G = \frac{CR}{L} \qquad B = \omega C - \frac{1}{\omega L}$$

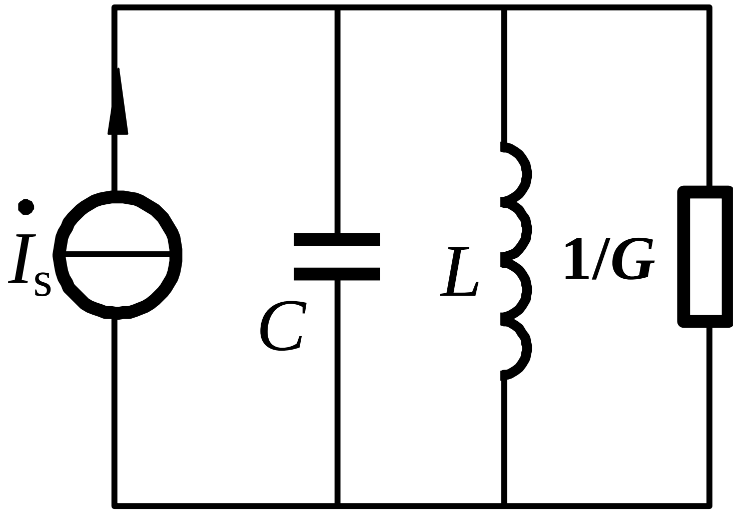
$$Z = \frac{(R + j\omega L)\dfrac{1}{j\omega C}}{R + j\omega L + \dfrac{1}{j\omega C}} = \frac{1}{\dfrac{CR}{L} + j\left(\omega C - \dfrac{1}{\omega L}\right)}$$

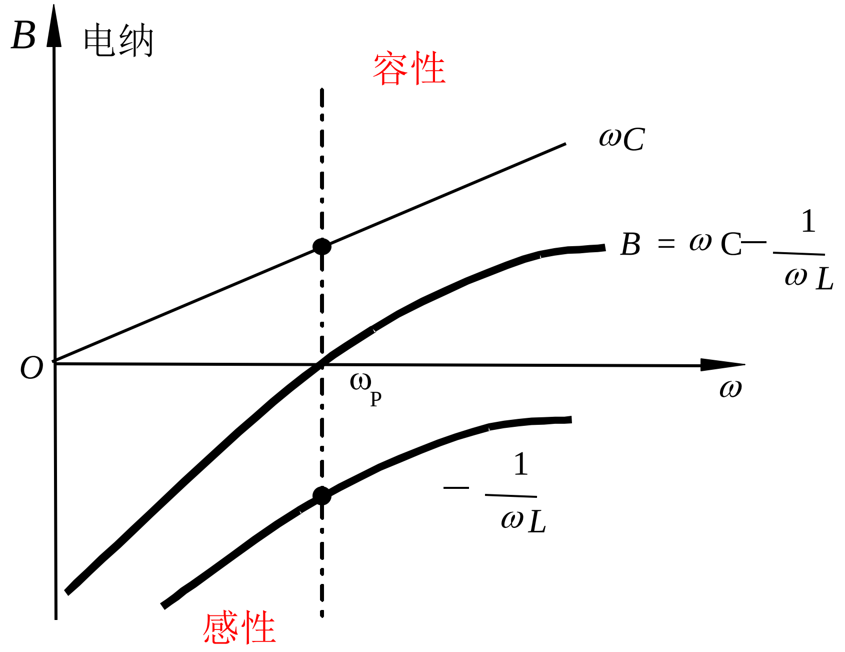
回路总导纳

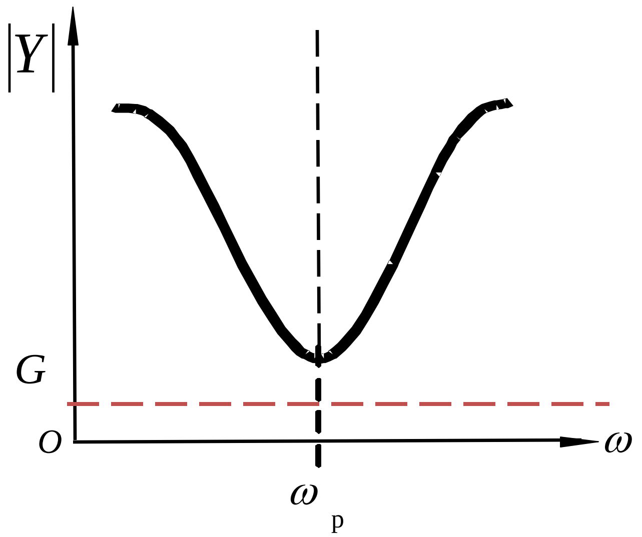
$$Y = G + jB = \frac{CR}{L} + j\left(\omega C - \frac{1}{\omega L}\right)$$

