



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104144094 B  
(45)授权公告日 2019.04.16

(21)申请号 201410177345.4  
(22)申请日 2014.04.29  
(65)同一申请的已公布的文献号  
    申请公布号 CN 104144094 A  
(43)申请公布日 2014.11.12  
(30)优先权数据  
    102013207826.9 2013.04.29 DE  
(73)专利权人 通用电气能源电力转换有限责任  
    公司  
    地址 德国柏林  
(72)发明人 M.奥皮茨 F.沃特  
(74)专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公  
    司 72001  
    代理人 易皎鹤 汤春龙

(51)Int.Cl.  
    H04L 12/40(2006.01)  
(56)对比文件  
    CN 101159751 A,2008.04.09,  
    CN 1751480 A,2006.03.22,  
    EP 2093941 A1,2009.08.26,  
    审查员 傅琦

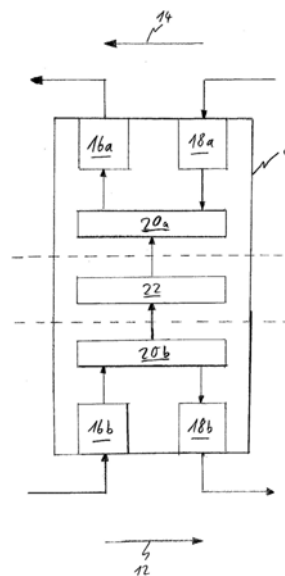
权利要求书2页 说明书4页 附图5页

(54)发明名称

数字总线系统从属节点及其操作方法

(57)摘要

本发明公开一种用于操作数字总线系统的从属节点(8)的方法。从属节点(8)包括两个收发装置(16,18)。在所述总线系统中,在输入方向上向主节点发送输入数据帧。从属节点(8)借助于第一收发装置(18)接收所述输入数据帧。从属节点(8)将包含在所述输入数据帧中的服务数据包存储在FIFO存储器中。从属节点(8)将其自身的、待发送的至少一个过程数据包附加至所述输入数据帧中的最后一个过程数据包。从属节点(8)将存储在所述FIFO存储器中的所述服务数据包附加至所述输入数据帧中现为最后一个的所述过程数据包。从属节点(8)在输入方向上借助于第二收发装置(16)将以此方式改变的所述输入数据帧发送至下一个节点。



1. 一种用于操作数字总线系统 (2) 的从属节点 (6;8) 的方法,其中所述从属节点 (6;8) 专为操作高功率半导体开关元件而设计,其中所述从属节点 (6;8) 包括两个收发装置 (18, 16),其中输入数据帧 (24) 在输入方向 (14) 上发送至所述总线系统 (2) 中的主节点 (4),其特征在于:

所述从属节点 (6;8) 借助于第一收发装置 (18) 接收所述输入数据帧 (24);

所述从属节点 (6;8) 将包含在所述输入数据帧 (24) 中的服务数据包 (S10,S8;S10) 存储在FIFO存储器 (42) 中;

所述从属节点 (6;8) 将其本身的、待发送的至少一个过程数据包 (P6;P8) 附加至所述输入数据帧 (24) 中的最后一个过程数据包 (P8;P10);

所述从属节点 (6;8) 将存储在所述FIFO存储器 (42) 中的所述服务数据包 (S10,S8;S10) 附加至所述输入数据帧 (24) 中现为最后一个的所述过程数据包 (P6;P8),并且所述从属节点 (6;8) 在所述输入方向 (14) 上借助于第二收发装置 (16) 将以此方式改变的所述输入数据帧 (24) 发送至下一个节点 (4;6)。

2. 根据权利要求1所述的方法,其中确定所述输入数据帧 (24) 的内容的最大大小,其中所述从属节点 (6;8) 将存储在所述FIFO存储器 (42) 中的第一数量的所述服务数据包 (S8, S10;S10) 附加至所述输入数据帧 (24) 中现为最后一个的所述过程数据包 (P6;P10),以使所述输入数据帧 (24) 内容的所述最大大小不被超过,并且其中留在所述FIFO存储器 (42) 中的第二数量的服务数据包 (S) 在下一个输入数据帧 (24) 中发送。

