

电子工业技术词典

网络分析与综合

国防工业出版社

R

-61

3

电子工业技术词典

网络分析与综合

《电子工业技术词典》编辑委员会 编



C250398

国防工业出版社

内 容 简 介

《电子工业技术词典》是在一九六四年出版的《无线电工业技术词典》(试用本)的基础上作了较大修改和增补而编写的。本《词典》是一本为广大工农兵和干部提供的深入浅出、简明实用的工具书。它也可供从事某个具体专业的科技人员在了解电子工业整个领域的全貌、扩大知识面时参考。

本《词典》共有三十四章。正文中各词汇后附有英文对照,书末附有英文索引,合订本中还附有汉字笔画索引。在出版合订本之前,将先分册出版。各分册所包括的章节内容和出版先后次序,将视具体情况而定。

本分册是《词典》第三章网络分析与综合的内容,它包括:网络基础,网络分析与综合,实用网络等三节。

电子工业技术词典

网络分析与综合

《电子工业技术词典》编辑委员会 编

*

国防工业出版社 出版

北京市书刊出版业营业许可证出字第 074 号

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

国防工业出版社印刷厂印装

*

787×1092¹/₁₆ 印张 3³/₄ 74 千字

1976年9月第一版 1976年9月第一次印刷 印数: 00,001—36,000 册

统一书号: 17034·29-10 定价: 0.42 元

前 言

《电子工业技术词典》是在无产阶级文化大革命伟大胜利的鼓舞下，在学习无产阶级专政理论的热潮中，在电子工业发展的新形势下出版的。它是在一九六四年出版的《无线电工业技术词典》（试用本）的基础上编写的。

原《词典》自发行以来，曾受到广大读者的欢迎，为宣传、普及、推广电子技术知识起了一定的作用。十多年来，在毛主席革命路线的指引下，我国电子工业已有很大的发展，生产规模不断扩大，技术水平迅速提高，技术队伍日益壮大，电子技术的推广应用已引起国民经济各部门的重视，并在社会主义革命和社会主义建设中发挥出作用。目前，电子工业已成为国民经济的一个组成部分，电子工业战线的广大职工正在为实现第四届全国人民代表大会提出的宏伟目标而努力奋斗。为适应这一大好形势，更好地为无产阶级政治服务，为工农兵服务，为社会主义服务，我们对原《词典》进行了一次较大的修改和增补。内容力求反映七十年代电子技术的水平，释文尽量做到简明、通俗。目的是为了向要求对电子工业技术有一般常识的广大工农兵和干部提供一本实用的工具书；同时也可供从事某个具体专业的科技人员在了解电子工业整个领域的全貌和扩大知识面时参考。

本《词典》共分三十四章。其目录如下：

- | | |
|-----------------|-------------|
| 一、电工基础； | 二、基本电子线路； |
| 三、网络分析与综合； | 四、电波传播与天线； |
| 五、信息论； | 六、电阻、电容与电感； |
| 七、厚薄膜电路； | 八、磁性材料与器件； |
| 九、电子陶瓷与压电、铁电晶体； | 十、机电组件； |
| 十一、电线与电缆； | 十二、电子管； |
| 十三、半导体； | 十四、电源； |
| 十五、其它元器件； | 十六、通信； |

- | | |
|----------------|------------------|
| 十七、广播与电视； | 十八、雷达； |
| 十九、导航； | 二十、自动控制与遥控、遥测； |
| 二十一、电子对抗； | 二十二、电子计算机； |
| 二十三、系统工程； | 二十四、电子技术的其它应用； |
| 二十五、微波技术； | 二十六、显示技术； |
| 二十七、红外技术； | 二十八、激光技术； |
| 二十九、电声； | 三十、超声； |
| 三十一、声纳； | 三十二、专用工艺设备与净化技术； |
| 三十三、电子测量技术与设备； | 三十四、可靠性。 |

各章互有联系，并尽量避免章节间词汇的重复，故每章只有一定的系统性。正文前有章节和词汇目录，正文中各词汇后附有英文对照，最后附有汉字笔画索引与英文索引。本《词典》将先分册出版，各分册所包含的章节内容和出版先后次序将视具体情况而定。各分册无汉字笔画索引。

本《词典》的编写工作，自始至终是在毛主席革命路线的指引下，在党的领导下进行的。贯彻了“独立自主，自力更生”的伟大方针，坚持了群众路线，实行了工人、干部、科技人员和生产、科研、教学三个三结合，以及理论联系实际的原则。《电子工业技术词典》本身就是广大群众集体智慧的结晶。它的编写过程也反映了无产阶级文化大革命后我国出版战线上的新气象。

