



石家莊鐵道大學
SHIJIAZHUANG TIEDAO UNIVERSITY

在线开放课程

线路和绕组中的波过程

行波通过串联电感和并 联电容

主讲：卞建鹏

1、无穷长直角波通过串联电感

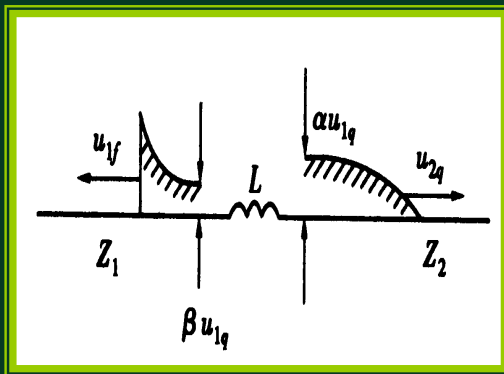
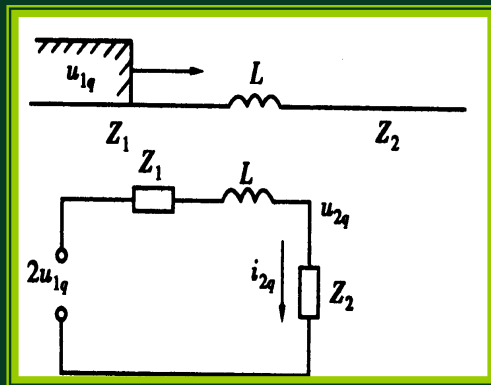
由彼德逊法则

$$2u_{1q} = (Z_1 + Z_2)i_{2q} + L \frac{di_{2q}}{dt}$$

$$u_{2q} = i_{2q}Z_2 = \alpha \cdot u_{1q} (1 - e^{-\frac{t}{T}})$$

$$u_{1f} = \frac{Z_2 - Z_1}{Z_1 + Z_2} u_{1q} + \frac{2Z_1}{Z_1 + Z_2} u_{1q} e^{-\frac{t}{T}}$$

$$T = \frac{L}{Z_1 + Z_2}$$

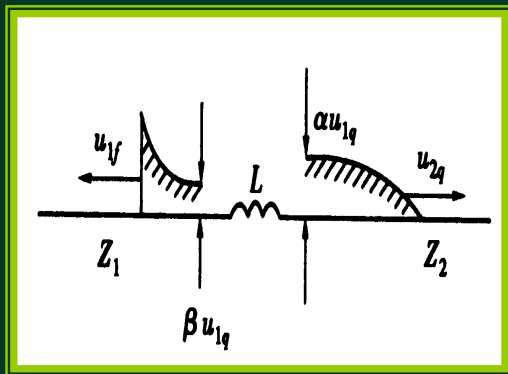


1、无穷长直角波通过串联电感

当 $t=0$ 时

$$i_{2q} = 0; \quad u_{2q} = 0$$

$$u_{1f} = u_{1q}; \quad i_{1f} = -i_{1q}$$



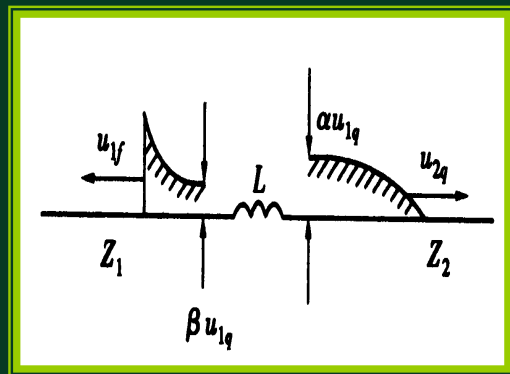
- ◆ $t=0$, L 相当于开路。电压波发生正的全反射，电流波发生负的全反射；
- ◆ 当 t 趋近于无穷时，其稳态值与 L 无关，此时电感相当于短路。

1、无穷长直角波通过串联电感

折射电压波陡度

$t=0$, 陡度最大

$$\frac{du_{2q}}{dt} = \frac{2u_{1q}Z_2}{L} e^{-\frac{t}{T}} \quad \left[\frac{du_{2q}}{dt} \right]_{\max} = \frac{2u_{1q}Z_2}{L}$$



- ◆ 陡度与 Z_2 和 L 相关, 而与 Z_1 无关;
- ◆ 直角波通过电感后变为一指数波头的行波, 波头陡度降低, 稳态值不变。 L 起降低来波陡度的作用;
- ◆ 在物理概念上, 是电感中的电流不能突变。

