



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102445900 A

(43) 申请公布日 2012. 05. 09

(21) 申请号 201110301557. 5

(22) 申请日 2011. 09. 30

(30) 优先权数据

10186612. 7 2010. 10. 05 EP

(71) 申请人 西门子公司

地址 德国慕尼黑

(72) 发明人 贝恩德 - 马库斯 · 普费菲尔

(74) 专利代理机构 北京康信知识产权代理有限

责任公司 11240

代理人 余刚 李慧

(51) Int. Cl.

G05B 11/42(2006. 01)

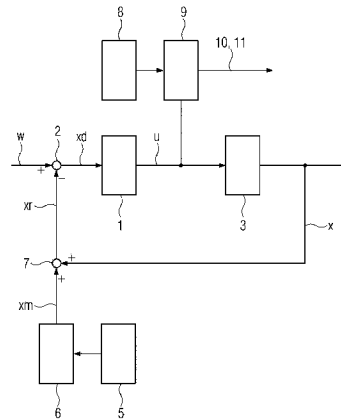
权利要求书 1 页 说明书 6 页 附图 2 页

(54) 发明名称

设计过程调节器的方法

(57) 摘要

本发明涉及一种对用于过程参数 (x)、尤其是用于压力或者流量的过程调节器 (1) 进行设计的方法, 该过程调节器可以在封闭的调节回路中前接于带有定位驱动器 (20) 的调节系统 (3)。为了确定调节器 (1) 的工作能力, 对该封闭的调节回路进行模拟。在此, 给过程参数 (x) 的实际值的模拟变化过程上加上预定的干扰 (xm), 优选地通过在实际的定位驱动器 (20) 处进行测量得到该干扰。为了测定该驱动器 (20) 的能量消耗量的评估值 (10), 分析过程调节器 (10) 的调节参数 (u) 的模拟变化过程。因此, 在调节器设置中可以在调节器的故障和控制表现方面的性能和估算的能量消耗量之间找到一种协调关系, 无需在实际的驱动器上对能量消耗量进行直接测量。



1. 一种对用于过程参数 (x)、尤其是用于压力或者流量的过程调节器 (1) 进行设计的方法, 所述过程调节器可以在封闭的调节回路中前接于带有定位驱动器 (20) 的调节系统 (3), 其中对用于确定所述调节器的工作能力的所述封闭的调节回路进行模拟, 其特征在于, 在对所述封闭的调节回路进行模拟时, 给所述过程参数 (x) 的实际值、目标值 (w) 或者调差 (xd) 的模拟变化过程加上一个预定的干扰 (xm), 并且分析所述过程调节器的调节参数 (u) 的模拟变化过程以测定所述驱动器 (20) 的能量消耗量的评估值 (10)。

2. 根据权利要求 1 所述的方法, 其特征在于, 取决于在稳态中在实际的定位驱动器上测得的所述过程参数的实际值变化过程来预定所述干扰 (xm)。

3. 根据权利要求 1 或 2 所述的方法, 其特征在于, 在进行所述模拟时, 分析所述过程调节器的所述调节参数 (u) 的所述模拟变化过程, 用于测定所述驱动器 (20) 的磨损的评估值 (11)。

4. 根据前述权利要求中任一项所述的方法, 其特征在于, 针对多个不同的调节器设置对所述封闭调节回路进行模拟, 并且在显示器上可读取地为操作者给出在此测定的所述能量消耗量的所述评估值 (10)。

5. 根据前述权利要求中任一项所述的方法, 其特征在于, 所述定位驱动器是用于调节阀 (21) 的气动驱动器 (20), 并且计算对于所述调节参数 (u) 的变化过程要耗费的机械功率, 用于测定所述能量消耗量的所述评估值 (10)。

6. 根据权利要求 5 所述的方法, 其特征在于, 通过将算出的所述机械功率与所述气动驱动器 (20) 的和用于产生压缩空气的电压压缩机 (30) 的预设效率相关联, 测定所述能量消耗量的所述评估值。

