(19)国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 111433580 B
(45)授权公告日 2022.08.05

(21)申请号 201880078262.6
(22)申请日 2018.12.03
(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 111433580 A
(43)申请公布日 2020.07.17
(30)优先权数据
A51000/2017 2017.12.04 AT
(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2020.06.03
(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/EP2018/083301 2018.12.03
(87)PCT国际申请的公布数据
WO2019/110483 DE 2019.06.13

(73)专利权人 AVL李斯特有限公司
地址 奥地利格拉茨
(72)发明人 C·西格诺 E·库尔勒
G·霍赫曼 W·温克勒
(74)专利代理机构 中国贸促会专利商标事务所有限公司 11038
专利代理师 刘盈

(51)Int.Cl.
G01M 15/04(2006.01)
审查员 李天润

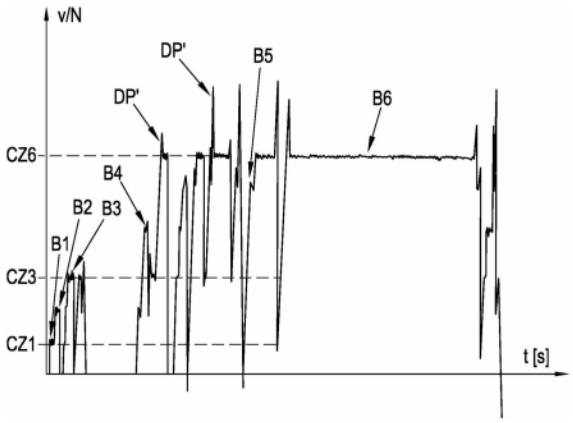
权利要求书2页 说明书8页 附图6页

(54)发明名称

用于实施测试的测试台和方法

(57)摘要

为了按照简单的方式从试验行驶的其他可用的测量值(MW)中估计换挡变速器的用于测试运行的挡位,规定作为测量值(MW)使用车辆速度(v)和发动机转速(N)的时间序列,其中,借助于聚类算法从由相关的车辆速度(v)与发动机转速(N)组成的数据点(DP)中识别出若干个在车辆速度(v)与发动机转速(N)之间具有线性关系的区域(Bn),并且聚类算法将各数据点(DP)配置给所述若干个区域(Bn),并且对于每个区域(Bn)计算一个类中心(CZn),所述类中心被相应地解释为挡位(Gn),将与所述区域(Bn)的类中心(CZn)相关联的挡位(Gn)配置给区域(Bn)的数据点(DP),以便获得挡位(Gn)的时间序列,并且将挡位(Gn)的所确定的时间序列用作测试运行的理论值(SW)或用于确定所述测试运行的另外的理论值(SW)。



CN 111433580 B

1.用于在测试台(10)上实施测试以模拟车辆(1)的试验行驶的方法,所述试验行驶以测量值(MW)的形式表示,其中,在测试台(10)上设置待测件和与所述待测件相连接的负载机(12),并且测试运行以用于待测件和负载机(12)的理论值(SW)的时间序列的形式提供,其特征在于,作为测量值(MW)使用车辆速度(v)和发动机转速(N)的时间序列,借助于聚类算法从由相关的车辆速度(v)与发动机转速(N)组成的数据点(DP)中识别出在车辆速度(v)与发动机转速(N)之间具有线性关系的多个区域(Bn),并且所述聚类算法将各数据点(DP)配置给所述多个区域(Bn),并且对于每个区域(Bn)计算一个类中心(CZn),所述类中心被相应地解释为挡位(Gn),将与一个区域(Bn)的类中心(CZn)相关联的挡位(Gn)配置给该区域(Bn)的数据点(DP),以便获得挡位(Gn)的时间序列,并且将挡位(Gn)的所确定的时间序列用作测试运行的理论值(SW)或用于确定所述测试运行的另外的理论值。

2.根据权利要求1所述的方法,其特征在于,在挡位(Gn)的时间序列中在每两个相邻的挡位(Gn)之间得出一个换挡时刻(GSi),并且将所述换挡时刻(GSi)的时间序列用作测试运行的理论值(SW)或用于确定所述测试运行的另外的理论值。

3.根据权利要求2所述的方法,其特征在于,将至少一个换挡时刻(GSi)用作用于换挡的离合器切换时刻(KSi),并且所述至少一个离合器切换时刻(KSi)用作测试运行的理论值(SW)或用于确定所述测试运行的另外的理论值。

4.根据权利要求3所述的方法,其特征在于,在应用聚类算法之前,所述数据点(DP)经受统计学上的频率分析,以便识别出异常数据点(DP')。

5.根据权利要求4所述的方法,其特征在于,为了聚类算法,将异常数据点(DP')从数据点(DP)的时间序列中剔除。

6.根据权利要求4所述的方法,其特征在于,将具有在车辆速度(v)与发动机转速(N)之间的线性关系的区域之后出现第一异常数据点(DP')的时刻($t_{DP'}$(i))用作起振阶段(t_s)的起点,并且在所述起振阶段(t_s)的起点之后的预定的时间之后设定起振阶段(t_s)的终点,稳定的行驶阶段(t_{konst})在起振阶段(t_s)的终点与下一个起振阶段(t_s)的起点之间确定,并且对于聚类算法仅使用配置给稳定的行驶阶段(t_{konst})的数据点(DP)。

7.根据权利要求6所述的方法,其特征在于,将配置给起振阶段(t_s)的数据点(DP)设置为零并且同样用于聚类算法。

8.根据权利要求4所述的方法,其特征在于,将具有在车辆速度(v)与发动机转速(N)之间的线性关系的区域之后出现第一异常数据点的时刻($t_{DP'}$(i))用作起振阶段(t_s)的起点,并且将该时刻($t_{DP'}$(i))用作换挡时刻(GSi)和/或用于换挡的离合器切换时刻(KSi)。

9.根据权利要求2至8之一所述的方法,其特征在于,作为另外的测量值使用加速踏板位置(α)的时间曲线,并且在该时间曲线中搜索至少一个不操纵加速踏板的时间范围(ZN),在该时间范围(ZN)中搜索在时间上相继的换挡时刻(GSi、GSi+1),并且将在挡位(Gn)的时间序列中配置给较晚的换挡时刻(GSi+1)的挡位(Gn)用作在时间上较早的换挡时刻(GSi)上的挡位(Gn)。

10.用于实施测试以模拟车辆(1)的试验行驶的测试台,所述试验行驶以测量值(MW)的形式提供,其中,在测试台(10)上设有待测件和与所述待测件相连接的负载机(12),并且设有测试台自动化单元(13),所述测试台自动化单元通过预定用于待测件和负载机(12)的测试运行的理论值(SW)不仅控制待测件、而且控制负载机(12),其特征在于,设有分析单元

(4),所述分析单元将车辆速度(v)和发动机转速(N)的时间序列用作测量值(MW),以便借助于聚类算法从由相关的车辆速度(v)与发动机转速(N)组成的数据点(DP)中识别出在车辆速度(v)与发动机转速(N)之间具有线性关系的多个区域(Bn),并且所述分析单元(4)为每个区域(Bn)计算被解释为挡位(Gn)的类中心(CZn),并且所述分析单元(4)将每个数据点(DP)配置给一个区域(Bn)和配置给与该区域(Bn)相关联的挡位(Gn),以便获得挡位(Gn)的时间序列,并且所述分析单元(4)将挡位(Gn)的所确定的时间序列作为测试运行的理论值(SW)或用于确定测试运行的另外的理论值而传递到所述测试台自动化单元(13)上。

