

现代通信集成电路 应用技术手册 (下)

何俭吉 主编



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

URL: <http://www.phei.com.cn>

内 容 提 要

本书集中介绍了国外通信集成电路最新产品,第一章为射频通信电路,第二章电信电路,第三章控制电路.本书除详细介绍了这些集成电路的构成、工作原理、性能参数、测试方法封装等,还用了较大篇幅在使用说明标题下讨论电路了电路的应用及其注意事项以便帮助读者正确使用这些电路。

本手册可作为通信产品设计生产制造部门的工具书,也可供有关专业师生作为参考书。

书 名: 现代通信集成电路应用技术手册(下)

本册主编: 何俭吉

责任编辑: 陈晓莉

社外编辑: 仁忠

排版制作: 高静

印 刷 者: 北京科技印刷厂印刷

出版发行: 电子工业出版社出版、发行 URL: <http://www.phei.com.cn>

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036 发行部电话: 68214070

经 销: 各地新华书店经销

开 本: 787×1092 1/16 印张: 35.75 字数: 905.6 千字

版 次: 1998 年 3 月第 1 版 1998 年 3 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 7-5053-4525-7
TN·1125

定 价: 72.00 元

凡购买电子工业出版社的图书,如有缺页、倒页、脱页者,本社发行部负责调换

版权所有·翻印必究

前 言

通信产品的发展日新月异，许多大公司和集团争相推出最新的通信产品。更新换代的时间周期变短。它推动着市场经济的发展，也深刻影响了世界的文明。推进通信技术发展，并向人们提供最新的通信产品的进程中，集成电路起到至关重要的作用。没有先进的微电子技术、超大规模集成电路的发展以及先进的集成电路设计的支持，通信产品决不会到今天这样繁荣。为了帮助读者更好使用当代的通信产品和设计出更新的通信产品，我们编辑了这本以摩托罗拉公司通信集成电路产品为主的现代通信集成电路数据手册，以帮助读者对通信产品、通信技术的关键之一——集成电路有更详细的了解。

本书借助于北京电子产品质量检测中心筹建北京市通信产品质量监督检验站并准备对通信产品的关键元器件的技术资料，产品标准建立数据库的机会，委托市电子办系统内一些资深专家对有关资料进行搜集、分析、处理，并将工作重点放在“以应用为主”的方针上。于是在材料组合、资料确定时突出了“使用说明”一节，不厌其烦地对产品性能、使用注意事项，尤其对有关信号线布局、安全性等均作了相应说明。作为一本通信产品的技术参考书是恰当的。

在成书过程中何嘉详、郭延龄、刘和益、左春英、孙人杰、陈晓莉、高静、刘振峰等同志付出极大劳动，陈晓莉同志为本手册提供宝贵资料，北京市电子产品质量检测中心计算机室章天锡、张宝刚、孙红等对本书出版提供宝贵帮助，一并致谢。

由于成书时间较长，人事更迭较多，加之经验不足，错误在所难免，欢迎读者指正。

编 者

一九九七年八月

目 录

一、射频通讯电路

甚高频调频/调幅发送器	MC13175	.....	(1)
甚高频调频/调幅发送器	MC13176	.....	(1)
宽带FSK接收器	MC3356	.....	(17)
数字和模拟使用宽带调频中频系统	MC13156	.....	(23)
宽带FSK接收器	MC13055	.....	(24)
宽带调频中频	MC13155	.....	(30)
窄带调频发送器	MC2831A	.....	(44)
低功耗调频发送器	MC2833	.....	(47)
高增益、低功耗调频中频	MC3359	.....	(50)
低功耗调频中频	MC3361B	.....	(57)
低压信号变频调频接收器	MC3367	.....	(62)
低功耗调频中频	MC3371	.....	(68)
低功耗调频中频	MC3372	.....	(68)
低功耗双变频调频接收器	MC3362	.....	(81)
低功耗双变频调频接收器	MC3363	.....	(87)
双变频窄带调频接收器	MC13135	.....	(94)
双变频窄带调频接收器	MC13136	.....	(94)

二、电信电路

用户环路接口电路	MC33120	.....	(105)
低压用户环路接口电路	MC33121	.....	(137)
具有微处理器接口的语音开关免手持听筒电话电路	MC33218	.....	(169)
语音开关免手持听筒电话电路	MC34018	.....	(180)
语音开关免手持听筒电话电路	MC34118	.....	(192)
电子电话电路	MC34010	.....	(212)
低功耗音频放大器	MC34119	.....	(235)
低电压压缩扩展器	MC33110	.....	(246)
具有拨号器接口的话机语音网络	MC34014	.....	(258)
具有拨号器接口的电话语音网络	MC34114	.....	(276)
电话机音调振铃器	MC34012-1	.....	(296)
电话机音调振铃器	MC34017-1	.....	(303)
音调/脉冲拨号器(低功耗硅栅CMOS电路)	MC145416	.....	(311)
双音多频接收器	MC145436	.....	(317)
5V脉码调制编解码滤波器	MC145480	.....	(322)

PCM 编译码器/滤波器	MC145554 ... (345)
	MC145557
	MC145564
	MC145567
300 波特调制解调器	MC145442 ... (357)
	MC145443
300 波特调制解调器	MC145444 ... (367)
具有振铃检波器的呼叫线识别接收器 (CLID)	MC145447 ... (377)
ISDN U- 接口发送接收器	MC145472 ... (388)
	MC14LC5472
ISDN S/T 接口发送接收器	MC145474 ... (414)
	MC145475

三、控制电路

双休止模式运算放大器	MC33102 ... (436)
高输出电流、低功耗、低噪声、运算放大器	MC33178 ... (448)
	MC33179
编码器和解码器对	MC145026 ... (458)
	MC145027
	MC145028
	SC41343
	SC41344
可定址异步接收/发送器	MC14469 ... (473)
PCM 遥控传送器	MC14497 ... (482)
四 EIA-422-A 线驱动器	MC26C31 ... (489)
四 EIA-422-A 线接收器	MC26C32 ... (492)
四 EIA-422-A 线接收器	MC34C86 ... (495)
EIA-422-A 线驱动器	MC34C87 ... (498)
四低功耗线接收器	MC14C89B ... (501)
	MC14C89AB
四 DTL 线接收器 (RS-232C)	MC1489 ... (507)
	MC1489A
四低功耗线驱动器	MC14C88B ... (513)
四 DTL 线接收器 (RS-232C)	MC1488 ... (520)
EIA-232-E 和 CCITT V.28 驱动器/接收器	MC145403 ... (526)
	MC145404
	MC145405
	MC145408
EIA-232-E 和 CCITT V.28 驱动器/接收器	MC145406 ... (532)
5V 单电源驱动器/接收器	MC145407 ... (540)
锁相环路频率合成器	MC145106 ... (546)
4 位总线输入锁相环路频率合成器	MC145145-2 ... (553)