7. 一种计算机程序, 具有可以由计算机执行的程序代码指令, 当在计算机上执行所述计算机程序时, 实施根据权利要求 1 至 6 中任一项所述的方法。

8. 一种计算机程序产品、尤其是存储介质, 具有可以由计算机执行的、根据权利要求 7 所述的计算机程序。

设计过程调节器的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种根据权利要求 1 的前序部分所述的、对用于过程参数、尤其是压力或者流量的过程调节器进行设计的方法,该过程调节器可以在封闭的调节回路中前接于带有定位驱动器的调节系统。

背景技术

[0002] 在实践中会通过或多或少系统化的试验在最佳情况下借助于启发式调节规则来调节多个 PID 调节器,其中 PID 调节器的 D 部分经常完全不被使用。然而通过纯粹的试验进行优化非常耗费时间。

[0003] 因此,越来越多地使用由计算机辅助的方法例如借助于所谓的 PID 调谐器设计过程调节器,这种调谐器集成在公知的过程控制系统 SIMATICPCS 7 的工程系统中。除了选择一个合适的调节器类型以外,确定有利的调节器参数是进行调节器设计的一个重要步骤,对此可以通过一种操作方法来实,其中通过用于优化调节器的 PID 调谐器的相应软件工具首先形成调节系统的模型。此外,该过程或者通过手动操作调节器时的调节参数跳变被激励,或者如果已经存在粗略的、至少稳定的调节器布置,就通过自动操作时的目标值跳变被激励。由在此测定的测量数据来识别一个动态的过程模型,也就是说,这样确定过程模型的结构和参数,即过程模型的数据尽可能地接近测量数据。以识别的过程模型为基础,例如根据绝对值最适宜的方法确定对于 PID 调节器有利的调节器参数。为了判断这样得到的调节器的工作能力,可以对这个配有这样得到的调节器的封闭的调节回路进行模拟。在此调节回路的调差或者实际值所得到的变化过程显示在图形的用户界面上,从而可以对例如故障表现或者控制表现进行可视性判断。此外,为了通过操作者进一步实现优化,提供了各种各样的调节器类型和调节器的参数化法用于执行更新的模拟计算。在选出对于调节器最合适的调节器设置后就完成了调节器的设计。

[0004] 在 DE 10046005A1 中描述了另一种用于由计算机辅助设计并且启动调节器的方法。

[0005] 工艺流程技术方面的设备中的多个调节回路、尤其是流量调节回路或者压力调节回路使用连续阀作为促动器,它们在利用或无需辅助的位置调节的情况下通过电气动的调节驱动器来运动。如果该调节驱动器具有内部的位置调节回路,则涉及一个级联结构,其具有作为主令控制器的过程调节器(例如压力调节器或者流量调节器),并且具有大多数情况下都集成到现场仪器中的作为随动调节器的位置调节器。在此,气动的定位驱动器的优点是,它们相对来说能够迅速操作,并且获得较高的调节力。此外,它们大多数在恶略的爆炸环境、户外使用和低温的范围中都可以使用。然而,在工艺流程技术方面的设备中,压缩空气却属于最昂贵的能量载体,这是因为利用压气机提供压缩空气的有效功率低,并且在分支众多的气体导管网络中会出现压力损耗,并且可能出现泄漏。然而并不测量单个气体驱动器的压缩空气消耗量,因为这会导致相对较高的耗费。甚至在多个其他的驱动器、例如电动驱动器中,也大多数放弃了用于直接对其能量消耗量检测的一个单独的测量点,因为

这总是会带来一定的耗费。驱动器的能量消耗量在任何情况下都明显依赖于对各个对应的过程调节器进行的调节。因为消耗量在大多数情况下由于上述原因无法直接利用测量技术进行检测,因此其经常在设计调节器时被忽视,并且获得的调节器调节结果虽然在故障和控制表现方面满足要求,但是经常会导致驱动器消耗过多的能量。

发明内容

[0006] 本发明的目的在于,找到一种对前接于定位驱动器的过程调节器进行设计的方法,其中,除了考虑调节器在故障和控制表现方面的工作能力,还可以考虑到定位驱动器的能量消耗量。

[0007] 为了实现该目的,开头所述类型的新方法具有在权利要求 1 的特征部分提出的特征。在从属权利要求中描述了所述方法的改进方案、一个计算机程序和一个计算机程序产品。

