〔日〕岩本 洋著 袁橹林 译

电子电路计算入门

人民邮电出版社

わかりやすく解きやすい

電子回路計算法の完成

(日) 岩本 洋

(1978)

内 容 提 要

本书是帮助读者掌握电子电路计算方法的一本入门读物。第一章介绍计算电子电路必需的数学知识，第二章至第七章分别讲解有关电工原理、放大电路、振荡电路、脉冲电路、调制和检波电路、电源电路的计算方法。书中给出近二百道例题及二百多道习题（附解答），文字浅显通俗，便于自学。

本书适于自学电子电路的工程技术人员和无线电爱好者阅读，也可供大专院校师生参考。

电子电路计算入门

〔日〕 岩本 洋著

袁 橹 林 译

人民邮电出版社出版

北京东长安街27号

河北省邮电印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

开本：787×1092 1/32　1982年9月 第一版

印张：10 20/32 页数：170　1982年9月河北第一次印刷

字数：238 千字　印数：1—46,000 册

统一书号：15045·总2610—无6194

定价：1.15 元

原　　序

近来电子技术发展之快，实在令人惊异，而其核心就是“电子电路”。对于准备学习电子技术的读者说来，熟练地掌握电子电路非常重要。只有充分打好电子电路的基础，才能进一步向更高深的领域前进。作者认为，要想学好电子电路，就应该理解电路的结构和作用，并预备好纸笔，动手多解一些计算题才行。

作者在写作本书时，力求能让初学者不感到有多大困难，比较顺利地打好电子电路基础。

第一章介绍计算电子电路时要用到的数学知识，收入了行列式、指数、对数、三角函数、微分、积分、微分方程、偏微分、傅利叶级数这样一些内容，通过解题，简明地作了讲解。

第二章为电工原理，收入的是欧姆定律、基尔霍夫定律这类极为基本的、对于计算电子电路来说必不可少的一些内容。

第三章至第七章可以说是本书的正文，作为电子电路基础，分别给出了关于放大电路、振荡电路、脉冲电路、调制及检波电路、电源电路的计算方法。十分熟练地把这些电路的计算掌握起来，这是真正学好电子电路的一条捷径，也才能为将来进一步学习更高深的电子技术打好基础。

写作本书时，参考了国内外许多著作，在此谨对各位著者深表谢意。

最后，请允许我向建议写这本书的启学出版社户井田丰先生以及担任本书编校工作的关口正博先生表示由衷的感谢。

岩本　洋

1978年6月

目　　录

第三章 放大电路的计算 ………………………………(131)

第一章　电子电路计算的必要数学知识

1.1　行列式

〔用行列式解二元一次联立方程〕

例题1-1-1　用行列式解下述联立方程：

$$2I_1+5I_2=13$$

$$3I_1+I_2=26$$

(解答)

$$I_1=\frac{\begin{vmatrix}13 & 5\\ 26 & 1\end{vmatrix}}{\begin{vmatrix}2 & 5\\ 3 & 1\end{vmatrix}}=\frac{13\times1-5\times26}{2\times1-5\times3}=\frac{13-130}{2-15}=9$$

$$I_2=\frac{\begin{vmatrix}2 & 13\\ 3 & 26\end{vmatrix}}{\begin{vmatrix}2 & 5\\ 3 & 1\end{vmatrix}}=\frac{2\times26-13\times3}{-13}=\frac{52-39}{-13}=-1$$

答：$(I_1,\ I_2)=(9,\ -1)$

【说明】　有时将（$a_1a_4-a_2a_3$）这样的式子以$\begin{vmatrix}a_1 & a_2\\ a_3 & a_4\end{vmatrix}$的形式来表示。这种纵横各排列有两个数字并在其左右两边画有竖线的式子称为**二阶行列式**。此时将a_1、a_2和a_3、a_4这样的横