➢ 2.2.1 基本原理与特性

谐振条件: $B = \omega C - \dfrac{1}{\omega L} = 0$





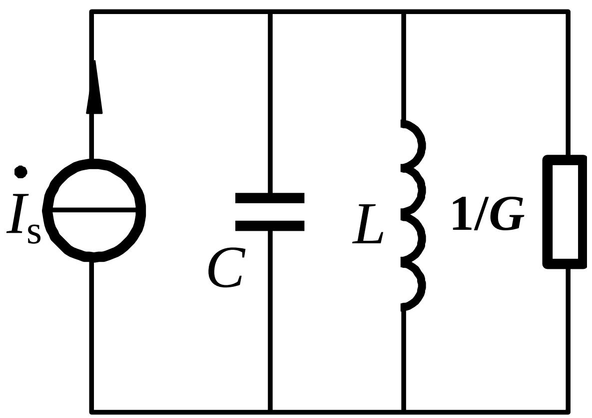


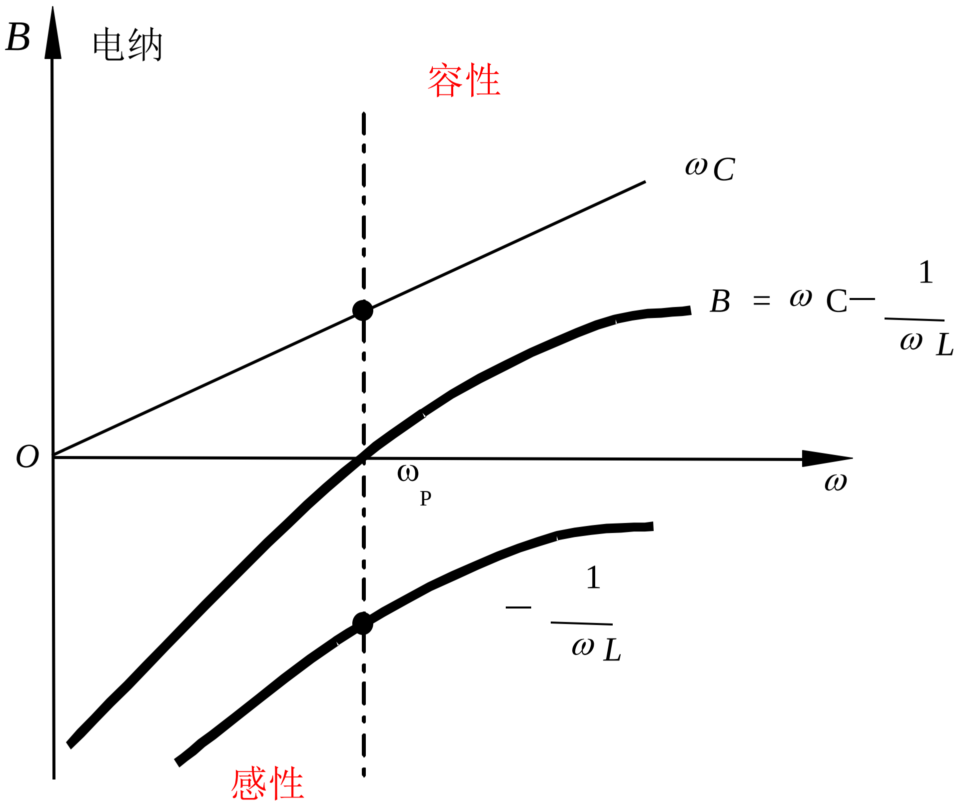
$$Y = G + jB = \frac{CR}{L} + j\left(\omega C - \frac{1}{\omega L}\right)$$

即信号频率 $\omega_p = \dfrac{1}{\sqrt{LC}}$ 或 $f_p = \dfrac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$

