

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

G05B 19/042 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 03808676. X

[45] 授权公告日 2008 年 4 月 9 日

[11] 授权公告号 CN 100380258C

[22] 申请日 2003.9.16 [21] 申请号 03808676. X

[30] 优先权

[32] 2002. 9. 16 [33] DE [31] 10243088.8

[86] 国际申请 PCT/EP2003/010285 2003. 9. 16

[87] 国际公布 WO2004/027530 德 2004. 4. 1

[85] 进入国家阶段日期 2004. 10. 18

[73] 专利权人 罗伯特 - 博世股份公司

地址 德国斯图加特

[72] 发明人 E·克内夫勒 T·朗 P·芬克

M·伦特 B·伊尔 A·哈夫纳

[56] 参考文献

US5369581A 1994. 11. 29

JP7 - 180603A 1995. 7. 18

US5748923A 1998. 5. 5

JP6 - 120956A 1994. 4. 28

DE19957551A 2001. 6. 21

审查员 孙 敏

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

代理人 吴立明 张志醒

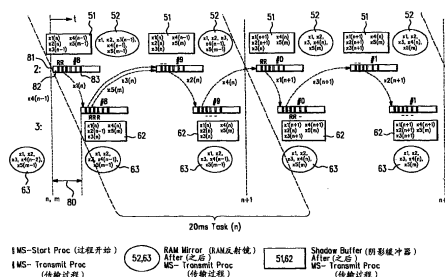
权利要求书 3 页 说明书 27 页 附图 7 页

[54] 发明名称

运行至少两个相互连接的控制器的方法和计算机系统

[57] 摘要

本发明涉及运行至少两个相互连接的控制器(2, 3)的方法和计算机系统。控制器(2, 3)存取传感器数据($x_1, \dots, x_5$)并且各自执行至少一个计算机程序用于控制运行过程, 特别是汽车的运行过程。控制器(2, 3)相互交换同步信息。为了这样构造和扩展计算机系统, 即借助于计算机系统以简单的, 成本低廉的方式用传统的控制器(2, 3)也可控制和/或调节特别复杂的, 例如在现代化汽车上出现的运行过程, 建议控制器(2, 3)用可调整的时间偏移(80), 时间同步地执行同样的计算机程序。



1. 一种用于运行至少两个相互连接的控制器 (2, 3) 的方法, 其中控制器 (2, 3) 存取传感器数据 ($x_1, \dots, x_5$) 并且各自执行至少一个计算机程序用于控制汽车的运行过程, 所述控制器 (2, 3) 交换同步信息,

其特征为,

所述控制器 (2, 3) 以与可调整的时间偏移 (80) 同步的方式执行同样的计算机程序, 其中, 所述控制器 (2, 3) 各自只从传感器 (13, 14) 得到所有传感器数据 ($x_1, \dots, x_5$) 的一部分, 并且所述控制器 (2, 3) 交换传感器数据 ($x_1, \dots, x_5$), 使得在每个控制器 (2, 3) 中所有传感器数据 ($x_1, \dots, x_5$) 是可用的。

2. 按照权利要求 1 的方法,

其特征为,

在各个控制器 (2, 3) 上通过存取传感器数据 ($x_1, \dots, x_5$) 而与时间同步地执行计算机程序时, 要延迟的时间为直到在每个控制器 (2, 3) 上所有当前的传感器数据 ($x_1, \dots, x_5$) 是可用的。

3. 按照权利要求 1 的方法,

其特征为,

依赖于所述控制器 (2, 3) 之间交换传感器数据 ($x_1, \dots, x_5$) 所需要的时间段对时间偏移 (80) 进行调准。

4. 按照权利要求 1 的方法,

其特征为,

在所述控制器 (2, 3) 运行期间对时间偏移 (80) 进行调整。

5. 按照权利要求 4 的方法,

其特征为,

依赖于在控制器 (2, 3) 之间交换传感器数据 ($x_1, \dots, x_5$) 所需要的时间段对时间偏移 (80) 以衰减方式进行调准或调节。

6. 按照权利要求 1 的方法,

其特征为,

所述控制器(2, 3)的同步只是通过用数据传输介质(4)交换有用消息而不传输专门的同步信息完成的。

7. 一种计算机系统, 包括至少两个相互连接的控制器(2, 3)和用于连接所述控制器(2, 3)以在所述控制器(2, 3)之间交换同步信息的数据传输介质(4), 其中所述控制器(2, 3)存取传感器数据($x_1, \dots, x_5$)并且各自运行至少一个用于控制汽车的运行过程的计算机程序,

其特征为,

所述控制器(2, 3)以与由调整装置可调整的时间偏移(80)同步的方式执行同样的计算机程序, 其中, 在各控制器(2, 3)上分别只连接一部分传感器(13, 14), 所述控制器(2, 3)各自只得到所有传感器数据($x_1, \dots, x_5$)的一部分, 并且所述控制器(2, 3)经过数据传输介质(4)交换传感器数据($x_1, \dots, x_5$), 使得在每个控制器(2, 3)上所有的传感器数据($x_1, \dots, x_5$)是可用的。

8. 按照权利要求7的计算机系统,

其特征为,

将控制器之一定义为主控制器(2)并且将其它控制器定义为辅助控制器(3), 其中所述主控制器(2)将同步信息传送到所述辅助控制器(3)上。

9. 按照权利要求7的计算机系统,

其特征为,

在计算机系统启动之后所述辅助控制器(3)自动同步到所述主控制器(2)的时基上。

10. 按照权利要求7的计算机系统,

其特征为,

在各个控制器(2, 3)上设置了装置, 以便通过存取传感器数据($x_1, \dots, x_5$)而时间同步地执行计算机程序时, 要延迟的时间为直到在每个控制器(2, 3)上所有当前的传感器数据($x_1, \dots, x_5$)是可用的。

11. 按照权利要求7的计算机系统,

其特征为,

将每个控制器(2, 3)分成为一个硬件层(5)、一个硬件驱动器层(6)和一个应用软件层(7), 其中用于控制运行过程的计算机程序运行在应用软件层(7)上, 并且在硬件驱动器层(6)上的传感器数据($x_1, \dots, x_5$)的传输与应用软件层(7)无关。

12. 按照权利要求7的计算机系统,

其特征为,

经过数据传输介质(4)的数据传输是按照控制器区域网络 CAN 协议进行的。

运行至少两个相互连接的控制器的方法和计算系统

技术领域

本发明涉及运行至少两个相互连接的控制器的方法。控制器存取传感器数据和各自执行用于控制运行过程，特别是车辆运行过程的至少一个计算机程序。控制器交换同步信息。

此外本发明还涉及一个计算机系统，计算机系统包括至少两个相互连接的控制器和用于在控制器之间交换同步信息的连接控制器的数据传输介质。控制器存取传感器数据和各自执行用于控制运行过程，特别是控制车辆运行过程的至少一个计算机程序。还可以将数据传输介质用于传输纯粹的有用数据。数据的传输本身可以用来作为同步信息。

背景技术

在汽车领域已知在汽车中借助控制器进行控制和/或调节各种运行过程。应该控制的或者应该调节的运行过程例如包括内燃机运行（扭矩调节，转速调节，喷油时间调节等），电子转向运行，电子制动运行或者其他系统运行，安全性重要功能的运行（行驶平稳性调节，制动器防抱死系统，防止打滑调节，主动转向，主动衰减器调节等）以及舒适功能运行（空调，电子座椅调整，镜子调整或者转向轮调整，电子窗户抬起，天窗移动等）。

随着应该控制或者应该调节运行过程复杂性的增加，在控制器上为了满足控制功能或者调节功能所使用的计算机程序的复杂性也增加，然后这也导致了对控制器硬件更高的要求。特别是为了满足控制功能和调节功能必须处理更多的传感器信号，必须将这些信号经过传感器输入端提供给控制器。然而控制器输入端的数目是有限制的。为了能够对现代化的，复杂的运行过程进行控制或者调节，必须将控制器开发成和运行具有很多数目的输入端。然而开发新的控制器是很麻烦和昂贵的。由于新开发的控制器

将使各种控制器的种类增加和使单个控制器的批量减少，这同样与控制器成本增加联系在一起。

然而特别是汽车领域成本低和与之有联系的标准部件以及大批量对于部件竞争能力是非常重要的。

现在已有传统的标准控制器的具有极数比较少的接插口作为汽车复杂运行过程所要求的。然而由于上述原因在近期不会有更多极数插口的新控制器出现。只有用标准控制器控制和/或调节的其他方法来运行复杂的过程。

在信息领域提高计算机容量是人们所熟悉的，将多个计算机（例如所谓的PC机，个人计算机）借助于数据传输介质相互连接成一个计算机系统。数据传输介质可以是无线连接，光学连接或是电缆连接。经过数据传输介质可以传输按照任意协议的数据和信息。这种分布式计算机系统的计算机上运行具有各种功能的多种计算机程序。单个计算机运行是通过上一级单元或者通过计算机系统的一个计算机（所谓的主计算机）进行协调的。为了这个目的主计算机有可能将同步信息通过数据传输介质传输给其他的计算机（所谓的辅助计算机）。涉及到计算机功率方面有可能用分布式计算机系统非常灵活地得到比较大的计算机容量。此时计算机系统相对于单个计算机的输入端和/或输出端的数目大多是无关紧要的。此外在计算机系统的一个计算机上输入的信号在其他的计算机上不一定是需要的，因此也就不必要从这个计算机传给其他的计算机。这是因为在计算机上运行不同的计算机程序，该计算机程序通常需要不同的输入信号。

发明内容

从开始叙述的当代技术水平出发本发明的任务是，构成和扩展这样一种计算机系统，借助于该计算机系统可以用简单的和便宜的方式采用传统的控制器控制和/或调节在现代化汽车上出现的特别复杂的运行过程。

为了解决这项任务，从开始叙述的方法出发，建议使控制器用可调整的时间偏移，时间同步地执行同样的计算机程序。

按照本发明的一种用于运行至少两个相互连接的控制器的方法，其中

控制器存取传感器数据和各自执行至少一个计算机程序用于控制汽车的运行过程和控制器交换同步信息，其特征为，控制器用可调整的时间偏移时间同步地执行同样的计算机程序，其中，控制器各自只从传感器得到所有传感器数据的一部分和控制器交换传感器数据，使得在每个控制器中可以提供所有传感器数据。

按照本发明的一种计算机系统，包括至少两个相互连接的控制器和在控制器之间为了交换同步信息连接控制器的数据传输介质，其中控制器存取传感器数据和各自至少执行一个计算机程序用于控制汽车上的运行过程，其特征为，控制器用通过调整装置可调整的时间偏移时间同步地执行同样的计算机程序，其中，各自只将传感器的一部分连接在控制器上，控制器各自只得到所有传感器数据的一部分和控制器经过数据传输介质交换传感器数据，使得在每个控制器上可以提供所有的传感器数据。