用于实施测试的测试台和方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于在测试台上实施测试的方法和一种相关联的测试台，以用于模拟车辆的试验行驶，所述试验行驶以测量值的形式表示，其中，在测试台上设置待测件和与所述待测件相连接的负载机，并且测试运行以待测件和负载机的理论值的时间序列的形式提供。

背景技术

[0002] 在内燃机、具有内燃机的动力总成和具有内燃机的车辆的研发中，检测内燃机的排放和消耗性能起核心作用。在研发的所有阶段中，对排放和消耗性能的检测在测试台、如发动机测试台、动力总成测试台或辊式测试台(Rollenprüfstand)上进行。但是目前用于所述检测的法定的框架条件非常强烈地改变。以前主要使用标准化的行驶周期、例如新欧洲行驶周期(NEDC)以用于所述检测，而现在附加地要求在真实行驶条件下的检测。为此，对于排放性能应用所谓的真实驾驶排放(RDE)测试，在所述测试中没有规定确定的行驶周期，而是经过或多或少随机的行驶路段，所述行驶路段仅须符合一定的规定的框架条件。

[0003] 因此，为了在测试台上研发内燃机、动力总成或车辆，也期望在具有这样的真实的测试的测试台上实施检测。

[0004] 因此，一方面需要由利用车辆在真实道路上的试验行驶记录试验行驶的测量值(例如GPS数据、发动机转速、加速踏板位置、车辆速度等)。另一方面，而后必须由所记录的测量值创建用于测试台的代表试验行驶的测试运行，该测试运行于是可以在测试台上全部或部分地实施，以便例如检测和分析内燃机的排放或消耗性能。为此的示例可以从DE 10 2012 018 359 A1或WO 2015/166069 A2中得知。

[0005] 在测试台上按照测试运行的预定值要么单独地(发动机测试台)、要么与其他组件组合地(动力总成测试台、辊式测试台)运行内燃机。为了实施测试，在测试台上将内燃机直接或间接地与负载机(测力计)相连接，并且通过测试台自动化单元按照测试运行的预定值对所述负载机和内燃机进行调节。负载机例如可以通过测试台轴直接连接到内燃机上。在动力总成上，例如间接地通过动力总成的半轴的受驱动的轮毂来连接负载机，其中，在动力总成测试台上通常在受驱动的轮毂上在两侧连接负载机。在辊式测试台上，负载机驱动滚轮，车辆的车轮在所述滚轮上滚动。因此在辊式测试台上负载机也间接(经由滚轮)与内燃机相连接。在此，借助于负载机通常调节内燃机(或动力总成)的转速，其方式为负载机产生用于内燃机的负载力矩。利用内燃机通常调节发动机扭矩。为此，通常通过加速踏板位置向发动机控制单元提供驾驶员愿望或力矩需求，发动机控制单元将所述驾驶员愿望或力矩需求转换为发动机控制信号(喷射量、喷射时刻、EGR调节、点火时刻等)。因此作为测试需要理论值、如发动机转速和发动机扭矩或与之等同的参量、如加速踏板位置、动力总成转速等，以便可以在测试台上实施测试运行。这些理论值、实际上理论值的时间曲线(也作为时间离散的曲线)从真实的试验行驶中作为测量值生成。在理想情况下直接测量在试验行驶期间需要的理论值、例如发动机转速。但是，其他用于测试运行的理论值无法测量或者仅仅难以

直接测量并且因此必须通过其他方式产生。为此的示例是发动机转矩或(特别是在手动变速器的情况下的)变速器的当前挡位。这样的理论值可以从其他测量值中导出,如例如在WO 2015/166069 A2中描述的那样。为了接近真实的测试运行,特别是感兴趣的是挡位或换挡的时刻,因为所述挡位或换挡的时刻显著影响排放和消耗值。

发明内容

[0006] 因此,本发明的目的在于给出如下方法,利用所述方法能够按照简单的方式从试验行驶的其他可用的测量值中估算换挡变速器的用于测试运行的挡位。

[0007] 该目的通过如下方式实现,即,作为测量值使用车辆速度和发动机转速的时间序列,其中,借助于聚类算法从由相关的车辆速度与发动机转速组成的数据点中识别出在车辆速度与发动机转速之间具有线性关系的若干个区域,并且聚类算法将各数据点配置给所述若干个区域,并且对于每个区域计算一个类中心,所述类中心被相应地解释为挡位,将与区域的类中心相关联的挡位配置给区域的数据点,以便获得挡位的时间序列,并且将挡位的所确定的时间序列用作测试运行的理论值或用于确定测试运行的另外的理论值。聚类算法的使用能实现对当前测量值的自动处理,以便识别出在车辆速度与发动机转速之间具有线性关系的区域,所述区域被解释为具有确定挡位的行驶阶段。通过识别这些线性区域,可以给每个区域配置一个挡位,这使得得出挡位的时间序列,所述时间序列可以作为挡位信息用于测试运行。

[0008] 优选地,在挡位的时间序列中在每两个相邻的挡位之间假定一个换挡时刻,并且将所述换挡时刻的时间序列用作测试运行的理论值或用于确定测试运行的另外的理论值。

[0009] 在一个简单的实施方案中,可以将至少一个换挡时刻用作用于换挡的离合器换挡时刻,其中,所述至少一个离合器换挡时刻可以用作测试运行的理论值或用于确定测试运行的另外的理论值。

[0010] 如果在应用聚类算法之前,各数据点经受统计学上频率分析,以便识别出异常数据点,则能够改善聚类算法的结果。在此可以将对于聚类算法的异常数据点从数据点的时间序列剔除。为此可以通过预定在频率分布中的分散范围按照简单的方式确认:数据点是否被视为异常数据点,或者数据点围绕在车辆速度与发动机转速之间的预期的线性关系的波动是否表示测量噪声。

[0011] 在一种有利的实施方案中,将在车辆速度与发动机转速之间具有线性关系的区域之后出现第一异常数据点的时刻用作起振阶段的起点,并且在所述起振阶段的起点之后的预定的时间之后设定起振阶段的终点,其中,稳定的行驶阶段在起振阶段的终点与下一起振阶段的起点之间确定,并且对于聚类算法仅使用配置给稳定的行驶阶段的数据点。这也能实现改善聚类算法的结果。

[0012] 在一种有利的实施方案中,将在车辆速度与发动机转速之间具有线性关系的区域之后出现第一异常数据点的时刻用作起振阶段的起点,并且对于测试运行将该时刻用作换挡时刻和/或用于换挡的离合器换挡时刻。

[0013] 另外的数据错误可以如下校正,即,作为另外的测量值使用加速踏板位置的时间曲线,并且在该时间曲线中搜索至少一个不操纵加速踏板的时间范围,其中,在该时间范围中搜索时间上相继的换挡时刻,并且将在挡位的时间序列中配置给较晚的换挡时刻的挡位