3. 根据权利要求1或2所述的方法,其中,在远离所述主节点 (4) 的输出方向 (12) 上,所述从属节点 (6;8) 借助于所述第二收发装置 (16) 接收输出数据帧 (24),其中所述从属节点 (6;8) 仅可以读取所述输出数据帧 (24) 的内容,其中所述从属节点 (6;8) 借助于所述第一收发装置 (18) 发送所述输出数据帧 (24),并且其中对所述输出数据帧 (24) 和所述输入数据帧 (24) 的处理彼此并行并且彼此独立发生在所述从属节点 (6;8) 的传输导向层中。

4. 根据权利要求3所述的方法,其中所述输入数据帧 (24) 和/或所述输出数据帧 (24) 包含头部分 (32)、随后的过程数据包 (P) 和服务数据包 (S),所述服务数据包 (S) 附加至所述过程数据包 (P)。

5. 根据权利要求4所述的方法,其中从属节点通过对应数据线彼此串联连接,所述过程数据包 (P) 布置在所述输入数据帧 (24) 中,使得:从布置在所述主节点 (4) 相对端的最后一个从属节点 (10) 开始,过程数据包 (P10) 因此位于所述头部分 (32) 下游的第一位置,并且另一个从属节点 (8,6) 的所述过程数据包 (P8,P6) 随后在所述主节点 (4) 的方向上按照所述从属节点 (6,8) 的顺序布置。

6. 一种数字总线系统 (2) 的从属节点 (6;8),其中所述从属节点 (6;8) 专为操作高功率半导体开关元件而设计,所述从属节点 (6;8) 包括两个收发装置 (18,16),所述从属节点 (6;8) 设计用于执行根据以上任一权利要求所述的方法。

7. 根据权利要求6所述的从属节点 (6,8),其中所述第一和第二收发装置 (18,16) 在每种情况下均设计为千兆比特-以太 (Gigabit-Ethernet) 接口,具体来说根据IEEE 802.3z或IEEE 802.3ab进行设计。

8. 根据权利要求6或7所述的从属节点 (6;8),其中将高功率半导体开关元件和传感器分配给所述从属节点 (6;8),其中所述高功率半导体开关元件根据输出数据进行切换,所述

输出数据借助于输出数据帧 (24) 传输, 并且其中由所述传感器创建的输入数据借助于所述输入数据帧 (24) 发送至所述主节点 (4)。

9. 一种特别用于操作高功率半导体开关元件的数字总线系统 (2), 所述数字总线系统 (2) 包括主节点 (4)、根据权利要求6至8中任一项权利要求所述的至少一个从属节点 (6;8) 以及布置在所述主节点 (4) 相对端的最后一个从属节点 (10)。

10. 根据权利要求9所述的数字总线系统, 其中所述从属节点 (6,8,10) 彼此串联连接, 其中所述主节点 (4) 布置在彼此串联连接的所述从属节点 (6,8,10) 的一端, 其中, 从所述主节点 (4) 开始, 将输出数据帧 (24) 在输出方向 (12) 上发送至所述最后一个从属节点 (10), 并且其中, 从布置在所述主节点 (4) 的所述相对端的所述最后一个从属节点 (10) 开始, 所述输入数据帧 (24) 在输入方向 (14) 上发送至所述主节点 (4) 以作为对所述输出数据帧 (24) 的应答。

## 数字总线系统从属节点及其操作方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于操作数字总线系统从属节点的方法。

### 背景技术

[0002] 存在多种工业数字总线系统及对应标准。所述总线系统和标准的实例为PROFI BUS和Ethercat。PROFI BUS是Phoenix Contact GmbH&Co.KG的注册商标。Ethercat是Hans Beckhoff的注册商标。

[0003] WO 2009/021974 A2公开一种用于在主系统与从系统之间通信的Ethercat系统。主系统的通信周期包括两个数据帧。第一数据帧适用于检索数据并且第二数据帧适用于发送数据。

[0004] EP 1 223 710 A2公开一种用于控制致动器的系统。所述系统包括节点之间的双向数据总线,所述节点连接至所述数据总线。一个节点包括两个接口,其中通过这两个接口发送待传输的数据。

