

● 电路与设计

低失真有源混频器 AD831 的工作原理及应用

空军雷达学院 杨加功 石雄 彭世蕊

Principle and Application of Low Distortion Active Mixer AD831

Yang Jiagong Shi Xiong Peng Shirui

摘要: AD831 是美国 AD 公司生产的单片低失真混频器, 它采用双差分模拟乘法器混频电路。文中介绍了 AD831 的工作原理、内部电路、引脚排列及功能说明, 最后给出了 AD831 在频踪式雷达本振中的应用电路。

关键词: 混频器; 射频; 本振; 中频; AD831

分类号: TN773 文献标识码: B 文章编号: 1006 - 6977(2001)10 - 0049 - 04

混频器在广播、通信、电视等外差式设备及频率合成设备中具有广泛的应用, 它是用来进行信号频率变换并可保持调制性质不变的电路组件, 其性能对整个系统有着举足轻重的作用。AD831 是 AD 公司生产的低失真、宽动态范围的单片有源混频器, 它输入输出方式多样, 使用灵活方便。

1 AD831 的组成及主要特点

AD831 由混频器、限幅放大器、低噪声输出放大器和偏置电路等组成, 主要用于 HF 和 VHF 接

收机中射频到中频的频率转换等场合。AD831 采用双差分模拟乘法器混频电路, 具有 +24dBm 三阶交叉点, 且三阶互调失真小, 同时有 +10dBm 的 1dB 压缩点, 线性动态范围大, 它的本振输入信号仅需要 -10dBm。同无放大器的混频器相比, 它不仅省去了对大功率本振驱动器的要求, 而且避免了由大功率本振带来的屏蔽、隔离等问题, 因而大大降低了系统费用; AD831 的本振和射频输入频率均可达到 500 MHz, 中频输出方式有两种差分电流输出和单端电压输出, 在采用差分电流输出时, 输出频率可达

平, 系统进入输出状态; 按下 S6 键, 则微控制系统从慢启动程序开始控制 LD 电源并向 LD 激光器供电。这时, S1 ~ S4 四个按键, 可调节 LD 电源输出电流 i_f , 以实现 LD 激光器功率的调节。同时, S1 ~ S4

还兼作工作时间的调节以控制激光血疗时间。另外, 电路中还安排了语音提示电路。在电源进入稳定工作以后, 如果发生异常情况, 则可按下 S6 键以使系统软件控制 LD 电源停止供电, 来保护 LD 激光器。微控制器系统软件程序框图如图 4 所示。该微控制器 LD 电源与 LD 激光器已成功设计应用在 IL-LLI 绿光血疗仪中, 目前正在试用, 效果良好。

参考文献:

1. 梁国忠等. 激光电源电路. 兵器工业出版社. 1995. 12
2. 窦振中. PIC 系列单片机原理和程序设计. 北京航空航天大学出版社. 1998. 10
3. 戴特立. 半导体二极管泵浦固体激光器. 四川大学出版社. 1993
4. C.H.Casay, Jrand M.B.Panish, Heterostructure Lasers, Parts B.P.16, 1978

收稿日期: 2001 - 04 - 12

咨询编号: 011119

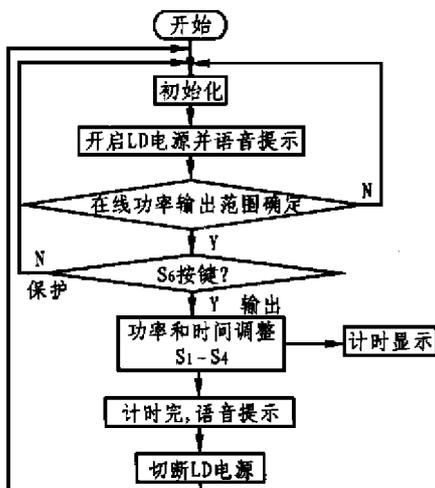


图 4 微控制器软件流程图

表 1 AD831 的引脚功能说明

引脚	名称	功 能	引脚	名称	功 能
1	V _P	正电源	11	LOP	本振输入
2	IFN	混频级电流输出	12	V _P	正电源
3	AN	输出放大器负输入端	13	GND	地
4	GND	地	14	BIAS	偏置输入
5	V _N	负电源	15	V _N	负电源
6	RFP	射频输入	16	OUT	输出放大器输出
7	RFN	射频输入	17	VFB	输出放大器反馈输入
8	V _N	负电源	18	COM	输出放大器输出公共端
9	V _P	正电源	19	AP	输出放大器正输入端
10	LON	本振输入	20	IFP	混频级电流输出