用作在时间上较早的换挡时刻的挡位。因此能够识别和校正非实际的换挡，这改善测试运行并且变得更接近真实。

附图说明

[0014] 以下参照图1至9更详细地阐述本发明，各图示例性地、示意性地且非限制性地示出本发明的有利的实施方案。图中：

[0015] 图1示出利用车辆沿行驶路段进行试验行驶，以用于记录测量值；

[0016] 图2示出利用虚拟车辆沿虚拟行驶路段实现的试验行驶的仿真，以用于产生测试运行的理论值；

[0017] 图3示出在由车辆速度与发动机转数组成的数据点中的线性区域的示图；

[0018] 图4示出在由车辆速度与发动机转数组成的数据点的比例中的线性区域的示图；

[0019] 图5示出用于实施测试的挡位的时间序列；

[0020] 图6示出用于识别异常数据点的频率分布；

[0021] 图7示出根据加速踏板位置来校正挡位的时间序列；

[0022] 图8示出将测试运行的时间轴划分为起振阶段和稳定的行驶阶段；以及

[0023] 图9示出用于实施测试的测试台。

具体实施方式

[0024] 对于本发明的通常的起点是利用车辆1沿预定的行驶路段2(图1)进行试验行驶。在此，驾驶员使真实的车辆1在真实的道路(也是在封闭的试验场上的路段)上运动。

[0025] 在试验行驶期间记录测量值MW。这可以通过相应的传感器S、特别是本来在车辆1中存在的传感器进行。

[0026] 这样的车辆传感器S的测量值MW例如可以通过车载诊断(OBD)接口直接读取。但是不言而喻地，车辆1为了试验行驶也可以配备有非系列化的车辆传感器，以便检测其它测量值MW、例如(NOx、HC(CO、CO_2等))排放值。

[0027] 但是不言而喻地也可设想的是，将已经实施的试验行驶的测量值MW或通过其他方式(例如从对试验行驶的仿真中)获得的代表试验行驶的测量值MW存储在数据库中，并且为本发明处理这样的已经存储的测量值MW。

[0028] 因此，所述测量值MW代表利用车辆1沿行驶路段2的试验行驶。

[0029] 但是，本发明假定，车辆1的换挡变速器的挡位Gn在试验行驶期间不作为测量值MW可直接访问或者在试验行驶期间绝对不被测量或检测并且因此也不作为测量值MW存在。然而，为了基于试验行驶在测试台10上对具有内燃机11的待测件、例如车辆或车辆构件(内燃机、动力总成)实施测试运行，需要时间上的换挡曲线。

[0030] 如果将具有换挡变速器的动力总成设定为在测试台10上的待测件，那么需要换挡时刻和所选择的挡位以用于控制所述换挡变速器。同样的情况适用于在辊式测试台上车辆作为待测件的情况。在两种情况下，变速器控制单元可以被直接提供换挡时刻和所选择的挡位，或者可以通过仿真来代替在测试台10本身上的变速器控制单元。这特别是应用于自动变速器。备选地，在测试台10上也可以设有换挡机器人，所述换挡机器人操作变速器。这特别是应用在手动变速器中的情况。

[0031] 如果仅内燃机11设定为在测试台10上的待测件，则通常对测试运行进行仿真。在此虚拟的驾驶员使虚拟的车辆沿虚拟的行驶路段运动。在仿真单元5中通过相应的仿真模型对车辆穿过虚拟的环境的运动进行仿真。为了所述仿真，自然同样需要换挡时刻GSi和所选择的挡位Gn。这在图2中示意地示出。仿真的行驶路段2在此相应于试验行驶的行驶路段并且例如以GPS数据、上坡、下坡、倾斜度、转弯半径、交叉口、交通标志等的形式描述。通过仿真在测试台10上生成用于实施测试运行的理论值SW。为了对车辆1的运动进行仿真而需要换挡时刻和所选择的挡位。

[0032] 为了对试验行驶进行仿真，通过道路模型Ms来反映道路条件(海拔高度、上坡、转弯半径、路面等)。驾驶员模型M_F反映驾驶员的特征(换挡行为、驾驶行为等)并且车辆模型Mv反映车辆的动力学特性。自然为此也还可以实现另外的或其他的仿真模型(例如轮胎模型)并且将其结合到仿真中。在这样的仿真中也可以考虑如下内容、例如交通标志、交通信号灯、其他交通参与者、道路交通等。对此必需的仿真模型M和仿真单元5是已知且可用的，因此在此无须对其进行更详细地讨论。

[0033] 因此可看出，关于换挡时刻GSi和在此所选择的挡位Gn的信息对于在测试台10上利用待测件接近真实地实施测试来说是重要的信息。附加地，离合器换挡时刻也可以是感兴趣的，所述离合器换挡时刻无须必需精确地与换挡时刻GSi一致。

[0034] 利用所选择的挡位Gn和闭合的离合器可以假定在车辆速度v(例如以m/s为单位)与发动机转速N(例如以min^{-1}为单位)之间的线性关系。按本发明的意义，发动机转速N也理解为由内燃机11驱动的动力总成的等同的转速。现在对于整个试验行驶，可以将车辆速度v和发动机转速N的测量值MW(对于每个对应的车辆速度v/发动机转速N对而言一个数据点DP)记录在综合特性曲线中，这将导致(与在试验行驶期间所挂入的挡位的数量相应的)多个线性区域Bn，如在图3中所示的那样。这自然也意味着：作为测量值MW至少必须存在车辆速度v和发动机转速N。自然可以给图3中的每个数据点DP从试验行驶的时间曲线中配置一个在时间轴上的时刻(或者等同地在位移轴上的位移)。车辆速度v与发动机转速N的比例v/N同样可以用于确定换挡。在图4中示出关于试验行驶的时间t(或者等同地也关于位移路段)的比例v/N。每个比例v/N自然又相应于一个数据点DP。在这里为了挡位识别而优选剔除N＝0的时间(这相应于发动机停止)。但是，这样的时间对于以合理的方式进行的测试运行的挡位识别来说无论如何是不感兴趣的。v＝0的时间(亦即在车辆停止、例如等红灯所处的时间)对于挡位识别来说自然是感兴趣的。

[0035] 在两个示图中看出在确定的挡位Gn中在车辆速度v与发动机转速N之间预期的线性关系。在图3中以射线形的区域Bn(n≥1)的形式，而在图4中以比例v/N的恒定的区域Bn(n≥1)的形式。数值n在此等于在试验行驶期间使用了的挡位Gn的数量、通常是车辆1的所有可用的挡位。

[0036] 现在自然可以相应地解释各图并且配置挡位Gn与换挡时刻GSi。但是，该过程自然应该自动化地运行并且仅获得来自试验行驶的所测量的车辆速度v和发动机转速N(数据点DP)的时间序列。按照本发明，对各数据点DP应用聚类算法，所述聚类算法能够将多个数据点DP配置给所谓的类。所述类的数量m因此至少等于在试验行驶中存在的挡位Gn的数量n。通常还使用至少一个另外的类，在所述另外的类中收集无法配置的数据点DP。已知的聚类算法例如是以不同的特性已知的k均值(k-Means)算法。聚类算法对于每个类(在此为区域

Bn)确定一个类中心CZn,并且将每个数据点DP配置给一个类中心CZn,并且因此配置给一个确定的类。简言之,类中心CZn是在类之内的如下点,该点与该类的所有数据点DP的距离(根据定义的距离标准、例如欧几里得距离)是最小的。因此,聚类算法典型地是迭代的优化方法。将所确定的类中心CZn解释为挡位Gn,并且将每个配置给所述类中心的数据点DP配置给该挡位Gn。因此,对于每个数据点DP可以确定:车辆1在该数据点DP中位于哪个挡位Gn中。因此,如在图5中示出的那样,对于各数据点DP可以创建时间轴(或者等同的位移轴)与不同挡位Gn和位于各档位之间的i≥1次换挡、亦即换挡时刻GSi。

[0037] 同样已知的是,借助于定义的质量标准可以检测聚类算法的结果的质量。为此的示例是邓恩(Dunn)指数或戴维森堡丁(Davies-Bouldin)指数作为质量标准。为此,对于数据可以多次相继地执行聚类算法,并且使用达到最好的质量标准的聚类。