由于我们水平有限，加上时间仓促，虽然作了很大努力，但《词典》中还可能存在不少错误和不妥之处，恳请广大读者及时批评指正。

《电子工业技术词典》编辑委员会

一九七五年十月一日

目 录

一、网 络 基 础

电信网络	3-1	对偶性	3-5
通信线路	3-1	克希霍夫定律	3-5
二端网络	3-1	等效电源定理	3-5
三端网络	3-1	等效电压源定理	3-6
四端网络	3-2	等效电流源定理	3-6
二对端网络	3-2	戴文宁定理	3-6
多端网络	3-2	互易定理	3-6
多对端网络	3-2	叠加定理	3-6
网络函数	3-2	补偿定理	3-6
激励函数	3-2	最大功率传输定理	3-6
响应函数	3-2	最大可用功率	3-6
单位阶跃函数	3-2	电抗定理	3-7
单位阶跃响应	3-2	中剖定理	3-7
单位脉冲函数	3-3	串联中剖	3-7
单位脉冲响应	3-3	并联中剖	3-7
信号	3-3	卷积定理	3-7
衰减	3-3	T形网络	3-8
增益	3-4	π 形网络	3-8
匹配	3-4	Γ 形网络	3-8
导抗	3-4	半节网络	3-8
归一化导纳	3-4	星形网络	3-8
归一化阻抗	3-4	Y形网络	3-9
复频率	3-4	三角形网络	3-9
归一化频率	3-4	Δ 网络	3-9
极点	3-4	梯形网络	3-9
标度因数	3-5	X形网络	3-9
零点	3-5	桥形网络	3-9
奇点	3-5	桥T形网络	3-10
留数	3-5	双T形网络	3-10
单向性	3-5	等效网络	3-10
双向性	3-5	对称网络	3-10

- 不对称网络.....3-10
- 平衡结构.....3-11
- 链式网络.....3-11
- 倒量网络.....3-11
- 对偶网络.....3-11
- 非平面网络.....3-11
- 平面网络.....3-11
- 网络参数.....3-11
- 策动点函数.....3-12
- 策动点阻抗.....3-12
- 策动点导纳.....3-12
- 转移函数.....3-12
- 转移电压比.....3-12
- 转移电流比.....3-12
- 转移阻抗.....3-12
- 转移导纳.....3-12
- 反射系数.....3-12
- 散射系数.....3-13
- 反射常数.....3-13
- 介入功率函数.....3-13
- 介入衰减.....3-13
- 介入比.....3-13
- 工作传输比.....3-13
- 工作衰减.....3-13
- 特性参数.....3-13
- 对象参数.....3-14
- 固有损耗.....3-14
- 失配损耗.....3-14
- 平衡损耗.....3-14
- 反射损耗.....3-15
- 品质因数.....3-15
- 耗散因数.....3-15
- 输入阻抗.....3-15
- 输出阻抗.....3-15
- 对象阻抗.....3-15
- 累接阻抗.....3-15
- 特性阻抗.....3-16
- 归一化特性阻抗.....3-16
- 开路阻抗.....3-16
- 短路导纳.....3-16
- 网络频率响应.....3-17
- 幅度频率特性.....3-17
- 相位频率特性.....3-17
- 幅度相位特性.....3-17
- 衰减频率特性.....3-17
- 最佳幅度响应.....3-17
- 时延畸变.....3-18
- 幅度畸变.....3-18
- 相位畸变.....3-18
- 频率畸变.....3-18
- 线性畸变.....3-18
- 非线性畸变.....3-18
- 无源网络.....3-18
- 有源网络.....3-18
- 纯电抗网络.....3-19
- 无耗网络.....3-19
- 有耗网络.....3-19
- 互易网络.....3-19
- 非互易网络.....3-19
- 线性网络.....3-19
- 非线性网络.....3-19
- 集总参数网络.....3-19
- 分布参数网络.....3-19
- 校正网络.....3-19
- 相移网络.....3-20
- 全通网络.....3-20
- 最小相移网络.....3-20
- 恒阻网络.....3-20
- 开关网络.....3-20
- 脉冲形成网络.....3-20
- 噪声网络.....3-20
- 微波网络.....3-21
- 分带网络.....3-21
- 预加重网络.....3-21
- 去加重网络.....3-21
- 取样信号网络.....3-21

四端网络的互联.....	3-21	网络参数矩阵.....	3-22
--------------	------	-------------	------

二、网络分析与综合

回路电流法.....	3-24	LC 网络部尔综合	3-27
节点电压法.....	3-24	RC 网络综合	3-28
网络拓扑.....	3-24	RLC 网络勃隆综合	3-28
信号流图.....	3-25	RLC 网络布特-杜芬综合	3-28
状态变量法.....	3-25	RLC 网络达林顿综合	3-28
正实函数.....	3-25	RLC 网络宫田综合	3-28
霍尔维茨多项式.....	3-25	四端网络综合.....	3-28
实部.....	3-25	零点移位法.....	3-29
虚部.....	3-26	留数条件.....	3-29
多余因子.....	3-26	实部条件.....	3-29
预畸变.....	3-26	四端网络达林顿综合.....	3-29
最小电阻函数.....	3-26	链接法.....	3-29
最小电导函数.....	3-26	逼近问题.....	3-30
最小电抗函数.....	3-26	误差准则.....	3-30
最小电纳函数.....	3-26	最平幅度逼近	3-31
最小策动点函数.....	3-26	最小二乘方误差逼近	3-31
最小相移函数.....	3-26	等波纹逼近	3-31
传输零点.....	3-26	半无限斜率逼近	3-32
网络变换.....	3-26	最平时延逼近	3-32
二端网络综合.....	3-27	计算机辅助网络设计.....	3-33
LC 网络福斯特综合	3-27		