谐振特性：其**导纳**在某一特定频率上具有**最小值**（谐振状态），而偏离此频率时将迅速增大。

2.2.1 基本原理与特性





1. 阻抗性质随频率变化的规律：

1) $\omega<\omega_p$ 时， $B<0$ 呈感性；

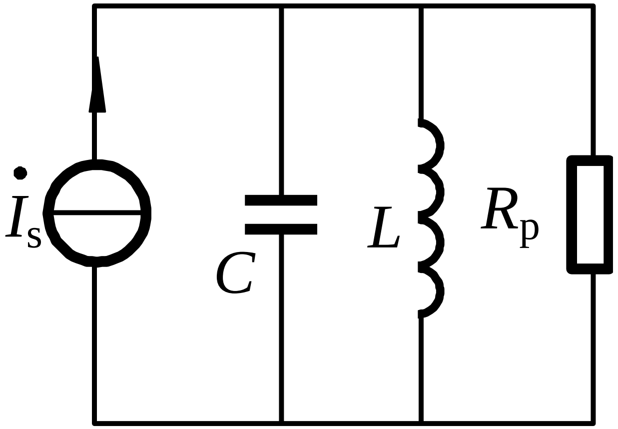
2) $\omega=\omega_p$ 时， $B=0$ 呈纯阻性；

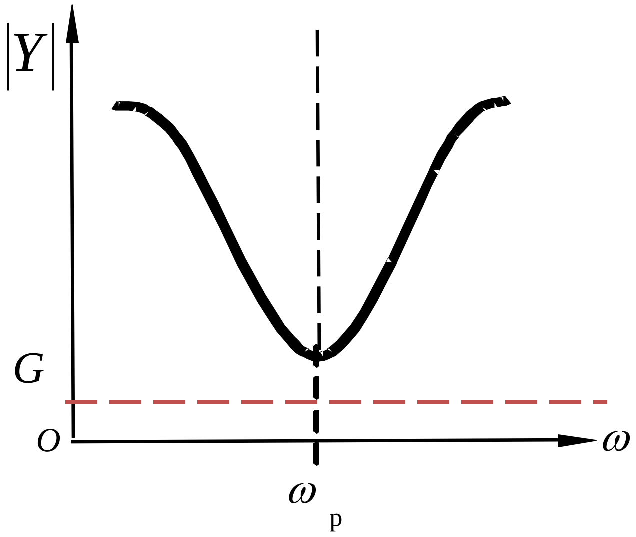
3) $\omega>\omega_p$ 时， $B>0$ 呈容性。

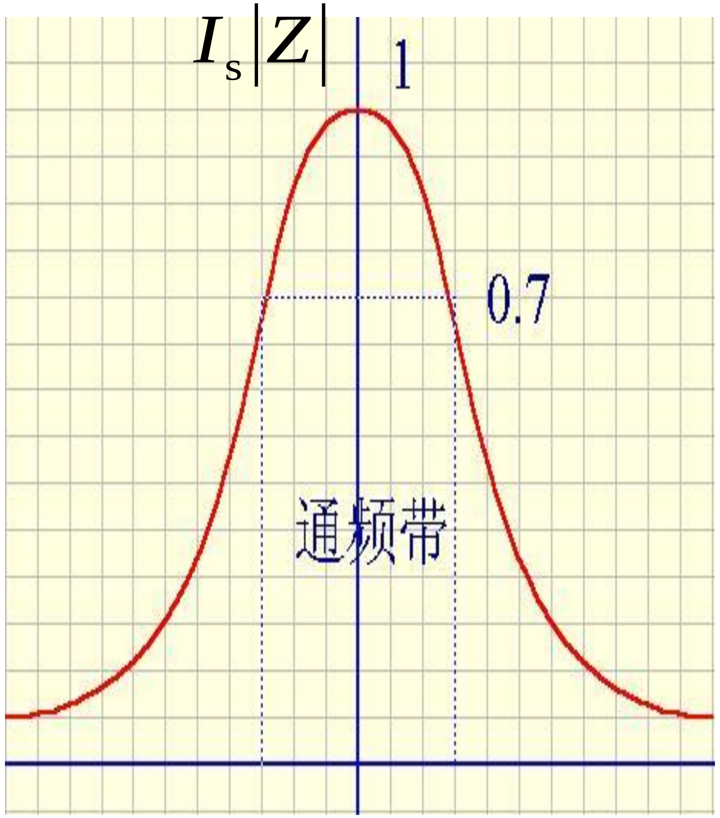
$$Y=G+\mathrm{j}B=\frac{CR}{L}+\mathrm{j}\left(\omega C-\frac{1}{\omega L}\right)$$

谐振条件： $$B=\omega C-\frac{1}{\omega L}=0$$

➢ 2.2.1 基本原理与特性







选频特性曲线

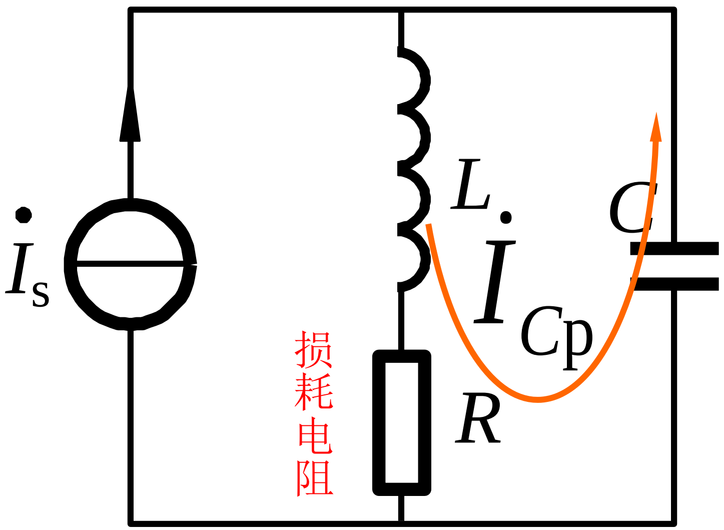
2. 谐振时，回路阻抗值最大，即 $R_p = \dfrac{1}{G} = \dfrac{L}{CR}$；

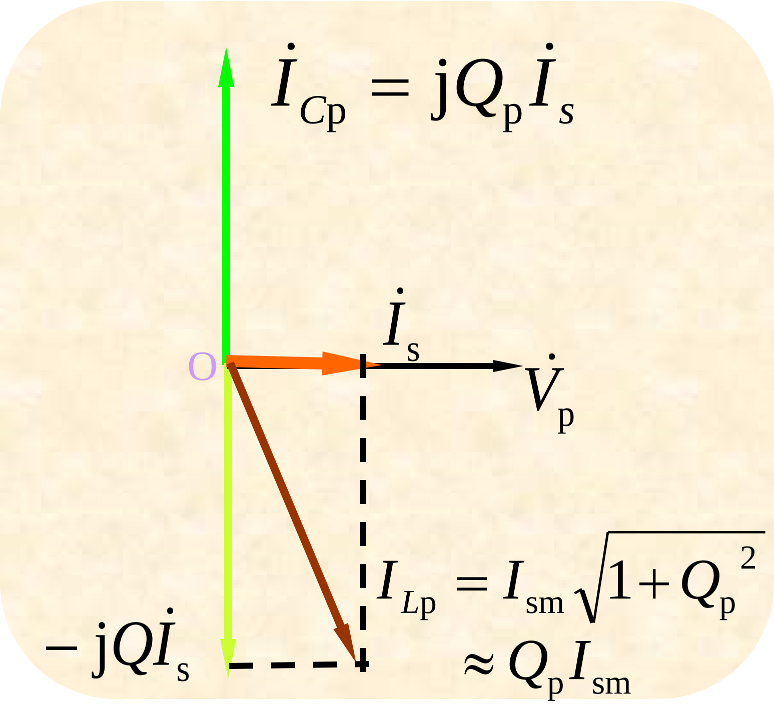
当信号源为电流源时，回路电压最大，

即 $\dot{V}_p = \dot{I}_s R_p$，具有**带通选频**特性。

$$Q_p = \frac{\omega_p L}{R} = \frac{1}{\omega_p C R} = \frac{\sqrt{\frac{L}{C}}}{R} = \frac{1}{\sqrt{\frac{L}{C}}} \cdot \frac{\frac{L}{C}}{R} = \frac{R_p}{\omega_p L} = R_p \omega_p C$$

