

电子学丛书 第七册

辅助电路及天线

〔美〕哈里·米歇尔 主编

朱甫正 邓肃然 译



中国铁道出版社

内 容 简 介

这套丛书原为《电子学》丛书(一~七册)合订本,由美国海登图书有限公司出版。七册的书名分别为:《电子信号》、《电子电路的功能》、《电真空器件》、《半导体器件》、《电源及放大器》、《振荡器及调制解调器》和《辅助电路及天线》。本书为这套丛书的最后一册。

本书主要介绍电子电路中常用的基本辅助电路和天线方面的基础知识。在辅助电路部分,对自动音量控制(AVC)、自动增益控制(AGC)和自动频率控制(AFC)的各类电路论述甚为详尽;对限幅、钳位电路也有较多的介绍;对门电路和计数器等电路则选择了有代表性的部分,作了必要的介绍。在天线部分,首先讨论了电磁场基础理论和无线电传播的基础知识,然后介绍了各类天线的特性及有关馈电线的基本知识。

本书的独特之处在于:编排新颖,一页一题,循序渐进,图文并茂,彩色套印,附有小结和习题。本书语言通俗易懂,回避了数学推导,是一本较好的电子学普及读物。

本书既可供中学以上文化水平的广大读者自学使用,也可供有关专业的学生参考。

本书1~10节由邓肃然译,11~22节由朱甫正译,并互校。

ELECTRONICS

ONE - SEVEN

HARRY MILEAF • EDITOR - CHIEF

HAYDEN BOOK COMPANY, INC. 1978

电子学丛书第七册

辅助电路及天线

[美] 哈里·米瑞夫 主编

朱甫正 邓肃然 译

海登图书有限公司1978

中国铁道出版社出版、发行

责任编辑 郝晓英 封面设计 刘景山

各地新华书店经售

中国铁道出版社印刷厂印

开本: 850×1168 毫米 $\frac{1}{32}$ 印张: 4.25字数: 108千

1989年3月第1版 第1次印刷

印数: 1—3,000册 定价: 3.15元

译者序

这套丛书共有七个分册，是以教学的形式编写的。为了适应读者的学习，本书作了符合学习规律的安排。每册书都有明确的知识范畴，其自身的系统是完整的，并为下一步的学习作好了准备。在每册书中，各个主题都是按照循序渐进的要求安排的，前面的内容为后面的学习作好了准备。这套丛书在编排上的独特之处在于：每一页中只介绍一个内容，同时在一页上都配有彩色插图和说明，图文并茂。读者可以通过文字和插图来充分理解每一页的内容。正因为每一个内容都既有文字讲解，又有插图说明，因而使得学习效益大为增加。此外，为了进一步帮助读者巩固所学的知识，各插图及说明已就相应的重点作了总结。有了这种独具特色的编排，就可使读者有效地利用本丛书进行复习和总结。书中的彩色套印不只是起装饰的作用，它还可以突出重点，使得插图能够更有效地说明问题。

书中对于曾经学过的比较重要的内容，在后续内容中将加以重复，以便于读者巩固所学的知识。这样做不仅可以使读者顺利地通过各段落的学习，而且还可以巩固已学过的知识，同时在所学的知识尚未遗忘之前，就可及时进行复习和巩固。各册书都根据内容安排有段落小结，小结之后附有复习题。读者通过这些复习题，就可以进行学习情况的自我检测。

这套有关电子学基础知识和应用技术的丛书，内容丰富。全书着力于物理概念的阐述，回避了繁琐的数学推导过程，深入浅出，易于理解，是一本较好的电子学方面的普及读物。

在翻译过程中，已对原书中个别疏漏作了修正。书中出现的一些数据，均属美国的情况，仅供读者参考。由于译者水平有限，不妥和错误之处敬请读者批评指正。

译者

1987年3月

目 录

1. 辅助电路.....	1
2. A V C和A G C电路.....	2
A V C和A G C电路.....	2
A V C和A G C电路的基本原理.....	3
A G C电路的响应.....	4
基本的A G C电路.....	5
正向A G C电压.....	6
其它A G C电路.....	7
延迟式A G C.....	8
带放大作用的A G C.....	9
其它有放大作用的A G C电路.....	10
键控A G C.....	11
键控A G C电路.....	12
静噪A G C（静噪抑制）电路.....	13
小结和复习题.....	15
3. 限幅器电路.....	16
限幅器电路.....	16
串联二极管限幅器.....	17
实用串联二极管限幅器.....	18
串联噪声限幅器.....	19
并联二极管限幅器.....	20
实用并联二极管限幅器.....	21
并联噪声限幅器.....	22
截止限幅.....	23
饱和限幅.....	24
过激励放大器.....	25
小结和复习题.....	26
4. 钳位电路.....	27

