

●应用与设计

基于 MC2833P 的小功率调频发信机的设计

杭州商学院 朱金刚

Design of Low Power FM Transmitter Based on MC2833P

Zhu Jingang

摘要:MC2833P 是 MOTOROLA 公司为无绳电话和调频通信设备而生产的调制发射子系统芯片。它内含话筒放大器、电压控制振荡器和两个辅助晶体管。可用于小功率调制发射机及无绳电话等方面。文中介绍了 MC2833P 的功能结构和主要参数,指出了它的应用要点和无线特性。最后给出了 MC2833P 的应用电路。

关键词:小功率; 调频发射; 谐振; MC2833P

分类号:TN832+.1 文献标识码:B 文章编号:1006-6977(2002)07-0011-03

MC2833P 是美国 MOTOROLA 公司为无绳电话和调频通信设备而专门设计的调频发射机子系统,它包括一个话筒放大器、电压控制振荡器和两个辅助的晶体管。由于其内部的两个辅助晶体管的截止频率 f_c 高达 500MHz,因此该芯片在无绳电话和小功率调频发射机中具有广泛的应用。

1 内部结构及主要技术指标

MC2833P 的内部电路和引脚排列如图 1 所示,

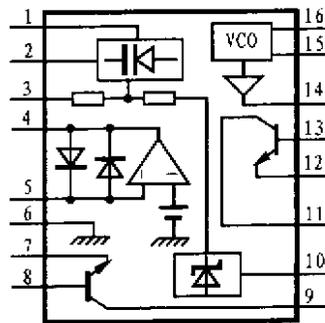


图 1 MC2833P 的内部结构和引脚排列

功率并满足关于 THD 的 IEC555-2 技术标准,则应再加上一级 PFC 前置稳压电路。表 2 给出了在 240V 交流输入时,不同输出功率所对应的主要元件参数。应当说明的是表中的 C5 应选择聚丙烯电容器,且所有电阻的误差精度均应在 $\pm 5\%$ 之内。表中电感的值为理论值,不同型号灯管在同样功率情况下的启动电压和工作电压是不一样的。所以,实际电感值和工作频率值需用实验来决定。

为了降低半桥功率级的射频干扰,可在 IR51H420 的第 7、4 引脚之间加上吸收电路,若吸收电路的电阻为 10Ω ,电容为 $0.001\mu F$,那么,开关电

路的转换时间 t_r 和 t_f 将从 $100ns$ 上升到 $600ns$ 。这个转换时间完全在 $1.2\mu s$ 的死区时间之内,但是却把射频干扰成份从 $10MHz$ 降至 $400kHz$ 。

该电路的特点是可在 $100V$ 或 $120V$ 交流输入电压下可靠启动,这在 $240V$ 交流输入电压下不是问题,故在 $240V$ 电压下电路可工作在完全谐振条件下。并可为灯管提供启动所需的启动电压。另外,如果不需要同步功能,可用一根跳线将二极管 1N4001 短接,以便为电容 C6 和灯管提供电流通路。

收稿日期:2001-12-03

咨询编号:020703

表 2 不同输出功率时的元器参数

输出功率	整流滤波电容(C1)	直流供电滤波电压	灯谐振电路					Fosc
			L1	绕组	磁芯(铁氧体)	C5	R2	
13W	10 μF /450V	35V _{pp}	2.56mH	250TM32HAPT	9677001015	0.01 μF /300VAC	9.9k	40kHz
16W	10 μF /450V	40V _{pp}	2.56mH	250TM32HAPT	9677001015	0.01 μF /300VAC	12.6k	36kHz
18W	22 μF /450V	20V _{pp}	1.65mH	150TM30HAPT	9677142009	0.01 μF /300VAC	9.6k	43kHz
22W	22 μF /450V	22V _{pp}	1.65mH	150TM30HAPT	9677142009	0.01 μF /300VAC	13.8k	33kHz
26W	22 μF /450V	25V _{pp}	1.65mH	150TM30HAPT	9677142009	0.01 μF /300VAC	17.3k	27kHz

应用时可将振荡器接成电容三点式振荡电路形式,同时可在集成电路的1脚和16脚之间接一电感和晶体相串联的电路,以使电感能对振荡频率进行微调,从而保证振荡频率正好处于要发射的频点上;另外,在16脚和15脚之间外接一个反馈电容,可使振荡信号晶体管射极缓冲后由14脚输出。话筒放大器能够提供30dB的电压增益。

