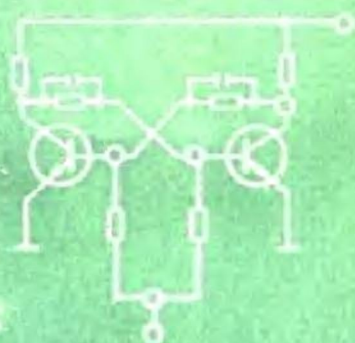


高等师范专科学校通用教材

电子技术基础与实验

(下册)

中南五省(区)师专《电子技术基础与实验》教材编写组



广西师范大学出版社

内 容 简 介

本教材是根据修改后的二、三年制师范专科学校试用的《电子技术基础》教学大纲编写的。本书分上、下两册，上册内容包括：半导体器件的基本知识，放大电路基础，常用放大电路，模拟集成电路，直流稳压电源，正弦波振荡电路；下册内容包括：无线电广播与接收，数字集成电路，集成电视接收机原理，*录音机和实验等。

本书主要特点是，在保证基础知识的前提下，压缩或删除了陈旧的教学内容，增加了新技术、新成果的教学内容。在叙述上力求语言精炼、由浅入深，通俗易懂。本书是通过分析各种半导体器件及其电路，阐述电子技术的基本概念、基本原理和基本分析方法。根据各部分内容的具体情况，配置了适当数量的例题和习题。

本书可供二、三年制专科学校物理专业，各地市教师进修学院或教师教育学院的物理专业，作为《电子技术基础与实验》课程的试用教材。可供电视大学、函授大学、夜大学物理专业作为电子技术课程的参考书。也可供从事电子技术工作的工程技术人员参考。

高等师范专科学校通用教材

电子技术基础与实验

中南五省(区)师专

《电子技术基础与实验》教材编写组

☆

广西师范大学出版社出版

(广西桂林市育才路3号)

空军高炮学院印刷厂印刷

*

开本 787×1092 1/32 印张 17.375 字数 376 千字

1989年4月第1版 1989年4月第1次印刷

印 数: 0001—6500

ISBN 7-5633-0455-5 /G·369

定 价: 4.5 元

目 录

第七章 无线电广播与接收	(1)
§ 7.1 电磁波的发射与传播	(1)
7.1.1 无线电广播的基本原理	(1)
7.1.2 无线电波波段的划分与传播	(3)
7.1.3 调制与解调的类型	(5)
§ 7.2 调幅与检波	(6)
7.2.1 调幅原理	(6)
7.2.2 调幅波的性质	(12)
7.2.3 检波	(14)
§ 7.3 调频与鉴频	(18)
7.3.1 调频波的表达式与频谱	(18)
7.3.2 鉴频	(23)
§ 7.4 超外差式收音机	(32)
7.4.1 输入回路	(33)
7.4.2 变频	(35)
7.4.3 超外差式收音机的统调	(41)
7.4.4 自动增益控制 (AGC) 电路	(44)
7.4.5 整机电路分析	(46)
*7.4.6 陶瓷滤波器	(49)
§ 7.5 调频广播收音机	(53)
7.5.1 概述	(53)
7.5.2 限幅电路	(54)
7.5.3 调频立体声广播简介	(56)
§ 7.6 集成电路收音机	(58)

7.6.1 集成化收音机电路结构形式.....	(59)
7.6.2 单片式收音机举例.....	(60)
练习题	(63)

第八章 数字电路基础 (65)

