

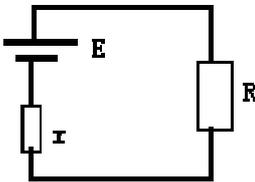
阻抗匹配的基本原理

右图中 R 为负载电阻，r 为电源 E 的内阻，E 为电压源。由于 r 的存在，当 R 很大时，电路接近开路状态；而当 R 很少时接近短路状态。显然负载在开路及短路状态都不能获得最大功率。

$$P = I^2 R = \left(\frac{E}{R+r} \right)^2 R$$
$$= \frac{E^2}{4r + \frac{(R-r)^2}{R}}$$

根据式：

从上式可看出，当 $R=r$ 时式中的 $\frac{4r + \frac{(R-r)^2}{R}}$ 式中分母中的 $(R-r)$ 的值最小为 0，此时负载所获取的功率最大。所以，当负载电阻等于电源内阻时，负载将获得最大功率。这就是电子电路阻抗匹配的基本原理。



串、并联谐振电路的特性

一. 串联谐振电路：当外来频率加于一串联谐振电路时，它有以下特性：

1. 当外加频率等于其谐振频率时其电路阻抗呈纯电阻性，且有最少值，它这个特性在实际应用中叫做陷波器。
2. 当外加频率高于其谐振频率时，电路阻抗呈感性，相当于一个电感线圈。
3. 当外加频率低于其谐振频率时，这时电路呈容性，相当于一个电容。

二. 并；联谐振电路：当外来频率加于一并联谐振电路时，它有以下特性：

1. 当外加频率等于其谐振频率时其电路阻抗呈纯电阻性，且有最大值，它这个特性在实际应用中叫做选频电路。
2. 当外加频率高于其谐振频率时，电路阻抗呈容性，相当于一个电容。
3. 当外加频率低于其谐振频率时，这时电路呈感性，相当于一个电感线圈。

所以当串联或并联谐振电路不是调节在信号频率点时，信号通过它将会产生相移。（即相位失真）

电子恒流源

爱好电子技术的朋友可能在翻阅一些电子书刊时常看到“恒流源这个名词，那么什么是恒流源呢？顾名思义恒流源就是一个能输出恒定电流的电源。图 5 中的 r 是电源 E 的内阻，RL 为负载电阻 根据欧姆定律 流过 RL 的电流为 $I = E / (r + R)$ 如果 r 很大如 500K，那么此时 RL 在 1K---10K 变化时，I 将基本不变（只有微小的变化）因为 RL 相对于 r 来说太微不足道了，此时我们可以认为 E 是一个恒流源。为此我们推论出：恒流源是一个电源内阻非常大的电源。

在电子电路中（如晶体管放大器电路）我们常需要一些电压增益较大的放大

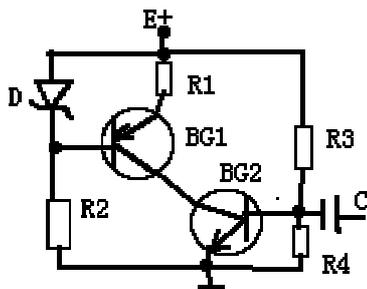


图6

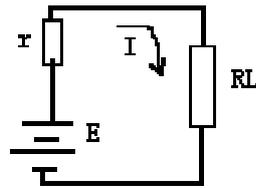


图5

器，为此常要将晶体管集电极的负载电阻设计得尽量大，但此电阻太大将容易使晶体管进入饱和状态，此时我们可利用晶体三极管来代替这个大电阻，这样一来既可得到大的电阻，同时直流压降并不大，图6所示。

图中稳压管 D 和电阻 R2 组成的稳压电路用来偏置 BG1 的工作点，并保证工作点的稳定（BG2 为放大管）。从晶体管的输出特性可知，集电极---发射极电压 V_{EC} 大于 1---2V 时，特性曲线几乎是平的，即 V_{EC} 变化时， I_C 基本不变，也就是说，晶体管 BG1 的输出电阻非常大（几百千欧以上），图中由于 BG1 的电流基本恒定，所以称 BG1 是 BG2 的恒流负载。由于具有恒流源负载的放大器因其负载电阻大，故这种放大电路具有极大的电压增益，实际上在很多集成电路内部均采用这种电路。

串联型稳压电源

串联型稳压电路是最常用的电子电路之一，它被广泛地应用在各种电子电路中，它有三种表现形式。

1. 如图1所示，这是一种最简单的串联型稳压电路（有些书称它是并联型稳压电路，我个人始终认为应是串联型稳压电路），电阻 R_L 是负载电阻， R 为稳压调整电阻有叫限流电阻， D 为稳压管。这种电路输出的稳压值等于 D 的标称稳压值，其工作原理是利用稳压管工作在反向击穿的特性来实现的。图2是稳压管的伏安特性曲线，从此曲线中我们看到反向电流在一定范围内大幅变化时其端点的电压基本不变。当 R_L 变小时，流过 R_L 的电流增加，但流过 D 的电流却减少，当 R_L 变大时，流过 R_L 的电流减少，但流过 D 的电流却增大，所以由于 D 的存在使流过 R 的电流基本恒定，在 R 上的压降也基本不变，所以使其输出的电压也基本保持不变。

当负载要求较大的输出电流时，这种电路就不行了，这是因为在此时 R 的阻值必须减少，由于 R 的减少就要求 D 有较大的功耗，但因目前一般的稳压管的功耗均较小，所以这种电路只能给负载提供几十毫安的电，彩电 30V 调谐电压通常都以这种电路来取得。

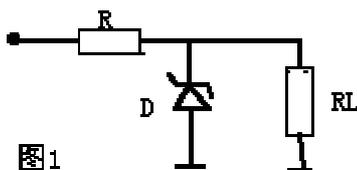


图1

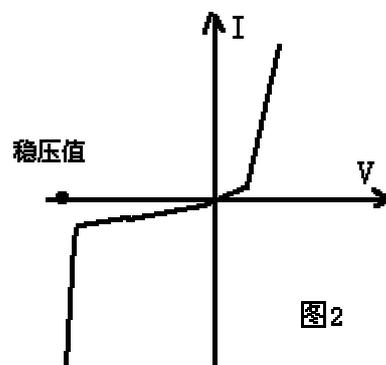
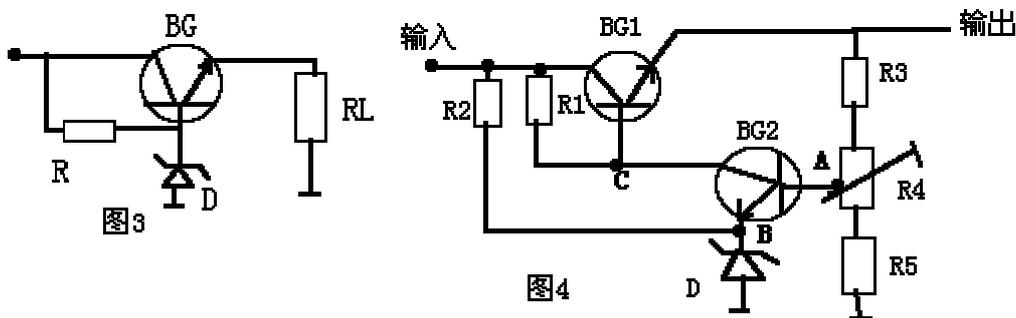