2.2.1 基本原理与特性





$$\dot{I}_{Cp} = j\omega_p C\cdot\dot{V}_p = j\dot{I}_s\cdot R_p\omega_p C = jQ_p\dot{I}_s$$

$$Q_p = \frac{R_p}{\omega_p L} = R_p\omega_p C$$

$$\dot{V}_{Rp} = \dot{I}_{Lp}R \approx -jQ_p\dot{I}_s\cdot R = -\dot{I}_s\cdot \mathbf{j}\omega_{\mathbf{p}}L$$

$$\dot{V}_{Lp} = \dot{I}_{Lp}j\omega_p L$$

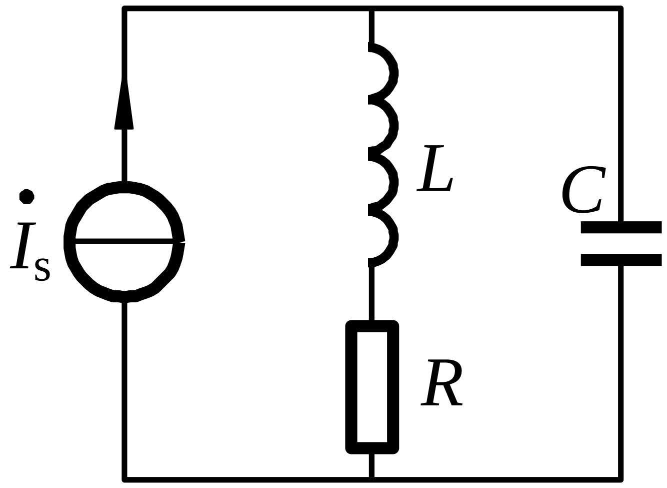
$$\dot{V}_{Cp} = \dot{I}_{Cp}\frac{1}{j\omega_p C}$$

3.并联谐振时，流经电感和电容的电流模值大小相近，方向相反，且约等于外加电流的Q倍；

LCR回路的状态与串联谐振回路相似。

➢ 小结

1. 谐振时，回路阻抗值最大；当信号源为电流源时，回路电压最大，即 $\dot{V}_{\mathrm{p}} = \dot{I}_{\mathrm{s}} R_{\mathrm{p}}$ ，具有带通选频特性。

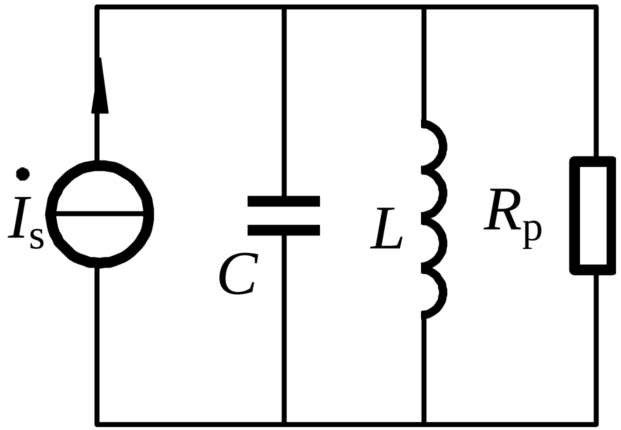


2. 阻抗性质随频率变化的规律：

1) $\omega < \omega_{\mathrm{p}}$时， $B < 0$呈感性；

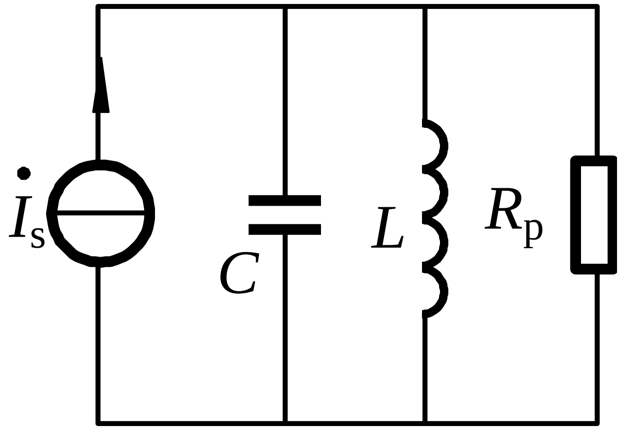
2) $\omega = \omega_{\mathrm{p}}$时， $B = 0$呈纯阻性；

3) $\omega > \omega_{\mathrm{p}}$时， $B > 0$呈容性。



3.并联谐振时，流经电感和电容的电流模值大小相近，方向相反，且约等于外加电流的Q倍。

➢ 2.2.2 谐振曲线、相位特性曲线、通频带



回路中**电压幅值**与**外加电流频率**之间的关系曲线称为**谐振曲线**。

$$\dot{V}(\omega)=\frac{\dot{I}_s}{\frac{CR}{L}+\mathrm{j}\left(\omega C-\frac{1}{\omega L}\right)}$$

$$\dot{V}(\omega_p)=\dot{I}_s R_p$$

注意：$R_p=\frac{1}{G}=\frac{L}{CR}$

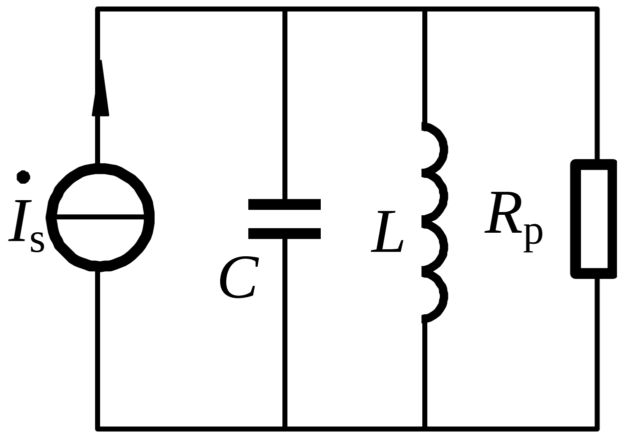
因此，表示谐振曲线的函数为

$$\omega_p=\frac{1}{\sqrt{LC}}$$

$$\boxed{Q_p=\frac{R_p}{\omega_p L}=R_p\omega_p C}$$

$$\dot{N}(\omega)=\frac{\dot{V}(\omega)}{\dot{V}(\omega_0)}=\frac{\dfrac{\dot{I}_s}{G_p+\mathrm{j}(\omega C-\frac{1}{\omega L})}}{\dfrac{\dot{I}_s}{G_p}}=\frac{G_p}{G_p+\mathrm{j}(\omega C-\frac{1}{\omega L})}=\frac{1}{1+\mathrm{j}Q_p(\frac{\omega}{\omega_p}-\frac{\omega_p}{\omega})}=N(\omega)e^{\mathrm{j}\psi(\omega)}$$

