

(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103376755 A

(43) 申请公布日 2013. 10. 30

(21) 申请号 201310063077. 9

(22) 申请日 2013. 02. 28

(30) 优先权数据

PCT/RU2012/000311 2012. 04. 23 RU

(71) 申请人 罗斯蒙德公司

地址 美国明尼苏达州

(72) 发明人 谢尔盖·叶廖缅科

弗拉基米尔·列皮耶夫斯基

(74) 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任

公司 11021

代理人 吴敬莲

(51) Int. Cl.

G05B 19/04 (2006. 01)

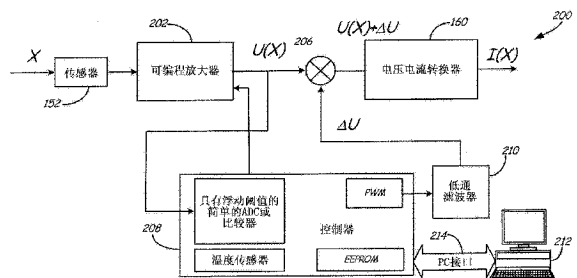
权利要求书2页 说明书3页 附图5页

(54) 发明名称

过程变送器中的过程变量补偿

(57) 摘要

一种过程变量变送器包括过程变量传感器，该过程变量传感器具有与检测到的过程变量相关的过程变量传感器输出。模拟信号补偿电路被配置为接收过程变量传感器输出，并基于补偿函数响应地提供响应于控制输入的补偿过的过程变量传感器输出。输出电路基于补偿过的过程变量提供输出。数字控制电路连接至模拟信号补偿电路，该数字控制电路提供施加至模拟信号补偿电路的控制输入的控制输出，从而控制补偿函数。



1. 一种过程变量变送器,包括:  
过程变量传感器,所述过程变量传感器具有与检测到的过程变量相关的过程变量传感器输出;  
模拟信号补偿电路,所述模拟信号补偿电路被配置为接收过程变量传感器输出,并基于补偿函数提供响应于控制输入的补偿过的过程变量传感器输出;  
输出电路,所述输出电路具有基于补偿过的过程变量的输出;和  
连接至模拟信号补偿电路的数字控制电路,所述数字控制电路具有施加至模拟信号补偿电路的控制输出的控制输出,从而控制补偿函数。
2. 根据权利要求1所述的过程变量变送器,其中控制输出基于过程变量传感器输出。
3. 根据权利要求1所述的过程变量变送器,其中控制输出还基于检测到的环境测量值。
4. 根据权利要求3所述的过程变量变送器,其中检测到的环境测量值包括温度。
5. 根据权利要求1所述的过程变量变送器,其中模拟信号补偿电路包括可编程放大器,所述可编程放大器将过程变量传感器输出作为所述控制输出的函数放大。
6. 根据权利要求1所述的过程变量变送器,其中模拟信号补偿电路包括加和节点,所述加和节点基于作为过程变量传感器输出和所述控制输出的函数的加和提供输出。
7. 根据权利要求1所述的过程变量变送器,其中输出电路提供有线输出。
8. 根据权利要求1所述的过程变量变送器,其中输出电路提供无线输出。
9. 根据权利要求1所述的过程变量变送器,其中所述控制输出基于分段线性补偿算法。
10. 根据权利要求1所述的过程变量变送器,其中所述控制输出基于多项式。
11. 一种在过程变量变送器中执行的方法,包括下述步骤:  
采用过程变量传感器检测工业过程流体的过程变量,并提供表示检测到的过程变量的过程变量传感器输出;  
采用模拟电路补偿过程变量输出,从而降低测量到的过程变量中的误差,模拟信号补偿电路作为控制输入的函数补偿过程变量;  
基于补偿过的过程变量提供变送器输出;以及  
采用数字控制电路确定施加至模拟信号补偿电路的控制输入的控制输出,并且从而响应地控制模拟信号补偿电路的补偿函数。
12. 根据权利要求11所述的方法,其中所述控制输出基于过程变量传感器输出。
13. 根据权利要求11所述的方法,其中所述控制输出基于检测到的环境测量值。
14. 根据权利要求13所述的方法,其中检测到的环境测量值包括温度。
15. 根据权利要求11所述的方法,其中补偿步骤包括调整可编程放大器的放大,所述可编程放大器将过程变量传感器输出作为所述控制输出的函数放大。
16. 根据权利要求11所述的方法,其中补偿步骤包括施加信号至加和节点,所述加和节点基于作为过程变量传感器输出和所施加的信号的函数的加和提供输出。
17. 根据权利要求11所述的方法,其中输出电路提供有线输出。
18. 根据权利要求11所述的方法,其中输出电路提供无线输出。
19. 根据权利要求11所述的方法,其中所述控制输出基于分段线性补偿算法。

