



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 1717865 B

(45) 授权公告日 2010.05.12

(21) 申请号 200480001606.1

(22) 申请日 2004.02.09

(30) 优先权数据

60/447,571 2003.02.14 US

(85) PCT申请进入国家阶段日

2005.06.17

(86) PCT申请的申请数据

PCT/US2004/003697 2004.02.09

(87) PCT申请的公布数据

W02004/075401 EN 2004.09.02

(73) 专利权人 模拟设备股份有限公司

地址 美国马萨诸塞州

(72) 发明人 E·纳石

(74) 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公

司 31100

代理人 钱慰民

(51) Int. Cl.

H03G 3/30 (2006.01)

(56) 对比文件

US 5724003 A, 1998.03.03, 参见说明书第 5 栏第 43 行到第 8 栏第 30 行, 第 10 栏第 24 至 27 行, 附图 4、6.

US 3918003 A, 1975.11.04, 全文.

审查员 顾静

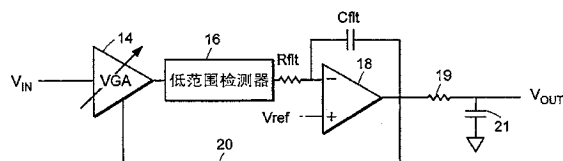
权利要求书 2 页 说明书 4 页 附图 7 页

(54) 发明名称

减少对数 RMS 至 DC 转换器的转移函数波纹的系统和方法

(57) 摘要

揭示一种 RMS 至 DC 转换器系统。所述系统包括接收输入信号并提供放大器输出信号的有转移函数波纹的可变增益放大器, 接收放大器输出信号并提供检测器输出信号的检测器, 及接收检测器输出信号并提供误差放大器输出信号的误差放大器。所述误差放大器有 AC 组分和耦合误差放大器输出信号及可变增益放大器的反馈电路。所述反馈电路向包括用来减少 RMS 至 DC 转换器系统的转移函数波纹的 AC 的可变增益放大器提供反馈信号。



1. 一种 RMS 至 DC 转换器系统,包括:
有转移函数波纹的可变增益放大器,其接收输入信号并提供放大器输出信号;
接收所述放大器输出信号并提供检测器输出信号的检测器;
误差放大器,其接收检测器输出信号并提供含 AC 组分的误差放大器输出信号;及
耦合到所述误差放大器输出信号和所述可变增益放大器的反馈电路,所述反馈电路用来向可变增益放大器提供反馈信号,所述反馈信号包括减少 RMS 至 DC 转换器系统的转移函数波纹的 AC 组分。
2. 如权利要求 1 所述的 RMS 至 DC 转换器系统,其特征在于,所述检测器输出信号包括 AC 组分。
3. 如权利要求 1 所述的 RMS 至 DC 转换器系统,其特征在于,所述误差放大器包括用来接收包括 DC 组分和 AC 组分的参考信号的参考输入节点。
4. 如权利要求 3 所述的 RMS 至 DC 转换器系统,其特征在于,所述参考信号的所述 AC 组分包括低频正弦波信号。
5. 如权利要求 3 所述的 RMS 至 DC 转换器系统,其特征在于,所述参考信号的所述 AC 组分包括噪声。
6. 如权利要求 1 所述的 RMS 至 DC 转换器系统,其特征在于,所述误差放大器输出信号经 RC 输出电路被提供给输出节点。
7. 如权利要求 1 所述的 RMS 至 DC 转换器系统,其特征在于,所述误差放大器包括电容器,所述电容器被选为用于促进允许误差放大器输出信号包括 AC 组分。
8. 如权利要求 1 所述的 RMS 至 DC 转换器系统,其特征在于,所述检测器输出信号是电流信号。
9. 如权利要求 1 所述的 RMS 至 DC 转换器系统,其特征在于,所述系统还包括参考 RMS 电路,参考电压信号被应用于所述参考 RMS 电路以提供所述参考电压信号的至少一方波形成和取平均值函数,所述参考电压信号包括 AC 组分。
10. 如权利要求 9 所述的 RMS 至 DC 转换器系统,其特征在于,所述参考电压信号的所述 AC 组分包括高频正弦信号。
11. 如权利要求 9 所述的 RMS 至 DC 转换器系统,其特征在于,所述参考电压信号的所述 AC 组分包括白噪声。
12. 一种 RMS 至 DC 转换器系统,包括:
有转移函数波纹的可变增益放大器,其接收输入信号并提供放大器输出信号;
接收放大器输出信号并提供检测器输出信号的检测器;
接收检测器输出信号和参考信号并提供有 AC 组分的误差放大器输出信号的误差放大器,所述误差放大器包括在所述误差放大器输出和接收检测器输出信号的误差放大器输入间的放大器反馈电路;
耦合到误差放大器输出信号和可变增益放大器的反馈电路,所述反馈电路用来向可变增益放大器提供包括反馈信号,所述反馈信号包括减少 RMS 至 DC 转换器系统的转移函数波纹的 AC 组分。
13. 如权利要求 12 所述的 RMS 至 DC 转换器系统,其特征在于,所述放大器反馈电路包括电容小于 500pF 的相对低电容电容器。

14. 如权利要求 12 所述的 RMS 至 DC 转换器系统,其特征在于,所述误差放大器包括用于接收参信号的参考输入,所述参考信号是应用于误差放大器用来提供所述参考电压信号的至少一方波形成和取平均值函数的参考电压信号。

