

(2)mA—V/度倍率选择开关。有“ $\times 0.1$ 、 $\times 1$ 、 $\times 2$ ”3挡,一般置于“ $\times 1$ ”挡。如果置于“ $\times 2$ ”挡,将“mA—V/度”的值再乘以2。

(3)直流平衡调节旋钮。改变Y轴基极电压6挡位置时,放大器对校正信号的“零点”位置不会产生位移。

(4)放大器校正开关。对放大器进行放大倍数及零位的校正,使屏幕Y轴标尺刻度读数准确。

(5)移位旋钮。使波形作上下移动。

3. X轴作用

(1)V/度选择开关。共分19挡,具有4种作用:一是集电极电压,占11挡,范围为 $0.01\text{V/度}\sim 20\text{V/度}$,用以改变放大器的灵敏度;二是基极电压,占6挡,范围为 $0.01\text{V/度}\sim 0.5\text{V/度}$,用以改变放大器的增益;三是基极电流或基极源电压,占1挡;四是外接,占1挡。

信号由后箱板的X(+)、X(-)输入,其灵敏度为 0.1V/度 。

(2)直流平衡调节旋钮/放大器校正开关、移位旋钮。作用与Y轴相同,但只对X轴起作用。

4. 集电极扫描信号

(1)峰值电压范围。分“ $0\text{V}\sim 20\text{V}(10\text{A})$ ”和“ $0\text{V}\sim 200\text{V}(1\text{A})$ ”2挡。当将10A挡改换到1A挡前,应将峰值电压调至零,然后按需要增加,否则易击穿被测管。

(2)极性转换旋钮。用于转换集电极电压的正负极性。共发射极电路,测NPN型管用“+”;测PNP型管用“-”。共集电极电路,“+、-”选用则相反。

(3)峰值电压调节旋钮。可与峰值电压范围调节旋钮配合使用,使扫描电压在 $0\text{V}\sim 20\text{V}$ 或 $0\text{V}\sim 200\text{V}$ 连续可调。

(4)功耗限制电阻。共有16挡,范围为“ $1\Omega\sim 500\Omega$ 与 $1\text{k}\Omega\sim 100\text{k}\Omega$ ”,相当测晶体管时将相应的电阻串联在集电极,限制其功耗,并作为集电极的负载电阻。

5. 基极阶梯信号

(1)级/s开关。共分3挡,范围为“上100,下100、200”,表示每秒钟显示的阶梯级数。

(2)极性选择旋钮。测“NPN”管时,特性曲线应选择“+”;测“PNP”管时,特性曲线应选择“-”。

(3)阶梯作用。分为关、重复、单簇3挡。

①重复。阶梯信号重复加在被测管的发射极或基极上,可直观到被测管的特性曲线,并可供摄影用。

②单簇。每扳动至“单簇”挡1次,可相应输出一级阶梯信号,并出现一条曲线,用来观察被测管的各种极限特性。

(4)串联电阻调节旋钮。测量管子的输入特性时,应将阶梯选择旋钮置于“V/簇”,等于将电阻串联在被测管的输入端;直接进入管子输入端时,应将阶梯选择簇钮置于“mA/簇”。