20. 根据权利要求 11 所述的方法,其中所述控制输出基于多项式。

## 过程变送器中的过程变量补偿

### 技术领域

[0001] 本发明涉及用在工业过程控制和监测系统类型的过程变量变送器。更具体地,本发明涉及过程变量变送器中所检测到的过程变量的补偿。

### 背景技术

[0002] 过程变量变送器用于监测工业过程,如炼油、纸浆制造等。过程变量变送器测量过程流体的过程变量,如压力、温度、流量、液位等。可以将测量到的过程变量传送到另一个位置,如中央过程控制室。这种传送可以在诸如二线式过程控制回路之类的有线连接上进行,或者它可以在无线连接上进行。检测到的过程变量可以用来监测过程,或者可以用来控制过程的操作。

[0003] 采用过程变量传感器测量过程变量。典型地,过程变量传感器不在其输出和被检测的过程变量之间提供直接的线性关系。输出可以是非线性的,作为测量到的过程变量的函数,或者作为过程变量传感器的诸如温度之类的其他参数的函数。因此,希望的是补偿测量到的过程变量以改进测量精度。

### 发明内容

[0004] 一种过程变量变送器包括过程变量传感器,该过程变量传感器具有与检测到的过程变量相关的过程变量传感器输出。模拟补偿电路被配置为接收过程变量传感器输出,并基于补偿函数响应地提供响应于控制输入的补偿过的过程变量传感器输出。输出电路基于补偿过的过程变量提供输出。数字控制电路连接至模拟信号补偿电路,该数字控制电路提供施加至模拟补偿电路的控制输入的控制输出,从而控制补偿函数。

### 附图说明

[0005] 图 1 为工业过程或监测系统的简化视图。

[0006] 图 2 为采用数字补偿的现有技术的过程变量变送器配置的简化框图。

[0007] 图 3 为不采用补偿的现有技术的过程变量变送器的简化框图。

[0008] 图 4 为采用模拟补偿的现有技术的过程变量变送器的简化框图。

[0009] 图 5 为根据本发明的过程变量变送器的简化框图,其采用由数字电路控制的模拟过程变量补偿。

[0010] 图 6 为图示采用两种变量范围的过程变量补偿的曲线图。

[0011] 图 7 为图示采用三种变量范围的过程变量补偿的曲线图。

[0012] 图 8 为图示采用五种过程变量范围的过程变量补偿的曲线图。

### 具体实施方式

[0013] 本发明提供用于补偿过程变量的方法和设备,其能够以相对高的速度和高的精度工作。在一种配置中,本发明采用混合技术,其中模拟电路进行补偿,并且该模拟电路由数

字电路控制。

[0014] 图 1 为包括被配置为执行本发明的过程变量变送器 102 的工业过程控制或监测系统 100 的简化框图。过程控制变送器 102 连接至过程管道 104, 并被配置为采用过程变量传感器 108 测量过程流体 106 的过程变量。过程变量的示例包括压力、温度、流量、液位、pH 值等。过程变量变送器 102 中的电路补偿所测量的过程变量, 并且可以被配置为将过程变量传送到远程位置, 如控制室 110。图 1 中的控制室 110 被图示为包括电阻 114 和电源 116。这种传送可以采用有线技术, 如二线式过程控制回路 112, 该二线式过程控制回路 112 还用于向过程变量变送器 102 提供电力。在一种示例性配置中, 二线式过程控制回路 112 根据 HART® 通信协议运行, 其中 4mA 信号表示过程变量的低值, 20mA 表示过程变量的高值。数字信号可以叠加在该模拟电流电平上。在另一种示例配置中, 过程控制回路 112 包括无线通信链路, 其中信息被无线地传送至控制室 110。示例包括根据 IEC62591 标准的无线 HART® 通信协议。