250 MHz；采用单端电压输出时，输出频率大于 200 MHz。AD831 既可用双电源供电也可以用单电源供电，双电源供电时所有端口均可采用直流耦合，因而可由用户根据需要通过外围电路控制电源功耗。AD831 采用 20 脚 PLCC 封装，图 1 是 AD831 的引脚排列图，表 1 是它的引脚功能说明。

2 工作原理

2.1 混频原理

图 2 所示是 AD831 的内部电路框图。图中，射频输入信号加到晶体管 Q1、Q2 的基极，由于电阻 R1、R2 的负反馈作用，因而差分电流与射频信号的幅度成线性关系。-10dBm 的本振输入信号经过一个高增益、低噪声的限幅放大器转换成方波，而后交叉地加到 Q3~Q6 的基极，最后混频信号从 IFP 和

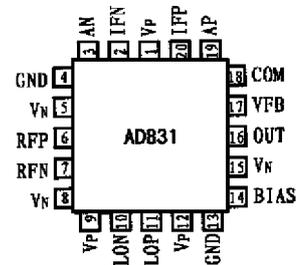


图 1 AD831 的引脚排列

IFN 脚输出。当将 IFP、IFN 连接到有中心抽头的变压器上时，AD831 还可提供从射频到中频的单路输出。若使用输出放大器，则可将 IFP 和 IFN 脚直接与 AP 和 AN 脚相连，这时，片内的负载电阻可将输出电流转换成电压来驱动输出放大器。

2.2 控制偏置电流

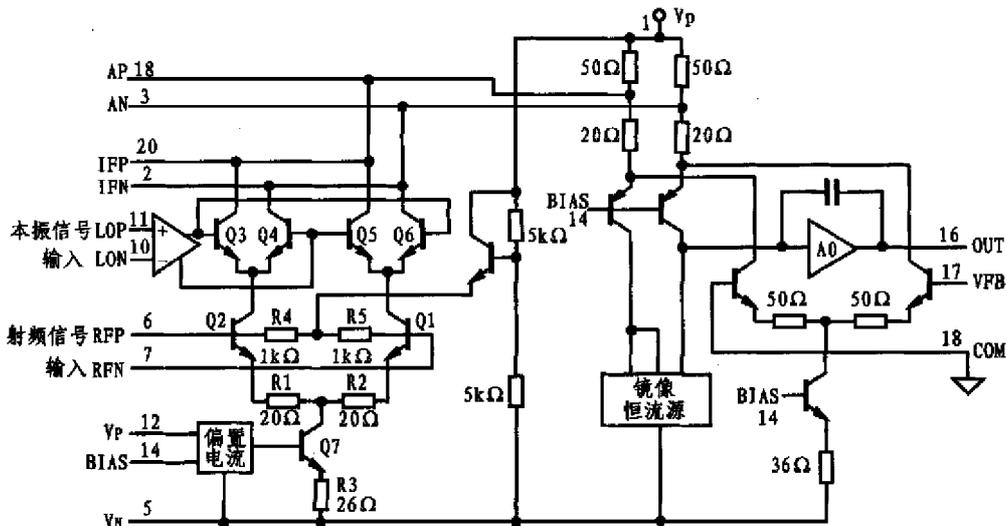


图 2 AD831 的内部电路图

AD831 的射频输出的最大值与偏置电流成比例，在 BIAS 引脚与电源之间接一个电阻可使偏置电流减小。正常工作时可将 BIAS 脚悬空，而在低功耗工作时，可将 BIAS 脚直接连接到正电源。混频器工作电流的调节范围可从正常工作的 100 mA 调整至最小功耗时的 45 mA。

2.3 低通滤波

在混频和输出放大器之间可加入一个简单的低通滤波器，方法是在芯片的内部电阻性负载上并联一个外接电容（芯片的内部电阻性负载为 14Ω ，允许有 20% 的偏差），这样在下混频应用中将显著衰减本振信号和射频信号的和频成分。该一阶低通滤波器的转折频率，应选择在比下混频的 1F 输出高一个倍频程的位置。例如，对 70 MHz 中频输出而言，-3dB 点可选在 140 MHz 附近，此时 C_F 应为 82pF。