三、实用网络

传输线.....	3-34	相时延.....	3-35
分布参数线.....	3-34	群时延.....	3-35
波参数.....	3-34	均匀线.....	3-36
波阻抗.....	3-34	开路线.....	3-36
传播常数.....	3-34	短路线.....	3-36
衰减常数.....	3-34	长线.....	3-36
相移常数.....	3-35	有损耗线.....	3-36
时延常数.....	3-35	无损耗线.....	3-36
波长常数.....	3-35	无畸变线.....	3-36
传播速度.....	3-35	短段线.....	3-37
相速度.....	3-35	馈线.....	3-37
群速度.....	3-35	指数线.....	3-37

- 平衡电缆.....3-37
- 加感线路.....3-37
- 滤波器.....3-38
- 通带.....3-38
- 阻带.....3-38
- 过渡频带.....3-38
- 通带利用系数.....3-38
- 截止频率.....3-39
- 参考频率.....3-39
- 样板法.....3-39
- 衰减等级.....3-39
- 阻抗等级.....3-39
- 电阻补偿.....3-39
- 频率变换.....3-40
- 格型滤波器.....3-40
- 曲折滤波器.....3-41
- 数字滤波器.....3-41
- 横向滤波器.....3-41
- 高斯滤波器.....3-41
- 匹配滤波器.....3-41
- 线性相位滤波器.....3-42
- 理想频域滤波器.....3-42
- 理想时域滤波器.....3-42
- 理想滤波器.....3-42
- 低通滤波器.....3-42
- 高通滤波器.....3-42
- 带通滤波器.....3-42
- 带阻滤波器.....3-43
- 窄带滤波器.....3-43
- 分向滤波器.....3-43
- 原型滤波器.....3-43
- m 导型滤波器.....3-43
- mm' 导型滤波器.....3-44
- 复合滤波器.....3-44
- 去耦滤波器.....3-44
- 梳形滤波器.....3-44
- N 通道滤波器.....3-44
- 契比雪夫滤波器.....3-45
- 衰减均衡器.....3-45
- 幅度均衡器.....3-45
- 相位均衡器.....3-45
- 时延均衡器.....3-45
- 可变均衡器.....3-45
- 余弦均衡器.....3-45
- 平衡网络.....3-46
- 人工线路.....3-46
- 仿真线.....3-46
- 衰减器.....3-46
- 理想变量器.....3-46
- 差接变量器.....3-47
- 混合线圈.....3-47
- 铁心变量器.....3-47
- 空气心变量器.....3-47
- 有源 RC 网络综合.....3-47
- 被控源.....3-47
- 回转器.....3-48
- 负导抗变换器.....3-48
- 网络灵敏度.....3-48

一、网络基础

电信网络

communication network

电信网络是指用于通信线路或其它方面的某些特定的部件。这些部件可用于滤波、均衡、延时、形成等方面。因此，电信网络包括各种滤波网络、延时网络、均衡网络和波形形成网络。利用分布参数（如传输线、微带线、波导管等）组成的网络，称为分布参数网络；利用一些集总元件组成的网络称为集总参数网络；只包括无源元件的网络称为无源网络；如包括有源元件在内的网络就是有源网络。网络的形式很多，但它们具有共同的特性。网络的综合和分析就是研究这些网络的一般方法。

当前科学技术的发展，电信网络理论和应用，已经冲破了经典的线性、无源、集总、双向和有限的约束。由于电信技术发展的要求，器件、电路技术和集成化的进展，有源网络、分布参数网络和数字网络等等已能实现，并在一定范围内获得应用。计算机应用的推广更促进了网络设计方法的革新，可以按预给特性要求得到最佳设计。网络理论随着实践有了很大的发展，目前网络的综合和分析理论与系统的分析和综合理论，在有些方面，有逐步趋于一致的趋势。

通信线路

communication circuit

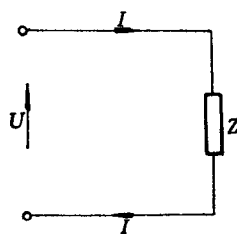
整个通信系统，扼要地说，包含两端的终端设备和两端之间的通信线路。终端设备用作发送和接收（包括调制或编码过程），通信线路用于传输，但这里所指通信线路是广义的，指传输媒介。它可以是实体导线的线路，可以是线路上复用的高频通路，也可以