[0015] 图 2 为现有技术的过程变量变送器 150 的简化框图。变送器 15 包括传感器 152, 该传感器 152 被配置为测量过程变量, 提供模拟输出到数字转换器 154。微处理器 (“控制器” 或 “处理器”) 156 接收来自模数转换器 154 的数字信号, 对该数字信号进行补偿并确定过程变量。与过程变量相关的信息被提供至数模转换器 158, 该数模转换器 158 将数字值转换成模拟电压电平, 该模拟电压电平被提供至电压电流转换器 160。这用来将二线式过程控制回路上的电流控制在 4mA 低电流电平和 20mA 高电流电平之间。图 2 中的视图被高度简化, 例如, 可以用附加的数字处理器和 / 或模拟电路提供附加的功能。可以基于例如温度或其它环境变量, 包括传感器测量本身中的非线性, 补偿来自传感器 152 的信号。然而, 这种补偿要增加对处理器 156 的计算要求, 并且还降低可以实现测量的速度。

[0016] 图 3 为过程变量变送器 170 的简化框图, 其采用利用全模拟电路的配置。在图 3 的配置中, 将来自传感器 152 的输出提供至放大器 172。放大器 172 将模拟信号直接提供至电压电流转换器 160, 用于在二线式过程控制回路 112 上传输。变送器 170 的配置允许高速运行, 然而, 它不对来自传感器 152 的输出提供任何补偿 (除了放大之外)。

[0017] 在另一个示例中, 模拟电路用于对检测到的过程变量提供补偿。例如, 图 4 示出了现有技术的过程变量变送器 180 的简化框图, 其包括用于提供反馈信号到所测量的过程变量的反馈电路 182。在该配置中, 过程变量传感器 152 被图示为电桥 184, 例如, 应变仪。反馈电路 182 提供激励电压到电桥 184, 该电桥 184 作为来自放大器 172 的输出的函数变化, 并且反馈电路 182 提供与放大器输出在加和节点 186 处加和的偏移电压。反馈电路 182 可以被调整以提供温度补偿并且还线性化来自传感器 152 的输出。虽然图 4 中示出的配置提供高速传感器测量, 但它不提供数字电路在补偿所检测的过程变量时所提供的精度。

[0018] 本发明包括用于通过补偿提供改进的传感器精度的方法和设备, 这种补偿是通过采用模拟补偿技术进行的, 该模拟补偿技术是采用数字控制器控制的。图 5 为包括过程变量传感器 152 和电压电流转换器 160 的过程变量变送器的简化框图。注意到, 电压电流转换器 160 可以为任何类型的输出电路, 并且不限于示出的任何具体实施例。其它示例包括任何类型的过程控制回路, 包括有线和无线配置, 如根据 IEC62591 标准的无线 HART® 通信协议。采用可编程放大器 202 放大来自过程变量传感器 152 的输出, 并且在被提供至输出电路 160 之前通过加和节点 206 提供反馈。设置控制反馈回路的控制器 208。通过来自

控制器 208 的输入控制可编程放大器 202。加和节点 206 通过低通滤波器 210 接收来自控制器 208 的反馈信号。控制器包括用于数字化来自可编程放大器 202 的输出的模数转换器（或简单的比较器电路）。基于数字化值，由控制器 208 控制由放大器 202 提供的放大量。还图示了温度传感器，然而，其它类型的环境传感器可以用来检测可能影响传感器 152 的操作的环境或其它特性。包括包含特征数据的存储器。