2、无穷长直角波通过并联电容

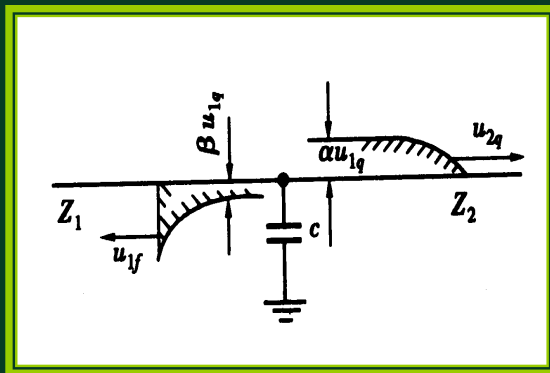
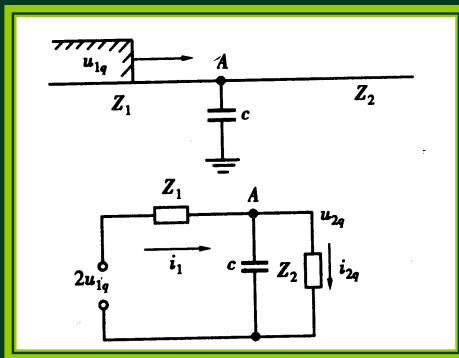
由彼德逊法则

$$\begin{cases} 2u_{1q} = Z_1 i_1 + i_{2q} Z_2 \\ i_1 = i_{2q} + C \frac{du_{2q}}{dt} = i_{2q} + Z_2 C \frac{di_{2q}}{dt} \end{cases}$$

$$u_{2q} = i_{2q} Z_2 = \alpha \cdot u_{1q} (1 - e^{-\frac{t}{T}})$$

$$u_{1f} = \frac{Z_2 - Z_1}{Z_1 + Z_2} u_{1q} - \frac{2Z_2}{Z_1 + Z_2} u_{1q} e^{-\frac{t}{T}}$$

$$T = \frac{Z_1 Z_2 C}{Z_1 + Z_2}$$



2、无穷长直角波通过并联电容

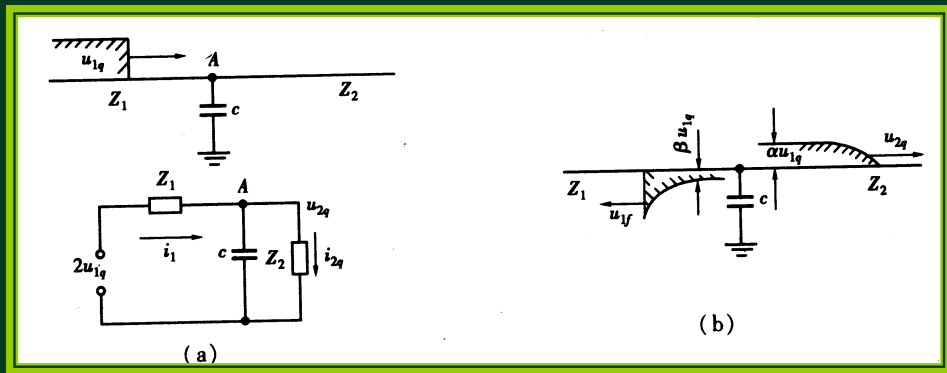
当 $t=0$ 时 $i_{2q} = 0$; $u_{2q} = 0$ $u_{1f} = -u_{1q}$; $i_{1f} = i_{1q}$

- ◆ $t=0$ 时，电容相当于短路（接地）。电压波发生负的全反射，电流波发生正的全反射。
- ◆ 当 t 为无穷时，其稳态值与 C 无关，此时电容相当于开路，和电容不存在时的反射一样。

最大陡度出现在 $t=0$ 时 $\left[\frac{du_{2q}}{dt} \right]_{\max} = \frac{2u_{1q}}{Z_1 C}$

- ◆ 陡度与 Z_1 和 C 相关，而与 Z_2 无关。

2、无穷长直角波通过并联电容



- ◆ 直角波通过电容后变为一指数波头的行波，波头陡度降低，稳态值不变。电容起降低来波陡度的作用。
- ◆ 在物理概念上，这是因为电容上的电压不能突变，当波到达节点后，折射电压波只能随着电容的逐渐充电而增大。

2、无穷长直角波通过并联电容

在何种情况下应使用**串联电感**或**并联电容**降低入侵波的陡度？

- ◆ **电压入射波**不是无限长直角波，而是**波长很短的矩形波**，应使用**串联电感**，不但能拉平波前和波尾，而且还能在一定程度上降低其峰值。如冲击截波。
- ◆ 在**无限长直角波**的情况下应使用**并联电容**，此时电容充满电后相当于开路。如电容式电压互感器。
- ◆ 通常 $Z_2 \gg Z_1$ （如通过架空线进入电机绕组），获得同样的陡度，**并联C比串联L经济**。

小结

- ◆ 由于电感电流不能突变，因此当波作用在电感初瞬，电感相当于开路，此时折射波为0，此后折射波电压随折射波电流增加而增加。
- ◆ 由于电容电压不能突变，波经过电容初始瞬间，电容相当于短路。反射电压波的幅值更低。

