

可提供评估板



模拟CATV互阻放大器

MAX3660

概述

MAX3660高线性度模拟RF互阻放大器(TIA)专为无源光网络(PON)视频接收应用设计。MAX3660具有66dBΩ最大可变增益并集成倾斜补偿功能,利用简单的前馈自动增益控制(AGC),频率为870MHz时,能够为+2dBm至-8dBm(在4.2% OMI)的光输入信号提供23dBmV/通道±1dB(47MHz时为19dBmV/通道)的补偿。MAX3660也可配置成反馈AGC以实现更大的动态范围。信号频率为47MHz至870MHz,输入-8dBm(4.2% OMI)或-6dBm(3.3% OMI)时,CNR优于48dB(1.0A/W光电二极管和-165dB/Hz RIN)。CSO及CTB分别优于-61dBc及-65dBc。该器件支持大于1000MHz的工作频率。

极低的TIA输入阻抗能够适合各种光电二极管,无需输入匹配网络并可提高生产率。

应用

FTTH光网络终端(ONT)

典型应用电路在数据资料的最后给出。

特性

- ◆ 引脚与MAX3654兼容
- ◆ 工作频率大于1000MHz
- ◆ 870MHz时提供23dBmV/通道输出
- ◆ 未连接光电二极管时,放大器EIN为4.5pA/Hz^{1/2}
- ◆ 58dBm OIP2
- ◆ 24dBm OIP3
- ◆ 无需输入匹配
- ◆ +5V单电源供电
- ◆ 功耗650mW
- ◆ -40°C至+85°C工作温度范围

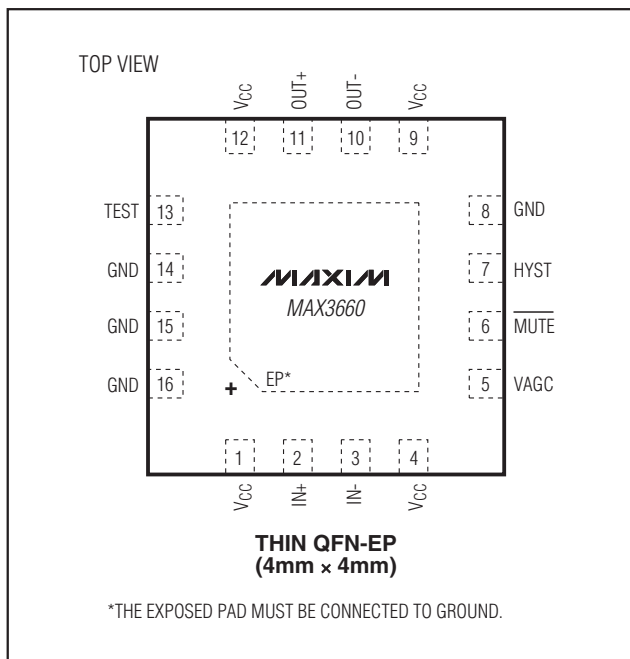
订购信息

PART	TEMP RANGE	PIN-PACKAGE
MAX3660ETE+	-40°C to +85°C	16 TQFN-EP*

+表示无铅/符合RoHS标准的封装。

*EP = 裸焊盘。

引脚配置



模拟CATV互阻放大器

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Supply Voltage Range, V_{CC}-0.3V to +5.5V
 $IN+$, $IN-$, V_{AGC} , $\overline{MUTE}$,
 $HYST$, $TEST$($V_{EE} - 0.4V$) to ($V_{CC} + 0.4V$)
 Output Current ($OUT+$, $OUT-$)60mA
 Maximum Voltage ($OUT+$, $OUT-$)($V_{CC} + 0.4V$)

Continuous Power Dissipation ($T_A = +70^\circ C$)
 16-Pin TQFN-EP (derate 16.9mW/ $^\circ C$ above $+70^\circ C$)..1349mW
 Operating Temperature Range-40 $^\circ C$ to +85 $^\circ C$
 Storage Temperature Range-55 $^\circ C$ to +175 $^\circ C$
 Lead Temperature (soldering, 10s)+300 $^\circ C$

Stresses beyond those listed under "Absolute Maximum Ratings" may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only, and functional operation of the device at these or any other conditions beyond those indicated in the operational sections of the specifications is not implied. Exposure to absolute maximum rating conditions for extended periods may affect device reliability.