图2

2. 如图 3 所示，这种电路是针对上面所说电路的缺点而改进的电路，与第一种电路不同的是将电路中的 R 换成晶体管 BG，目的是扩大稳压电路的输出电流。我们知道，BG 的集电极电流 $I_C = \beta I_b$ ， β 是 BG 的直流放大系数， I_b 是晶体管的基极电流，比如现在要向负载提供 500mA 的电流，BG 的 $\beta = 100$ ，那末电路只要给 BG 的基极提供 5mA 的电流就行了。所以这种稳压电路由于 BG 的加入实际上相当于将第一种稳压电路扩充了 β 倍，另外由于 BG 的基极被 D 嵌定在其标称稳压值上，因此这种稳压电路输出的电压是 $V_O = V_D - 0.7V$ ，0.7V 是 BG 的 B、E 极的正偏压降。

在实际应用中，我们常常对不同的电路提供不同的供电电压，即要求稳压电源



的输出电压可调，为此出现了第三种形式的串联形稳压电路。

3. 第二种稳压电路虽能提供较大的输出电流，但其输出电压却受到稳压管 D 的制约，为此人们将第二种电路稍作改动，使之成为输出电压连续可调的串联型稳压电源。基本电路如图 4 所示，从电路中我们可看出，此电路较第二种电路多加了一只三极管和几只电阻，R2 与 D 组成 BG2 的基准电压，R3，R4，R5 组成了输出电压取样支路，A 点的电位与 B 点的电位进行比较（由于 D 的存在，所以 B 点的电位是恒定的），比较的结果有 BG2 的集电极输出使 C 点电位产生变化从而控制 BG1 的导通程度（此时的 BG1 在电路中起着可变电阻的作用），使输出电压稳定，R4 是一个可变阻器，调整它就可改变 A 点的电位（即改变取样值）由于 A 点的变化，C 点电位也将变化，从而使输出电压也将发生变化。这种电路其输出电压灵活可变，所以在各种电路中被广泛应用。

关于 $db\ \mu V$ 、 dbm 、 dbw

在有线电视技术中我们常常遇到几个信号参数的量值，这几个量值是对数单位---分贝（db）。用分贝表示是为了便于表达、叙述和运算（变乘除为加减）。

分贝是表征两个功率电平比值的单位，如 $A = 10 \lg P_2/P_1 = 20 \lg U_2/U_1 = 20 \lg I_2/I_1$ 。分贝制单位在电磁场强计量测试中的用法有如下三种：

1、表示信号传输系统任意两点间的功率（或电压）的相对大小。如一个 CATV 放大器，当其输入电平为 70db μ V 时，其输出电平为 100db μ V，也就是说放大器的输出相对于输入来说相差 30db，这 30db 是放大器的增益。

2、在指定参考电平时可用分贝表示电压或电场强的绝对值，此参考电平通称为 0db。如定义 1 μ V=0db μ V、1mW=0dbm、1mV=0dbmV。例如，现有一个信号 A 其电平为 3db μ V，换算成电压的表示方式为： $3=20\lg A/1 \mu V$ 、 $A=2 \mu V$ ，即这个 3db μ V 的信号电压为 2 μ V。

3、用分贝表示电压或场强的误差大小，如 $30 \pm 3db$ 。

通常 db 是表征电路损耗、增益的量值；dbmV 和 db μ V 是表征信号的相对电平值，由于 1mV=1000 μ V，所以有 0dbmV=60lg10=60db μ V。例如，信号电平是 70db μ V，用 dbmV 表示是 70-60=10dbmV；dbm 和 dbw 是表征信号的相对功率值，由于 1W=1000mW，所以有 0dbW=30lg10=30dbm，例如光功率为 9dbm，换算成功率率的单位（瓦）有： $9=10\lg x$ ， $x=7.9mW$ 。

功率与电平的换算（dbm 与 db μ V 的换算）：

在很多情况下，我们手里都只有一台场强计，它的量值单位通常是 db μ V，但在一些高频功率放大器中往往只给出输出信号的功率值，为此要将功率值换算成电平值，对于 50 欧阻抗的信号源来说，当其输出功率为 1mW(0dbm)时，其端电压输出应为 $U=50P-E^2 \times 1000000=223606.7978 \mu V$ ，用分贝表示是： $20\lg 223606.7978=107db \mu V$ 。也就是说 0dbm 的 50 欧信源的输出电平为 107db μ V。

例如 1：— 50 欧的高频功率放大器其输出功率为 50dbm，求其输出电平，有： $107+50=157db \mu V$ 。

例如 2：某 50 欧接收设备其最小接收功率为 -90dbm，求其最小接收电平，有： $107-90=17db \mu V$ 。

50 系统 dbm、db μ V、瓦换算表

功率 (dBm)	电平 (db μ V)	功率 (瓦)	功率 (dBm)	电平 (db μ V)	功率 (瓦)
+53	160	200w	0	107	1.0mw
+50	157	100w	-1	106	.80mw
+49	156	80w	-3	104	.50mw
+47	154	50w	-7	100	.20mw
+46	153	40w	-10	97	.10mw
+43	150	20w	-20	87	.01mw
+40	147	10w	-27	80	
+37	144	5w	-30	77	.001mw
+33	140	2w	-		
+30	137	1.0w	-		

+29	136	800mw		-		
+27	134	500mw		-		
+26	133	400mw		-		
+23	130	200mw		-		
+20	127	100mw		-		
+17	124	50mw		-		
+13	120	20mw		-		
+10	117	10mw		-		
+7	114	5mw				
+3	110	2.0mw				

交流电的最大值与有效值

我们知道，交流信号是时间的函数，它的幅度是随时间而变化的，在变化的过程中所出现的最大瞬间值叫交流电的最大值。

有效值是指交流电在一个周期内所做的功与直流电所做的功等效这一观点来定义的。例如：一个交流电源接上一个电阻 R ，产生的电流为 i ，那么在一个周期 T 内的平均功率是： $P_{\sim} = \frac{1}{T} \int_0^T i^2 R dt$ ，流过同一个电阻 R 的直流电电流 I 的功率为 $P_{-} = RI^2$ ，如果 $P_{\sim} = P_{-}$ ，那么这个交流电流的有效值在数值上就等于这个直流电流。