[0019] 在操作期间，控制器采用来自模数转换器的输出识别传感器 152 在其中运行的特定范围，例如压力范围。此外，获得温度信息，并引入反馈 ( $\Delta U$ ) 信号以基于特定的传感器范围和温度补偿检测到的过程变量。这种补偿是采用脉冲波调制器产生的，采用低通滤波器 210 对脉冲波调制器进行滤波。可以基于由传感器 152 测量的过程变量的特定范围调整由可编程放大器 202 提供的放大。存储器可以根据任何补偿技术存储信息，所述补偿技术包括将传感器输出和温度测量值分成多个范围的步进技术。示例性补偿技术包括在特定范围内应用的线性补偿公式以及多项式方程。在该装置的在制造或随后进行的特征化期间可以确定特定间隔、系数等。

[0020] 图 5 还图示了计算机 (PC) 212，该计算机 (PC) 212 通过 PC 接口 214 与控制器 208 通信。计算机 212 可以用来监测装置 200 的操作以及将补偿信息存储在控制器 208 的 EEPROM 存储器中。可以在装置 200 的制造期间进行补偿信息的存储，或者可以随后进行补偿信息的存储，例如，以基于传感器测量中的漂移更新补偿。

[0021] 图 6、7 和 8 为示出采用不同范围间隔所产生的补偿过的过程变量输出的曲线图。这些图图示传感器 152 的逐段线性特征化。在图 6 中，使用两个间隔，一个在压力 P1 和 P2 之间，一个在压力 P2 和 P3 之间。在图 7 中，利用三个压力范围。注意到，压力范围没有必要是均匀隔开的。采用五种压力范围间隔获得如图 8 所示的测量精度的额外增加。可以基于期望的精度以及传感器输出的线性度选择压力范围的数量。可以利用其它类型的特征化或补偿技术，包括多项式、其它曲线拟合技术等。基于特定特征化技术，提供由放大器 202 提供的放大以及在图 5 中示出的加和节点 206 处提供的可调节的偏移。

[0022] 虽然已经参照优选实施例描述了本发明，本领域技术人员将会认识到，在不偏离本发明的精神和范围的情况下，可以在形式和细节方面进行改变。图 5 图示作为模拟信号补偿电路的示例的可编程放大器以及加和节点。然而，可以利用其它模拟信号补偿电路以及其它配置。此外，可以利用任何类型的输出电路，包括有线和无线电路二者。可以在有线连接上，包括用来载送信息的有线连接上向变送器供电，以及采用独立电力系统，如电池、太阳能电池等向变送器供电。可以利用任何类型的数字电路，并且数字电路功能可以在大量不同的数字电路范围内扩展。例如，可以利用多个微处理器或控制器。类似地，可以在逻辑阵列/线 (ray) 中实现数字功能，并且在一些实施例中，不需要由微处理器提供的增强功能。可以利用用于确定所述补偿的任何类型的数字技术，并且本发明不限于本文中提出的特定逐段线性配置。其它技术包括映射技术、包括多项式曲线拟合的其它曲线拟合技术，等等。虽然在具体实施方式中描述了压力传感器，但可以利用其中希望补偿的其它类型的过程变量传感器。此外，补偿可以基于来自传感器的输出以及其它输入。这些其它输入可以来自其它传感器、其它部件、包括来自其它变送器的部件或输入、与特定过程流体相关的信息、编年信息、部件的使用年限、误差测量等。