15. 如权利要求 14 所述的 RMS 至 DC 转换器系统,其特征在于,所述参考电压信号包括 AC 高频组分。

16. 如权利要求 15 所述的 RMS 至 DC 转换器系统,其特征在于,所述参考电压信号的所述 AC 组分包括噪声。

17. 一种提供 RMS 至 DC 转换的方法,所述方法包括步骤有:

由具有转移函数波纹的可变增益放大器接收输入信号并提供放大器输出信号;

接收放大器输出信号并提供检测器输出信号;

由误差放大器接收检测器输出信号并提供有 AC 组分的误差放大器输出信号;及

把误差放大器输出信号耦合到可变增益放大器,用来向可变增益放大器提供反馈信号,所述反馈信号包括用来减少 RMS 至 DC 转换器系统的转移函数波纹的 AC 组分。

18. 如权利要求 17 所述的方法,其特征在于,所述方法还包括向误差放大器提供参考信号的步骤。

19. 如权利要求 18 所述的方法,其特征在于,所述参考信号包括 AC 组分。

减少对数 RMS 至 DC 转换器的转移函数波纹的系统和方法

[0001] 优先权

[0002] 本申请对 2003 年 2 月 14 日提交的序列号为 60/447,571 的美国临时专利申请享有优先权。

[0003] 发明背景

[0004] 本发明一般涉及信号传送系统的功率控制系统,尤其涉及射频 (RF) 发射器的功率监视系统。

[0005] 无线电话蜂窝网的普通发射器通常要求对发射射频功率有严格控制。在无线蜂窝网中,严格功率控制允许精确设定小区大小以改进覆盖。精确功率控制还无需射频功率放大器 (PA) 的过多的热量 (而这在不确定实际发射功率时是需要的)。例如,如果 50W (47dBm) 功率放大器有平均正负 1dB 的发射功率变化,必须将 PA 量度为安全地 (即:不过热地) 发射 63 瓦 (48dBm)。功率量度和控制也用在接收段,通常以中频 (IF)。在某些应用中,理想的是,量度和控制接收信号的增益使得中频放大器和模数转换器 (ADC) 不过激。尽管接收信号量度的精确度 (常称为接收信号强度指示或 RSSI) 有益于最大化信噪比,较发射侧为不重要,目标只是将接收信号控制在某一限度下。

[0006] 均方根 (RMS) 射频功率检测器能不依赖信号峰值对平均值比或波峰因数地量度射频功率。当量度信号的峰值对平均值比变化 (由于蜂窝基站承载的呼叫数总是在变这在无线蜂窝网中是常见的) 时,这一点至关重要。变化的峰值对平均值比缘于以不同功率电平发射多个载波,也缘于单个码分多址载波中码域功率的不同。

[0007] 因此,需要均方根功率检测来量度和控制多载波无线基础设施中的发射功率。传统的功率检测器 (使用二极管检测或对数放大器) 在发射信号的峰值对平均值比不固定时不能精确量度功率。

[0008] 因此,需要一种有效精确地量度多载波无线基础设施中的功率的系统和方法。

发明内容

[0009] 本发明提供一种 RMS 至 DC 转换器系统。所述系统包括接收输入信号并提供放大器输出信号的有转移函数波纹的可变增益放大器,接收放大器输出信号并提供检测器输出信号的检测器,及接收检测器输出信号并提供误差放大器输出信号的误差放大器。所述误差放大器有 AC 组分和耦合误差放大器输出信号及可变增益放大器的反馈电路。所述反馈电路向根据某些实施例包括用来减少 RMS 至 DC 转换器系统的转移函数波纹的 AC 的可变增益放大器提供反馈信号。

[0010] 在其它实施例中,所述系统还包括用来接收基准信号的基准输入,基准信号自身有 AC 组分,如正弦波或白噪声。

[0011] 附图简述

[0012] 参考附图进一步理解以下描述,其中:

[0013] 图 1 是现有技术的对数 RMS 至 DC 转换器的转移函数性能的示意图;

[0014] 图 2 是根据本发明的一实施例的 RMS 至 DC 转换器系统的示意简图;

[0015] 图 3 是根据本发明的一实施例的 RMS 至 DC 转换器系统的示意简图；

[0016] 图 4 是根据本发明的一实施例用于系统中的 RMS 至 DC 转换器的高斯转发器的衰减器的示意简图；

[0017] 图 5A 和 5B 是图 3 所示电路中两位置处的信号的示意图；

[0018] 图 6 是高峰值对峰值平均比信号的根据本发明的一实施例的系统的转移函数波纹的示意图；

[0019] 图 7A 至 7D 是图 3 所示电路中四位置处的信号的示意图；

[0020] 图 8 是根据本发明的又一实施例的系统的转移函数的示意图。

[0021] 附图只作说明用途。

[0022] 所示实施例的详细描述

[0023] 本发明提供用来改进 RMS 检测器的转移函数的线性（在超过 50dB 的动态范围内小于正负 0.3dB）的系统。

[0024] RMS 至 DC 转换器（如 Norwood Massachusetts 的 Analog Devices 所售 AD8362）测量从很低频率到约 2.7GHz 的频率范围内的超过 60dB 的 RMS 电压。图 1 示出输出电压为 2.2GHz 对相对 50 欧姆电阻输入信号强度（dBm）的 AD8362 的转移函数。

[0025] 如图 1 所示，对数 RMS 至 DC 转换器的转移函数示出输出电压（以左轴的伏特计）和 12 所示的以 dB 计的输入信号间的线性 dB(linear-in-dB) 关系。图 1 还示出从 10 所示的最佳固定 (best-fit) 线（标记在右轴）的该转移函数的偏移。所述线有一斜率和截取（用量测数据的线性回归计算）。一旦计算出所述线的斜率和截取，便可测绘以 dB 计的误差曲线。所述曲线表示重复波纹。该波纹大至 0.75db 峰值对峰值。该峰值对峰值波纹导致同样大的量测不确定性。

