

高等学校教材

无綫电技术基础习题集

南京工学院无綫电基础教研組編

人 民 教 育 出 版 社

无綫电技术基础习题集

南京工学院无綫电基础教研組編

人民教育出版社

本书是由南京工学院无线电基础教研组編写的。在体系上，本书与由管致中、何振亚、賈璧編写并由我社出版的《无线电技术基础》一书的編排次序相同，因此本书可与之配合使用。

全书共十五章，内容有緒論、无线电电路的基本元件、单振荡迴路、耦合振荡迴路、线性网络、滤波器、傳輸綫、无线电信号、无线电信号通过线性系統、非线性电路的分析方法、諧振放大及倍頻、調制、檢波与变頻、正弦波自激振荡器、稳定理論。

本书适用于高等工业学校无线电技术类专业，可作为該类专业的“无线电技术基础”課程的习题集。

本书經合肥工业大学芮坤生教授审閱。

无线电技术基础习题集

南京工学院无线电基础教研组編

北京市书刊出版业营业許可証出字第2号

人民教育出版社出版(北京景山东街)

人民教育印刷厂印装

新华书店北京发行所发行

各地新华书店經售

統一書号 K15010·1125 开本 850×1168 $\frac{1}{32}$ 印张 5 $\frac{5}{16}$

字数 126,000 印数 0,001—6,800 定价(7) ¥0.65

1963年12月第1版 · 1963年12月北京第1次印刷

序

这本习题集是南京工学院无线电基础教研组编写的。南京工学院无线电基础教研组在历年的教学中,积累了一些习题。我们在这次编写工作中重新审查了原有的习题,并且改编和新编了一些习题;同时,又参照几个兄弟院校的习题讲义和部分国外书籍中的习题作了若干补充。

这些习题的选定,首先是以1962年5月高等工业学校教学工作会议上审定的“无线电技术基础教学大纲(试行草案)”的要求为依据,因此,习题的分章和编排次序,基本上和教学大纲的相同;其次,在本习题集中也收集了少量不属于教学大纲内容的题目,这些题目可供程度较好的学生选做,以便扩大他们的眼界,同时也可供教师参考之用。除了个别情况外,绝大多数习题的内容是与南京工学院管致中、何振亚、贡璧所编“无线电技术基础”试用教科书的内容相吻合的。

全书连同例题在内共有417题,其中线性系统283题,非线性系统134题。这个比例是与教学大纲的要求大体相当的。我们所选的习题数目较多,一般在教学大纲建议学生应做习题数的三倍以上。因为我们认为习题集选题应较全面,这样可使教师在指定习题时有较多的选择余地。同时哪些习题最符合教学要求,还需通过一个实践过程方能确定,将来可将题目再作一次精选。

这本习题集是和试用教科书配套的,所以我们没有在每章之前附理论摘要,而只列了一些典型例题作为解题的示范。

南京工学院原有习题集讲义主要是由何振亚同志编写的。这次参加改编和新编工作的同志有管致中、鲍顺光、夏恭恪、宋允升、

李宜涵、李颢、李潜生等。寄来了习题讲义、并經参考选用的兄弟院校有北京工业学院、天津大学、华中工学院、合肥工业大学、清华大学、北京邮电学院、华南工学院、成都电讯工程学院等。本习题集的初稿曾分別寄給合肥工业大学、成都电讯工程学院、北京邮电学院、天津大学、华中工学院、大連工学院、清华大学、北京工业学院、华南工学院等兄弟院校的无线电基础教研組作了初审。我們要感謝这些学校的同志們所給予的大力支持，他們作了认真的审閱，并提出了不少宝贵的意見；特别是合肥工业大学、北京邮电学院、天津大学、华中工学院、大連工学院的同志們，还将某些章的习题进行了詳細的核算。我們亦要特別感謝本习题集的总审閱人、合肥工业大学的芮坤生同志，他提出了一些很好的意見，对提高本习题集的质量有很大帮助。

