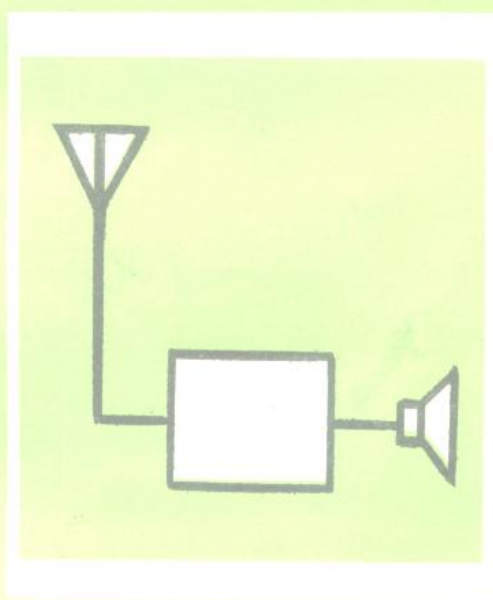


电子学丛书第二册

电子电路的功能

〔美〕哈里·米瑞夫 主编

邓肃然 朱甫正 译



中国铁道出版社



DS80/29

内 容 简 介

这套丛书原为《电子学》丛书（1～7册）合订本，由美国海登图书有限公司出版。7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》。本书是这套丛书的第二册。

本书重点介绍各种电子电路的功能，并以方框图的形式来说明如何用基本电路组成完整的电子设备，这些设备包括发射机、接收机、电视、雷达和声纳等，内容十分广泛。

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，是一本电子学的普及读物。

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1～19节由邓肃然译，20～37节由朱甫正译，并互校。

ELECTRONICS

ONE SEVEN

HARRY MLEAF·EDITOR-IN-CHIEF

HAYDEN BOOK COMPANY, INC. 1978

电子学丛书第二册

电子电路的功能

[美] 哈里·米瑞夫 主编

邓肃然 朱甫正 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 黄成士 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 字数：97千

1989年2月 第1版 第1次印刷

印数：1—3200 册 定价：2.95元

译者序

这套丛书共有7个分册，是以教学的形式而编写的。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，各个问题都是按照循序渐进的顺序安排的，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问题，同时在每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。正因为每一个问题都既有文字讲解，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，就可及时得到复习和巩固。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

1984年10月

目 录

1. 电子电路.....	1
2. 电 源.....	2
半波整流器.....	2
全波整流器.....	3
滤波器.....	4
稳压器.....	5
分压器.....	6
电 源.....	7
3. 振荡器.....	8
小结和复习题.....	9
4. 放大器.....	10
放大器.....	10
增益.....	11
带宽.....	12
失真.....	13
音频放大器.....	14
视频放大器.....	15
射频放大器.....	16
中频放大器.....	17
推挽放大器.....	18
分相器.....	19
跟随放大器.....	20
缓冲放大器.....	21
倍频器.....	22
分频器.....	23
小结和复习题.....	24
5. 调制器.....	25
调制器.....	25
调制器的类型.....	26

6. 解调器.....	27
解调器.....	27
解调器的类型.....	28
7. 混频器.....	29
小结和复习题.....	30
8. 限幅器.....	31
9. 分离器.....	32
10. 自动频率控制 (AFC) 电路.....	33
11. 自动增益控制 (AGC) 电路.....	34
12. 陷波器.....	35
13. 反馈电路.....	36
14. 计数器.....	37
15. 门电路.....	38
小结和复习题.....	39
16. 放大器的组合.....	40
基本的音频放大器.....	40
基本的对讲装置.....	41
基本的立体声放大器.....	42
17. 发射机.....	43
基本的连续波 (CW) 发射机.....	43
断续波发射机.....	44
发射机的附加电路.....	45
小结和复习题.....	47
18. 调幅发射机.....	48
语音调幅发射机.....	48
单音频调幅发射机.....	49
单音频调幅发射机的种类.....	50
脉冲调制调幅发射机.....	51
附加的脉冲调制调幅发射机.....	52
脉冲雷达发射机.....	53
单边带调幅发射机.....	54
19. 多通道发射机.....	56