同样，交流电压在一个周期内的平均功率是： $P_{\sim} = \frac{1}{T} \int_0^T u i dt$ ，直流电功率是 $P_{-} = UI$ ，如 $P_{\sim} = P_{-}$ ，那么 U_{\sim} 的有效值在数值上就等于这个直流电压。即：

根据上面推算，交流电的电压有效值与其最大值之间存在的关系，即最大值是有效值的倍。这就是为什么 220V 交流电通过整流后其输出的直流电压为 311V 了（滤波电容起着峰值保持的作用）。

有效值与最大值的概念很重要，因为我们现在所使用的大多数仪表的读数都是有效值，在某些场合就容易忽略了最大值对电路的影响。如一个标称功率为 2W 的扬声器，2W 指的是它的有效值功率，在音频范围内，功率的最大值（称峰值功率）通常是有效值的 5 倍左右，所以此扬声器可与最大值功率 10W 的扩音机配接，如果扩音机的输出功率过大就会损坏扬声器了。

最大值 U_m 与有效值 U 之比 U_m/U 称为峰值因子，正弦波的峰值因子是 $\sqrt{2}$ ，用 db 表示 $20Lg \sqrt{2} = 3db$ 。

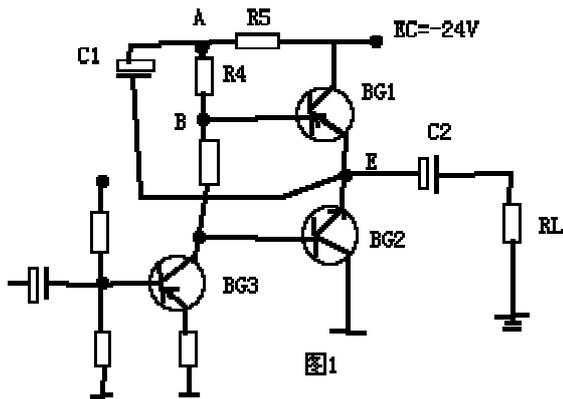


图1

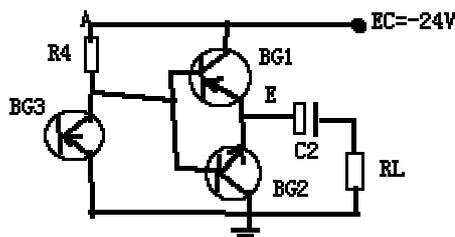


图2

OTL 中的自举电容

图 1 是一个典型的 OTL 电路，电路中的 C1 称为自举电容。它在电路中作用如何？为分析方便将图 1 简画成图 2。

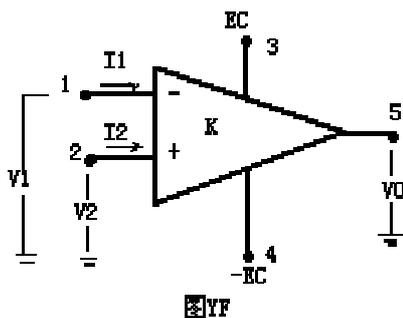
图 2 的电路中是没有 C1 的情况，在功放中各级的放大管总是考虑充分利用的，即在输入信号 U1 的作用下，放大管工作在接近饱和与截止。此时从充分利用输出管的角度出发。希望 BG1 的集电极饱和此时 $V_{CE1}=0.5-1V$ 左右，故 E 点电位 $V_E=-(24-V_{CE1})$ ，因 V_{CE1} 饱和压降非常小，可忽略不计所以 $V_E=-24V$ 。当 U1 负半周达峰时，则 BG1 截止，BG2 导通并接近饱和此时 V_E 接近为 0 伏，那么负载 RL 得到的高流电压平均峰值

为 12V。

上述是理想情况下的情形，但实质上图 2 电路是做不到的，当 BG1 饱和时， $|V_E|$ 不可能达到 V_1 。这是因为 BG1 实质上是一个发射极输出器，所以 $V_E = V_B$ ，当 BG1 导通时它的发射极流入负载的电流增大，从而使 $|V_B|$ 减小，因此 $|V_E|$ 就不可能达到 24V，这样 RL 的平均峰值电压将小于 12V。

从以上分析可知，最简单的解缺办法是用一个比 24V 高的电源电压来给 BG1 供电。这样由于 A 点电压的提高， $|V_B|$ 也就提高了。于是放大器的输出电压幅度也有条件增加。电路中利用图 1 中的 C1 和 R5 可在不增加供电电压的条件下

来提高 A 点的电位，其原理如下：在静态时 $V_A=-(24-I_{C3} \cdot R_5) = -24V$ ，而 $V_E=EC/2=-12V$ ，那么电容 C1 上的电压 V_{C1} 就是 V_A 和 V_E 之差是 12V。因此电容 C1 被充电到 12V。当加入信号 U1，BG3 导通时 V_E 从 -12V 向更负方向变化（这是因为 BG1 开始导通）即 $|V_E|$ 增加，由于 A 点电位 $V_A=-(V_{C1}+|V_E|)$ 因此随着 $|V_E|$ 增加， $|V_A|$ 也自动增加。例如当 $|V_E|$ 变到 24V 时， $|V_A|$ 可达 $12+24=36V$ ，这就相当于 A 点由一个 36V 的电源供电一样。电阻 R5 的作用是把 A 点和电源 EC



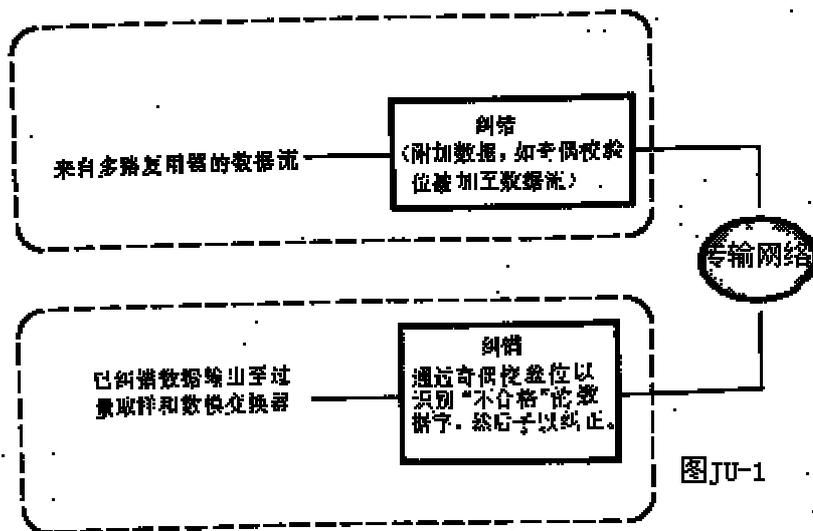
图YF

隔开，这样 A 点电压增加才有条件。

由上可知，利用 C1 可把 A 点电位 $|V_A|$ 自动提高故电容 C1 我们叫做自举电容。

集成运放器的基本特性

图 YF 是集成运放的符号图，1、2 端是信号输入端，5 是输出端，3、4 是工作电压端，在实际中还有调零端，频率补偿端和偏置端等辅助端。在输入端中标有“+”号的是同相端，标有“-”号的是反相端，当信号从同相端输入