[0038] 例如利用聚类算法对比例v/N的区域Bn进行聚类。因此,将每个数据点DP配置给一个类中心CZn,该类中心位于比例v/N的恒定的区域Bn的区域中。结果在图5中示出。其中对于每个数据点DP记录所配置的类中心CZn,所述类中心CZn被解释为挡位Gn,并且识别出挂入确定的挡位的时间范围,并且在各档位之间得出换挡时刻GSi。该信息可以直接用作用于测试运行的挡位信息。

[0039] 如果对于聚类算法而言挡位Gn的数量n和因此可预期的类的最小数量是已知的,则所述聚类算法得到支持。因为试验行驶的车辆是已知的,因而这在大多数情况下是可能的。但是原则上,聚类算法也能够自己确定类的数量。

[0040] 基于在所测量的试验行驶期间的工况、例如离合器打开、自由运行阶段(没有挂入挡位)、换挡等、但是也基于测量误差,给出位于可预期的线性关系旁边的数据点DP',如在图3和4中示出的那样。例如典型的是,在换挡期间车辆速度v和/或发动机转速N可能明显偏离于所预期的线性关系。

[0041] 特别是从图4例如看出:存在比例v/N的在部分区段上大致恒定的区域Bn、亦即v/N～常数,其中,测量噪声由于在该区域Bn中的小的波动也可能被注意到。但是也看出显著的异常、亦即数据点DP',所述数据点明显偏离于线性区域Bn并且出现在换挡时刻GSi的区域中。这样的数据点DP'不应归因于测量误差,而是归因于在换挡时、特别是在操纵离合器时的影响。

[0042] 按照本发明的方法现在一方面可以通过如下方式得以改善,即,在聚类之前识别这些异常数据点DP'并且将这些数据点DP'剔除、亦即不进行聚类。另一方面这些识别出的数据点DP'或在时间轴上对应的时刻可以用于确认换挡时刻GSi和/或离合时刻KSi。备选地,离合时刻KSi自然也可以通过与换挡时刻GSi的固定的关系(例如在换挡时刻GSi之前和之后固定的时间)来确定。

[0043] 所述异常数据点DP'例如可以利用已知的统计学上的频率分析找到。这以图4为例利用比例v/N来阐明。确定各个数据点DP(即在此为比例v/N)的出现的频率H,这导致统计学上的频率分布HV,如在图6中所示的那样。在此得出频率分布HV的与挡位Gn的数量n相应的数量。通常将数据的为此确定的区域分组为频率组Hx。因此,频率分布HV作为围绕预期值HE(最大频率H)的频率H的分散区域得出。确认或提供围绕预期值HE的可靠的分散区域SB。于是,将如下数据点DP'视为异常点,所述数据点对应的频率位于在所述分散区域SB之外。在统计学中,通常使用四分位距离Q_{75}-Q_{25},亦即包括频率分布的50％的区域。于是,例如可以

将分散区域SB定义为所述四分位距离的x倍、例如四分位距离的1.5倍。

[0044] 自然也可以按照其他方式识别异常数据点DP'。例如可以检测:数据点DP相对于之前的数据点、或者多个之前的数据点DP的平均值改变多少。如果所述改变超过预定的阈值,那么可将数据点DP识别为异常点。

[0045] 因此可以按照简单的方式识别与众不同的异常数据点DP'。

[0046] 可以将在具有v/N～常数的阶段之后异常数据点DP'的第一次出现考虑为换挡时刻GSi。离合器换挡时刻KSi(离合器打开)也可以与换挡时刻GSi有关,例如在相同的时刻或在所述换挡时刻之前固定的时间。随后的离合器换挡时刻KSi(离合器闭合)可以在离合器打开之后固定的时间被设定。对于测试,离合器打开和/或离合器闭合的时间也可以与驾驶员类型有关。

[0047] 如果附加地还考虑车辆1的加速踏板位置α的测量值MW,则还可以进一步改善挡位Gn和换挡时刻GSi和可能的离合器换挡时刻KSi的确定结果。该步骤假定,在换挡期间不操纵或不松开加速踏板。因此在加速踏板位置α的时间曲线中搜索如下时间范围ZN,在所述时间范围中不操纵加速踏板、例如加速踏板位置α=0(或者通过预定在零附近的窗口而接近零)。如果在这样的时间范围ZN中存在换挡时刻GSi,那么检查在换挡时刻GSi的挡位Gn,如借助图7所阐明的那样。可以假定:在时间范围ZN期间总是仅发生一次换挡,要么升挡、要么降挡。因此在时间范围ZN中也应仅存在一个换挡时刻GSi。但是,如果在时刻ZN中存在时间上相继的换挡时刻GSi、GSi+1(图7的上部),则可以假定涉及数据错误。该数据错误可以通过如下方式校正,即,将在时间上较晚的换挡时刻GSi+1的挡位Gn视为正确的挡位Gn,而将在时间上位于之前的换挡时刻GSi的挡位Gn校正为在换挡时刻GSi+1的挡位Gn(图7的下部)。

[0048] 按照本发明的用于由车辆速度v、发动机转速N和加速踏板位置α的测量值MW进行挡位识别的方法的可能的具体实现方式可以以比例v/N为例如下进行。

[0049] 首先,对于试验行驶的所有j个存在的数据点DP_j确定比例v/N(j),亦即$v/N(j)=v(t_j)/N(t_j)$,其中在时间轴t上具有离散的时刻t_j。对于该步骤,优选地已经剔除了$N(t_j)=0$的数据点DP_j。数据点DP_j的这样确定的时间序列通过预定的、可按照时间t微分的函数F、例如样条内插(例如通过三次幂样条)来近似。作为下一步骤,确定函数F的局部最大值$Fmax_k$。为此,例如可以根据时间t导出函数F,并且可将如下点定义为局部最大值,在所述点上在该点的导数与各个相邻点的导数的差之间的差具有相反的符号,亦即例如:

[0050] $$\left|\operatorname{sgn}\left[\frac{d}{dt}F(j)-\frac{d}{dt}F(j-1)\right]-\operatorname{sgn}\left[\frac{d}{dt}F(j+1)-\frac{d}{dt}F(j)\right]\right|=2,$$ 其中sgn为符号函数。

[0051] 自然也可以按照其他方式来识别局部最大值,例如通过函数F的二阶时间导数。然后,这样确定的k个局部最大值$Fmax_k$优选地经受统计学上的频率分析,以便识别出异常数据点DP'。如上所述异常数据点DP'归因于换挡过程。现在如借助图8所阐明的那样进一步检查异常数据点DP'。

[0052] 如上所述,换挡的特征在于,比例v/N首先强烈波动,这导致异常数据点DP',并且在此后跟随如下时间段,在该时间段期间比例v/N大约恒定。现在搜索异常数据点DP'的第一次时间上的出现点$t_{DP'}(i)$,在所述出现点之后是恒定的比例v/N的时间段。该第一次时间上的出现点$t_{DP'}(i)$被解释为换挡的起点、亦即换挡时刻GSi。同时,该时刻也可以理解为离