钳位电路	27
二极管钳位器	28
三极管钳位器	29
5. 分离器电路	30
分离器电路	30
电视同步分离器	32
小结和复习题	33
6. A F C电路	34
A F C电路	34
正弦 A F C电路	35
控制电压的产生	36
密勒效应控制的振荡器	37
变容二极管 A F C电路	38
用电抗级的 A F C电路	39
非正弦 A F C电路	40
单端 A F C电路	41
双端 A F C电路	43
振荡器的频率控制	44
水平扫描同步控制电路	46
小结和复习题	48
7. 计数器电路	49
计数器电路	49
步进式计数器	50
分频式计数器	51
8. 门电路	52
门电路	52
符合门	53
计算机“与”门	54
“或”门	55
9. 时延电路	56
时延电路	56
延迟线	57
幻象延迟电路	58

小结和复习题.....	60
10. 天 线.....	61
射频信号的传播和天线.....	61
天线的互易性.....	62
天线电流.....	63
天线周围的场.....	64
辐射场.....	65
电磁场.....	66
波 长.....	67
场 强.....	68
方向性.....	69
极 化.....	70
小结和复习题.....	71
11. 传播路径.....	72
传播路径.....	72
地 波.....	73
直达波和反射波.....	74
表面波.....	75
用地波通信.....	76
天 波.....	77
电离层.....	78
电离层的分层.....	79
天波的折射.....	80
临界频率.....	81
临界角.....	82
天波的跳越距离和跳越区.....	83
多次反射传播.....	84
衰 落.....	85
小结和复习题.....	86
12. 天线长度.....	87
天线长度.....	87
赫兹天线.....	88
马可尼天线.....	89

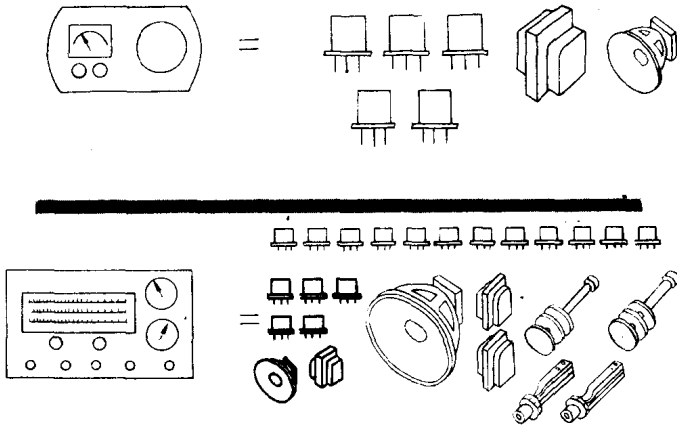
13. 天线阻抗.....	90
天线阻抗.....	90
天线的电长度.....	91
天线调谐.....	92
小结和复习题.....	93
14. 天线阵.....	94
天线阵.....	94
反射器.....	95
引向器.....	96
无源天线阵.....	97
有源天线阵.....	98
有源天线阵的类型.....	99
15. 环形和折叠天线.....	101
环形和折叠天线.....	101
反射器天线.....	102
抛物面反射器.....	103
16. 其它天线.....	104
多层天线(叠排天线).....	104
其它天线.....	105
17. 天线的增益和阻抗.....	106
小结和复习题.....	107
18. 接收天线.....	108
19. 射频馈电线.....	109
射频馈电线.....	109
馈电线的特性阻抗.....	110
驻 波.....	111
驻波比.....	112
负载对驻波比的影响.....	113
馈电线的类型.....	114
同轴电缆.....	115
波导管.....	116
小结和复习题.....	117
20. 天线的设计.....	118