[0005] WO 03/054644 A2公开一种用于将数据传输至至少一个有源总线订户与至少一个无源总线订户之间的串行总线的方法。

[0006] 为切换通过工业总线系统彼此连接的高功率半导体开关元件,必须确保单独总线订户的高同步和所分配传感器系统的高评估速度。高功率半导体开关元件分别几乎同时或高度同步的切换仅可以这种方式来得以保证,并且待切换的高电流不会导致系统的破坏。

### 发明内容

[0007] 本发明的任务是提供一种用于操作从属节点的方法,所述方法改进并加速信息分布。

[0008] 所述任务借助于根据权利要求1所述的一种用于操作数字总线系统从属节点的方法而得到解决。

[0009] 在所要求方法的情况下,从属节点将包含在输入数据帧中的服务数据包存储在FIFO存储器中。从属节点随后将其自身的、待发送的至少一个过程数据包附加至输入帧中的最后一个过程数据包。从属节点随后将存储在FIFO存储器中的服务数据包附加至现为最后一个的过程数据包。现在将以此方式改变的输入数据帧在输入方向上发送至主节点。

[0010] 有利的是,输入数据帧借此得到最佳利用,并且主节点按照预排序顺序接收过程数据包,所述过程数据包显示致动器,具体来说是高功率半导体开关元件的状态。一方面,经过多个从属节点的输入数据帧因此设置成使得过程数据包布置在输入数据帧的前部分中。另一方面,应考虑从属节点在总线系统中的位置。例如,从属节点的离主节点最远的数据包因此位于第一位置,由此应考虑信息穿过总线系统到达主节点所需的时间。因此,在评估此信息后,可以立即向从属节点发送切换命令,或者当已确定故障后,可以立即启动紧急措施(如关闭)。

## 附图说明

[0011] 本发明的另外的特征、潜在应用和优点通过以下对本发明示例性实施例的描述产生,所述实施例借助于附图来解释。

[0012] 图1示出示意性图解的工业总线系统;

[0013] 图2示出从属节点的示意性设置;

[0014] 图3示出输入数据帧或输出数据帧的示意性设置;

[0015] 图4以示意性方式示出从属节点的详细设置;

[0016] 图5示出示意性图解的流程图;以及

[0017] 图6示出示意性图解的朝向主节点的输入方向上的通信过程。

## 具体实施方式

[0018] 图1示出工业总线系统2的示意性图解设置,所述工业总线系统2包括主节点4以及多个从属节点6、8和10。从属节点6、8和10通过对应数据线彼此串联连接。主节点4布置在从属节点6和10的一端,所述从属节点6和10彼此串联连接,其中主节点还通过对应数据线连接至从属节点6。

[0019] 从主节点4开始,将输出数据帧在输出方向12上发送至最后一个从属节点10,所述从属节点10与主节点4相对定位。为此目的,从主节点4开始,输出数据帧首先发送至从属节点6。从属节点6将接收到的输出数据帧发送至从属节点8。从属节点8将接收到的输出数据帧发送至从属节点10。

[0020] 从布置在主节点4相对端的最后一个从属节点10开始,在输入方向14上向主节点4发送输入数据帧,作为对输出数据帧的应答。

[0021] 主节点4可以具有冗余设计(图1中未示出)。为此目的,将另一个主节点连接至最后一个从属节点10,其中所述另一个主节点接管最后一个从属节点的功能并因此监测网络流量。如果识别到主节点4故障,则所述另一个主节点接管其功能。

[0022] 对于最后一个从属节点10,主节点限定接收输出数据帧与发送输入数据帧之间的时间段。

[0023] 通过发送输出数据帧,主节点4因此限定通过工业总线系统2进行的通信。通过主节点4发送输出数据帧可以在固定的或可变的周期时间内发生。邻近主节点4布置的第一从属节点6提供其时间信号给其他节点4、8和10。为初始化总线系统2,邻近从属节点6与8以及8与10之间的运行时间被确定,由此在从属节点6至10中获得时钟同步。

[0024] 从属节点6、8、10优选设计成硬件或FPGA技术(FPGA代表场可编程门阵列)。相比之下,主节点4优选设计为包括实时操作系统的industry-pe。