一、射频通讯电路

甚高频调频/调幅发送器

简要说明

MC13175 和 MC13176 是设计用于调幅/调频通讯系统的发送器子系统,它们包括科皮兹晶体基准振荡器,甚高频振荡器,除 8(MC13175)或除 32(MC13176) 予标定器和形成通用锁相环路系统的相位检波器。主要应用在 260 ~ 470MHz 和 902 ~ 928MHz 频带。也可用于包括在甚高频和 900MHz 接收器中做本振源,甚高频和 900MHz 视频发送器,射频局域网(LAN_s)和高频时钟驱动器。

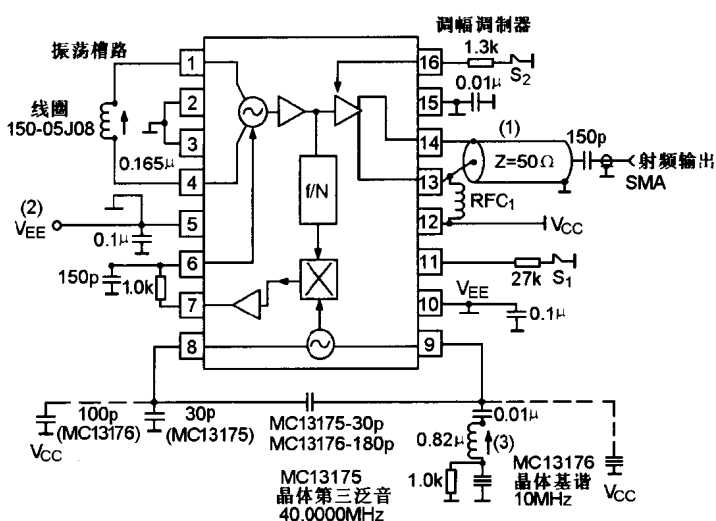
- 使用容易,可以使用第 3 泛音或基谐晶体做基准
- 所需外部另件较少
- 功率输出可调(上至 +10dBm)
- 对于环形天线或平衡-非平衡变换网络有差分输出
- 由交换输出“开”或“关”调制的幅度变换调变(ASK)
- MC13175 中心频率 $f_0 = 8 \times$ 基准频率 f_{ref}
MC13176 中心频率 $f_0 = 32 \times$ 基准频率 f_{ref}

MC13175 MC13176

引出端排列

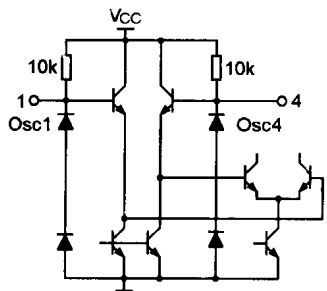
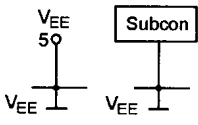
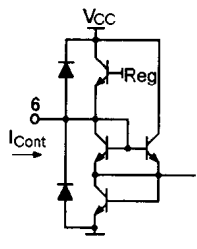
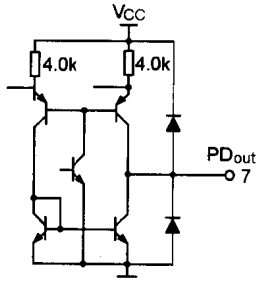
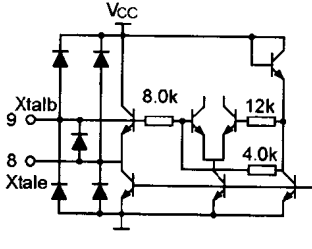
振荡器 1	1	16	调制电流输入
无连接	2	15	输出地
无连接	3	14	输出 2
振荡器 4	4	13	输出 1
地电源 V_{EE}	5	12	电源电压 V_{CC}
控制电流	6	11	有效
相位检波输出	7	10	调节器地
晶体振荡器输入	8	9	晶体振荡器输入

320MHz 调幅发送典型应用

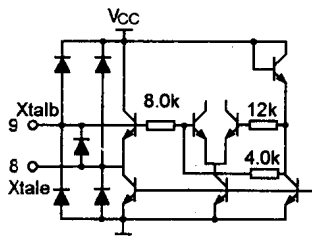
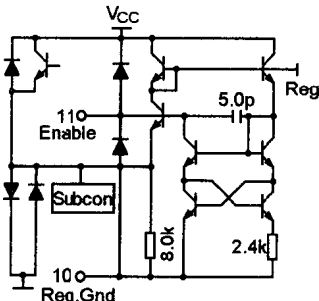
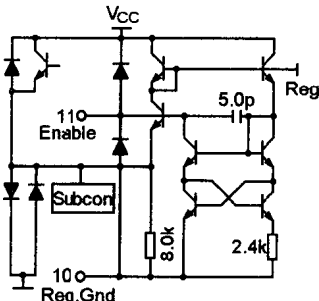
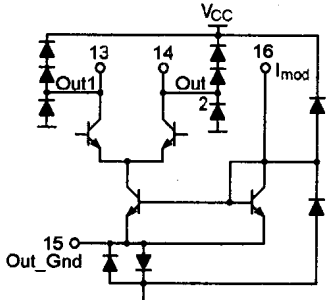
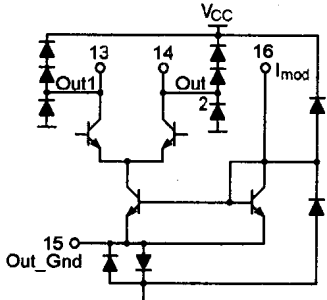
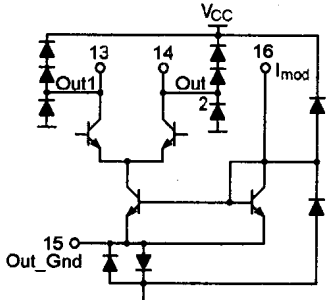


