



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 102828844 B

(45)授权公告日 2017.05.10

(21)申请号 201210200520.8

(22)申请日 2012.06.18

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 102828844 A

(43)申请公布日 2012.12.19

(30)优先权数据

102011077698.2 2011.06.17 DE

(73)专利权人 罗伯特·博世有限公司

地址 德国斯图加特

(72)发明人 P.斯卡拉 A.沃伊特

(74)专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公

司 72001

代理人 汲长志 杨国治

(51)Int.Cl.

F02D 41/30(2006.01)

F02D 41/14(2006.01)

(56)对比文件

JP 3881713 B2, 2007.02.14,

US 2002166540 A1, 2002.11.14,

JP 2001012278 A, 2001.01.16,

CN 1712690 A, 2005.12.28,

JP 2000257477 A, 2000.09.19,

审查员 翟俊萌

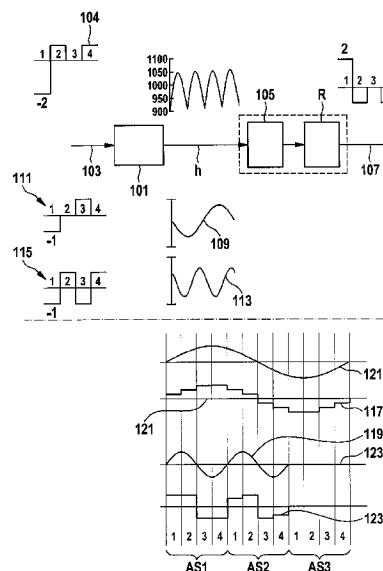
权利要求书2页 说明书8页 附图4页

(54)发明名称

用于对内燃机的运转平稳性进行调节的方法和装置

(57)摘要

本发明提出一种方法,该方法也允许对内燃机的十分低频的运转不平稳性模式进行调节并且由此明显改善内燃机的运行特性。



1. 用于对内燃机(101)的运转平稳性进行调节的方法,其中通过对所喷射的燃料量进行气缸所独有的调整来调节内燃机的运转平稳性,其中转速传感器(125)提供所述内燃机的高分辨率的转速信号(TS),其特征在于,在至少两个工作循环(AS)的范围内来调节所述内燃机的运转平稳性,并且为每个气缸(1、2、3、4、5、6)为每个工作循环(AS)分配一个调节器(R1.1、R2.1、...、R3.2、...、R5.3、R6.3)。

2. 按权利要求1所述的方法,其特征在于,在频率范围内通过滤波装置、离散傅里叶变换及其逆变换和/或在时间范围内通过运转不平稳项的评估来对所述转速信号(TS)进行处理。

3. 按权利要求2所述的方法,其特征在于,所述滤波装置为带通滤波器。

4. 按权利要求2所述的方法,其特征在于,使经过处理的转速信号(TS)离散并且将所离散的数值分配给所述内燃机的气缸(1...n)。

5. 按权利要求4所述的方法,其特征在于,在所述转速信号的所离散的数值的基础上为所述气缸(1...n)分配有待喷射的燃料量的校正量,从而对曲轴转速的偏离额定数值的偏差进行补偿。

6. 按前述权利要求中任一项所述的方法,其特征在于,从所述转速信号(TS)中为所述内燃机的每个气缸(1...n)为第一工作循环(AS1)分配第一调节偏差(L1.1、L2.1、L3.1、...、Ln.1),第一组调节器(R1.1、R2.1、R3.1、...、Rn.1)根据所述第一调节偏差(L1.1、L2.1、L3.1、...、Ln.1)来预先给定气缸所特有的调节值(Q1.1、Q2.1、Q3.1、...、Qn.1),从所述转速信号(TS)中为所述内燃机的每个气缸(1...n)为第二工作循环(AS2)分配第二调节偏差(L1.2、L2.2、L3.2、...、Ln.2),并且第二组调节器(R1.2、R2.2、R3.2、...、Rn.2)根据所述第二调节偏差(L1.2、L2.2、L3.2、...、Ln.2)来预先给定气缸所特有的调节值(Q1.2、Q2.2、Q3.2、...、Qn.2)。

7. 按权利要求6所述的方法,其特征在于,转速传感器(125)提供所述内燃机(101)的转速信号(TS),从所述转速信号(TS)中为所述内燃机的每个气缸(1...n)为第三工作循环(AS3)分配第三调节偏差(L1.3、L2.3、L3.3、...、Ln.3),第三组调节器(R1.3、R2.3、R3.3、...、Rn.3)根据所述第三调节偏差(L1.3、L2.3、L3.3、...、Ln.3)来预先给定气缸所特有的调节值(Q1.3、Q2.3、Q3.3、...、Qn.3)。

8. 按权利要求7所述的方法,其特征在于,将所述方法用于第四工作循环(AS4)并且在需要时还用于其它的工作循环(AS5...).

9. 按权利要求1到5中任一项所述的方法,其特征在于,从所述转速信号(TS)中根据曲轴角度(KWW)来检测内燃机的实际转速(nIst)的偏离额定转速(nSo11)的偏差,并且对这些偏差进行分析以便求得在至少两个工作循环(AS1、AS2、ASm)中的调节偏差(L1.1、L2.1、L3.1、...、Ln.1、...、L1.2、L2.2、L3.2、...、Ln.2、...、Ln.m)。

10. 按权利要求2或3所述的方法,其特征在于,通过以下方式从按本发明的方法转变为传统的运转平稳性调节方法,也就是将所有分配给一个气缸(1)的调节器(R1.1、R1.2、R1.3)的平均值为第一工作循环(AS1)分配给相应的调节器(R1.1)和/或将所述滤波装置的参数设置到零。

11. 按权利要求10所述的方法,其特征在于,所述滤波装置的参数是带通滤波器的放大率。

12. 按权利要求2所述的方法,其特征在于,通过以下方式从按传统的运转平稳性调节方法转变为按本发明的方法,即所有分配给一个气缸(1)的调节器(R1.1、R1.2、R1.3)用第一工作循环(AS1)的相应的当前的数值来初始化和/或将所述滤波装置的参数设置到所应用的数值。