本习题集的編写時間比較仓促，虽然有一部分习题曾在有关院校的历届学生中使用过，但大多数习题尚屬新編，未經使用，因此不妥或錯誤之处在所难免。我們殷切地希望使用本习题集的兄弟院校有关教研組或个人将发现的問題与建議能随时通知我們或人民教育出版社編輯部，以便今后修改更正。

編 者

1963年7月

目 录

序.....	v
第一章 緒論.....	1
第二章 无綫电电路的基本元件.....	5
第三章 单振蕩迴路.....	11
第四章 耦合振蕩迴路.....	30
第五章 綫性网络.....	44
第六章 滤波器.....	62
第七章 傳輸綫.....	72
第八章 无綫电信号.....	88
第九章 无綫电信号通过綫性系統.....	102
第十章 非綫性电路的分析方法.....	114
第十一章 諧振放大及倍頻.....	124
第十二章 調制.....	130
第十三章 檢波与变頻.....	139
第十四章 正弦波自激振蕩器.....	145
第十五章 稳定理論.....	160

第一章 緒論

1.1 例題 今有一非正弦調制的調幅波，它的电压方程为

$$u = 100 \left[1 + 0.5 \cos 6280t - 0.1 \sin 3 \left(6280t + \frac{\pi}{2} \right) \right] \sin 3.14 \times 10^7 t \text{ 伏。}$$

如果把這個电压加到一純电阻負載 $R_L = 10$ 欧上，試求：(1)負載电流的頻譜图和頻帶宽度；(2)負載中載頻分量电流和功率；(3)負載中調幅波电流的有效值和功率；(4)調制信号所含有的頻率成分；(5)負載电流的波形。

解 (1)負載电流

$$i = \frac{u}{R_L} = 10 [1 + 0.5 \cos 6280t + 0.1 \cos 3 \times 6280t] \sin 3.14 \times 10^7 t \text{ 安。}$$

把上式展开并整理后，得負載中各頻率分量电流为

$$\begin{aligned} i = & 10 \sin 3.14 \times 10^7 t + 2.5 \sin 6.28(5 \times 10^6 + 1000)t \\ & + 2.5 \sin 6.28(5 \times 10^6 - 1000)t + 0.5 \sin 6.28(5 \times 10^6 \\ & + 3000)t + 0.5 \sin 6.28(5 \times 10^6 - 3000)t \text{ 安。} \end{aligned}$$

由此得出电流的頻譜图，如图 1.1(a) 所示。

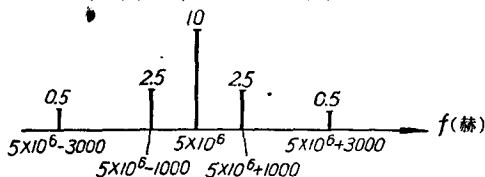


图 1.1(a)

由負載电流頻譜中的最上边頻与最下边頻的差来确定頻帶宽度 Δf ：

$$\begin{aligned}\Delta f &= f_{\pm} - f_{\mp} = (5 \times 10^6 + 3000) - (5 \times 10^6 - 3000) \\ &= 6000 \text{ 赫。}\end{aligned}$$

(2) 负载中载波电流为

$$I_c = \frac{10}{\sqrt{2}} = 7.07 \text{ 安。}$$

平均功率为

$$P_c = I_c^2 R_L = 50 \times 10 = 500 \text{ 瓦。}$$

(3) 负载中调幅波电流的有效值为

$$I_M = \frac{1}{\sqrt{2}} \sqrt{10^2 + 2 \times 2.5^2 + 2 \times 0.5^2} = 7.5 \text{ 安。}$$