- 注: 1. 50Ω 同轴平衡-非平衡变送器(balun), 320MHz 1/10 波长等于 1.5 英寸。
- 引出端 5,10 和 15 接地并连至负电源 V_{EE} , V_{EE} 是印制板元件/直流地平面。这些引出端必须对 V_{CC} 去耦, 去耦电容器尽可能靠近引出端。
- 用可变电感器(MC13175)可以调节晶体振荡器的频率, 推荐使用七槽 7mm 线圈可调电感器, 另件号 #7M3-821, 1.0kΩ 电阻器旁路晶体, 使其在基谐方式中不振荡。

引出端符号说明

引出端	符号	内部等效电路	线路介绍/外部电路要求
1, 4	O_{sc1} O_{sc4}		电流控制振荡器输入。 电流控制型的振荡器外部振荡线圈连接引出端 1 和 4, 与集成电路内部电容和印制板寄生电容构成了并联 LC 谐振槽路。集成电路内部的电容是引出端 1 和 4 之处的基极-发射极电容和差分放大器的基极-发射极电容, 这三支串联配置的电容构成了 LC 并联槽路电容。在差分放大器中的等效串联电容由来自频率控制电路的调制电流加以变化(见引出端 6 内部电路)。
5	V_{EE}		电源地(V_{EE})。 在印制板布局中, 接地端(包括引出端 10 和 15)应直接接入机架。对 V_{CC} 的去耦电容器应直接放在地的回路。
6	I_{Cont}		频率控制电流。 对于 $V_{CC}=3.0V_{\Delta}$, 引出端 6 的电压接近 $1.55V_{\Delta}$。振荡器由来自相位检波器的误差电流控制, 此电流经过放大后去驱动振荡器的电流源部分, 由电流源控制振荡器频率。特性曲线给出了振荡器频率偏差与控制电流的关系, 以及振荡器频率偏差与控制电流在 -40°C, $+25^{\circ}\text{C}$ 和 $+85^{\circ}\text{C}$ ($f=320\text{MHz}$) 的关系。
7	PD_{out}		相位检波器输出。 相位检波器提供 $\pm 30\mu\text{A}$ 电流以保持电流控制振荡器锁在所要求的载波频率上。相位检波器的输出阻抗接近 $53k\Omega$, 在闭环条件下具有取决于自激振荡器的直流电压和基准振荡器频率。为了稳定和对环路响应有足够的滤波, 应对引出端 7 和 6 之间的线路加以选择。引出端 7 和 6 之间需要低通滤波, 以使角频率低于分频器的合频和基准振荡器频率而又高到足以能够快速响应去保持锁住环路。
8	X_{talb} X_{talb}		晶体振荡器输入。 内部基准振荡器是共发射极科皮兹配置, 由载波频率和内部予标定器确定是使用基谱还是泛音晶体。晶体的振荡电路和指标在电路使用说明中详细讨论。使用 $V_{CC}=3.0V_{\Delta}$, 引出端 8 的电压接近 $1.8V_{\Delta}$ 引出端 9 接近 $2.3V_{\Delta}$ 在引出端 9 有 $500 \sim 1000\text{mV}_{p-p}$ 交流电压。科皮兹振荡偏置在 $200\mu\text{A}$, 增加偏置接近到 $500\mu\text{A}$ 可以得到额外的驱动能力。从引出端 8 到地使用 $6.2k\Omega$ 电阻。

(续表)

引出端	符号	内部等效电路	线路介绍/外部电路要求
9	X_{in}		晶体振荡器输入。 内部基准振荡器是共发射极科皮兹配置,由载波频率和内部予标定器确定是使用基谱还是泛音晶体。晶体的振荡电路和指标在电路使用说明中详细讨论。 使用 $V_{\text{CC}}=3.0V_{\text{dc}}$, 引出端 8 的电压接近 $1.8V_{\text{dc}}$, 引出端 9 接近 $2.3V_{\text{dc}}$, 在引出端 9 有 $500 \sim 1000\text{mV}_{\text{p-p}}$ 交流电压。科皮兹振荡偏置在 $200\mu\text{A}$, 增加偏置接近到 $500\mu\text{A}$ 可以得到额外的驱动能力。从引出端 8 到地使用 $6.2\text{k}\Omega$ 电阻。
10	Reg. Gnd		调节器地。 为增加系统的稳定性所提供的的一个额外地端,主要的对 V_{CC}(射频地)去耦是在引出端 10 接地回路完成的。
11	Enable		器件有效。 引出端 11 电位接近 $1.25V_{\text{dc}}$。当引出端 11 开路,如果引出端 16 也是开路(也就是没有电流驱动),发送器在省电模式下禁止,通过电流小于 $1.0\mu\text{A}$。使发送器有效的电流源是 $10\mu\text{A}$ 到 $90\mu\text{A}$。特性曲线图中给出了 $I_{\text{CC}}, V_{\text{CC}}$ 和 $I_{\text{reg, enable}}$ 的关系,注意 I_{CC} 在接近 10mA, $I_{\text{reg, enable}}=5.0 \sim 100\mu\text{A}$ ($I_{\text{mod}}=10$) 是平坦的。
12	V_{CC}		电源电压(V_{CC})。 使用电源电压范围是 $1.8V_{\text{dc}}$ 到 $5.0V_{\text{dc}}$。在印制板布局中, V_{CC} 电源线必须保持尽可能的宽以减小沿路径产生的感抗,最好使其填满印制板安装元件面的表面安装元件周围和线路一面的电源线。
13, 14	Out 1 Out 2		差分输出。 差分输出配置易于驱动环形天线。如应用简图中所示,使用变压器或平衡-非平衡输变器,则发送器件随后驱动的是一个非平衡的低阻抗负载。特性曲线图显示有 $V_{\text{CC}}=3.0V_{\text{dc}}$, $I_{\text{mod}}=2.0\text{mA}$ 输出功率与自激振荡器频率随温度的变化。
15	Out Gnd		输出地。 此额外地端引出端提供了输出接地到电路板 V_{EE} 的直流通路。
16	I_{mod}		调幅调制/功率输出电平。 此引出端电压 ($0.8V_{\text{dc}}$) 具有电流源作用,通过选择外部的电阻器(取决于在给定 V_{CC} 下所要求的输出功率电平)可以提供 1.0 到 3.0mA 的源电流。在电路