➢ 2.2.2 谐振曲线、相位特性曲线、通频带



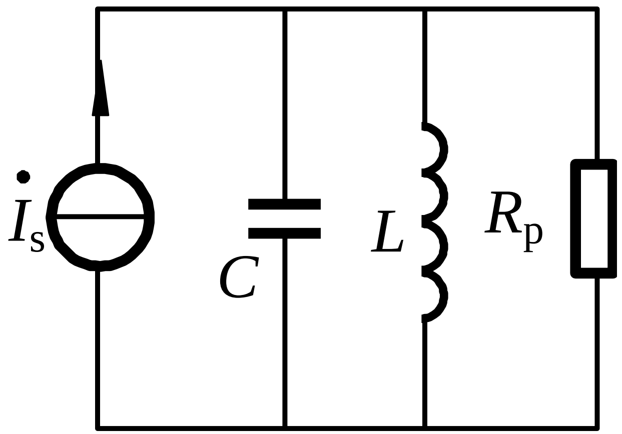
$$N(\omega)=\frac{1}{\sqrt{1+\left(Q_p\frac{2\Delta\omega}{\omega_p}\right)^2}}=\frac{1}{\sqrt{1+\xi^2}}$$

令：$\xi=Q_p\dfrac{2\Delta\omega}{\omega_p}$

$$\psi(\omega)=-\arg\tan Q_p\frac{2\Delta\omega}{\omega_p}=-\arg\tan\xi$$

可见，并联振荡回路的谐振曲线（包括幅频特性曲线和相频特性曲线），是与串联回路相同的。

2.2.2 谐振曲线、相位特性曲线、通频带



绝对通频带 (Hz)

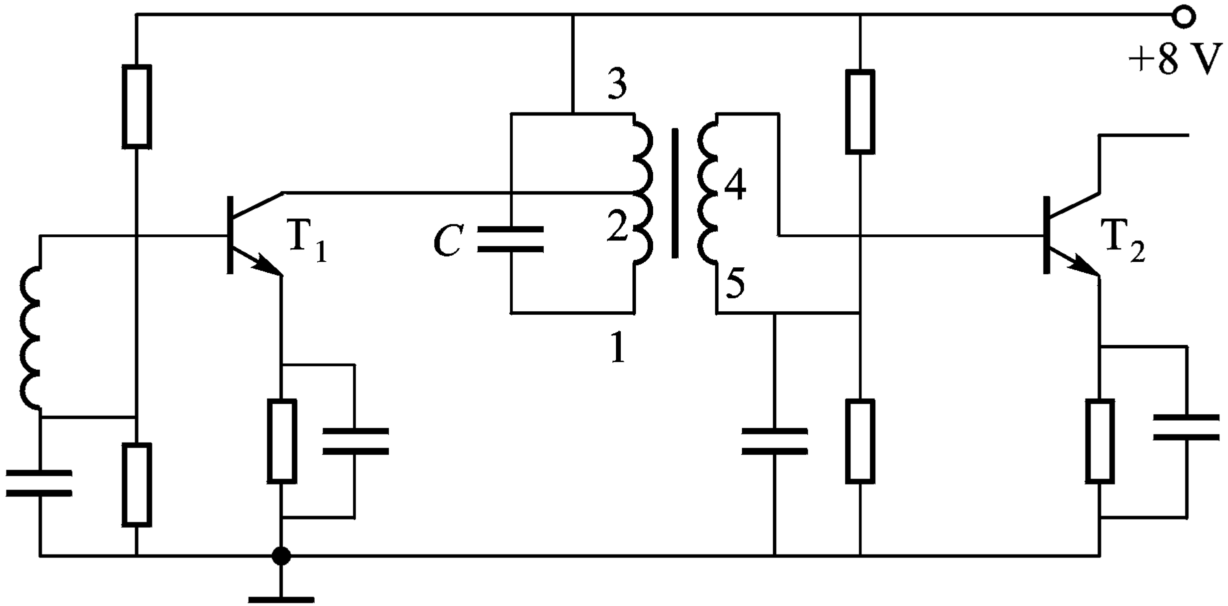
$$2\Delta\omega_{0.7}=\frac{\omega_p}{Q} \qquad 或\ 2\Delta f_{0.7}=\frac{f_p}{Q}$$

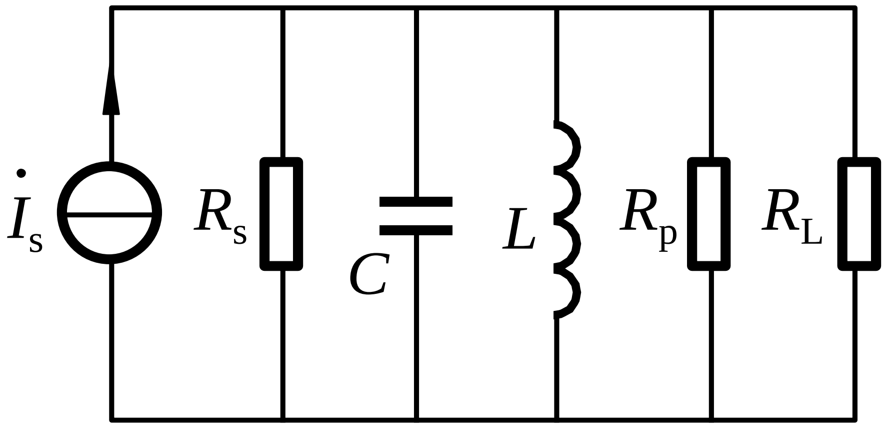
相对通频带（无量纲)

$$\frac{2\Delta\omega_{0.7}}{\omega_p}=\frac{1}{Q} \qquad 或\ \frac{2\Delta f_{0.7}}{f_p}=\frac{1}{Q}$$