DC ELECTRICAL CHARACTERISTICS

($V_{CC} = +4.75V$ to $+5.25V$, $T_A = -40^\circ C$ to $+85^\circ C$. Typical values are at $V_{CC} = +5V$, $T_A = +25^\circ C$, unless otherwise noted.) (Note 1)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Supply Current	I_{CC}			130	180	mA
Gain Control Input Current	I_{VAGC}	$V_{VAGC} = 1.4V$		-15	-200	μA
$\overline{MUTE}$ Input High	V_{IH}		2.0			V
$\overline{MUTE}$ Input Low	V_{IL}				0.5	V
$\overline{MUTE}$ Input Current	I_{IL} , I_{IH}	$V_{\overline{MUTE}} = 0.5V, 2.0V$			± 30	μA

AC ELECTRICAL CHARACTERISTICS

($V_{CC} = +4.75V$ to $+5.25V$, $T_A = -40^\circ C$ to $+85^\circ C$, output $Z_L = 75\Omega$, unless otherwise noted. Typical values are at $V_{CC} = +5V$, $T_A = +25^\circ C$, unless otherwise noted.)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Frequency Response Flatness (Notes 2, 3, 4)		47MHz to 870MHz			± 0.9	dB
		47MHz to 1000MHz			± 1.0	
Transimpedance, Differential	ZT	47MHz, $V_{VAGC} = 0V$		66		dB Ω
		47MHz, $V_{VAGC} = 0.175V$ (Note 2)	63.5	66	67.5	
		47MHz, $V_{VAGC} = 0.5V$ (Note 2)	54	56.5	58	
		47MHz, $V_{VAGC} = 1.4V$ (Note 2)	45.5	48	49.5	
		47MHz, $V_{VAGC} = 1.6V$		46.5		
Gain Tilt		Linear, 870MHz vs. 47MHz (Note 4)	3.8	4.5	5.0	dB
Gain Control Stability		$0.175V \leq V_{VAGC} \leq 1.4V$, $R_{HYST} = open$ (Notes 2, 5)		± 0.8	± 2.0	dB
Output Second-Order Intercept	OIP2	47MHz to 870MHz, $0.175V \leq V_{VAGC} \leq 1.4V$ (Note 6)		58		dBm
Output Third-Order Intercept	OIP3	47MHz to 870MHz, $0.175V \leq V_{VAGC} \leq 1.4V$ (Note 6)	20	24		dBm

模拟CATV互阻放大器

AC ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

($V_{CC} = +4.75V$ to $+5.25V$, $T_A = -40^{\circ}C$ to $+85^{\circ}C$, output $Z_L = 75\Omega$, unless otherwise noted. Typical values are at $V_{CC} = +5V$, $T_A = +25^{\circ}C$, unless otherwise noted.)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Equivalent Input Noise, Including Photodiode	EIN	47MHz to 870MHz, $0.175V \leq V_{VAGC} \leq 1.4V$ (Notes 2, 4)		5.5	7.3	$pA/Hz^{1/2}$
Gain Control Hysteresis (Notes 1, 7)		$R_{HYST} = \text{open}$		± 0.14		dB (optical)
		$R_{HYST} = GND$		± 0.75		
Transimpedance, Mute		$V_{MUTE} \leq 0.8V$, 47MHz			20	$dB\Omega$
RF Output Return Loss	-S22	47MHz to 870MHz (Notes 4, 8)		20		dB

Note 1: DC parameters are tested at $T_A = +25^{\circ}C$ and $+85^{\circ}C$.

Note 2: Guaranteed by design and characterization.

Note 3: Frequency response flatness is the maximum difference between the frequency response at any point and a line connecting the end points of 47MHz and 870MHz.

Note 4: Measured using the MAX3660 EV kit circuit in Figure 4 with an Excelight SXT5241-Q/GPA triplexer (8mm photodiode lead length).

Note 5: Gain control stability is the maximum variation in transimpedance (over process, voltage, and temperature) for any valid VAGC voltage.

Note 6: OIP2 and OIP3 values are tested with tones at 800MHz and 850MHz.

Note 7: Hysteresis is referred to optical gain, equivalent to two times electrical gain (dB).

Note 8: Not including balun.