[0026] 根据本发明一实施例的系统包括可变增益放大器 14、低范围检测器 16（如 RMS 检测器）及误差放大器 18。系统还包括从误差放大器 18 的输出到可变增益放大器 14 的增益控制输入的反馈路径 20。误差放大器 18 接收正输入端口的参考电压 (V_{ref}) 和负输入端口的经电阻器 (R_{fit}) 的检测器输出。误差放大器还包括从其输出到经电容器 (C_{fit}) 的正输入的反馈路径。系统的输出路径包括有所示串联电阻器 19 和接地电容器 21 的一 RC 电路。运行期间，至放大器 14 的反馈路径 20 包括诸如噪声的某一 AC 组分。出现这种干扰改进转移函数波纹。在多个实施例中，噪声信号在至误差放大器 18 的参考输入引入，或出现在由检测器输出的信号上。在其它实施例中，系统以电流模式运行（电流信号从检测器输出并与电流参考信号结合以提供输出电流信号）。

[0027] 根据本发明一实施例的电路的特别实施是图 3 所示对数 RMS 至 DC 转换器电路。该电路包括有电压控制衰减器 22 和固定增益放大器 24 的线性 dB(linear-in-dB) 可变增益放大器 (VGA)、低动态范围 RMS 至 DC 转换器 26 及误差放大器 28。至 RMS 至 DC 转换器的差分输入信号 30、32 应用于 VGA 输入。VGA 输出应用于低范围 RMS 至 DC 转换器 26。将探测器的输出与设定值电压（该电压生成经放大器 38 反馈给 VGA 的增益控制输入的误差信号）进行比较。检测器输出与 VGA 输出信号的 RMS 电压成正比（而与输入信号的公电不成正比）。

[0028] 固定参考电压 40（也称为靶压）应用于放大器 42 和等同转换器 26 的低动态范围 RMS 至 DC 转换器 44。两检测器的输出应用于误差放大器 / 积分器 34（生成误差信号）。

VGA 的增益控制转移函数是负的,所以增长的电压降低增益。

[0029] 当小的输入信号应用于 30、32 处的电路时,信号路径检测器的起初小电压小,生成驱动 VGA 的降低的误差信号。该误差信号提高 VGA 增益,直到信号链检测器输出等于参考检测器输出。类似地,大输入信号生成上升的误差信号(该误差信号降低 VGA 增益,直到信号路径检测器电压等于参考检测器)。在所有情况中,当系统到达平衡时,检测器输入电压固定为同一值。因此,低范围 RMS 至 DC 转换器需要很小的工作范围来让电路工作。VGA 的转移函数是线性 dB(linear-in-dB) 的,即,dB 的增益与以伏特计的控制电压成反比。在本实施例中,VGA 的增益控制斜率约为 50mV/dB。这使得总电路的转移函数(VGA 输入和误差放大器输出间的关系)是对数的,因此输出电压与 RMS 输入电压的公电成正比。

[0030] 图 1 的一致性曲线所示波纹源是高斯转发器,所述高斯转发器判定从哪些节点将信号从可变衰减器提取,然后应用于包含可变增益放大器的输出段的固定增益放大器。如图 4 所示,本实施例的 RMS 至 DC 转换器的衰减器和高斯转发器电路包括多个耦合高斯转发器 48 的段,第一段耦合 50、52 处的差动输入端口(耦合图 3 的输入端口 30、32)和 DECL 端口 54。每段(示出段 a、b 和 c)包括跨导段 56、一对分压电阻器 58、60 及一对电阻器 62、64。所述电路提供衰减器 22 内的电压控制衰减。当高斯转发器的出现产生输出电压和控制电压间的连续关系时,所述关系有一循环波纹。输入梯形衰减器的每段(示出 a、b 和 c)按 6.33dB 衰减输入信号。信号经可变跨导段从这些段中流出。高斯转发器判定哪些跨导段在用(根据应用于可变衰减器的控制端口的控制信号),从而判定应用于输入信号的衰减量。

[0031] 分接头点间的衰减级要求邻接跨导段同时在用,以生成这些分接头点的加权平均(根据该加权平均跨导信元进一步指向传导电流)。邻接段电导变化(以沿衰减器滑动分接头点)的方式是一致性曲线中波纹的原因。

[0032] 低范围 RMS 至 DC 转换器中的方波形成信元以两倍于输入频率地生成组分和 DC 处的组分。这是从下面的三角恒等式得出的:

$$[0033] \quad \cos^2(\omega t) = \frac{1}{2}(1 + \cos(2\omega t))$$

[0034] 若该信号是单音正弦波,方波形成信元输出 DC 组分和两倍于输入频率的正弦波音。误差放大器/积分器的主极点滤掉双倍频率组分而只留下 DC 组分。若输入信号是诸如 CDMA 或宽带 CDMA(WCDMA)信号的宽带信号,出现在 DC 的组分现在的范围是从 DC 到原始信号带宽的一半。因此,一旦滤掉双倍频率,反馈给 VGA 的电路输出仍含有以叠加在 DC 级上的噪声样的信号出现的有效 ac 组分。传统作法是增强误差放大器中的滤波直到误差放大器的输出处的信号噪声得到显著降低。这导致总电路的无噪声输出。