是无线电通路。例如常用“无线电中继线路”这一名称，实际上并没有实体导线，但亦称它为线路。在网络理论，通信线路一般是指有实体导线的线路，包括明线、平衡电缆、同轴电缆；包括低频率的、载波的和高频率的。虽则这些线路是属于分布参数的，与集总参数元件的网络不同。但它们的传输方程、传播常数、波阻抗等都和四端网络的很相似，所以一般包括在网络理论里。

二端网络

two-terminal network

二端网络是有两个线端连至外面的电路，进出这二端的电流是等值和反向。每个电路元件，例如电阻器、线圈或电容器，都是最简单的二端网络。较多的元件可以组成复杂的二端网络，但是，不论其结构如何，只须知道二端的电压 U 与电流 I 的关系，就可以判断这二端网络本身的特性，以及它对于所接电路的影响。



二端网络图

三端网络

three-terminal network

三端网络是四端网络的一种特例。如图所示，输入端的 $1'$ 端与输出端的 $2'$ 端直接相连，所以这网络虽有二对线端，实际上只有三个线端连至外面。这 $1'2'$ 端通常接地，因此这种网络对地是不平衡的。T形、 π 形、

Γ形网络都属于三端网络。



三端网络图

四端网络

four-terminal network

见“二对端网络”。

二对端网络

two-terminal pair network; two-port network

二对端网络是四端网络较确切的名称。它有两对线端（即四端）连至外面的电路。一对线端 11' 通常连接电源，称为输入端，另一对线端 22' 通常连接负载，称为输出端。两对线端各有电压和电流。这种网络应用很广，有无源的、有源的、线性的、非线性的等很多种类。



二对端网络图

多端网络

multi-terminal network

具有四个端子上至 N 个端子的网络称为多端网络。

两个端子称为对端。具有 N 对端子的网络称为多对端网络，或 N 对端网络，也可称为 $2N$ 端网络。

多对端网络

multi-port network

见“多端网络”。

网络函数

network function

电路中的振荡一般是随时间变化的激励

电压或电流，通常称为激励函数（或策动函数）。

在网络中由激励电源所引起的响应电流和电压，称为网络的响应函数。而响应函数与激励函数之比称为网络函数。

激励函数

excitation function

见“网络函数”。

响应函数

response function

见“网络函数”。

单位阶跃函数

unit step function

单位阶跃函数的定义如下：

在 $t < 0$ 时， $u(t) = 0$ ；

在 $t \geq 0$ 时， $u(t) = 1$ 。

如图 1 所示，这种函数是计算暂态现象时一种常用的基本激励信号源，它在电压相当于在 $t = 0$ 时突然加上 1 单位的直流电压。如这单位电压迟延一时间 τ 才加上，则单位函数写成

在 $t < \tau$ 时， $u(t - \tau) = 0$ ；

在 $t \geq \tau$ 时， $u(t - \tau) = 1$ 。

如图 2 所示。

单位阶跃函数是单位脉冲函数的积分。

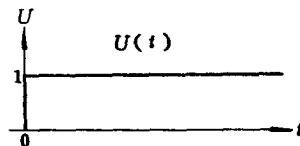


图 1

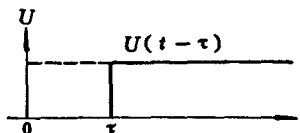


图 2

单位阶跃函数

单位阶跃响应

unit step function response

设将一单位阶跃信号 $V_s(t) = V_s(t)$ 加在线性四端网络的输入端，这时在输出端得到

的信号 $V_2(t)$, 就称为该网络的单位阶跃响应。

从单位阶跃响应可以知道电路对于输入电压突变 (例如突然的不连续) 时, 电路的变化速度如何。

单位脉冲函数

unit impulse function

一个量值为无限大, 持续时间为无限小, 而它们的乘积为有限值的函数, 称为冲击函数, 也称脉冲函数。

发生在 $t = 0$ 和具有单位面积的冲击称单位冲击函数, 用 $\delta(t)$ 表示。如果把 $\delta(t)$ 作为发生在 $t = 0$ 正的一边、一个时间很短的方脉冲, 如图所示, 就可以用公式给 $\delta(t)$ 下定义:

$$\delta(t) = 0 \quad (t \neq 0)$$

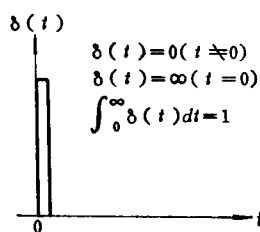
$$\delta(t) = \infty \quad (t = 0)$$

和
$$\int_0^{\infty} \delta(t) dt = 1$$

如果以任何有限正数来代 ∞ 作为积分的上限, 则上面写的积分值也将等于 1。因此, 对于所有 t 的正值, $\int_0^t \delta(\tau) d\tau = 1$; 也即是