13. 按权利要求3所述的方法,其特征在于,通过以下方式从按传统的运转平稳性调节方法转变为按本发明的方法,即所有分配给一个气缸(1)的调节器(R1.1、R1.2、R1.3)用第一工作循环(AS1)的相应的当前的数值来初始化和/或将所述滤波装置的参数设置到所应用的数值。

14. 按权利要求13所述的方法,其特征在于,所述滤波装置的参数是所述带通滤波器的放大率。

15. 用于对内燃机的运转平稳性进行调节的控制器,该控制器包括多个用于对内燃机的喷射器进行气缸所独有的触发的调节器(R1.1、R2.1、 $\cdots$ 、R3.2、 $\cdots$ 、R5.3、R6.3),其特征在在于,所述触发根据上述权利要求1至14中任一项的方法来工作。

16. 按权利要求15所述的控制器,其特征在在于,所述调节器(R)的数目至少等于由所述气缸(n)的数目与所述工作循环的数目(m)构成的乘积,也即调节器的数目 $=m*n$ 。

17. 按权利要求16所述的控制器,其特征在在于,额外地为每个气缸(n)设置了用于对在一个工作循环(AS)之内的运转平稳性进行调节的运转平稳性调节器(R1.4、 $\cdots$ 、R6.4),也即调节器的数目 $=n*(m+1)$ 。

用于对内燃机的运转平稳性进行调节的方法和装置

技术领域

[0001] 本发明涉及用于对内燃机的运转平稳性进行调节的方法和装置。

背景技术

[0002] 对于直喷的内燃机比如具有直喷的柴油机和汽油机来说,每个气缸拥有自己的喷射器,该喷射器将燃料喷射到属于所述气缸的燃烧室中。这些喷射器大批量地制成并且由于制造原因而具有公差,所述公差导致这一点,即尽管相同的触发也将不同的燃料量喷射到不同的燃烧室中。

[0003] 这就导致以下情况,即所述内燃机的不同的气缸尽管相同的触发也输出不同的转矩,从而引起不均匀的发动机运转。此外,内燃机的排放性能会变差。因此熟知实施运转平稳性调节方法,所述运转平稳性调节方法在内燃机的工作循环中的转速波动的基础上对气缸之间的所喷射的燃料量的差异进行调整。用于这样的运转平稳性调节方法的实施例是DE 195 27 218 B4,在此参照该专利文件。

[0004] 如果在工作循环之内重复出现误差模式或者说转速波动,那么对于这种运转平稳性调节方法来说能够对工作循环之内的转矩波动以及从中产生的曲轴的转速的变化进行补偿。作为工作循环,结合本发明是指内燃机的所有工作冲程的次序。一个工作循环(AS)在内燃机根据四冲程循环工作时相当于 720° 的曲轴角度(KWW)并且在内燃机根据二冲程循环工作时相当于 360° 的曲轴角度(KWW)。

[0005] 利用上面提到的运转平稳性调节方法,不能对影响着一个以上的工作循环范围内的运转平稳性的效应进行调整。这样的效应不是通过喷射器的公差所引起,而是由内燃机的其它构件或者标准组件所引起。比如对于无平衡轴的3缸发动机来说或者对于在燃料高压泵与曲轴之间的不利的传动比来说就会出现这样的效应。

[0006] 在此所述内燃机的燃料高压泵能够施加两种力矩影响:首先所述燃料高压泵在泵元件的供油冲程中直接具有转矩需求。这导致以下情况,即在所述燃料高压泵的供油冲程中在所述内燃机的曲轴上较少的功率可供使用。因此曲轴的转速下降。

[0007] 其次,所述燃料高压泵的供油冲程在布置在后面的蓄压管中引起压力振动,所述压力振动随时间而衰减。这意味着,在所述蓄压管中的压力在时间上并不恒定,因而蓄压管压力在不同的喷射器的喷射时刻是不同的。由此,尽管喷射持续时间相同仍喷射不同的燃料量,使得不同的气缸的转矩产生不相同。

[0008] 此外,内燃机的其它辅助机组比如空调的压缩机也会引起曲轴的转矩波动或者转速波动。如果转速波动的周期在多个工作循环的范围内延伸,那么转速波动就让机动车的使用者感觉到非常不舒服,因为这涉及低频的波动。此外,燃烧过程的质量受到不好的影响。

发明内容

[0009] 按本发明的用于对内燃机的运转平稳性进行调节的方法能够识别在内燃机的多

个工作循环的范围内延伸的转速波动的模式并且通过在内燃机的多个工作循环的范围内对气缸的喷射量的补偿来消除所述转速波动的模式。由此改善内燃机的运转平稳性以及车内乘员的舒适性感觉。

[0010] 按本发明为此规定,所述内燃机的运转平稳性通过对所喷射的燃料量进行气缸所独有的调整来调节,其中在内燃机的至少两个工作循环范围内对运转平稳性进行调节并且为每个气缸为每个工作循环分配了单独的调节器。

[0011] 所述按本发明的方法因而比如对于在内燃机的两个工作循环范围内延伸的转速波动的模式来说,在运行条件通常相同时,在第一工作循环中为所述内燃机的第一气缸配给与在第二工作循环中不同的燃料量。这种控制可以实施用于内燃机的每个气缸和每个工作循环。因此比如对于具有六个气缸以及在三个工作循环范围内延伸的运转不平稳性的模式的内燃机来说,为内燃机的总共6个喷射器设置了3*6个调节器(用文字表达:18个调节器)。

[0012] 由此也可以对十分低频的运转不平稳模式进行补偿并且由此极为有效地对作为感觉到很不舒服且有干扰的运转不平稳模式进行补偿。由此明显改进用按本发明的方法来运行的内燃机的运转平稳性。

[0013] 在本发明的一种有利的设计方案中规定,转速传感器提供内燃机的高分辨率的转速信号,从这种转速信号中为内燃机的每个气缸为第一工作循环分配第一调节偏差,第一组调节器根据所述第一调节偏差预先给定气缸所特有的调节值,从所述转速信号中为内燃机的每个气缸为第二工作循环分配第二调节偏差并且第二组调节器根据所述第二调节偏差来预先给定气缸所特有的数值。当然这些调节器通常借助于软件在发动机控制器中得到实现。