[0035] 如图 3 进一步所示,在如下利用基带噪声电路中可去除转移函数波纹。图 3 的系统可选地包括输出路径中的串联电阻器 70 和电阻器 70 输出侧的接地电容器 72。积分器的外部滤波电容器的尺寸大大降低但仍大得足以实现有效 RMS 取平均值。外部滤波电容器较佳地小于约 500pF,在一实施例中特别地可以是 440pF。当宽带信号作为电路输入得到应用时,误差放大器输出含有明显噪声但仍集中在正确的 RMS 输出级。误差放大器输出的噪声级设定为至少 300mVpp,300mV 是 VGA 的 R-2R 梯形上邻接分接头间的距离乘 VGA 的增益控制斜率(即:50mV/dB 乘 6dB)。只要该输出噪声级是至少 300mVpp,其实际值不是至关重要的。

[0036] 放大器 28 输出的轻微滤波信号（图 5A 的 80 所示）反馈给 VGA 控制输入。该信号中的噪声使 VGA 的增益围绕中央点波动。VGA 的增益控制斜率是 50mV/dB。因此，噪声使 VGA 的瞬时增益以约 6dB 变化。这倾向平掉 VGA 的转移函数中的波纹，从而平掉总电路的转移函数。高斯转发器的电位计游标因此以大约 R-2R 梯形的一部分接头前后移动。因为增益控制电压通常以至少高斯转发器的一部分接头移动，VGA 输出的 RMS 信号强度与 VGA 输出电压间的关系变得与 VGA 的增益控制 ac 组分无关。应用于方波形成信元的信号现得到轻微 AM 调制。然而，这不改变信号的峰值对平均值比。由于减少滤波电容器，出现在误差放大器输出处的 RMS 电压现含有显著峰间噪声。尽管无损噪声地将该信号反馈给 VGA 增益控制输入是至关重要的，往外部量测节点 76 去的 RMS 电压用简单的 RC 滤波器 70、72 滤波以生成图 5B 的 82 所示很大程度上无噪声 RMS 电压。

[0037] 图 6 示出高峰值对平均值比信号（单载波 WCDMA，测试模型 16，2.2GHz）的图 3 所示 RMS 至 DC 转换器的转移函数波纹的结果减少。电压在 90 示出并标记在左轴上，误差在 92 示出并标记在右轴上。反馈给 VGA 增益控制终端的峰间噪声 600mV 似乎无用地大，因为只需在 6dB (R-2R 梯形上的 1 分接头) 上执行增益控制电压所需噪声。然而，随着扩频 CDMA 信号呼叫承载下降，信号的峰值对平均值比也下降。这导致较少的噪声出现在检测器输出。因此，设定峰间噪声使其跨 R-2R 梯形上至少一分接头。

[0038] 若正弦波应用于以上修改电路，结果是转移函数波纹没有减少，因为低范围 RMS 检测器的输出处未生成基带噪声。当正弦波应用于方波形成信元时，输出是双倍频率和 dc 电压电平。因为正弦波是窄带，近 DC 处不出现噪声样电压。一旦去除双倍频率，在任一范围无可用 ac 组分执行 VGA 的增益控制输入。

[0039] 在本发明的其它实施例中，电路用于一些应用，例如当输入信号是不生成大量多频基带噪声的单音信号时。再参考图 3，可选的 A/C 信号应用于一些实施例中。A/C 信号须执行 VGA 并在节点 84 通过串联电容器 85 提供。A/C 信号是参考电压 40（也称为靶压）的输入。这生成反馈给 VGA 增益控制输入的位于误差放大器输出的干扰。耦合 VREF 信号的信号或者是噪声或者是诸如正弦波的相干信号。若正弦波形式的输入信号（如图 7A 的 100 所示）在图 3 的输入 86 提供，A/C 信号（如图 7B 的 102 所示）在节点 84 提供，且至放大器 28 的输入信号得到轻微滤波（如图 7C 的 104 所示），则节点 76 的系统输出是无波纹的（如图 7D 的 106 所示）。

[0040] 图 8 示出当正弦波作为输入信号应用时，该电路的转移函数。电压在 110 示出并标记在左轴上，误差在 112 示出并标记在右轴上。通常为 1Vdc 的 VTGT 电压现是 500mVpp，10KHz 正弦波叠加其上。实现类似 WCDMA 信号情况的转移函数波纹减少。高频颤动信号的频率不是很重要。它应设定得足够高，使在仍获得理想脉冲响应时间的同时能容易地滤掉输出噪声。