调幅波平均功率为

$$P_M = I_M^2 R_L = 7.5^2 \times 10 = 565 \text{ 瓦。}$$

(4) 调制信号 u_M 为

$$\begin{aligned}u_M &= A \left[0.5 \cos 6280t - 0.1 \sin 3 \left(6280t + \frac{\pi}{2} \right) \right] \\ &= A [0.5 \cos 6280t + 0.1 \cos 3 \times 6280t] \text{ 伏,}\end{aligned}$$

式中 A 为实际调制信号的幅度。由此可知，调制信号含有的频率是 1000 赫和 3000 赫。

(5) 负载电流的振幅方程为

$$I_m(t) = 10[1 + 0.5 \cos 6.28 \times 1000t + 0.1 \cos 6.28 \times 3000t],$$

由此式可绘出负载电流振幅的包络线，如图 1.1(b) 所示。

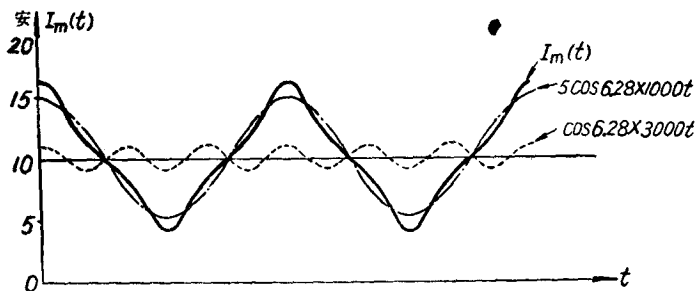


图 1.1(b)

求得了表示負載電流振幅變化的包絡綫后，就不難畫出電流波形，如圖 1.1(c) 所示。

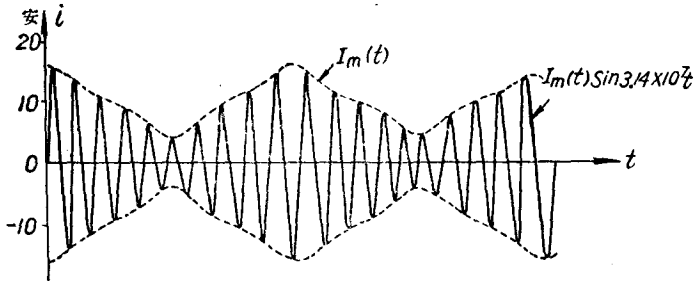


圖 1.1(c)

1.2 試述在聲頻的範圍，聲頻電信號是否可以用來發射？怎样才能把帶有信息的聲頻信號傳送？調制的方式有哪幾種？

1.3 某廣播電台的頻率是 8 兆赫，問它的波長是多少？這電波屬於何種波段？

1.4 某中波廣播電台的波長為 300 米，問它的頻率是多少？

1.5 某短波電台的波長為 16 米，求它的頻率。

1.6 無線電波的波段是怎樣劃分的？

1.7 設中波廣播波段為 200—400 米，為了避免鄰近電台的干擾，要求兩個鄰近電台的載頻至少相差 10 千赫，問在所設中波波段中能容納的電台數是多少？

1.8 試述天波、地波的傳播特性，哪些波長的電波依靠天波傳播？哪些波長的電波依靠地波傳播？天波和地波的傳播在白天和黑夜有什麼變化？

1.9 試述長、中、短波的傳播特性。以市區廣播及全球通信而言，分別採用何種波長為宜？為什麼？

1.10 試述超短波的傳播特性。超短波在無線電工程中用於哪些方面？

1.11 今有一非正弦調制的調幅波, 它的电流方程为

$$i = \left[1 + 0.8 \sin 3140t - 0.2 \cos \left(6280t + \frac{\pi}{2} \right) \right] \cos 6.28 \times 10^6 t \text{ 安。}$$

如果这电流流经負載 $R_L = 10$ 欧的电阻, 試求: (1) 負載端电压的頻譜及頻帶寬度; (2) 調制信号所含有的頻率成分; (3) 負載电压的峰值与有效值; (4) 負載电压的波形。