赫兹天线的设计.....	118
马可尼天线的设计.....	119
宽带天线的设计.....	120
无源天线阵的设计.....	121
有源天线阵的设计.....	122
环形天线和折叠天线的设计.....	123
21. 阻抗匹配.....	124
22. 典型的辐射方向图.....	125
小结和复习题.....	126

1. 辅助电路

辅助电路

廉价的台式收音机和优质的通信接收机之间的一个主要差别，在于采用辅助电路的程度不同



两种类型的接收机都需用各种基本电路级，但是通信接收机还要采用许多辅助电路，这在很大程度上完善了其性能

图 1

在前几册中，已分析研究过各种主要的电子电路，诸如放大器、振荡器、调制器和解调器等。因为它们是被广泛使用的，所以应该充分地了解这些电路和它们的工作原理。除了这些基本类型的电路外，还应该了解许多其它的电路。这些电路执行多种特定的功能，可用辅助电路这一含意范围很广的术语来统称。

通常，辅助电路并不单独使用，而是要和一组电路结合或连接在一起使用。由于这个原因，许多辅助电路只有基于它们与某种或某些其它电路的相互关系，才可得到解释。这就是在本册介绍辅助电路之前，先介绍各类基本电路的原因。

本册不可能介绍可能遇到的所有辅助电路，因为辅助电路的数量几乎是不可数计的。然而，本册将会阐述较为通用的辅助电路。

2. A V C和 A G C电路

A V C和 A G C电路

在前几册中，曾介绍过音量控制和增益控制电路。它们的最简单的形式，通常是用可变电阻器来控制放大器的输入、输出信号振幅或者增益的。音量或增益控制最常见的例子是无线电接收机的音量控制。这种控制用手动调节来获得所需的输出电平。

以人工控制增益的接收机的缺点，是不能在所有条件下提供稳定的输出。如果把接收机从微弱的信号调谐到较强的信号，那么它的输出可能会增加到过度的电平，这样就要重新调节音量控制。同样，当把接收机调谐到特定的信号时，如果由于衰落和其它类似的传输现象而使得输入信号的强度波动时，则输出电平就会有很大的改变。在这样的条件下，必须要经常地重新调节音量控制。因为这样的信号波动很迅速，所以很明显，人工调节是不实用的。

为了解决这些问题，在人工控制之外，常常要用 A V C（自动音量控制）或 A G C（自动增益控制）。先用人工控制把接收机的输出调节为所要求的电平，然后，不管输入信号的强度怎样变化，A G C电路总是自动地保持接收机的输出在这一电平上。

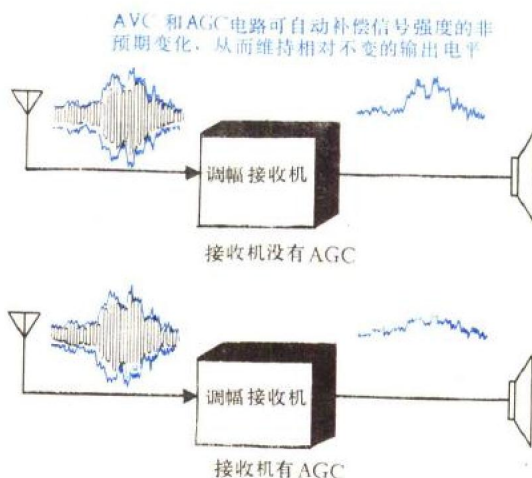


图 2

A V C 和 A G C 电路的基本原理

所有的 A G C (A V C) 电路都履行两种基本的功能。第一种功能是产生直流电压, 此电压总是和接收机的输入信号强度成比例的, 这就是所谓的 A G C 电压。当接收的信号强度增加时, A G C 电压也增大; 而当信号强度减弱时, 它亦随之减小。A G C 电路的第二种功能, 是把 A G C 电压加到接收机的射频和中频级, 作为偏压使用。这样, A G C 电压就控制着射频和中频级的增益, 从而控制着接收机的总增益。