[0025] 图2示出从属节点8的示意性设置。从属节点6和10同样地进行设置。从属节点8包括第一收发装置16和第二收发装置18。所述两个收发装置在每种情况下均设计为Gigabit-Ethernet接口,具体来说根据标准IEEE 802.3z或IEEE 802.3ab进行设计。通信块20接管所述两个收发装置16与18之间的协调。致动器(如高功率半导体开关元件)以及分配给所述致动器的传感器以一种方式(未示出)分配在应用块22中。

[0026] 在最后一个从属节点10的情况下,如果不存在冗余主节点,那么收发装置16和18中的仅一个连接至另一个节点,例如,连接至从属节点8。最后一个从属节点10识别出发

装置16或18之一是打开的且未连接至另一个节点,并且因此接管最后一个从属节点10的前面提到的功能。

[0027] 具体来说,将高功率半导体开关元件分配给从属节点8以用于切换传感器,其中所述高功率半导体开关元件根据输出数据进行切换,所述输出数据通过输出数据帧传输,并且其中由传感器创建的输入数据借助于输入数据帧发送给主节点4。

[0028] 图3以示意性方式示出数据帧24的设置,其中数据帧24表示输入数据帧以及输出数据帧。使用前面提到的Gigabit-Ethernet技术来发送数据帧24。这就是数据帧24布置在Gigabit-Ethernet数据帧26的有效载荷中的原因。Gigabit-Ethernet数据帧26包括布置在数据帧24上游的头部分28,以及布置在数据帧24下游的测试部分30。

[0029] 始终将广播地址指定为Gigabit-Ethernet数据帧26的头部分28中的MAC地址,因为当所谓的数据包嗅探器布置在两个网络节点之间时,可以因此以简单的方式观察网络流量。在发送之前,测试部分30始终由节点重新计算。Gigabit-Ethernet数据帧26对应于标准IEEE802.3。

[0030] 数据帧24由头部分32以及连接至头部分32的过程数据包P和连接至所述过程数据包的服务数据包S组成。服务数据包S是可选的。头部分32(其具体来说包括第一从属节点6的时钟时间)因此后面跟着第一过程数据包片段34和可选的第二服务数据包S片段36。过程数据包P用于操作致动器并且用于评估传感器。服务数据包S用于配置和更新总线系统2及其节点。

[0031] 图4以示意性方式示出从属节点8的详细设置。与图2相比,起源于应用块22的通信块20分成两个部分20a和20b。同样,第一收发装置16和第二收发装置18分成相应部分16a、16b以及18a和18b。

[0032] 在输出方向12上,接收装置16b接收Gigabit-Ethernet数据帧26并且引导至少输出数据帧24至通信块20b。在远离主节点4的输出方向12上,从属节点8因此借助于收发装置16接收输出数据帧24。从属节点8仅可以读出输出帧24的内容并将输出数据帧24的内容提供给应用块22。将输出数据帧24借助于收发装置18的发送装置18b在输出方向12上通过从属节点8发送至下一个节点。

[0033] 收发装置18的接收装置18a接收Gigabit-Ethernet数据帧26,并且将输入数据帧24的内容提供给通信块20a,其中允许通信块20a访问帧24。具体来说,将应用块22提供的的数据插入输入数据帧24中。通信块20a将以此方式改变的输入数据帧24提供给收发装置16的发送装置16a以用于发送目的,其中发送装置16a创建新的Gigabit-Ethernet数据帧26,其有效载荷包括改变的输入数据帧24。将输入数据帧24借助于收发装置16的发送装置16a在输入方向14上通过从属节点8发送至下一个节点。

[0034] 如应用块22周围的虚线所示,在从属节点8的传输导向层中对输出数据帧和输入数据帧的处理优选彼此并行且彼此独立执行。应用块22上方和下方的元件是从属节点8的传输导向层的一部分。

[0035] 图5示出示意性图解的框图38。接收装置18a将输入数据帧24提供给通信块20a。在第一步骤中,在框40中读出包含在输入数据帧24中的服务数据包S并将其存储在FIFO存储器42中。根据箭头44,将至少一个另外的过程数据包P提供给框40。在进一步的步骤中,框40将根据箭头44提供的过程数据包P添加至输入数据帧24中的最后一个过程数据包P。从属节