(续表)

引出端	符号	内部等效电路	线路介绍/外部电路要求
16	I_{mod}		使用说明中给出了功率输出对调制电流的关系,在 $V_{CC}=3.0V_{dc}$, 用大约 35mA 的 I_{CC}, 可获得 3.5dBm 的输出功率。对于调频调制, 如上所述, 引出端 16 用于予置所要求的功率输出。 对于调幅调制, 调制信号必须固定在正的偏置偏差, 这一偏差建立静态(调制关)调制电流。在电路使用说明中, 将讨论各种线路的外部电路。

极限值(环境温度 $T_A=25^\circ\text{C}$, 除非另有规定)

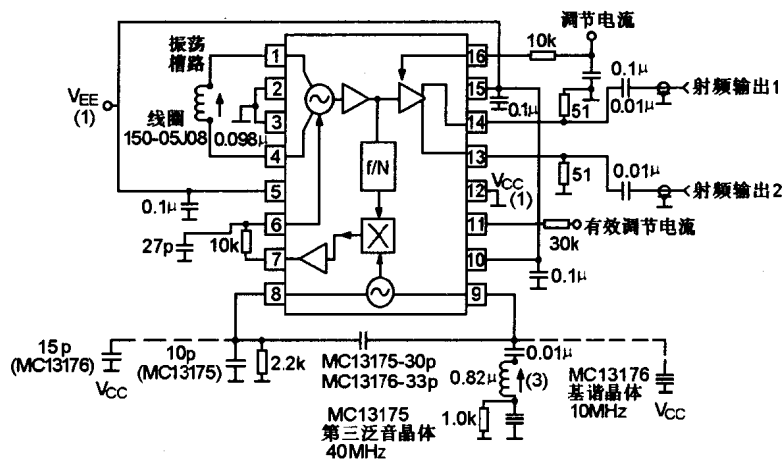
参 数	符号	值	单位
电源电压	V_{CC}	7.0(最大)	V
工作电源电压范围	V_{CC}	1.8 ~ 5.0	V
结温	T_J	+150	$^\circ\text{C}$
工作环境温度	T_A	-40 ~ +85	$^\circ\text{C}$
贮存温度	T_{stg}	-65 ~ +150	$^\circ\text{C}$

电特性(测试电路图, $V_{EE}=-3.0V_{dc}$, $T_A=25^\circ\text{C}$, 除非另有注明)*

参 数	引出端	符号	最小	典型	最大	单位
电源电流(功率关断: I_{I1} 和 $I_{I6}=0$)	—	I_{EE1}	-0.5	—	—	μA
电源电流(有效引出端 11 通过 30k Ω 至 V_{CC} , $I_{I6}=0$)	—	I_{EP2}	-18	-14	—	mA
总电源电流(发送模式) (调制电流 $I_{mod}=2.0\text{mA}$, 中心频率 $f_o=320\text{MHz}$)	—	I_{EE3}	-39	-34	—	mA
差分输出功率($f_o=320\text{MHz}$, 参考电压 $V_{ref}=500\text{mV}_{p-p}$ (引出端 9) $f_o=N \times$ 基准频率 f_{ref}) $I_{mod}=2.0\text{mA}$ (见特性曲线图) $I_{mod}=0\text{mA}$	13 和 14	P_{out}	2.0 —	+4.7 -45	— —	dBm
保持范围($\pm \Delta f_{ref} \times N$) MC13175(见特性曲线图) MC13176(见特性曲线图)	13 和 14	$\pm \Delta f_H$	3.5 4.0	6.5 8.0	— —	MHz
相位检波器输出误差电流 MC13175 MC13176	7	I_{error}	20 22	25 27	— —	μA
振荡器有效时间	11, 8	t_{enable}	—	4.0	—	ms
幅度调制带宽	16	BW_{AM}	—	25	—	MHz
寄生输出($I_{mod}=2.0\text{mA}$)	13 和 14	P_{son}	—	-50	—	dBc
寄生输出($I_{mod}=0\text{mA}$)	13 和 14	P_{soff}	—	-50	—	
最大分频器输入频率	—	f_{div}	—	950	—	MHz
最大输出频率	13 和 14	f_o	—	950	—	

* 为从测试出发, V_{CC} 接地, (见测试电路图)。

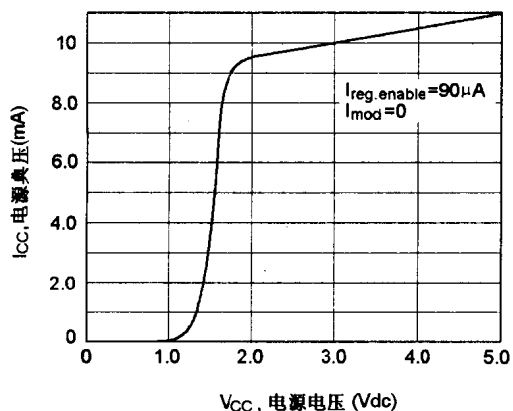
测试电路图 (320MHz)