[0014] 在第一工作循环中并且在第二工作循环中单独地对所述内燃机的气缸进行调节,由此可以对在两个工作循环的范围内延伸的运转不平稳性模式进行补偿。这种按本发明的处理方式当然也能够用在那些在三个或者更多个工作循环的范围内延伸的运转不平稳性模式上。而后相应于气缸的数目以及工作循环的数目还要添加多个调节器。比如对于具有六个气缸的内燃机以及在三个工作循环的范围内延伸的运转不平稳性模式来说,总共需要十八个调节器。由此可以为内燃机的每个气缸并且在每个工作循环中单独地进行调节或者说控制。

[0015] 已经证实有利的是,在内燃机的转速较低时使用所述按本发明的方法,因为这些运转不平稳性模式在转速较低时特别有干扰。作为参考值,证实有利的是,在转速小于双倍的空转转速时使用所述按本发明的方法。在这种转速之上,对于机动车乘员来说再也不能感觉到这些运转不平稳性模式,因而可以放弃对这些运转不平稳性模式的调节。

[0016] 为了能够识别在一个以上的工作循环的范围内延伸的运转不平稳性模式,在此规定,在时间范围内通过优选带通滤波器的滤波装置、离散傅里叶变换及其逆变换和/或运转不平稳项的评估来对转速信号进行处理。

[0017] 带通滤波器主要允许其所谓的中频通过并且阻止其它的频率。在每次应用时必须重新确定所述带通滤波器的适合于实施按本发明的方法的中频。所述中频比如取决于内燃机的气缸数目并且取决于燃料高压泵的关于曲轴转速的传动比。

[0018] 通常有利的是,如此给定在实施按本发明的方法时使用的带通滤波器的参数,使

得旋转角传感器的以下的频率分量可以通过所述带通滤波器。

[0019] 与曲轴频率相同或者比其低的频率。通常至少需要级次1的频率(相当于内燃机的转速)和级次0.5的频率(相当于凸轮轴的转速)。

[0020] 因为如果内燃机的转速大于预先给定的极限值并且在转速较高时也实施比如从DE 195 27 218 B4中公开的传统的运转平稳性调节方法的话,所述按本发明的方法被停用,所以有利的是,通过以下方式从按本发明的方法转变为传统的运转平稳性调节方法,即所有分配给一个气缸的调节器的平均值为第一工作循环分配给相应的调节器和/或将所述滤波装置的参数尤其带通滤波器的放大率设置到零。相反的途径也就是从在内燃机的运行转速较高时的传统的运转平稳性调节方法到在内燃机的转速较低时的按本发明的方法的转变有利地通过以下方式进行,即所有分配给一个气缸的调节器用第一工作循环的相应的当前的数值来初始化和/或将所述滤波装置的参数尤其所述带通滤波器的放大率设置到所应用的数值。

[0021] 开头提到的任务同样通过用于对内燃机的运转平稳性进行调节的装置得到解决,该装置包括多个用于对内燃机的喷射器进行气缸所独有的触发的调节器,其中所述调节器的数目至少等于由气缸的数目与工作循环的数目构成的乘积,其中所述运转不平稳性模式在所述工作循环的范围内延伸。为了所述内燃机在运行转速较高时也能够用传统的运转平稳性调节方法来工作,按本发明规定,还额外地设置了一组用于调节一个工作循环的运转平稳性的调节器。在一个工作循环的范围内进行的传统的运转平稳性调节方法由此总是能够起作用。

[0022] 本发明的其它优点和有利的设计方案能够从以下附图、其说明及权利要求中获知。

[0023] 所有在附图、其说明及权利要求中所描述的特征能够不仅单个地并且在彼此间的任意组合中对本发明来说都很重要。

附图说明

[0024] 附图示出如下:

[0025] 图1是在时间范围内在三个工作循环内的内燃机的转速;

[0026] 图2是在频率范围内按本发明的调节的作用链;

[0027] 图3是设置用于实施按本发明的方法的调节器结构;并且

[0028] 图4是用在按本发明的运转平稳性调节方法连同按现有技术的运转平稳性调节方法中的调节器结构。

具体实施方式

[0029] 在图1中示范性地为具有六个气缸以及点火顺序1 5 3 6 2 4的内燃机关于以度计的曲轴角度[KWW]绘出了点火上止点。

[0030] 在这第一图表的下方,在纵坐标上为第一工作循环AS1、第二工作循环AS2和第三工作循环AS3绘出了内燃机的实际转速 n_{ist} 。作为划出的虚线,绘出了额定转速 n_{so11} 。图1由此是在时间范围内绘出的示意图。

[0031] 如果现在比如为在曲轴角为 120° 时拥有其点火上止点的气缸5在工作循环AS1中

将实际转速与额定转速进行比较,那就清楚地发现,所述内燃机的曲轴在这个时刻转得有些太快。由此对于所述气缸5来说在第一工作循环AS1中产生在图1中称为L5.1的调节偏差。相应的情况适用于在第一工作循环中在曲轴角为 240° 时产生的调节偏差L3.1。对于所述第一工作循环AS1来说,现在可以为每个与所述气缸Z1到Z6之一的工作冲程相对应的曲轴角度确定调节偏差L。

[0032] 就像从对在第一工作循环AS1期间的转速曲线的研究中看到的一样,所述调节偏差按所述内燃机的当前的实际转速大于还是小于所述额定转速 n_{so11} 的情况可以是正的或者是负的。

[0033] 如果所述内燃机已经结束了第一工作循环AS1并且所述曲轴已经转了 720° 的角度,那就开始第二工作循环AS2,该第二工作循环AS2在图1中在所述第一工作循环AS1的下方绘出。这里也能够为所述内燃机的每个气缸或者说为其每个工作点火上止点读出当前的调节偏差。在气缸5的实例中,这种调节偏差对于第二工作循环来说用L5.2来表示。

[0034] 相应的情况也适用于其它的气缸的在第二工作循环中的调节偏差。出于简明的原因,没有绘入所有在第二及第三工作循环AS2、AS3中出现的调节偏差。

[0035] 在所述第二工作循环AS2结束时也就是说在出现所述气缸4和1的点火上止点时,转速等于额定转速,从而未出现调节偏差。这种状态应该在图1所示出的实施例中也在第三工作循环AS3中延续,直到就在第一气缸的点火上止点之前不久在第三工作循环结束时又出现调节偏差L1.1。在所述运转不平稳性模式具有由三个工作循环构成的周期性的假设下,这种调节偏差L1.1相当于最上面在第一工作循环AS1中在曲轴角度为 0° 时存在的调节偏差。