§ 8.1 概述.....	(65)
§ 8.2 晶体管的开关特性.....	(66)
8.2.1 二极管的开关特性.....	(66)
8.2.2 三极管的开关特性.....	(67)
§ 8.3 逻辑门电路.....	(69)
8.3.1 关于逻辑电路的几个问题.....	(69)
8.3.2 基本逻辑门.....	(70)
8.3.3 TTL 与非门	(77)
8.3.4 MOS逻辑门电路.....	(85)
§ 8.4 逻辑代数与数字电路的逻辑分析.....	(92)
8.4.1 逻辑代数中三种基本运算.....	(92)
8.4.2 逻辑代数的基本公式和常用公式.....	(92)
8.4.3 逻辑函数的代数化简法.....	(97)
8.4.4 逻辑函数的卡诺图化简法.....	(100)
8.4.5 由逻辑函数表达式求逻辑电路.....	(109)
8.4.6 由逻辑电路求逻辑表达式.....	(112)
§ 8.5 触发器.....	(113)
8.5.1 RS 触发器	(113)
8.5.2 主从触发器.....	(122)
8.5.3 维持阻塞 D 触发器	(126)
*8.5.4 触发器逻辑功能的表示法.....	(129)
§ 8.6 基本数字部件.....	(138)

8.6.1	加法器	(138)
8.6.2	编码器和译码器	(143)
8.6.3	寄存器	(152)
8.6.4	计数器	(155)
§ 8.7	脉冲波形的产生和整形	(166)
8.7.1	TTL 与非门自激多谐振荡器	(167)
8.7.2	RC 环形多谐振荡器	(170)
8.7.3	石英晶体多谐振荡器	(174)
8.7.4	TTL 施密特触发器	(175)
8.7.5	TTL 单稳态触发器	(181)
§ 8.8*	数模和模数转换	(184)
8.8.1	T型电阻 D/A 转换器	(185)
8.8.2	A/D 转换器	(188)
	练习题	(194)
第九章	集成电路电视接收机原理	(201)
§ 9.1	电视基本知识	(201)
9.1.1	电视信号的形成	(201)
9.1.2	电视信号的发送	(211)
9.1.3	集成电路电视接收机电路的组成	(213)
§ 9.2	高频调谐器——高频头	(218)
9.2.1	输入回路	(219)
9.2.2	高频放大器	(225)
9.2.3	混频器	(226)
9.2.4	本机振荡器	(230)
9.2.5	KP-12型高频头	(231)
9.2.6	电子调谐高频头	(236)

9.2.7 特高频调谐器	(238)
§ 9.3 图象中频放大器	(245)
9.3.1 对图象中频放大器性能的要求	(246)
9.3.2 集成电路图象中频放大器	(248)
§ 9.4 视频输出放大器	(278)
§ 9.5 显象管	(282)
9.5.1 显象管的结构与工作原理	(282)
9.5.2 显象管的有关电路	(287)
9.5.3 偏转线圈和中心调整器	(290)
§ 9.6 伴音通道	(292)
§ 9.7 扫描电路	(301)
9.7.1 场扫描电路	(301)
9.7.2 行扫描电路	(309)
§ 9.8 电源电路	(338)
9.8.1 集成电路 KC582 稳压电源	(339)
9.8.2 开关式稳压电路	(348)
§ 9.9 牡丹牌 31H3 型电视机整机电路的综合分析	(354)
§ 9.10* 彩色电视简介	(355)
9.10.1 三基色原理	(355)
9.10.3 彩色图象的发送	(356)
9.10.3 彩色显象管	(360)
练习题	(364)

第十章 录音机 (368)

§ 10.1 录音机结构和工作原理	(368)
10.1.1 录音、放音的工作原理	(369)

10.1.2 抹音原理	(372)
§ 10.2 录音机电路分析	(373)
10.2.1 录、放音放大电路	(374)
10.2.2 超音频振荡电路	(382)
10.2.3 附属电路	(385)
10.2.4 电 源	(388)
§ 10.3 整机电路分析	(389)
10.3.1 国产春雷 3PL3 型收录机	(389)
10.3.2 集成电路录音机	(394)
练习题	(398)

电子技术实验

一 电路常用元器件的识别	(399)
二 常用电子仪器的使用	(401)
三 晶体管特性的测量	(405)
四 单管放大器的安装和测试	(410)
五 单管放大器性能的测试	(415)
六 负反馈放大器	(419)
七 集成功率放大器	(423)
八 扩音机的使用	(427)
九 集成运放器主要参数的测试	(433)
十 集成运放器简单应用	(440)
十一 整流、滤波与稳压	(446)
十二 RC 振荡器	(451)
十三 集成电路收音机的装配和调试	(455)
十四 TTL 与非门主要参数的测量	(457)
十五 J-K 触发器	(461)