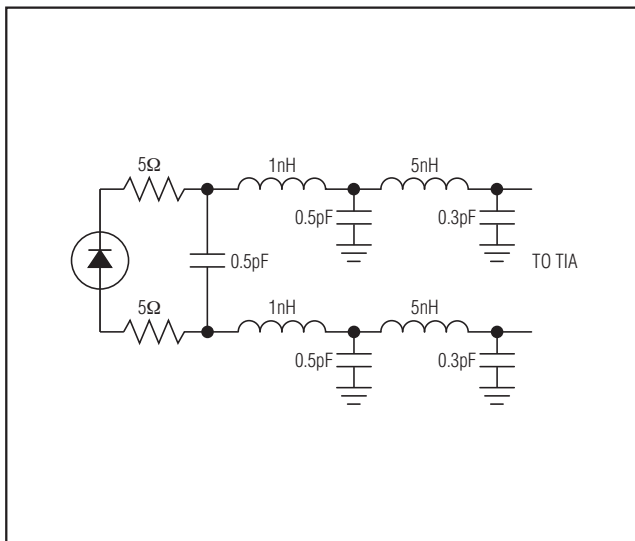


图1. 光电二极管和探头模型

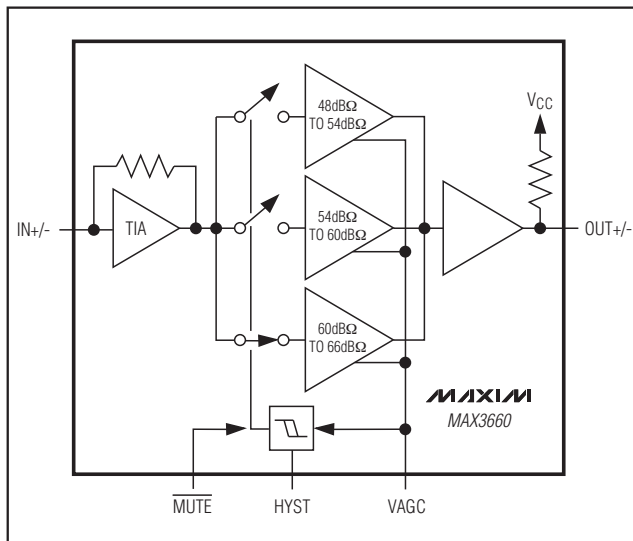
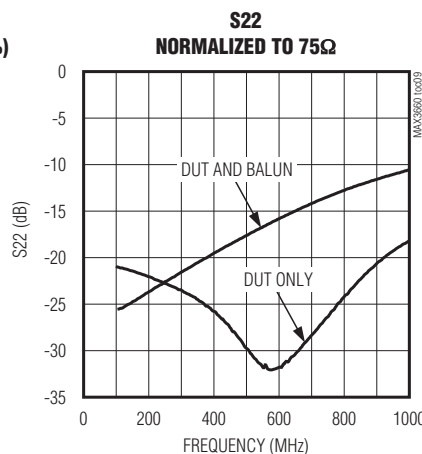
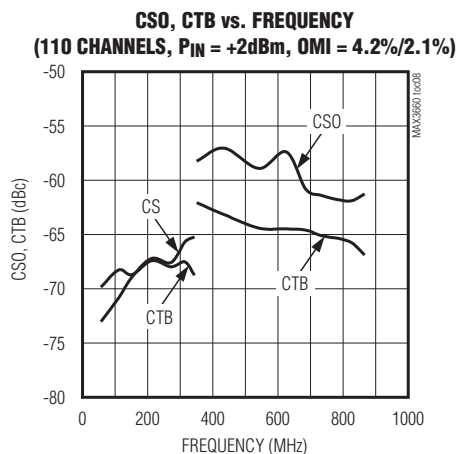
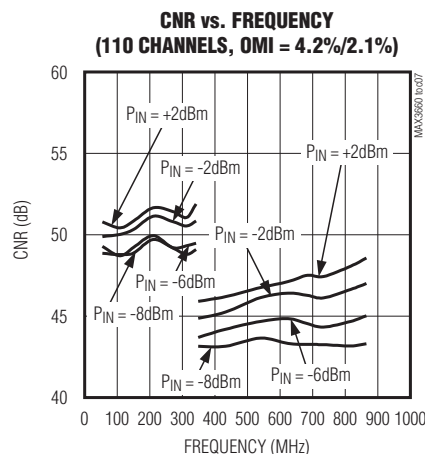
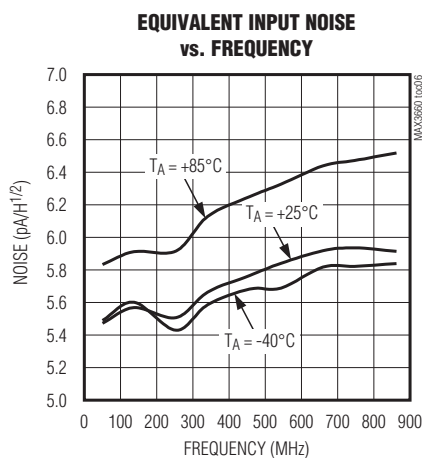
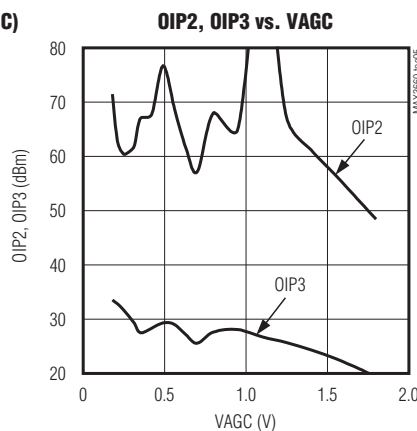
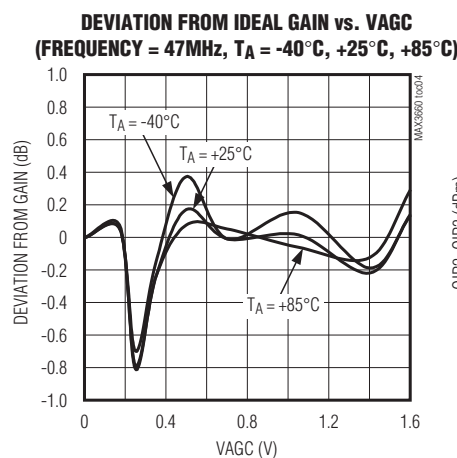
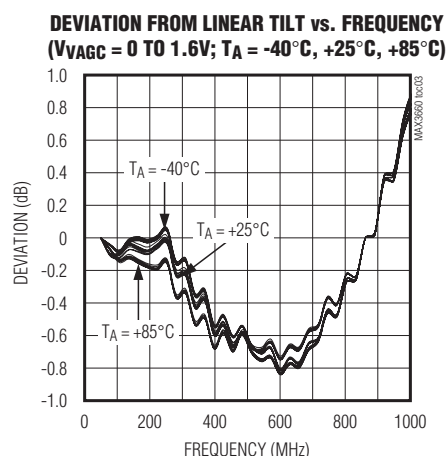
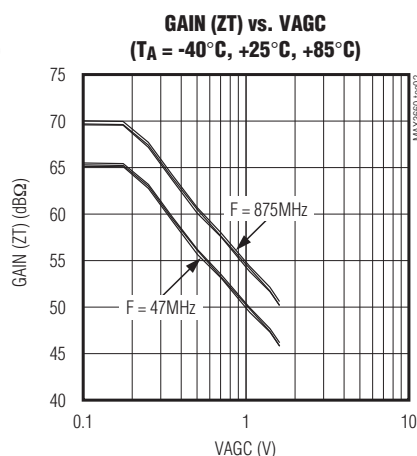
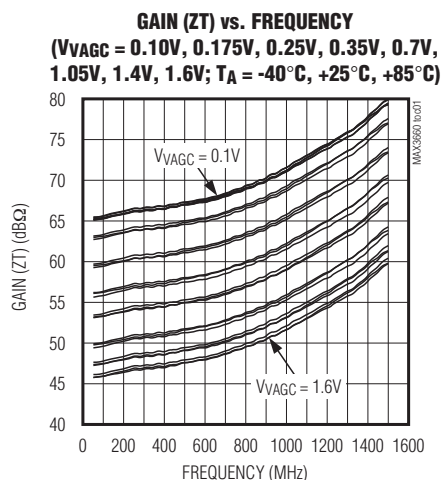