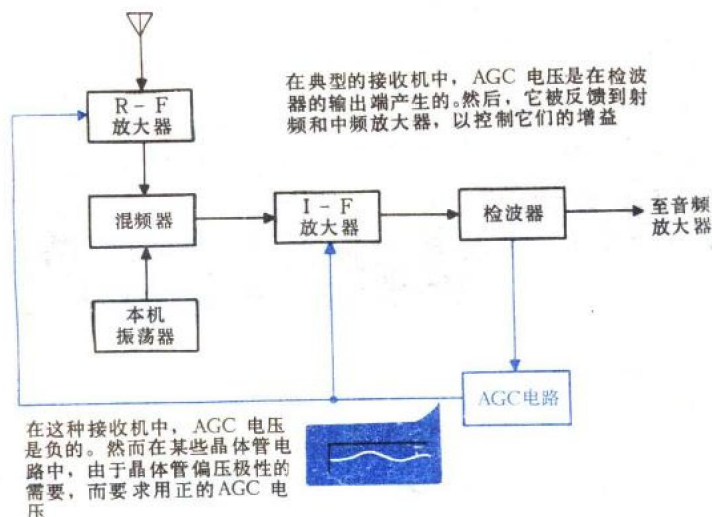


图 3

当接收机的输入信号电平增加时, A G C 电压以相同的比例增大, 因此, 加到射频和中频级的偏压也就增大, 从而使它们的增益减少。这样, 接收机的输出就保持相对稳定, 而不会随着输入信号强度的增加而增加。

当接收机的输入信号强度减弱时, 则电路产生相反的作用, A G C 电压的振幅下降, 使射频和中频级偏压减小, 接收机的增益增加, 接收机的输出电平再次基本上保持不变。

AGC 电路的响应

AGC 电路必须产生幅度随着由于衰落和其它大气干扰等条件而造成的信号强度的变化而变化的直流电压。然而，AGC 电路不必去响应那种代表着信息的输入信号振幅的变化。倘若它响应了这种振幅的变化，那么 AGC 电压就会抵消射频载波的调制包络，其结果自然是使信号失真。

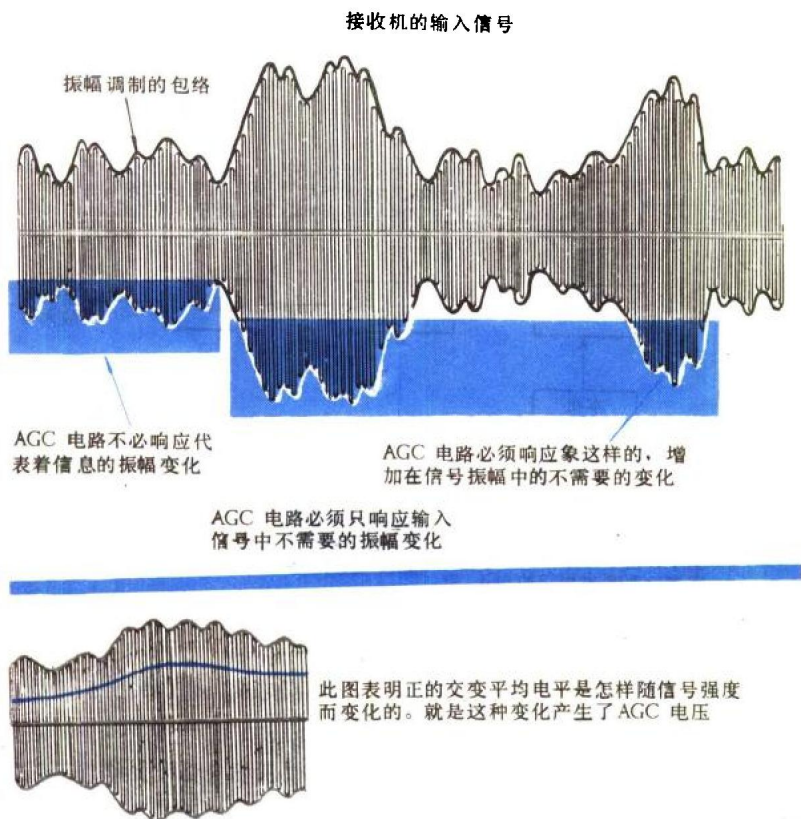
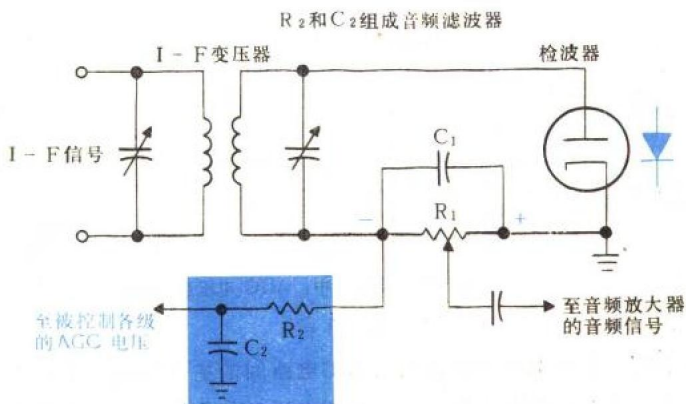