小结和复习题.....	58
20. 调频发射机.....	59
调频发射机.....	59
初级的调频发射机.....	60
间接式调频发射机.....	61
初级的间接式调频发射机.....	62
预加重.....	63
倍 频.....	64
频率控制.....	65
典型的直接式调频发射机.....	66
典型的间接式调频发射机.....	67
调频立体声发射机.....	68
小结和复习题.....	69
21. 电视发射机.....	70
初级的黑白电视发射机.....	70
初级的彩色电视发射机.....	72
22. 传真发射机.....	74
初级的传真发射机.....	74
23. 电传打字发射机.....	75
电传打字发射机.....	75
初级的电传打字发射机.....	76
24. 时间分割制多路复用.....	77
小结和复习题.....	78
25. 接收机.....	79
26. 调幅接收机.....	80
调幅接收机.....	80
实用的调幅接收机.....	81
射频调谐接收机.....	82
射频调谐接收机的缺点.....	83

超外差式接收机.....	84
初级的超外差式接收机.....	85
带有辅助电路的超外差式接收机.....	86
接收连续信号的超外差式接收机.....	88
单边带接收机.....	89
小结和复习题.....	90
27. 调频接收机.....	91
调频接收机.....	91
双重变换式调频接收机.....	92
采用鉴频器的调频接收机.....	93
调频立体声接收机.....	95
28. 调幅-调频接收机.....	96
29. 超高频接收机.....	97
30. 遥测接收机.....	98
小结和复习题.....	99
31. 电视接收机.....	100
黑白电视接收机.....	100
同步和偏转电路.....	101
视频和伴音电路.....	102
黑白电视接收机的电路结构.....	103
彩色电视接收机.....	104
彩色电视接收机的电路结构.....	105
32. 雷达接收机.....	106
雷达接收机.....	106
雷达显示器.....	107
33. 无线电测向仪.....	108
34. 无线电导航接收机.....	109
35. 无线电控制制导系统.....	110
36. 声纳接收机.....	111
37. 四声道立体声系统.....	112
四声道立体声系统.....	112
分立式四声道系统.....	113

矩阵变换式四声道系统.....	114
无源式四声道系统.....	115
小结和复习题.....	116

1. 电子电路

电子电路

在第一册中,已经介绍过有关产生和处理电子信号的内容。读者已了解到如何运用信号的各种特性来携带信息,也熟悉了当前广泛使用的电子系统和设备。第一册的重点,是讨论电子信号本身的问题,至于产生和处理这些信号的实际电路,第一册中并没有涉及到。在本丛书的以后几册中读者将会看到,这些电路是由各种元件,以不同的方式组合而成的,它们可以执行特定的功能,如放大信号,改变信号的波形或提高信号的频率等等。总之,每一种电路都可以执行一个明确的既定功能。

本册书将从电路作用的角度来论述各种类型的电子电路,其中大部分内容是介绍用方框图(积木块)表示的电路。对每种电路的讨论内容有:输入信号的描述、电路对信号的作用和输出信号的描述。本书包括了全部的通用电路,在基本电路介绍完后,用方框图来说明怎样把基本电路组合起来,以得到完整的设备和系统。这样,就可以把这些基本电路当作单独的积木块来对待,通过各种组合,使它们产生出预期的作用。

