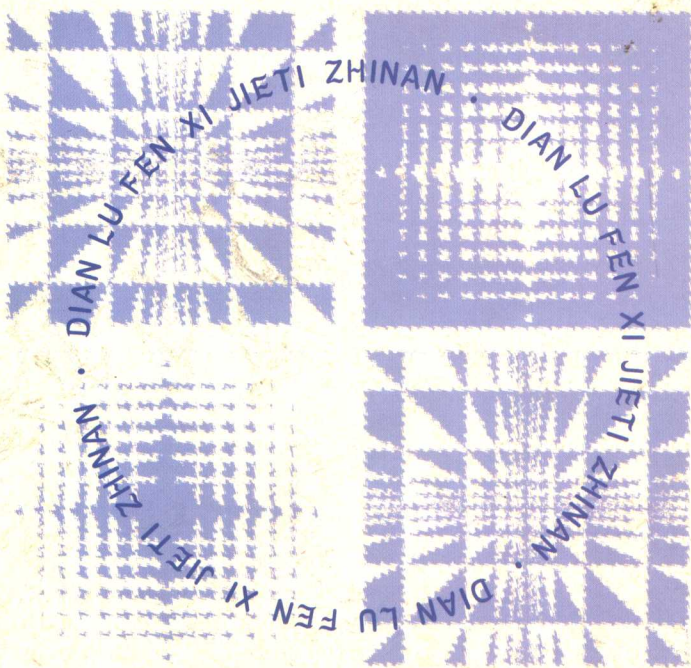


高等院校 电路分析 辅导教材

电路分析 解题指南

王 楚 余道衡 编著



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

电路分析解题指南

王 楚 余道衡 编著



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

图书在版编目(CIP)数据

电路分析解题指南/王楚,余道衡编著. —北京:北京大学出版社,2005.1
ISBN 7-301-07410-7

I. 电… II. ①王… ②余… III. 电路分析-高等学校-教材
IV. TN133-44

中国版本图书馆CIP数据核字(2005)第039049号

书 名: 电路分析解题指南

著作责任者: 王 楚 余道衡 编著

责任编辑: 王 艳

标准书号: ISBN 7-301-07410-7/TN·0020

出 版 者: 北京大学出版社

地 址: 北京市海淀区中关村北京大学校内 100871

网 址: <http://cbs.pku.edu.cn>

电 话: 邮购部 62752015 发行部 62750672 编辑部 62752021

电子信箱: zpup@pup.pku.edu.cn

排 版 者: 兴盛达打字服务社 82715400

印 刷 者: 北京飞达印刷有限责任公司

发 行 者: 北京大学出版社

经 销 者: 新华书店

730毫米×980毫米 16开本 17.25印张 314千字

2005年1月第1版 2005年1月第1次印刷

印 数: 0001~3000册

定 价: 26.00元

内 容 提 要

本书是《电路分析》(王楚、余道衡编著,北京大学出版社,2000年9月)一书的辅助参考书,对《电路分析》共十章432道思考题和习题进行了精要的解答和说明。编排顺序与《电路分析》完全相同。每章题解之前都有内容摘要。

本书适合电子与信息科学类专业学生作为学习“电路分析”课程参考,也可供其他专业大学生、研究生及从事电子与信息科学方面工作的工程技术人员参考。

序

本书是北京大学电子学系第二学年第一学期设置的“电路分析”课程的参考书。在第一学年中,学生已学完“电磁学”和“热学”。在“电磁学”中已系统地讨论了麦克斯韦的电磁场理论,论证了电路是电磁波的有线传输,介绍了简单电路的微分方程解法与复数解法。在“热学”中已介绍了利用载流子的扩散与迁移组成的二极管、热电偶等器件,介绍了热噪声、闪烁噪声及固体的表面结构。与“电路分析”并行的有“光学”。按照现代的认识,光学应是电磁波的波动学。在“光学”中介绍了激光器、光纤与波导、光调制器、衍射波导元件与天线、几何光学天线,这对于扩展电路系统的概念是有益的。