(5)阶梯选择。共有22挡,具有2种作用。可用来观察和选择管子的输入电流和基极阶梯电压。

(6)零电流/零电压转换开关。当开关置于“零电流”时,被测管的基极开路;置于中间

位置时,阶梯信号加到基极;置于“零电压”时,被测管的基极和发射极间短路。

(7)级/簇调节旋钮。可连续调节 4 级~12 级范围内的阶梯信号。

(8)阶梯调零旋钮。在使用本仪器时,需将阶梯信号先调置“零电位”。

6. 测试平台

(1)测试选择。当旋钮置于 A 或 B 时,可用来观察、分析、比较被测两管的各种同类特性;当置于“关”时,信号不能加到管子上。

(2)晶体管插座。端子、管座各两组。

四、JT-1 型晶体管特性图示仪的使用方法

打开电源,工作指示灯亮,预热 15min,并将各控制旋钮和开关调至所需读测的范围。

1. 晶体三极管的测试

以 NPN 型 3DG6 小功率管为例,测定其特性曲线簇。

(1)输出特性曲线簇的测定。将测试选择旋钮置晶体管 A 挡或 B 挡;接地选择旋钮置于“发射极接地”;晶体管插入选择插孔的相应“极性”的引脚中;X 轴作用置于“2V/度”;Y 轴作用置于“1mA—V/度”;阶梯作用选择开关置于“重复”;阶梯选择旋钮置于“0.01mA/级”;基极阶梯信号的极性选择旋钮置于“+”;集电极扫描信号的极性选择旋钮置于“+”;级/簇调节旋钮置于“10 级”;级/s 选择开关置于“200”;峰值电压调节旋钮置于“0V~20V”;功耗限制电阻选择旋钮置于“1k Ω ”。然后逐渐增加峰值 $U_{CE}=12.5V$ 时,其输出特性曲线簇如图 5-12 所示。

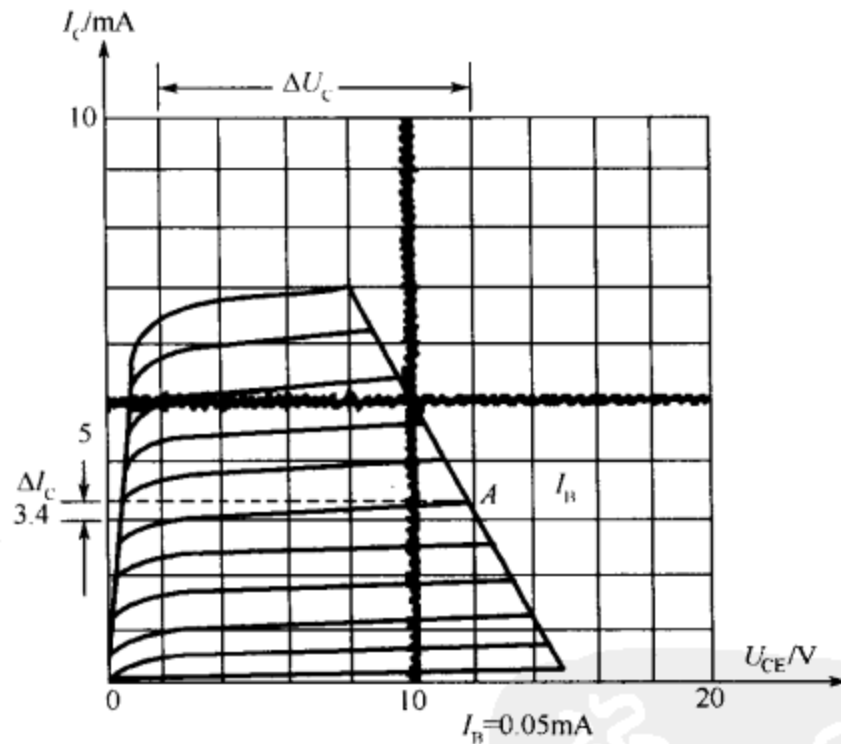


图 5-12 输出特性曲线簇

若这时选择在“A 点”, $I_C = 3.4mA$, $I_B = 50\mu A = 0.05mA$, $U_{CE} = 10V$ 。根据有关公式,A 点的共发射极电路的直流电流放大系数 β (或 h_{FE})为:

$$\beta = I_C / I_B = 3.4 / 0.05 = 68$$

(2)集—发间反向击穿电压特性曲线的测定。将集电极扫描信号的极性选择旋钮置于“+”;基极阶梯信号的极性选择旋钮置于“+”;阶梯作用选择开关置于“关”;接地选择

旋钮置于“发射极接地”；峰值电压范围旋钮置于“0V~200V”。然后将峰值电压由零逐渐加大到 25V 时，临近的击穿电压 $BV_{(EO)}$ 的特性曲线如图 5-13 所示。