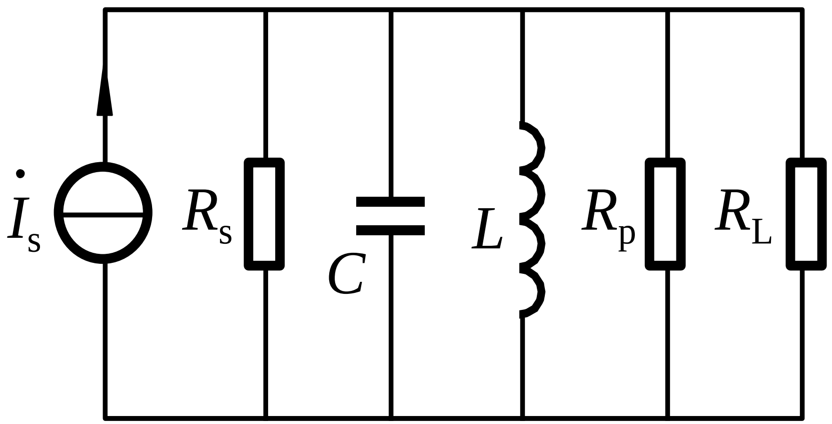
并联谐振回路的通频带、选择性与回路品质因数Q_p的关系和串联回路的情况是一样的。

➢ 2.2.3 信号源内阻与负载电阻的影响





➢ 2.2.3 信号源内阻与负载电阻的影响



考虑信号源内阻R_s和负载电阻R_L后，由于回路总的损耗增大，回路Q值将下降，称为**等效品质因数Q_L**。

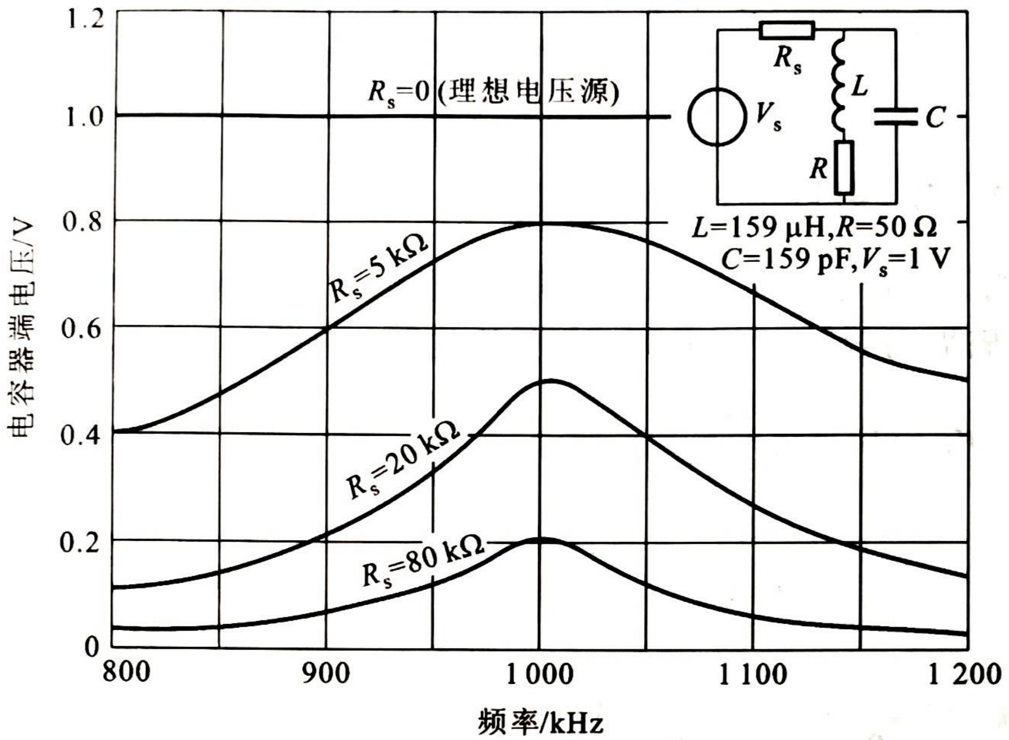
$$Q_L = \frac{1}{\omega_p L\left(G_p + G_s + G_L\right)} = \frac{1}{\dfrac{\omega_p L}{R_p}\left(1 + \dfrac{R_p}{R_s} + \dfrac{R_p}{R_L}\right)}$$