1.12 試描述一通信系統, 包括发送和接收的方框图, 并說明通过程。

第二章 无线电电路的基本元件

2.1 例题 在图 2.1(a) 所示的串联回路中, 电源波长是从 200 米到 1500 米, 可变电容器的电容量是从 67 微微法到 890 微微法, 在电感线圈 ad 间抽一个抽头 b , 以适用于两个不同波段, 并能使回路对于所有信号均有 10% 的波段复盖余额。已知此电感线圈的直径为 6 厘米, 漆包线的直径为 0.65 毫米, 试设计此线圈。

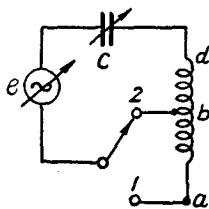


图 2.1(a)

解: 由公式 $v = f \cdot \lambda$ 知:

波长为 200 米时, 频率为

$$f_{\lambda} = \frac{v}{\lambda_{\lambda}} = \frac{3 \times 10^8}{200} = 1500 \text{ 千赫};$$

波长为 1500 米时, 频率为

$$f_{\lambda} = \frac{v}{\lambda_{\lambda}} = \frac{3 \times 10^8}{1500} = 200 \text{ 千赫}。$$

为了保证有 10% 的波段复盖余额, 必须有

$$f'_{\lambda} = 1500 + \frac{10}{100} \times 1500 = 1650 \text{ 千赫},$$

$$f'_b = 200 - \frac{10}{100} \times 200 = 180 \text{ 千赫}。$$

因此, 线圈的最大电感量是

$$L_{ad} = \frac{1}{(6.28 \times 180 \times 10^3)^2 \times 890 \times 10^{-12}} = 0.865 \text{ 毫亨};$$

最小电感量是

$$L_{bd} = \frac{1}{(6.28 \times 1650 \times 10^3)^2 \times 67 \times 10^{-12}} = 0.136 \text{ 毫亨}。$$

在計算綫圈匝數前，首先必須校驗二波段間能重複調諧的复盖余額的大小。

在較低頻段中的最高頻率是

$$f_{\text{高}} = \frac{1}{6.28 \sqrt{0.865 \times 10^{-3} \times 67 \times 10^{-12}}} = 665 \text{ 千赫},$$

在較高頻段中的最低頻率是

$$f_{\text{低}} = \frac{1}{6.28 \sqrt{0.136 \times 10^{-3} \times 890 \times 10^{-12}}} = 452 \text{ 千赫},$$

波段間的額定分界頻率為

$$f_{\text{中}} = \frac{665 + 452}{2} = 554 \text{ 千赫},$$

因此波段复盖余額為

$$K_p = \frac{665 - 554}{554} = \frac{554 - 452}{554} = 18.4\%,$$

滿足了對复盖余額的要求。

通常每厘米可密繞的匝數由下式求得：

$$N_0 = \frac{10}{\alpha d_0} = \frac{10}{1 \times 0.65} = 15.4,$$

其中 α 為導綫稀密度因數，可從表中查得。

由式 $L = P_0 N_0^2 D^3 \cdot 10^{-3}$ (微亨) 求得 L_{ad} 的綫圈因數為

$$P_0 = \frac{865}{15.4^2 \times 6^3 \times 10^{-3}} = 16.9,$$

圖 2.1(b) 表示綫圈因數 L_0 和 P_0 隨綫圈長度對直徑之比 $\frac{l}{D}$ 的變化關係。由圖中查得 $P_0 = 16.9$ 時的 $\frac{l}{D} = 2.05$ ，所以綫圈的長度為