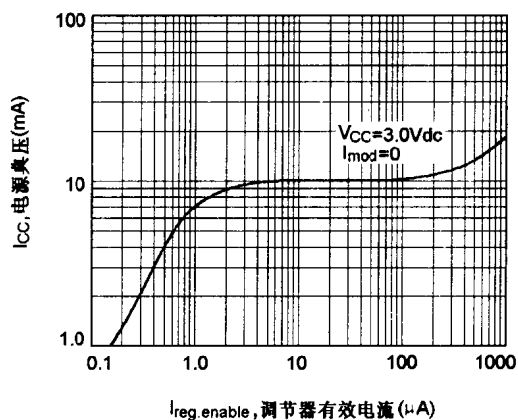
注: 1. V_{CC} 是地, 而 V_{EE} 分别对地是负。

特性曲线

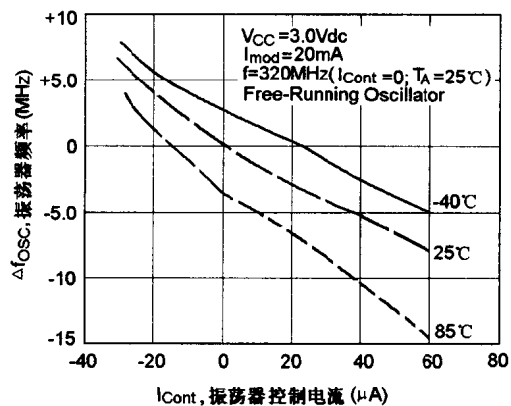
电源电流—电压



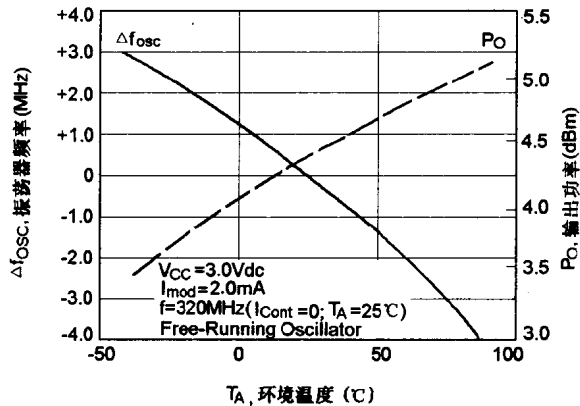
电源电流—调节器有效电流



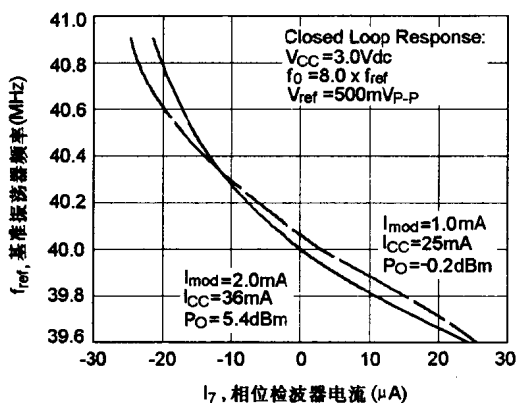
改变振荡器频率—振荡器控制电流



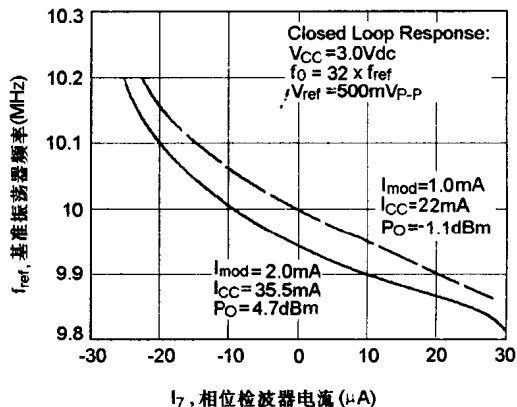
振荡器频率变化和输出功率—环境温度



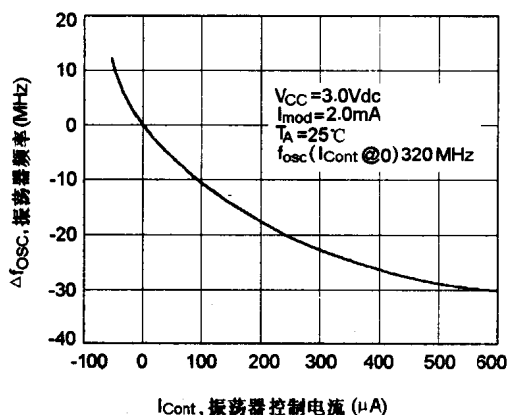
MC13175 基准振荡器频率—相位检波器电流



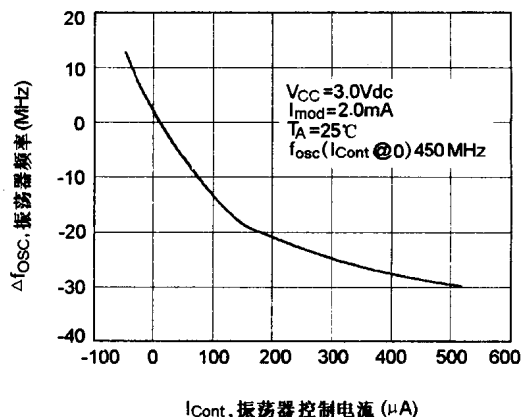
MC13176 基准振荡器频率—相位检波器电流



振荡器频率变化—振荡器控制电流



振荡器频率变化—振荡器控制电流



使用说明

• 印制板的评价

可用在器件实际的有用频率范围的通用印制板,其电路面提供附着全部表面安装元件的面积(在印制板中央部分)和径向引线元件到印制板的元件地面,而且围绕射频核心外围面积有增加支撑和接口电路的焊盘供特殊应用支配使用。这种评价板将做为器件使用说明讨论的基础。

• 电流控制振荡器(引出端 1 到 4)

从电流控制振荡器(CCO)(引出端 1 和 4)到外部电感器严格保持等长、对称的交流引线。使用最小的电感器,最大的自激振荡频率超过 1.0GHz。由于电感器小,其要末是微带(空气绕线)电感器或是可调谐射频线圈。空气绕组电感器可通过伸展绕线调谐,而可调射频线圈是由调节穿过线圈的铝芯位置调谐。当铝芯至绕线的耦合增加,电感量减少。使用铝芯较使用铁芯所带来的温度影响小。Coilcraft 公司制作的 UniCoil 具有铝芯(零件号: 51-129-169)。

• 接地考虑(引出端 5,10 和 15)

地的回路最好是通过引出端的孔或小眼儿的一个盘面接到背面的地板。使用印制板布

局实现这一技术,注意从器件引出端到地应限制在 100 密耳距离以内。

每一只地的引出端到 V_{CC} 均需去耦隔离器件的各个部分,以减少各部分的交互作用并限制环流。

• 环路特性(引出端 6 和 7)

下图是 MC1317× D 锁相环路系统的分量方框图,由增益常量说明了环路特性。由于环路只由引出端接出相位检波器的输出和 CCO 的频率控制输入,环路系统的独立分量通道有限,因而可以使用各分量环路的增益常量表示环路特性。增益常量 K_p 、 K_o 和 K_n 是在 MC13175 和 MC13176 中已定义好了的。

• 相位检波器(引出端 7)

如果环路处于锁定当中,相位检波器的差分输出是直流电压,这是相位差分的函数。在集成电路中使用了正弦型检波器,具有以下传输特性:

$$I_e = A \sin \theta_e$$

相位检波器的增益因子 K_p (环路是锁定状态),以直流输出电流与相位误差 θ_e 之比确定:

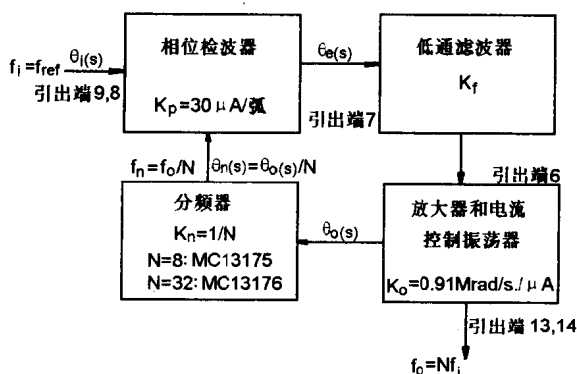
$$K_p = I_e / \theta_e \quad (\text{安培/弧度})$$

$$K_p = A \sin \theta_e / \theta_e$$

当 $\theta_e \leq 0.2$ 弧度, $\sin \theta_e \approx \theta_e$; 所以 $K_p = A$ (安培/弧度)

在基准振荡器频率—相位检波器电流特性曲线显示检波器直流电流接近 $30\mu A$ 的地方,环路在 $\pm \pi/2$ 弧度失去锁定,因此 K_p 是 $30\mu A/\text{弧度}$ 。

MC1317XD 锁相环路方框图



K_p = 相位检波器增益常数 $30\mu A/\text{弧度}$

K_f = 滤波器传输函数

$K_n = 1/N$ MC13175 $N=8$

MC13176 $N=32$

K_o = CCO 增益常数, 单位: 弧度/秒/微安

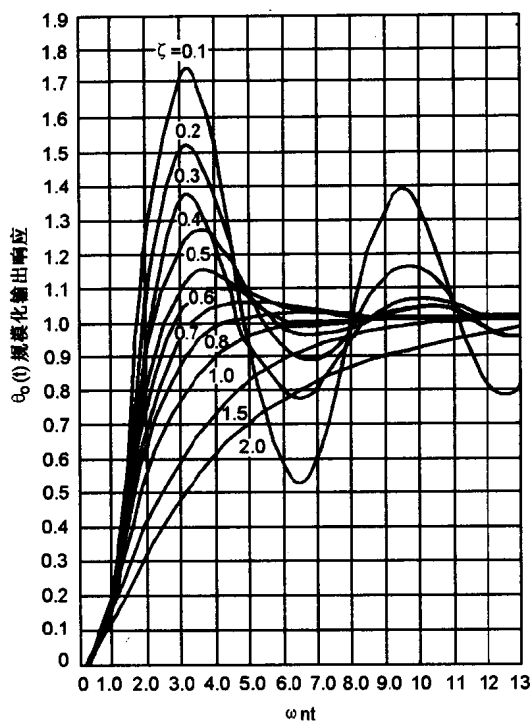
$K_o = 9.1 \times 10^5 \text{ rad/sec./}\mu A$

• 环路滤波

基本环路特性,像捕捉范围、环路带宽、锁定时间和瞬态响应等由环路滤波在外部控制。

固有频率(ω_n)和阻尼因子(δ)对相位或频率的阶入在瞬态响应中很重要。对于给定 δ 和锁定时间, ω_n 可以从下面绘图中决定。

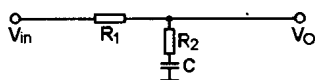
典型第二阶响应曲线



对于 $\delta = 0.707$ 和锁定时间 $= 1.0\text{ms}$, 那么 $\omega_n = 5.0/t = 5.0\text{Krad/sec}$.

环路滤波可以使用简单的低通滤波器形成或使用在环路传输功能的起始区建立一个附加端的“滞后-超前”滤波器。这个附加端和 CCO 一起提供了两个纯积分器 ($1/S^2$)。下面给出的“滞后-超前”低通网络, 低通滤波参量 R_1, R_2 和 C 的值决定环路常量 ω_n 和 δ 。公式 $t_1 = R_1 C$ 和 $t_2 = R_2 C$ 在环路滤波传输函数 $F(s) = 1 + t_2 s / (1 + (t_2 + t_1)s)$ 中是有关系的。

“滞后-超前”低通滤波器



使用第二阶低通滤波器形成的闭环传输函数由下式给出:

$$H(s) = K_v F(s) / S + K_v F(s)$$

根据控制理论, 如果环路滤波器特性有 $F(0) = 1$, 则闭环直流增益 K_v 定义为 $K_v = K_p K_o K_n$, 并且传输函数有一个固有频率:

$$\omega_n = (K_v / (t_1 + t_2))^{1/2}$$

阻尼因子: $\delta = (\omega_n / 2)(t_2 + 1/K_v)$

重写以上公式求解具有 $\delta = 0.707, \omega_n = 5.0\text{k}$ 弧度/秒的 MC13176 有:

$$K_v = K_p K_o K_n = (30)(0.91 \cdot 10^6)(1/32) = 0.853 \cdot 10^6$$

$$t_1 + t_2 = K_v / \omega_n^2 = 0.853 \cdot 10^6 / (25 \cdot 10^6) = 34.1\text{ms}$$

$$t_2 = 2\delta / \omega_n = (2)(0.707) / (5 \cdot 10^3) = 0.283\text{ms}$$

$$t_1 = (K_v / \omega_n^2) - t_2 = (34.1 - 0.283) = 33.8 \text{ms}$$

对于 $C = 0.47\mu$ 那么 $R_1 = t_1 / C = 33.8 \cdot 10^{-3} / 0.47 \cdot 10^{-6} = 72 \text{k}\Omega$

$$R_2 = t_2 / C = 0.283 \cdot 10^{-3} / 0.47 \cdot 10^{-6} = 0.60 \text{k}\Omega$$