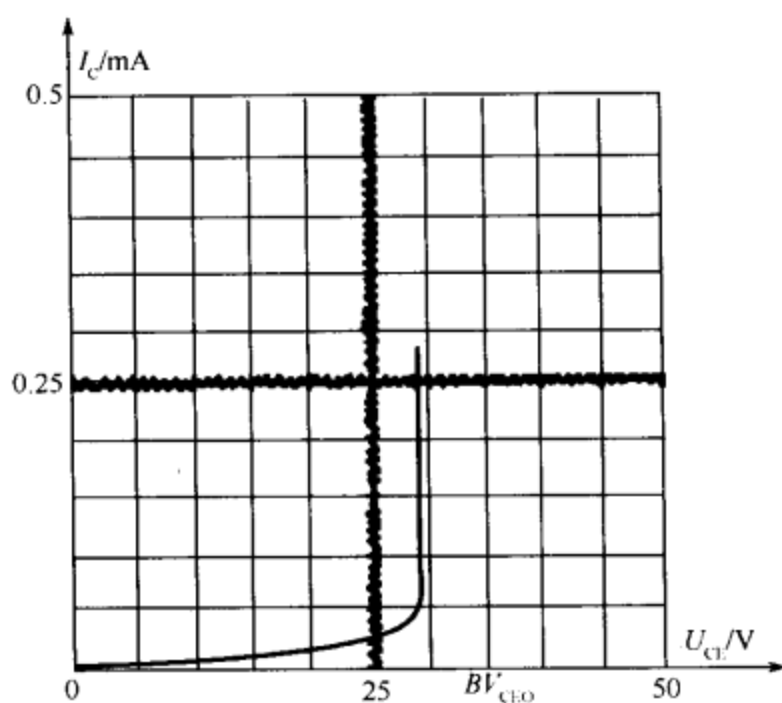


图 5-13 击穿电压 $BV_{(EO)}$ 的特性曲线

从图 5-13 可知，基极开路时，集电极与发射极之间所能承受的最高反向电压为 25V。

2. 晶体二极管的测试

以硅二极管 1N4001 为例，测定其正向特性曲线。将 Y 轴作用置于“0.2mA—V/度”；X 轴作用置于“0.1V/度”；集电极扫描信号的极性选择旋钮置于“+”；阶梯作用选择开关置于“关”；功耗限制电阻选择旋钮置于“1k Ω ”；接地选择旋钮置于“发射极接地”；峰值电压范围调节旋钮置于“0V~20V”；峰值电压从零开始逐渐增加。当峰值电压从 0V~0.5V 时，即硅二极管死区电压约为 A 点电压(0.5V)，超过 A 点电压后，特性曲线接近直线，二极管处于正向导通状态，此时管压降变化不大，硅管为 0.6V~0.7V(见 B 点)，锗管为 0.2V~0.3V。硅二极管正向特性曲线如图 5-14 所示。