[0036] 从在所述工作循环AS1、AS2和AS3中的调节偏差L5.1到L1.3的一览图中可以清楚地看到,在每个工作循环AS1到AS3中都必须对所述气缸1到6中的每个气缸进行不同的触发,用于能够调整所述以由三个工作循环构成的周期性出现的运转不平稳性模式。

[0037] 因此,所述气缸5在第一工作循环中必须输出较低的转矩,以便对所述内燃机的超速($n_{ist} > n_{so11}$)进行补偿。在第二工作循环中,在所选择的实施例中转速在气缸5的点火上止点处还大于在第一工作循环中的对应情况,从而有必要在第二工作循环AS2中为气缸5进一步减少所喷射的燃料量。在第三工作循环AS3中,内燃机在第五气缸的点火上止点处刚好具有额定转速,从而不出现调节偏差。因此所属的调节器5.3不需要进行补偿。

[0038] 图2示意性地在频率范围内示出了按本发明的方法的作用链连同传统的运转平稳性调节方法。

[0039] 在方框图中,所述内燃机和动力传动系设有附图标记101。作为输入参量或者说干扰量,所喷射的燃料量(喷射量)通过箭头103来表示。

[0040] 在所述箭头103的上方,作为数字的参量(参见附图标记104)示意性地示出了用于所述内燃机的每个气缸的喷射量误差。

[0041] 在所示出的四缸内燃机的实施例中,用于气缸1的喷射量误差具有数值-2,用于气缸2的校正量具有数值+1,用于气缸3的校正量具有数值0并且用于气缸4的校正量具有数值+1。

[0042] 内燃机101的输出参量是曲轴转速 n ,所述曲轴转速 n 由高分辨率的旋转角传感器(未示出)来检测并且是运转平稳性调节机构LRR的输入参量。所述运转平稳性调节机构LRR

主要包括两个组件,也就是带通滤波器105和调节器R。下面还要结合图3和4对所述带通滤波器105和调节器R进行详细解释。

[0043] 在所述代表着内燃机101的转速的箭头n的上方,以图表的形式示出了产生的转速。

[0044] 所述运转平稳性调节机构LRR的输出参量是有待喷射的燃料的校正量107。为所述四个气缸1、2、3或者说4中的每个气缸单独地配给所述校正量107。所述校正量像喷射量误差一样也是数字的参量,所述数字的参量在通常情况下对于每个气缸来说是不同的。

[0045] 用于所述内燃机的气缸的气缸所独有的校正量在图2中在箭头107的上方示意性地示出。如此确定所述用于气缸的气缸所独有的校正量,使得其对所述气缸的喷射量误差进行补偿。

[0046] 在此应该考虑到,在转速信号n与在所述气缸1到4之一中的燃料量的在时间上在此之前进行的喷射之间存在着相位移。这种相位移通过所谓的分段选择(Segmentwahl)来补偿。这意味着,将所述曲轴的转速信号的当前值分配给相应的气缸,该气缸就在前不久已经点燃并且已经输出对于曲轴的当前的转速来说有因果关系的转矩。通过称为分段选择的补偿,所述补偿是对在转速信号与在内燃机的气缸中的燃料喷射之间的相位移的补偿,可以实现如下,即通过在气缸所特有的PI(比例积分)调节器上进行的校正干预来极为有效地对所述转速偏差进行调整并且由此改进内燃机的运转平稳性。

[0047] 为此将所述转速信号通过合适的给定参数的带通滤波器来分解为对于运转平稳性调节来说重要的频率分量。这可以借助于傅里叶分析来进行。

[0048] 在所示出的实施例中,因此用于气缸1的校正量107具有数值+2,用于气缸2的校正量具有数值-1,用于气缸3的校正量具有数值0,并且用于气缸4的校正量具有数值-1。

[0049] 所述气缸1到4的校正量具有相同的绝对值,但是就像(喷射)量误差一样具有相反的符号。由此,在喷射燃料方面的量误差通过所述用于气缸1到4的校正量来得到补偿,从而出现内燃机的平稳的运转。

[0050] 在图2中,在附图标记103的下方在频率范围内示出了级次0.5及级次1.0的喷射量误差。级次0.5的量误差意味着,量误差以所述曲轴转速的0.5倍的频率出现。

[0051] 在图2中,一次性地作为模拟的转速信号109示出了这种量误差。在这个模拟的转速信号109的左边,作为数字的参量111示出了所述级次0.5的量误差。

[0052] 所述喷射量误差111从所述内燃机的在曲轴上的旋转角传感器的输出信号以及适当地校准的带通滤波器中来获取。所述级次0.5(参见附图标记111)和1.0(参见附图标记115)的喷射量误差的总和与在所述箭头103上方示出的喷射量误差相同。

[0053] 在此,分别为所述气缸1、2、3和4之一分配了相应的量误差。在当前的情况中,为所述气缸1分配了具有数值-1的量误差。为所述气缸3分配了具有数值+1的量误差,而为所述气缸2和4则分配了具有数值0的量误差。

[0054] 所述按本发明的运转平稳性调节机构LRR具有带通滤波器,该带通滤波器的中频相当于一半的曲轴转速。因而从所述曲轴角度传感器(未示出)的输出信号中减去模拟的转速信号109并且通过所谓的分段选择(Segmentwahl)来将所述曲轴转速的偏离额定值或者说平均值的偏差通过所谓的分段选择来分配给所述气缸1到4。从中获得分配给所述内燃机101的气缸的喷射量误差111的数字的示意图111。

[0055] 在图2中,也就是在具有级次1.0的、曲轴频率的频率范围内作为模拟信号113绘出了另一个转速信号。所述曲轴信号113从所述曲轴的旋转角传感器的输出信号中求得,在所述曲轴的旋转角传感器中装入了相应的带通滤波器105,该带通滤波器105的中频相当于曲轴的旋转频率。以相应的方式,从经过滤波的曲轴信号113中通过分段选择来为所述气缸1到4分别分配相应的数字的数值,该数值可以具有绝对值1或者0并且带有符号。这种用数字显示的用于气缸所独有的喷射量误差的示意图在图2中具有附图标记115。