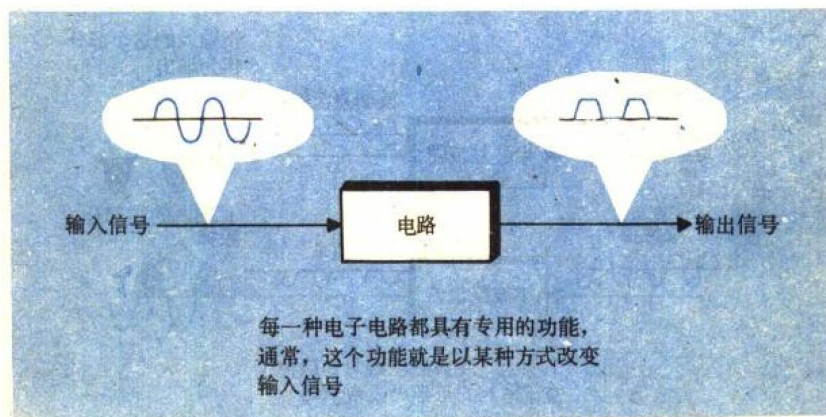


图 1

S910219

2. 电 源

半波整流器

大多数电子设备的基本电源，都是由电力部门或发电机提供的。通常，这种电源都是交流电。读者在本丛书的第三和第四册中将会看到，组成电子电路的基本元件——电子管和晶体管，都要靠直流电源来工作，因此，就必须把交流电变换成直流电。这一变换过程叫做整流，而完成这一过程的电路，就叫做整流器。通常在一种电子设备中，要使用一套单独的整流器，由它来为设备的所有电路提供直流电源。

如图2所示，在整流器的输入端施加一个正弦电压，频率为60Hz，电压为110V。这种电压一般都由供电网提供。经整流器变换后，输出的仅仅是输入电压的正半周，而负半周则被截止掉了。因此，输出就是一个波动的直流电压，波动的频率与输入端交流信号的频率相同。这是整流器供给正电源的工作方式。对于负电源来说，当然是正半周被截止，而让负半周通过。象这样的整流器就叫做半波整流器，这一名称是由该整流器的输出只有半个输入波形而得来的。

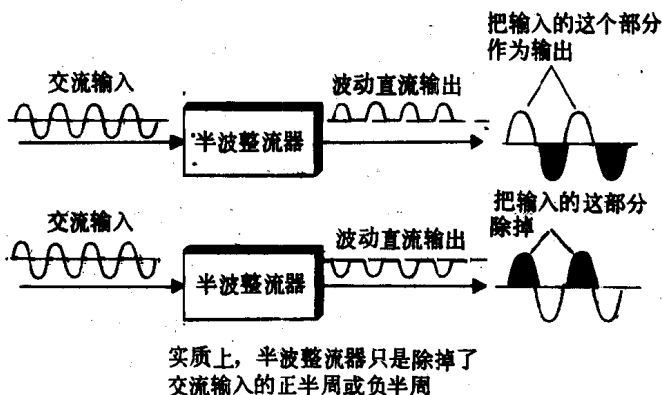


图 2

在图2所示的电路中，整流器要把交流电源变换成波动的直流电源，相对来说，它涉及的是大电流的问题。今后读者还将学到，整流器也可用来使交流信号变成直流信号。在这两种情况下，整流器的作用是一样的，不同的仅是所涉及的电压和电流的大小而已。