图2. 功能框图

模拟CATV互阻放大器

典型工作特性

($V_{CC} = +5.0V$, $T_A = +25^\circ C$, unless otherwise noted. CNR, CSO, and CTB are for the MAX3660 EV Kit at $P_{IN} = -8dBm$, with channels above 350MHz attenuated 6dB.)



模拟CATV互阻放大器

MAX3660

引脚说明

引脚	名称	功能
1, 4, 9, 12	VCC	+5.0V电源。
2	IN+	模拟输入正端，与光电二极管阴极相连。
3	IN-	模拟输入负端，与光电二极管阳极相连。
5	VAGC	AGC控制输入，请参考Gain (ZT) vs. Frequency曲线图。
6	MUTE	低电平有效静音控制输入，V _{MUTE} < 0.8V时禁止输出。
7	HYST	AGC滞回控制输入，HYST和GND之间的电阻控制滞回量。
8, 14, 15, 16	GND	电源地。
10	OUT-	RF输出负端。
11	OUT+	RF输出正端。
13	TEST	预留测试引脚，正常工作时接GND。
—	EP	裸焊盘，该裸焊盘必须与电路板地焊接在一起，以改善散热，获得适当的电气性能。

详细说明

MAX3660可变增益TIA采用差分交流耦合光电流输入，具有75Ω差分RF输出。配合低成本运算放大器、光电二极管、偏置网络以及非平衡变压器，MAX3660提供了一套完整的、具有简单有效的前馈AGC的高性能BPON/GPON视频接收器。另外，也可以与反馈AGC配套使用。