按照本发明用数据传输介质将多个控制器连接成一个计算机系统。此时不仅提高了计算容量而且提高了将传感器数据传输给控制器时可供使用的输入端数目。在计算机系统所有控制器上执行同样的计算机程序，这意味着控制器需要同样的输入信号（传感器数据），以便为了满足控制和/或调节功能可能要求的计算。但是按照本发明不是将所有传感器信号经过输入端传送给所有的控制器。而是将计算机程序所需要的和所提供的传感器数据的整体分配给单个控制器。将传感器数据从这个控制器经过数据传输介质传输给计算机系统的其他控制器，以便在那里也提供传感器数据。

在单个控制器上同步，优异的是时间同步地执行计算机程序，这意味着在严格的预先规定的时间片（Zeitscheibe）中。当然经过数据传输介质传输传感器数据需要时间，在这个时间内还不能将传感器数据提供给所有的控制器。此外传感器数据不是同时提供给所有的控制器，因为传感器数据的传输需要不同的时间。例如所需要的持续时间与发送和接收控制器之间的距离，与数据传输介质的负荷或者与有可能损害数据传输的干扰有关。从对计算机系统控制器的数据一致性要求出发以及顾及到传感器数据传输的时间延迟，将计算机系统控制器用一个时间偏移进行驱动并且只有当一个时间片开始之后经过可调整的空转时间（Totzeit）过程之后控制器

中的计算机程序才执行。将空转时间用于交换传感器数据和或许也用于交换控制器之间的其他数据和信息。时间偏移或是绝对的，也就是说参考上一级时间帧（Zeitraster）对所有控制器是同样大小的，或涉及单个控制器的时间偏移相互是相对的。一般来说在计算机系统的主控制器和辅助控制器之间以及在辅助控制器之间的相对时间偏移是不同的。

用单向数据传输介质将控制器相互连接的计算机系统，对于数据传输所需要的时间大约双倍于用双向传输介质的计算机系统。在具有两个控制器的计算机系统的例子中时间偏移应该变得明显：两个控制器单独接收传感器数据。然后第一个控制器将被传感器接收的数据传输给第二个控制器。在那里随时可以使用被传感器直接接收的传感器数据以及被第一个控制器接收的传感器数据，于是等待处理的时间片和计算机程序的执行已经可以开始。第二个控制器接收传感器数据之后将被传感器接收的传感器数据传送给第一个控制器，现在在那里随着相对于第一个控制器的时间延迟处于等待的时间片和计算机程序的执行已经可以开始。这可以理解为，将两个控制器计算的结果，例如反应器的控制信号，首先必须在一个缓冲存储器中进行缓冲存储，然后一同被读取和因此同时供给反应器。

此外本发明的优点是对复杂运行过程的控制和/或调节，例如在汽车上更加多出现的，使用比传感器数据少的输入端，这些传感器数据是随时可供使用和为了满足控制或者调节功能应该进行处理的。通过将控制器与计算机系统连接在一起，实际上对于单个控制器是模拟其他的附加输入端。通过使用标准控制器对复杂运行过程进行控制和/或调节的成本可以维持得低。

如果将传感器数据各自只存放在唯一的控制器上，通过本发明还可以保护和保证数据一致性，实际上计算机系统的所有控制器具有同样的数据。如果将模拟传感器数据存放在计算机系统的多个控制器上，在控制器A/D-（模拟-数字-）转换的不同边界上有可能导致在控制器上出现传感器数据不同的数字数据，因此有可能不再有数据一致性。通过本发明可以将其避免，因为每个传感器数据只被唯一的一个控制器接收和在那里进行A/D-转换。

按照本发明优异的扩展结构,建议在控制器上使用同样的传感器数据。控制器之间传输传感器数据是这样进行的,将传感器数据传输给所有的控制器之后可随时提供使用同样的传感器数据。此时同样的传感器数据在不同的控制器上具有同样的数值。

所有控制器执行同样的计算机程序和借助于相同的传感器数据进行同样的计算以及有功能能力的控制器或者无故障工作的计算机程序必须得到同样的结果,可以将这个事实应用在硬件和/或软件的功能监控上。例如这可以通过比较求出的结果或者通过多数选定(从 m 中选定 n ,其中 $n < m$)来完成。

按照本发明优异的实施例建议控制器各自只从传感器得到所有传感器数据的一部分和控制器将传感器数据进行交换,于是在每个控制器上随时提供使用所有的传感器数据。用这种实施形式对于单个控制器来说实际上模拟了其他的附加输入端,于是虽然使用了标准控制器(传感器信号输入端的数目受限制)整个运行过程(比单个控制器在处理传感器信号时的输入端多)还是得到了控制和/或调节。因此整个运行过程控制和/或调节的成本也维持得低。

优异的是依赖于控制器之间传感器数据交换所需要的持续时间将时间偏移进行调整。可以在计算机系统运行之前调整时间偏移,控制器用时间偏移来处理计算机程序。然而优异的是在控制器运行期间,即在计算机系统运行期间将时间偏移进行调整。

按照另外优异的本发明的扩展建议了,依赖于控制器之间传感器数据交换所需要的持续时间对时间偏移进行调节。借助于调节可以保证时间偏移始终尽可能小,但是另外一方面还不能将时间偏移选择得太小,虽然传感器数据还没在所有的传感器上提供使用,然而已经开始执行计算机程序。

按照另外的实施形式建议了,依赖于控制器之间传感器数据交换所需要的持续时间对时间偏移进行衰减调整或者衰减调节。例如可以这样实现衰减,只有当先后多次显示时才将时间偏移或者时间片缩短,实际上将时间偏移选择得过大和在时间偏移过程之前数据传输已经明显结束。不是改

变每个传输周期会立即和直接导致时间偏移的改变。通过这个措施实际上传输周期的不稳定被衰减。

最后建议了，控制器同步本身通过将有用数据经过数据传输介质交换，不传输专门的同步信息。这里特别涉及到低水平同步。这是主机和辅机之间（相对于主机）时间偏移的自动最佳化。相反高水平同步是将多路转换器的同步用于在各自的计算网格（Rechenraster）（主机-MUX=辅机-MUX）上产生数据一致性。例如按照建议的方法可以想象，经过数据传输介质传输的信息中除了有用信息之外还包括一个时间片计数器（任务计数器）作为时序安排信息。

本发明任务的另外一个解决方法是，从开始叙述方式的计算机系统出发建议了，控制器与通过调整手段可调整的时间偏移同步地执行同样的计算机程序。

按照优异的扩展建议了，将控制器中的一个定义为主控制器和将其他控制器定义为辅助控制器，其中主控制器将同步信息传输给辅助控制器。优异的是同步信息的传输同样是经过数据传输介质进行的。主控制器规定了固定的与时间同步的时间帧，辅助控制器必须按照这个进行调整。将主控制器和辅助控制器原本同样的计算机程序只通过电缆束上的编码引线在主控制器或辅助控制器运行时进行调整。

按照本发明优异的实施例建议了，当计算机系统启动之后辅助控制器自动同步到主控制器的时基上。这意味着在计算机系统启动（例如在接通系统之后或者在出现错误之后重新启动时）经过一些时间（例如10 ms）之后，在同步过程结束之后，在辅助控制器上与主控制器时间同步地启动同样的时间片。当然在单个控制器上可以调整不同的时间偏移，于是控制器在不同的时间可以开始执行计算机程序，固然它们是时间同步地工作。同步所要求的信息传输是经过数据传输介质进行的。

时间同步执行计算机程序可以与角度同步的时间帧重叠，例如因此可以保证，在任何情况下可以与时间同步的时间帧无关地准时进行依赖于曲轴回转角的计算。例如角度同步的时间帧可以借助于中断指令来实现。经过数据传输介质传输的角度同步时间帧中的信息有特别高的优先权。

还建议了，各自只将传感器的一部分连接在控制器上，控制器只得到所有传感器数据的一部分和控制器经过数据传输介质交换传感器数据，于是所有的传感器数据随时可供每个控制器使用。

优异的是在单个控制器上安排了装置，为了与时间同步地执行计算机程序在存取传感器数据时等待如此长的时间，直到所有现实的传感器数据可以提供给每个控制器使用。这不必一定是最后读入的传感器数据，而还可以是前面时间片上的数据。然而重要的是，所有提供使用的传感器数据是同样久的，也就是说来源于同样的时间片。如果数据来源于前面的时间片，通过计算机程序进行的数据处理有一些时间延迟。然而在实际上这不会成为缺点，因为一般来说这只涉及到几毫秒的时间。虽然有很小的时间延迟但是却保证了调节的稳定性。

按照本发明另外优异的扩展结构建议了，将每个控制器分成为一个硬件平面，一个硬件驱动器平面和一个应用软件平面，此时控制运行过程的计算机程序是在应用软件平面上运行的并且传感器数据的传输与应用软件平面无关是在硬件驱动器平面运行的。本发明主要涉及到硬件驱动器平面，硬件驱动器平面上的传感器数据的数据传输装置以及缓冲存储器在控制器上实现发送和接收。与是否直接从传感器接收传感器数据或者间接从其他控制器经过数据传输装置接收传感器数据无关，应用软件只从缓冲存储器中存取传感器数据。而且调整和调节时间偏移也是在硬件驱动器平面上实现的。

与上述情况相反，一般来说在至今为止的多计算机方案中将计算机系统的单个控制器在功能平面上相互连接，也就是说主和辅数据总线是在功能平面上耦合的。这导致了数据总线的设计极大地依赖于系统的基本功能。当改变应用软件时必须始终将数据总线布局进行匹配。这可以用本发明加以避免。即使基本功能改变也可以保证稳定的数据总线布局。

按照进一步优异的实施形式建议了，将传感器这样从属于控制器和将它们各自连接在从属的控制器上，当计算机系统运行期间在数据传输介质的两个传输方向上在时间上得到非常平均的负荷。当然随着控制器数目的增加很难实现这种特征。然而在设计计算机系统时应该注意，控制器几乎

与接收传感器数据一样多次地发送传感器数据。如果没有注意这个，有可能导致传感器数据传输时间比原本要求的长和导致比较长的时间延迟。

经过数据传输介质的数据传输可以进行任意协议。例如可以想象的是使用热线协议，字节传送协议，发射光协议，TTP（时间触发协议）或者LIN（局域互联网络）协议。然而经过数据传输介质进行数据传输优异的是按照CAN（区域网络控制器）-协议进行的。

附图说明

从在附图上示出的本发明实施例的叙述中得出本发明的其他特征，应用可能性和优点。此时所有叙述或所有表示的特征本身或任意组合构成本发明的对象，与在专利权利要求中的关系或其逆向关系无关以及与在叙述或在附图中的格式或者表达无关。附图表示：