电路理论起源于“旋转电机”时代的“电工学”,后来叫做“网络理论”。“网络”已不局限于狭义的、直观的课程,可以是光机电一体化化的系统。网络理论大致可划分为网络分析与网络综合两个层次。早期的网络分析主要是用微分方程和复数解法求解交流电路。到20世纪50年代末,又引进拉氏变换与信号分析,并形成了用矩阵代数分析复杂网络的系统理论。由于这是一门发展中的技术科学,各校按自己的教学计划设置课程,内容与名称不尽相同。

美国的大学已普及化,长期以来,他们的“电路分析”保持了早期的格局。后来为了体现科技的进展,增设了“信号与系统”,又叫做“信号与电路”。

《电路分析》一书是以北京大学信息科学技术学院电子学系在20世纪60年代初建立的课程格局为框架,以我国大学生可能具有的数学和物理素养为基础,建立的大学层次的“网络分析”参考书,其中调整和充实了近期才完善的非线性电路模型,也包含若干我们的论述。因此,书的取材与论述方法与常见的《电路分析》教材不同。由于书中所举的例子都是直观的课程,所以书名为《电路分析》。但书中的分析方法,对其他线性与非线性系统也适用。

《电路分析》一书中的思考题与习题是书的重要组成部分,其中大部分是作者编的,也有一些是引用其他著作的。这些题大致体现出对学生的引导,但不是按某种考试要求的练习。显然,在校生不可能全做,也不要求全做。在作者执教时,总是鼓励学生阅读其他参考书,选做适合自己磨炼和钻研的题。

《电路分析》每一章的习题大致与相应章的主题对应,其中有些具有实际意义的背景,有些题要求综合运用读者的诸方面知识解题。显然,某些题对在校生

是难了一些。作者的目的,仅在于提示学生还有继续钻研与思考的必要。大学的主要课程,并不是学一遍就能穷其尽的。现在有些大学生,常对这个问题缺乏应有的思想准备。

《电路分析》一书中的思考题大致有以下三类:

(1) 复习基本概念。要求严格地按准确的概念分析问题。

(2) 引导深入理解。进一步发掘书中论述的命题的内涵,养成深入有序地分析问题的习惯。

(3) 提出一些应予以关注的实际知识,但不一定能用对应章节求解。这类题的目的,仅是提示学生注意可能观察到的实际现象(最好记录在案),适时地联系课程思考,但又不要急于得到完整的解答。作者认为这是一种应有的学风。

作者不提倡在校生盲目地多做题,但鼓励学生做好若干题。所谓做好题是指不论经过什么摸索过程,必须把思路与算法整理得有条理、简捷、明快,并认真书写。解答应包含以下三项:

(1) 扼要地说明立论与分析的依据;

(2) 简捷明快的演算;

(3) 对某些题还可以对结论作分析讨论,也可以简要地说明作题者的感受,当然,这一项常是仁者见仁、智者见智,没有标准答案。

总之,做题的要点在于练习“思路”,力戒急躁盲动。

编 者

2003 年冬

目 录

第一章	线性电路的复数解法	(1)
	摘要	(1)
	思考题	(1)
	习 题	(12)
第二章	线性电路的 s 域解法	(24)
	摘要	(24)
	思考题	(25)
	习 题	(31)
第三章	信号的频谱	(44)
	摘要	(44)
	思考题	(45)
	习 题	(53)
第四章	线性网络分析基础	(69)
	摘要	(69)
	思考题	(69)
	习 题	(84)
第五章	双端口网络	(106)
	摘要	(106)
	思考题	(106)
	习 题	(121)
第六章	链式网络中的传输过程	(150)
	摘要	(150)
	思考题	(150)
	习 题	(166)
第七章	二极管电路	(178)
	摘要	(178)
	思考题	(178)
	习 题	(189)
第八章	双极晶体管电路	(202)

	摘要.....	(202)
	思考题.....	(202)
	习 题.....	(214)
第九章	晶体三极管放大电路的基本组态.....	(228)
	摘要.....	(228)
	思考题.....	(229)
	习 题.....	(239)
第十章	场效应晶体管电路.....	(254)
	摘要.....	(254)
	思考题.....	(254)
	习 题.....	(260)

第一章 线性电路的复数解法

摘 要

这一章介绍线性电路的复数解法. 这个主题在《电磁学》^①中已有初步论述, 本章可以认为是复习与提高, 其特点在于:

(1) 全面介绍元件的概念, 包括正元件与负元件、常参量与时变参量元件、线性与非线性元(器)件.

