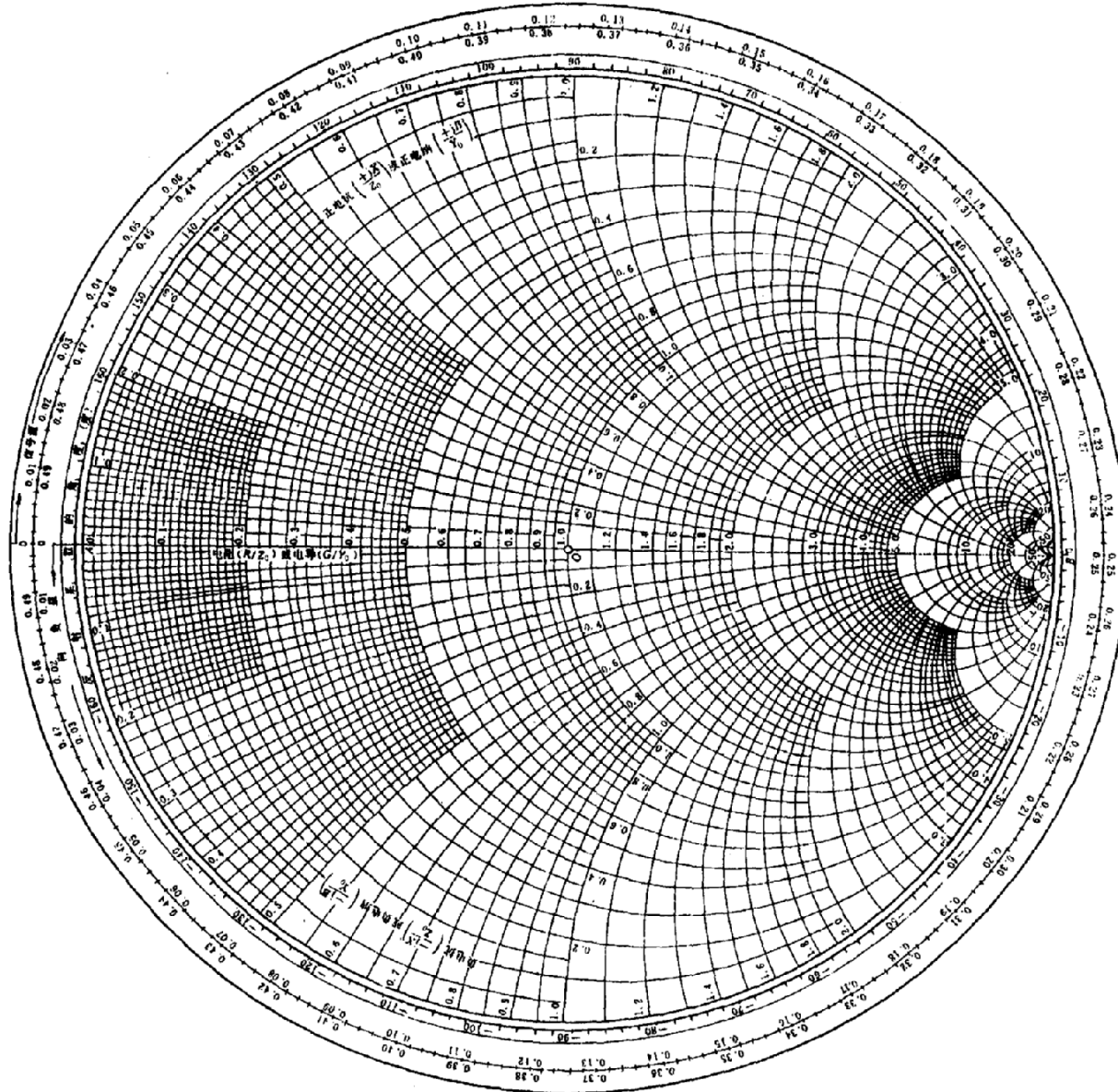


§ 1.3 圆图及阻抗匹配



§ 1.3 圆图及阻抗匹配

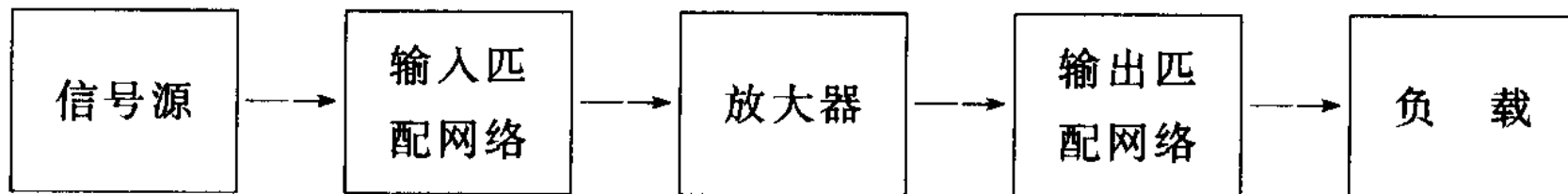
(0,0)点	$r=1, x=0$	\Leftrightarrow	$G=1, \bar{B}=0$	匹配点
(1,0)点	$r=x=\infty$ 开路点	\Leftrightarrow	$G=\bar{B}=\infty$	短路点
(-1,0)点	$r=x=0$ 短路点	\Leftrightarrow	$G=\bar{B}=0$	开路点
上半圆	$x>0$ 感抗	\Leftrightarrow	$\bar{B}>0$	容抗
上半单位圆周	$r=0, x>0$ 纯电感	\Leftrightarrow	$G=0, \bar{B}>0$	纯电容
下半圆	$x<0$ 容抗	\Leftrightarrow	$\bar{B}<0$	感抗
下半单位圆周	$r=0, x<0$ 纯电容	\Leftrightarrow	$G=0, \bar{B}<0$	纯电感
实轴左边	$r<1, x=0$ 为电压波节点 处归一阻抗值	\Leftrightarrow	$G<1, \bar{B}=0$ 为电压波腹点处归一电 导值	
实轴右边	$r>1, x=0$ 为电压波腹 点处归一阻抗值	\Leftrightarrow	$G>1, \bar{B}=0$ 为电压波节点处归一电 导值	

§ 1.3 圆图及阻抗匹配

三、长线的阻抗匹配

1、阻抗匹配的概念

微波和天线系统，不管是有源还是无源电路，都必须考虑其阻抗匹配问题，阻抗匹配网络是设计微波电路与系统时采用最多的电路元件。这主要是由于微波电路传输的是电磁波，若不匹配，将会引起**严重反射**。对于微波传输系统，为了提高长线的**传输效率及功率容量**、保持信号源工作稳定，希望信号源给出最大功率，负载能够吸收全部入射波功率。