点8因此将其自身的、待发送的至少一个过程数据包P附加至输入数据帧中的最后一个过程数据包P。然而,如果过程数据包P在接收到的输入数据帧24中尚不可用,则另外的过程数据包P是待发送的输入数据帧24中的第一个过程数据包。

[0036] 根据箭头4S,从属节点8将待发送的服务数据包S提供给框46。框46将节点8提供的服务数据包S添加至来自FIFO存储器42的已在待发送的输入数据帧24中的服务数据包S。可选择的,还可以在用来自接收到的输入数据帧24的服务数据包S填充FIFO存储器42后,将根据箭头4S提供的服务数据包S提供给FIFO存储器42。

[0037] 在框46中,将存储在FIFO存储器42中的服务数据包S附加至现在是最后一个的过程数据包P。输入数据帧24现已改变以使得所有过程数据包均定位在第一部分34中,如图3中所示,并且所有服务数据包均定位在第一部分34后面的第二部分36中。将以此方式改变的输入数据帧24借助于发送装置16a在输入方向14上发送至下一个节点。

[0038] 可以确定输入数据帧24内容的最大大小。根据框40,从属节点8将其本身的、待发送的过程数据包附加至输入数据帧24中的最后一个过程数据包。根据框46,从属节点8将存储在FIFO存储器42中的第一数量的服务数据包S附加至现在是最后一个的过程数据包P,以使得不超过输入数据帧内容的最大大小。从属节点8将输入数据帧24借助于发送装置16a在输入方向14上发送至下一个从属节点6。保留在FIFO存储器42中的服务数据包S的第二数目在下一个输入数据帧24中发送。

[0039] 作为替代或者此外,主节点4可以确保不超过输入数据帧24内容的最大大小,因为主节点4规定输入数据帧24内容的阈值,并且这样主节点4借助于输出数据帧24仅从从属节点6、8请求一定数量的过程数据包以使得不超过输入数据帧24(其在通过主节点4发送输出数据帧24之后并且作为对其的应答)内容的所述阈值。

[0040] 图6以示例性且示意性方式示出通信块20a的功能。从属节点10因此将Gigabit-Ethernet数据帧26内的输出数据帧24发送给从属节点8。当通过从属节点8接收时,输出数据帧24接收头部分32以及过程数据包P10和服务数据包S10。

[0041] 从属节点8从接收来自从属节点10的输入数据帧24。从属节点8必须发送过程数据包P8和服务数据包S8。根据图5的通信块20a,将过程数据包P8添加至过程数据包P10的下游。将服务数据包S10缓存在FIFO存储器42中并且在框46中插入过程数据包P8的下游。将服务数据包S8插入服务数据包S10的下游。在从属节点6中执行同一方法,其中从属节点6使用过程数据包P6和服务数据包S6。