全波整流器

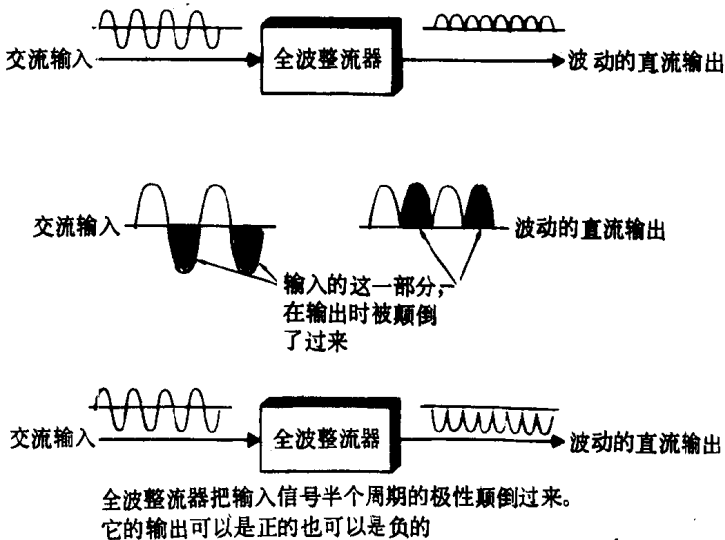


图 3

前页述及的半波整流器存在着一定的缺点。在这些缺点中，首要的就是效率低。其原因是输出功率明显地低于输入的功率，而这又是由于输入信号的半个周期被消除所引起的。使用名为全波整流器的设备，就能够获得高得多的效率。在这类整流器中，没有把任何输入的波形在输出端消除掉，而代替的是有效地颠倒了输入交流正弦波中半个周期的极性。因此，输出就是一个直流波动的电压，其频率为输入正弦波的2倍。图3中的上图，是以正电源为例来说明的。如果是负电源，则要把交流输入的另外半个周期的极性颠倒过来。

对于同样的输入信号，全波整流器能够输送的平均或者有效电压，比相应的半波整流器的要大一倍。然而这两者输出电压的峰值，却都是一样的。因为在输出功率的大小上有差别，所以绝大多数的电子设备都采用全波整流器。而应用半波整流器的绝大部分地方，相对来说对输出功率的要求要小些。

滤波器

整流器的波动直流输出，其振幅在零与某一最大值之间变化。这对绝大多数电子设备的工作要求来说，是不能满意的。它们需要平稳的、没有任何波动的、象电池所提供的那种直流电源。能使整流器的波动输出变成平稳的直流的电路，叫做滤波电路，或者就叫做滤波器。然而滤波器的输出也难于十分稳定，仍然有象波纹似的细微波动。

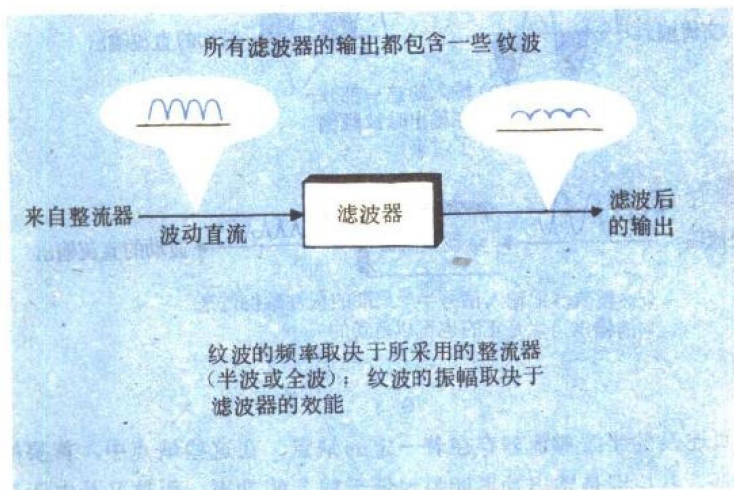


图 4

纹波的特性可以通过频率和振幅来说明。采用半波整流器时，滤波器输出的纹波频率与整流器的输入频率是一致的。采用全波整流器时，纹波的频率是整流器输入频率的 2 倍。滤波器输出电压的最大值和最小值之差，就是纹波峰间振幅的数值。纹波电压的有效值(rms)与滤波器输出电压的有效值的比值，用百分率来表示就叫做纹波的百分比。这样，如果输出电压的有效值为 100 V，而纹波电压的有效值为 1 V，那末纹波的百分比就是

$$\text{纹波百分比} = \frac{E_{\text{纹波}}}{E_{\text{输出}}} \times 100\% = \frac{1}{100} \times 100\% = 1\%$$