[0008] 以有利的方式,为了估算驱动器的能量消耗量,从过程参数的一个预定的干扰、尤其是压力或者流量的干扰出发。这个干扰优选地相应于稳态中、即在目标值恒定并且瞬态振荡过程结束时的过程参数的实际值的波动。这种状态符合工艺流程技术方面的设备中出现的大部分情况。在模拟这个封闭的调节回路时,以有利的方式测定调节器对所述干扰的反应,为此,通过给模拟实际值上或者在调节器上控制的调差上加上预定的干扰。

[0009] 从定位驱动器的技术数据中,或者通过试验性尝试可以测定驱动器引起的位置变化和分别与之相关的能量消耗量之间的各个驱动特定的关系。调节参数的变化过程符合在一个级联结构中在所述驱动器的内部位置调节回路上给出的位置目标值的变化过程,用于为了测定该驱动器的能量消耗量的一个评估值而将该变化过程计算出来,因此以有利的方式可以放弃对驱动器的工作消耗的测量,这种测量可能导致相对较高的耗费。这些以下述内容为前提,即,一个可能存在的、现场仪器内部中的位置调节回路正确地工作,使得位置实际值的信号变化过程非常接近地相应于位置目标值的变化过程。利用公知的 PID 调节器就已经可以对具有不同调节器类型(例如 P 调节器、PI 调节器或者 PID 调节器)和不同的调节器参数的封闭的调节回路进行模拟。现在借助于所述新方法流程,除了用图形示出调节回路中的模拟信号变化过程,还可以示出与之相关联的能量消耗量的一个评估值。因此,以有利的方式,在设计调节器时不再必须做出这样的决定,其对于在工艺流程技术方面的设备运行时持续不变的能量消耗量产生的持久影响可能无法估计。而现在在设计调节器时要考虑的是能量消耗量。使用者可以完全知晓由估算的能量消耗量造成的花费,并在此情况下在各个不同的可能的调节器设计之间做出选择。

[0010] 在所述方法的一个特别有利的构造方案中,通过在实际的调节系统上测量过程参数的实际值变化过程来预定干扰,这个调节系统具有处于稳态中的定位驱动器的辅助位置调节回路。这种干扰是针对调节回路中的故障及测量干扰和干扰对位置目标值的变化过程的影响的量值,这就是说,在这种情况下会实际地示出调节参数。在此可以使用实际测得的实际值与平均值的偏差值。

[0011] 在一个有利的改进方案中,在进行模拟时,分析出位置目标值的变化过程,附加地用于测定对于驱动器的磨损的评估值。因此,还可以在设计调节器时考虑调节器装置对驱动器使用寿命的影响。因此使用者也可以根据预测出的阀门使用寿命在各种可能的调节器

设计之间做出有意义的选择。

[0012] 优选地这样构造一个用于优化调节回路的软件工具,即可以在一个例如图形显示器上对两个或者多个不同的调节器装置直接进行相互比较,更确切地说,不仅鉴于信号变化过程也鉴于会造成的能量消耗量来判断故障和控制表现。为此要为多种不同调节器装置模拟封闭调节回路,并且在显示器上可读取地为操作者给出在此测定的能量消耗量的评估值。

[0013] 对此可替换地,在自动设计调节器时,自然可以以合适的被定义的性能指标考虑能量消耗量,而不需要操作者额外进行干涉。

[0014] 特别有利的是在一个用于调节阀的气动驱动器中使用所述新方法,其中,为了测定能量消耗量的评估值而计算出对于位置目标值的变化流程要耗费的机械功率。这种可以不直接测量驱动器的能量消耗量的可能性在此特别重要,这是因为否则只能以相比较较高的消耗测定气动驱动器的压缩空气消耗量。

[0015] 在所述方法的一个改进方案中,通过将算出的机械功率与气动驱动器的预定有效功率相关联,并且关联一个用于产生压缩空气的电动压缩机的预先知道的有效功率来测定能量消耗量的评估值,这个改进方案有以下优点,即,其一并考虑了能量转换链中的各种损耗,并且因此获得了进一步改良的调节器设计。

附图说明

[0016] 下面,根据其中示出了本发明的一个实施例的附图更详尽地阐述本发明以及优点和构造方案。

[0017] 其示出:

[0018] 图 1 是一个模拟模型的工作线路图,以及

[0019] 图 2 是一个具有前接的位置调节器的气动阀。

具体实施方式

[0020] 在用计算机辅助设计过程调节器 1 的范畴中,通过例如在个人计算机上执行的计算机程序来模拟所述封闭的调节回路,其原理功能块在图 1 中示出。已经可以利用公知的 PID 调谐器模拟调节回路,该调节回路由比较装置 2、调节器 1 和系统 3 组成。借助于比较装置 2,由可以预定的目标值 w 和在系统 3 的输出端上通过模拟算出的实际值 x 计算出在调节器 1 的输入端上控制的调差。取决于算出的调差 xd 的变化过程,调节器 1 测定用于调节系统 3 的调节参数 u 的合适的变化过程。例如可以通过接入跳变函数作为目标值 w 的变化过程,根据实际值 x 在此调节的变化过程评估调节器 1 在控制表现方面的工作能力。在将一个新设计的调节器应用到一个工艺流程技术方面的设备中之前,先通过模拟封闭调节回路检查调节器 1 的性能。

[0021] 为了使调节系统 3 的用于模拟的模型与实际过程良好地一致,在调谐工具中、例如 PID 调谐器中,仍然存在实际过程中获得的用于识别过程的经验数据。

[0022] 现在对封闭的调节回路的模拟所扩展的功能是,估算定位驱动器的能量消耗量,该定位驱动器是调节系统 3 的一个组成部分。由于与其相关的耗费,在工艺流程技术方面的设备中一般不可能直接测量定位驱动器的能量消耗量,这些定位驱动器可能是电动的、

液压的或者尤其是气动的。现在在模拟调节回路时就已经能对能量消耗量进行估算,其中可以在调节器设置中有意识地找到在调节器的故障和 / 或控制表现方面的性能和定位驱动器的能量消耗量之间的平衡。

[0023] 实际测得的实际值与在稳态时的平均值的偏差值 x_m 是对于实际的调节回路中故障和测量干扰的量值。为了进行模拟,要测定这个偏差值 x_m 的变化过程的具有代表性的时间区段作为实际过程的额外的经验数据,并且将其存放在存储器 5 中。通过装置 6 将用于模拟的时间区段周期性重复地输入到加法器 7 中,并且在那里加上模拟实际值 x 形成添加干扰后的实际值 x_r 。因此调差 x_d 被算作目标值 w 和添加干扰后的实际值 x_r 的差值。通过将预定的干扰叠加到过程参数的模拟实际值 x 上,以有利的方式获得一个模拟结果,这个结果也实际地反映出干扰 x_m 对操作信号 u 的变化过程造成的影响,所述操作信号的变化过程在一个级联结构中相应于驱动器的内部位置调节回路上给出的位置目标值的变化过程。

[0024] 显而易见,作为所述实施例的代替,可以以等效的方式在其他位置上实现被加入的叠加,例如在比较装置 2 的后方,从而将偏差 x_m 的值作为预定的干扰添加到调差 x_d 的值上。

[0025] 作为其他的经验数据,在存储器 8 中存放了定位驱动器的特性数据,该定位驱动器是调节系统 3 的组成部分,这些数据例如根据定位驱动器的技术数据推导出,或者通过对类似的定位驱动器进行测量得出。装置 9 根据这些特征数据计算出关于定位驱动器的能量消耗量的评估值 10,这些能量消耗量是由模拟调节参数 u 的变化过程而引起。

[0026] 在通过在计算机上执行的计算机程序来实现的调谐工具中,可以利用不同的调节器类型(例如PID调节器、PI调节器或者P调节器)和不同的调节器参数进行模拟。用图形显示调节回路中存在的信号的模拟变化过程对于操作者判断故障和控制表现十分有帮助,除此之外还将能量消耗量的评估值 10 显示为用于判断调节器 1 的工作能力的其他参数。有利地可以这样构造所述调谐工具,即将两个不同的调节器设置直接相互比较,即,不仅在信号变化过程方面还在相应的能量消耗量方面进行比较。以有利的方式,除了取决于调节器设置估算定位驱动器的使用寿命 11,还可以算出模拟调节参数 u 的、分析用于计算能量消耗量的评估值 10 的变化过程。因此可以在设计调节器时将定位驱动器的磨损考虑作为另一个标准。