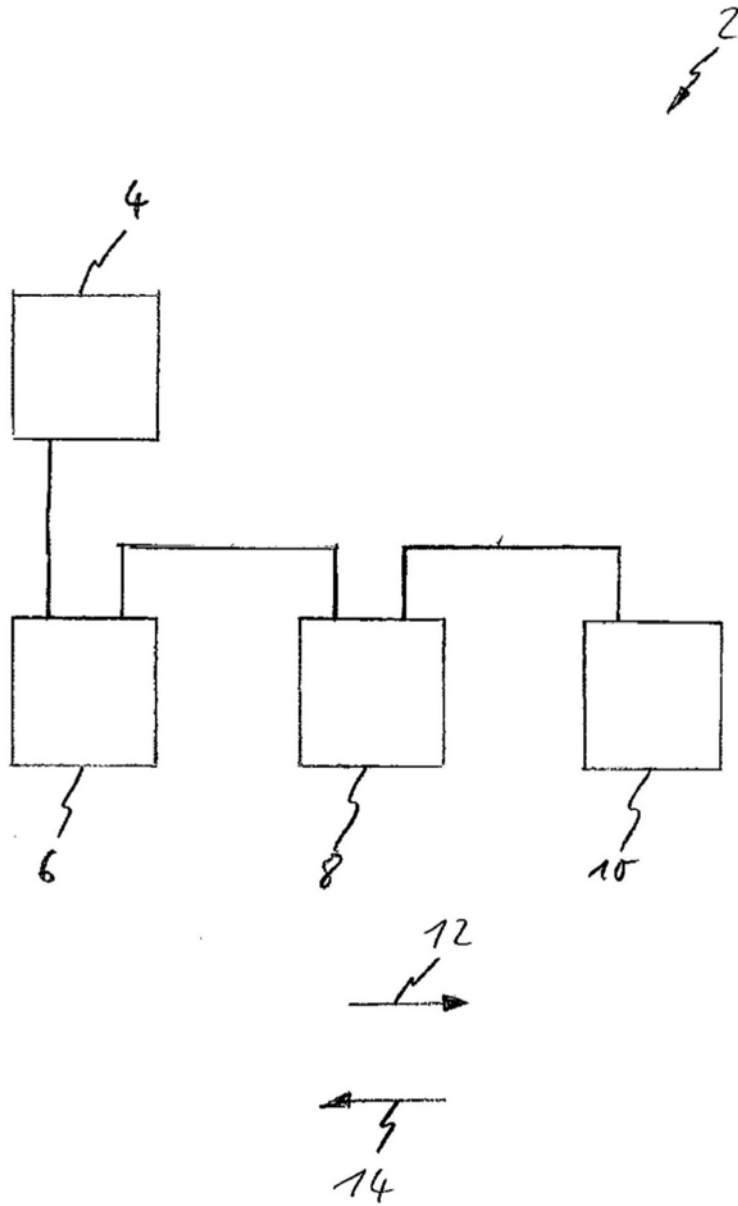


图1

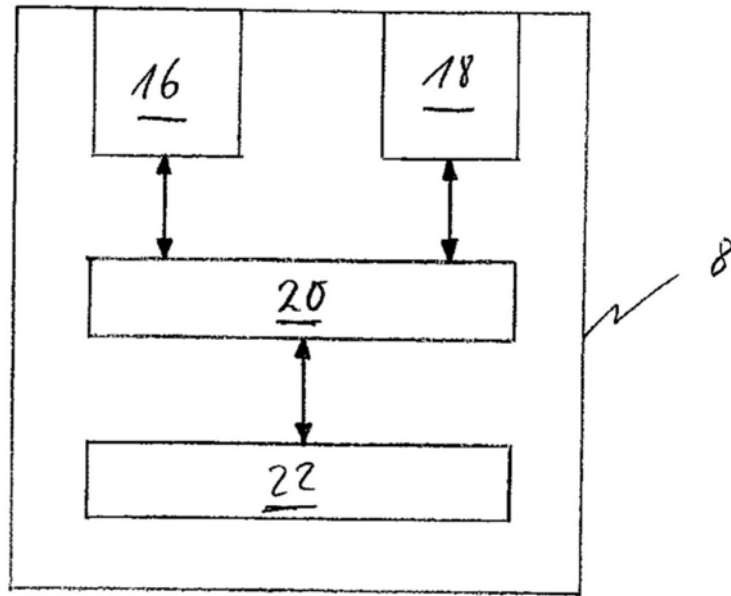