2.4 输出放大器的应用

AD831 的输出放大器可将混频输出的差分电流转换为单端电压输出形式，并可在 50Ω 的负载上提供高达 1V 的峰-峰值电压。把 AN 和 AP 直接连接到混频级的集电极输出上，并将输出端 (OUT) 接至 VFB，这样可提供单增益。改变增益时，可在放大器的输出端外接一个电阻网络 R3、R4 并连接至 VFB。

3 在频踪式雷达本振中的应用

图 3 是基于直接数字频率合成技术 (DDS) 的

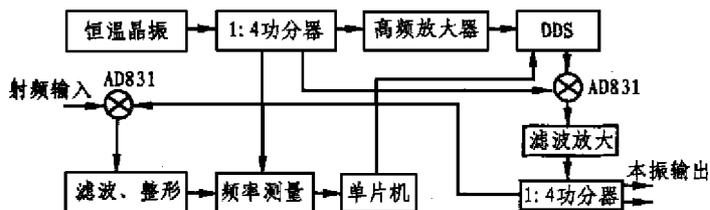


图 3 基于 DDS 技术的频踪式雷达本振组成框图

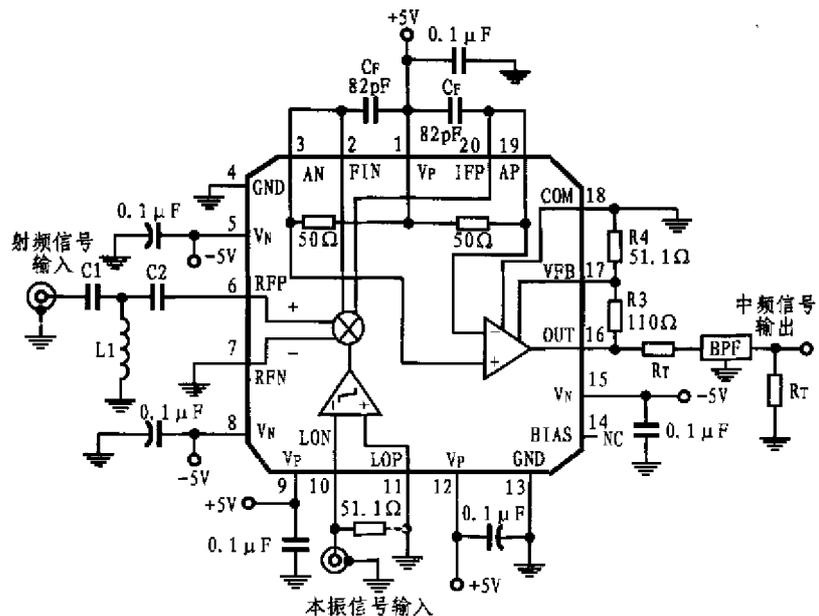


图 4 AD831 下混频应用电路

某频踪式雷达的本振组成框图。该系统应用了两片 AD831，分别用作下混频和上混频。

恒温晶振产生的频率稳定度达 10^{-9} 的 100 MHz 信号，功率分配器分为四路：一路放大后作 DDS 时钟；一路送往频率测量电路作为测频基准；一路则送至 AD831 与 DDS 的输出信号混频，经滤波取上中频放大后作为本振信号。本振信号同样经四功分器分为四路，其中两路作为雷达的本振信号，一路用作检测，一路则送到另一片 AD831 与雷达发射机耦合来的射频信号进行混频。AD831 输出的下中频信号经滤波后送到频率测量电路进行测频，以使单片机根据测量结果改变 DDS 的输出频率从而实现频率跟踪，保证雷达中频信号频率的稳定。

3.1 下混频电路

图 4 是 AD831 用于下混频工作时的典型电路。其电源电压应在 $\pm 4.5V \sim \pm 5.5V$ 的范围内。

图中用 C1、C2、L1 组成高通滤波网络，以保证射频信号的输入；82pF 的电容 C_F 跨接在 IFN、IFP 与 V_p 端作低通滤波器。当本振频率低于 100 MHz 时，其电平应为 -20dBm 以保证 AD831 安全工作，而在本振频率高于 100 MHz 时，电平应为 -10dBm。

在频踪式雷达本振系统中可通过调整图 4 中跨接在 16、17、18 脚的两个电阻

R3、R4 的阻值来使中频信号输出端得到 1V 的峰峰值，并直接经比较器整形为 TTL 方波后送往数字测频系统进行频率测量。当本振频率不变时，中频信号的频率变化反映了雷达发射信号的频率变化，而为了使接收机中频频率的稳定，此时只须根据测量结果调整本振频率，即可实现本振频率跟随发射脉冲频率变化，以及保持中频信号频率稳定，还能很好地解决单级振荡式雷达发射机发射频率漂移的问题。