图 1 按照本发明的计算机系统包括两个由数据总线相互连接的按照优异实施例的一个控制器；

图 2 按照本发明控制器的各种可以想象的控制器平面；

图 3 按照本发明计算机系统的系统图和按照第一个优异的实施例所使用的传感器和反应器；

图 4 按照本发明计算机系统的辅助控制器上用于同步时间片的状态自动机；

图 5 按照本发明计算机系统用于说明信息存储和信号存储；

图 6 按照本发明计算机系统的系统图与按照第二个优异实施形式所使用的传感器和反应器；

图 7 按照本发明计算机系统中时间片的分布和执行；和

图 8 按照本发明计算机系统中的信号过程用于说明在计算机系统中主控制器和辅助控制器之间的数据交换。

具体实施方式

作为本发明优异的实施例下面涉及到控制有十个气缸相对复杂的汽车内燃机。然而本发明也可以在控制和/或调节任意其他复杂的运行过程中使

用，特别是汽车。

如图1所示，为了控制和/或调节内燃机1复杂运行过程的多计算机系统包括两个控制器2，3，借助于构成为总线4的数据传输介质将控制器相互连接。经过总线4的数据传输是按照CAN（区域网络控制器）协议进行的。

将控制器2定义为主控制器和将另外的控制器3定义为辅助控制器。主控制器2将同步信息传输给辅助控制器。同步信息的传输是用CAN-信息形式经过总线4进行的。主控制器2规定了固定的时间同步的时间帧，辅助控制器3必须按照这个进行调整。

在两个控制器2，3上运行同样的计算机程序用于满足一定的控制和/或调节功能。两个控制器2，3的计算机程序主要处理同一个输入信号，输入信号主要是由S1至S10以及Sa至Sc和Sx至Sz组成的。传感器数据S1至S10来源于安装在内燃机1的十个气缸Z1至Z10上的传感器。传感器数据Sa至Sc以及Sx至Sz来源于有可能安装在内燃机1或安装在汽车其他地方的其他传感器。

因为每个控制器2，3与传感器接头只有有限数目的输入端，在按照本发明的计算机系统中传感器的一部分与控制器2和传感器另外一部分与另外的控制器3连接。为了将执行计算机程序同样的传感器数据S1至S10，Sa至Sc，Sx至Sz随时提供给两个控制器2，3使用，将控制器2，3之间输入的传感器数据经过控制器2，3之间的总线系统4进行交换。

如图2所示，可以将控制器2，3分成为一个硬件平面5，一个硬件驱动器平面6和一个应用软件平面7。在硬件平面5上将控制器2，3连接在总线系统4上。用于控制内燃机1的计算机程序运行在控制器2，3的应用软件平面7上。与应用软件平面7无关传感器数据S1至S10，Sa至Sc，Sx至Sz的传输是经过数据总线4进行的和在硬件驱动器平面6上协调的。计算机程序不记得由它处理过的传感器数据S1至S10，Sa至Sc，Sx至Sz是否直接从一个传感器或者间接经过总线系统4从另外的控制器2，3接收的。用另外的话说，按照本发明在控制器2，3上模拟了传感器数据附加的输入端，这些附加的输入端在控制器2，3硬件方面是不存在的。例如在图2上表示了控制器2在硬件上存在传感器数据S1至S5和Sa至Sc的输入

端，与之相反传感器数据 S6 至 S10 和 Sx 至 Sz 是经过数据总线 4 接收的，也就是说这些传感器数据 S6 至 S10 和 Sx 至 Sz 的输入端是模拟的。因此对于必须处理大量传感器数据的非常复杂的运行过程的控制任务和/或调节任务，也可以使用包括单个简单构造的和便宜的经过数据传输介质相互连接的标准控制器的计算机系统。此外可以将同样的控制器硬件用作为主控制器和用作为辅助控制器。

如果将不同的传感器数据 S1 至 S10, Sa 至 Sc, Sx 至 Sz 各自只一次引导到控制器 2, 3 中的一个时，按照本发明的方案有另外一个优点。这个优点在于，可以保证数据一致性和可以确保真正将同样的数据随时提供给计算机系统的所有控制器 2, 3 使用。如果将模拟的传感器数据 S1 至 S10, Sa 至 Sc, Sx 至 Sz 平行地存放在计算机系统的控制器 2, 3 上，有可能导致在控制器 2, 3 上进行的 A/D - (模拟 - 数字 -) 转换具有不同的边界，在控制器 2, 3 上出现传感器数据不同的数字数值，从而有可能不再有数据一致性。

在控制器 2, 3 之间经过数据总线 4 进行传感器数据 S1 至 S10, Sa 至 Sc, Sx 至 Sz 的交换需要时间。为了确保，在控制器上的各个时间片始终可以随时提供所有需要的现实的传感器数据，控制器 2, 3 的启动时间片具有可调整的一个时间偏移。用时间偏移在控制器 2, 3 上启动时间片是与传感器数据经过总线系统 4 所需要的传输时间有关的。在控制器 3 上启动时间片相对于在另外控制器 2 上启动时间片有一个时间偏移。

在控制器 2, 3 上运行同样的计算机程序用于满足一定的控制或者调节功能，也就是说将同样的输入信号（例如来自传感器）进行处理和求出同样的输出信号（例如为了控制反应器）。然而在图 1 示出的实施例中控制器 2 只将对气缸 Z1 至 Z5 的反应器确定的输出信号引导到这个反应器端部（虚线），与之相反气缸 Z6 至 Z10 的输出信号保持不被利用。同样控制器 3 只将对气缸 Z6 至 Z10 的反应器确定的输出信号引导到这个反应器端部（虚线），与之相反气缸 Z1 至 Z5 的输出信号保持不被利用。

按照本发明将发动机的主辅助系统方案设计成经过 CAN 总线 4 连接的多个控制器 2, 3。图 3 示出了系统图及所使用的传感器和反应器，该传感

器和反应器与第二个方案(比较图6)所使用的传感器和反应器是完全一样的。图3示出的按照本发明第一个方案其主控制器2和辅助控制器3结构上是一样的。两个控制器2,3所使用的软件是完全相同的。此外两个控制器2,3在功能上几乎也是一样的。它们两个满足下面例子中所叙述的功能:

参考符号 8:

- 信号输入
- 传感器计算
- 信号处理
- 大气压力传感器(ADF), 只在主控制器2上

参考符号 9:

- 启动扭矩
- 空运转调节器
- 扭矩调节和扭矩限制
- 外部的扭矩作用
- 运行稳定性调节器
- 主动的晃动阻尼器(Ruckeldämpfer)
- 喷油开始和喷油时间计算
- 喷油开始修正(喷射周期开始(BIP), 喷油开始)
- 进气压力调节
- 废气反馈和油门控制
- 废气后处理
- 控制燃料冷却
- 行驶速度调节器(FGR)或速度调节装置(GRA)
- 发动机轴承控制
- 空调压缩机控制
- 炽热时间控制
- 道路行驶阻挡
- 替换功能
- 调整

- 空转

参考符号 10:

- 磁阀末级

参考符号 11:

- 功率末级

参考符号 12:

- 诊断

- 序列接口（只在主控制器 2 上）

- 角度时钟-耦合（只在辅助控制器 3 上）

- CAN 通信

例如下面叙述的传感器可以随时将传感器数据提供给主控制器 2:

- 13.1: 发动机转速 (KW)

- 13.2: 发动机转速 (NW, 凸轮轴) 和气缸识别

- 13.3: 踏板数值传感器 (PWG) 及燃气空了的开关

(Leergasschalter) 和踏下 (Kick-Down) (选件 2. PWG)

- 13.4: 进气压力

- 13.5: 空气温度

- 13.6: 燃料温度

- 13.7: 油温

- 13.8: 水温 1/2

- 13.9: 废气温度 1/2

- 13.10: 大量气流 (Luftmasse)

- 13.11: 行驶速度

- 13.12: GRA - 操纵部分 (速度计操纵部分)

- 13.13: 制动器 (2)

- 13.14: 离合器

- 13.15: 接线柱 50

- 13.16: 火花塞 (GSK) 响应

- 13.17: 碰撞传感器

- 13.18: 油箱空了开关 (Tankleerschalter)
- 13.19: 打开油箱盖
- 13.20: 要求加热器
- 13.21: 加热器消耗信号
- 13.22: 暖气要求
- 13.23: 甲基敲击 (Raps-Methyl) 传感器
- 13.24: 压力差粒子过滤器
- 13.25: λ 探针
- 13.26: 发电机负荷
- 13.27: 空调控制

例如下面叙述的传感器可以随时将传感器数据提供给辅助控制器 3:

- 14.4: 进气压力
- 14.5: 空气温度
- 14.6: 燃料温度
- 14.9: 废气温度 1/2
- 14.10: 大量气流
- 14.16: 火花塞 (GSK) 响应
- 14.24: 压力差粒子过滤器
- 14.25: λ 探针

传感器数据 15 (接线柱 15) 位于两个控制器 2, 3 上。

控制器 2, 3 经过电磁阀末级 10 控制喷油开始和/或燃料喷射阀 16 的喷射持续时间。例如将这个构成为油泵喷嘴单元 (PDE) 或构成为普通轨道喷射器。如上所述, 控制器 2 控制气缸 Z1 至 Z5 的燃料喷射阀 16, 与之相反控制器 3 控制气缸 Z6 至 Z10 的燃料喷射阀。该优点是, 每个控制器 2, 3 不需要驱动所有的而只要驱动五个电磁阀末级。因此在控制器 2, 3 中可以减少通过输出级所产生的热量。

例如控制器 2 经过功率末级 11 控制后面叙述的功能的反应器:

- 16.1: 发动机轴承
- 16.2: 油箱开关阀

- 16.3: 启动器控制 1/2
- 16.4: 关闭发电机
- 16.5: 要求空调设备
- 16.6: 冷却器通风机
- 16.7: 冷却器恒温器控制
- 16.8: 燃料冷却
- 16.9: 燃料泵继电器
- 16.10: 通风控制
- 16.11: 炽热继电器
- 16.12: 电冷却水泵
- 16.13: 催化剂加热
- 16.14: 附加的剂量泵
- 16.15: 附加的加热继电器 1/2
- 16.16: 加热燃烧器控制
- 16.17: 油门调节器
- 16.18: 废气反馈调节器
- 16.19: 废气反馈冷却
- 16.20: 进气压力调节器
- 16.21: 火花塞控制器

例如控制器 3 经过功率末级 11 控制下面叙述功能的反应器:

- 17.11: 炽热继电器
- 17.13: 催化剂加热
- 17.17: 油门调节器
- 17.18: 废气反馈调节器
- 17.19: 废气反馈冷却
- 17.20: 进气压力调节器
- 17.21: 火花塞控制器

经过 CAN 数据总线 4 将来自驱动 - 转差率 - 调节 (ASR) / 发动机拖动 - 调节 (MSR) 18.1 控制器 (SG) 以及来自变速箱 18.2 控制器的数据输入