(2) 较完整地介绍了电源与受控源的概念, 尤其是电抗元件上的初值等效源与噪声源, 可能与其他的《电路分析》有所不同.

(3) 初步介绍不稳定电路的概念.

作者认为, 以上是认识现代电路系统的基本概念. 本章只是介绍基本概念, 以后还要进一步论述.

《电路分析》§ 1.3 和 § 1.4 介绍了几种常用的单元电路, 要求读者逐渐熟悉用特征参量认识基本电路的方法, 诸如通频带、半功率点等. 与《电磁学》中论述的不同之处在于:

(1) 引入了关于电路稳定性的论述, 说明含受控源或负元件的基本电路也可能是不稳定的;

(2) 引用了受控源与有源滤波器的概念.

以上两点对于理解集成电路有重要意义. 这里只是引进概念, 以后还要再论述. 这一章的基本要求, 仅是引导读者练习含受控源电路的分析与计算.

在《电路分析》1.4.5 小节中介绍了石英振子和陶瓷滤波器, 这是一类已广泛使用的电路元件. 作为常用的滤波器还有声表面波元件, 限于篇幅这里不能详述. 专业工作者可以阅读有关资料, 做到能够理解和应用.

思 考 题

1.1 有人想制成如图 1.1 所示的两种二端装置. 你认为这种想法是否可行?

^① 王楚, 李椿, 周乐柱. 电磁学. 北京大学出版社, 2000 年 2 月.

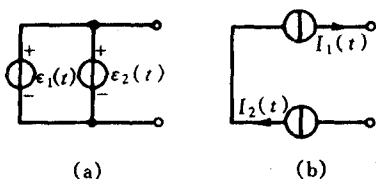


图 1.1

解 这两种装置皆由同性质的理想源组成,因而也是电源.图 1.1(a)的输出端电压,按两电压源计,应分别为 $\epsilon_1(t)$ 和 $\epsilon_2(t)$.若 $\epsilon_1(t) \neq \epsilon_2(t)$,则是不可能实现的装置.图 1.1(b)的输出电流,按两电流源计,应分别为 $I_1(t)$ 和 $I_2(t)$.若 $I_1(t) \neq I_2(t)$,则是不可能实现的装置.

该题的意义在于:源电压不同的电压源不能并联,源电流不同的电流源不能串联.

1.2 图 1.2 是电阻 R 和电流控制电压源组成的电路,其中 R 和 r_m 是已知量,试将该电路表示为电压控制电压源,并画出它的等效电路.

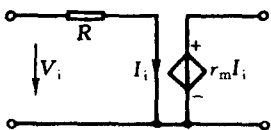


图 1.2

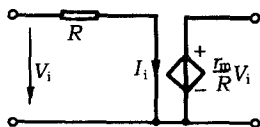


图 1.3

解 按图 1.2 有

$$I_i = R^{-1}V_i,$$

即受控源的控制信号 I_i 可以用输入电压 V_i 表示.因此,该电路可表示为电压控制电压源,如图 1.3 所示.

该题的意义在于:受控源的控制信号,可按便于分析问题的需要,表示为系统中某一个有确定关系的物理量.

1.3 图 1.4 是两种差分电压放大器组成的电路.试画出它们的等效电路,并说明二者的差异.

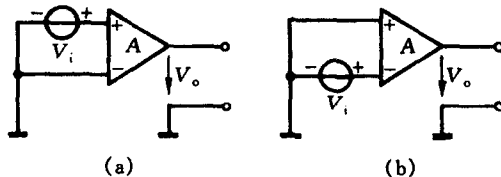


图 1.4

解 图 1.4(a)的等效电路如图 1.5(a)所示,是同相放大器;图 1.4(b)的等效电路如图 1.5(b)所示,是反相放大器.