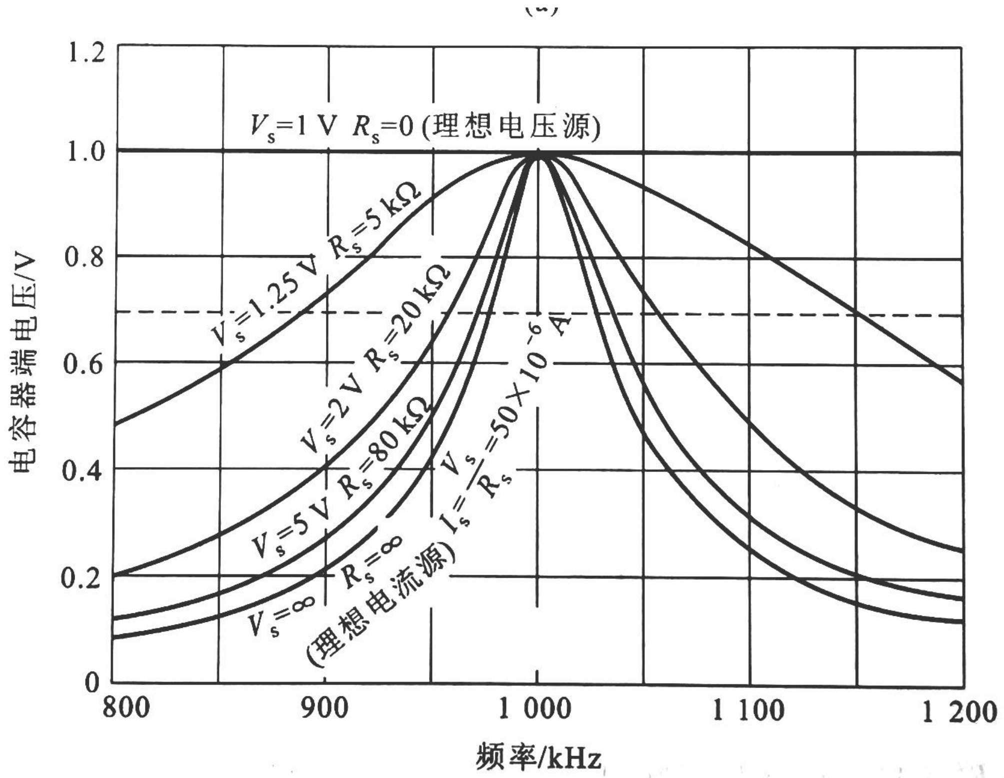
$$= \frac{Q_p}{\left(1 + \dfrac{R_p}{R_s} + \dfrac{R_p}{R_L}\right)}$$

式中：$Q_P = \dfrac{R_p}{\omega_p L} = \dfrac{1}{G_p \omega_p L}$

由于Q_L值低于Q_p，因此考虑信号源内阻及负载电阻后，并联谐振回路通频带加宽，选择性变坏。

➢ 2.2.3 信号源内阻与负载电阻的影响





信号源内阻越大，并联回路的电压随频率而变化的速率越快，谐振曲线越尖锐。

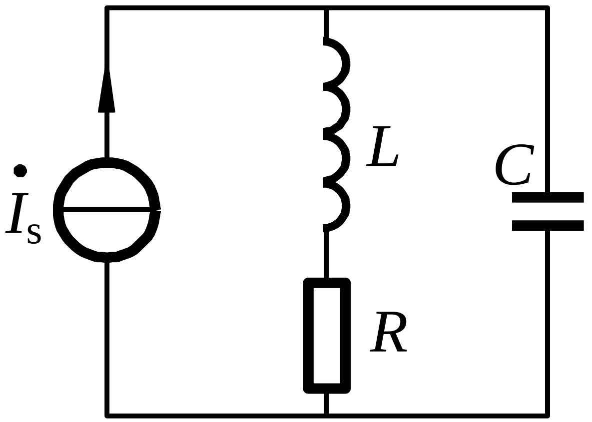
为获得优良的选择性，信号源内阻低时，应采用串联振荡回路，而信号源内阻高时，应采用并联振荡回路。

➢ 2.2.4 低Q值并联谐振回路 Q<10

$$Z=\frac{L}{CR}\cdot\frac{1-\mathrm{j}\dfrac{R}{\omega L}}{1+\mathrm{j}\left(\dfrac{\omega L}{R}-\dfrac{1}{\omega CR}\right)}$$

令

$$\frac{1-\mathrm{j}\dfrac{R}{\omega L}}{1+\mathrm{j}\left(\dfrac{\omega L}{R}-\dfrac{1}{\omega CR}\right)}=1$$



即

$$-\frac{R}{\omega L}=\frac{\omega L}{R}-\frac{1}{\omega CR}\quad\Rightarrow\quad-\frac{R}{L}=\frac{\omega^2 L}{R}-\frac{1}{CR}$$

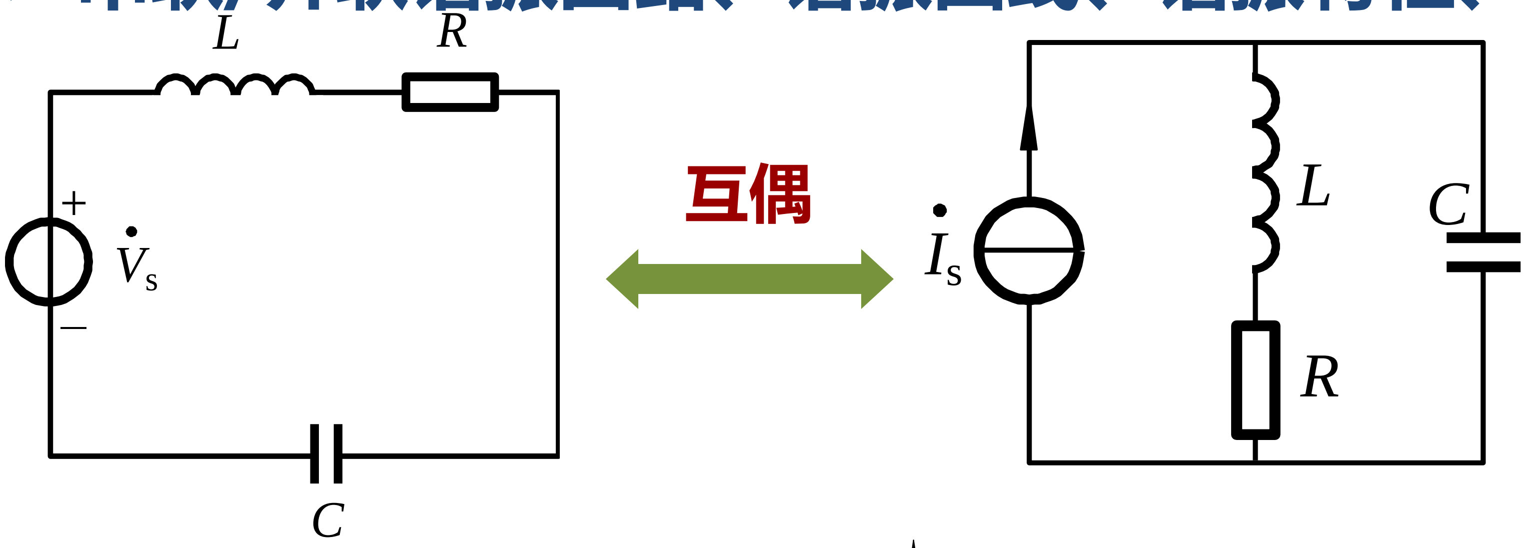
$$Z=\frac{(R+\mathrm{j}\omega L)\dfrac{1}{\mathrm{j}\omega C}}{R+\mathrm{j}\omega L+\dfrac{1}{\mathrm{j}\omega C}}=\frac{1}{\dfrac{CR}{L}+\mathrm{j}\left(\omega C-\dfrac{1}{\omega L}\right)}$$