$$\int_0^t \delta(\tau) d\tau = V_u(t)$$

单位阶跃是单位脉冲的积分。



单位脉冲函数图

单位脉冲响应

unit impulse response

设将一单位脉冲信号 $\delta(t)$ 加在一线性 (四端) 网络的输入端, 这时在输出端所得到的信号 $h(t)$ 就称为该网络的单位脉冲响应。

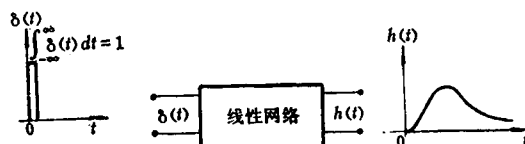
所谓单位脉冲信号是指在 $t = 0$ 处出现的冲击信号, 满足下面两条件:

$$\int_{-\infty}^{\infty} \delta(t) dt = 1$$

当 $t \neq 0$ 时, $\delta(t) = 0$; $t = 0$, $\delta(t) = \infty$ 。

单位脉冲响应 $h(t)$ 有两个特点: 一是当 $t < 0$ 时, $h(t)$ 等于零, 这是因为在信号加入以前, 不可能有输出; 另一是在经过很长时间后 $t \gg 0$, $h(t)$ 也应趋近于零, 这是因为在无源有耗网络中, 有限的能量不可能长久地保持下去。因此, 网络的单位脉冲响应一般如图所示, 从零值增长到最大值后再逐渐下降到零。

在分析网络的传输特性时, 只要求出该网络的单位脉冲响应, 再利用叠加定理, 就可得到对任何输入信号 (它可分解为无数个脉冲之和) 的输出波形。



单位脉冲响应图

信号

signal

信号是指按时间变化的电压或电流。任何通信方式, 不论电报、电话、传真电报、广播和电视等, 如欲从一地发送至另一地接收, 必须将消息变为信号, 然后经过媒介质传输。信号荷载信息, 经过不同的频率变换、调制或编码, 变成适当形式, 以便适合于各种不同媒介质的传输。信号有三个基本指标, 即持续时间、频带宽度和强弱程度。

衰减

attenuation

信号在传输系统中量值的减小称为衰减或衰耗。它可以用输入量值对输出量值的标量比表达, 常用单位有分贝和奈培两种。

增益

gain

放大器的增益是指输出量与输入量之比, 即放大倍数。功率增益是指输出功率与输入功率之比; 电压(或电流)增益是指输出电压(或电流)对输入电压(或电流)之比。有时为了计算方便, 将增益取对数。例如: 电压增益 A_v

$$A_v = \ln \frac{U_2}{U_1}, \text{ 单位为奈培 (Np)}$$

也可定义为

$$A_v = 20 \lg \frac{U_2}{U_1}, \text{ 单位为分贝 (dB)}$$

从以上两式可见, 1 奈培等于 8.686 分贝。

匹配

matching

匹配是指负载阻抗与激励源内阻抗互相适配得到最大功率输出的一种工作状态。一般情况, 激励源内阻为纯电阻, 这时负载电阻如等于激励源内阻, 则输出功率为最大, 称为匹配, 否则就称为失配。

当激励源内阻抗含有电抗成分时, 为使负载得到最大功率, 负载阻抗与内阻抗必须满足共轭关系, 即电阻成分相等, 而电抗成分数值相等但符号相反。这种匹配条件称为共轭匹配。

从能量的传输角度看, 为使在传输系统中无反射产生, 就要求负载阻抗等于传输线或四端网络的特性阻抗, 即电阻成分和电抗成分均分别相等, 而不是共轭相等。这种匹配条件称为无反射匹配或对象匹配。

往往需要在负载与激励源之间插入一阻抗变换网络达到匹配的目的, 这种网络称为阻抗匹配网络。变量器、 π 形匹配器等都是常用的匹配网络, 进入超高频频段, 可采用短线、螺钉或膜片等做成的匹配器。

导抗

adpedance; immittance

导抗是阻抗与导纳的统称, 用于不分阻抗和导纳的场合。

归一化导纳

normalized admittance

一个导纳与相应特性导纳之比。

归一化阻抗

normalized impedance

一个阻抗与相应特性阻抗之比。

复频率

complex frequency

在研究网络的一般特性时, 常引用 $p = \sigma + j\omega$ 表示频率概念, 称为复频率。其中 σ 表征振幅的变化, 而 ω 则表示振荡的角频率。

归一化频率

normalized frequency

在分析滤波器衰减特性和相位特性时, 常采用归一化频率, 它是指频率与截止频率之比, $\Omega = \frac{\omega}{\omega_0}$, 或者是频率 ω 与等于通带和阻带界限频率 ω_1 与 ω_2 的几何平均值 $\omega_0 = \sqrt{\omega_1 \omega_2}$ 之比, $\Omega = \frac{\omega}{\omega_0}$ 。