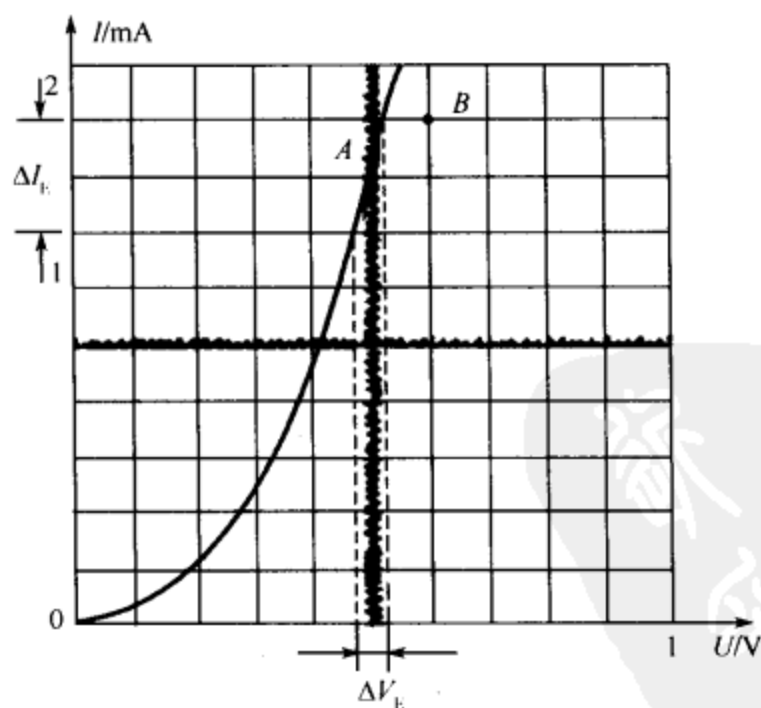


图 5-14 硅二极管正向特性曲线

第六章 信号发生器

能产生各种模拟系统和数字系统调试所需要的激励信号的电子仪器,称为信号发生器,习惯上也称为信号源。信号发生器按输出波形的不同进行分类,可分为正弦波信号发生器、脉冲信号发生器、函数信号发生器、噪声信号发生器等。信号发生器按照频率范围的不同,又可分为低频、视频、高频、甚高频、超高频信号发生器等;本章主要介绍几种常见的低频信号发生器、高频信号发生器、函数信号发生器和电视信号发生器。

第一节 低频信号发生器

低频信号发生器一般指 $1\text{Hz}\sim 1\text{MHz}$ 频段,输出波形以正弦波为主,或兼有方波及其他波形的发生器。由于电路测试的需要,频率也可向下、向上延伸至超低频和高频段。一些老式的低频信号发生器的工作频率范围仅为 $20\text{Hz}\sim 20\text{kHz}$,也称为音频信号发生器。低频信号发生器可用来测量收录机、扩音机、电子仪器、无线电接收机等装置的低频放大器的频率特性。

一、低频信号发生器的基本组成

低频信号发生器的组成一般包括振荡器、放大器、输出衰减器、输出指示电路和电源,如图 6-1 所示。

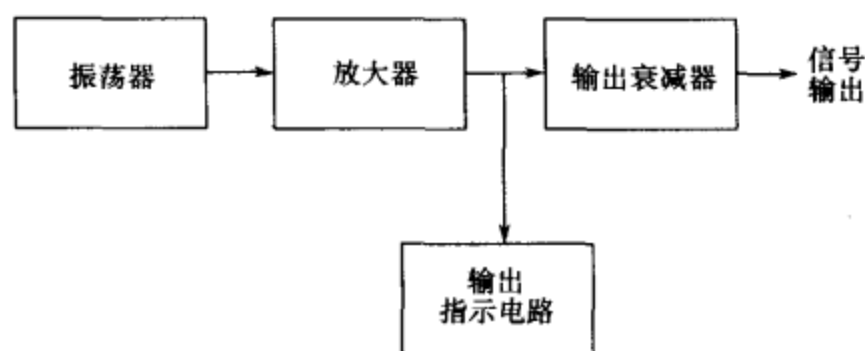


图 6-1 低频信号发生器的组成框图

1. 振荡器

振荡器用来产生低频正弦信号,决定输出频率,其振荡频率范围即为信号发生器的有效频率范围。在通用信号发生器中,振荡器通常使用 RC 振荡器,而其中应用最多的当属文氏桥振荡器。通过改变选频网络的电容器容量来改变频段,调节电位器使同一频段内的频率连续变化。这种振荡器产生的正弦波频率调节方便,可调范围较宽,振荡频率稳定,谐波失真小。

2. 放大器

振荡器产生的信号很弱,因此,必须经过放大器进行放大,以提高信号的能量。

3. 输出衰减器

输出衰减器为被测设备提供所要求的输出信号电压或信号功率,包括调整信号输出电平和输出阻抗的装置。它通常包括衰减器、匹配用阻抗变换器、射级跟随器等电路。

4. 输出指示电路

输出指示电路提供观察输出信号的装置,通常是电压表、功率表、示波器和频率计等。仪器输出特性可根据需要,由输出指示电路显示,并调整到规定的数值。

二、XD-22 型低频信号发生器的使用

XD-22 型低频信号发生器是一种多功能、宽频带的通用测量仪器,它除了产生正弦波信号外,还能产生脉冲信号和逻辑信号(即 TTL 信号、方波)。其面板图如图 6-2 所示。