十六	计数译码和显示	(467)
十七	集成黑白电视机(一)	(475)
十八	集成黑白电视机(二)	(481)
附录一	常用电路元、器件型号及其主要性能参数	(486)
附录二	用万用表测量晶体管	(494)
附录三	SRB 二迹示波器	(501)
附录四	XD-2 型低频信号发生器	(506)
附录五	JT-1 型晶体管特性图示仪	(509)
附录六	BT3 扫频仪	(516)

第七章 无线电广播与接收

无线电通讯是指利用电磁波将信息（如语言、文字、图象等）由发送端传送给接收端的一种信息传递过程。作为无线电通讯中的一种无线电广播所传递的信息是语言和音乐，收音机是它的接收设备。本章介绍无线电广播与接收的基本知识。首先介绍电磁波发射与传播的基本常识。接着讨论两种应用广泛的调制与解调方式，即调幅与检波、调频与鉴频，详细分析了调幅与检波、调频与鉴频的电路工作原理及电路的基本特点。最后介绍两种接收机即分立电路的超外差收音机和集成电路的收音机，着重分析分立电路的超外差收音机的组成与工作原理。与实验配合通过本章的学习使学生掌握到一定的收音机的基本原理与基本技能。

§ 7.1 电磁波的发射与传播

7.1.1 无线电广播的基本原理

语言和音乐是频率为数拾Hz到数拾kHz的声振动，这种声振动通过声电转换装置（话筒），转变为音频电信号。由于低频的辐射效率很低，这种音频电信号很难直接以电磁波的形式从天线上有效地辐射到空间中去，只有当馈送到天线的电流频率足够高，即波长足够短，才会有足够强的电磁波通过发射天线辐射出去。对音频信号来说，即使能够以电

磁波的形式发射出去，各电台的信号波在空中混杂在一起，将使接收者无法从中选取所需要的电台信号。因此，要实现无线电通讯，必须借助于高频电磁波，将欲传递的低频信号载运到接收地点。不同的电台采用不同频率的高频电波，以避免相互间的干扰。

