

通信电子线路

目录

绪论

SECTION 1

非线性电子线路的作用

利用器件的非线性完成振荡、频率变换等功能的电路统称为非线性电子线路。非线性电子线路分为 3 类：功率放大器、振荡器、调制解调器

电磁波的传播方式：

1. 沿地表 1.5MHz $\lambda > 200\text{m}$
2. 电离层反射 1.5MHz 30MHz $10\text{m} < \lambda < 200\text{m}$ （传播距离、时间最长）
3. 沿直线传播波 30MHz 以上 $\lambda < 10\text{m}$

无线通信系统由发射装置、接收装置和传输媒质组成。

发射装置包括：换能器、发射机、发射天线。

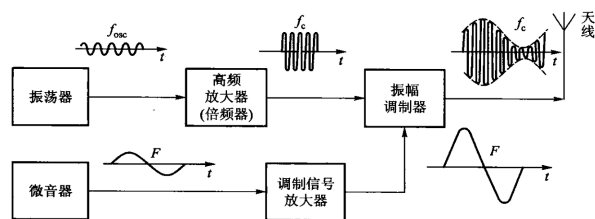


图 1. 采用调幅方式的发射机组成框图

接收装置包括：接收天线、接收机、换能器

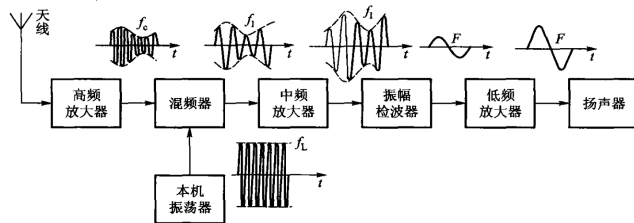


图 2. 采用调幅方式的接收机组成框图（超外差式）

调制有调幅、调频、调相三种，调频和调相统称为调角。携带有信息的电信号称为调制信号，未调制的高频振荡信号称为载波信号。经过调制后的高频振荡信号称为已调波信号。

解调是调制的逆过程，将已调波信号变换为携带信息的电信号。

只有信号波长与天线尺寸可以比拟的时候，天线才能有效辐射和接收电磁波，调制可以显著减小天线尺寸。调制可以电信号载到不同频率的载波信号上，接收机可以根据频率选出信息，抑制其他信息干扰。

调制型号放大器（又放大器），由多级放成，前面几级为小作器，后面几级为功率

混频器可以提高解
 $f_I = |f_L - f_c|$ 为一
值

非线性器件的基本特点

直流电导:

$$g_0|_Q = \frac{I_Q}{V_Q}$$

交流电导/增量电导/微变电导:

$$g|_Q = \frac{di}{dv}$$

平均电导: 基波电流振幅与外加电压振幅的比值

$$g_{av}|_{Q, V_m} = \frac{I_{1m}}{V_m}$$

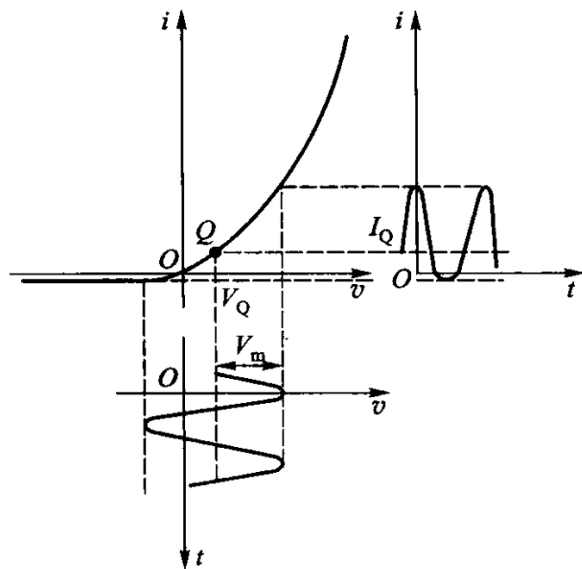


图 3. g_{av} 定义

非线性器件不满足叠加定理

功率电子线路

SECTION 3

功率电子线路概述

SUBSECTION 3.1

功率放大器

功率放大器的要求：安全、高效、不失真地输出所需信号功率

功率放大器是能量转化器，直流电源提供直流功率 P_D ，一部分转化为输出信号功率 P_o ，其余部分消耗在集电极。集电极效率 η_C ，定义为：

$$\eta_C = \frac{P_o}{P_D} = \frac{P_o}{P_o + P_C}$$

功率管的应用状态：

类型	甲类	乙类	甲乙类	丙类
导通时间	一个周期	半个周期	甲类和乙类之间	小于半个周期

表 1. 各种状态下的导通时间

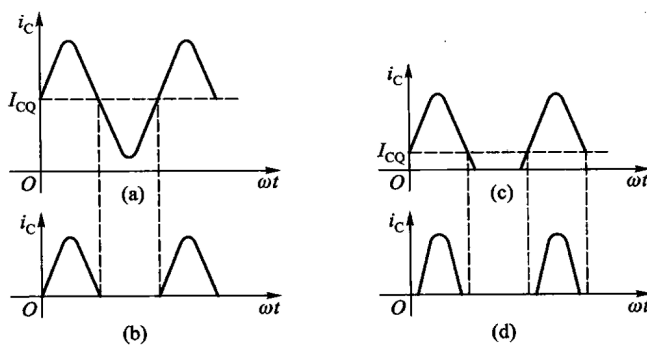


图 4. (a) 甲类 (b) 乙类 (c) 甲乙类 (d) 丙类

集电极耗散功率 P_C :

$$P_C = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} i_C v_{CE} dt \quad (3.1)$$

减小管子在一个周期内的导通时间可增大效率， η_C 丙类 > 乙类 > 甲类，该效率的运用状态都是波形严重失真。

SUBSECTION 3.2

电源变换电路

1. 整流器：交流变直流

2. 直流-直流变换器
3. 逆变器：直流变交流
4. 交流-交流变换器

SUBSECTION 3.3

功率器件

功率器件：散热、 P_{CM} 、二次击穿要看一下

SECTION 4

功率放大器的电路组成和工作特性

功率管为大信号工作，性能分析时必须用大信号模型。工程上多用图解分析法。

Example 1 以基本放大器为例，分析功率性能。

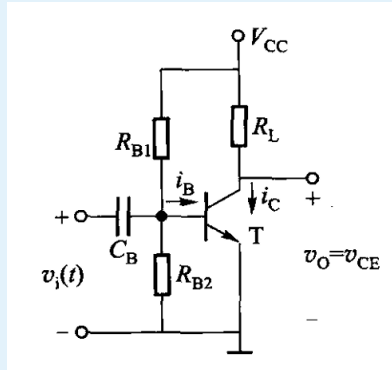


图 5. 基本放大器

假设忽略 $V_{CE(on)}$ 和 I_{CEO} ，设工作点 $V_{CEQ} = \frac{V_{CC}}{2}$ ， $I_{CQ} = \frac{V_{CEQ}}{R_L} = \frac{V_{CC}}{2R_L}$ 在最大幅值的情况下 ($v_{im} = \frac{V_{CC}}{2}$)

$$\begin{aligned} i_C &= I_{CQ} + I_{cm} \sin(\omega t) \\ v_{CE} &= V_{CEQ} - v_{cm} \sin(\omega t) \end{aligned}$$

直流功率 P_D ，负载功率 P_o ，集电极功率 P_C ，分别为

$$P_D = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} V_{CC} i_C dt = V_{CC} I_{CQ} \quad (4.1)$$

$$P_L = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} i_C^2 R_L d\omega t = V_{CEQ} I_{CQ} + \frac{1}{2} V_{cm} I_{cm} \quad (4.2)$$

$$P_C = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} v_{CE} i_C = V_{CEQ} I_{CQ} - \frac{1}{2} V_{cm} I_{cm} \quad (4.3)$$