图JU-1

时，输出信号和输入信号同相，反之则反。集成运算放大器的输入电路均都是采用差分放大器。它的输入信号电压和输出信号电压的关系是 $V_0 = K(V_2 - V_1)$ ，式中 K 是运算放大器的放大倍数， K 是非常大的，可达几十万倍，这是运放大器和差分放大器的

的区别，而且集成运算放大器的两个输入端对地输入阻抗非常高，一般达几百千欧到几兆欧，因此在实际应用中，常常把集成运算放大器看成是一个所谓“理想运算放大器”，其有两个基本特性：1、输入阻抗为 ∞ ；2、增益为 ∞ 。根据这两个条件可以作出以下推论：1、输入电流 I_1 、 I_2 都为 0，这是因为其输入阻抗为 ∞ 的原因；2、因为 $K = \infty$ 又根据输入和输出端的关系 $V_2 - V_1 = V_0 / K$ ，所以认为运放器的两个输入端的电位差为零。

数字信号的纠错

数字信号在传输的过程中，由于干扰或通道特性变坏等原因，都有可能使得传输的数字信号出错（误码），因此纠错是提高数字传输质量的一个必不可少的过程。

那么，纠错是如何进行的？图 JU-1 给出了纠错的全过程。模拟信号经过模/数变换后，将附加的数据（如奇偶校验位）加于数据流之中，在接收端通过奇偶校验位来发现有错误的数字字（也即通过对附加的数据进行鉴别来识别出有错误的数字字），并给以纠正。纠正错的方法有静噪、保持前边的字、线性内插三种。

1、静噪

当发生差错并被识别出来时，有关电路将在出差错的这一点上终端电路的传输，即用静噪来解决，如图 JU-2 所示。静噪只是在纠错过程起作用，并且通常是在连续发生差错的情况下采用。

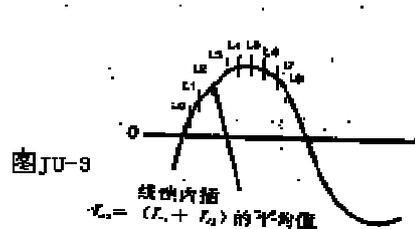
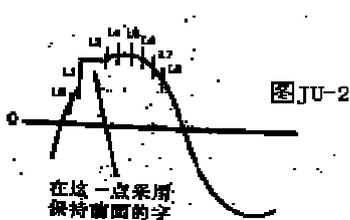
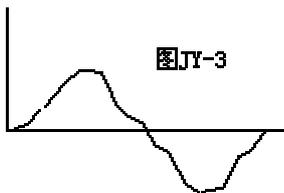
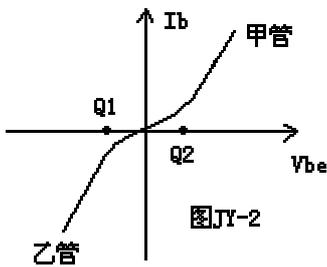
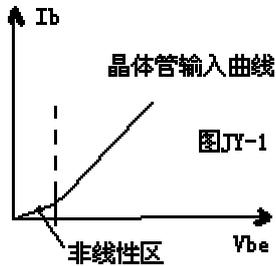
2、保持前边的字

数字处理电路通常使用了大量的存储电路，用于在处理数字信号时能对这些数据信号进行一个短暂时间的连续记忆，这样当发现有一个“可疑”的数字字时，便可用最靠近它的前一个数据来替代，如图 JU-3 所示。用前边的数字字来替代有错误的数字字其结果与未发生差错的数据相比，误差很少（因相关性），所以这种纠错方法是合理的。所以保持前边字是一种可接受的纠错方法。

3、线性内插

线性内插能够进一步改善上面的纠错方法。所谓线性内插就是取差错字的前一个数据字与后一个数据字的平均值，并用此值去替代这个差错字，显然这

种方法可得到更精确的纠错。



数据信号的交织处理

交织是一种极复杂的过程，是对纠错过程的补充，交织的基本原理是将数字基带信号按已定义了规则进行“搅乱”，在接收端解调后再将这些“搅乱”的数据信号按相反的规则重新排列，使之恢复出原始的次序。

交织的过程是通过一组延时器来实现的，延时量是取样周期的整数倍。延时器由随机存储器（RAM）构成。交织时将数据按严格的规定顺序写入 RAM 中；去交织时再按相反的顺序从 RAM 中读出。

推换电路中的“交越”失真

图 JY-1 是晶体管输入特性曲线，从图中我们可看出它的起端是非线性的，在推换电路中晶体管工作在乙类状态（零偏置），因两管输入信号相差 180 度相位，那么两管喝起来的输入特性曲线如图 JY-2 所示。如果两管的工作点在 0

点 ($V_{be}=0V$) 时, 由于输入特性曲线的起端是非线性的, 所以当输入信号较少时, 输出波形就会引起失真如图 JY-3 所示, 我们称这种失真为交越失真。

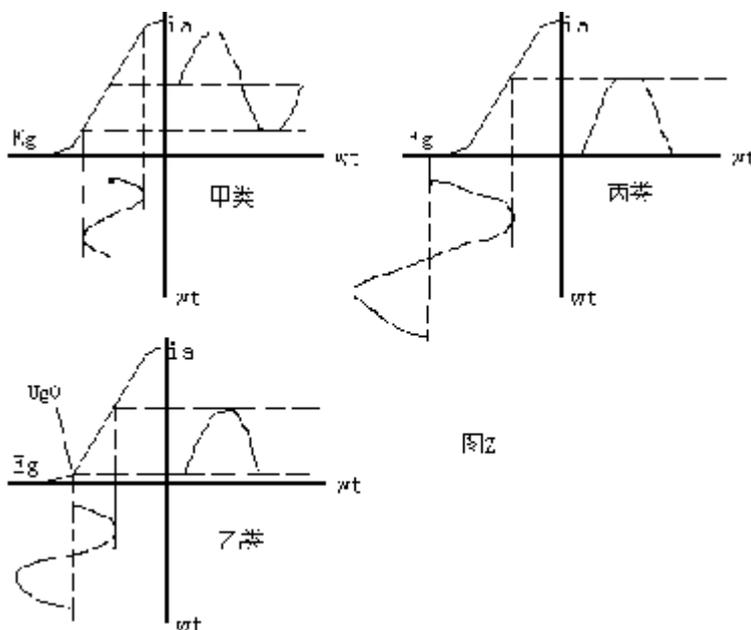
如果我们给两管一定的正向偏置电压 V_{be} , 就可避开输入特性曲线的非线性部分, 如图 JY-2 的 Q1 和 Q2 点, 这样就可解决了交越失真的问题了。在一般情况下, 将上下两管的静态工作电流调为 6-8mA 就可避免交越失真的发生。