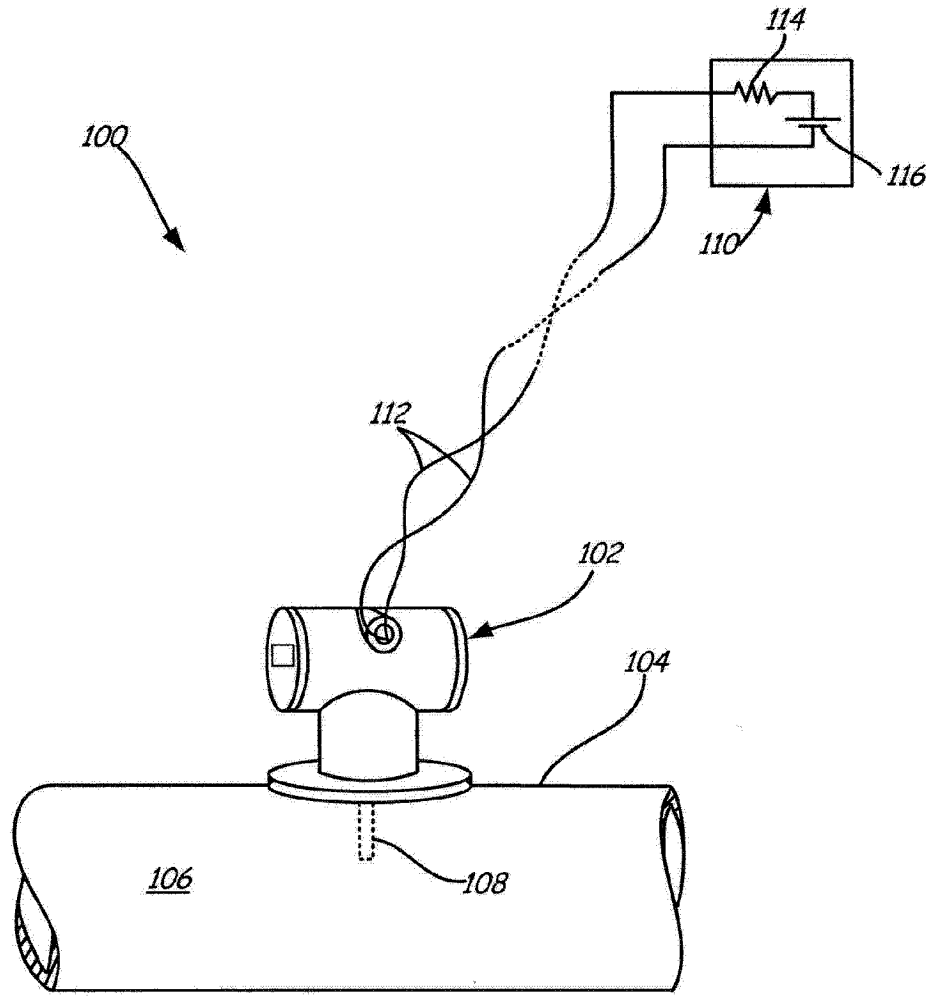


图 1

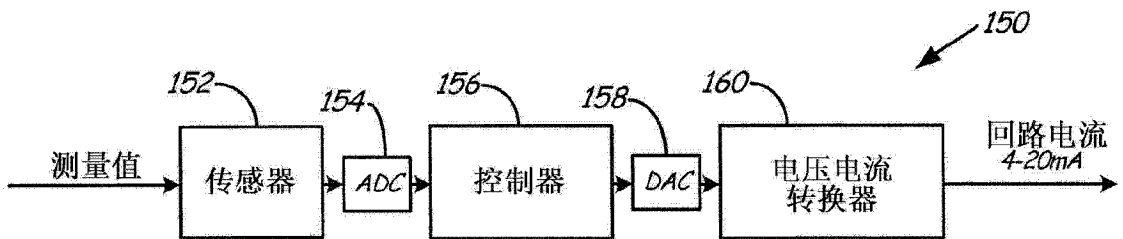


图 2 现有技术