纹波电压的百分比，常常用来表示滤波器的品质和效率。纹波的百分比越小，滤波器的输出就越接近于纯净的直流。

稳 压 器

当整流器与滤波器一起使用时，它们就构成了一个基本的电子电源。这两个电路合在一起所起的作用，跟电池是一样的。事实上，在某些场合中，还是经常使用电池来为设备提供直流工作电源的。但是，由于电池本身固有的局限性，所以不能在任何场合都采用它。

电子电源还具有电池的另一个特性，那就是当电路中有电流时，就会在电源内阻上产生电压降。从电源的输出电压中减去的这个电压降，直接正比于取自电源的功率。因此，如果改变取自电源功率的数值，则电源输出电压也将因此而变化。在有些设备中，这种变化是不能容许的，因为它会引起设备的不正常动作。在这种情况下，要采用一种叫做电压稳定器的电路。

图 5 所示为一电压稳定器，简称稳压器。它以串联的方式连接于电源滤波器和供电电路之间。稳压器起着可变电阻器的作用，其阻值随着电源输送功率的变化而自动改变。由于稳压器的作用，使得整流电源的输出电压基本上保持恒定，因而用不着考虑输出功率的变化。常常因为电力线路电压的波动，而使整流电源的输出发生变化。虽然所述及的稳压器会有助于补偿这一变化，但在许多情况下，还是要采用电力线路稳压器的。

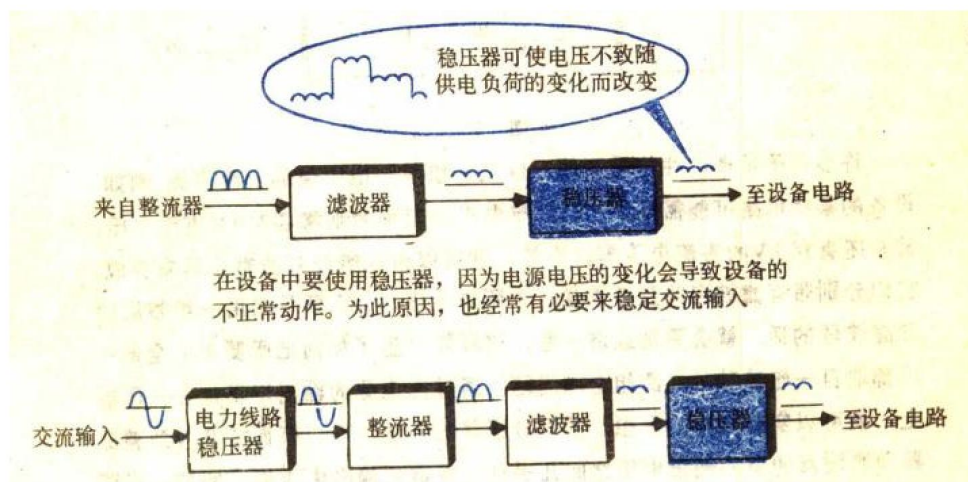
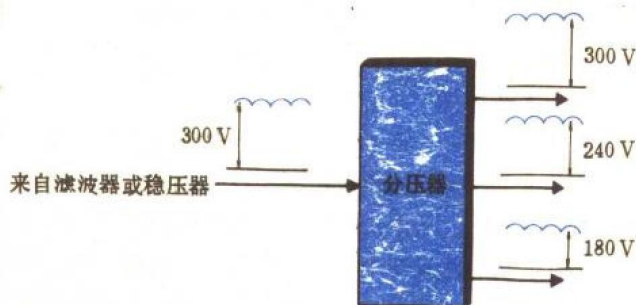