极点

pole

具体可实现的集总网络, 它的阻抗或导纳函数可以用两个 p 的多项式之比来表示:

$$W(p) = \frac{a_1 p^m + a_2 p^{m-1} + \cdots + a_m}{b_1 p^n + b_2 p^{n-1} + \cdots + b_n} \\ = H \frac{(p-p_{01})(p-p_{02}) \cdots (p-p_{0m})}{(p-p_{x1})(p-p_{x2}) \cdots (p-p_{xn})}$$

式中 H 称为标度因数。如 p 等于 $p_{x1}, p_{x2} \cdots p_{xn}$ 值时, 则函数 $W(p)$ 变为无穷大, 所以, $p_{x1}, p_{x2} \cdots p_{xn}$ 称为 $W(p)$ 的极点。相应地, 如 p 等于 $p_{01}, p_{02} \cdots p_{0m}$ 值时, 则 $W(p)$ 变成零, 所以, $p_{01}, p_{02} \cdots p_{0m}$ 称为 $W(p)$ 的零点。极点和零点可以是实数、虚数或复数。如系复数, 则呈现为共轭对 $p_{a1} = \delta_a + j\omega_a$, $p_{a2} =$

$\delta_a - j\omega_a$, 其中 δ_a 将是负值。如极点、零点和标度因数 H 都已规定, 则 $W(p)$ 便完全确定。

集总网络导抗函数的极点和零点集中表现了网络的传输特性, 所以在网络综合中, 在复频率坐标面上极点和零点的分布是一个关键问题。

标度因数

constant multiplier

见“极点”。

零点

zero

见“极点”。

奇点

singularity

奇点是指零点和极点的总称。

留数

residue

复变函数理论指出, 一个以 $s_1, s_2, \dots, s_n$ 为奇点的函数 $F(s)$, 当沿着复数平面上的封闭曲线积分时, 积分值 $\frac{1}{2\pi j} \oint F(s) ds$ 与积分路径无关, 只由 $F(s)$ 在 $s = s_1, s_2, \dots, s_n$ 的邻域的数值 A_n 确定。这个数值 A_n 称为 $F(s)$ 在 $s = s_n$ 的留数 Res, 即

$$\frac{1}{2\pi j} \oint F(s) ds = \sum_{1}^n A_n = \sum_{1}^n \text{Res}$$

例如, 当函数 $F(s)$ 只有单阶极点时, 将它分为如下部分分式:

$$F(s) = \frac{a}{(s-s_1)} + \frac{b}{(s-s_2)} + \dots \quad (1)$$

则 a 和 b 分别是在极点 s_1, s_2 的留数。

在拉氏变换式中

$$\frac{1}{2\pi j} \int_{c-j\infty}^{c+j\infty} F(s) e^{st} ds = \sum \text{Res}$$

如果 $F(s)$ 的部分分式仍为(1)式所示, 则在 s_1, s_2 的留数为

$$\text{Res}_1 = ae^{s_1 t} \quad \text{Res}_2 = be^{s_2 t}$$

单向性

unilateral

电子管和晶体管等都是具有单向特性的器件。凡是只能从输入对端传输至输出对端而不能反向传输的二对端网络, 都属于单向性网络。但无源二对端网络, 都是双向性的。

双向性

bilateral

双向性表示两方向可以同样有效传输。例如电阻、线圈、电容器, 都是双向性元件。无源网络一般是双向性电路, 但电子管或晶体管放大器, 却是有源和单向性电路。

对偶性

duality

在两个网络中, 如果其中一个网络的节点方程式与另一网络的回路方程式逐项相似, 只是电压换以电流, 阻抗换以导纳, 那末它们就具有一般对偶的特性。这样一个网络的阻抗特性与另一网络的导纳特性相同。例如, T 形和 π 形网络就是无源对偶网络。两个对偶网络满足了一般对偶条件后, 一个网络的电感、电容和电阻可代以另一网络的电容、电感和电导, 电压源代以电流源, 回路代以节点。

克希霍夫定律

Kirchhoff's law

克希霍夫的电压定律和电流定律是求解网络问题的基本工具。电压定律是: 网络内任何闭合回路中所有电压(包括电动势和电压降在内)的代数和等于零。电流定律是: 网络内任何节点上所有电流的代数和等于零。从电压定律获得回路分析法, 从电流定律获得节点分析法。

等效电源定理

equivalent source theorem

等效电源定理是网络理论的基本定理之一, 又可分成等效电压源定理和等效电流源定理。等效电压源定理通常称戴文宁(Thevenin)定理。它指出: 任何接有激励源的网络均可用一个二端的等效电压源来代

表, 它的电势等于网络在这二端开路时的电压 E_{oc} , 它的串联内阻抗等于网络内部各电势被短路时从这二端看向网络的阻抗 (Z_R), 这个等效电压源在负载阻抗 Z_R 中所产生的电流与原来的电流 I_R 相同 (图 1 和图 2)。