§ 1.3 圆图及阻抗匹配

(1) 共轭匹配

要使信号源给出最大功率，必须要求传输线的输入阻抗和信号源的内阻抗互为共轭值，达到**共轭匹配**。设信号源的内阻抗为 $Z_g = R_g + jX_g$ ，传输线的输入阻抗为 $Z_{in} = R_{in} + jX_{in}$ 。

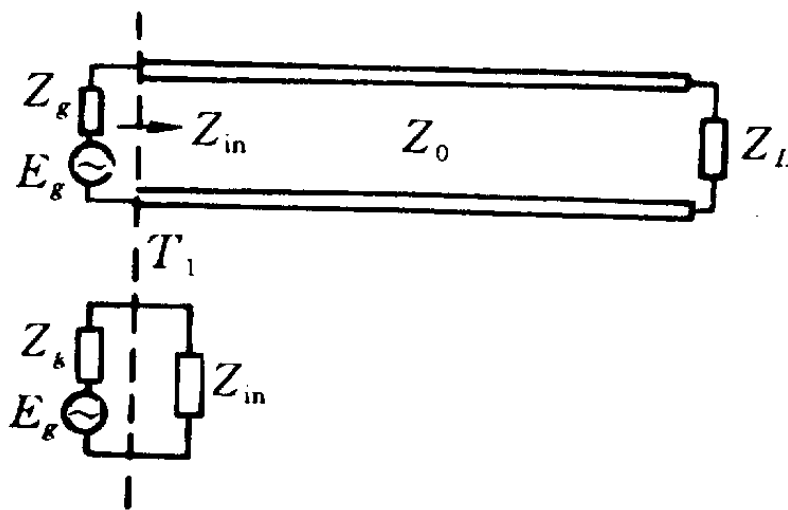
$$Z_g = Z_{in}^*$$

$$R_g = R_{in}, X_g = -X_{in}$$

在满足以上共轭匹配条件下，信号源给出的最大功率为

$$P_{\max} = \frac{1}{2} \frac{E_g^2 R_g}{4R_g^2} = \frac{E_g^2}{8R_g}$$

由于共轭匹配时，负载与长线并没有实现匹配，所以线上电压电流呈行驻波分布。可以证明，若输入端有 $Z_g = Z_{in}^*$ ，则无耗传输线的输出端（或线上任一点处）的等效输出阻抗与负载阻抗也满足 $Z_{out} = Z_L^*$ 。



§ 1.3 圆图及阻抗匹配

(2) 无反射匹配

无反射匹配要求负载阻抗等于长线的特性阻抗，此时负载吸收全部入射波功率，线上电压电流呈行波分布。

为了要使传输线的始端与信号源阻抗匹配,由于传输线的特性阻抗为实数,故要求信号源的内阻抗也为实数,即 $R_g=Z_0$, $X_g=0$, 此时传输线的始端无反射波, 这种信号源称为匹配信号源。当始端接了这种信号源, 即使终端负载不等于特性阻抗, 负载产生的反射波也会被匹配信号源吸收, 不会再产生新的反射。