排叫作列，将a_1、a_3和a_2、a_4这样的竖排叫作行。

现在让我们用二阶行列式来求下述联立方程的解。

$$\begin{cases} a_1x+a_2y=b_1 & (1) \\ a_3x+a_4y=b_2 & (2) \end{cases}$$

$(1)\times a_4$

$$a_1a_4x+a_2a_4y=a_4b_1 \qquad (3)$$

$(2)\times a_2$

$$a_2a_3x+a_2a_4y=a_2b_2 \qquad (4)$$

$(3)-(4)$

$$a_1a_4x-a_2a_3x=a_4b_1-a_2b_2$$

$$\therefore \quad x=\frac{a_4b_1-a_2b_2}{a_1a_4-a_2a_3} \qquad (5)$$

$$\therefore \quad x=\frac{\begin{vmatrix} b_1 & a_2 \\ b_2 & a_4 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} a_1 & a_2 \\ a_3 & a_4 \end{vmatrix}} \qquad (6)$$

同理，y为

$$y=\frac{\begin{vmatrix} a_1 & b_1 \\ a_3 & b_2 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} a_1 & a_2 \\ a_3 & a_4 \end{vmatrix}} \qquad (7)$$

总之，求解下述二元一次联立方程

$$\begin{cases} ax+by=c \\ dx+ey=f \end{cases} \qquad (8)$$

时，有

$$x=\frac{\begin{vmatrix} c^{+} & {}^{-}b \\ f & e \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} a^{+} & {}^{-}b \\ d & e \end{vmatrix}}=\frac{ce-bf}{ae-bd} \qquad (9)$$

$$y=\frac{\begin{vmatrix} a^{+} & {}^{-}c \\ d & f \end{vmatrix}}{\varDelta}=\frac{af-cd}{\varDelta} \qquad (10)$$

式中的$\varDelta$所代表的与x的分母相同。这是因为由(6)式与(7)式可见，x与y的分母是一样的，因此可用$\varDelta$来加以简化。求解(8)式中的x时，用$\begin{vmatrix} c \\ f \end{vmatrix}$来取代$x$的系数$\begin{vmatrix} a \\ d \end{vmatrix}$而写出行列式$\begin{vmatrix} c & b \\ f & e \end{vmatrix}$，再用$\begin{vmatrix} a & b \\ d & e \end{vmatrix}$来除。同理，为了求$y$，用$\begin{vmatrix} c \\ f \end{vmatrix}$来取代$y$的系数$\begin{vmatrix} b \\ e \end{vmatrix}$而写出行列式$\begin{vmatrix} a & c \\ d & f \end{vmatrix}$，再用$\varDelta=\begin{vmatrix} a & b \\ d & e \end{vmatrix}$来除即可。

这里，如(9)式和(10)式所示，计算行列式时，箭头指向右下方的乘积具有(+)号，箭头指向左下方的乘积具有(−)号。由于分母是共同的，只算一次，置为$\varDelta$即可。

〔用行列式解三元一次联立方程〕

例题1-1-2 用行列式解下述联立方程：

$$\begin{cases} 2I_1+I_2+4I_3=16 \\ I_1+3I_2-2I_3=1 \\ 7I_1-6I_2+I_3=-2 \end{cases}$$

(解答)

$$I_1=\frac{\begin{vmatrix}16 & 1 & 4\\ 1 & 3 & -2\\ -2 & -6 & 1\end{vmatrix}}{\begin{vmatrix}2 & 1 & 4\\ 1 & 3 & -2\\ 7 & -6 & 1\end{vmatrix}}=\frac{48+4-24+24-1-192}{6-14-24-84-1-24}$$

$$=\frac{-141}{-141}=1$$

设上式的分母为$\varDelta$，则

$$I_2=\frac{\begin{vmatrix}2 & 16 & 4\\ 1 & 1 & -2\\ 7 & -2 & 1\end{vmatrix}}{\varDelta}=\frac{2-224-8-28-8-16}{-141}$$

$$=\frac{-282}{-141}=2$$

$$I_3=\frac{\begin{vmatrix}2 & 1 & 16\\ 1 & 3 & 1\\ 7 & -6 & -2\end{vmatrix}}{\varDelta}=\frac{-12-96+7-336+2+12}{-141}$$

$$=\frac{-423}{-141}=3$$

答：$(I_1,I_2,I_3)=(1,2,3)$

因I_1、I_2、I_3的分母是相同的，只算一次(-141)即可。

【说明】 与二阶行列式相类似，$(a_1a_5a_9+a_2a_6a_7+a_3a_4a_8-a_3a_5a_7-a_2a_4a_9-a_1a_6a_8)$同样可用$\begin{vmatrix}a_1 & a_2 & a_3\\ a_4 & a_5 & a_6\\ a_7 & a_8 & a_9\end{vmatrix}$来表示，称为