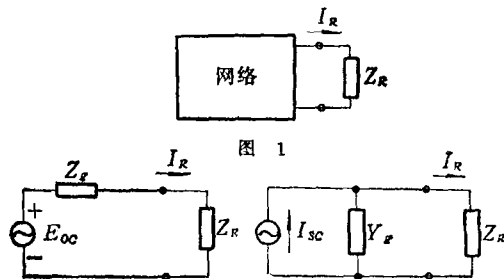


图 2

图 3

等效电源定理图

等效电流源定理指出: 任何接有激励源的网络均可由二端的等效电流源来代表, 它的电流等于在网络二端短路线中流过的电流 I_{sc} , 并联内导纳等于把网络内的电源开路时从这二端看向网络的导纳 y_R , 这个等效电流源在负载阻抗 Z_R 中所产生的电流等于原来的电流 I_R (图 1 和图 3)。等效电流源和等效电压源成对偶关系, 可以互相转换。

等效电压源定理

equivalent voltage source theorem

见“等效电源定理”。

等效电流源定理

equivalent current source theorem

见“等效电源定理”。

戴文宁定理

Thévenin's theorem

见“等效电源定理”。

互易定理

reciprocity theorem

互易定理是: 在线性双通四端网络中, 如将电源 E 接于某二端, 在任一其它支路中测量电流 I , 它们的比 (即转移阻抗) 将与 E 和 I 位置互易时所得的比相等。但当 E 和 I 互易位置时, 它们的内阻抗应保持不变。

这定理指出: 在线性网络中对于双向的传输是相同的。互易定理还说明了线性网络中转移阻抗和导纳 $Z_{21} = Z_{12}$ 和 $Y_{12} = Y_{21}$ 的相等关系。

叠加定理

superposition theorem

叠加定理是网络理论中的基本定理之一。它指出: 在线性网络中, 流过任一点的电流是各个电源在该点产生电流的总和, 在分析各个电源所产生的电流时, 应将其他电源的电势短路, 但保留它们的内阻抗不变。因此, 使用了叠加定理, 每次只须考虑一个电源。例如引入新的电源, 不必重新求解, 只求出新电源在网络中所产生电流, 加到原来的解中即可。如电源含有不同频率的电压时, 可对每一频率分别求解, 然后相加。所以, 利用叠加定理可使网络的分析简便很多。

补偿定理

compensation theorem

补偿定理是网络理论中的基本定理之一。它指出: 设一线性网络达到了稳定状态, 流过网络中某一阻抗 Z 的电流为 I 。如果将阻抗 Z 改变了 ΔZ 值, 则在网络中任意点所引起的电流变量将等效于用一个电动势 $E_c = -I\Delta Z$ 来代替。这里 E_c 称为补偿电动势, 其中电流 I 仍为未变化前的电流。利用补偿定理可将线性网络中的参数变化或更改元件时所引起电流变动等效为补偿电动势, 这样可以直接看出参数变动所起的影响, 同时使计算简化。

最大功率传输定理

maximum power transfer theorem

当负载阻抗与信号源内阻抗互为共轭匹配时, 信号源向负载传输最大的功率。其值为 $P = \frac{E^2}{4R}$, 式中 E 为信号源电压, R 为电阻。这个功率通常称为最大可用功率。

最大可用功率

maximum available power

见“最大功率传输定理”。

电抗定理

reactance theorem

电抗定理是用来说明二端无耗网络策动点电抗函数的基本规律的。这个定理指出：任何二端无耗网络的策动点电抗，均可用它实频率 ω 的所有内极点和零点以及标度因素 H 来表达

$Z =$

$$j\omega H \frac{(\omega^2 - \omega_1^2)(\omega^2 - \omega_2^2) \cdots (\omega^2 - \omega_{2p}^2)}{(\omega^2 - \omega_1^2)(\omega^2 - \omega_3^2) \cdots (\omega^2 - \omega_{2p+1}^2)}$$

或

$$Z = \frac{H}{j\omega} \cdot \frac{(\omega^2 - \omega_1^2)(\omega^2 - \omega_3^2) \cdots (\omega^2 - \omega_{2p+1}^2)}{(\omega^2 - \omega_2^2)(\omega^2 - \omega_4^2) \cdots (\omega^2 - \omega_{2p}^2)}$$

其中 $H > 0$, $0 < \omega_1 < \omega_2 < \cdots$ 。

标度因数 H 是用来确定电抗的绝对值的，而零点和极点则可完全确定出电抗随频率的变化关系。

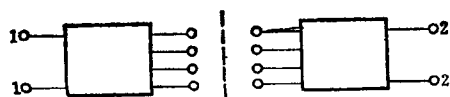
从这定理得知二端电抗网络的极点和零点必然在频率坐标上交替出现，总是具有正的斜率，内零点与内极点数相差不能多于1。从这定理可推知二端电抗网络一般有四种可能的形式。