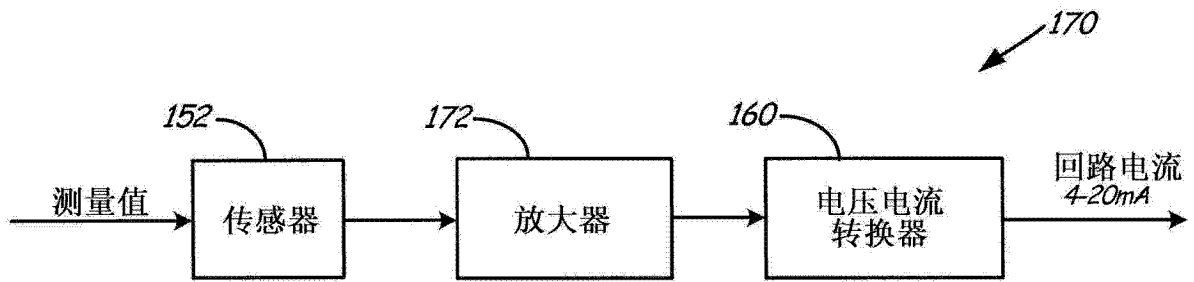


图3 现有技术

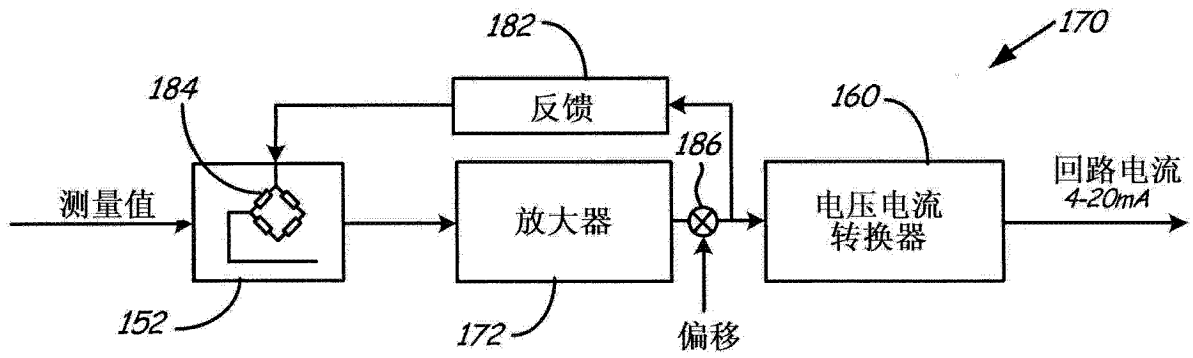