合器换挡时刻KSi(亦即离合器打开)。但是,也可以将离合器换挡时刻KSi设定为在换挡时刻GSi之前的预定的时间。在异常数据点DP'的第一次时间上的出现点$t_{DP'}(i)$之后是如下时间段,在该时间段中数据点起振到线性区域Bn上、亦即例如到v/N～常数上。设定起振时间t_s、例如3秒,并且将位于在异常数据点DP'的第一次时间上的出现点$t_{DP'}(i)$与随后的起振时间t_s之间的数据点DP配置给起振阶段,在所述起振阶段之后是换挡。将随后的、直至异常数据点DP'的下一次出现点$t_{DP'}(i+1)$的数据点DP配置给具有挂入的挡位Gn的稳定的行驶阶段。这对于试验行驶的整个时间轴t实施。因此,试验行驶的时间轴t被划分为换挡阶段(异常数据点DP'的相应的第一次出现点+起振阶段t_s)和位于各换挡阶段之间的稳定的行驶阶段t_{konst}。现在将所有配置给稳定的行驶阶段t_{konst}的数据点DP传递给聚类算法,以便计算类中心CZn和因而挡位Gn。所有其他的数据点DP可以为了聚类而设置为零并且也将其传递给聚类算法,所述聚类算法因此将确定n+1类。如上所述,聚类也可以多次实施,并且借助于所定义的质量标准可以选出最好的结果。

[0053] 也可以确定在起振阶段t_s中的数据点DP的中心,并且将所属的时刻用作换挡时刻GSi。作为离合时刻KSi在此可以使用异常数据点DP'的所属的第一次时间上的出现点。

[0054] 作为离合器的闭合时刻可以使用起振阶段t_s的终点,或者使用在离合器打开之后固定的时间段。该时间段也可以与驾驶员类型有关。

[0055] 随后,按照利用加速踏板位置α的聚类的结果还可以实施如借助图7所述的挡位校正。

[0056] 虽然以上主要参照图4根据比例v/N来阐述本发明,但是如果基于根据图3的关系,也可以以相同的方式应用本发明。

[0057] 在测试台10(图9)、在此发动机测试台上,例如内燃机11作为待测件例如经由测试台轴14与负载机12相连接。测试台自动化单元13按照测试的预定值不仅控制内燃机11、而且控制负载机12,所述预定值以要控制的参量的确定的理论值SW的形式。典型地,利用负载机12来控制转速N的按照测试预定的时间曲线,而利用内燃机11来控制转矩T的按照测试预定的时间曲线。测试台自动化单元13由预定的理论值SW确定操纵参量ST,利用所述操纵参量ST操控内燃机11和负载机12。在负载机12的情况下,操纵参量ST_B例如是转速,由此调节内燃机11的发动机转速N。为此在测试台自动化单元13中也可以实现相应的转速调节器R_N,所述转速调节器也可以获得转速的实际值N_{ist},所述实际值例如借助于在负载机12上的转速传感器15来检测。根据合适的操纵参量ST_V(例如加速踏板位置α或发动机扭矩T)来控制内燃机11,将所述操纵参量传递给发动机控制单元ECU。为此,在测试台自动化单元13中可以实现转矩调节器R_T,所述转矩调节器R_T由转矩的实际值T_{ist}(所述实际值例如可以借助于在测试台轴14上的转矩传感器16来测量或者也可以由其他测量参量(观测器)来估算)和预定的理论值SW来确定加速踏板位置α,将该加速踏板位置α传递到发动机控制单元ECU上以用于控制内燃机11。不言而喻地,测试台10的其他实施方式也是可设想的。

[0058] 所述理论值SW(例如发动机转速N和转矩T)在分析单元4中由测量值MW生成。在此,难以获得的测量值也可以由其他的测量值MW导出。

[0059] 为此的示例是内燃机11的转矩T,所述转矩在真实的试验行驶期间通常是无法测量的。于是,所述转矩例如可以从已知的综合特性曲线(例如转速、加速踏板位置、转矩的综合特性曲线)获得,或者也可以由模型或物理关系计算。所述转矩例如可以由道路坡度、车

辆质量和阻力系数(滚动阻力、空气阻力)和车辆动力(速度、加速度)来计算。由车辆速度和(来自道路坡度、滚动阻力、空气阻力等的)车辆阻力可以确定发动机功率,于是,由所述发送机功率连同转速可以计算转矩。明显的是,在此存在大量可能性来非直接地确定测量参量。

[0060] 如上所述,在分析单元4中也可以确定挡位信息:挡位Gn的时间序列和位于各挡位之间的换挡时刻GSi、必要时还有离合器换挡时刻KSi。所述挡位信息可用于分析单元4中,以便(例如通过如上所述对利用虚拟车辆的行驶进行仿真)确定用于测试运行的理论值SW。但是,也可以将所述挡位信息作为理论值SW传递给测试台自动化单元13,以便控制在测试台10上的待测件。例如,可以将具有内燃机11和变速器的动力总成构造为待测件,其中,所述测试台自动化单元13在测试运行期间利用挡位信息操纵变速器以及必要时还有离合器。