$$l_{ad} = 2.05 \times 6 = 12.3 \text{ 厘米}。$$

由此可求出綫圈的總匝數為

$$N_{ad} = 15.4 \times 12.3 = 190 \text{ 匝}。$$

同理可求出 $N_{bd} = 47$ 匝。

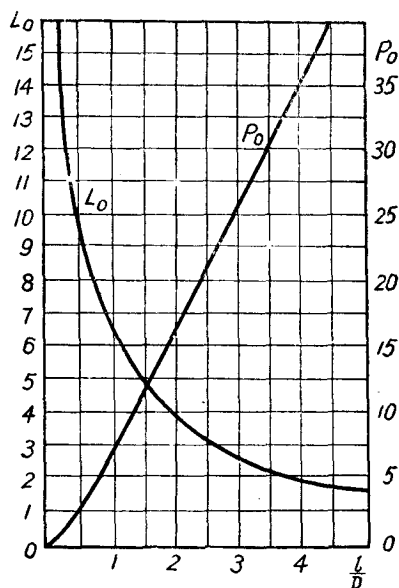


图 2.1(b)

2.2 例题 一直綫式空气可变电容器的最大电容量为 $C_{\times} = 350$ 微微法, 試計算該电容器的尺寸和片数。

解 所謂直綫式可变电容器, 就是該电容器电容量的变化同电容器动片旋轉的角度成正比的可变电容器。因此, 这种电容器片子的形状是等半徑的半圓形。

电容器的电容量为

$$C = (n-1) \frac{\epsilon S}{d}.$$

式中 n 为电容器的总片数;

ϵ 为电容器的介电系数;

d 为动片与定片之間的距离;

S 为电容器片子的有效面积, 即 $S = \frac{\pi r^2}{2}$ 。这里 r 为电容器片子的半徑, 为了方便起見, 設 $r_0 = 0$ 。

由于介质为空气, 因此 $s = s_0 = 8.85 \times 10^{-12}$ 法/米。

設 $n=11$, $d=1$ 毫米, 則

$$350 \times 10^{-12} = (11-1) \frac{8.85 \times 10^{-12} \frac{3.14 r^2}{2}}{10^{-3}},$$

解得 $r \approx 5$ 厘米。

因此动片有 6 片, 定片有 5 片, 动片与定片的距离为 1 毫米, 而电容器片子的半径为 5 厘米。

2.3 試推导綫圈的功率因数 $\cos \theta$ 与 Q 的正确关系式。如用近似式 $\cos \theta = \frac{1}{Q}$ 計算, 問当 $Q=50$ 时, 其百分誤差为若干?

2.4 一个綫圈在頻率为 1 千赫时的电感量是 180 微亨, 在 1400 千赫时的电感量是 200 微亨, 問綫圈的分布电容为若干(假定綫圈的电阻可以忽略)?

2.5 一个单层密繞綫圈的电感量为 200 微亨, 其直徑为 5 厘米, 长度与直徑之比为 1.5, 試用图 2.1(b) 計算綫圈的匝数和所用导綫的直徑。

2.6 已知一单层密繞綫圈的电感量为 100 微亨, 其直徑为 2 厘米, 导綫直徑为 0.11 厘米, 試計算綫圈的匝数与长度。

2.7 在图 2.1(a) 中, 已知电源波长范围为 150—1000 米, 可变电容器的电容量为 50—550 微微法, 以直徑为 0.5 毫米的导綫单层密繞的綫圈直徑 $D=5$ 厘米, 要求有 10% 的波段复盖余額, 求整个綫圈的匝数及 ab 間的匝数。