电子管的三种工作状态

电子管放大器的工作状态决定于放大器栅极电路中所加栅偏压 E_g 的大小, 见图 Z, 改变栅偏压 E_g , 阳极电流中的直流分量就要发生变化。当栅极偏压 E_g 等于截止栅压 U_{g0} 的一半时, 在交流信号变化的整个周期内均有阳极电流流过, 阳极的直流分量最大, 失真最小, 可是效率最低, 这种工作状态我们称甲类工作状态。它适宜于对失真指标要求较高的放大器。

当栅极电压等于截止栅压 U_{g0} 时, 这时只有在栅极交流信号的正半周内才有阳极电流。这种工作状态叫乙类工作状态, 在此状态下可获得较高的工作效率, 多用于低频推挽式放大电路。

若栅偏压较截止栅压还小的话, 此时只有在栅极输入信号的正半周部分时间内才有阳极电流, 这种是丙类状态, 此种状态效率最高, 但失真也最大。适宜于一些倍频电路的应用。

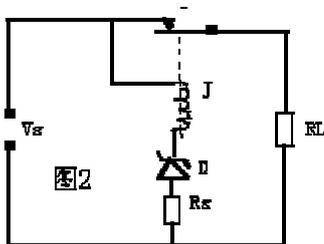


图Z

稳压二极管

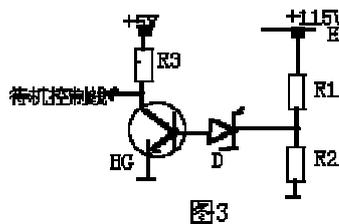
稳压二极管(又叫齐纳二极管)它的电路符号是:  此二极管是一种直到临界反向击穿电压前都具有很高电阻的半导体器件. 在这临界击穿点上, 反向电阻降低到一个很少的数值, 在这个低阻区中电流增加而电压则保持恒定, 稳压二极管是根据击穿电压来分档的, 因为这种特性, 稳压管主要被作为稳压器或电压基准元件使用. 其伏安特性见图 1, 稳压二极管可以串联起来以便在较高的电压上使用, 通过串联就可获得更多的稳定电压.

稳压管的应用:

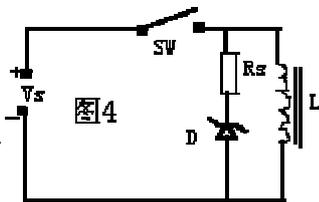


1、浪涌保护电路(如图 2): 稳压管在准确的电压下击穿, 这就使得它可作为限制或保护之元件来使用, 因为各种电压的稳压二极管都可以得到, 故对于这种应用特别适宜. 图中的稳压二极管 D 是作为过压保护器件. 只要电源电压 VS 超过二极管的稳压值 D 就导通, 使继电器 J 吸合负载 RL 就与电源分开.

2、电视机里的过压保护电路(如图 3): EC 是电视机主供电电压, 当 EC 电压过高时, D 导通, 三极管 BG 导通, 其集电极电位将由原来的高电平(5V)变为低电平, 通过待机控制线的控制使电视机进入待机保护状态.

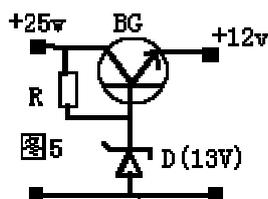


3、电弧抑制电路如图 4: 在电感线圈上并联接入一只合适的稳压二极管(也可接入一只普通二极管原理一样的话, 当线圈在导通状态切断时, 由于其电磁能释放所产生的高压就被二极管所吸收, 所以当开关断开时, 开关的电弧也就被消除了. 这个应用电路在工业上用得比较多, 如一些较大功率的电磁吸控制电路就用到它.



控制电路就用到它.

4、串联型稳压电路(如图 5): 在此电路中, 串联稳压管 BG 的基极被稳压二极管 D 钳定在 13V, 那么其发射极就输出恒定的 12V 电压了. 这个电路在很多场合下都有应用

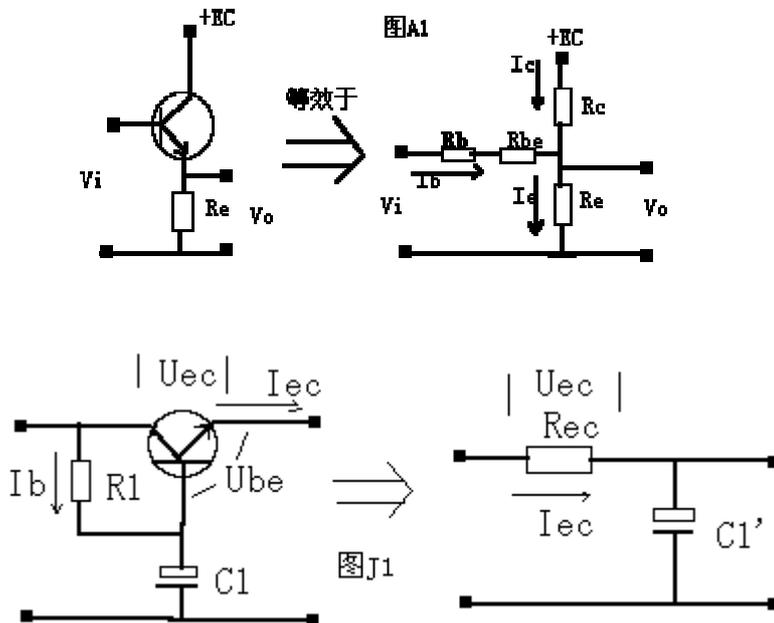


晶体管射随电路

在很多的电子电路中, 为了减少后级电路对前级电路的影响和有些前级电路的输出要求有较强的带负载能力(即要求输出阻抗较低)时, 要用到缓冲电路, 从而达到增强电路的带负载能力和前后级阻抗匹配, 晶体管射随器就是一种达到上述功能的缓冲电路。