图4



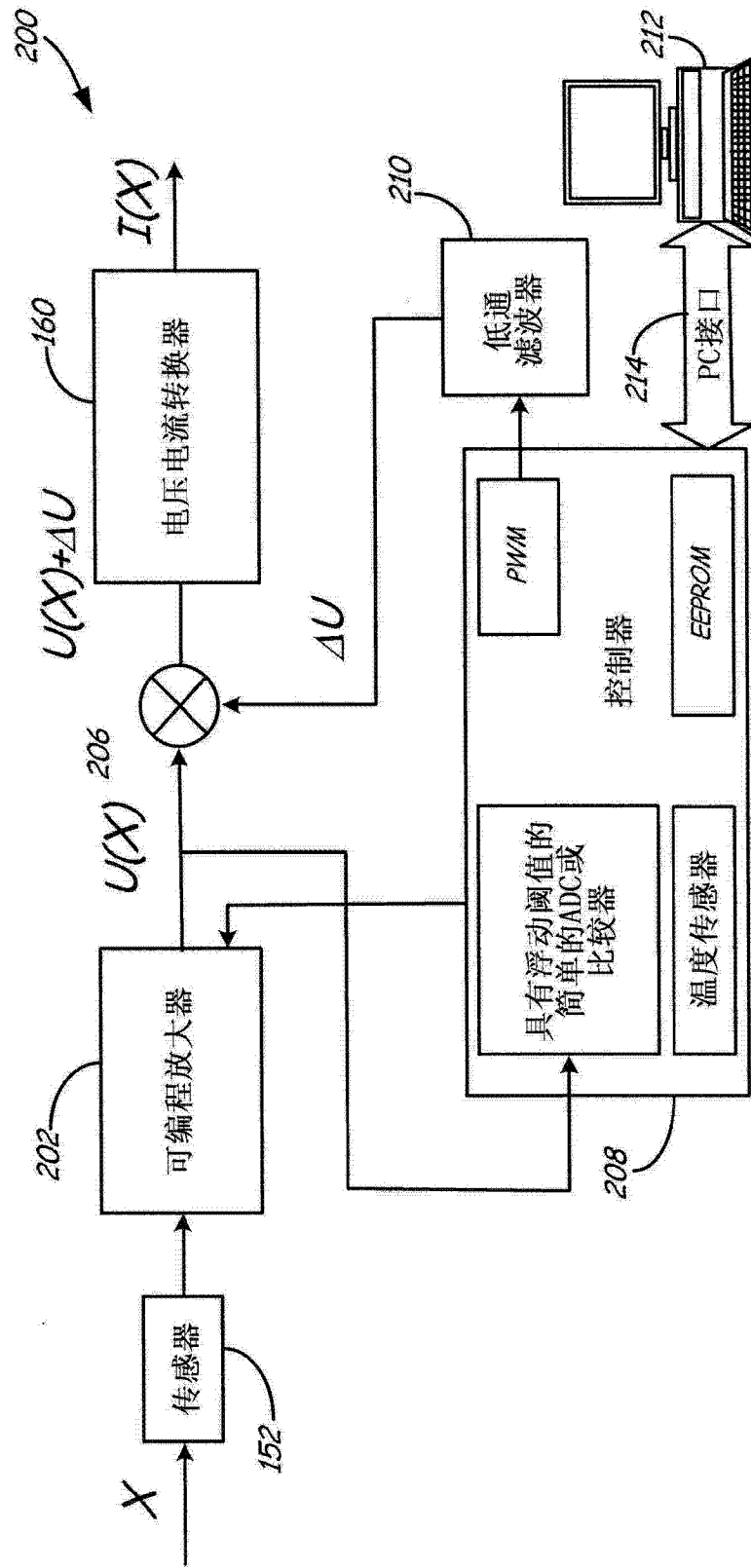


图 5

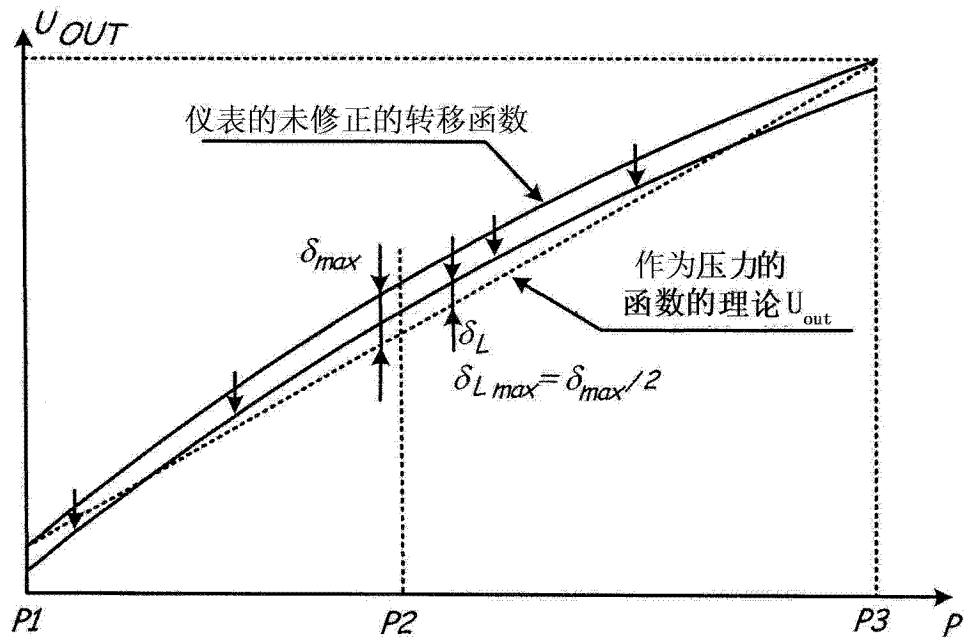