在广播电台，将音频信号“装载”到高频载波上，这一过程称为调制。被调制以后的高频信号送入天线，由天线激发电磁波，由近及远地向空间传播开去。电磁波到达接收地

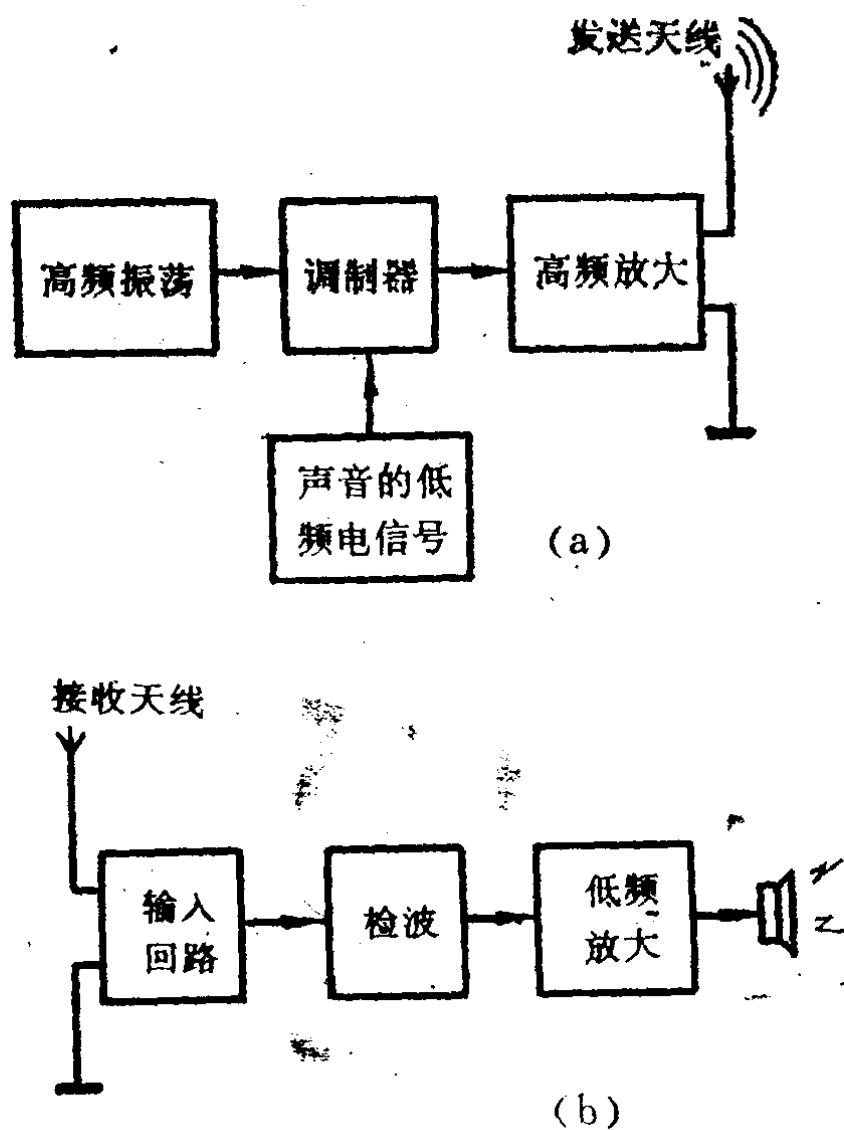


图7—1 无线电广播方框图(a)发射端(b)接收端

点，在接收天线上感应出高频电信号，送到接收机，接收机将这微弱的高频电信号进行选择、放大和解调，得到低频信号，将这低频信号加到耳机或喇叭上，还原为声音信号。上述信号传输的方框图如图 7—1 所示。

7.1.2 无线电波波段的划分与传播

一、无线电波波段的划分

无线电波是在电磁波谱中属于波长较长的一部分，其波长包括从几百微米到几万米之间的波段范围。无线电波段的划分，见表 7—1。

表 7—1 无线电波段的划分

波段名称		波长范围	频率范围	频段名称	主要用途
极长波		100,000m 以上	3 kHz以下	极低频 (ELF)	
超长波		100,000~ 10,000m	3~30kHz	甚低频 (VLF)	电报、通信
长波		10,000~ 1,000m	30~300 kHz	低频 (LF)	无线电广播
中波		1,000~ 100m	300~3000 kHz	中频 (MF)	电报通信, 业余者 通信, 调幅广播
短波		100~10m	3~30MHz	高频 (HF)	无线电调幅广播电 报通信
超短波 (米波)		10~1 m	30~300 MHz	甚高频 (VHF)	无线电调频广播、 电视、导航
微波	分米波	10~1dm	300~3,000 MHz	特高频 (UHF)	电视、雷达、导 航和其它用途
	厘米波	10~1cm	3~30GHz	超高频 (SHF)	电视、导航、雷 达和其它用途
	毫米波	10~1mm	30~300 GHz	极高频 (EHF)	雷达、遥感、射 电、天文等方面
	亚毫米波	1mm以下	300GHz 以上	超极高频	理论和技术已趋成 熟, 正开拓应用之中

二、无线电波的传播

无线电波与光波一样，具有直射、绕射、反射和折射等现象，按传播的途径可分为两大类：一类是地波，一类是天波。地波又可分为地面波和空间波。地面波凭借绕射特性，沿着地面推进；空间波是沿直线传播的，直接由发射点传播到接收点或从地表面反射到接收点。向天空辐射，利用电离层的折射或反射而返回地面，由发射点传到接收点，这种传播方式的电磁波叫天波。图7—2给出各种传播方式的示意图。