P_D 只于电源电压和工作点有关， P_L 和 P_C 都由交流和直流两部分组成，且表达式相同，只是 P_L 是加交流功率， P_C 是减。 P_L 的交流项为 $P_o = \frac{P_P}{4}$ ，只有这一部分是希望输出的。如果不加信号，管子的负载功率和集电极功率相同，加上信号后，集电极减少的功率即为负载所得的信号功率。

P_o 是负载的得到的功率， P_L 是负载得到的功率，有交流和直流两部分，有交流部分（信号项）是希望得到的

基本放大器的集电极最大功率

$$\eta_{Cmax} = \frac{P_o}{P_D} = \frac{1}{4} = 25\%$$

如果考虑 $V_{CE(sat)}$ 和 I_{CEO} ，该效率会更低，另外，功率管的集电极饱和压降 $V_{CE(sat)}$ 会大于 $0.3V$

谐振功率放大器

SECTION 5

谐振功率放大器工作原理

SECTION 6

实际电路设计

SUBSECTION 6.1

直流馈电电路

原则：保证直流电流只流过直流电源、保证交流电流不流过直流电源

直流馈电电路有两种不同的链接方式，分别称为串馈和并馈。串馈： V_{CC} 、谐振回路、三极管再同一条回路上。并馈： V_{CC} 、谐振回路、三极管不能组成一条回路

Example 2 集电极馈电线路：

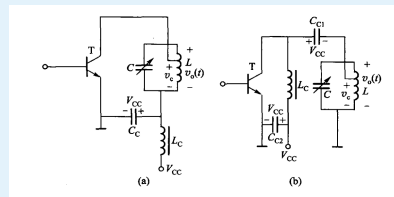


图 6. 集电极馈电线路

(a) 交流分量从电容处流走，但是仍会有少部分交流分量流经电源，加入高频扼流圈组阻止交流通过。(b)

V_{CC} 和 V_{BB} 的共同作用是偏置， V_{CC} 多一个作用是提供功率，如果 V_{BB} 是从 V_{CC} 上引入的话就可以少用一个电源。

将 V_{BB} 删去， V_{BB} 由电路本身获得

$$\begin{cases} V_{BB} < 0 & \text{丙类} \\ V_{BB} = 0 \\ V_{BB} > 0 \end{cases}$$

Example 3 基极偏置电路

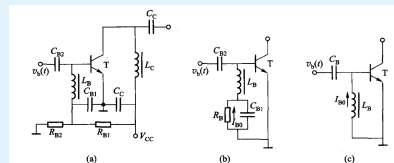


图 7. 集电极馈电线路

(a): 正偏置, 偏置 V_{CC} 经过两个电阻分压之后得到, 图中 V_{BB} 是 R_{B2} 的分压 V_{BB} 永远大于 0 (b): 负偏压, 不引入 V_{CC} , 由电路自己产生偏置。 I_B 从三极管基极进入, I_B 可分为直流分量、一次谐波分量、二次谐波分量 ..., 电阻通直流 I_{B0} , 产生的压降作为 V_{BB} , V_{BB} (C): 零偏压, 没有电阻, 残生不了压降, $V_{BB} = 0$ (a) 是固定偏压, (b) 和 (c) 是自给偏压。负偏压的 V_{BB} 很小, 因为 I_{B0} 改进: 电阻并电容的回路搬到发射极, 因为 $i_e = \beta i_b$, 电流增大了一百 (β) 倍, 但是不接地了, V_{BB}

SUBSECTION 6.2

滤波匹配网络

滤波匹配网络使功率 P_o 最有效的输出。在电路中学过, 如果一个电压源外接一个电阻, 当外接电阻与内阻相同时, 电压源输出功率最大。滤波匹配网络的目的就是使网络谐振时的电阻等于负载电阻。滤波匹配网络分为并脸型和串联型。

先看并联谐振网络

$$\begin{cases} \text{变压器} \\ \text{LC 网络} \end{cases}$$

1. 变压器: 通过调节抽头