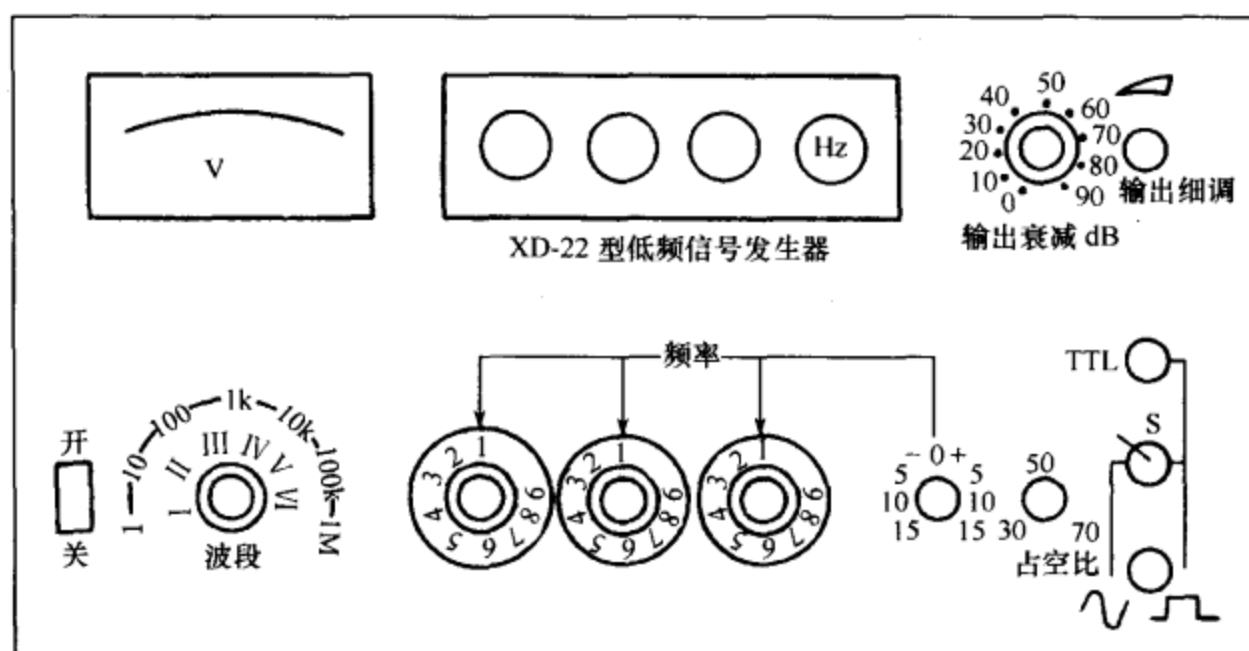


图 6-2 XD-22 型低频信号发生器面板图

XD-22 型低频信号发生器的频率范围为 1Hz~1MHz,共分成了 6 个波段,分别是:

I 波段:1Hz~10Hz;

II 波段:10Hz~100Hz;

III 波段:100Hz~1kHz;

IV 波段:1kHz~10kHz;

V 波段:10kHz~100kHz;

VI 波段:100kHz~1MHz。

低频信号发生器有 3 种输出信号,通过转换开关 S 进行选择。当转换开关 S 置于左边时,下面的输出孔输出正弦波信号,信号幅度大于 6V;当转换开关 S 置于右边时,下面的输出孔输出脉冲信号,信号幅度在 0V~10V 连续可调;上面的输出孔输出逻辑信号(TTL 方波信号),方波高电平幅度为 $4.5\text{V} \pm 0.5\text{V}$,低电平小于 0.3V。

开机前把输出微调旋钮置于最小值处,防止开机时因起振幅度超过正常值,打弯表针;调节波段开关及各个频率转换旋钮至所需频率,频率值由数码管显示。

正弦波信号的输出电压可通过“输出衰减”和“输出细调”旋钮,根据实际需要进行调节。实际输出电压是电压表指示的电压除以被衰减的分贝数对应的电压放大倍数。

例如,把“输出衰减”旋钮置于 10dB 时,指示电压表的读数为 6V,这时的实际输出电

压是多少?