[0041] 本领域的普通技术人员将认识到，可不脱离本发明的精神和范围地对上面揭示的实施例作出若干修改和变化。

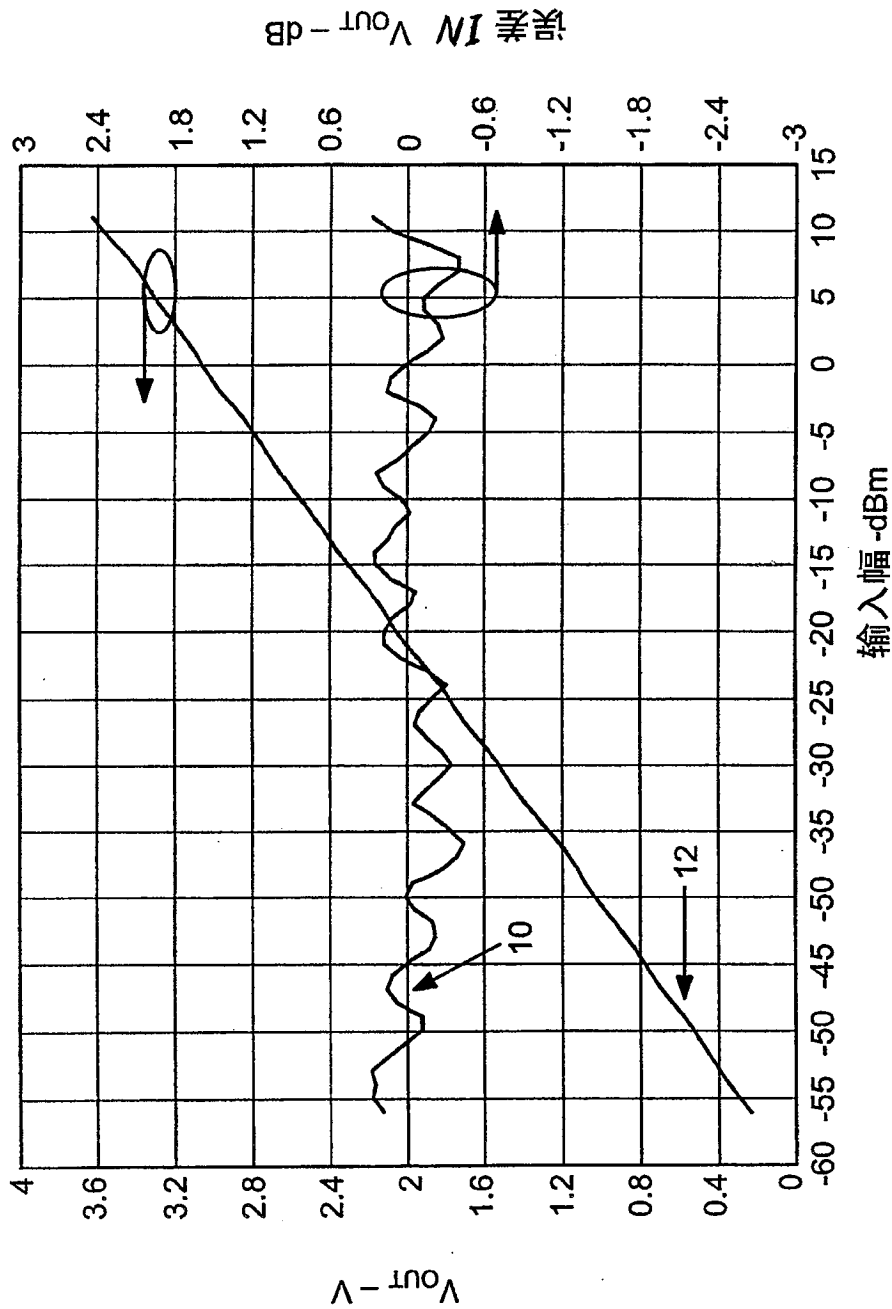


图 1 现有技术

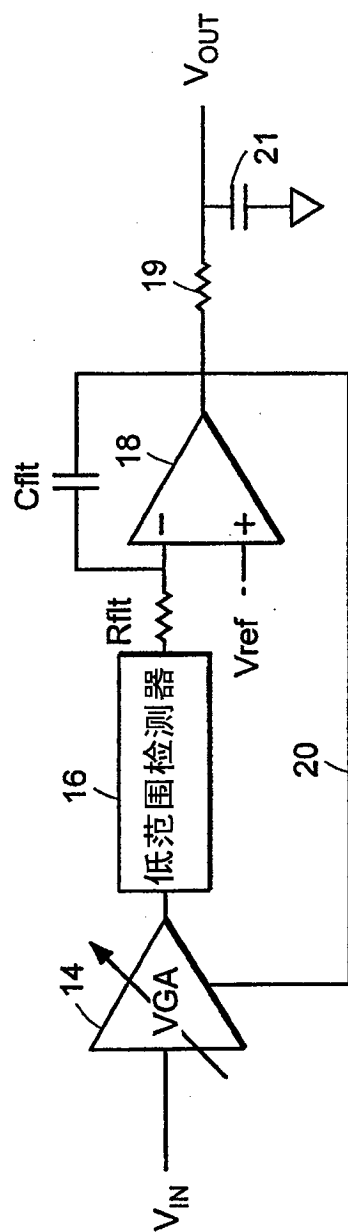


图 2