图 6

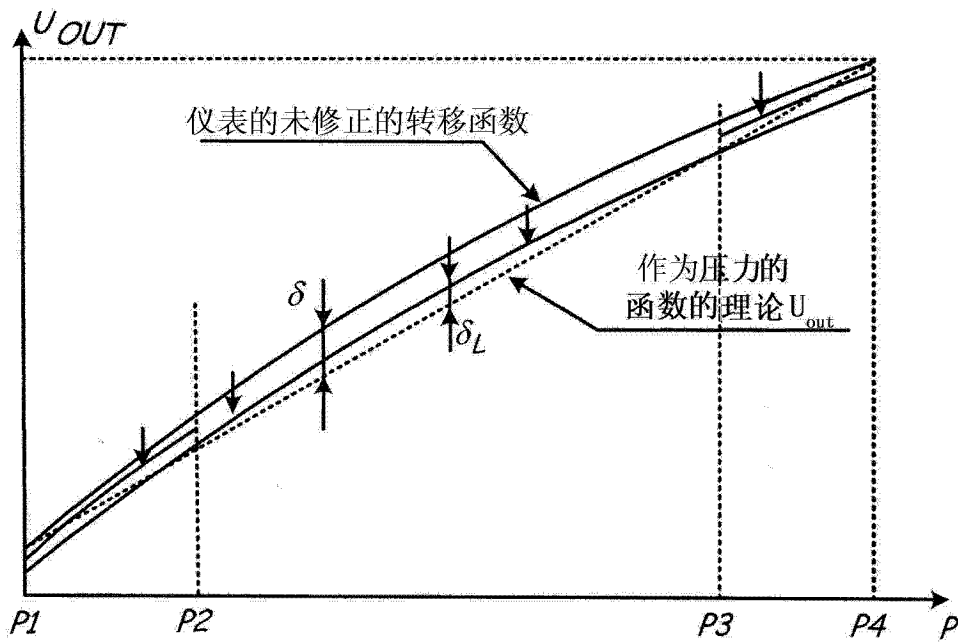


图 7

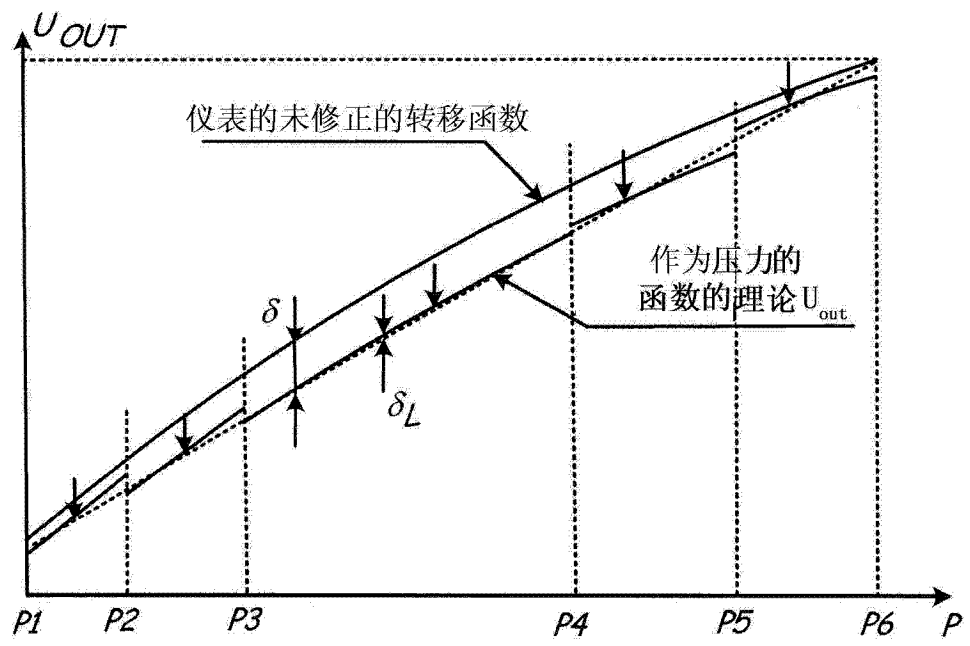


图 8