低噪声可变增益放大器

低噪声差分输入用于连接PON三工器交流耦合的模拟光电二极管的阳极和阴极。在满足标称线性度的条件下，最大输入电流为1.675mA_{p-p}。

极低的TIA输入阻抗在光电二极管和放大器之间没有补偿(内部或外部)时，即可提供卓越的频率响应，从而简化了设计、制造流程以及光电二极管的选择。

VAGC和滞回控制

通过VAGC输入引脚控制总体互阻。VAGC电压在0至1.8V时，关于互阻、OIP2 (CSO)和OIP3 (CTB)的性能请参考典型工作特性。

在0.175V ≤ V_{VAGC} ≤ 1.4V范围内，MAX3660具有非常平坦且稳定的增益-电压特性，从而实现了基于平均光功率

(该电平通过光电二极管的直流电流测得)的简单的前馈AGC (请参考图4评估板原理图)。

反馈AGC可用于实现更宽的动态范围，此时VAGC电压由外部功率检测器(例如：MAX2014)控制，通常通过一个微控制器接口实现。这种情况下，VAGC处的最大电压大约为1.65V以下，以保持典型GPON应用所要求的线性度。

正向信号路径包括三个可切换的可变增益级，每级覆盖1/3的总动态范围。当VAGC的输入电压达到Gain (ZT) vs. VAGC关系曲线的新增益级选择点(V_{VAGC} = 350mV和V_{VAGC} = 700mV)时，在输出端可能会出现一个小的偏差(大约为50ns)，从而导致CATV信号中断。在VAGC输入端提供滞回功能可以避免在平均光输入电平非常接近这两个切换点之一时出现输出信号抖动。滞回量可通过R_{HYST}控制，当R_{HYST}开路时滞回最小，为0.14dB。

RF输出和电缆倾斜补偿

MAX3660内部集成了电缆补偿(上倾)。采用类似于图1所示的光电二极管组件时，870MHz时的输出比47MHz时的输出高4dB。约一半的上倾是由光电二极管电容和三工器引线电感产生的，其余一半上倾则由MAX3660内部产生。

模拟CATV互阻放大器

RF输出和输入级

应将差分输出连接到一个非平衡变压器，以得到单端75Ω输出。如果MAX3660用于驱动单端后置放大器，则推荐使用非平衡变压器(请参考Maxim参考设计HFRD-22.4)，以获得适当的线性度和噪声指标。通过典型的低成本非平衡变压器，输出回波损耗(-S22)在高达550MHz时优于15dB，受限于非平衡变压器的性能。

当MUTE为逻辑低电平时，互阻低于20dBΩ。

应用信息

光电二极管/TIA接口

MAX3660在870MHz时能够提供23dBmV/通道的输出，具有优异的CSO、CTB和CNR，其频率响应扩展至1000MHz以上。

采用类似于图1所示的光电二极管和装配方式时，RF输出具有4dB $\pm$ 1dB的上倾和 $\pm$ 0.9dB的平坦度(47MHz至870MHz)，这与通过5mm引线将典型的低成本FTTH三工器连接到匹配过孔一致。此外，MAX3660的低输入电阻(大约10Ω)还为不同的光电二极管和装配方式导致的电气特性变化提供一定容限。

阳极和阴极连接保持电气对称非常重要，其中包括三工器/ROSA引线以及PCB安装结构。如需获取电路布局的范例，请参考评估板和Maxim参考设计。在典型的光发射特性下，MAX3660能够提供优于-65dBc的CSO性能和CTB性能，在47MHz至870MHz频率范围内能够获得48dB (-6dBm或更高输入，OMI = 3.3%；-8dBm或更高输入，OMI = 4.2%)的CNR (包括放大器噪声、光电二极管的散粒噪声以及发送器的RIN)。如需了解用于CSO、CTB以及CNR典型工作特性测量的详细信息，请参考MAX3660评估板数据资料。

为了达到最佳的CNR性能，应合理配置AGC，从而使MAX3660的增益在最低光输入电平(通常为-6dBm或-8dBm)下为最大值($V_{VAGC} \leq 0.175V$)。为了保持CTB和CSO性能，须谨慎设计AGC，以便将最大VAGC工作电平限制在大约1.6V。输入信号电平大于1.6mA_{p-p}时，可能会因钳位导致线性度下降。

光电二极管偏置网络

电阻和电感组合为光电二极管提供了直流偏置(如图3所示)。串联两个电感和一个电阻是为了减弱电感自激效应。较低电阻两端的直流压降提供了测量平均光功率的有效途径，该值用于信号强度指示和/或前馈AGC。