给主控制器 2。

此外例如从控制器 2 将信号输出给下述单元:

- 19.1: 诊断接口 (ISO K) 及其开关元件用于释放诊断要求
- 19.2: 系统灯
- 19.3: MIL - 灯 (故障指示灯, 随身携带诊断故障灯)
- 19.4: 转速耦合
- 19.5: 转速显示 (转速信号)
- 19.6: 消耗显示 (消耗信号)

在控制器 3 上安排了相应的诊断接口 (ISO K) 20.1 及用于释放诊断要求的开关元件。

此外在控制器 2, 3 之间还安排了用于数据交换 21 的数据总线 4。数据交换限制在传感器信号的原始数值, 数字信号, 故障状态, 调节值和控制状态。特别应该交换的是:

- 数字的传感器数据 (传感器 13, 14 传送给控制器 2, 3 的模拟传感器信号 A/D 转换之后)
- 调节器调整信息
- 控制状态信息
- 程序同步信息

将汽车的主继电器及其参考符号 22 在图 3 上示出, 汽车蓄电器的参考符号为 23。

传感器 13, 14 的大部分是连接在主控制器 2 上。通过内燃机 1 完整的双流道的空气系统信号和排气系统信号如大量气流 13.10, 14.10, 空气温度 13.5, 14.5, 进气压力 13.4, 14.4, 排气温度 13.9, 14.9 等是分别存储在主控制器 2 和辅助控制器 3 上的。但是同时也将这些双倍信号相互协调地进行交换, 于是每个控制器还可以从各个其他空气管路中存取初始数据。此外当双倍传感器数据交换时还开发了一个机理, 用这个机理控制器 2, 3 可以存取大量气流和自动得到直接连在控制器 2, 3 的传感器 13.10, 14.10 上被测量的大量气流。经过存取“外部大量气流”将自动存取其他控制器 2, 3 上的大量气流, 这些大量气流是控制器间接经过数据总线 4 得到

的。于是当出现故障时有可能同步推导出等效反应。有些传感器 13, 14 例如火花塞 13.16, 14.16 只能在每个控制器 2, 3 中局域地进行测量并且不能交换, 因为它们对这个系统的意义不重要。

在主控制器 2 上启动时间同步计算。主控制器得到相应的传感器数据并将传感器数据的一部分传输给辅助控制器 3, 但是由于数据一致性的原因, 上述计算使用已经调整过的时间片。因为数据量大不可能一次将所有信号传输。用数据包方式 (例如每次五个或六个 CAN-信息) 每 10 ms 从主控制器 2 传输给辅助控制器 3 和相反。当然还可以使用任意其他时间帧。

如果已将一个数据包完全传输给了辅助控制器 3, 状态自动器得知这种情况并启动如在主控制器 2 一样的时间片。状态自动器用于在辅助控制器 3 中将时间片同步并且在图 4 中示出。时间片正在计算的信息包括在每个 CAN 传输的数据包内。将被接收的数据在一个缓冲存储器中进行缓冲存储, 即所谓的阴影缓存器 (见图 5 参考符号 51), 如同主控制器 2 一样用同样的数据对现实的时间片进行计算, 存储在所谓的随机存储器 Ram Mirror 中。缓冲存储的原因是时间片内的数据一致性和时间片相对大的数据量。如果一个时间片的计算完全结束, 在启动下一个时间片之前, 必须将下一个时间片的数据交换结束。通过该一致性的数据交换的时间消耗在系统中建立一个可以测量的空转时间。所有信号延迟了一个时间片, 但是在系统内是绝对相等的。

图 4 示出的用于辅助控制器 3 时间片同步的状态自动器, 在计算机系统重新启动之后 (例如在接通之后或故障之后) 从第一个状态 30 (初始化) 时开始。从那里过渡为状态 31 (周期过去, 等待 CAN)。如果等待时间已过去, 没有数据被数据总线 4 接收 (条件 32), 则过渡为状态 33 (强制时序安排)。然后在步骤 34 中定义一个封闭时间, 并且过渡为状态 35, 在那里没有数据被数据总线 4 读取。例如可以通过以下方式实现步骤 34:

$$\text{Sperrzeit} = \text{Periode} - \text{Wartezeit}$$

译文为:

脉冲输出计数器 --

假设 脉冲输出计数器 = 0

{周期 = 延长

脉冲输出计数器再装入

} 其他

{周期 = 正常}

封闭时间 = 周期 - 等待时间

例如也可以将封闭时间计算为周期与等待时间之和。在封闭时间期间没有数据被数据总线 4 接收。一旦封闭时间已过去（条件 36），最后重新过渡为状态 31（周期已过去，等待 CAN）。在一定意义上通过封闭时间定义了一个盲窗口并且通过缩短一些时间的时间片或延长一些时间的时间片将盲窗口移过时间帧，直到辅助控制器 3 的时间帧与主控制器 2 的时间帧一致和在主控制器 2 和辅助控制器 3 上同样的时间片时间同步（当然毫无疑问具有上述时间偏移）。将封闭时间（盲窗口）用于改善控制器 2, 3 的同步干扰安全性。在封闭时间期间不允许数据经过总线 4 到达。因此避免了不必要地缩短时间片。

如果在状态 31 等待时间期间数据被数据总线 4 接收（条件 37，CAN - 对象，新数据），则过渡为状态 38（时间表启动）。从那里可以在步骤 39 上过渡为状态 40（时间表关闭）。例如可以通过以下方式实现步骤 39:

Sperrzeit = Sperrzeit für normale Periode}

译文为:

假设 脉冲输出计数器 = 0

{周期 = 缩短

封闭时间 = 缩短周期的封闭时间

脉冲输出计数器 = 缩短的脉冲输出计数器

} 其他

{周期 = 正常

封闭时间 = 正常周期的封闭时间}

如果出现一个故障，在状态 40 上在一定意义上定义了一个盲窗口。应

该进行决策, 是否缩短周期。如果满足条件 41 (封闭时间过去, CAN 是现实的和脉冲输出计数器 --) 时, 过渡为状态 42 (CAN 现实的, 等待周期结束)。在状态 42 时辅助控制器 3 观察数据总线 4 但是没有确定时间表, 而是记住了, 如果一个 CAN 信息比较早地被完整接收 (也就是说在时间延迟过去之前)。如果周期已过去 (条件 43), 辅助控制器 3 重新过渡为状态 38。如果在状态 42 时还没有将所有信息接收, 因为周期被缩短得太多 (条件 44, 周期已过去, CAN 是老的。脉冲输出计数器 = 延长的脉冲输出计数器), 重新更换为状态 31。如果满足条件 45 (封闭时间已过去, CAN 是老的和脉冲输出计数器 = 缩短的脉冲输出计数器) 时, 辅助控制器 3 更换为状态 46 (等待周期结束), 在那里周期被缩短。如果所有信息被接收 (条件 47, 周期已过去, CAN 是现实的, 脉冲输出计数器 = 缩短的脉冲输出计数器), 辅助控制器 3 重新过渡为状态 38。如果所有信息还没有被接收, 因为周期缩短得太多 (条件 48, 周期已过去, CAN 是老的, 脉冲输出计数器 = 延长的脉冲输出计数器) 时, 重新更换为状态 31。

总之对于图 4 上的状态自动器可以说: 主控制器 2 规定了时间帧, 也就是说应该启动多少个辅助控制器 3 的时间片。如果执行等待处理的主控制器 2 和辅助控制器 3 的时间片的数字是不同的, 或多或少地缩短或延长辅助控制器 3 的时间片并驱动具有不同长度时间片的计算机系统, 直到主控制器 2 和辅助控制器 3 时间片的数字相同。

为了数据调整在主控制器 2 和辅助控制器 3 之间初始化期间使用了特殊的战略。在初始化期间测量模拟数值。用这个数值将 PT1 - 过滤器初始化。在主 - 辅助 - 控制器系统中出现了问题, 部件驱动器 (部件驱动器, CD) 从存储在写 - 读 - 存储器 RAM 反射镜 (RAM Mirror) 的数值中进行存取。在初始化期间这个写 - 读 - 存储器还不包括合适的数值。因此将 PT1 - 过滤器错误地初始化。

因此为了在初始化期间获取信号使用以下战略:

a) 在初始化程序期间将一个请求比特置入包括数据组中所有信息状态的寄存器中。因此在任何情况下在第一次调用部件驱动器时进行一次硬件访问。将第一个适合的信号数值按照计算机系统存储在缓冲存储器 (阴

影缓存器 Shadow Buffer) 中。部件驱动器从写读存储器中使用不准确的数值。

b) 初始化任务的信号调整(图3中参考符号30): 任务30有一个任务计数器(Task Counter)10。任务只在控制器重复时进行。主控制器2和辅助控制器3在信号初始化过程中发送初始化任务的CAN数据。在初始化结束时执行这个过程,以便确保初始化的所有硬件访问执行完毕,用合适的数值填充缓冲存储器。在初始化任务30数据发送之后主控制器2和辅助控制器3等待接收数据包。最大的等待时间可以使用一个标记。数据在接收之后将立即(这个编码部分几乎时间同时地经过主控制器2和辅助控制器3。在这里主控制器2和辅助控制器3时基的同步是可能的。)进行解码并因此存储在自己的缓冲存储器中。现在每个控制器2,3将所有对于初始化适合的信号数值存放在缓冲存储器中。

c) 初始化任务30信号的现实化(更新): 将信号数值从缓冲存储器复制到写读存储器上。

d) 初始化的信号将PT1-过滤器初始化,调出这些信号的初始化过程。

e) 在内燃机行驶运行期间计算机系统正常运行(驱动模式)。

将主控制器2在行驶运行中进行重复,它进行初始化(与上面比较)并将初始化任务30的数据包发送到CAN总线4上。辅助控制器3接收数据包。时间同步的时间表过程不开始任务,而是将数据包发送到CAN总线4上。主控制器2将这个数据包计算之后继续其初始化,(比较上面的点c)。

将辅助控制器3在行驶运行中进行重复,它进行初始化(与上面比较)并将初始化任务30的数据包发送到CAN总线4上。主控制器2接收数据包。在时间同步的主-复制-部件-驱动器-开始-过程时它认识辅助控制器3数据包的要求以及不发送目前任务的数据,而是发送初始化任务30的数据。辅助控制器3将这个数据包计算之后继续其初始化,(比较上面的点c)。