[0056] 直到这一点上,所有使所述内燃机101的运转平稳性变差的干扰量具有等于或小于内燃机的一个工作循环的周期性。

[0057] 按本发明,现在规定,通过按本发明的运转平稳性调节机构LRR来对相应的干扰因素进行补偿,所述干扰因素的周期性大于一个工作循环AS。这在图2的下面的部分中示出。

[0058] 在图2的下面的部分中,用附图标记117示出了所述内燃机101的低频的转速变化。这种低频的激励具有包括所述内燃机的两个以上的工作循环的周期性。相应的情况也适用于线条119,该线条119示出了比如所述内燃机101的燃料高压泵或者其它的辅助机组的不规律的转矩需求对曲轴转速的影响。

[0059] 按本发明现在规定,同样通过所述分段选择用数字显示所述激励117和/或119并且将相应的喷射量误差分配给所述内燃机的各个气缸1到4。因为用线条117和119示出的激励十分低频并且其周期大于所述内燃机的一个工作循环,所以必须在多个工作循环的时间内来为所述内燃机的气缸分配不同的量误差或者说校正量。

[0060] 从所述激励117中产生的量误差在图2中通过用数字显示的阶梯状的线条121来示出。相应的情况也适用于通过瞬时采样(Momentenabgriff)进行的具有相应的用数字显示的示意图123的激励119。

[0061] 这些低频的激励117、119在按本发明的方法中在一定程度上被解释为燃料喷射方面的量误差,尽管例如在出现线条119的情况下不是这种情况。这种解释是允许的,因为波动的转矩需求119和喷射量误差104具有相同的效应:它会导致曲轴转速的波动。

[0062] 所述按本发明的方法利用这种事实并且为内燃机的气缸分配校正量,如此确定了所述校正量,从而出现恒定的曲轴转速。在此微不足道的是,用于校正量的原因是在于实际的喷射量误差还是在于内燃机的辅助机组的不均匀的转矩需求。

[0063] 因此作为结果,用所述按本发明的方法通过喷射时使用的相应的校正量以相同的质量对喷射器的由于加工引起的公差、通过蓄压管压力117引起的激励以及不均匀的转矩需求119进行补偿。

[0064] 正如可以从线条117和119的示意图或者说其用数字显示的示意图121和123中看出的一样,必须为每个气缸1到4为每个工作循环AS1、AS2和AS3分配不同的校正量。由此也能够极为有效地对所述内燃机的转速的低频的波动进行补偿。

[0065] 在图3和4中示出了在调节器结构中实施按本发明的方法的情况。

[0066] 如果比如设想对于具有六个气缸的内燃机来说所述高压泵以2:3的传动比由内燃机的曲轴来驱动,那么对于所假定的传动比来说曲轴旋转三圈(KWU)泵轴就旋转两圈(PWU)。这意味着,在曲轴旋转360°之后泵轴相对于原始状态旋转了240°。总之,直到所述泵轴和曲轴又具有相同的配属关系之前,持续了三个工作循环,这相当于曲轴旋转了六圈或者2160°曲轴角度或者泵轴旋转了四圈。高压泵的不同输送水平(Ungleichförderung)产生

具有相应频率的转矩干扰,所述相应频率相当于曲轴频率的 $2/3$ 及其多个整数倍。可能的从中产生并且对所喷射的燃料量产生影响的干扰在三个工作循环AS之后重复。

[0067] 这些干扰的频率相当于凸轮轴频率的 $1/3$ 。为了检测这些由设计引起的相对于转速信号具有曲轴频率的 $2/3$ 的频率的干扰并且能够通过喷射器的相应的调节来对其进行补偿,必须使滤波装置与这种频率相协调。

[0068] 原则上可以设置带通滤波器,该带通滤波器让重要的频率范围内或者说具有最低的频率的整数倍的转速信号通过。此外,也可以在时间范围内利用离散傅里叶变换(DFT)以及其逆变换(iDFT)或者利用运转不平稳项(Laufunruheterms),其中对于彼此先后相随的工作循环来说对相同的气缸进行评估。所有三种变型方案都在发动机控制器中需要类似的资源。但是因为所述带通滤波器非常稳健地运行,所以这是优选的变型方案并且下面结合图3进行详细解释。

[0069] 在图3中,作为方框图示出了为实施所述按本发明的方法所必需的调节器结构。输入参量是气缸计数器8、工作循环计数器10以及转速传感器12。所述转速传感器12发出转速信号TS,该转速信号TS通过第一带通滤波器11和第二带通滤波器15来滤波。紧接在通过所述带通滤波器11和15来滤波的转速信号后面,所述转速信号到达第一分段选择模块13及第二段选择模块17处。所述分段选择模块用于对在所述转速传感器12的转速信号与前面的将燃料喷射到所述气缸之一中的过程之间的相位移进行补偿。由此实现所述气缸相对于转速信号的明确的配属关系。

[0070] 在当前的实施例中如此给定所述带通滤波器11的参数,使得其让由共轨中的压力冲击引起的频率通过。在第一乘法器19中将转速信号分配到另外三个乘法器21、23和25上。还将所述气缸计数器8的输出信号作为输入参量耦合输入到所述乘法器21、23和25中。所述乘法器21为第一组调节器提供输入数据,所述第一组调节器需要用于所述第一工作循环。

[0071] 所述乘法器23为第二组调节器提供必要的输入参量,所述第二组调节器需要用于第二工作循环AS2。

[0072] 所述乘法器25以相应的方式为第三组调节器提供输入参量,所述第三组调节器需要用于第三工作循环AS3。

[0073] 总之在具有六个气缸和在三个工作循环的范围内延伸的运转不平稳性模式的内燃机的所选择的实施例中总共有 $3 \times 6 = 18$ 个调节器。出于简明原因,仅仅示出六个调节器,也就是用于第一工作循环的调节器R1.1、调节器R6.1,调节器R1.2和调节器R6.2以及用于第三工作循环的调节器R1.3和R6.3。