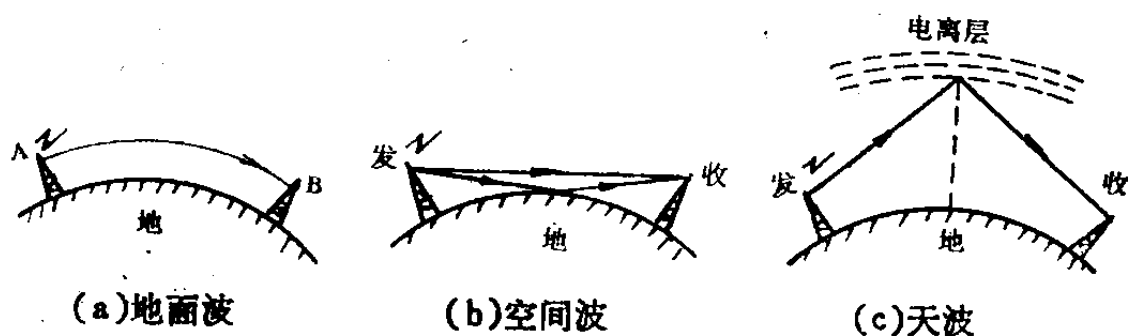


图7—2 电磁波的传播途径

近年来，利用人造卫星、人造电离层等反射、散射现象实现通信，已经获得成功。

1. 长波与中波的传播

长波在电离层中虽会反射，但是吸收也很强，经电离层折返后能量大大减弱，因此长波通信主要靠地面波，传播距离一般不超过3000公里。长波传播稳定可靠，主要用于发射标准时间信号和无线电报。

在水中，电波的频率愈低，损耗愈小。所以，超长波适宜作水下通信，例如潜艇的通信联络。

中波的特性与长波相似。白天电离层对中波的吸收作用较强，主要靠地波传播，传播距离不远。晚上，电离层对中

波的吸收减弱，可以借助天波，使传播距离大大增加。中波段主要用于无线电广播，也用于海上通信、无线电导航和飞机通信等。

2. 短波的传播

短波沿地面传播时衰减得很快，传播距离很短。但是，电离层对短波吸收不大，反射较强，可以以天波的形式进行传播，甚至可以利用电离层与地面之间的多次反射，实现环球通信。由于短波经电离层一次或多次反射后沿不同路径到达同一接收点引起的干涉或电离层的起落变化，将使短波在传播过程中经常出现时起时落的不稳定现象，称之为衰落现象。短波波段主要应用于无线电广播、无线电话、无线电报、无线电传真以及人造卫星通信等方面。

3. 超短波的传播

超短波能够穿透电离层，几乎不能被电离层反射，遇上障碍物也不易绕射。因此，它只能在直线视距范围内利用空间波进行传播。由于超短波的波长很短，天线尺寸不需要太大就能使电磁波的能量在所需的方向上高度集中而定向发射，节省发射功率。超短波通信还具有天电干扰小、保密性强、多路通信、容量大等优点，但是传播距离一般仅为数十公里。利用微波中继站和通信卫星，可以使超短波实现远距离通信。超短波主要应用于电视广播、调频广播、多路通信以及雷达、导航等方面。

7.1.3 调制与解调的类型

如前所述，要实现无线电通信，在发送端需要将低频信号“装载”到高频载波上，使高频振荡的某个参数（振幅、频率或相位）按低频信号的规律而变化，这种“装载”过程

称为调制；在接收端，需要将低频信息从高频调制信号中“检取”出来，“检取”是调制的逆过程，称为解调。

调制方式通常分为调幅、调频和调相三种。高频载波的振幅按低频信号的规律而变化，称为调幅；高频信号的频率按低频信号的规律而变化，称为调频；高频载波的相角按低频信号的规律而变化，称为调相。经过调制以后的高频振荡称为已调波。对应于调幅的已调波称为调幅波，对应于调频的已调波称为调频波，对应于调相的已调波称为调相波。在通信中，高频振荡起着载运低频信号的作用，故得名为“载波”。在调制过程中，低频信号对高频载波的某个参数起着控制作用，所以称低频信号为调制信号。