可以对电阻进行调整以改变前馈增益。根据具体的光电二极管特性和所要求的频率响应特性，通常使用5V至12V的 V_{PD} 电压。

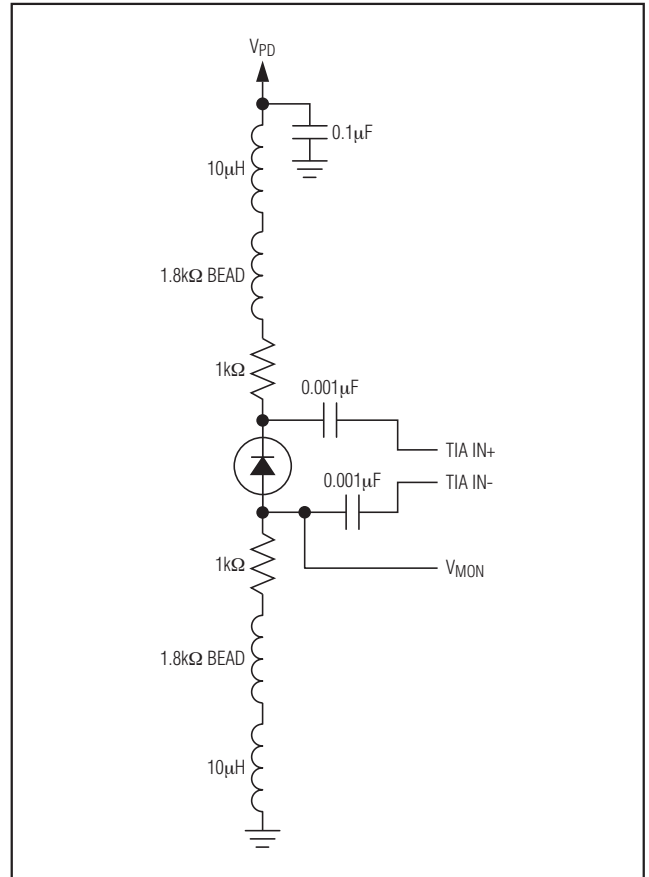


图3. 光电二极管偏置网络

模拟CATV互阻放大器

增益与VAGC电压

47MHz时的总互阻与VAGC电压的关系式如下：

$$Z_T(\text{dB}\Omega) = 66\text{dB}\Omega + 20\log\left[\frac{175\text{mV}}{V_{\text{VAGC}}(\text{mV})}\right], (0.175\text{V} \leq V_{\text{VAGC}} \leq 1.4\text{V})$$

虽然可以按照上述方法调整上倾，但由于上倾，870MHz时的增益将高出4dB ($V_{\text{VAGC}} = 0.175\text{V}$ 时为70dB Ω)。

在0和0.175V之间时，增益保持恒定；超过1.5V时，增益将相对迅速下降。应避免 V_{VAGC} 超过1.6V，以获得适当的线性指标。

高阻VAGC输入应该由一个能够吸收最高200 μA 电流的信号源驱动，如：运算放大器、DAC等。

前馈AGC

在 $\text{OMI} = 4.2\%$ 、光输入电平介于-8dBm和+2dBm之间，MAX3660采用评估板所示前馈电路时，能够在47MHz时提供一个恒定($\pm 1\text{dB}$)的19dBmV/通道输出，并且在870MHz时提供23dBmV/通道输出。

反馈AGC

对于反馈AGC，我们还可通过一个功率检测器对VAGC电压进行控制，如：MAX2014或MAX9933。

必须注意的是，Gain (Z_T) vs. VAGC特性在输入级切换增益的两个点(350mV和700mV)具有滞回，这可能在连续模拟反馈架构中引起周期内振荡等问题。应精心设计反馈电路以避免发生振荡或抖动。

上倾

集成上倾补偿产生等效的输入电平，在870MHz时输出电压比47MHz时高出4dB，从而消除了与外部无源网络衰减有关的损耗。可以通过调整三工器引线长度或在阳极与阴极串联小电感改变上倾幅度，以补偿与图1有显著差异的光电二极管/三工器。

等效输入噪声

当MAX3660输入端连接了光电二极管时，典型等效输入噪声(EIN)为5.5pA/Hz^{1/2}，在标称BPON/GPON条件下能够获得48dB或更佳的CNR指标。如果没有连接光电二极管，典型的EIN为4.5pA/Hz^{1/2}。