图 5

分 压 器



分压器的输入端接入一个单独的电压，而输出则是二个或多个电压。而且，还可使用一个以上的分压器

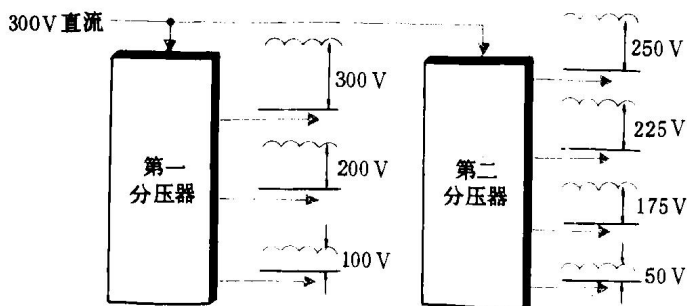
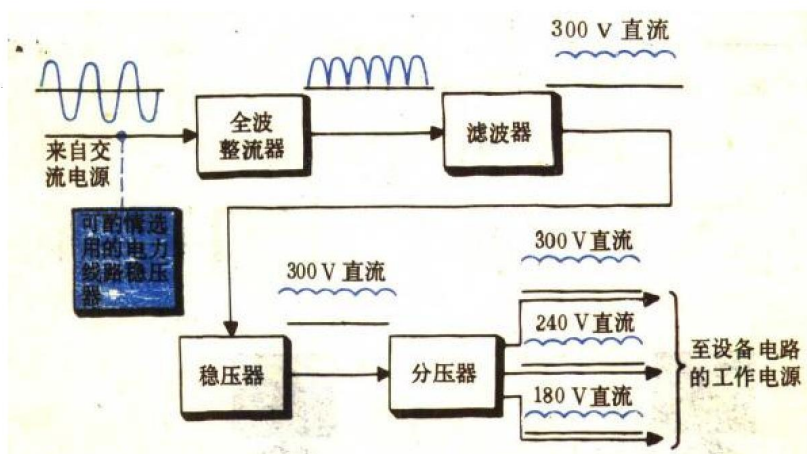


图 6

许多电子设备，往往需要的不仅是一组单一电压值的直流电源。例如，设备的某些电路可能需要300V直流电压，而别的则需要240V直流电压，甚至还有180V的直流电压等。当然，这可以由3组分开的整流器来完成，它们分别带有滤波电路且各输送一个所需电压。然而，要是采用一组整流器和滤波器的话，就会更加经济一些，这样就产生了如何把所要求的全部电压都取自一组单独的电源组合的问题。通过把电源的输出电压加在分压器上，就可以实现这样的设想。采用分压器的办法，可以获得从0V到整流器和滤波器的单一输出电压之间几乎任何特定的输出电压值。例如，若整流器和滤波器产生的输出电压为300V，那么使用一个合适的分压器，就能获得从0~300V之间不同的电压值。

电 源

大家已经知道了构成电子电源的一些主要部分，它们是：整流器、滤波器、稳压器以及分压器。这些部分合在一起，就把输入的交流电源变换为各种平稳的直流输出电压，这个电压可保持恒定而不会受所输送功率的影响。实际上，不是每个电源都必须包括这4个组成部分的。其中，整流器是任何场合都要使用的，滤波器也是需要的。而稳压器和分压器只是当有特殊应用要求时，才是必须采用的。



不是每一种电源都是全部由这些基本单元组成的。有的仅仅有整流器和滤波器，有的则有整流器、滤波器和稳压器，或者是只有整流器、滤波器和分压器

图 7

图7所示为一套完整的电源，它是由4个基本部分组成的。整流器是全波整流器，它把交流输入变换成波动的直流输出。整流器的输出中所包含的纹波，几乎完全要被滤波器滤掉。这样，滤波器的输出就是纹波百分比很低的电压。从实际的效果来看，可以认为滤波器的输出是较纯净的直流。不管用电设备或负载电流发生何种变化，稳压器仍可保持滤波器的总输出电压不变。分压器起到把输出分成若干组直流电压的作用，其中的一个电压就是滤波器的输出电压，而其他的都是较低的电压。这样，分压器的输出就为那些要使用电源的设备提供了工作电源。