MC2833P采用10V电源,其工作电压范围为2.8~9.0V,可工作在-30~+75℃的温度范围。其主要电气技术指标如表1所列,表2所列是其各引脚的功能说明。

2 高频 Y 参数及应用

对于高频放大器而言,在分析时需要用到晶体管的高频等效电路,MC2833P内部晶体管的高频等效电路如图2所示,图中所示的参数为晶体管的高频Y参数,根据MC2833P的电气参数,可以得到内部晶体管在工作电流为3mA时的Y参数:

$$g_{ie} = 5.17\text{m}\Omega \quad C_{ie} = 30\text{pF}$$

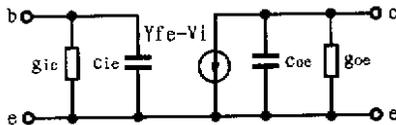


图2 MC2833P的内部晶体管高频等效电路

表2 MC2833P的引脚功能

引脚	引脚功能描述	引脚	引脚功能描述
1	可变电抗输出端	9	内部晶体管 Q2 的集电极
2	去耦合端	10	芯片的电源端
3	调制器输入端	11	内部晶体管 Q1 的集电极
4	话筒放大器输出端	12	内部晶体管 Q1 的发射极
5	话筒放大器输入端	13	内部晶体管 Q1 的基极
6	接地端	14	射频振荡器的缓冲输出端
7	内部晶体管 Q2 的发射极	15	射频振荡器外接元件端
8	内部晶体管 Q2 的基极	16	射频振荡器外接元件端

$$g_{oe} = 0.79\text{m}\Omega \quad C_{oe} = 6.5\text{pF}$$

根据 g_{ie} 、 g_{oe} 值 就可以进行匹配网络的设计。

对于三极管而言,在共发射极应用时,通常存在一个饱和压降(V_{ces})的问题,在低频时,晶体管的饱和压降为0.2~0.3V,高频时,晶体管的饱和压降高于低频时的饱和压降,具体的数值与工作电流有关。在工作电流为3mA时,内部晶体管的高频 V_{ces} 值为2.0V左右。

在便携式通信设备中,电源电压一般较低。因而在设计高频功率放大器时,必须考虑饱和压降对放大器的影响。在图3所示的放大电路中,集电极输出的高频信号的峰-峰值(V_{p-p})为 $2(V_{cc} - V_{ces})$,因此,为了得到较高的电源电压利用率和较大的功率输出,高频放大器应尽量采用高电压供电。

表1 MC2833P的技术指标

名称	符号	最小值	典型值	最大值	单位	测试条件
电流消耗	I_{cc}	1.7	2.9	4.3	mA	无输入信号
调 频 调 制 器						
射频输出电压	V_{out}	60	90	130	mVrms	$f_o = 16.6\text{MHz}$
直流输出电压	V_{dc}	2.2	2.5	2.8	V	无输入信号
调制灵敏度	SEN	7.0	10	15	Hz/mVdc	$V_{in} = 0.8 \sim 2\text{V}, f_o = 16.6\text{MHz}$
最大频偏	F_{dev}	3.0	5.0	10	kHz	同上
话 筒 放 大 器						
闭环电压增益	A_v	27	30	33	dB	$f_i = 1\text{kHz}, V_i = 3.0\text{mVrms}$
输出直流电压	V_{dc}	1.1	1.4	1.7	V	无输入信号
输出电压摆幅	V_{out}	0.8	1.2	1.6	V_{p-p}	$f_i = 1\text{kHz}, V_i = 30\text{mV}$
总谐波失真	THD	-	0.15	2.0	%	同上
附 加 晶 体 管 特 性						
增益带宽积	f_T	-	500	-	MHz	$V_{ce} = 3.0\text{V}, I_c = 3.0\text{mA}$
集-基电容	C_{cd}	-	2.0	-	pF	$V_{ce} = 3.0\text{V}, I_c = 0$
集电极衬底电容	C_{cs}	-	3.3	-	pF	$V_{ce} = 3.0\text{V}, I_c = 0$
功率增益	K_p	-	20	-	dB	$I_c = 3.0\text{mA}$
直流电流增益	h_{FE}	40	150	-	-	$I_c = 3.0\text{mA}, V_{ce} = 3.0\text{V}$
集-发射电压	V_{ceo}	10	15	-	V	$I_c = 200\mu\text{A}$

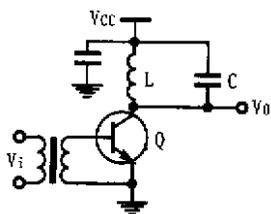


图3 高频放大电路

14脚是电压控制振荡器的缓冲输出脚,它具有较低的输出阻抗(几百欧),在一些应用中,该脚也可外接一并联 L-C 选频回路,以滤掉不需要的谐波成份,实际上,由于 14脚较低的输出阻抗降低了 L-C 回路的 Q 值,因此该 L-C 滤波回路的作用并不大。当然,也可以通过一个耦合电容将 14脚和 13脚直接连接起来,然后再由下一级放大器的选频回路来进行滤波。