RF输出

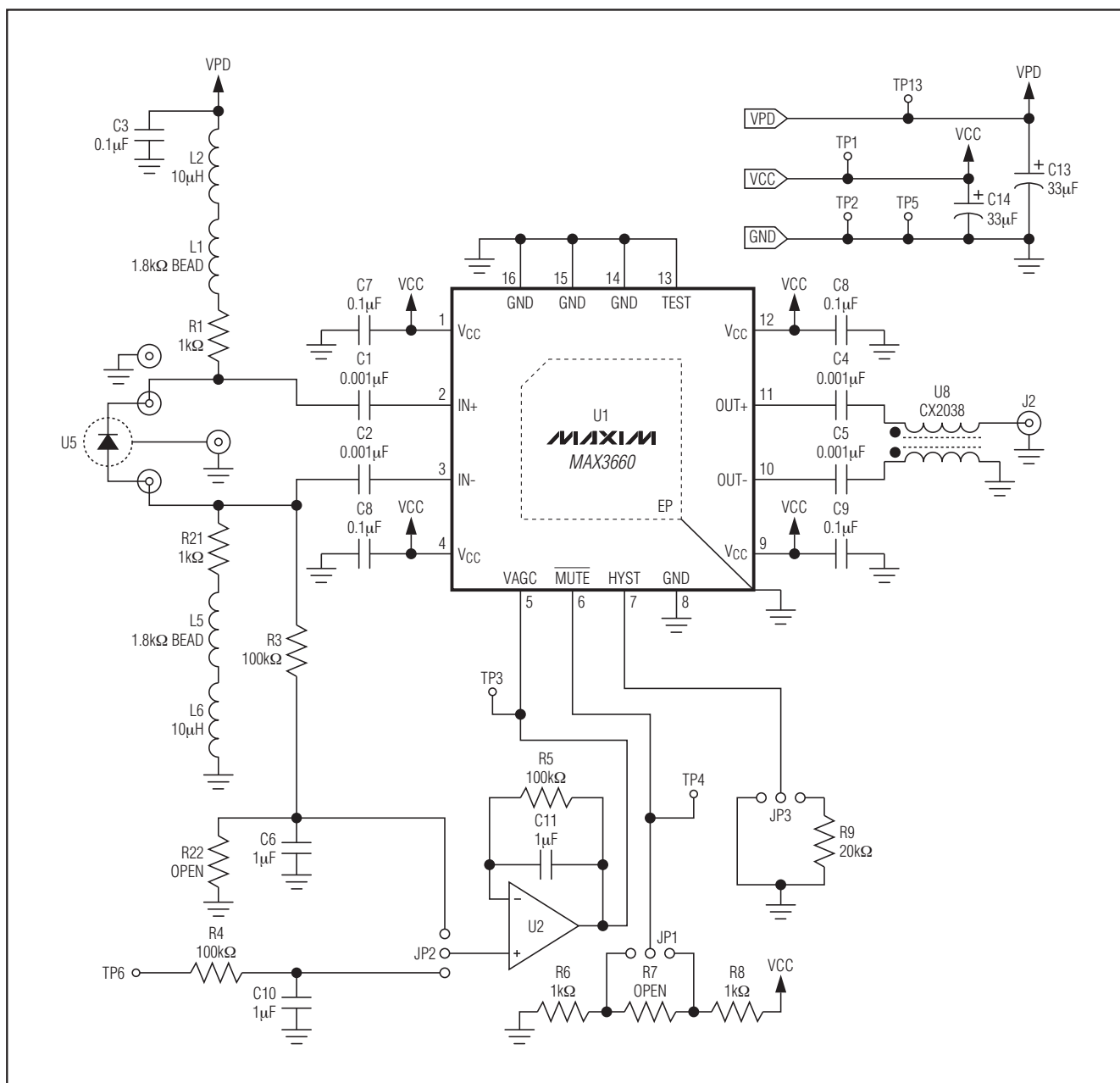
RF输出应通过交流耦合电容和一个非平衡变压器连接到MAX3660，以达到理想的噪声和线性性能。如果没有电容，OUT+和OUT-之间短路或者是OUT+或OUT-短路到地时，将会引起导致输出级损坏的电流。

评估板电路

图4所示MAX3660评估板电路用于测量典型工作特性中的特性曲线。当连接到一个安装了光电二极管的三工器时，评估板电路能够构成一套完整的接收器，其中包括光电二极管偏置、前馈AGC以及输出变压器。

跳线JU1控制 $\overline{\text{MUTE}}$ 输入，JU3设置滞回量，而JU2则对驱动VAGC输入的运算放大器输入进行控制。安装JU2使能前馈VAGC，或去掉JU2用TP6控制增益。