应借助于图5来说明按照本发明计算机系统中的信息存储和信号存储。在主控制器2上将传感器数据13从相应的硬件(传感器50)中取出并

在缓冲存储器（阴影缓存器 51）中进行缓冲存储。为了在主控制器 2 随后的时间片上将计算所使用的传感器数据 13 现实化为现实状态，将现实的传感器数据 13 从缓冲存储器 51 复制到写读存储器（RAM Mirror 52）（步骤 53）上。当需要时然后从这里将它们从主控制器 2 执行的计算机程序 54 中读出和用于计算（步骤 55）。此外将现实的传感器数据 13 从缓冲存储器 51 中读出并在信息存储器（信息存储器 56）中进行缓冲存储（步骤 57）。然后从那里将它们经过双重端口 RAM 58 和数据总线 4 传送给辅助控制器 3。

在辅助控制器 3 中将主控制器 2 现实的传感器数据 13 经过双重端口 RAM 59 在一个信息存储器（信息存储器 60）中进行缓冲存储。然后从那里将传感器数据 13 在步骤 61 传输到缓冲存储器（阴影缓存器 62）。为了在辅助控制器 3 随后的时间片上将计算所使用的传感器数据 13 现实化为现实状态，它们被主控制器 2 接收，将现实的传感器数据 13 从缓冲存储器 62 复制到写读存储器（RAM Mirror 63）（步骤 64）中。然后当需要时从这里将它们从辅助控制器 3 执行的计算机程序 65 中读出和用于计算（步骤 66）。

此外将辅助控制器 3 中的传感器数据 13 从相应的硬件中（传感器 67）取出并在缓冲存储器 62 中进行缓冲存储。为了辅助控制器 3 在随后的时间片上将为了计算所使用的传感器数据 13 现实化为现实状态，将现实的传感器数据 13 从缓冲存储器 62 复制到写读存储器 63 中（步骤 64）。然后当需要时从这里将它们从辅助控制器 3 执行的计算机程序 65 中读出和用于计算（步骤 66）。此外将现实的传感器数据 13 从缓冲存储器 62 中读取和在信息存储器 60 中进行缓冲存储（步骤 68）。然后从那里将它们经过双重端口 RAM 59 和数据总线 4 传送给主控制器 2。

在主控制器 2 中将辅助控制器 3 现实的传感器数据 13 经过双重端口 RAM 58 在信息存储器 56 中进行缓冲存储。然后从那里在步骤 69 中将传感器数据 13 传输到缓冲存储器 51 中。为了主控制器 2 在随后的时间片上将用于计算所使用的传感器数据 13 现实化为现实状态，它们由辅助控制器 3 接收，将现实的传感器数据 13 从缓冲存储器 51 复制到写读存储器 52 中（步骤 53）。然后当需要时从这里将它们从主控制器 2 执行的计算机程序 54 中读出并用于计算（步骤 55）。

在缓冲存储器 51, 62 期间对现实时间片（在时间 n 时进行处理）的传感器数据 13 已经存放，借助于前面时间片（在时间 $n-1$ 时进行处理）的传感器数据 13 完成了原本执行的计算机程序 54, 65。在传感器数据 13 的新数值之后计算机程序 54, 65 从应用软件层 7 把请求 70, 71 发送给硬件驱动器层 6。与应用软件层 7 相反，上述过程是用步骤 50 至 69 实现的。这些只记录在步骤 55 和 66 中将传感器数据 13 新数值传送给它们。至于数据准确地从哪里来和是否涉及到现实的数据或是否前面时间片的数据，对于应用软件层 7 来说都是一样的。

为了确保在主控制器 2 和辅助控制器 3 之间准确地进行数据交换，使用了三个不同的信号/信息缓冲存储器（见图 5）：

MS 信息缓冲存储器 56, 60：用于整个 CAN 信息的缓冲存储

阴影缓存器 51, 62：只缓冲存储单个信号，直到将 20 ms/100ms 时间片上的所有信号交换完毕。阴影缓存器的访问只经过主辅助驱动器，在信息接收，信息发送和 RAM Mirror 现实化的框架内进行。

随机 RAM Mirror 52, 63：收到为了计算到达的所有信号。取代在硬件（例如 A/D 转换器）上的信号存取是在这个缓冲存储器上进行的。

为了在控制器 2, 3 启动时已经确保数据一致性开发了一种特殊的战略，将原本在计算机程序启动前选择的数据进行调整。优异的是，在一个非常特殊的时间点上（在 100 毫秒范围）同时执行主控制器 2 和辅助控制器 3 的计算机程序。这允许单个控制器 2, 3 时基的调整。因此例如可以将火花塞控制信号在主控制器 2 和辅助控制器 3 中精确地相互错位，以便使蓄电池电压的电压中断最小化。

除了传感器数据之外，还可以将应用软件中的任意数据作为所谓的用户信号包括在信号交换之内。然而不将这些信号进行缓冲存储，以便没有必要使现实化变坏。依靠传输时间的选择还可以将这些信号相等地使用在主控制器和辅助控制器中。

将传感器或反应器移动到其他控制器上，可以用配置费用改变相对少的方法解决，因为所有反应器值在两个控制器 2, 3 上计算和输出级误差是耦合的。

在这里不应该详细叙述主-辅助-系统的可靠性方案。下面只列出几个方面:

- CAN 总线硬件监控;
- CAN 总线对接收和发送的数据监控;
- CAN 总线对整个数据包上面的控制总数的数据监控;
- 在每个控制器 2, 3 中准确的时间片顺序的监控;
- 通过主控制器 2 对辅助控制器 3 准确的时间片顺序的监控;
- 当另外的控制器运行期间识别控制器重复。

两个控制器 2, 3 用可调整的时间偏移同步执行同样的计算机程序和访问同样的传感器数据 13。在这种观点下原本涉及到主-辅助-方案。

图 6 示出了按照本发明具有所使用的传感器和反应器的计算机系统另外的实施例。这里示出的实施例相对于图 3 的实施例在主控制器 2 上缺少测量油温传感器 13.7, 测量废气温度传感器 13.9, 以及火花塞反馈传感器 13.16, 离合器传感器 13.17, 油箱空了时开关 13.18, 通报油箱盖状态(开, 关)开关 13.19, 通报请求加热开关 13.20, 加热消耗信号传感器 13.21, 请求暖气传感器 13.22, 甲基敲击传感器 13.23, 粒子过滤器压差传感器 13.24 和 λ 探针 13.25。图 6 实施例中附加安排了 MIL 请求开关 13.28 和火花塞继电器状态开关 13.29。在辅助控制器 3 中缺少废气温度传感器 14.9 以及火花塞反馈传感器 14.16, 粒子过滤器压差传感器 14.24 和 λ 探针 14.25。

主控制器 2 经过功率末级 11 控制的反应器, 不包括油箱关闭阀 16.2, 启动控制 16.3, 发电机关闭 16.4, 空调器请求 16.5, 冷却器恒温器控制 16.7, 通风机控制 16.10, 电冷却水泵 16.12, 催化剂加热 16.13, 附加剂量泵 16.14, 附加继电器 16.15, 加热器燃烧器控制 16.16, 废气反馈冷却 16.19 和火花塞控制器 16.21。代替这些安排的反应器是冷却器通风机旁路/阻挡继电器 16.22, 随动泵 16.23, 冷却通风器充气 16.24, 液压冷却通风器 16.25, 冷却器恒温器加热 16.26 和空调关闭 16.27。由辅助控制器 3 控制的反应器, 不包括炽热继电器 17.11, 催化剂暖气 17.13, 废气反馈冷却 17.19 和炽热火花塞控制器 17.21。经过主控制器 2 和辅助控制器 3 之间的

数据总线 4 传输的数据（参考符号 21）特别涉及到 ARF 和 LDR 的量或者移动状态，气缸计数器控制状态以及初始量。

主控制器 2 的功能 9 不包括废气后处理并且代替启动扭矩考虑了一个启动量。辅助控制器 3 的功能 9 不包括启动扭矩，空运转调节，扭矩调节和扭矩限制，极端扭矩侵入，运转平稳性调节器，主动晃动阻尼器（Ruckeldämpfer），废气后处理，燃料冷却控制，FGR（GRA），发动机轴承控制，空调压缩机控制，火花塞控制和行程行驶阻挡器。

虽然图 6 示出的实施例主控制器 2 和辅助控制器 3 的功能范围相对来说有很大的不同，然而在两个控制器 2, 3 上运行同样的计算机程序，其中在辅助控制器 3 上并不是将所有计算机程序计算出来的数值，用于控制反应器 17 或者用于满足控制功能和/或调节功能。然而这没有改变图 6 中计算机系统在主控制器 2 和辅助控制器 3 上用可调整的时间偏移时间同步地执行同样的计算机程序，和随时提供给主控制器 2 和辅助控制器 3 同样的传感器数据。

传感器 13, 14 和反应器 16, 17 的故障存储是单独在主控制器 2 和辅助控制器 3 中完成的。涉及到故障的出现可以将被存储的信息在主控制器 2 和辅助控制器 3 之间进行交换或者进行调整。然而关于故障状况的信息（例如什么时候，什么，在那里？）则保留在故障存储器中不被调整。出于保护目的可以经过诊断接口 19.1, 20.1 将故障存储器读出，故障存储器必须可以与不同的地址（所谓的敏感地址）进行反应。这是必须的，因为主控制器 2 和辅助控制器 3 的软件始终是相同的。例如经过诊断接口 19.1, 20.1 读出故障存储器可以通过 CAN 总线（KWP 2000）或者通过序列接口（K-线路）进行。

图举例叙述的主辅助系统是经过 CAN 总线 4 相互连接的两个控制器 2, 3。传感器 13, 14 只是部分地连接在控制器 2, 3 上的。因此传感器数据必须在保持数据一致性情况下，在时间同步任务内从一个控制器 2, 3 传送给另外的控制器 3, 2。

CAN 信息的数据多路转换器是借助于数据 - 识别（数据 - IDs）实现的。为了传感器 13 的调整在主辅助系统中的信息有以下结构：

CAN ID							
数据 ID	数据	数据	数据	数据	数据	数据	数据

时间同步地进行数据传输在本实施例中是在 10 ms 的时间帧上完成的。其中始终将 CAN 信息的数据块在控制器 2，3 之间进行交换，数据块结束和因此数据传输结束是经过定义的 CAN 识别标志认出的。除了作为 CAN 传输数据块最后的信息之外将 CAN 识别标志进行发送。最后的 CAN 信息构造如下：

专门的 CAN ID

数据 ID	CS	任务计数器	数据	数据	数据	数据	数据
-------	----	-------	----	----	----	----	----

数据 ID: 多路转换信息

CS: 传输数据块所有信息比特的控制总数

任务计数器: 时间表信息/时间片计数器

CAN 传输数据块的例子:

发送顺序	CAN ID	信息内容	在 10 ms 任务之间的多路转换
1	401	数据	是
2	402	数据	是
3	403	数据	是
最后的	404	CS, 任务计数器, 数据	是