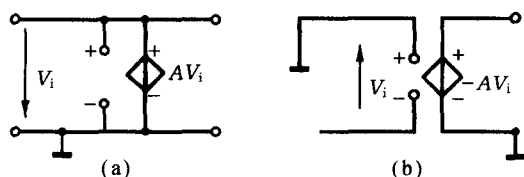


图 1.5

该题的意义在于：熟悉理想差分放大器的等效电路，并说明它也可用作单输入端口放大器，这是一种通用放大器的模型。

1.4 在正电阻和负电阻上，电压与电流的相角差是多少？在正电容和负电容上，电压与电流的相角差是多少？

解 本题讨论“相角差”，故电压和电流都应为简谐信号。电阻的方程为

$$V(j\omega) = RI(j\omega).$$

若 R 为正实数（正电阻），则电阻上的电压与电流同相；若 R 为负实数（负电阻），则电阻上的电压相对于电流的相角差为 π 。

电容的方程为

$$V(j\omega) = \frac{1}{j\omega C} I(j\omega).$$

若 C 为正实数（正电容），则电容上的电压相对于电流的相角差为 $-\frac{1}{2}\pi$ ；若 C 为负实数（负电容），则电容上的电压相对于电流的相角差为 $\frac{1}{2}\pi$ 。

本题的意义在于：复习复数运算与复数解法的基本概念。

1.5 试依据二极管的特性曲线，说明它的微变电阻何处大？何处小？你能想出一个把二极管当作可变电阻使用的方案吗？

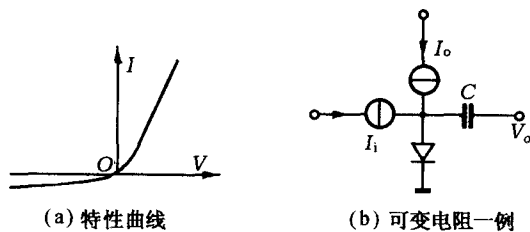


图 1.6

解 二极管的伏安特性曲线如图 1.6(a) 所示，其微变电阻等于特性曲线的切线的斜率的倒数，因此，通过二极管的正向电流越大，微变电阻越小。若给

二极管以反向电流,则微变电阻是大电阻。

设想以直流电流源 I_0 激励二极管,使二极管有相应的正向电压和电流。再注入较小的交流电流 I_1 ,令通过二极管的电流随之改变(如图1.6(b))。对于交流,电流二极管是微变电阻,其阻值因 I_0 不同而异。二极管上的交流电压正比于微变电阻,因而可利用 I_0 控制交流电压的大小。交流电压可通过耦合电容输出。

该题说明非线性器件的微变参量常不是常量,可利用这种效应组成受电信号控制的电路。

1.6 列举几个你知道的(或设想的)非线性电容和非线性电感的例子。

解 铁磁性材料的 $B-H$ 曲线不是直线(磁滞回线),有铁芯的线圈和变压器,都有不同程度的非线性效应。晶体的 $D-E$ 曲线不是直线(电滞回线),以单晶为介质的电容,常有不同程度的非线性效应。PN结的结电容是非线性电容。

该题要求回顾基本的物理知识,对非线性元件有进一步的认识。

1.7 到实验室观察几种实际的元件的结构,例如滑线电阻、金属膜电阻、金属膜纸介质电容等。结合元件的实际结构,扼要地说明你对分布参量的认识。

说明 该题要求认真地观察元件、传输线的结构,用物理概念直观地认识分布参量。对于每一种元件,只有在一定的频率范围内,才可以当作集总参量元件使用。

1.8 扼要地说明:线性常参量电路的微分方程的特征根与电路稳定性的关系。

解 常参量线性电路的方程是以时间为自变量的常系数线性微分方程(或方程组)。它的一组解是以方程的特征根为指数系数的指数函数。若特征根的实部是正指数,则相应的指数函数必随时间增长趋于无穷大,这种电路是不稳定的;若特征根的实部是负指数,则相应的解必随时间增长而衰减至零,这种电路是稳定的。

该题要求回顾关于微分方程的理论,并把方程的性质与电路(或系统)的性质联系起来。

1.9 在什么条件下,常参量线性电路可以用复数解法?

解 复数解法只求电路启动足够长时间后的解,叫做稳态解。稳态解应是有界的(不为无穷大),因而只适用于稳定的电路。

1.10 图1.7是一种含电流控制电流源的 RC 电路,已知在开关 K 闭合前电容上的电荷为零。

(1) 求开关闭合后电容上的电压;

(2) 说明在什么情况下电路是不稳定的,并定性地描述不稳定电路中的充电现象?