[0027] 因此,在由计算机辅助启动调节器时总是会进行的模拟的范畴中,新式调谐工具可以对能量消耗量进行估算,从而可以不用耗费成本地测量在单个定位驱动器上的能量消耗量。在估算的能量消耗量的基础上,并且可能也在定位驱动器的预测使用寿命的基础上,使用者可以在知道由此造成的花费的情况下在各种可能的调节器设置之间做出选择。

[0028] 在作为调节阀 21 的组成部分的气动驱动器 20 中可以特别有利地运用本发明,所述气动驱动器的原理构造在图 2 中示出。驱动器 20 通过铁轭 22 与阀 23 连接,并且在推杆 24 的帮助下调节在图 2 中未详尽示出的关闭体在阀 23 中的位置 s 。在所示的实施例中是单向作用的驱动器 20,其中,在一个薄膜 25 上方安置了弹簧 26,27,它们向薄膜 25 施加弹力。一个在级联结构中,输入了作为位置目标值的调节参数 u (图 1) 的位置调节器 28 通过导线 29 接通或者断开由压缩机 30 供应的压缩空气进入到位于薄膜 25 下方的压力腔 31,从而将利用位置传感器 32 测定的位置 s 调节到一个所希望的值。

[0029] 如果区别于所示实施例的是双向作用的气动驱动器,那么就省略弹簧 26,27,并且

位置调节器 28 还额外利用以虚线表示的导线 33 与气动驱动器 20 的上方的腔连接。

[0030] 接下来,针对图 2 中所示的单向作用的气动驱动器 20 示例性地详尽阐述在估算能量消耗量时的方法。因为在工艺流程技术方面的设备中经常无法提供用于各个气动驱动器 20 的压缩空气消耗的成本低廉并且实际的测量,因此估算压缩空气消耗,推杆 24 的运动在一段路程 ds 上与之关联。估算的出发点是,依据以下公式对于用于沿着路程 ds 抵抗力 F 移动推杆 24 的机械能 W 的必要的的需求:

$$[0031] \quad W = \int_{|s|>0} F(s) ds。$$

[0032] 在单向作用的驱动器 20 中,阀门通过弹力关闭,并且通过压力腔 31 中的压缩空气打开。因此只需要对与弹力的方向相反、即 $|s|>0$ 的路段求积分。在此对抗弹簧 26,27 的力并且对抗摩擦力 F_R 做工,所述弹簧具有总的弹性系数 D 。其适用于:

$$[0033] \quad F(s) = Ds + F_0 + F_R。$$

[0034] 在这个方程中假设,在阀门为关闭状态中,在 $s = 0$ 时弹簧 26,27 的预应力已经以用于保持阀门 23 关闭的力 F_0 起作用。

[0035] 在第一近似值中忽略必须用于使调节阀 21 的可运动的部分加速的力,因此该部分在紧接着的制动阶段再次被释放。此外由于关闭体的重力一般相对于弹簧力较小并且取决于阀门的安装位置而将其忽略。流过阀门 23 的流体对关闭体的反作用力很难预见,并且在所述的估算过程中同样被忽略。摩擦力 F_R 主要在调节阀 21 的填料盒密封体 34 中形成,并且在第一近似值中是恒定的并且与速度无关。于是算出机械能 W :

$$[0036] \quad W = \int_{|s|>0} (Ds + F_0 + F_R) ds = D \int_{|s|>0} s ds + (F_0 + F_R) \int_{|s|>0} ds。$$

[0037] 在模拟时,模拟调节参数 u 的变化过程(图 1)以扫描值的形式存在,调节参数 u 在根据图 2 的气动调节阀 21 中预先给出了位置 s ,以离散时间点来计算这些扫描值。推杆 24 并且因此阀门 23 中的关闭体在一个扫描间隔内经过了路程 Δs 。因此,通过加法代替用于计算评估值 10(图 1)的积分:

$$[0038] \quad W = D \sum_{\Delta s > 0} s \Delta s + (F_0 + F_R) \sum_{\Delta s > 0} \Delta s。$$