解:根据分贝数 $=20\lg A_v$ (A_v 是电压放大倍数),可得电压放大倍数 $A_v=3.16$ 。

所以,这时实际输出电压为 $6/3.16=1.9(V)$ 。

根据计算,可得出衰减分贝数、电压衰减倍数和实际输出电压关系如表 6-1 所列。

表 6-1 衰减分贝数、电压衰减倍数和实际输出电压关系

衰减分贝数	电压衰减倍数	电压满偏时,实际输出电压	衰减分贝数	电压衰减倍数	电压满偏时,实际输出电压
0	0	6V	50	316	0.019V
10	3.16	1.90V	60	1000	0.006V
20	10	0.60V	70	3160	1.90mV
30	31.6	0.19V	80	10000	0.60mV
40	100	0.06V	90	31600	0.19mV

当输出脉冲信号时,其幅度可由衰减器和微调电位器来调节。脉冲的占空比是指脉冲电压的周期与脉冲宽度之比,调节“占空比”旋钮可以得到不同宽度的脉冲信号。

第二节 高频信号发生器

高频信号发生器是指能产生频率为 $300\text{kHz}\sim 300\text{MHz}$ (允许向外延伸)的正弦信号,具有一种或一种以上调制或组合调制(正弦调制、正弦调频、断续脉冲调制)的信号发生器,也称为射频信号发生器。它为高频电子电路调试提供所需的各种模拟射频信号。

一、高频信号发生器的基本组成

下面以常见的 XFG-7 型高频信号发生器为例进行介绍,其电路组成如图 6-3 所示。

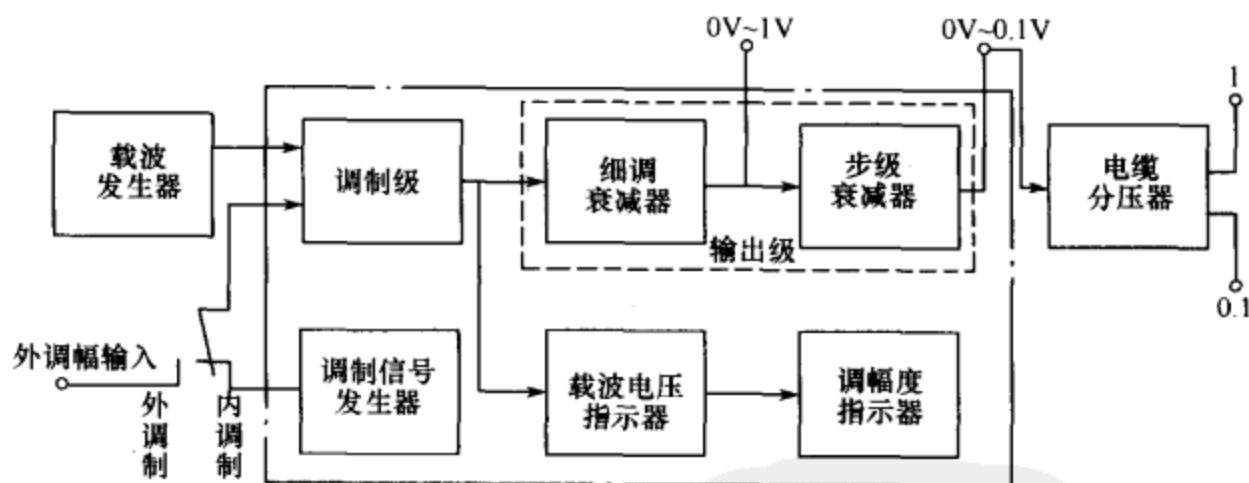


图 6-3 高频信号发生器的组成

高频信号发生器主要包括载波发生器、调制信号发生器、调制级、输出级及电源等组成。

1. 载波发生器

载波发生器也叫高频振荡器,其作用是产生高频等幅正弦波信号。它的频率范围较宽,为 $100\text{kHz}\sim 30\text{MHz}$,分成 8 个波段,并通过可变电容对每个波段频率进行连续调节。