三阶行列式。

用行列式解联立方程式，广泛应用于电气线路、电子线路的计算中，因此应熟练地掌握这一解法。

现在让我们用三阶行列式来求下述联立方程的解：

$$\begin{cases} a_1x+a_2y+a_3z=d_1 & (1) \\ a_4x+a_5y+a_6z=d_2 & (2) \\ a_7x+a_8y+a_9z=d_3 & (3) \end{cases}$$

$(1)\times a_6-(2)\times a_3$

$$a_1a_6x+a_2a_6y-a_3a_4x-a_3a_5y=a_6d_1-a_3d_2$$

$$(a_1a_6-a_3a_4)x+(a_2a_6-a_3a_5)y=a_6d_1-a_3d_2 \quad (4)$$

$(2)\times a_9-(3)\times a_6$

$$a_4a_9x+a_5a_9y-a_6a_7x-a_6a_8y=a_9d_2-a_6d_3$$

$$(a_4a_9-a_6a_7)x+(a_5a_9-a_6a_8)y=a_9d_2-a_6d_3 \quad (5)$$

$(4)\times(a_5a_9-a_6a_8)-(5)\times(a_2a_6-a_3a_5)$

$$\begin{aligned}&(a_1a_6-a_3a_4)(a_5a_9-a_6a_8)x\\&\quad-(a_4a_9-a_6a_7)(a_2a_6-a_3a_5)x\\&=(a_6d_1-a_3d_2)(a_5a_9-a_6a_8)\\&\quad-(a_9d_2-a_6d_3)(a_2a_6-a_3a_5)\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}&x\{(a_1a_6-a_3a_4)(a_5a_9-a_6a_8)\\&\quad-(a_4a_9-a_6a_7)(a_2a_6-a_3a_5)\}\\&=(a_6d_1-a_3d_2)(a_5a_9-a_6a_8)\\&\quad-(a_9d_2-a_6d_3)(a_2a_6-a_3a_5)\end{aligned}$$

$$x=\frac{\begin{gathered}(a_6d_1-a_3d_2)(a_5a_9-a_6a_8)\\-(a_9d_2-a_6d_3)(a_2a_6-a_6a_5)\end{gathered}}{\begin{gathered}(a_1a_6-a_3a_4)(a_5a_9-a_6a_8)\\-(a_4a_9-a_6a_7)(a_2a_6-a_3a_5)\end{gathered}}$$

打开括弧求x，得

$$x=\frac{a_5a_9d_1+a_3a_8d_2+a_2a_6d_3-a_3a_5d_3-a_2a_9d_2-a_6a_8d_1}{a_1a_5a_9+a_2a_6a_7+a_3a_4a_8-a_3a_5a_7-a_2a_4a_9-a_1a_6a_8}$$

$$x=\frac{\begin{vmatrix} d_1 & a_2 & a_3 \\ d_2 & a_5 & a_6 \\ d_3 & a_8 & a_9 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} a_1 & a_2 & a_3 \\ a_4 & a_5 & a_6 \\ a_7 & a_8 & a_9 \end{vmatrix}}$$

同样得y、z为

$$y=\frac{\begin{vmatrix} a_1 & d_1 & a_3 \\ a_4 & d_2 & a_6 \\ a_7 & d_3 & a_9 \end{vmatrix}}{\varDelta},\qquad z=\frac{\begin{vmatrix} a_1 & a_2 & d_1 \\ a_4 & a_5 & d_2 \\ a_7 & a_8 & d_3 \end{vmatrix}}{\varDelta}$$

式中$\varDelta$为

$$\varDelta=\begin{vmatrix} a_1 & a_2 & a_3 \\ a_4 & a_5 & a_6 \\ a_7 & a_8 & a_9 \end{vmatrix}$$

于是，要解下述三元一次联立方程

$$\begin{cases} ax+by+cz=d \\ ex+fy+gz=h \\ ix+jy+kz=l \end{cases}$$

时，可直接求得x为

$X=$