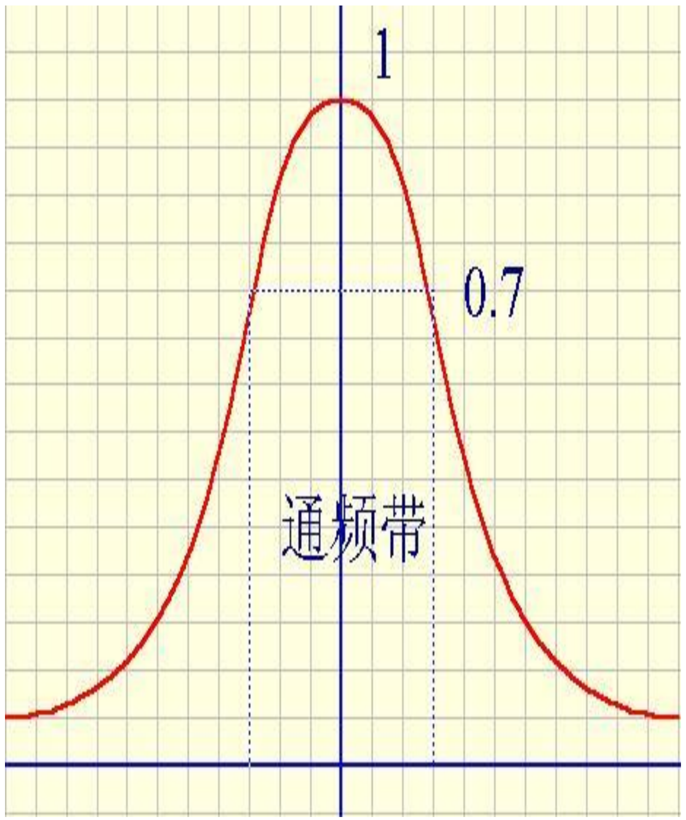
谐振频率为

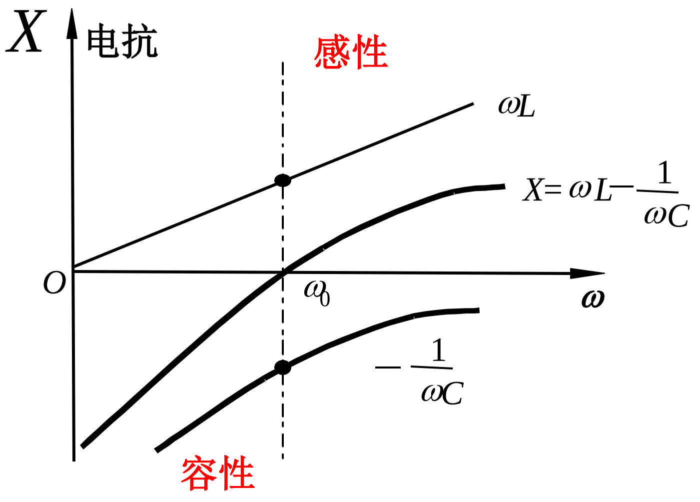
$$\omega_{\mathrm{p}}=\sqrt{\frac{1}{LC}-\left(\frac{R}{L}\right)^2}=\frac{1}{\sqrt{LC}}\cdot\sqrt{1-\frac{1}{Q_{\mathrm{p}}{}^2}}$$

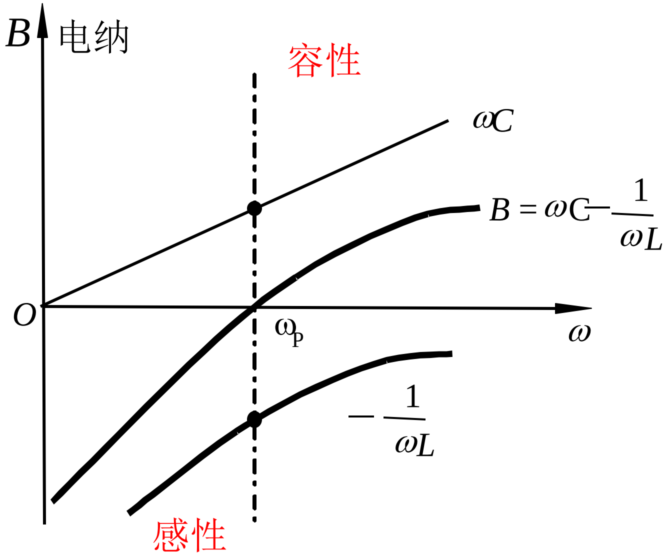
由于Q值低，因此电路总的阻抗 Z 的最大值与纯电阻不是同时发生。

➢ 串联/并联谐振回路、谐振曲线、谐振特性、频率选择、通频带









Thank You !

Q & A