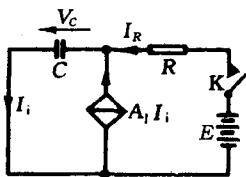


图 1.7

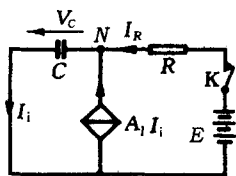


图 1.8

解 (1) 该题求电容上的电压 V_C , 故以 V_C 为所求的未知函数. 规定 V_C 和通过电阻的电流 I_R 的参考方向如图 1.8 所示. 按电容和电阻的方程得

$$V_C = (\text{DC})^{-1} I_i, \quad (1)$$

$$E - V_C = R I_R, \quad (2)$$

由节点 N 知

$$I_R + A_1 I_i = I_i, \quad (3)$$

消去以上三式中的 I_R 和 I_i , 可以解得

$$V_C = \frac{E}{(1 - A_1)RDC + 1}. \quad (4)$$

用积分算符的反演公式可解得

$$V_C = E(1 - \alpha e^{-\lambda t}), \quad (5)$$

式中 α 为待定常数,

$$\lambda = (1 - A_1)RC. \quad (6)$$

因 $t=0$ 时, $V_C=0$, 可由式⑤解得 $\alpha=1$, 故有

$$V_C = E(1 - e^{-t/\lambda}). \quad (7)$$

(2) 若 $\lambda = (1 - A_1)RC > 0$, 则在 $t \rightarrow \infty$ 时 V_C 将收敛于 E , 电路是稳定的. 这种情况与由正元件组成的阻容电路的充电过程相似, 只是等效电容量为 $(1 - A_1)C > 0$. 即: 受控源与电容 C 组成有源电容.

若 $\lambda = (1 - A_1)RC < 0$, 则在 $t \rightarrow \infty$ 时 V_C 将发散至 $-\infty$ (设 $E > 0$), 电路是不稳定的. 在这种情况下, 若 R 和 C 是正元件, 只要 $A_1 > 1$ (实数), 电路就是不稳定的, 或者说这里的有源电容将是负电容.

本题说明负元件可以由正元件和受控源组成. 受控源的作用是把某种能量转化为控制信号形态的电能. 因此, 在特定的控制信号作用下, 可使电路中的能量持续地增长, 从而使电路成为不稳定电路.

1.11 在你使用过的装置中,例如收音机、电视接收机、示波器、信号发生器等。

(1) 依据其功能判断,哪些装置中有稳定的电路?哪些装置中有不稳定的电路?各起什么作用?

(2) 哪些装置中使用了滤波器?是什么类型的滤波器?起什么作用?

说明 本题只是要学生注意,应经常联系已有的感性认识和初步的理论认识,做进一步的思考并提出问题,但不要急于得到标准答案。应注意养成深入观察和整理、加工知识的习惯。

由于每个读者的情况不同,这里不能给出解答,只作如下的提示:

通常所说的振荡器,是在零输入条件下能持续地输出周期性电压(或电流)的装置,其中必有不稳定电路。通常说的放大器则是稳定的电路。

1.12 何谓滤波器?滤波器是否是稳定的电路?是否可以是不稳定的电路?

解 滤波器是令输入信号中某一频带内的信号几乎无衰减地通过,但又能显著地抑制带外信号的电路。滤波器是在无输入信号的条件下不能自持地输出(产生)信号的电路,故应是稳定的电路。

1.13 受控源的电压增益、电流增益、跨阻、跨导可以是正实数、负实数或复数。这种参量用正、负数表示有何物理意义?与前面说的正元件和负元件有何不同?

解 受控源增益的符号和辐角,只表示输出信号相对于输入信号的相角差。元件参数的符号表征不同物理属性的元件。例如,电路中的正电阻是耗损电能的元件;负电阻则是释放电能的元件。

1.14 图 1.9 是串联谐振电路。证明:

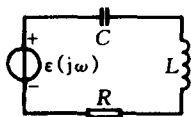


图 1.9

(1) 在谐振时,电阻上的电压等于电压源的源电压;

(2) 在谐振时,电感或电容上的电压等于电压源的源电压的 Q 倍。

证明 串联谐振电路的阻抗为

$$Z(j\omega) = (j\omega C)^{-1} + j\omega L + R$$

$$= R \left[1 + Q \left(\frac{\omega}{\omega_0} - \frac{\omega_0}{\omega} \right) \right], \quad (1)$$