[0061] 所述分析单元4也可以在测试台自动化单元13中作为硬件和/或软件实现。

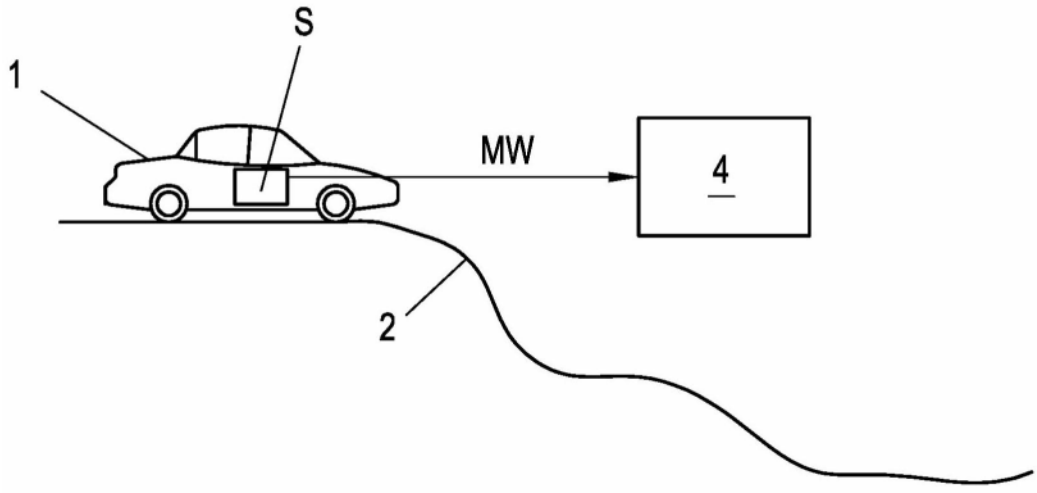


图1

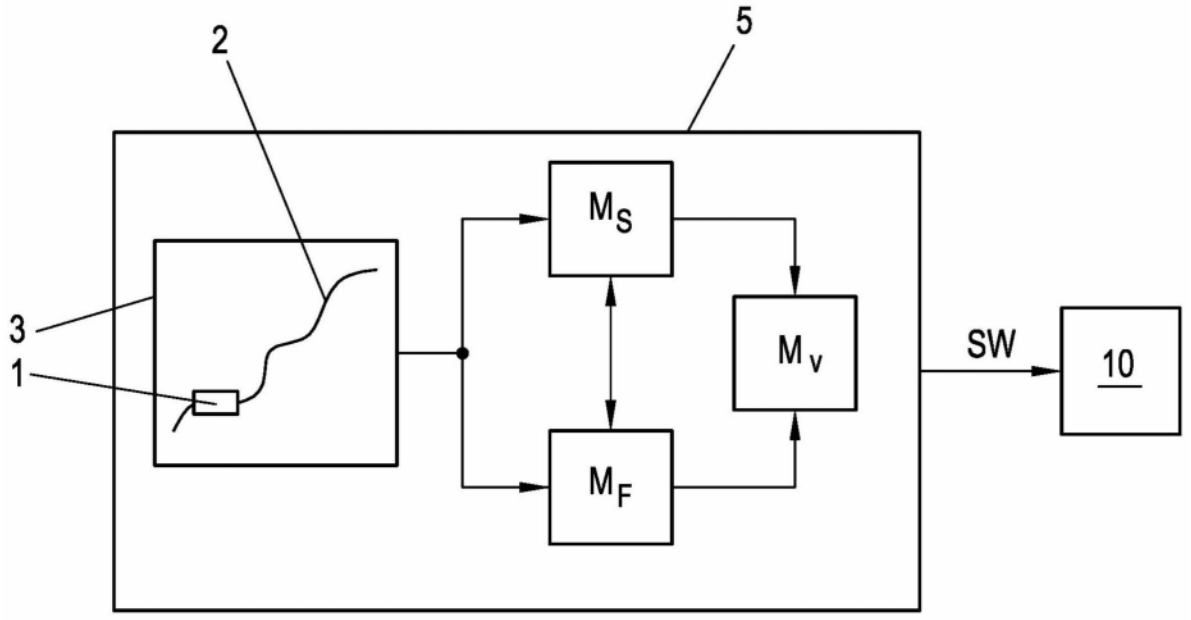


图2

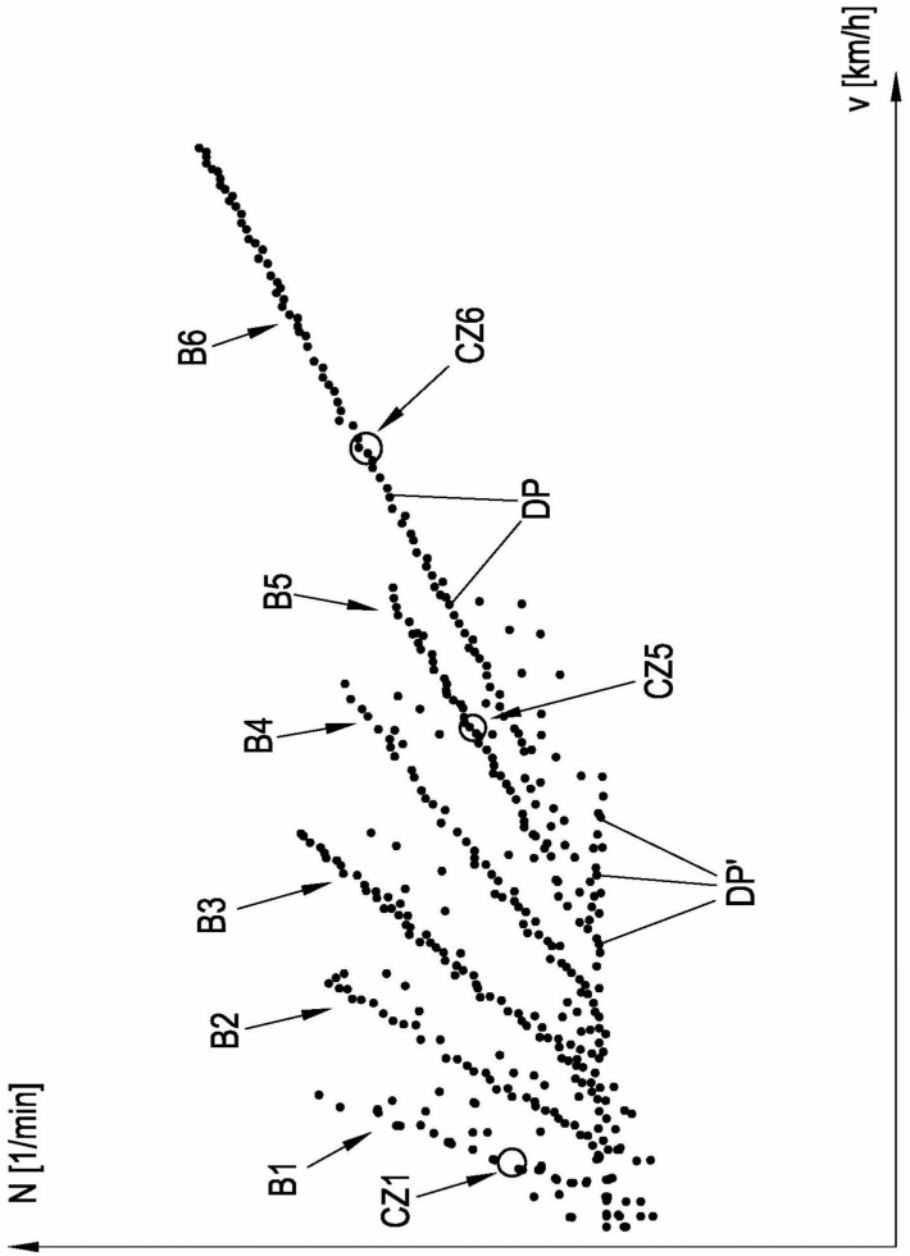


图3

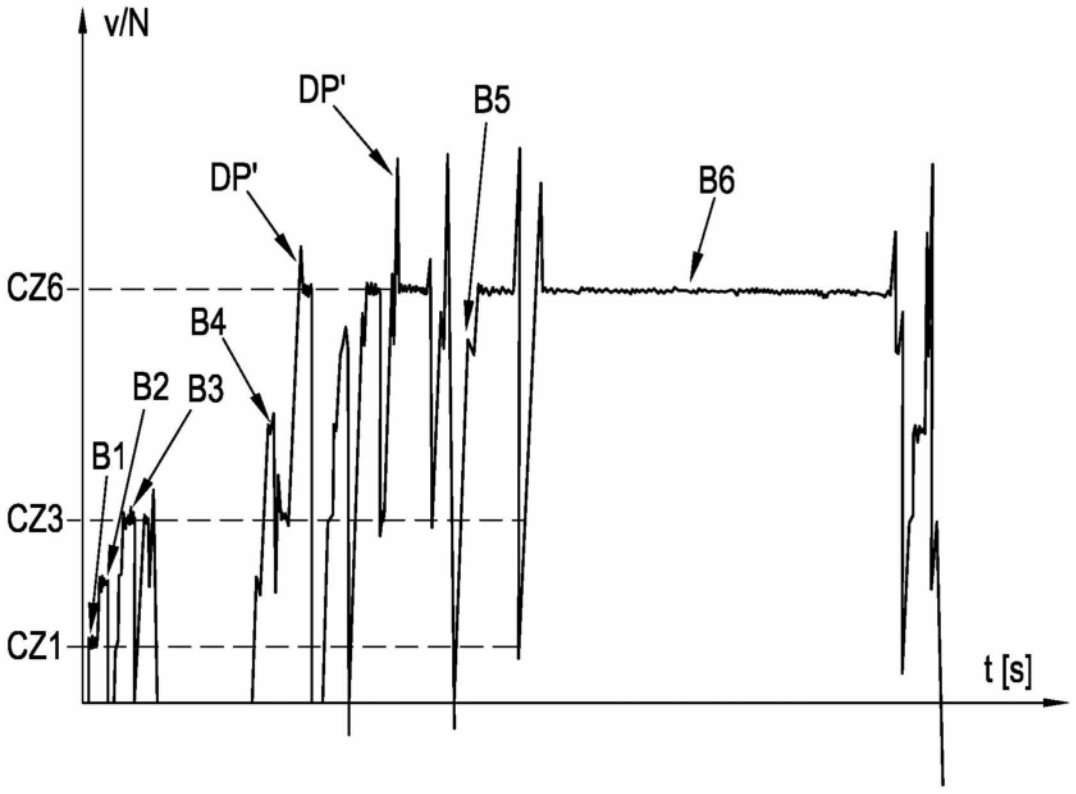

v/N
DP'
B5
DP'
B6
CZ6
B4
B2
B3
B1
CZ3
CZ1
t [s]