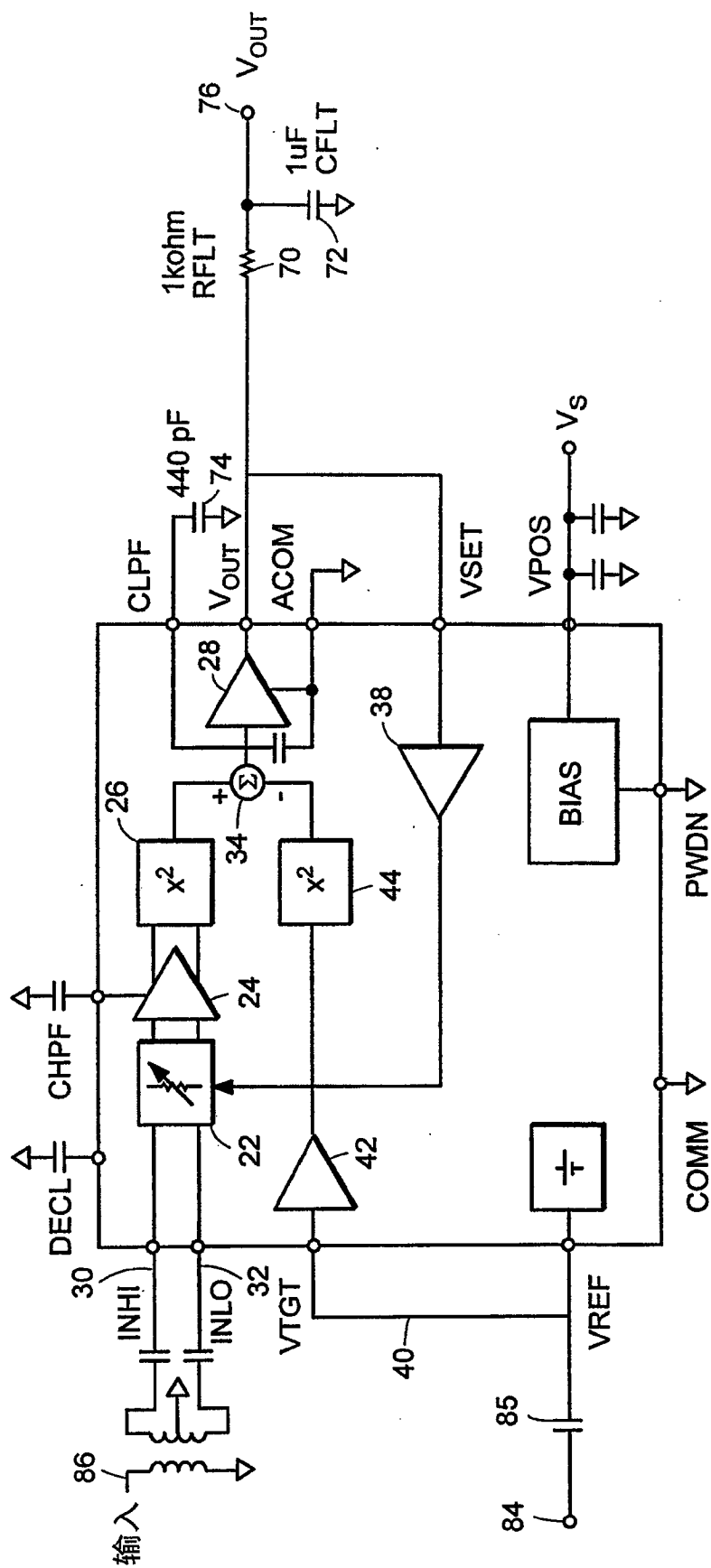


图 3

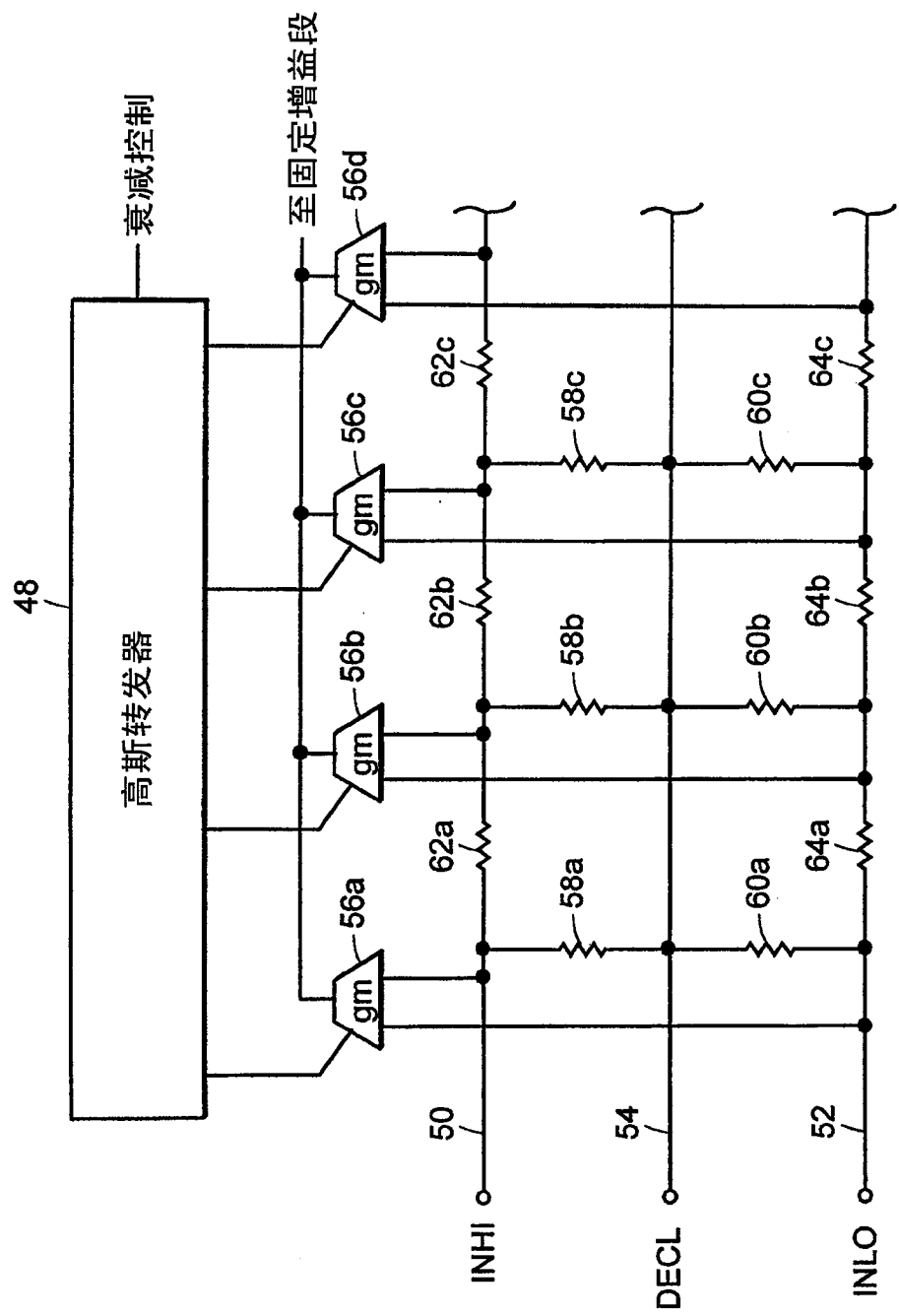


图 4

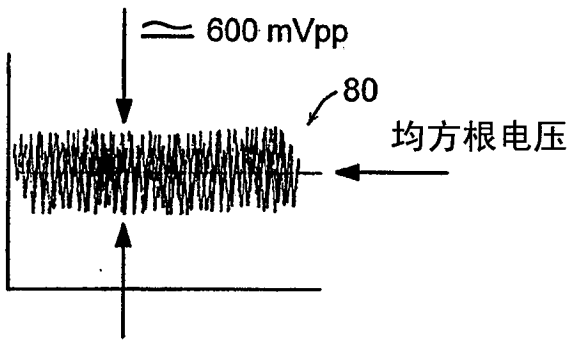


图 5A