式中

$$\omega_0 = 1/\sqrt{LC}, \quad (2)$$

$$Q = \frac{\omega_0 L}{R} = \frac{1}{\omega_0 RC}. \quad (3)$$

在谐振时 $\omega = \omega_0$, 由式①知

$$Z(j\omega_0) = R.$$

按照串联电路的分压公式,谐振时电阻、电感和电容上的电压分别为

$$V_R(j\omega_0) = \frac{R}{Z(j\omega_0)} \epsilon(j\omega_0) = \epsilon(j\omega_0), \quad (4)$$

$$V_L(j\omega_0) = \frac{j\omega_0 L}{Z(j\omega_0)} \epsilon(j\omega_0) = jQ\epsilon(j\omega_0), \quad (5)$$

$$V_C(j\omega_0) = \frac{(j\omega_0 C)^{-1}}{Z(j\omega_0)} \epsilon(j\omega_0) = -jQ\epsilon(j\omega_0). \quad (6)$$

以上三式证明了命题.

1.15 图 1.10 是并联谐振电路. 证明:

- (1) 在谐振时通过电导的电流等于电流源的源电流;
- (2) 在谐振时通过电感或电容的电流等于电流源的源电流的 Q 倍.

说明 参照思考题 1.14, 用并联电路的导纳和分流公式求解.

思考题 1.15 和 1.14 要求读者复习谐振电路的基本性质, 尤其是注意理解电压源、电流源、串联电路和并联电路的对偶性原理.

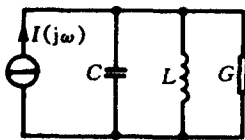


图 1.10

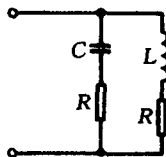


图 1.11

1.16 图 1.11 是用三种元件组成的二端电路. 问: R, L, C 三个量满足什么条件, 可以使二端电路的阻抗是与频率无关的常量?

解 该电路由电容性支路与电感性支路并联组成, 因而宜直接分析其导纳. 按图 1.11, 该电路的导纳为

$$\begin{aligned} Y &= \frac{1}{(j\omega C)^{-1} + R} + \frac{1}{j\omega L + R} \\ &= \frac{[j\omega L + (j\omega C)^{-1}] + 2R}{[j\omega L + (j\omega C)^{-1}]R + (R^2 + L/C)}. \end{aligned} \quad (1)$$

在①式中, 角频率皆蕴涵在其分子和分母的虚部中. 要 Y 与频率无关, 其分子与分母的虚部之比应等于实部之比. 即: Y 应等于分子和分母的实部比.

按上述分析, 由①式得

$$\frac{1}{R} = \frac{2R}{R^2 + L/C}, \quad (2)$$

由②式解得

$$R^2 = L/C, \quad (3)$$

用③式消去①式中的 L/C 得

$$Y = R^{-1}.$$

即：在满足③式的条件下，该电路的阻抗等于电阻 R 。

该题的意义在于：理解复数的性质，并说明低 Q 谐振电路可以呈现某些特殊的属性。

1.17 图 1.12 是一种 LC 低通滤波器。

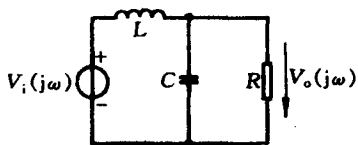


图 1.12

(1) 证明在 Q 小于一临界值时，其幅频特性曲线无极大值；

(2) 设 R 等于临界值，将该电路与 RC 低通滤波器比较，说明 LC 低通滤波器的特点。

解 (1) 在形式上，该电路是电感与阻容并联支路组成的分压电路。直观地看，在频率升高时感抗随之增大，容抗随之减小，可以看做是二阶低通滤波器，按分压公式得其传递函数为

$$H(j\omega) = \frac{1}{j\omega LR^{-1} + (1 - \omega^2 LC)} \quad (\text{演算过程略去}).$$

为便于讨论其幅频特性曲线，先讨论 $|H(j\omega)|^{-2}$ 。由上式可以导出

$$F\left(\frac{\omega^2}{\omega_0^2}\right) = |H(j\omega)|^{-2} = 1 + (Q^{-2} - 2)\left(\frac{\omega}{\omega_0}\right)^2 + \left(\frac{\omega}{\omega_0}\right)^4, \quad (1)$$