实际上始端很难满足 $Z_g=R_g$ 的条件。一般在信号源与传输线之间用阻抗匹配网络来抵消反射波。

同理, 终端也不可能满足 $Z_L=Z_0$ 的条件, 必须用阻抗匹配网络使传输线和负载阻抗匹配。下面讨论阻抗匹配的方法。

§ 1.3 圆图及阻抗匹配

2、阻抗匹配方法

阻抗匹配的方法是在传输线和终端负载之间加一匹配网络。要求这个匹配网络由电抗元件构成：损耗尽可能的小，而且通过调节可以对各种终端负载匹配。匹配的原理是产生一种新的反射波来抵消原来的反射波。

最常用的匹配网络有 $\lambda/4$ 变换器、支节匹配器、阶梯阻抗变换和渐变线变换器。这里只介绍前面两种。

(1) $\lambda/4$ 阻抗变换器

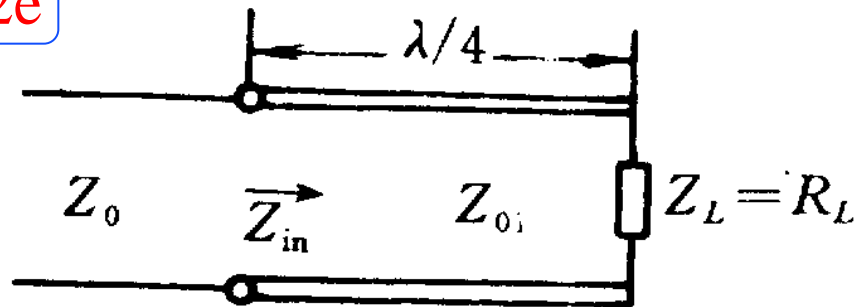
$\lambda/4$ 阻抗变换器是由一段长度为 $\lambda/4$ 的传输线组成,如图所示。当特性阻抗为 Z_{01} 、长度为 $\lambda/4$ 的传输线终端接纯电阻 R_L 时,则该传输线的输入阻抗为

$$Z_{in} = \frac{Z_{01}^2}{R_L}$$

为了使 $Z_{in}=Z_0$, 必须使

$$Z_{01} = \sqrt{Z_0 R_L}$$

1-12e



§ 1.3 圆图及阻抗匹配

若 Z_L 不是纯电阻，可通过将 Z_L 等效到电压波腹点（或波节点），使负载变成纯电阻后，再用 $\lambda/4$ 变换线实现阻抗匹配。

在电压波腹点接入,则 $\lambda/4$ 线的特性阻抗为

$$Z_{01} = \sqrt{Z_0 \rho Z_0} = \sqrt{\rho} Z_0$$

若 $\lambda/4$ 线在电压波节点接入,则 $\lambda/4$ 线的特性阻抗为

$$Z_{01} = \sqrt{Z_0 \frac{Z_0}{\rho}} = Z_0 / \sqrt{\rho}$$

单节 $\lambda/4$ 线的主要缺点是频带窄,原则上只能对一个频率匹配。为了加宽频带可采用多级 $\lambda/4$ 阻抗变换器或渐变式阻抗变换器。

§ 1.3 圆图及阻抗匹配

(2) 支节匹配器

支节匹配器的原理是利用在传输线上并接或串接终端短路或开路的支节线,产生新的反射波抵消原来的反射波,从而达到匹配。

支节匹配可分单支节、双支节和三支节匹配,但由于它们的匹配原理相同,这里只介绍单支节匹配。

如图所示,当归一化负载导纳 $\overline{Y}_L \neq 1$ 时,在离负载导纳适当的距离 d 处,并接一个长度为 l 、终端短路(或开路)的短截线,构成单支节匹配器,从而使主传输达到匹配。它的匹配原理可用导纳圆图来说明。

为了使传输匹配,必有 $\overline{Y}_{in} = 1$

由图看出: $\overline{Y}_{in} = \overline{Y}_1 + \overline{Y}_2$

其中 \overline{Y}_2 是短路(或开路)短截线的归一化输入导纳,它只能提供一个纯电纳,即 $\overline{Y}_2 = j\overline{B}$