2.8 已知云母电容器的功率因数是 0.0005, 电容量是 0.001 微法, 求該电容器在頻率为 10 千赫时的串联及并联等效电阻。

2.9 (1) 在图 2.2 中, 設 $R \gg \omega L$ 及 $R \gg r$, 試导出簡明的 L_s 及 R_s 公式。

(2) 在图 2.3 中, 設 $R \gg \frac{1}{\omega C}$ 及 $R \gg r$, 試导出簡明的 C_s 及 R_s 。

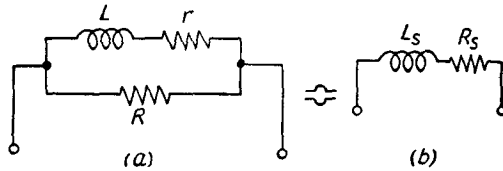


图 2.2

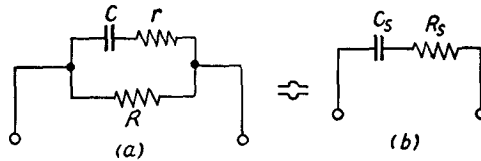


图 2.3

公式。

2.10 一可变电容器的电容量变化范围是 20—350 微微法，欲得最低谐振频率为 530 千赫，求线圈的电感量，并计算其调谐范围。

2.11 一调谐电路中有电容量为 0.001 微法的电容器一只，调谐至 200 千赫的频率时吸收功率为 0.05 瓦，电容器中的电流为 0.1 安，试求该电容器的功率因数。

2.12 一云母电容器以 CGS 制单位表示时的电容量是 1000 厘米，试以 MKS 制单位来表示此电容量。

2.13 一空气介质直綫频率式可变电容器的最大电容量为 350 微微法，最小电容量为 40 微微法，试设计此电容器的片数与片子形状^①。

2.14 一空气介质直綫波长式可变电容器的最大电容量为 350 微微法，最小电容量为 40 微微法，试设计此电容器的片数与片

^① 关于可变电容器的计算，参阅 B. A. 卡切尔尼可夫等著，天津大学电信系译：“无綫电技术基础”第一册，附录 5，人民教育出版社，1962 年。

子形状。

2.15 一空气介质对数式可变电容器的最大电容量为 350 微微法，最小电容量为 40 微微法，試設計此电容器的片数与片子形状。

2.16 試述屏蔽低頻磁場与高頻磁場的原理。屏蔽低頻磁場与高頻磁場分別采用何种材料？

2.17 試述电場屏蔽原理。屏蔽罩接地的作用为何？

2.18 應該怎样屏蔽載流导綫的电場？是否应将屏蔽物接地？为什么？

第三章 单振荡回路

3.1 例题 一串联振荡回路的外加电动势为 $e = \cos 6.28 \times 10^6 t$ 伏。调节电容 C 使回路谐振, 这时回路电流 $I_p = 100$ 毫安, 电容器两端的电压 $U_C = 100$ 伏。(1) 试求回路参数 L 、 R 、 C ; (2) 试求回路品质因数 Q 值; (3) 如重新调节电容 C , 使电容器两端的电压为最大, 问此时的电容量 C 值应为若干?

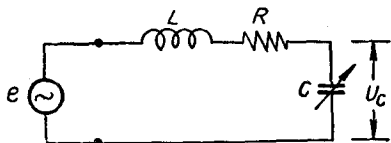


图 3.1

解 (1) 已知外加电动势的有效值为

$$E = \frac{E_m}{\sqrt{2}} = \frac{1}{\sqrt{2}} = 0.707 \text{ 伏,}$$

$$\text{则回路电阻为 } R = \frac{E}{I_p} = \frac{0.707}{100 \times 10^{-3}} = 7.07 \text{ 欧;}$$

$$\text{回路电容为 } C = \frac{I_p}{U_C \omega_p} = \frac{100 \times 10^{-3}}{100 \times 6.28 \times 10^6} = 159 \text{ 微微法;}$$

$$\text{回路电感为 } L = \frac{1}{\omega_p^2 C} = \frac{1}{(6.28 \times 10^6)^2 \times 159 \times 10^{-12}} = 159 \text{ 微亨。}$$

(2) 按回路品质因数的定义, 得

$$Q = \frac{\omega_p L}{R} = \frac{6.28 \times 10^6 \times 159 \times 10^{-6}}{7.07} = \frac{10^3}{7.07} = 141.$$

又在谐振时, 回路电容器上的电压等于电源电压的 Q 倍, 即

$$Q = \frac{100}{0.707} = 141.$$

与上面的结果相同。