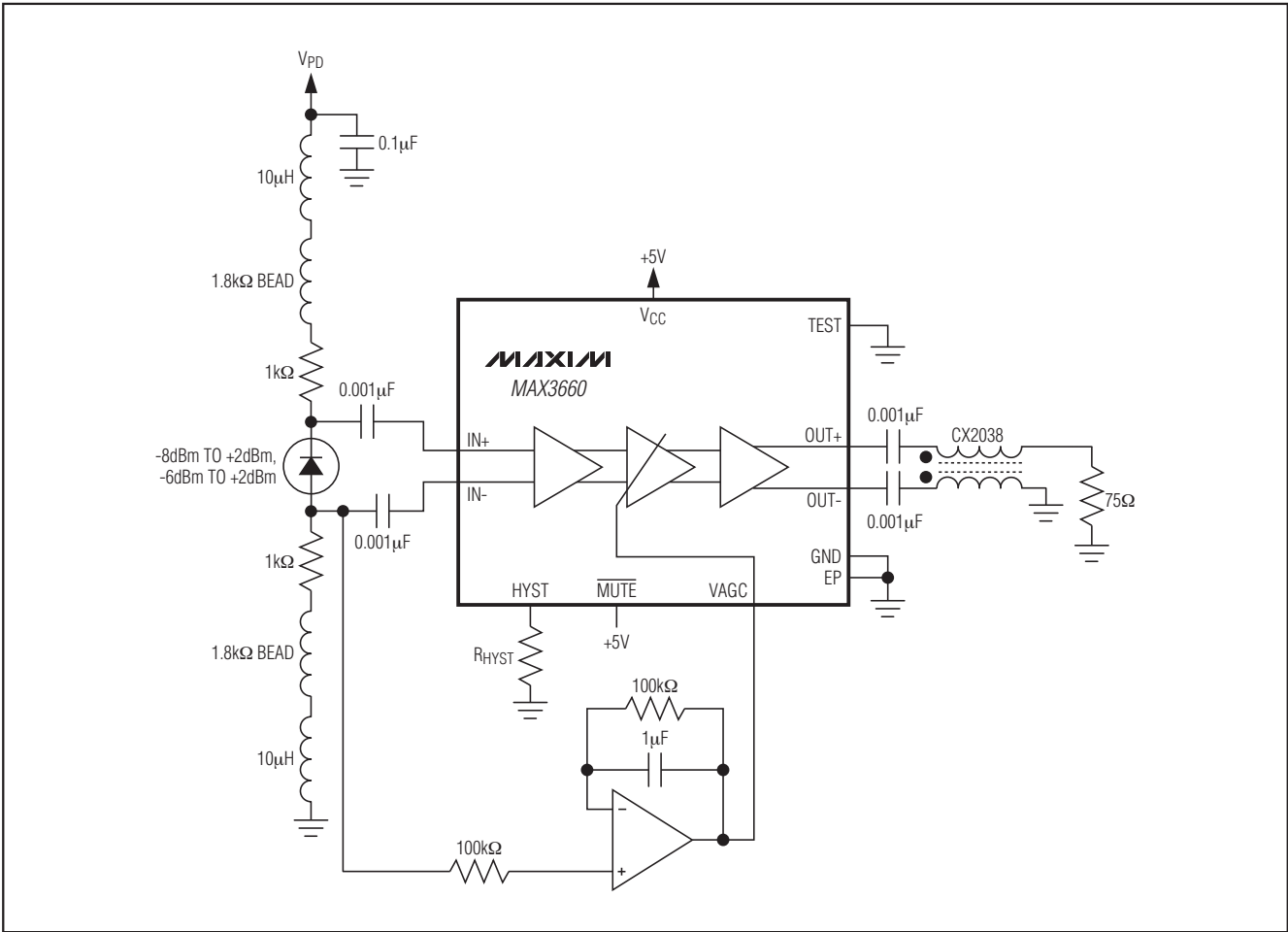
MAX3660



模拟CATV互阻放大器

典型应用电路

MAX3660



芯片信息

PROCESS: SiGe BiPOLAR
SUBSTRATE: SOI

Maxim北京办事处

北京 8328信箱 邮政编码 100083
免费电话: 800 810 0310
电话: 010-6211 5199
传真: 010-6211 5299

封装信息

如需最近的封装外形信息和焊盘布局, 请查询
www.maxim-ic.com.cn/packages.

封装类型	封装编码	文档编号
16 TQFN-EP	T1644+3	21-0139

Maxim不对Maxim产品以外的任何电路使用负责, 也不提供其专利许可。Maxim保留在任何时间、没有任何通报的前提下修改产品资料和规格的权利。

Maxim Integrated Products, 120 San Gabriel Drive, Sunnyvale, CA 94086 408-737-7600 9