§ 1.3 圆图及阻抗匹配

得到

$$\bar{Y}_1 = 1 - \bar{Y}_2 = 1 + j\bar{B}$$

$$\bar{Y}'_1 = 1 - \bar{Y}_2 = 1 - j\bar{B}$$

即:

$$\bar{Y}_2 = j\bar{B}$$

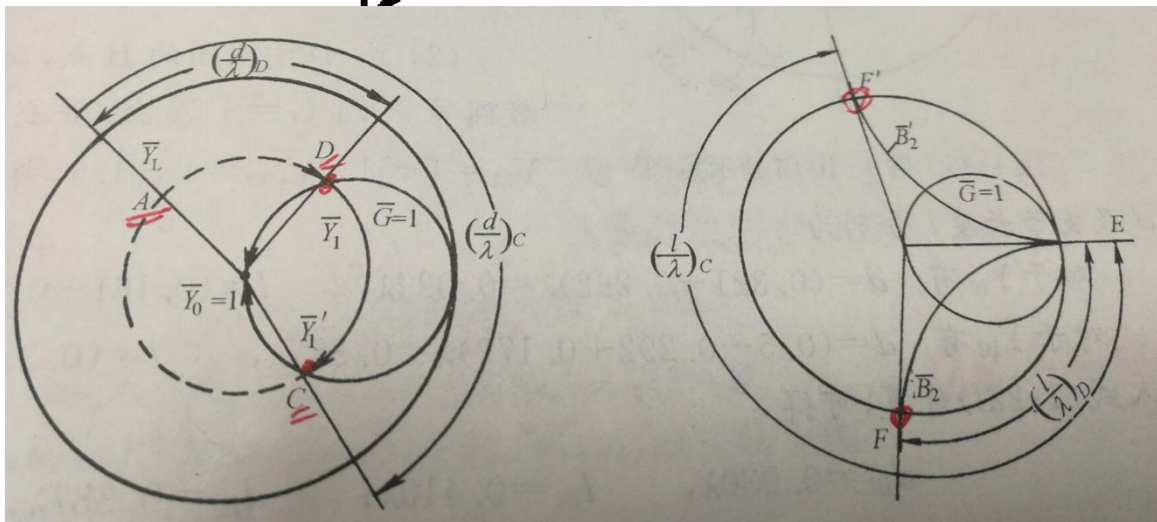
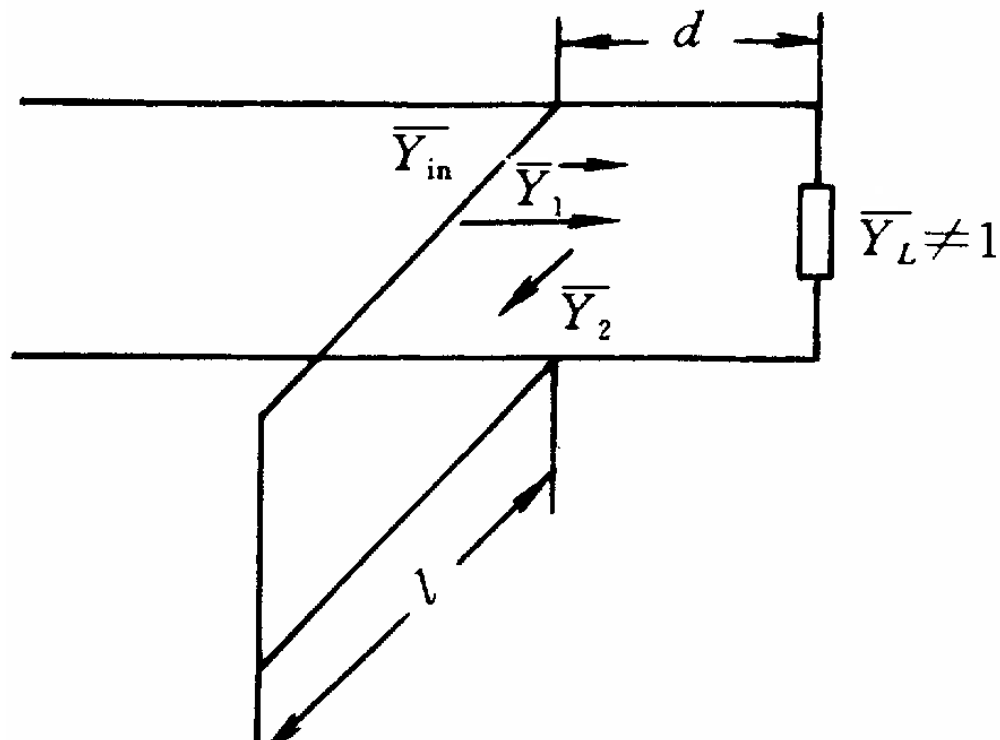
$$\bar{Y}'_2 = -j\bar{B}$$

A到D或C

E到F

可得 d 和 l 的解析式为:

$$\begin{cases} d = \frac{\lambda}{2\pi} \arctg \sqrt{\frac{Z_L}{Z_0}} \\ l = \frac{\lambda}{2\pi} \arctg \left(\frac{\sqrt{Z_L Z_0}}{Z_L - Z_0} \right) \end{cases}$$



§ 1.3 圆图及阻抗匹配

◆ 作业

P.80: 13, 21