晶体管射随电路实际上是晶体管共发电路, 它是晶体三极管三大电路形式之一(共基电路、共集电路、共发电路), 它的电路基本形式如图 A1 所示。

根据图 A1 的等效电路可知, 发射极电流 $I_e = I_b + I_c$ 又因为 $I_c = \beta I_b$ (β 是晶体管的直流放大系数) 所以 $I_e = I_b + \beta I_b = I_b(1 + \beta)$, 又根据电路回路电压定律: $V_i = I_b(R_b + R_{be}) + I_e R_e = I_b(R_b + R_{be}) + I_b(1 + \beta)R_e$ (R_b 是晶体管基极电阻, R_{be} 是基极与发射极之间的电阻, 由于 R_b 和 R_{be} 较少可忽略, 那么 $V_i = I_b(1 + \beta)R_e$, 根据欧姆定律, 电路的输入阻抗为 $V_i / I_b = I_b(1 + \beta)R_e / I_b = R_e(1 + \beta)$ 。从此式可见电路的输入阻抗是 R_e 的 $1 + \beta$ 倍, 电路的输出阻抗等于 R_c 与 R_e 的并联总阻抗。经上述分析得出结论: 晶体管射随电路具有较高的输入阻抗和较低的输出阻抗。



晶体管电子滤波器

在很多电子电路中, 特别是一些小信号放大电路, 其电源往往会加入一级晶体管电子滤波器, 其电路结构如图 J1, 设图的右边是一个与电子滤波效果一样的普通 RC 滤波电路, 则它们有以下关系:

图的左边 $U_{ec} = I_b R_1 + U_{eb} = I_b R_1$

因为 $I_{ec} = \beta I_b$ (β 为晶体管的直流放大系数)

所以有 $U_{ec} = (I_{ec} / \beta) R_1$

图的右边 $U_{ec} = R_{ec} I_{ec}$ 由于左右图互等效所以有

$R_{ec} I_{ec} = (I_{ec} / \beta) R_1$ 得 $R_{ec} = R_1 / \beta$

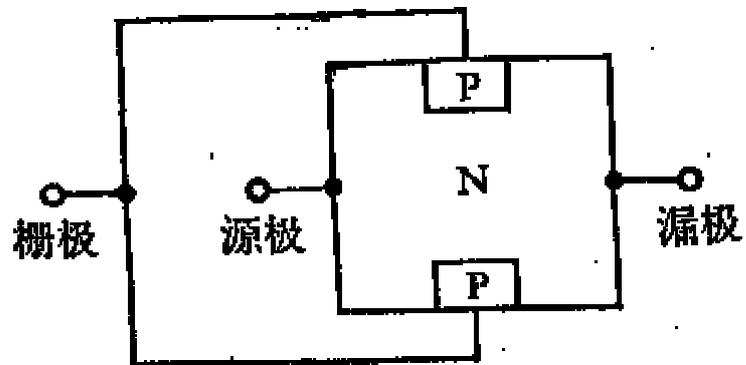
两滤波器的滤波性能一般用 R 与 C 的乘积来衡量, 所以有:

$R_1 C_1 = R_{ec} C_1' = (R_1 / \beta) C_1'$

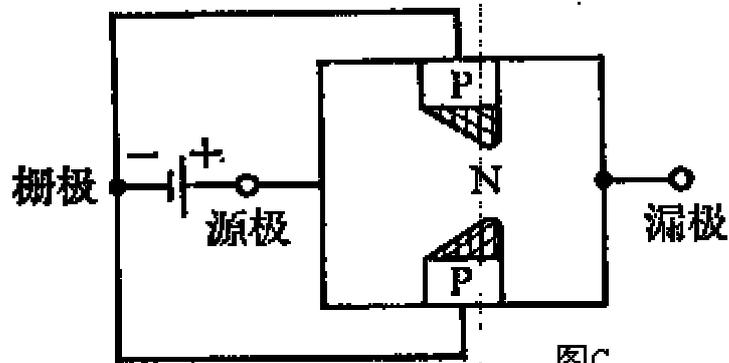
$C_1 = C_1' / \beta$

由上式可知, 电子滤波器所需的电容 C_1 比一般 RC 滤波器所需电容少 β 倍。打个比方设晶体管的

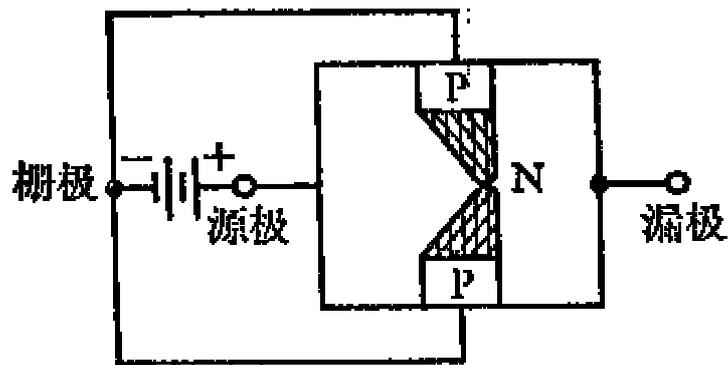
直流放大系数 $\beta = 100$, 如果用一般 RC 滤波器所需电容容量为 $1000 \mu\text{F}$, 如采用电子滤波器那么电容只需要 $10 \mu\text{F}$ 就满足要求了.



(a)



(b)



(c)

图C

场效应管

现在越来越多的电子电路都在使用场效应管, 特别是在音响领域更是如此, 场效应管与晶体管不同, 它是一种电压控制器件(晶体管是电流控制器件), 其特性更象电子管, 它具有很高的输入阻抗, 较大的功率增益, 由于是电压控制器件所以噪声小, 其结构简图如图 C-a.