3 单鞭天线的特性

在一般情况下,天线是无线电设备不可缺少的组成部分。对于发射机而言,天线的作用是辐射电磁波,用它把高频电流转换为电磁波发射出去。天线是发信设备的负载。此时天线表现的特性是输入阻抗;为了保证发射机输出的功率能最大限度地转换为电磁波,要求发信设备的输出阻抗与天线的输入阻抗相匹配。从方便实用的角度考虑,便携式通信设备通常选用单鞭天线(即拉杆天线)作为发信设备的负载。

单鞭天线在不同的频率下表现的特性不同,当单鞭天线的长度小于发射频率的四分之一波长时,单鞭天线表现为电阻和电容特性,工程上的这个电阻值 R 常用以下近似公式计算:

$$R = 780(1/\lambda)^2 \quad (0 < 1/\lambda \leq 0.125) \quad \text{或者}$$

$$R = 12.35[2\pi(1/\lambda)]^{2.4} \quad (0.125 < 1/\lambda \leq 0.25)$$

当天线垂直放置时,电容值 C 的大小可以用下式来估算:

$$C = 1.11h/[4.6lg(h/1.732r)](pF)$$

其中 h 为天线离地面的高度,单位是厘米。r 为天线的半径,单位也是厘米。C 的单位是 pF。当单鞭天线水平放置时,其分布电容不能用上式估算。

为了消除单鞭天线电容特性所造成的影响,使单鞭天线表现为一个纯电阻,通常在天线的底部接一电感,并使该电感与天线的分布电容串联后与发射频率产生谐振,这样在发射频点上,天线可等效为

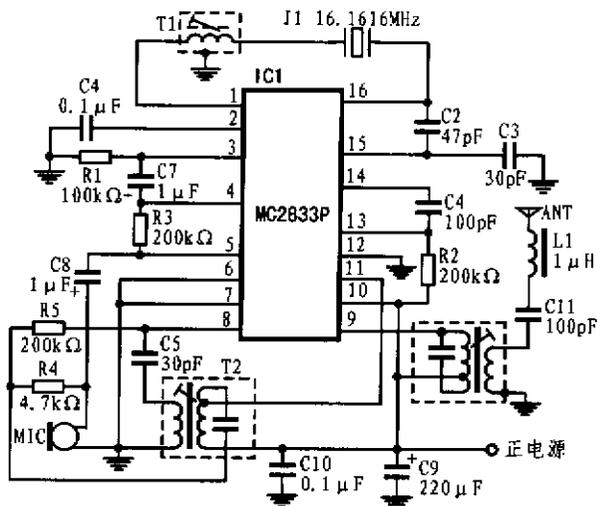


图4 MC2833P 的应用电路

一个纯电阻。

4 应用电路

图 4 所示是 MC2833P 的一个具体应用电路。话筒 MIC 的输出信号经电容 C8 耦合至话筒放大器的输入端,然后经话筒放大器放大后将该语音信号再通过电容 C7 耦合至 MC2833P 的第 3 脚以进行频率的调制;内部晶体管 Q1、Q2 采用简单的甲类放大,调谐变压器 T2 和 T3 采用中心抽头以提高其选频特性,使用时应将 T2 和 T3 调谐于晶振 J1 基波频率 (16.1616MHz) 的 3 倍频上 (48.485MHz);T2 的初、次级的匝数应考虑 Q1 的输出阻抗和 Q2 的输入阻抗,而 T3 的初、次级的匝数比应考虑 Q2 的输出阻抗和天线的输入阻抗。人们通常会认为单鞭天线的阻抗为 75Ω,实际上这个阻值是单鞭天线的长度刚好等于发射频率的四分之一波长时所呈现的特性阻抗。实际制作中,天线的长度未必这么如愿。在图 4 电路中,如果天线选用 0.5m 的单鞭天线,平均半径约 0.35cm,那么,天线的纯电阻部分的阻值为 5.4Ω(并非 75Ω),假设使用时天线离地的高度为 1.5m,则天线的分布电容为 15pF;L1 的作用是抵消天线的分布电容,以使天线在发射频点上等效为一个纯电阻。当 T3 实现阻抗匹配时,其发射频点上的发射功率不低于 10mW。

参考文献

1. MOTOROLA ANALOG IC DEVICE DATA 1996

收稿日期:2001-11-26

咨询编号:020704