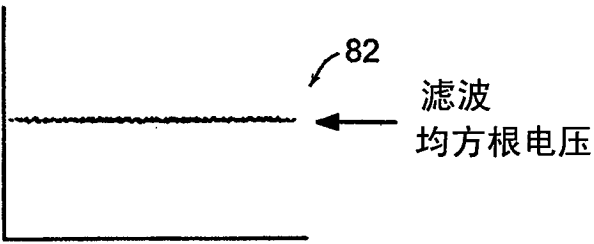


图 5B

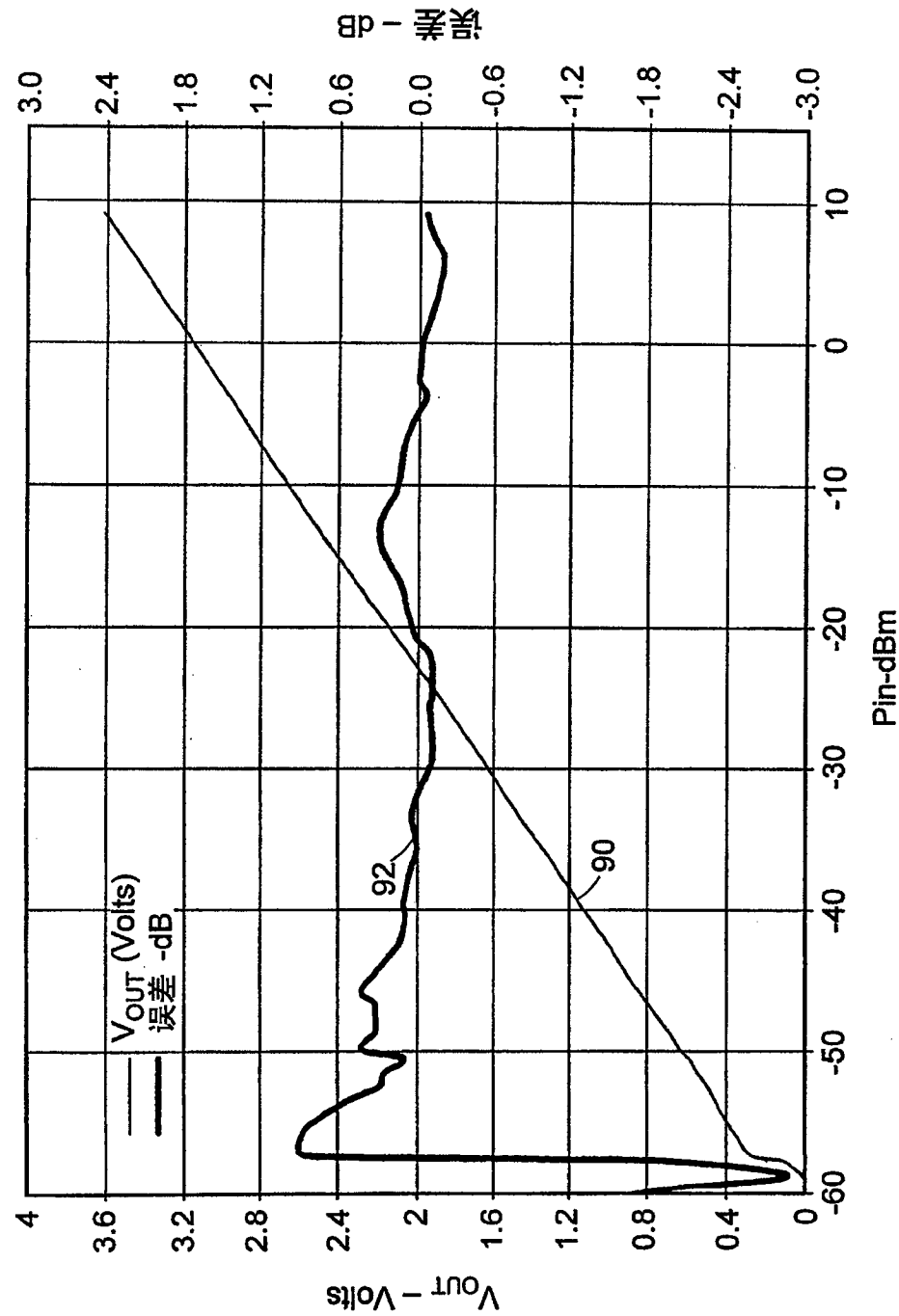


图 6

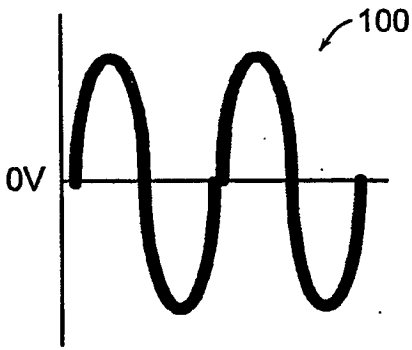


图 7A

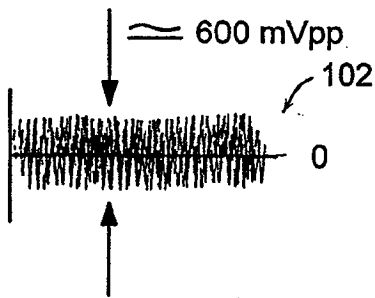