[0039] 在将具有预定长度 T 的模拟时间范围内的机械工相加后,得到平均消耗的机械功率 P ,也就是能量消耗量,作为调节器设计的决定性基础

$$[0040] \quad P = \frac{W}{T}。$$

[0041] 根据图 2 中所示的气动驱动器 20 的例子针对调节阀 21 详细地描述了为了测定能量消耗量的评估值对模拟调节参数 u (图 1)的变化过程进行的分析。与所示实施例不同,如果定位驱动器是电动或者液压驱动器,或者是双向作用的气动驱动器,那么上面给出的方程和用于估算的特征值可以直接被合适的、符合此主要的物理条件的计算方法代替。

[0042] 如果在图 2 中所示的调节阀 21 中公知了压缩机 30 的有效功率,并且可以粗略估算或者忽略工艺流程技术方面的设备的气体导线网中的压力损耗或者泄露,那么还可以在压缩机 30 运行时将上面确定的机械能的消耗量的评估值换算成电能消耗。在许多情况下,可以以这个方式更好地相互比较和能量消耗量相关的费用。

[0043] 为了判断调节阀 21 在不同的调节器设置中出现的磨损,可以以简单的方式计算

在模拟过程的扫描间隔中经过的路程 Δs 的总和。

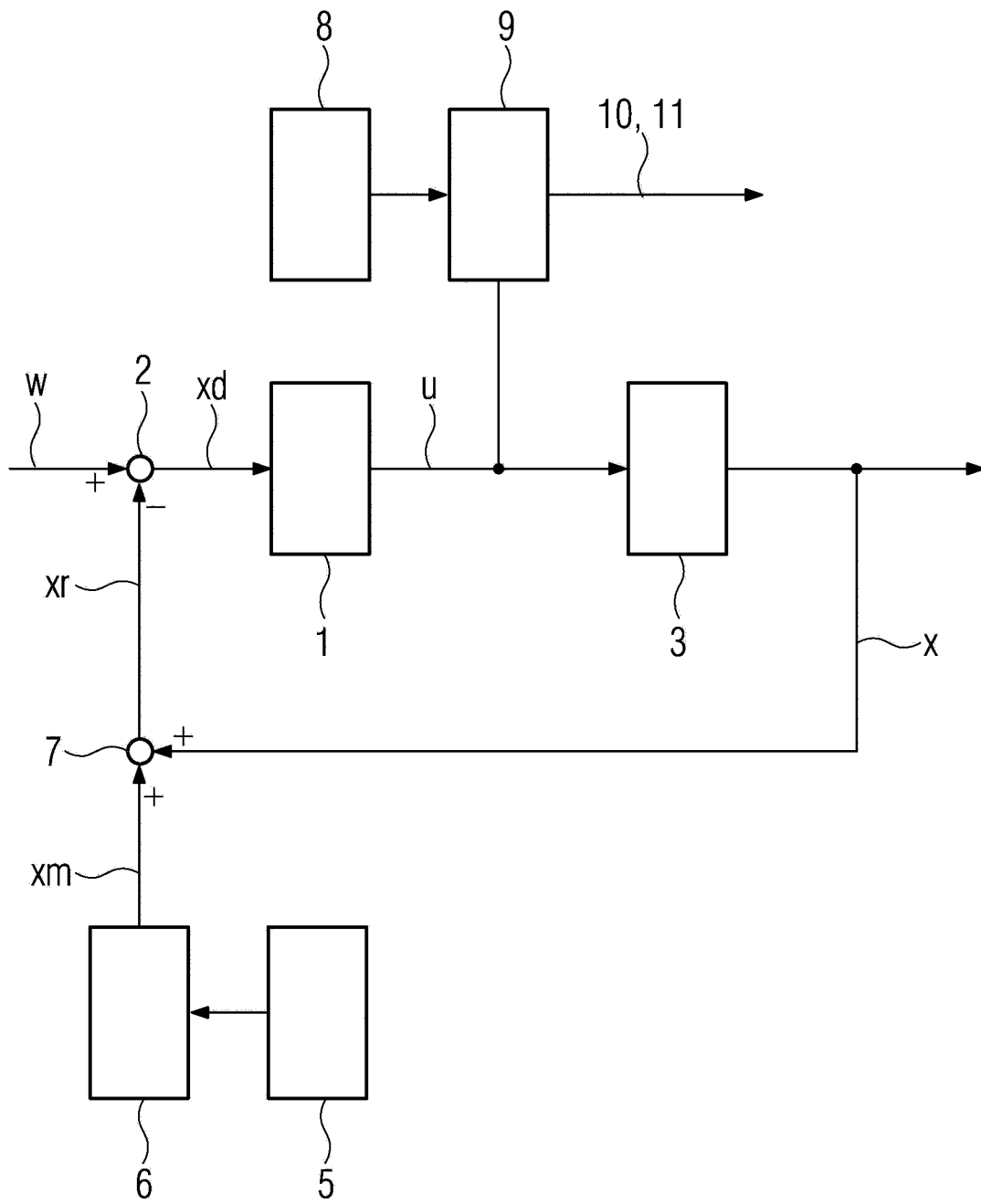


图 1

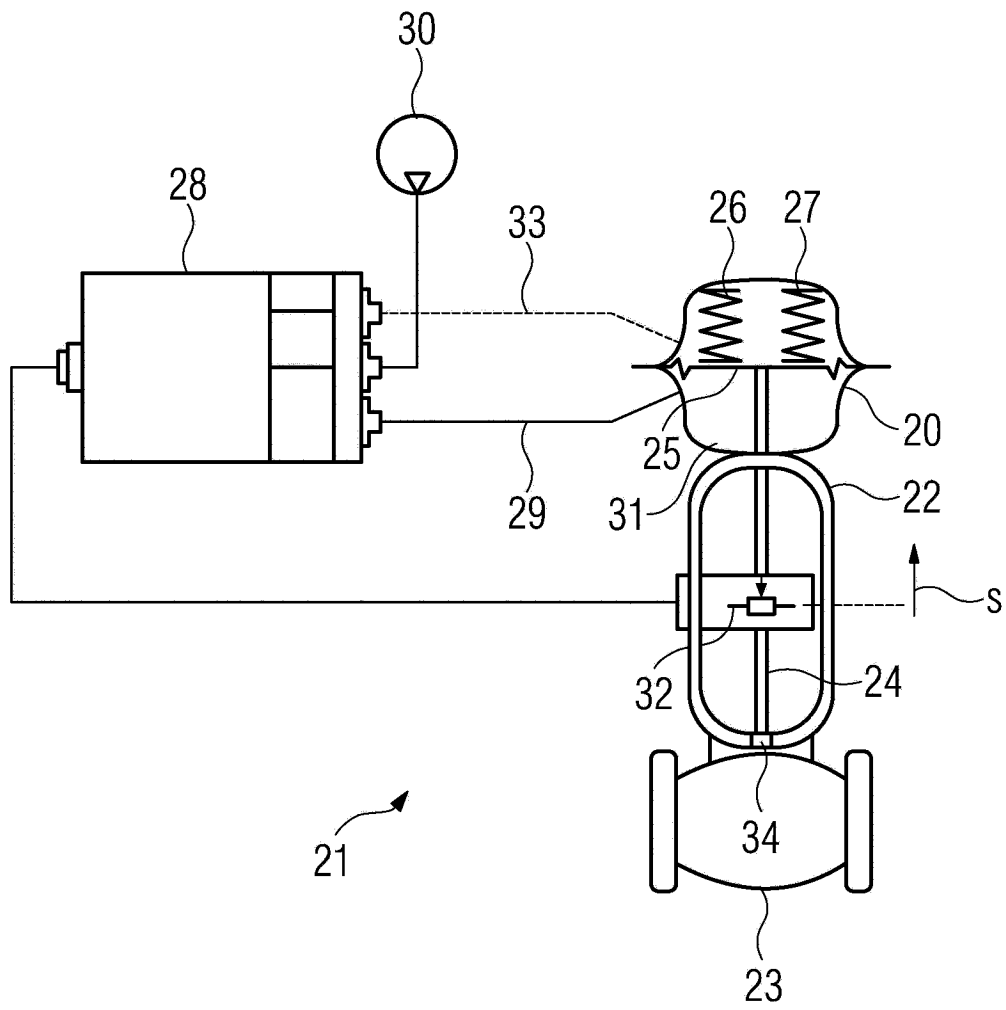


图 2