由于电抗定理给出了二端无耗网络的基本规律，所以在综合LC网络时，这是一个很有用的定理。

中剖定理

bisection theorem

中剖定理指出一个四端对称网络可以在中间剖开为两个相等部分，对称梯形网络经过中剖后就很容易构成等效X形网络。如图所示，在中剖端短路时，11或22端量得的



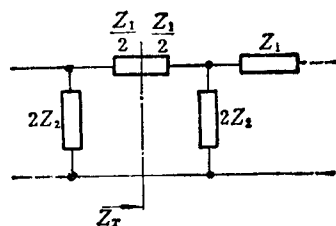
中剖定理图

阻抗，等于X形网络的纵臂，在剖端开路时，11或22端量得的阻抗，等于X形网络的斜臂。

串联中剖

series bisection

串联中剖是指在梯形网络串联臂阻抗中心剖开作为一节网络的终端。于是，终端串联臂的阻抗将为 $Z_1/2$ ，终端的对象阻抗等于T形对象阻抗 Z_T 。

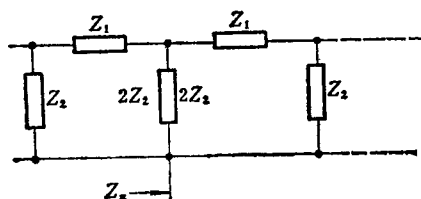


串联中剖图

并联中剖

shunt bisection; parallel bisection

在梯形网络的并联臂阻抗 Z_2 中间剖开(分为两个 $2Z_2$ 并联)，构成并联臂为 $2Z_2$ 的网络，称为并联中剖。这时，终端的对象阻抗等于 π 形网络的对象阻抗 Z_π 。



并联中剖图

卷积定理

convolution theorem

设两个函数 $f_1(t)$ 和 $f_2(t)$ 的拉氏变换分别为 $F_1(p)$ 和 $F_2(p)$ ，则 $F_1(p)$ 和 $F_2(p)$ 的乘积为 $f_1(t)$ 和 $f_2(t)$ 卷积的拉氏变换。用式表示

$$\mathcal{L} \left[\int_0^t f_1(x) f_2(t-x) dx \right] = F_1(p) \cdot F_2(p)$$

或

$$\mathcal{L}\left[\int_0^t f_1(t-x)f_2(x)dx\right]=F_1(p)\cdot F_2(p)$$

卷积的意思是一个函数和另一个函数延迟时间 t 的乘积的积分。

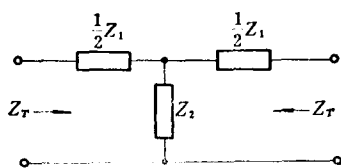
T 形网络

T network

T 形网络是一节四端（或三端）网络，由三个阻抗接成“T”字母的形状，如图所示。它是一种基本型式的四端网络，其它一些结构的四端网络在特性上可以由等效 T 形网络来代表。

T 形网络的特性阻抗 Z_T 等于

$$Z_T = \sqrt{Z_1 Z_2} \sqrt{1 + \frac{Z_1}{4Z_2}}$$



T 形网络图

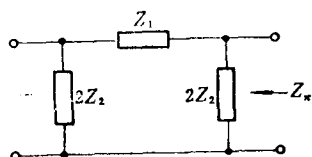
π 形网络

pi(π) network

π 形网络是一节四端（或三端）网络，由三个阻抗接成 π 字母形状，如图所示。它与 T 形网络可以互等效。

π 形网络的特性阻抗 Z_π 等于

$$Z_\pi = \frac{\sqrt{Z_1 Z_2}}{\sqrt{1 + \frac{Z_1}{4Z_2}}}$$



π 形网络图

梯形网络可看成是由 π 形网络或 T 形网络连接而成，不过前者为并联中剖，而后者为串联中剖而已。

Γ 形网络

inverted L network; Γ network

见“半节网络”。

半节网络

half-section network

一个包含一纵臂和一横臂的网络，如果横臂阻抗等于梯形串联臂阻抗的一半，纵臂阻抗等于梯形并联臂阻抗的两倍，就称为半节网络。由于它的形状象字母 Γ 形或倒 L 形，所以又称为 Γ 形网络或倒 L 形网络。也就是说，半节网络是从梯形网络串联中剖和并联中剖取得的 Γ 形网络，它的二对端特性阻抗分别为 Z_T 和 Z_π 。所以经常用来匹配 T 形网络与 π 形网络。

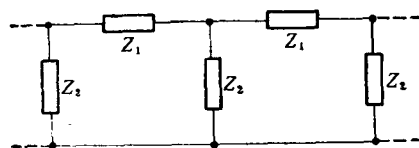


图 1 梯形网络

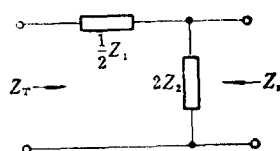


图 2 半节网络

星形网络

star network

星形网络是连接成星状的一种网络结构。各网络阻抗的一端连接在一起，构成一个公共端，另一端则分别接出。最常用的一种星形网络就是由三个阻抗构成的 Y 形网络，如图所示。Y 形网络和 Δ 形网络之间可以通过下列各式等效互换。