对调幅波进行解调称为振幅检波，简称检波；对调频波进行解调称为频率检波，简称为鉴频；对调相波解调称为相位检波，简称为鉴相。

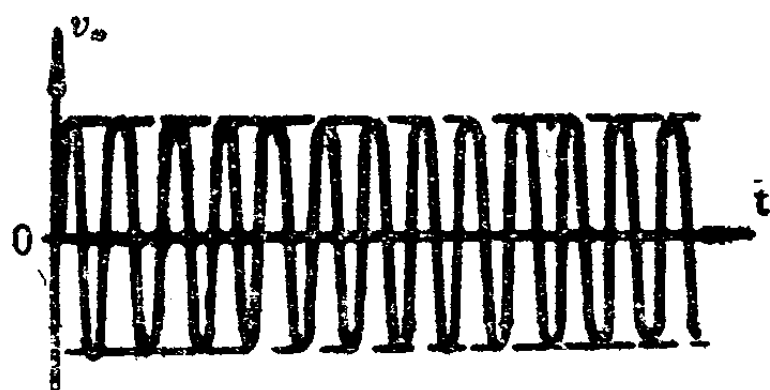
§ 7.2 调幅与检波

7.2.1 调幅原理

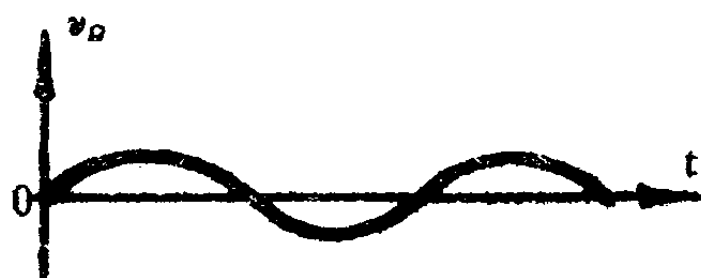
调幅是用低频信号控制高频振荡的振幅，使高频振荡的振幅按低频信号的规律而变化的一种调制。实际上，做为调制信号的低频信号，包含着许多频率成分，每个频率成分的振幅和初相都不一样。因此用实际的调制信号来分析调制特性，将显得特别繁杂，并且不便测量，没有必要。在工程技术上，一般只讨论调制信号为单一频率的正弦波这一典型情况下的调制特性。

图 7—3 为调幅波的波形图。其中图 7—3 (a) 为高频载波的波形，图 7—3 (b) 为低频调制信号的波形，图 7—3

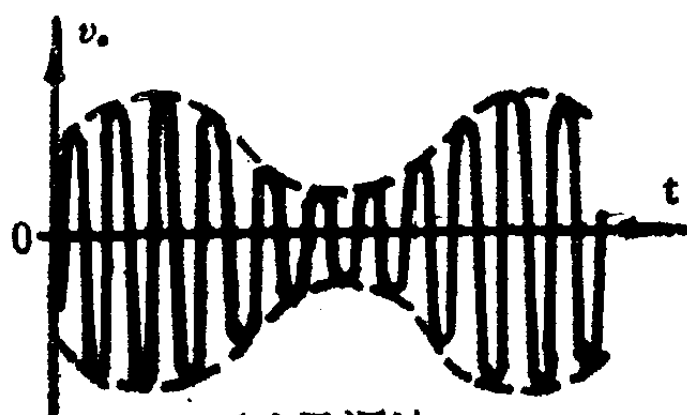
(c)为调幅波的波形。可以看出：调幅波的振幅包络线与调制信号的形状相同，即调幅波是一种高频载波的振幅按调制信号的规律而变化的高频振荡。