图4

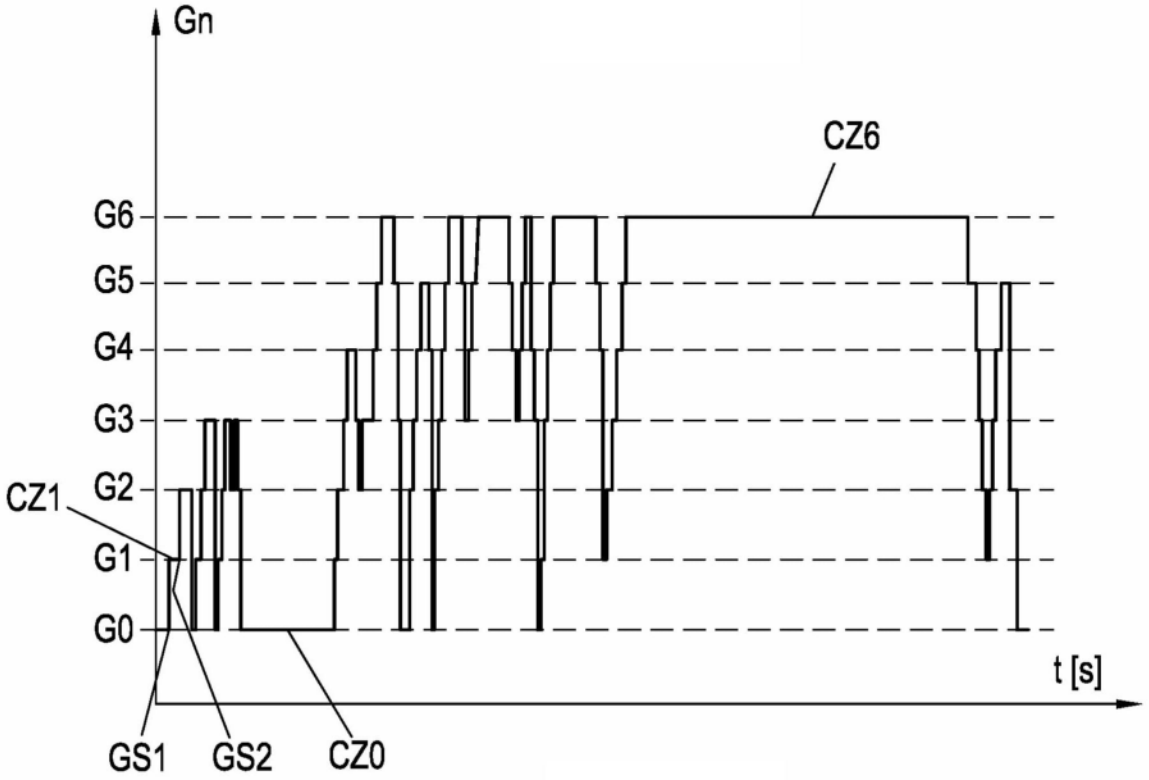

Gn
CZ6
G6
G5
G4
G3
G2
CZ1
G1
G0
t [s]
GS1
GS2
CZ0

图5

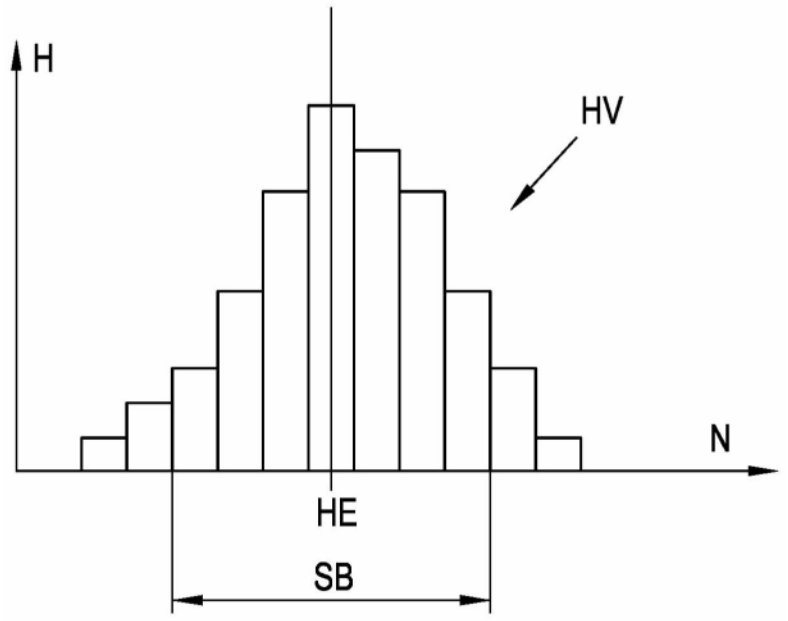