图2

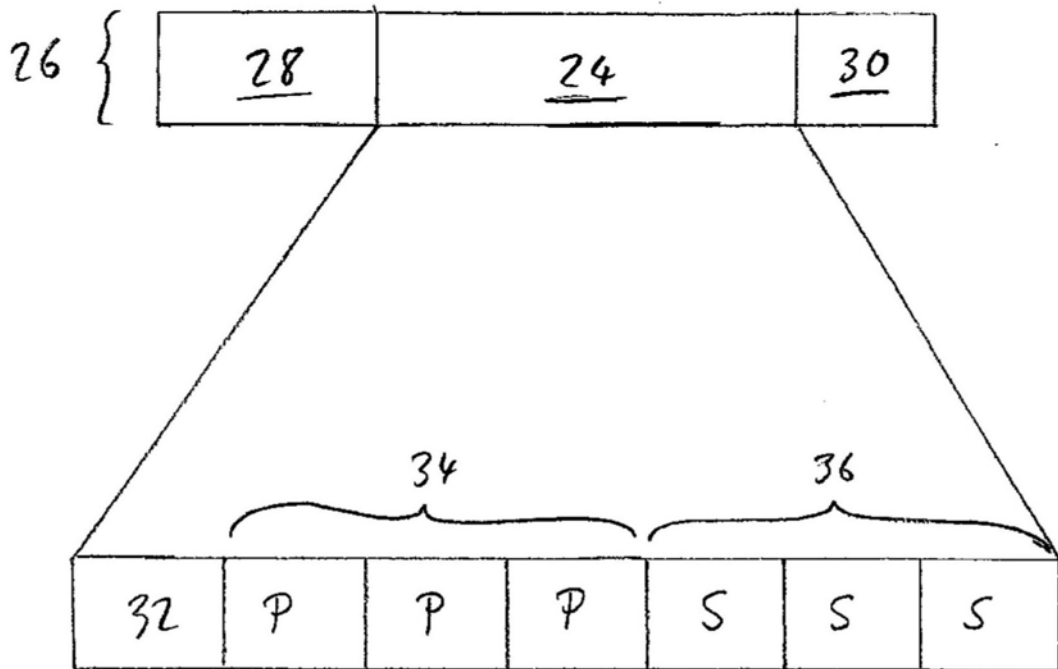


图3