图 4

由衰落引起的接收机输入信号振幅的变化，相对于信息振幅的变化要慢得多。所以，AGC 电路必须响应较低频率的振幅变化，而不能响应代表信息的高频率的振幅变化。

基本的 A G C 电路

在接收机中，获得 A G C 电压最方便的位置就是从检波器的输出端引出。这是因为检波器产生的波动的直流输出电压，同接收机输入信号强度的变化成比例。检波器输出的交流成分，用作接收机的音频信号（或电视接收机中的视频信号）；其直流成分经适当滤波，非常适于作 A G C 电压。



R₂和C₂使AGC电压不随检波器输出信号中的音频成分而变化

图 5

基本的 A G C 电路如图 5 所示。用电子二极管作为接收机的检波级。中频信号被二极管整流（检波）并通过电阻器 R₁和电容器 C₁来滤掉中频成分。因此，在 R₁两端产生的电压就随音频调制信号的变化而变化。然而，R₁两端电压的直流平均幅度也要随输入信号强度的变化成比例地改变。电阻器 R₂和电容器 C₂将 R₁两端电压的音频成分除掉，只剩下直流成分，这就是 A G C 电压。然后把 A G C 电压加至射频和中频放大器以控制它们的增益。A G C 电压通常是由公共线路来传送的，即所谓 A G C 总线。

在图 5 中，A G C 电压是负的，原因是它取自电阻器 R₁ 未接地的一端。在电子管接收机中，A G C 电压总是负的，因为此电压必须使被控电子管的栅极负偏压发生变化。而使用晶体管的电路，则要求有正的 A G C 电压，故检波二极管的极性就要反过来。

正向 AGC 电压

在晶体管接收机中，通常使用半导体二极管作为检波器。从这样的检波器提取 AGC 电压的方法与电子管检波器电路完全相同。比较图 6 (a) 与前页所示的电路便可看到，二者仅有的区别在于一个用的是半导体二极管，而另一个则用的是电子二极管。

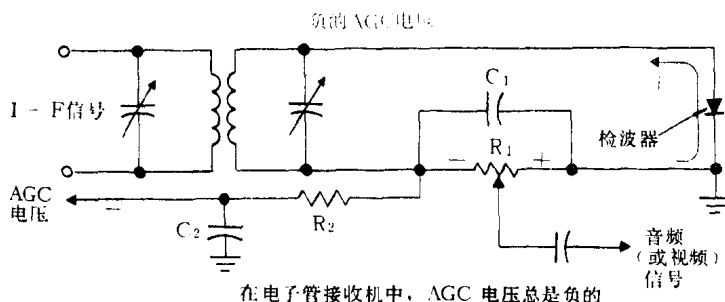


图 6 (a)

用于电子管和晶体管设备的 AGC 电路间的主要区别，在于 AGC 电压的极性。在电子管接收机中，AGC 电压总是负的。但在晶体管接收机中，AGC 电压可以是负的，也可以是正的。所需极性取决于晶体管的类型以及射频和中频放大器所采用的电路结构。一般说来，相同的电路可以产生负的也可产生正的 AGC 电压，仅有的区别在于该电压取自检波器的部位，或者说所用二极管的极性。例如变换二极管的极性，就可使图 6 (a) 所示电路产生正向的 AGC 电压。AGC 电压取自电阻器 R_1 的正端，这就是图 6 (b) 所示的电路。