(a)载波



(b)调制信号



(c)已调波

图7—3 调幅波形

图 7—4 是利用晶体二极管的非线性实现调幅的原理电路。二极管的伏安特性，可以展开成一个 n 次多项式

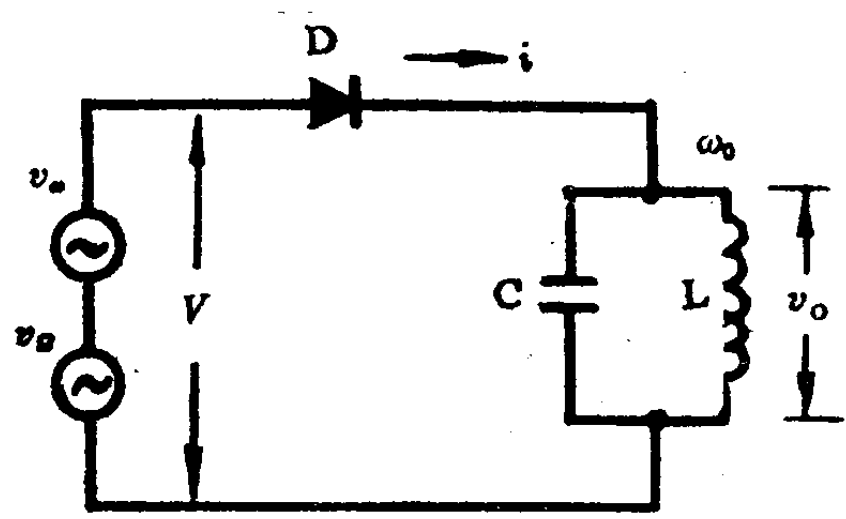


图 7—4 调幅原理图

$$i = a_0 + a_1 v + a_2 v^2 + a_3 v^3 + \dots$$

式中系数 a_0 、 a_1 、 $a_2 \dots$ 的大小和符号决定于所要描写的特性曲线。简单起见，假设二极管的特性近似表示为二次多项式

$$i = a_0 + a_1 v + a_2 v^2 \tag{7-1}$$

系数 a_2 反映二极管的非线性。

设载波电压为

$$v_\omega = V_\omega \cos \omega_0 t$$

调制电压为

$$v_\Omega = V_\Omega \cos \Omega t$$

那么，作用于电路的总电压为

$$v = V_\omega \cos \omega_0 t + V_\Omega \cos \Omega t$$

代入式 (7—1), 则有

$$i = a_0 + a_1(V_{\omega_0}\cos\omega_0 t + V_{\Omega}\cos\Omega t) \\ + a_2(V_{\omega_0}\cos\omega_0 t + V_{\Omega}\cos\Omega t)^2$$

利用三角函数变换关系, 可以把上式写为

$$i = a_0 + \frac{1}{2}a_2(V_{\omega_0}^2 + V_{\Omega}^2) + a_1(V_{\omega_0}\cos\omega_0 t \\ + V_{\Omega}\cos\Omega t) + \frac{1}{2}a_2(V_{\omega_0}^2\cos2\omega_0 t \\ + V_{\Omega}^2\cos2\Omega t) + a_2V_{\omega_0}V_{\Omega}(\cos(\omega_0 - \Omega)t \\ + \cos(\omega_0 + \Omega)t) \quad (7-2)$$

可见, 流过二极管的电流 i 包含下列分量:

① 直流分量 $a_0 + \frac{1}{2}a_2(V_{\omega_0}^2 + V_{\Omega}^2);$

②原有输入频率分量 $a_1V_{\omega_0}\cos\omega_0 t$ 和 $a_1V_{\Omega}\cos\Omega t;$

③二次谐波分量 $\frac{1}{2}a_2V_{\omega_0}^2\cos2\omega_0 t$ 和

$$\frac{1}{2}a_2V_{\Omega}^2\cos2\Omega t;$$

④和频与差频分量 $a_2V_{\omega_0}V_{\Omega}\cos(\omega_0 - \Omega)t$ 和

$$a_2V_{\omega_0}V_{\Omega}(\omega_0 + \Omega)t.$$

这表明: 由于二极管的非线性作用, 使电流 i 中产生输入信号中所没有的二次谐波分量、和频与差频分量等新的频率成分.