图 7B

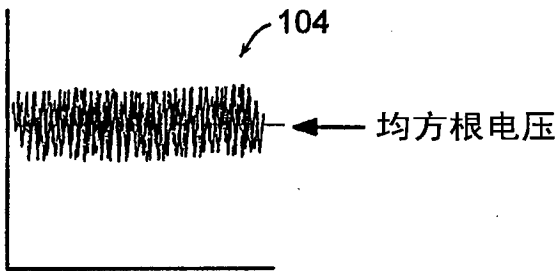


图 7C

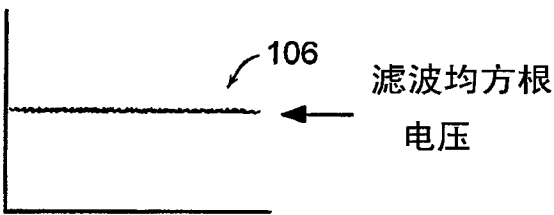


图 7D

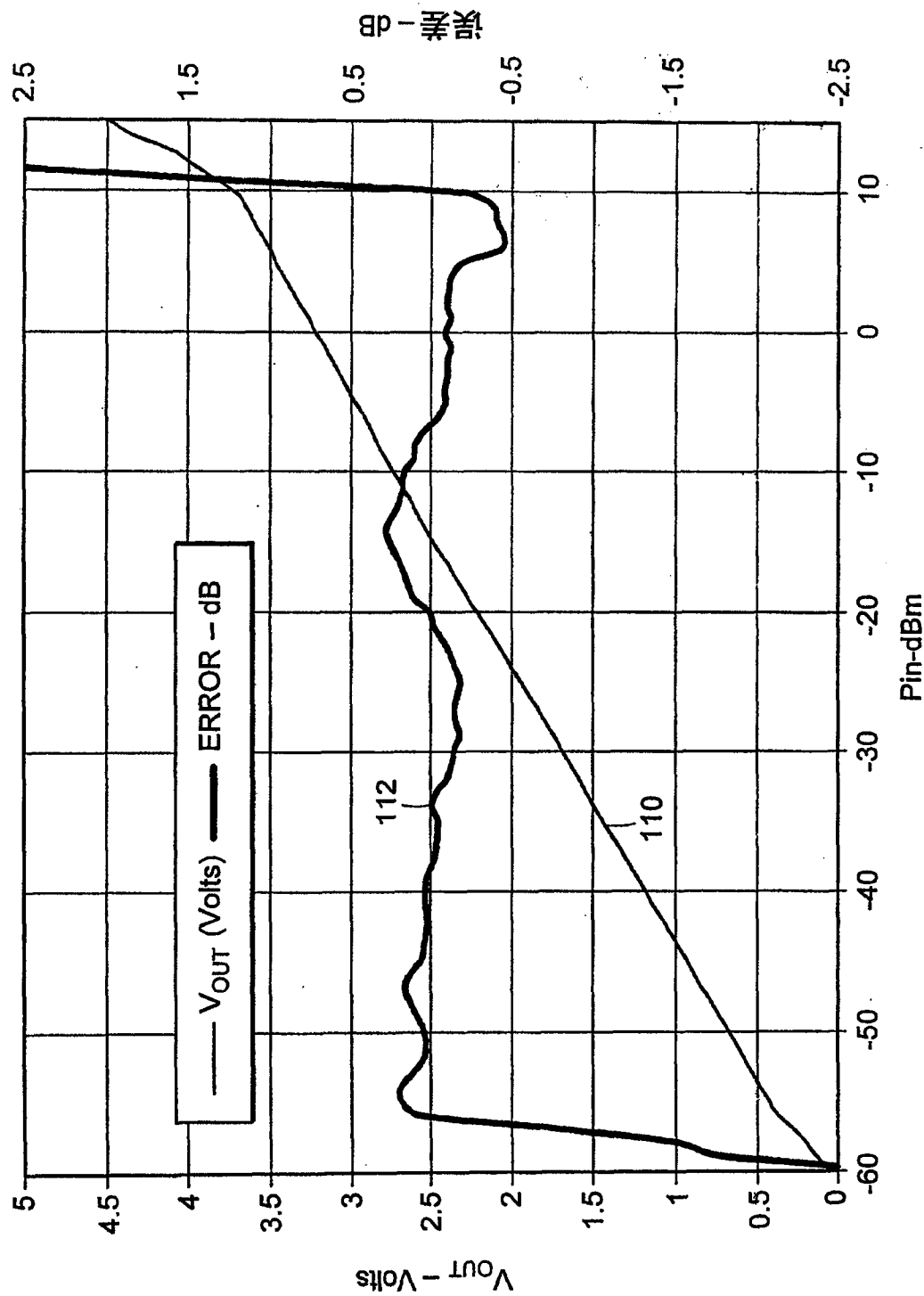


图 8