

图 1 二极管包络检波电路

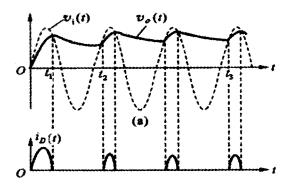


图 2 输出电压和电流波形

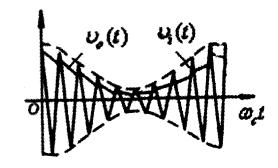


图 3 调幅波包络检波波形

1.2 检波器的性能指标

检波效率 η_d : 是检波器输出电压与输入电压幅度的比值,即 $\eta_d = \frac{v_{\rm CM}}{M_d V_{\rm im}} = \frac{v_o}{V_{\rm im}} = \cos\theta \approx 1$,其值为 η_d 小于 1,而近似等于 1,实际电路当中 η_d 在 80% 左右,当 R 足够大时, $\theta \to 0$, $\cos\theta \to 1$ 。即检波效率 η_d 接近于 1 这是包络检波的主要优点 [3]

等效输入阻抗 R_i : 检波电路相当于一个负载,此负载就是 检波电路的输入电阻 R_i ,它定义为输入高频电压振幅对二极管 电流中基波分量振幅值比。根据输入检波电路的高频功率与检波 负载所获得的平均功率近似相等。即根据功率守恒定律可得

输入功率为
$$\frac{{V_{im}}^2}{2R_i} = P_i$$
 输出功率为 $\frac{{V_{av}}^2}{R_L} = \frac{(\eta_a V_{im})^2}{R} = P_o$

$$\frac{V_{im}^2}{2R_i} \approx \frac{(\eta_d V_{im})^2}{R_i}$$
 所以 $R_i \approx \frac{R}{2}$

极大信号二极管的输入电阻约等于负载电阻的一半,由于二极管的输入电阻的影响,使输入谐振回路的Q值降低,消耗一些高频功率。这是二极管检波器的主要缺点。

2 非线性失真的分析

二极管包络检波器工作在大信号检波状态下时,具有理想的 线性解调性能,输出电压能够不失真的反映输入调幅波的包络变 化规律。但是如果电路元件参数选择不当,将会出现惰性失真和 负峰切割失真。

2.1 惰性失真

产生的原因:它是在调幅波包络下降时,由于时间常数 RC 太大(图中时间 f_1 $-f_2$ 内)电容 C 的放电速度跟不上输入电压包络的下降速度。这种非线性失真是由于 RC 太大引起的,所以称为惰性失真。如图 4 所示

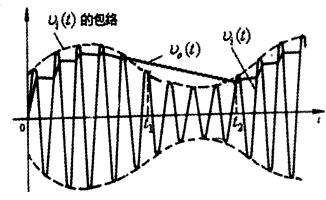


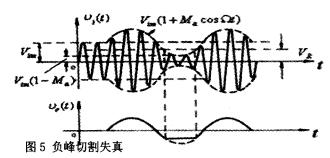
图 4 失真波形图

包络下降的速度与调制信号频率 Ω 和调幅系数 m_a 有关,即 Ω 越高 , m_a 越大,包络下降速度越快,惰性失真越严重。为避免惰性失真必须减小 RC 值,即 $\sqrt{1-m_a^2}$

2.2 负峰切割失真

在实际电路中要求隔直电容 C_C 比较大,即电容对低频信号阻抗很小,这样检波电路对于低频的交流负载变为 $R_L^{'} \approx R_L \square R$ 而直流负载仍然为R,且 $R_L^{'} < R$ 。当检波电路输入为单

频调制的调幅信号如图 5 所示



如调幅系数 m_a 比较大时,就有可能使输出的低频电压在负峰值被削平,根据实验分析 R',

 $\frac{R_L'}{R} \ge m_{a\max}$

就可以避免失真。 $m_{a_{\max}}$ 为多频调制时的最大调幅系数,因此当调幅系数 $m_{a_{\max}}$ 一定, R_L 越大,R 越小,负峰切割失真就越不容易发生。

3 实例分析

如图 6 某收音机二极管检波器的实际电路

3.1 检波二极管的选择

为了提高检波电压传输系数,应选用正向导通电阻和极间电容小(或最高工作频率高)的晶体二极管。为了克服导通电压的影响,一般都需外加正向偏置,提供(20 ~ 50) 以 静态工作点电流,具体数值由实验确定。[4]

3.2 RC和C的选择

从提高检波电压传输系数和高频滤波能力考虑, R_L 应尽可能大。工程上,要求它的最小值满足下列条件

$$R_L C = \frac{5 \sim 10}{\omega_c}$$

从避免惰性失真考虑,允许 $R_{L}C$ 的最大值满足下列条件

$$R_L C \le \frac{\sqrt{1 - M_{a_{\max}}^2}}{\Omega_{\max} M_{a_{\max}}}$$

工程分析时,取 $R_L C\Omega_{\max} \le 1.5$ 即可。因此 $R_L C$ 可选用的数值范围由下式确定 $\frac{5 \sim 10}{\omega_c} \le R_L C \le \frac{1.5}{\Omega_{\max}}$

4 结论

二极管包络检波电路是从调幅波中还原原调制信号的重要 方法之一,只要选择合适的电路参数能够获得非常理想的调制信 号。

参考文献

- [1] 通信原理(第六版) 樊昌信 曹丽娜 主编 国防工业出版社
- [2] 高频电子线路(第二版) 胡宴如 主编 高等教育出版社
- [3] 高频电子线路(第三版)张肃文 陆兆熊 主编 高等教育出版社
- [4] 信号与系统(第二版)郑君里 应启珩 杨为理 主编 高等教育出版社

作者简介

姓名:常亮 性别:男 出生年月:1977年7月 民族:汉族 籍贯:辽宁辽阳人 学历:本科 职称:讲师 研究方向:电气