在上述实施例中将 20 ms 任务 (MS_任务 20) 和 100 ms 任务 (MS_任务 100_0 到 MS_任务 100_9) 在两个控制器 2, 3 中分成为 10 ms 部分 (时隙或者缝隙 70, 71) 和用 10 ms 时间帧进行调度。这就是说, 在 20 ms 之后将 20 ms 任务的所有部分和在 100 ms 之后将 100 ms 任务的所有部分执行完毕 (比较图 7 时间片分配和执行)。主控制器 2 发送所有 10 ms 的 CAN 信息, 以便将主控制器 2 上被测量的传感器数据 13 传送给辅助控制器 3。在这个 CAN - 传输中也现实地执行了主控制器 2 的时间片, 用计数器形式 (任务计数器) 一同发送。一同发送的现实时间片的数字规定在 100 ms 任务 (MS_任务 100_0 到 MS_任务 100_9) 之内 (#i, i=0 至 9)。辅助控制器 3 借助于图 4 上表示的状态自动器与开始 10 ms 任务同步。辅助控制器 3 将现实的 10 ms 时间片的计数器传送给主控制器 2。用这种方法主控制器可以监控辅助控制器 3 中时间片的顺序。

用图 8 详细叙述主辅助控制器系统中的数据交换。在主控制器 2 和辅助控制器 3 的计算机程序中将传感器数据 x_1 至 x_5 作为输入数据进行处理, 其中将传感器数据 x_1 和 x_2 直接存放在主控制器 2 和将 x_3 至 x_5 直接存放在辅助控制器 3 中。用 n 表示 20 ms 任务的时基, 用 m 表示 100 ms 任务的时基。将传感器数据 x_1 至 x_4 在 20 ms 任务中处理, 与之相反将 x_5 在 100 ms 任务中处理。图 8 上的参考符号 R 意味着, 设置一个数据现实化询问比特 (数据更新请求比特)。在图 8 上半部分表示主控制器 2 和下半部分表示辅助控制器 3。

在时间片 n 中首先将数据在 10 ms 时隙#8 中 (参考符号 81) 处理和然后在 10 ms 时隙#9 中处理。当时隙 81 开始时执行主辅助启动过程 82, 以及将主辅助传输过程 83 用于数据传输。

在时隙#8 中主控制器 2 的缓冲存储器得到现实的 20 ms 时间片 n 的传感器数据 $x_1(n)$ 和 $x_2(n)$ 。此外它还得到前面 20 ms 时间片的传感器数据 $x_3(n-1)$ 和 $x_4(n-1)$ 。将前面时间片 $n-1$ 中的传感器数据 $x_4(n-1)$ 从辅助控制器 3 传送给主控制器 2 并在那里存放在缓冲存储器 51 中。最后缓冲存储器 51 还得到前面 100 ms 时间片 $m-1$ 中的传感器数据 $x_5(m-1)$ 。此外在时隙#8 中主控制器 2 的写读存储器得到前面 20 ms 时间片 $n-1$ 中的传感器数据 $x_1(n-1)$, $x_2(n-1)$, $x_3(n-1)$, $x_4(n-1)$ 以及前面 100 ms 时间片 $m-1$ 中的传感器数据 $x_5(m-1)$ 。

在时间片中时间同步地用主控制器 2 相对可调整的时间偏移 80 执行辅助控制器 3 的计算机程序。辅助控制器 3 的缓冲存储器 62 在所延迟的时间偏移 80 的时间片 n 中包含传感器数据 $x_1(n)$, $x_3(n)$ 和 $x_4(n)$, 其中将数据 $x_3(n)$ 和 $x_4(n)$ 直接存放在辅助控制器 3 中。将传感器数据 $x_1(n)$ 在时间偏移 80 期间在 CAN 信息中从主控制器 2 传送给辅助控制器 3 并在那里存放在缓冲存储器 62 中。此外缓冲存储器 62 得到前面 20 ms 时间片 $n-1$ 的传感器数据 $x_2(n-1)$ 以及现实的 100 ms 时间片 m 的传感器数据 $x_5(m)$ 。在写读存储器 63 上还存放了前面时间片 $n-1$, $m-1$ 的数值 $x_1(n-1)$, $x_2(n-1)$, $x_3(n-1)$, $x_4(n-1)$ 和 $x_5(m-1)$ 。将辅助控制器 3 刚刚从传感器 13 中读出的现实传感器数据 $x_3(n)$ 和 $x_5(m)$ 从辅助控

制器 3 传送给主控制器 2 并在那里存放在缓冲存储器 51 中。

在时隙#9 中将主控制器 2 刚从传感器 13 中读出的现实传感器数据 $x_2(n)$ ，在 CAN 信息中传输给辅助控制器 3。同样将辅助控制器 3 刚从传感器 13 中读出的现实传感器数据 $x_4(n)$ ，在 CAN 信息中传输给主控制器 2。因此在两个控制器 2, 3 上提供了所有现实的传感器数据 $x_1(n)$ 至 $x_4(n)$ 和 $x_5(m)$ 。在后面时间片 $n+1$ 中将现实的传感器数据传送给主控制器 2 和辅助控制器 3 的写读存储器 52, 63 中，在那里将它们用于执行计算机程序。

此外在时间片 $n+1$ 中重新将主控制器 2 的现实传感器数据 $x_1(n+1)$ ， $x_2(n+2)$ 和辅助控制器 3 的现实传感器数据 $x_3(n+1)$ ， $x_4(n+1)$ 直接从传感器 13 中读出和在时隙#0 和#1 中经过 CAN 数据总线 4 各自传送给控制器 3; 2，然后对于后面的时隙 $n+2$ 将现实的传感器数据 $x_1(n+1)$ 至 $x_4(n+1)$ 以及 $x_5(m)$ 用于执行计算机程序。将传感器数据 x_5 只在每五个时间片之后才从辅助控制器 3 中读出，即下一次又在时间片 $n+5$ 上。