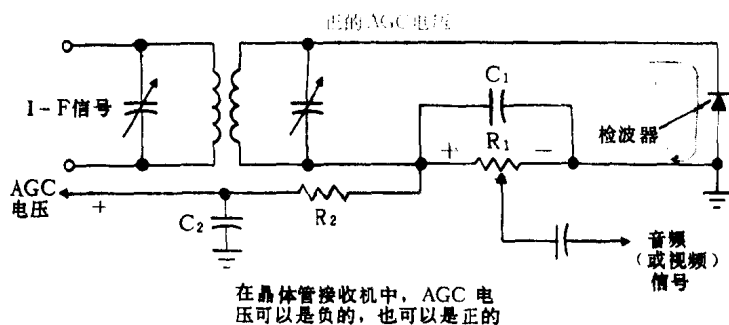


图 6 (b)

其它 A G C 电路

前面介绍过的基本 A G C 电路的若干方案都是经常采用的，然而，所有这些电路实质上都是相似的。有时单独使用二极管来形成 A G C 电路，这样的电路如图 7 (a) 所示。这种 A G C 二极管仅用来产生 A G C 电压，并不用作接收机的检波器。

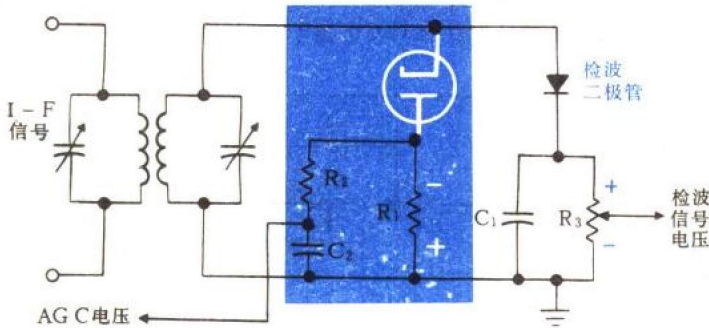


图 7 (a)

在图 7 (a) 所示的电路中，通过检波二极管产生的检波信号电压是正的，而通过 A G C 二极管产生的 A G C 电压却是负的，原因是它的板极连接接地回路。电阻器 R_2 和电容器 C_2 滤掉整流后的中频信号，产生稳定的 A G C 直流电压。接收机中所用的这类电路，检波器的输出必须是正的，尽管需要的是负的 A G C 电压。

通常可用单一的电子管作为放大器、检波器和 A G C 整流器，如图 7 (b) 所示。这种电子管除包含正规的板极外，还有辅助的小板极。小的板极用于 A G C 电路和检波器。这种电子管就是双二极管三极管，它使用单独的 A G C 二极管，以尽量减少检波器和 A G C 电路之间的相互影响。

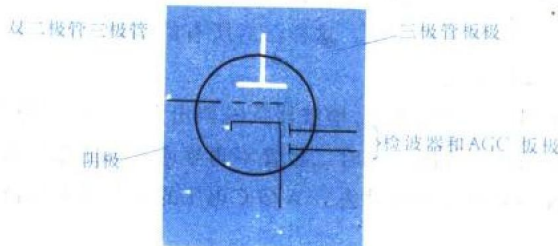


图 7 (b)

延迟式 AGC

简单的 AGC 的缺点是：即使很弱的输入信号，也会使增益减小。这是不能接受的，因为对弱的信号要求有尽可能大的增益。因此，在理想的情况下，AGC 电路对于弱信号不应该产生 AGC 电压，而当输入信号超过某一最小电平时，则要有正常的功能。按照这种方式工作的电路，就叫做延迟式 AGC 电路。可以通过外加延迟 AGC 二极管和电压，将前述的基本 AGC 电路变换成延迟式 AGC 电路，如图 8 所示。