场效应管是一种单极型晶体管, 它只有一个 P-N 结, 在零偏压的状态下, 它是导通的, 如果在

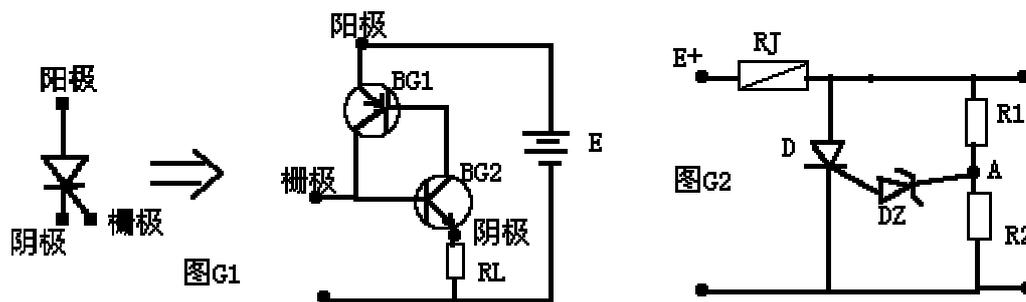
其栅极(G)和源极(S)之间加上一个反向偏压(称栅极偏压)在反向电场作用下 P-N 变厚(称耗尽区) 沟道变窄,其漏极电流将变小,(如图 C1-b),反向偏压达到一定时,耗尽区将完全沟道"夹断",此时,场效应管进入截止状态如图 C-c,此时的反向偏压我们称之为夹断电压,用 V_{po} 表示,它与栅极电压 V_{gs} 和漏源电压 V_{ds} 之间可近以表示为 $V_{po}=V_{ps}+|V_{gs}|$,这里 $|V_{gs}|$ 是 V_{gs} 的绝对值.

在制造场效应管时,如果在栅极材料加入之前,在沟道上先加上一层很薄的绝缘层的话,则将会大大地减小栅极电流,也大大地增加其输入阻抗,由于这一绝缘层的存在,场效应管可工作在正的偏置状态,我们称这种场效应管为绝缘栅型场效应管,又称 MOS 场效应管,所以场效应管有两种类型,一种是绝缘栅型场效应管,它可工作在反向偏置,零偏置和正向偏置状态,一种是结型栅型效应管,它只能工作在反向偏置状态.

绝缘栅型场效应管又分为增强型和耗尽型两种,我们称在正常情况下导通的为耗尽型场效应管,在正常情况下断开的称增强型效应管.增强型场效应管特点:当 $V_{gs}=0$ 时 I_d (漏极电流)=0,只有当 V_{gs} 增加到某一个值时才开始导通,有漏极电流产生.并称开始出现漏极电流时的栅源电压 V_{gs} 为开启电压.

耗尽型场效应管的特点,它可以在正或负的栅源电压(正或负偏压)下工作,而且栅极上基本无栅流(非常高的输入电阻).

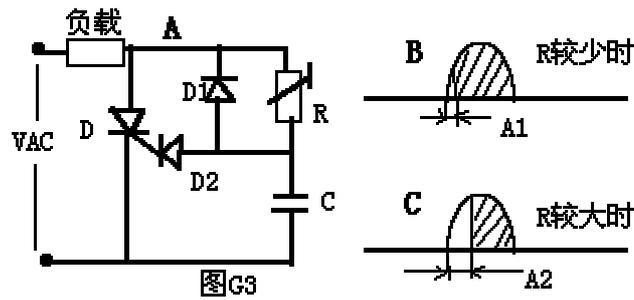
结型栅场效应管应用的电路可以使用绝缘栅型场效应管,但绝缘栅增强型场效应管应用的电路不能用结型栅场效应管代替.



可控硅二极管

可控硅在自动控制控制,机电领域,工业电气及家电等方面都有广泛的应用.可控硅是一种有源开关元件,平时它保持在非道通状态,直到由一个较少的控制信号对其触发或称“点火”使其道通,一旦被点火就算撤离触发信号它也保持道通状态,要使其截止可在其阳极与阴极间加上反向电压或将流过可控硅二极管的电流减少到某一个值以下.

可控硅二极管可用两个不同极性(P-N-P和N-P-N)晶体管来模拟,如图 G1 所示.当可控硅的栅极悬空时,BG1 和 BG2 都处于截止状态,此时电路基本上没有电流流过负载电阻 R_L ,当栅极输入一个正脉冲电压时 BG2 道通,使 BG1 的基极电位下降,BG1 因此开始道通,BG1 的道通使得 BG2 的基极电位进一步升高,BG1 的基极电位进一步下降,经过这一个正反馈过程使 BG1 和 BG2 进入饱和道通状态.电路很快从截止状态进入道通状态,这时栅极就算没有触发脉冲电路由于正反馈的作用将保持道通状态不变.如果此时在阳极和阴极加上反向电压,由于 BG1 和 BG2 均处于反向偏置状态所以电路很快截止,另外如果加大负载电阻 R_L 的阻值使电路电流减少 BG1 和 BG2 的基电流也将减少,当减少到某一个值时由于电路的正反馈作用,电路将很快从道通状态翻转为截止状态,我们称这个电流为维持电流.在实际应用中,我们可通过一个开关来短路可控硅的阳极和阴极从而达到可控硅的关断.



应用举例

可控硅在实际应用中电路花样最多的是其栅极触发回路,概括起来有直流触发电路,交流触发电路,相位触发电路等等。

1. 直流触发电路:如图 G2 是一个电视机常用的过压保护电路,当 E+电压过高时 A 点电压也变高,当它高于稳压管 DZ 的稳压值时 DZ 道通,可控硅 D 受触发而道通将 E+短路,使保险丝 RJ 熔断,从而起到过压保护的作用。

2. 相位触发电路:相位触发电路实际上是交流触发电路的一种,如图 G3,这个电路的方法是利 用 RC 回路控制触发信号的相位。当 R 值较少时,RC 时间常数较少,触发信号的相移 A1 较少,因此负载获得较大的电功率;当 R 值较大时,RC 时间常数较大,触发信号的相移 A2 较大,因此负载获得较少的电功率。这个典型的电功率无级调整电路在日常生活中有很多电气产品中都应用它。

什么叫压缩倍频程

视频信号的频率范围为 50HZ--6.5MHZ,共有 18 个倍频程($50 \times 2 \times 2 \times 2 \dots$),按照磁带的重放特性,每提高一个倍频程信号电平上升 6DB,那么视频信号的动态范围就是 $6 \times 18 = 108\text{DB}$,这远远超出磁带的动态范围.为此要记录视频信号就要压缩倍频程,在录象机中是采用将视频亮度信号进行调频记录方式,通过控制调制指数使 FM 的频偏在 1.1MHZ--7.8MHZ 内,这样使倍频程减少到少于 3,因而适应磁带记录动态范围的要求。

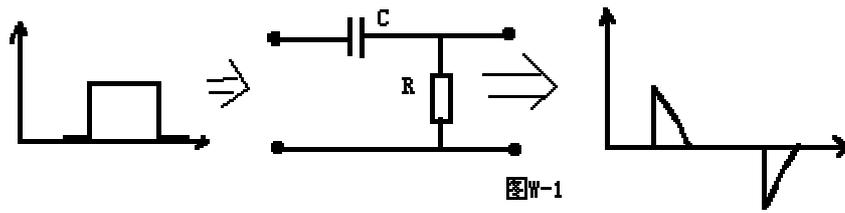
电路的响应

电路的工作状态有两种:一种是稳定状态、一种是暂时状态或叫暂态。在具有电容、电感的电路中,当电路的工作条件发生变化时,由于储能元件储能的变化,电路将从原来的稳定状态经历一定时间变换到新的稳定状态,这一变换过程称为过渡过程,电路的过渡过程通常是很短的,所以又称暂态过程。