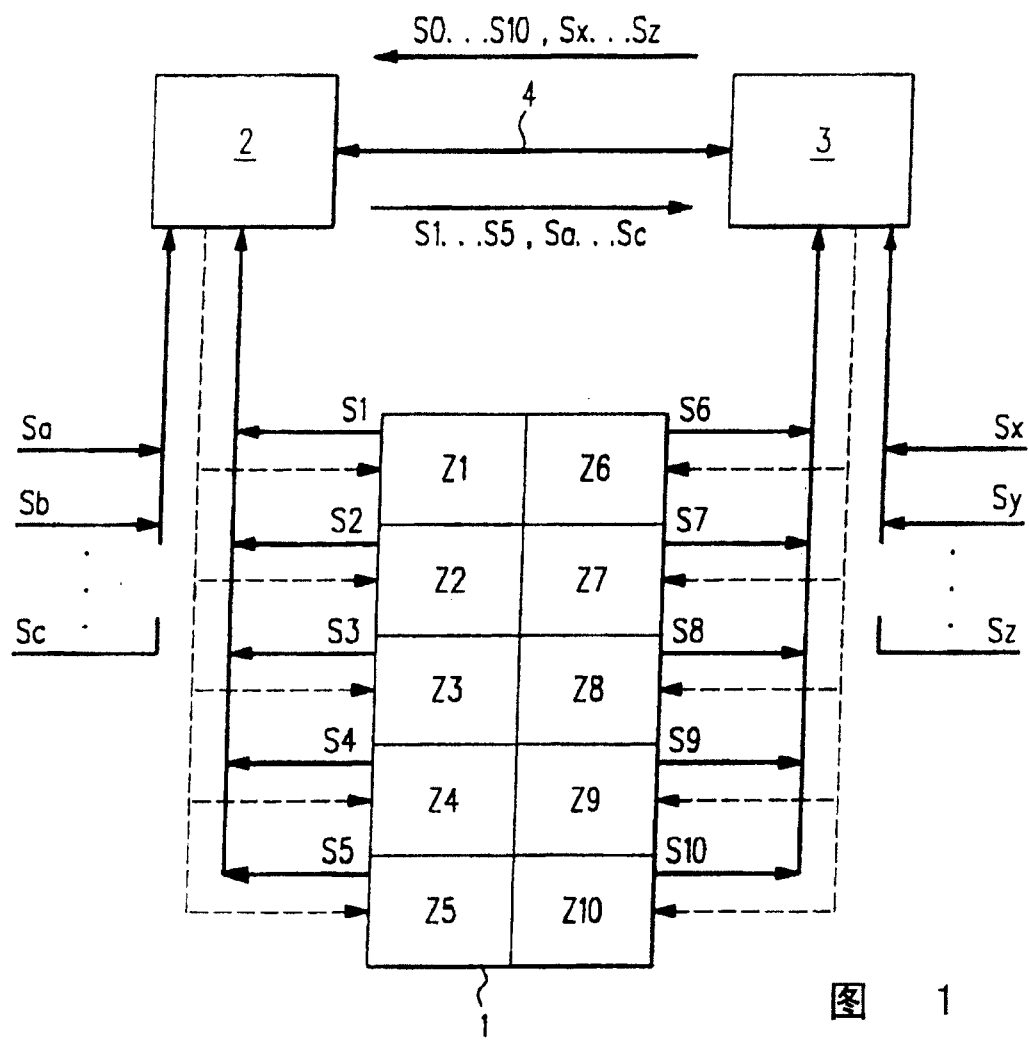


图 1

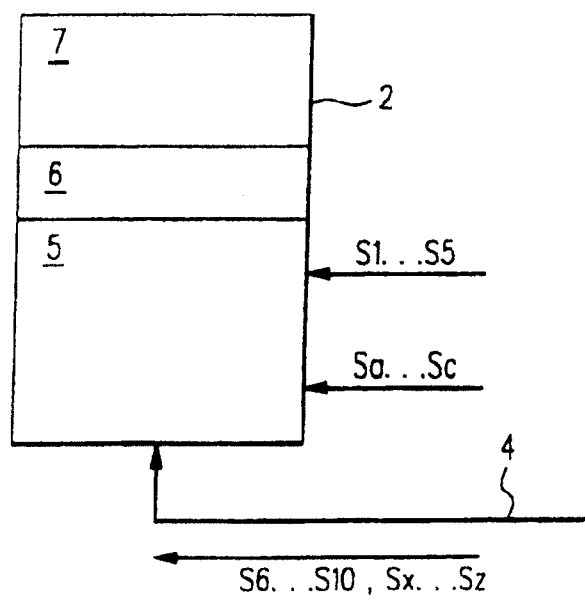


图 2

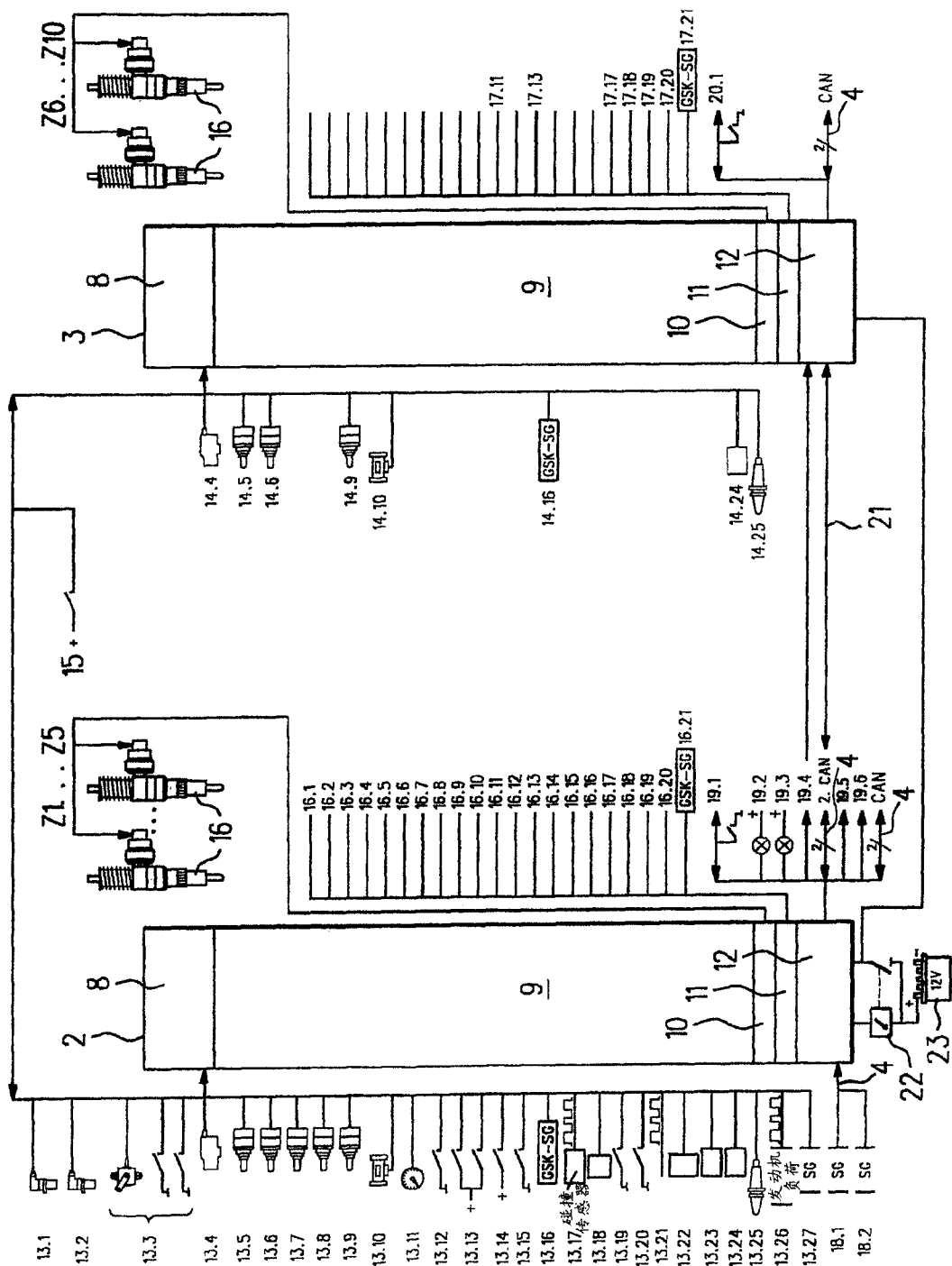


图 3

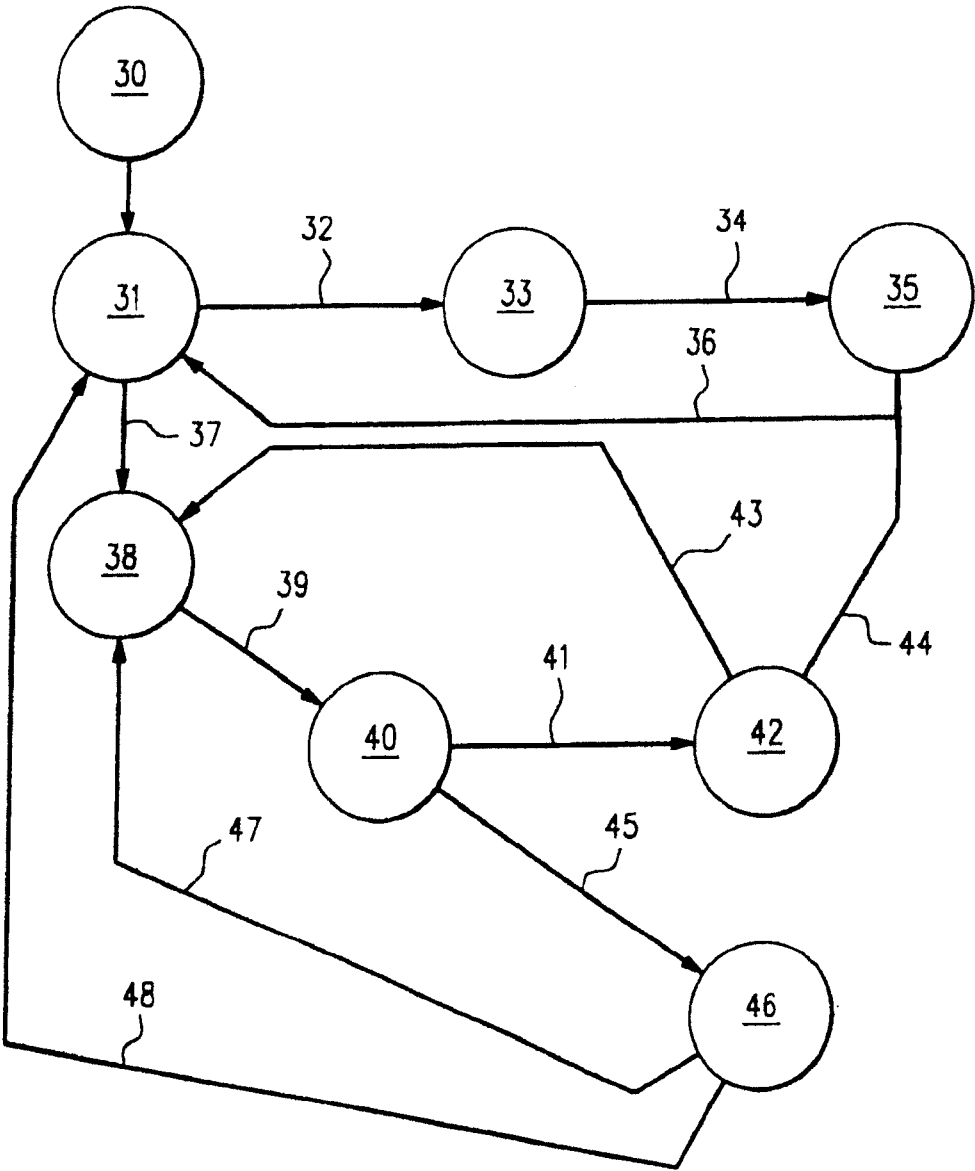
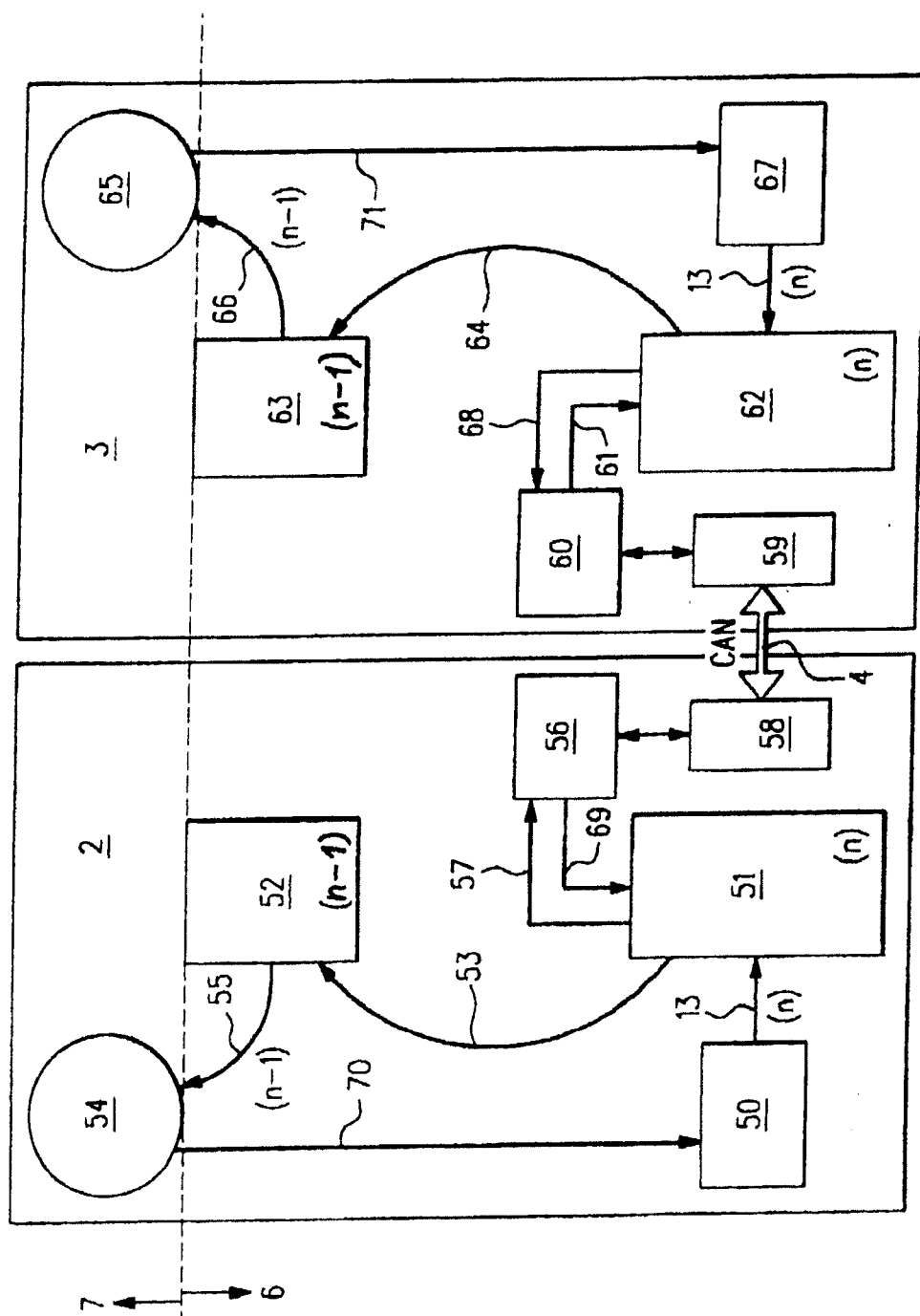