[0074] 不仅用于第一工作循环而且用于第二工作循环以及第三工作循环的调节器2到5都未示出。所述乘法器23和25的输出端以六倍的数目存在,用于表明存在总共十八(18)个调节器。所述十八(18)个调节器R1.1到R6.3可以构造为PI调节器。

[0075] 所述调节器R1.1、R1.2和R1.3的输出端与第一喷射器1的输入端相耦合。相应地,所述调节器R6.1、R6.2和R6.3的输出端与第六喷射器6的输入端相耦合。所述喷射器2、3、4和5以相应的方式能够由同样未示出的调节器R2.1、R2.2和R2.3或者R3.1、R3.2和R3.4的输出端来触发。

[0076] 在实施所述按本发明的方法时,比如所述气缸1的喷射器1在第一工作循环AS1中由所述第一调节器R1.1来触发。在第二工作循环中,相同的喷射器1由所述调节器R1.2来触

发,而在第三工作循环中所述气缸1的喷射器1则由所述调节器R1.3来触发。这一点相应地适用于其它的气缸2到6。

[0077] 由此,对于比如在三个工作循环范围内并且由此在 2160° 曲轴角范围内延伸的运转不平稳性模式来说也可以对运转不平稳性进行补偿,方法是在每个工作循环中单独地触发所述喷射器1到6,用于要么通过所喷射的燃料量的减少要么通过所喷射的燃料量的提高来使所述内燃机的转速尽可能接近于额定转速 n_{so11} 。

[0078] 在图4中,像比如从DE 195 27 218 B4中熟知的一样,为从图3中熟知的按本发明的调节器结构补充了传统的运转平稳性调节方法。

[0079] 为了实施传统的运转平稳性调节方法,比如设置了三个带通滤波器31、33、35,所述带通滤波器31、33、35具有不同的工作范围,其中所述带通滤波器31具有与凸轮轴的频率相对应的工作范围。所述带通滤波器33具有与凸轮轴频率的两倍相对应的工作范围并且所述带通滤波器35具有与所述凸轮轴频率的三倍相对应的工作范围。紧接在所述带通滤波器31、33和35的后面布置了分段选择块37、39和41。这些分段选择块37、39和41的输出参量在加法点中汇合并且输送给乘法器43。这个乘法器43作为输入参量还拥有所述气缸计数器8的输出信号并且将输入参量分配到总共六个调节器R1.4到R6.4上。

[0080] 所述调节器R1.4的输出端与所述气缸1的入口相连接,而所述调节器R6.4的输出端则与所述气缸6的入口相连接。通过所述调节器R1.4到R6.4,能够就像从传统的对一个工作循环之内的转速偏差进行补偿的运转平稳性调节方法中熟知的一样来触发所述气缸1到6。总之,按图2的调节器结构由此设置了二十四个调节器。

[0081] 在图4中示出的调节器结构作为按本发明的具有十八个调节器R1.1到R6.3的补充还包括另外设置的六个调节器R1.4到R6.4,这六个调节器R1.4到R6.4可以为具有由一个工作循环构成的周期性的运转不平稳性模式实施传统的运转平稳性调节方法。总之,在所示出的实施例中由此设置了24个调节器。