根据电路的激励(电路中发生电流、电压的起因)通过对电路的暂态分析来得到电路的响应(受激励的作用在电路中所引起的电流与电压称为响应),由于激励和响应都是时间的函数,所以这种分析有叫时域分析。

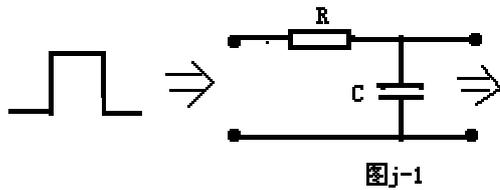
微分电路

电路结构如图 W-1,微分电路可把矩形波转换为尖脉冲波,此电路的输出波形只反映输入波形的突变部分,即只有输入波形发生突变的瞬间才有输出。而对恒定部分则没有输出。输出的尖脉冲波形的宽度与 $R \times C$ 有关(即电路的时间常数), $R \times C$ 越小,尖脉冲波形越尖,反之则宽。此电路的 $R \times C$ 必须远远少于输入波形的宽度,否则就失去了波形变换的作用,变为一般的 RC 耦合电路了,一般 $R \times C$ 少于或等于输入波形宽度的 1/10 就可以了。



积分电路

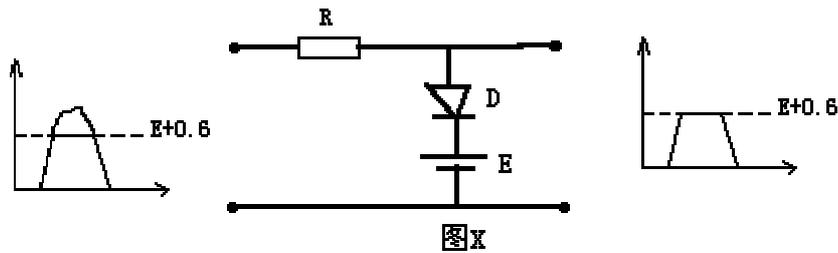
电路结构如图 J-1，积分电路可将矩形脉冲波转换为锯齿波或三角波，还可将锯齿波转换为



抛物波。电路原理很简单，都是基于电容的冲放电原理，这里就不详细说了，这里要提的是电路的时间常数 $R \cdot C$ ，构成积分电路的条件是电路的时间常数必须要大于或等于 10 倍于输入波形的宽度。

限幅电路

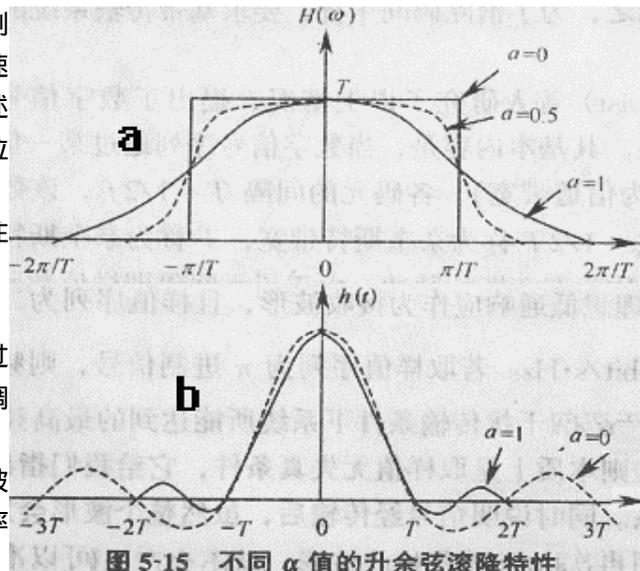
图 X 是一个限幅电路，在输入端没信号输入时由于二极管 D 反向连接，所以输出电压为零。当有脉冲信号输入时，如果这个脉冲的幅度足以电压源 E 时，D 就导通，这样电路将输出脉冲的最大值限制在 $E+0.6$ 上（0.6 是 D 的正向导通压降），也即 $E+0.6$ 是此限幅器的门限电压。



数字通信中的数据传输速率、波特率、符号率

在数字通信中的数据传输速率与调制速率是两个容易混淆的概念。数据传输速率（又称码率、比特率或数据带宽）描述通信中每秒传送数据代码的比特数，单位是 bps。

当要将数据进行远距离传送时，往往是将数据通过调制解调技术进行传送的，即将数据信号先调制在载波上传送，如 QPSK、各种 QAM 调制等，在接收端再通过解调得到数据信号。数据信号在对载波调制过程中会使载波的各种参数产生变化（幅度变化、相位变化、频率变化、载波的有或无等，视调制方式而定），波特率是描述数据信号对模拟载波调制过程中，



载波每秒中变化的数值，又称为调制速率，波特率又称符号率。在数据调制中，数据是由符号组成的，随着采用的调制技术的不同，调制符号所映射的比特数也不同。符号又称单位码元，它是一个单元传送周期内的数据信息。如果一个单位码元对应二个比特数（一个二进制数有两种状态 0 和 1，所以为二个比特）的数据信息，那么符号率等于比特率；如果一个单位码元对应多个比特数的数据信息（ m 个），则称单位码元为多进制码元。此时比特率与符号率的关系是：比特率 = 符号率 $\times \log_2 m$ ，比如 QPSK 调制是四相位码，它的一个单位码元对应四个比特数据信息，即 $m=4$ ，

则比特率 = $2 \times$ 符号率，这里“ $\log_2 m$ ”又称为频带利用率，单位是：bps/hz。

另外已调信号传输时，符号率（SR）和传输带宽（BW）的关系是： $BW = SR (1 + \alpha)$ ， α 是低通滤波器的滚降系数，当它的取值为 0 时，频带利用率最高，占用的带宽最小，但由于波形拖尾振荡起伏大（如图 5-15b），容易造成码间干扰；当它的取值为 1 时，带外特性呈平坦特性，占用的带宽最大是为 0 时的两倍；由此可见，提高频带利用率与“拖尾”收敛相互矛盾，为此它的取值一般不小于 0.15。例如，在数字电视系统，当 $\alpha = 0.16$ 时，一个模拟频道的带宽为 8M，那么其符号率 = $8 / (1 + 0.16) = 6.896 \text{ Mbps}$ 。如果采用 64QAM 调制方式，那么其比特率 = $6.896 \times \log_2 64 = 6.896 \times 6 = 41.376 \text{ Mbps}$ 。