2. 调制信号发生器

调制信号分内调制信号和外调制信号两种。调制信号发生器就是产生内调制信号的,XFG-7 型高频信号发生器产生的内调制信号有 400Hz 和 1000Hz 两种。

3. 调制级

将载波振荡器产生的高频等幅波(载波)与调制信号发生器产生的音频调制信号(400Hz或1000Hz)同时送到调制级后,从调制级输出的就是载有音频信号(400Hz或1000Hz)的调制波了。调制波分调频波和调幅波,XFG-7型的调制级输出的是调幅波。对调幅波来说,有个调幅度(或叫调幅系数)的概念,调幅度 M 可由下式表示,即

$$M = \frac{\Delta U}{U} \times 100\%$$

式中: ΔU 表示已调幅波电压幅度的变化量; U 表示载波电压的幅度值,如图6-4所示。XFG-7型高频信号发生器的调幅度为0~100%。调幅度这个百分数大,表示这个信号发生器的功率大、性能好。在具体使用时,可根据情况来调幅度的大小。

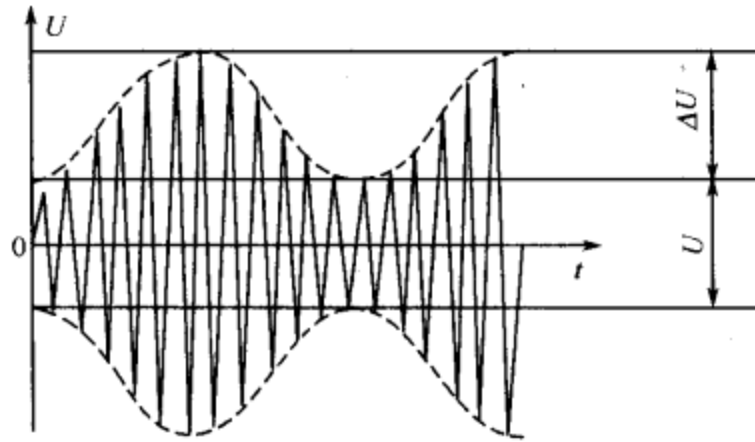


图6-4 调幅波

4. 输出级

输出级的作用是对调制信号进行放大和滤波,在此基础上通过衰减器对输出电平进行较大范围的调节和输出阻抗的变换,以适应各种不同的需要。

输出级的后面还有一个“电缆分压器”,这不是信号发生器的一个组成部分,而是仪器带的1根输出用电缆线,其上带有分压器,所以叫“电缆分压器”。电缆分压器是为了获得更小的输出电压用的,分压器的分压比是1:1和1:10,即对应于电缆接线柱上标有“1”和“0.1”字样,经1:10分压后,在“0.1”处可以得到最小输出电压0.1 μ V。

二、XFG-7型高频信号发生器的使用

1. 性能指标

(1)频率范围。100Hz~30MHz,共分8个频段。

(2)频率刻度误差。 $\pm 1\%$ 。

(3)输出阻抗与输出电压。在“0V~0.1V”插孔中,接有分压电阻的电缆终端输出为接点“1”,输出电阻为40 Ω ,输出电压1 μ V~100000 μ V连续可调。接点“0.1”输出电阻为8 Ω ,输出电压0.1 μ V~10000 μ V连续可调。在“0V~1V”插孔中,开路输出电压为0V~1V连续可调,输出电阻为400 Ω 。

(4)调制频率。

内调制:400Hz、1000Hz。

外调制:载波频率为100kHz~400kHz时,由50Hz~400Hz进行外调制;载波频率