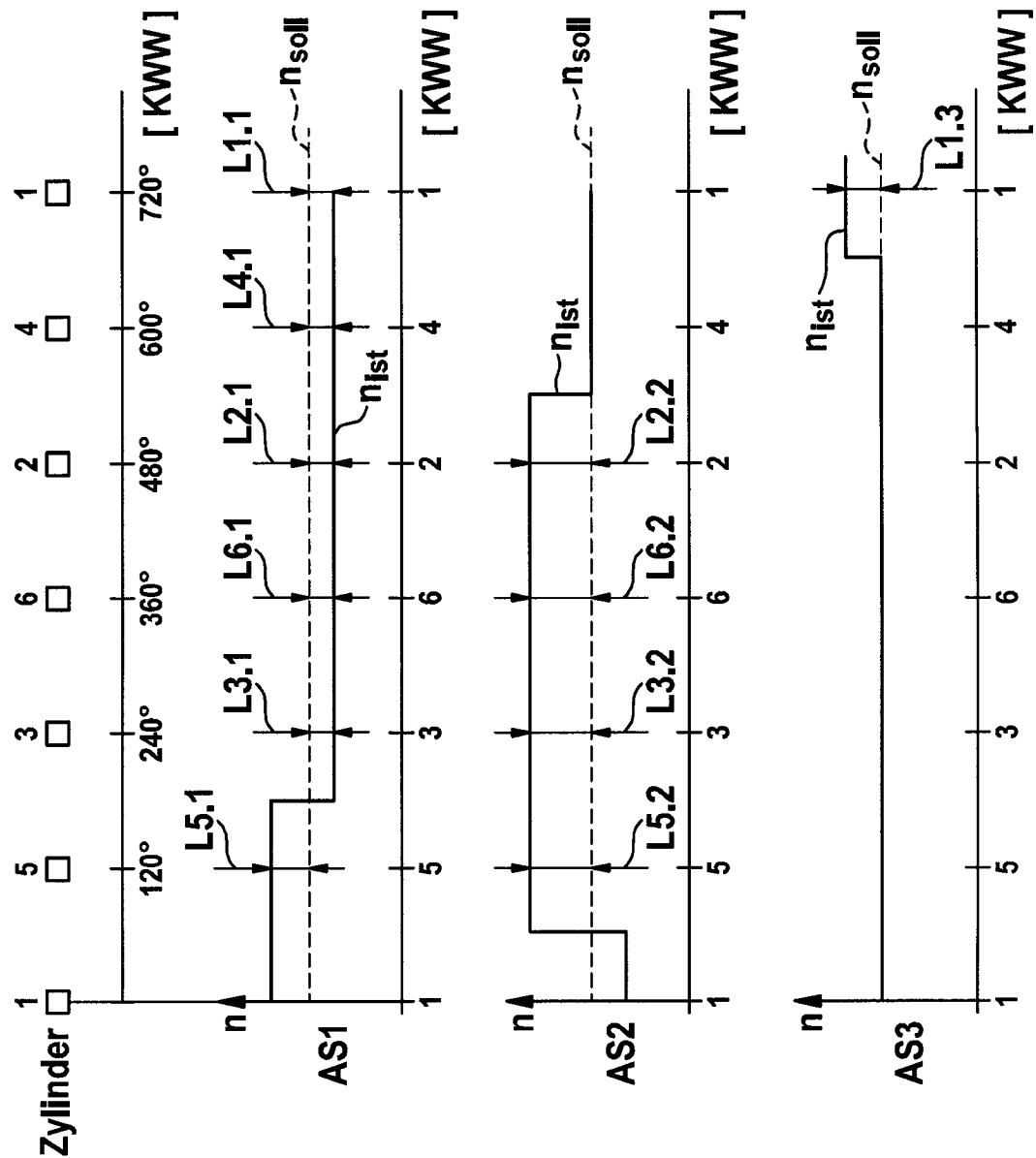


图 1

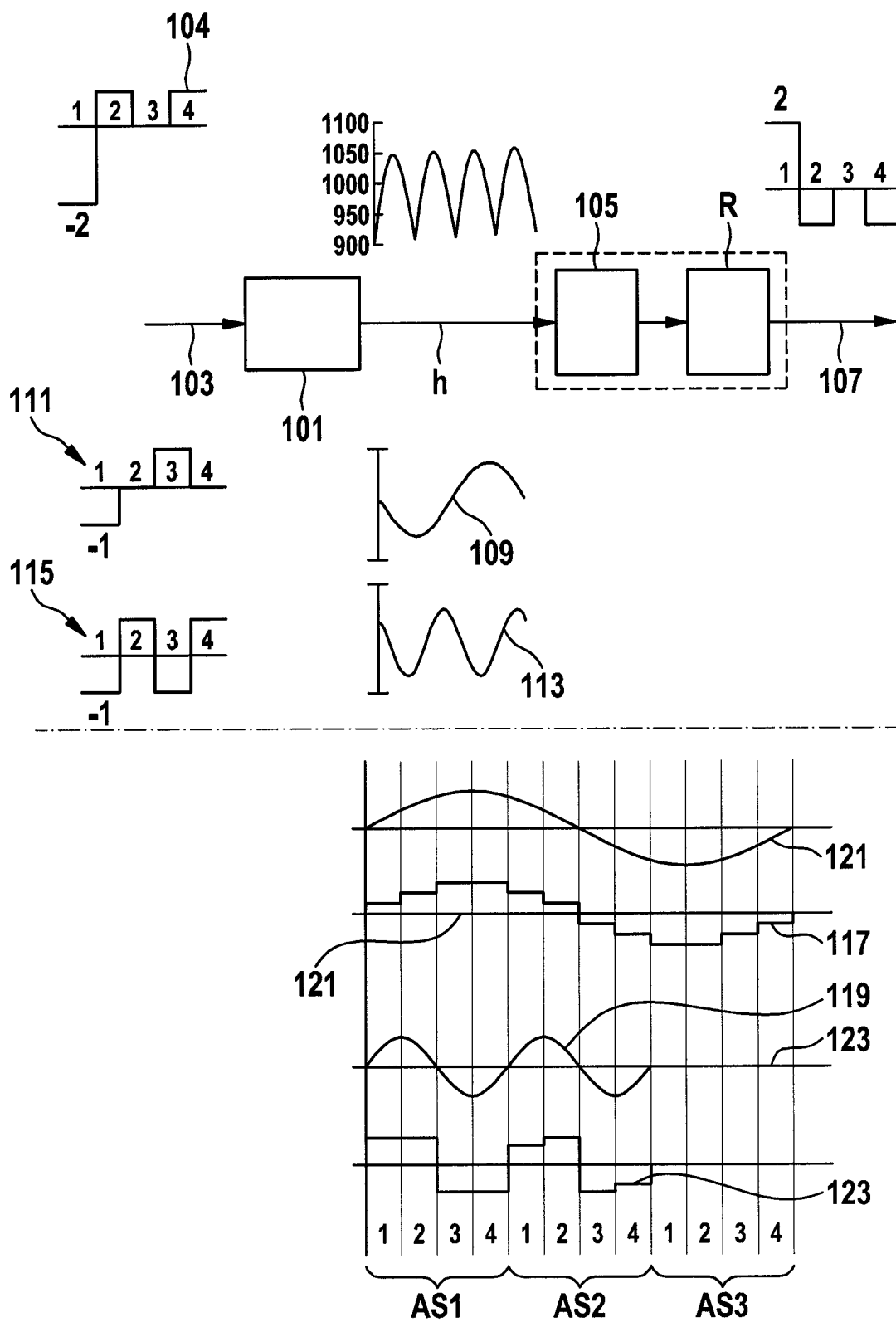


图 2