图 4



5

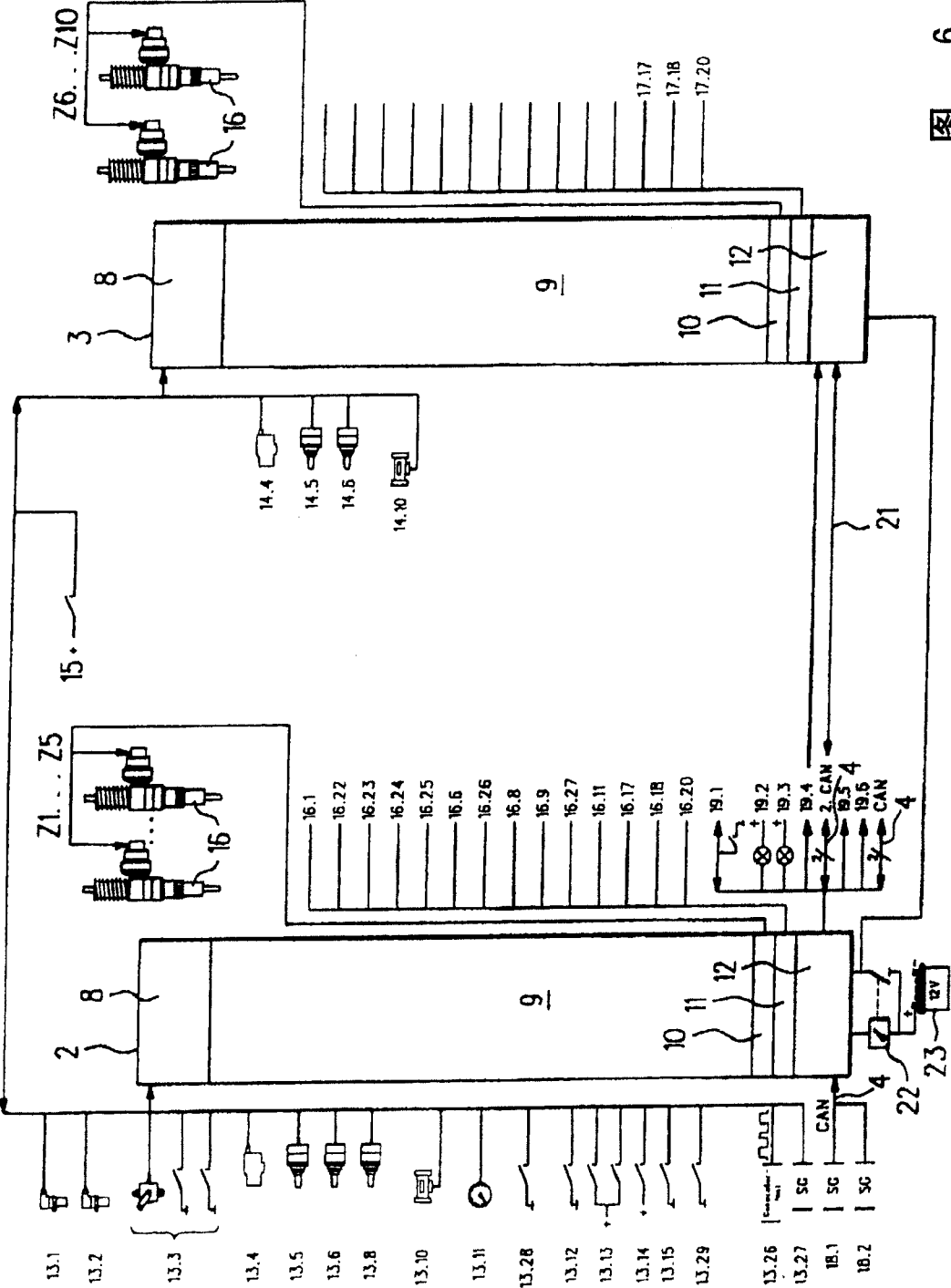


图 6

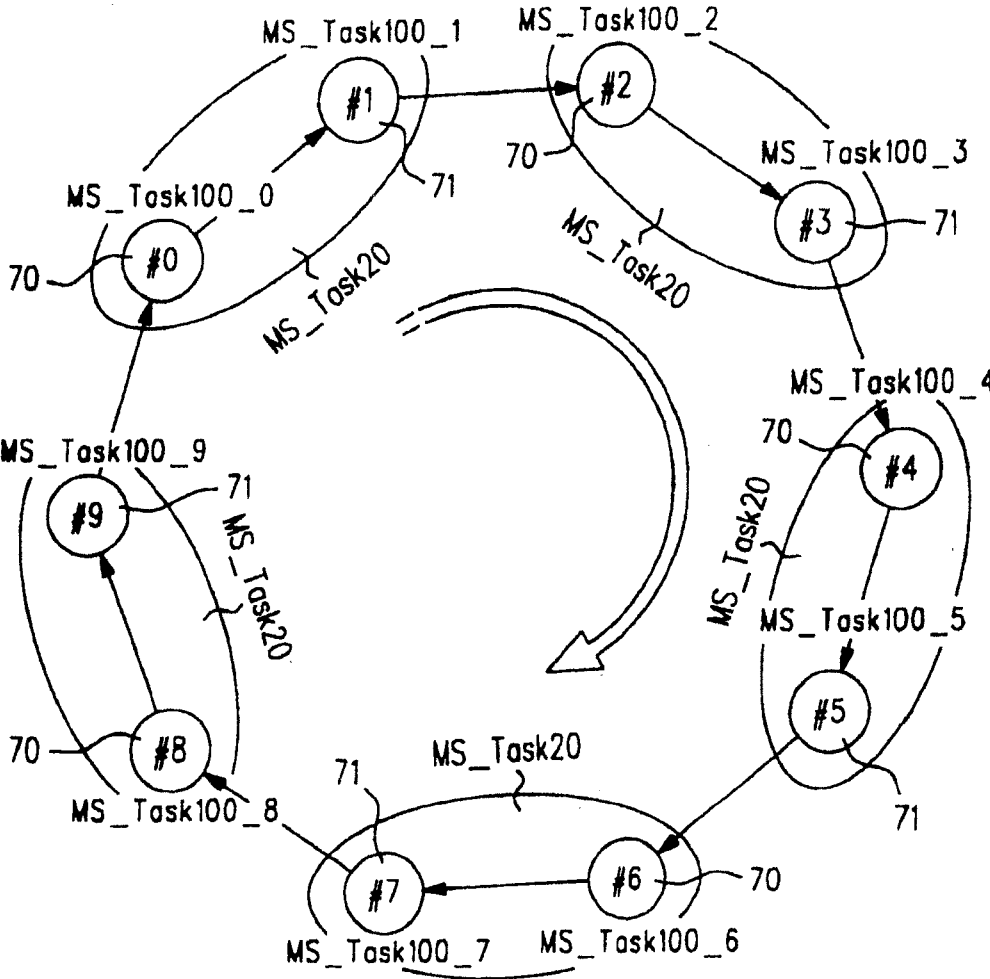


图 7

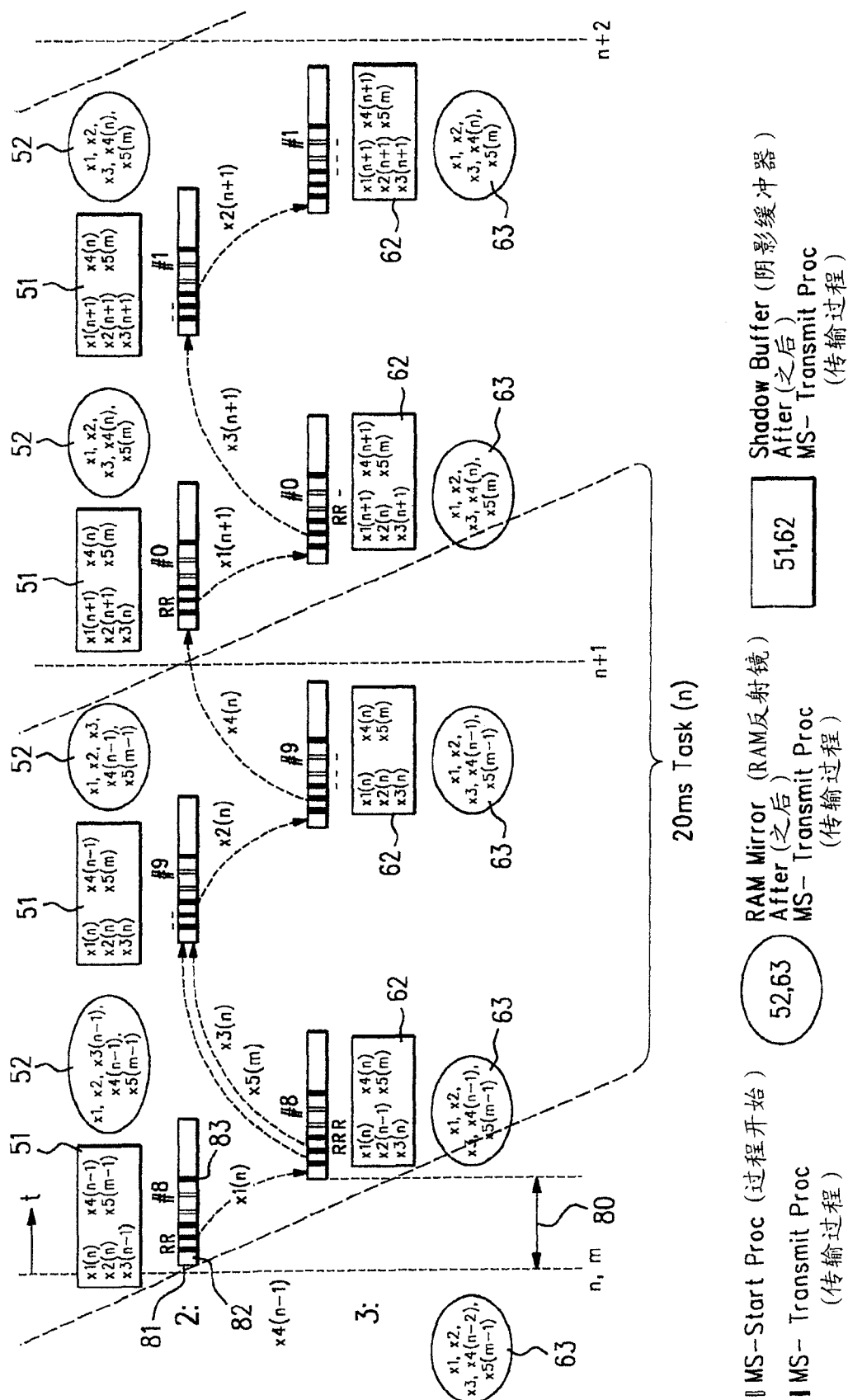


图 8