式中 $\omega_0 = 1/\sqrt{LC}$, $Q = \omega_0 CR = R/\omega_0 L$ 。

$F\left(\frac{\omega^2}{\omega_0^2}\right)$ 是以 ω^2/ω_0^2 为自变量的抛物线型函数，其开口向上。在 $\omega = 0$ 处， $F\left(\frac{\omega^2}{\omega_0^2}\right) = 1$ ，即 $|H(j\omega)| = 1$ 。用微分法可以证明：在

$$\left(\frac{\omega}{\omega_0}\right)^2 = (2 - Q^{-2})/2 \quad (2)$$

时， $F\left(\frac{\omega^2}{\omega_0^2}\right)$ 有极小值，即 $|H(j\omega)|$ 有极大值。因 $\left(\frac{\omega}{\omega_0}\right)^2$ 不能为负数，故由②式解得 $|H(j\omega)|$ 有极大值的条件为

$$Q^2 \geq 1/2, \quad \text{即} \quad R \geq \omega_0 L / \sqrt{2}.$$

将②式代入①式，得 $F\left(\frac{\omega^2}{\omega_0^2}\right)$ 的极小值为

$$F_{\min} = 1 - \frac{1}{4}(2 - Q^{-2})^2,$$

即 $|H(j\omega)|$ 的极大值为

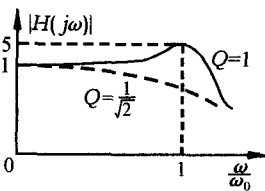


图 1.13

$$|H(j\omega)|_{\max} = \left[1 - \frac{1}{4}(2 - Q^{-2})^3\right]^{-\frac{1}{2}}.$$

作为定性的估计,在 $Q=1$ 时 $|H(j\omega)|_{\max}=1.15$,其幅频特性曲线如图1.13所示.在 $Q=\frac{1}{\sqrt{2}}$ 时,极大值出现在 $\omega=0$ 处,此条件下幅频特性曲线已无极大值.在 $\omega=\omega_0$ 处为上半功率点.在 $Q>1$ 时,极大值较1.15大.可以想到,对于实际的低通滤波器,宜取 $Q\approx 1$ 或 Q 略小于1,使在通频带内有较平坦的幅频特性曲线.

该题说明:对实用的低 Q 谐振电路,必须作具体的分析才能恰当地选择参数.

1.18 图1.14是受控源与 R_L 组成的电路,以 R_L 上的电压为输出信号, C_0 是分布电容.已知 $R_L=1.5\text{ k}\Omega$, $C_0=10\text{ pF}$.

(1) 求该电路的通频带;

(2) 若要求在通频带内有较平坦的幅频特性,可以采取哪些改进的措施?

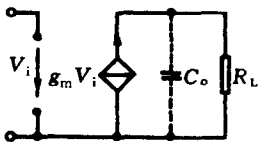


图 1.14

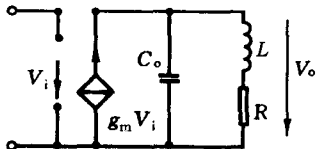


图 1.15

解 (1) 该电路是电流源激励的阻容并联电路,它与《电路分析》中图1-26中的一阶低通滤波器对偶,也是一阶低通滤波器.据此判断,其上半功率点(即通频带)为

$$\begin{aligned}\omega_H &= (R_L C_0)^{-1} = (1.5 \times 10^3 \times 10 \times 10^{-12})^{-1} \text{ rad/s} \\ &\approx 6.7 \times 10^7 \text{ rad/s}.\end{aligned}$$

(上述结论也可以通过电路计算得到.)

(2) 为使该电路有比 RC 低通滤波器在通频带内更平坦的幅频特性曲线,参照思考题1.16和1.17,可与 R 串联电感 L 组成低 Q 谐振电路(见图1.15).电感的值可通过具体的分析计算确定.

任何实际电路总有分布参量,故实际电路总是一种滤波器,分布参量可能是影响频率响应的重要因素.

1.19 设想用并联谐振电路与受控源组成一带阻滤波器.画出电路图并简述其工作原理.

解 并联谐振电路(高 Q)在谐振时阻抗呈极大值.若以电压源激励,则在