3. 振 荡 器

振 荡 器

电子设备内部经常需要产生交流电压。这些电压或用于以某种方式处理信号，或其本身可作为信号来使用。为了方便，书中就把这些交流电压称为信号，用来产生信号的电路叫做振荡器。振荡器的基本功能是把由电源提供的直流电能变换成所需的交流信号，这个信号的特性要根据特定用途而定。振荡器通常根据这些信号的特性来分类，主要类型有两种：一种产生正弦输出信号，另一种产生非正弦输出信号。这两种振荡器的作用都是产生具有规定频率且频率变化维持在要求限度之内的某种连续波形。

振荡器产生连续的正弦或非正弦输出信号

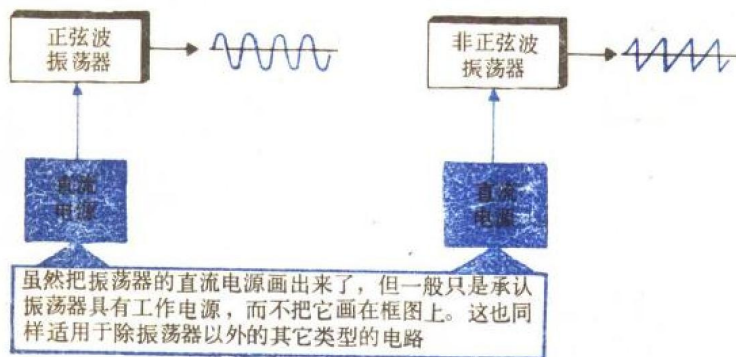


图 8

如果振荡器输出的频率在其工作期间有变化，就说它产生了频率漂移，或者说它工作不稳定。这种情况的发生，既可能是振荡器电路本身引起的，也可能是振荡器和它所连接的其他电路之间的相互作用所致。不论是哪种情况，振荡器输出中的频率漂移都是不希望出现的。以后将学到怎样用各种方法来防止它的出现。

非正弦振荡器，又名发生器。例如，产生锯齿输出波形的振荡器，就叫做锯齿波发生器。而那些产生脉冲的振荡器则叫做脉冲信号发生器。

小 结

□ 整流是把交流电压、电流转换成直流电压、电流的过程。□ 半波整流器将交流输入的正半周或负半周作为它的输出。这种输出是具有和交流输入同样频率的波动的直流电压。□ 全波整流器输送的是交流输入的两个半周。全波整流器输出电压波动的频率，是输入正弦波的 2 倍。□ 全波整流器可以提供的输出平均电压或有效电压，是半波整流器的 2 倍。

□ 滤波器电路能把整流器的波动输出转换成平稳的直流输出。□ 滤波器电路的效率以纹波的百分比来表示。纹波是存在于滤波器输出中的很小的电压波动。□ 纹波百分比，是纹波电压的有效值与滤波器输出电压的有效值的比率用百分率来表示的数量。□ 电源的输送功率发生变化时，稳压器可以保持电源的输出电压恒定。□ 许多稳压器也用来补偿电力网输电线路中的交流电压的波动。

□ 分压器可以由一个单独的电压提供一定数量的不同的电压值。分压器常常跨接在电源的输出端。□ 振荡器可以把直流电转换成所需要的交流信号。□ 振荡器按照它们产生输出信号的类型来分类。它有两种主要的类型，即正弦和非正弦振荡器。□ 如果振荡器在工作过程中，它的输出频率发生了变化，就认为是产生了频率漂移。□ 非正弦振荡器，又常常叫做发生器。

复 习 题

- (1) 画出负电源半波整流器的输入和输出波形。
- (2) 输入频率为 60 Hz 的全波整流器，其输出波动的频率是多少？
- (3) 为什么全波整流器的平均输出电压比半波整流器的高？
- (4) 滤波电路的用途是什么？
- (5) 在滤波电路的输出中，是否希望大的纹波百分比？
- (6) 在电源中，稳压器起什么作用？
- (7) 为什么在电源设备中常常要采用分压器？
- (8) 画出完整的电源组成方框图。
- (9) 什么是振荡器？
- (10) 什么是振荡器的频率漂移，它是所期望的吗？