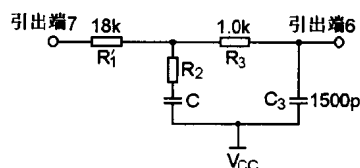
在以上实例中使用以下标称值元件:

$$C = 0.47\mu, R_1 = 620\Omega, R_1' = 72\text{k} - 53\text{k} = 18\text{k}$$

(做为 $R_1 - 53\text{k}$ 定义的 R_1' 是相位检波器的输出阻抗)。

由于相位检波器的输出是高阻抗(近似于 $50\text{k}\Omega$)并做为电流源使用,引出端 6 频率控制的输入是低阻抗(两个二极管到地的阻抗约为 500Ω),因此以上第二阶低通滤波器设计必然要调整修改。为了降低 R_2C 旁路网络的负载,引出端 6 必须建立起一个较高的阻抗。一个简单的办法是在无源第二阶网络和引出端 6 输入之间加一个低通网络,这样就帮助降低了第二阶低通上的加载影响并进一步抑制了晶体振荡器的边带寄生。使用 $R_3 = 1.0\text{k}\Omega$, $C_2 = 1500\text{pf}$ 的低通滤波器有 106kHz 的角频(f_c),参考边带寄生降到 -60dBc 以下。

修改后的低通环路滤波器



• 保持范围

保持范围也叫锁定范围,追踪范围,同步范围。它是电流控制振荡器频率 f_o 逐渐偏离自激振荡频率 f_r ,跟踪输入参考信号 $\text{freq} \cdot N$ 的一种能力。假如电流控制振荡是在有效偏差以内,并且内部的环路放大器和滤波器没有过载,那么电流控制振荡会跟踪,直到相位误差 θ_e 接近 $\pm \pi/2$ 弧度。有关的振荡器频率变化特性曲线是保持范围的直接测量(也就是 $\Delta \text{freq} \cdot N = \pm \Delta f_H \cdot 2\pi$)。由于 $\sin\theta_e$ 不能超过 ± 1.0 ,当 θ_e 接近 $\pm \pi/2$,保持范围等于直流环路增益 $K_v \cdot N$ 。

$$\pm \Delta \omega_n = \pm K_v \cdot N \quad \text{其中 } K_v = K_p K_o K_n$$

在上面例子中, $\pm \Delta \omega_H = \pm 27.3\text{M}$ 弧度/秒

$$\pm \Delta f_H = \pm 4.35\text{MHz}$$

• 扩大保持范围

3.4% 的保持范围有可能会引起温度上的问题。因为在这种情况下,自激振荡器由于 CCO 电感器调谐铁芯的高温系数会有超过 $2 \sim 3\%$ 的漂移。在较低频率的使用中,问题会更严重,因为外部调谐线圈要比引出端 1 和 4 的内部电容大。要改进保持范围性能,很明显必须仔细考虑所含的增益因子。

$$K_n = 1/8 \text{ (MC13175)}, \quad 1/32 \text{ (MC13176)}$$

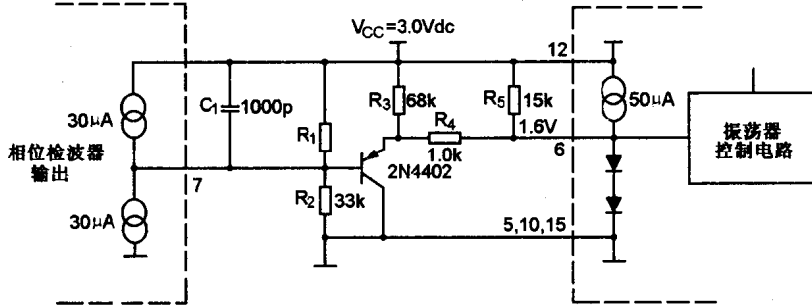
K_p = 内部固定,不可改变。

K_o = 振荡器频率变化 - 振荡器控制电流特性曲线表明使用更大的电流波动可以具有较大的控制范围能力。然而这一电流波动必须对称于动态响应的中心。对于 $\pm 100\mu\text{A}$ 的波动,所建议的零电流工作点大约在 $+70\mu\text{A}$ 偏置点。

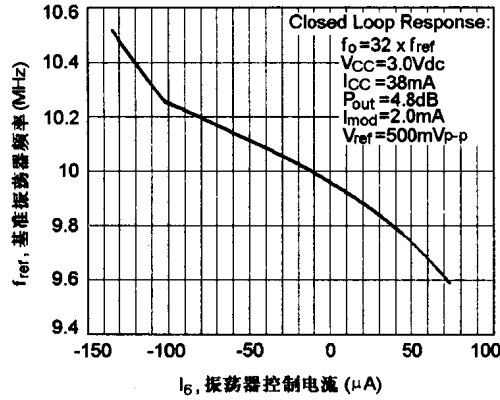
K_V = 由于相位检波器只供输出 $\pm 30\mu\text{A}$, 所以需要有外部环路放大。

在下图的设计实例中, 一个到 $V_{CC}(3.0\text{Vdc})$ 的 $15\text{k}\Omega$ 电阻器提供接近 $100\mu\text{A}$ 的电流提升去补充现有的 $50\mu\text{A}$ 内部源电流。 $R_4(1.0\text{k})$ 用来跨接具有 $100\mu\text{A}$ 的 0.1Vdc 。 R_1, R_2 和 R_3 用来选择建立引出端 7 和 2N4402 基极电位接近在 0.9Vdc , 发射极电位在 1.55Vdc (当输入引出端 6 的相位检波误差电流接近 $0\mu\text{A}$ 时)。 C_1 是用来减少晶体边带电平。

外部环路放大器



MC13176 基准振荡器频率 - 振荡器控制电流关系



曲线图显示了改进后的MC13176环路保持范围, 对于 $\pm 15.2\text{MHz}$ 或 $\pm 95.46\text{M}$ 弧度/秒的保持范围, 使用超过 $200\mu\text{A}$ 的控制电流波幅将 Δf_{ref} 移动了 950kHz 。

• 锁进范围/ 捕获范围

如果施向环路的信号不等于自激频率 f_i , 那么环路会捕获或锁进此信号, 使 $f_s = f_o$ (就是说, 如果初始频率差不是太大的话)。锁进范围可以用 $\Delta\omega_L \approx \pm 2\delta\omega_n$ 表示。

• 调频调制

环路外部的噪声(相位检波器输入)被带宽的变窄所减小。由于参考频率一般是由晶体振荡器导出, 所以锁相环路系统中的噪声很小。通过使调制电流叠加到 CCO 控制电流上, 可实现调频。环路带宽必须窄到足以避免环路响应调制频率分量, 由此实现 CCO 频率的偏置。环路带宽与固有频率 ω_n 有关。在“滞后 - 超前”滤波器设计实例中, 固有频率 $\omega_n = 5.0\text{kHz}$ 弧度/秒, 阻尼因子 $\delta = 0.707$, 环路带宽 $= 1.64\text{kHz}$ 。对于 MC13175 和 MC13176 在 320MHz 相应闭环的特征化数据 (分别在引出端 7 和 8) 显示了仅只使用简单低通环路滤波网络的满意性能。环路滤波响应受相位检波器推挽电流输出的高输出阻抗极强的影响。