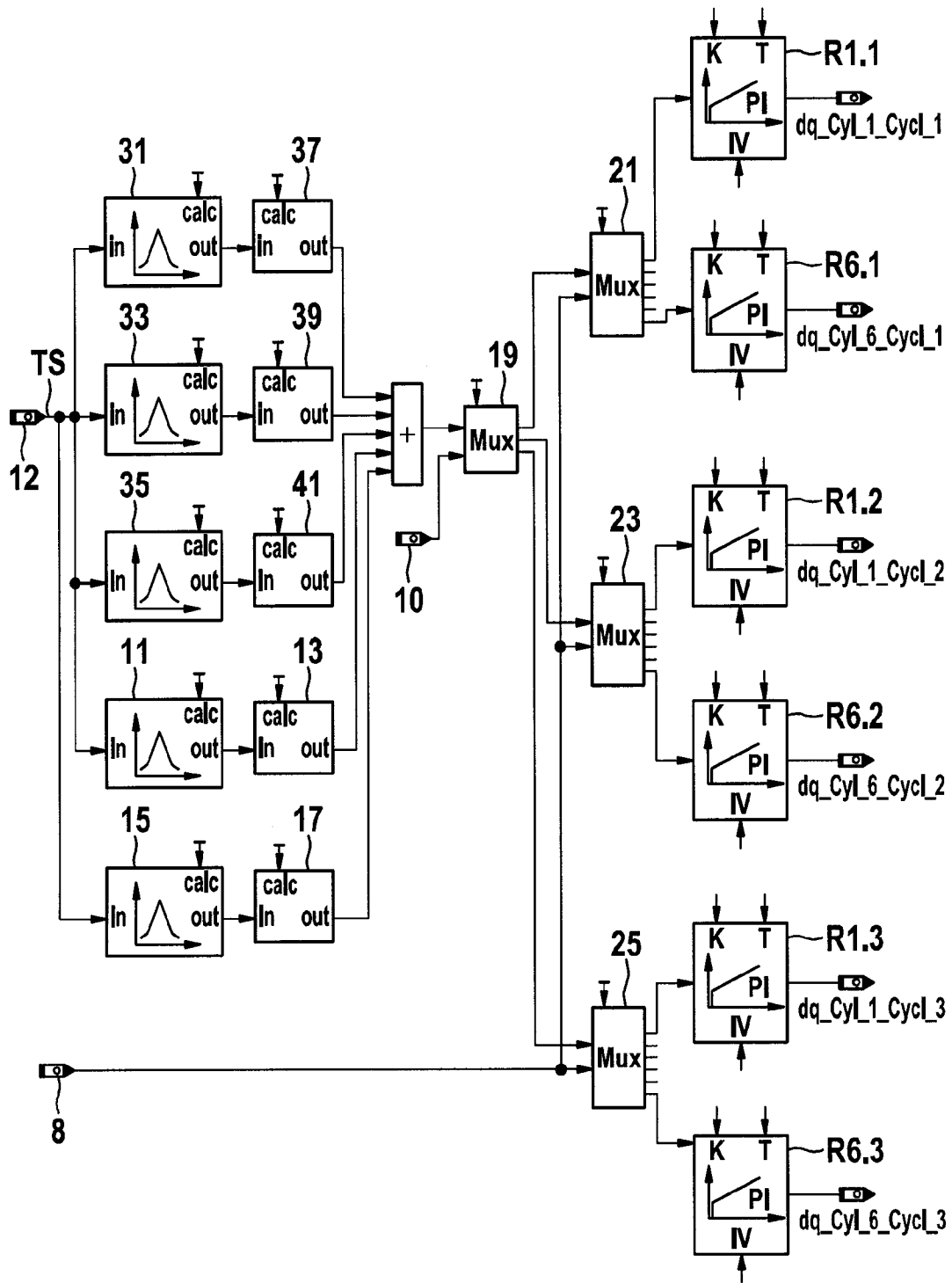


图 3

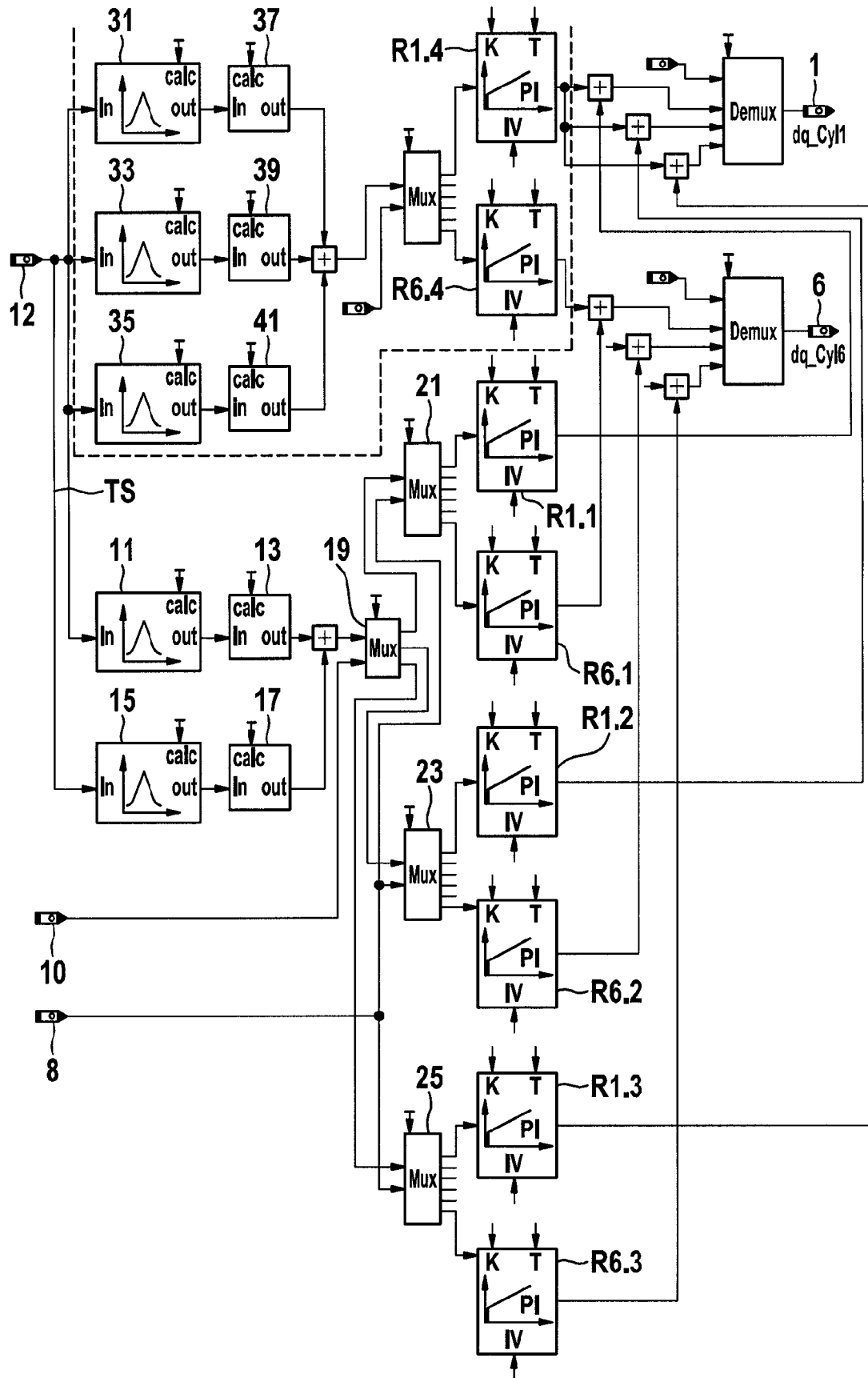


图 4