

二极管包络检波电路原理及失真探究

常亮

(渤海船舶职业学院, 辽宁葫芦岛 125000)

摘要: 输出电压直接反映高频调幅包络变化规律的检波电路称为包络检波电路, 它只适用于普通调幅波的检波。本文采用二极管和低通滤波器串联组成的二极管包络检波电路对调幅波进行检波并得到原调制信号, 从而实现振幅调制信号的解调, 其中对包络检波电路所带来的惰性失真和负峰切割失真进行深入研究

关键词: 包络检波电路; 惰性失真; 负峰切割失真

Study on principle and distortion of diode envelope detection circuit

Chang Liang

(Bohai Shipbuilding Vocational College Liaoning Huludao 125000)

Abstract: Output voltage is directly reflect the variation of amplitude envelope detection circuit of high-frequency called envelope detection circuit, it is only suitable for the ordinary amplitude modulation wave detection. This paper adopts the diode V and RC low pass filter is composed of diode envelope detection circuit on the wave amplitude demodulation and get the original modulation signal, so as to realize the demodulation of amplitude modulation signal, wherein the negative peak and caused by the distortion of envelope detection circuit inert cutting distortion in-depth study.

Keywords: Envelope detection circuit; Inert Distortion; Negative Peak Clipping Distortion

0 引言

自从无线电技术问世以来, 它对人类生活和社会生产带来了非常深刻的影响。随着科学技术的发展无线电电子学已广泛用于军事、国民经济和日常生活各个领域, 技术水平也越来越高。通信是无线电技术应用最早的方面, 利用空间电磁波作为载体通过发送设备和接收设备实现信号的传输, 这种过程叫做信号的调制与解调。调制是用待传输的基带信号去控制高频载波某个参量的过程, 而解调是调制的逆过程, 是从已调波还原原调制信号。本文重点研究信号的解调这一部分。[1]

1 二极管包络检波电路

1.1 工作原理

二极管包络检波电路如图 1 所示, 它由二极管 V_D 和 RC 低通滤波器串联组成, 一般要求信号的输入幅度在 $0.5V$ 以上, RC 电路有两个作用: 一是滤除检波电流中的高频分量。二是作

为检波器的负载; 在两端产生解调输出的原调制信号电压; 当输入信号 V_i 为一角频率为 ω_C 的调幅波时, 在 V_i 正半周内, 二极管导通, 向电容充电, 因二极管的正向导通电阻为 r_D , 且 $r_D \ll R$, 所以充电时间常数为 $r_D C$; 在 V_i 负半周内, 二极管截止, 电容 C 通过电阻 R 放电, 放电时间常数为 RC 。由于 $r_D \ll R$, 所以每个周期内, 二极管导通时电容 C 充电很快, 而截止时电容 C 放电很慢, 输出电压 V_o 将在这种不断充电放电过程中逐渐增长如图 2 所示。由于负载的反作用, 只有 $V_i > V_o$ 时二极管才导通, 所以随着 V_o 的逐渐增大, 二极管每个周期的导通时间逐渐减小, 而截止时间逐渐增大。当电容 C 的充电时间等于放电时间, 充放电就达到了动态平衡。输出电压 V_o 便稳定地做锯齿状等幅波动, 且变化规律与输入调幅信号的包络变化规律相同, 从而实现了调幅信号的解调。如图 3 所示 [2]

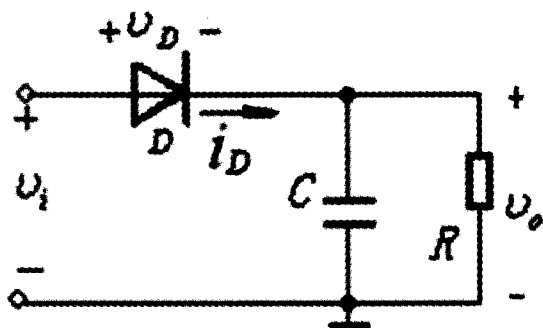


图1 二极管包络检波电路

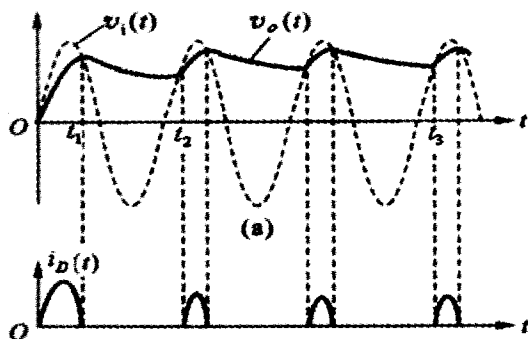


图2 输出电压和电流波形

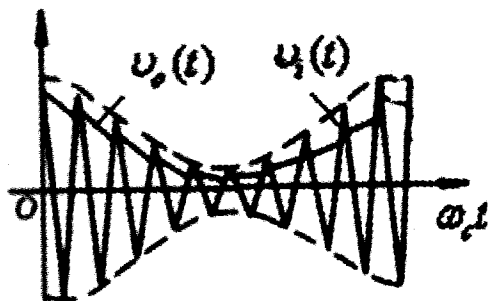


图3 调幅波包络检波波形

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 $\eta_d = \frac{V_{om}}{M_a V_m} = \frac{V_o}{V_m} = \cos \theta \approx 1$ ，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， $\theta \rightarrow 0$ ， $\cos \theta \rightarrow 1$ 。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

$$\text{输入功率为 } \frac{V_{im}^2}{2R_i} = P_i$$

$$\text{输出功率为 } \frac{V_{av}^2}{R_L} = \frac{(\eta_d V_{im})^2}{R} = P_o$$

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

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 t_1-t_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

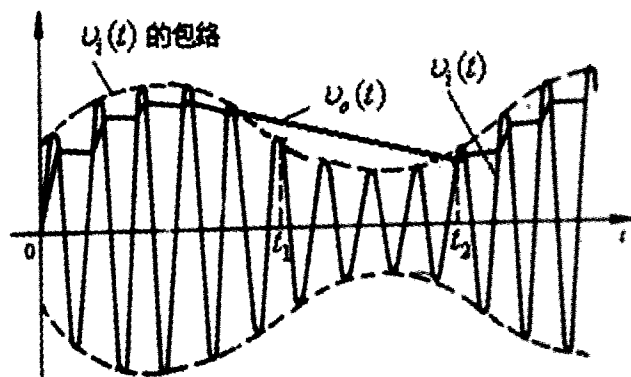


图4 失真波形图

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

$$RC \leq \frac{\sqrt{1-m_a^2}}{\Omega m_a}$$

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 $R_L' \approx R_L \parallel R$ 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

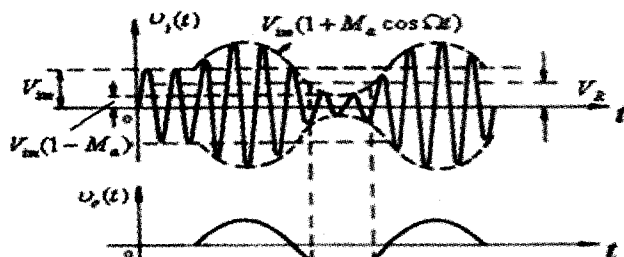


图5 负峰切割失真