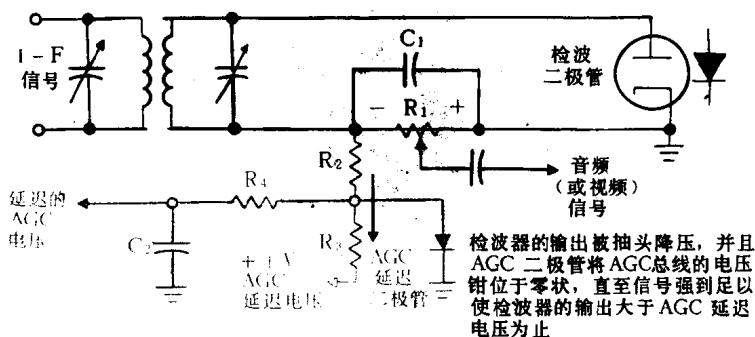


图 8

电阻器 R_2 和 R_3 连接在检波器输出阳极和延迟电压之间，用来控制延迟二极管。 R_2 和 R_3 阻值相等，并且压降也相等。当检波器的直流输出是 -1 V 时，因为延迟电压是 -1 V ， R_2 和 R_3 上都降压 1 V ，所以其连接点的电压，即加到二极管阳极的电压是 0 V ，二极管不导通，AGC 电压为零。当接收到的信号较弱时， R_2 和 R_3 连接点处趋向为正，二极管导通，并且钳连接点于地电位（钳位问题以后介绍），于是 AGC 电压仍为零。

事实上，对于任何使检波器输出小于 -1 V 的微弱信号，这种情况都会延续下去。只要检波器负的输出电压比延迟电压小，二极管就会导通，以免 AGC 总线变成正电压。这样，对所有的弱信号而言，AGC 都为零，故可得到最大的增益。

当接收到较强的信号时，检波器负的输出大于正延迟电压，在 R_2 和 R_3 连接处的电压就是负的。此时二极管不再导通，负电压将通过 C_2 和 R_4 滤波作为 AGC 电压传送过去。AGC 电压的大小将由检波器输出比延迟电压大多少而定。

带放大作用的AGC

前述的AGC电路适用于当信号强度变化时所需补偿不太大的情况。当信号强度变化很大，而AGC电压变化太小时，就不能给出充分的补偿，结果，输入信号振幅中的某些变化就会在接收机的输出中依然存在。

为使接收机的输出即使在信号强度变化较大的情况下也能保持稳定，必须获得比用基本AGC电路可能获得的更大的AGC电压的变化。采用具有放大作用的AGC电路，就可做到这一点。

典型的放大AGC电路如图9所示，它采用单独的放大器级来增加检波后的信号电平。该放大器通过电容器 C_1 从检波器接收已整流的信号，其放大后的输出通过AGC整流器整流，并用电阻器 R_5 和电容器 C_4 来滤波，最后，放大的AGC电压沿AGC总线加到被控制的各级。可调的发射极电阻器 R_3 用以调节AGC放大器的增益，以此方式可将AGC电压调节在任一所需的电平。如果将类似于前页介绍过的AGC延迟网络加在AGC整流器的输出端，便可提供延迟的AGC。此时可调电阻器 R_3 起着门限控制的作用。

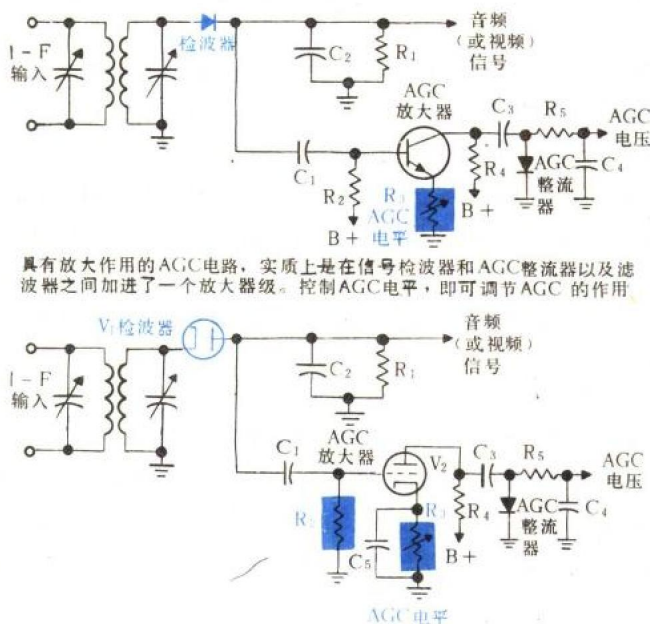


图 9