图6

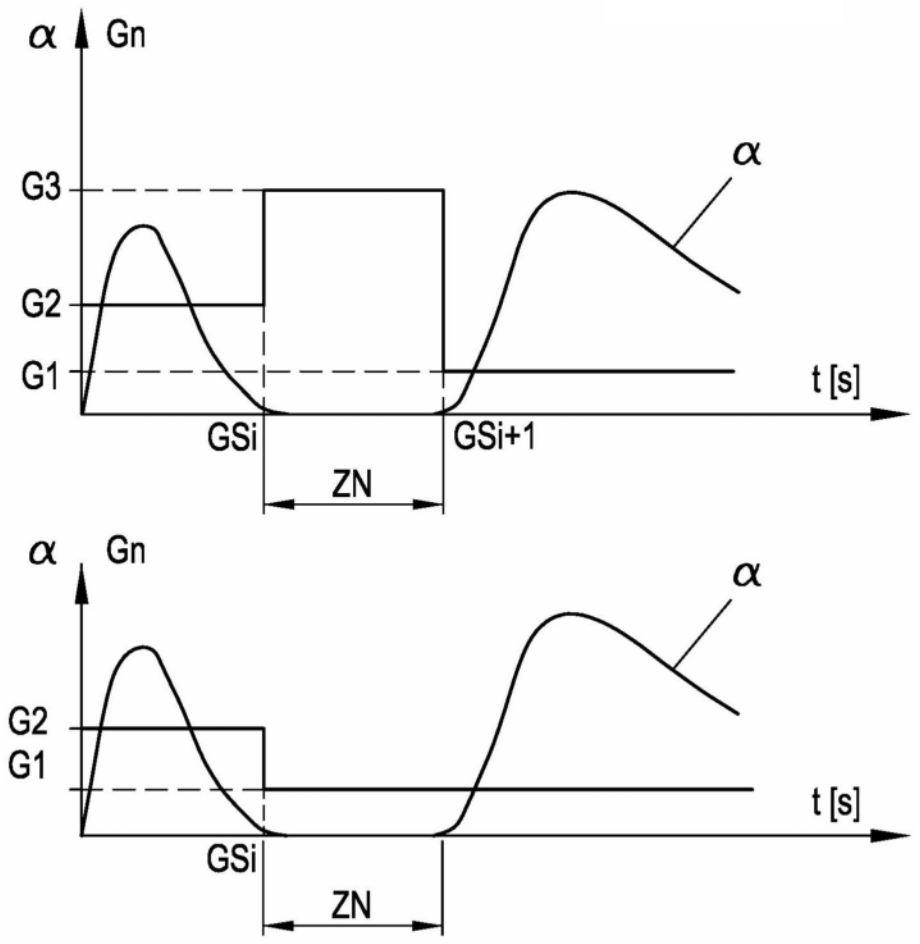


图7

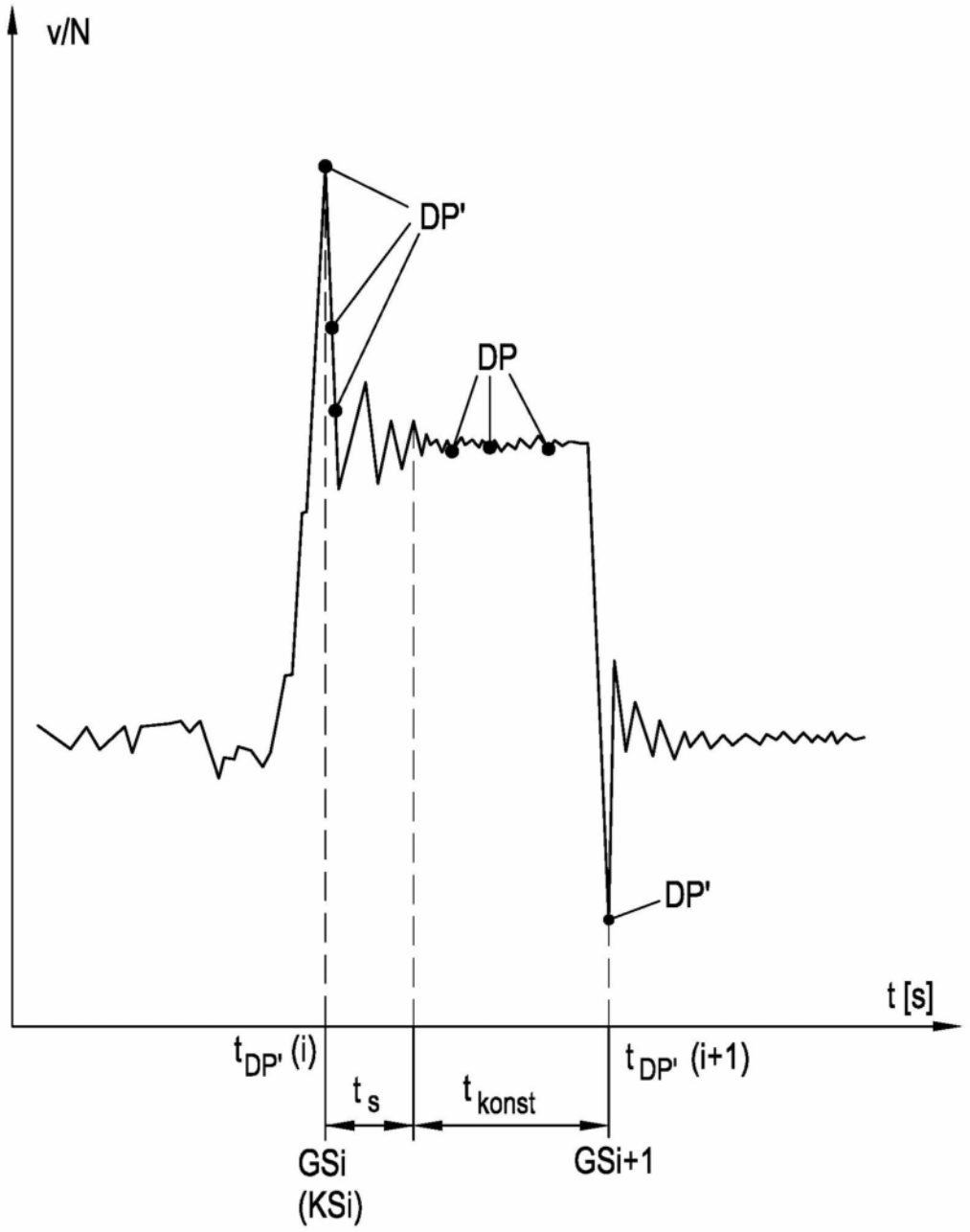


图8

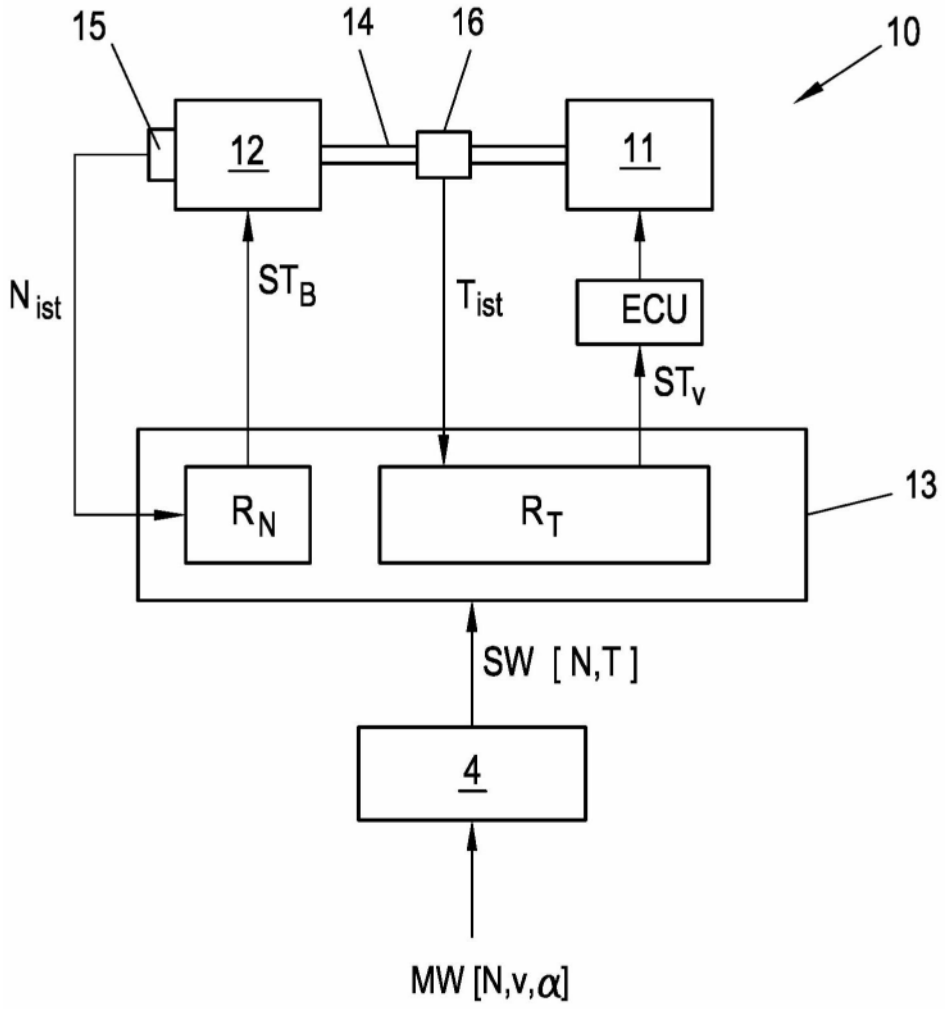


图9