3.2 上混频电路

图 5 为 AD831 上混频器的应用电路图。将 DDS 的输出信号与来自晶振的

100 MHz 信号分别输入到 AD831 的 RF 端和 LO 端，这样可使 DDS 芯片产生的射频信号在 6 MHz ~ 38 MHz 之间可调，并使相应的上混频输出信号在 106 MHz ~ 138 MHz 之间变化。为抑制高次谐波，电路中采用了声表面波滤波器组，四个声表面滤波器的中心频率分别为 108 MHz、113 MHz、120 MHz 和 131 MHz，通频带分别为 106 MHz ~ 110 MHz、110 MHz ~ 116 MHz、116 MHz ~ 124 MHz 和 124 MHz ~ 138 MHz。通过由单片机控制的射频开关来选择滤波器，使在某一时刻的信号只通过与其频率相对应的滤波器。

因声表面波滤波器的插入损耗较大（约 18dB），所以对 AD831 的上混频输出信号要求很高，再加上上混频输出频率也较高，因此，此时电路的上中频频率低于 AD831 采用单端电压输出时的最大输出频率，仅靠 AD831 的片内输出放大器难以满足需要，于是笔者在图 5 电路中再外接一级放大，把 AD831 的 IFN 脚和 IFP 脚分别接到外接放大器的同相端和反相端，而未使用芯片内的输出放大器。由于采用了声表面波滤波器进行滤波，所以，得到的输出信号频谱比较纯净。图中，AD831 其余各引脚的连接可参考图 4，但 AN、AP

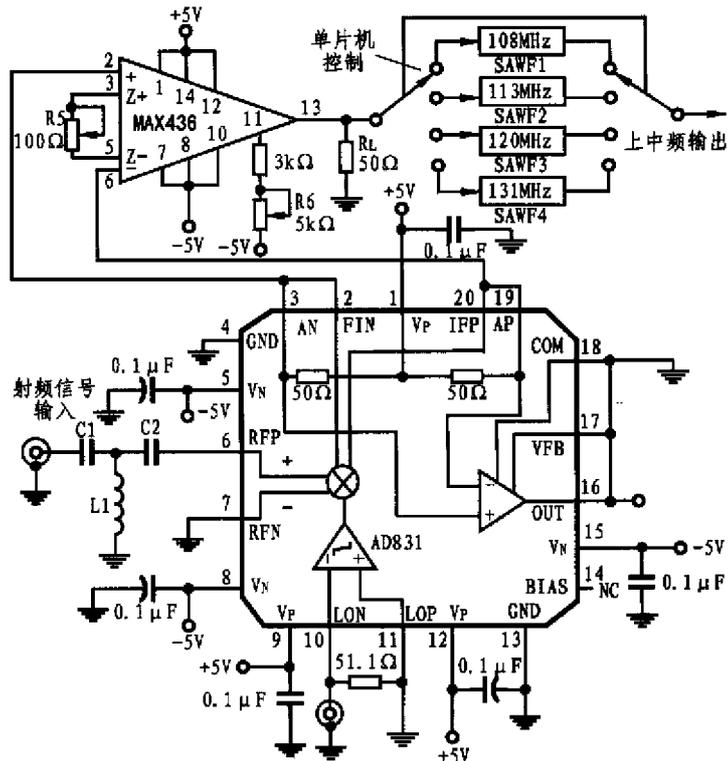


图 5 AD831 上混频电路

脚不可接地，而 OUT、VFB 和 COM 引脚则应接地。

3.3 使用中应注意的问题

在使用 AD831 的过程中，曾出现其输出噪声较大时系统不能正常工作的情况，经改进电路板布局重新布线后有一定改善，并将 AD831 及外围电路装入 1mm 厚铜板制作的屏蔽盒中，输入输出全部采用 SMA50 接头，电源输入端均加入滤波网络，其结果是输出噪声显著降低，系统工作稳定。因此，合理选择元件、精心布局电路板、有效的电源去耦滤波及可靠的屏蔽对发挥 AD831 的性能是十分重要的。

AD831 的外围电路简单，动态范围大、失真小，且输出方式多，使用灵活方便，是性价比高的混频器。

参考文献

1. 亚光微波技术研究所. 射频微波信号处理组件. 成都: 亚光电子股份有限公司
2. LOW Distortion Mixer AD831. ANALOG DEVICES

收稿日期: 2001 - 03 - 22

咨询编号: 011120