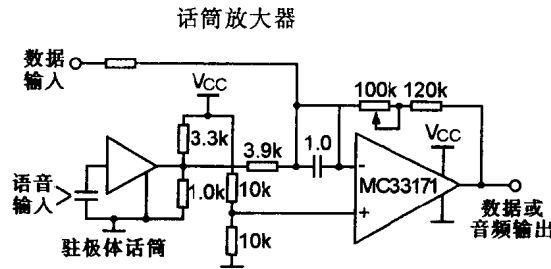
$$f_c = 0.159/12C$$

对于 $R = 1.0\text{k} + R_7 (R_7 = 53\text{k})$ 和 $C = 390\text{pF}$

$$f_c = 7.55\text{kHz} \text{ 或 } \omega_c = 47\text{ k 弧度/秒}$$

下面的320MHz 调频发送的使用实例表明了集成电路的调频能力。至引出端 6 的高值串联电阻 (100k) 建立起电流源驱动芯片的调制部分。电阻值取决于编码数据的峰-峰电平和最大的所需频率偏差。数据输入由根据调制频率选择的大电容交流耦合。并给出了 1.6V_{P-P} 的 10kHz 调制信号的输入数据、偏差、-40dBc 零载波调制频谱和无调制载波在 3.5 dBm 的功率输出 (V_{CC}=3.0 v) 的实测波形和数据。

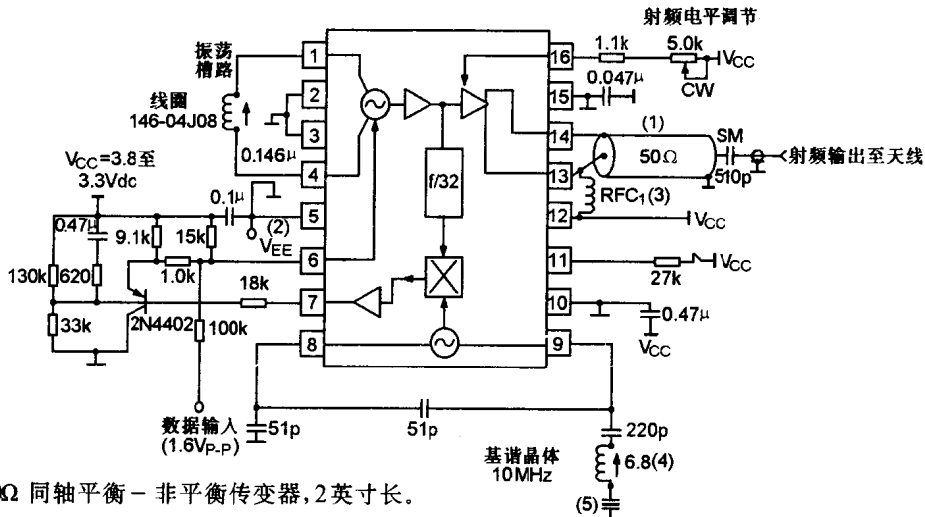
对于使用动态线圈或驻极体话筒的语音应用,使用一个运算放大器放大话筒的低电平输出,话筒放大器电路显示如下图。



• 本地振荡器的使用

为了减少内部环路噪声,需要相对宽的环路带宽,以至使环路能够统调输出或消除噪声。这里要强调的是减少 CCO 和分频器噪声以及机械冲击和环境振动引起的噪声。在本地振荡器使用中,CCO 和分频器噪声由选择合适的环路固有频率加以减小,附加输出低通滤波器可以对小信号电平减小晶体边带寄生频率。

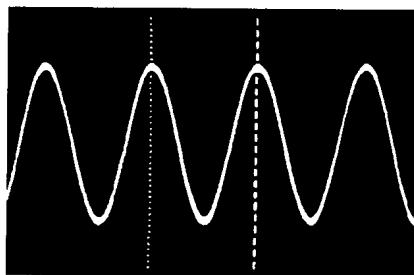
320MHz MC13176D 调频发送器



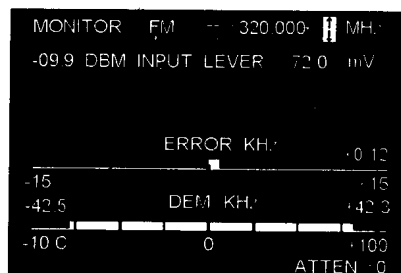
注: 1.50Ω 同轴平衡-非平衡变压器, 2 英寸长。

2. 引出端 5, 10 和 15 接地并连至印制板元件面的地极 V_{EE}, 这些引出端必须对 V_{CC} 去耦, 去耦电容器尽可能靠近引出端。
3. RFC₁ 是 180nH 表面安装电感器或 190nH Coilcraft 公司 146-05J08。
4. 推荐使用 Coilcraft “七槽” 7.0mm 可调电感器, 另件 #7M3-682。
5. 晶体是并联谐振, 基谐方式, 用 32pF 负载电容校准。

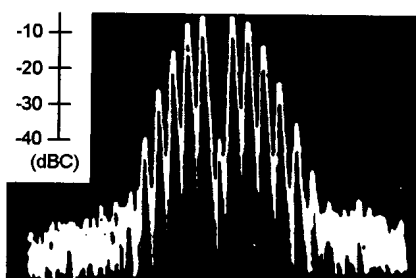
输入数据波形



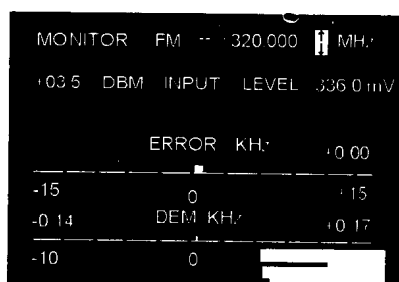
频偏



调制频谱



无调制载波



下面是显示窄带调频音频或基准晶体振荡器受到调制的直接频率变换调变应用。

320MHz 窄带调频发送器