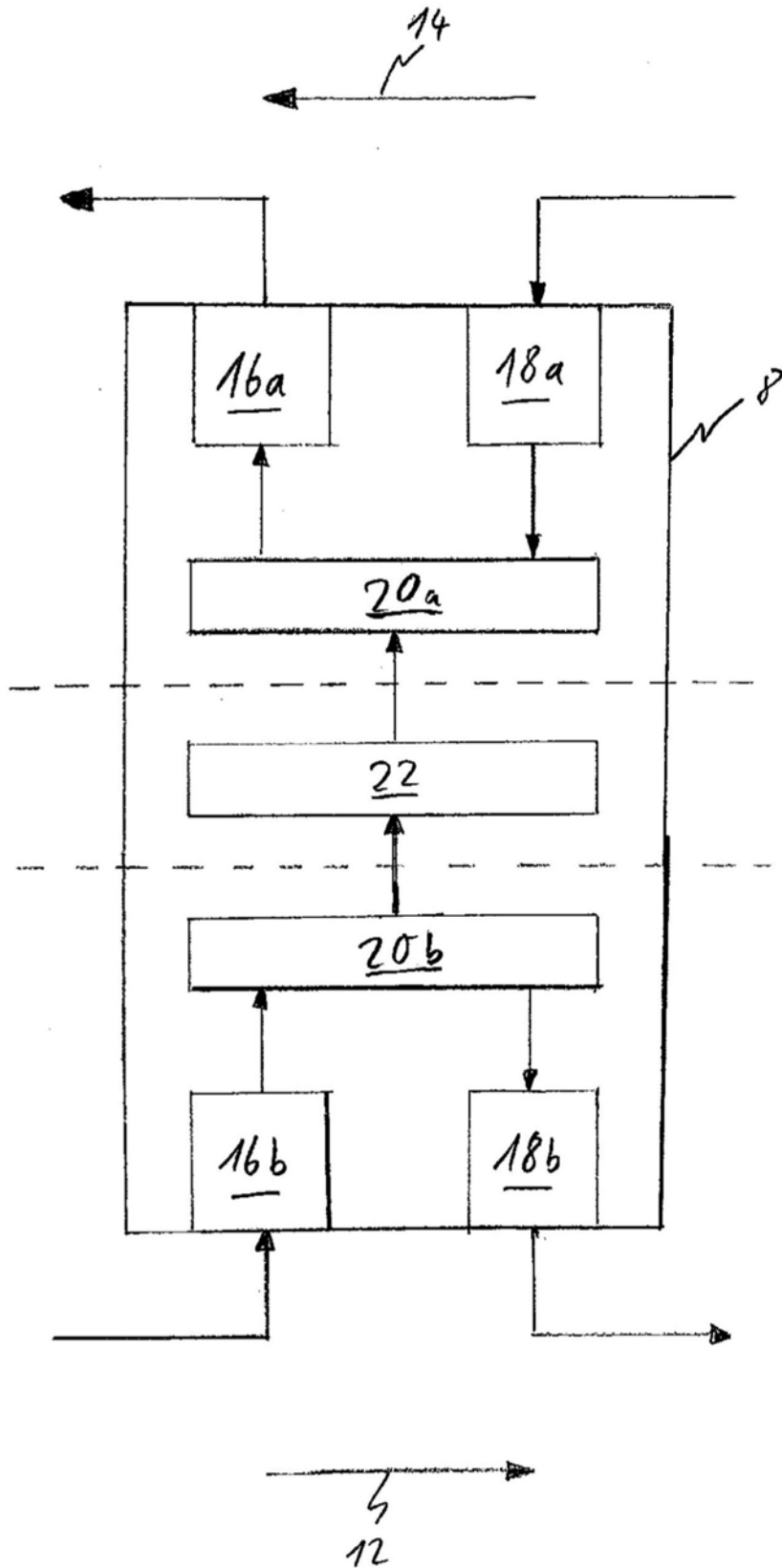


图4

38

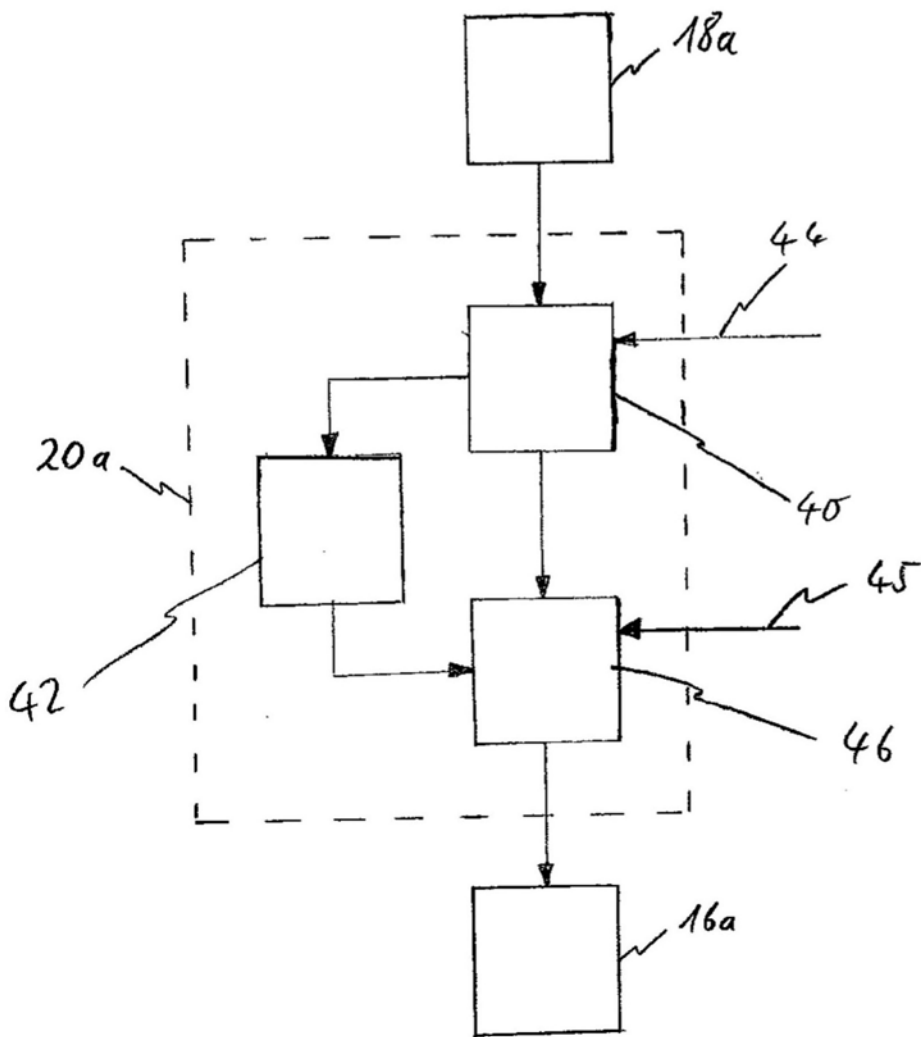


图5

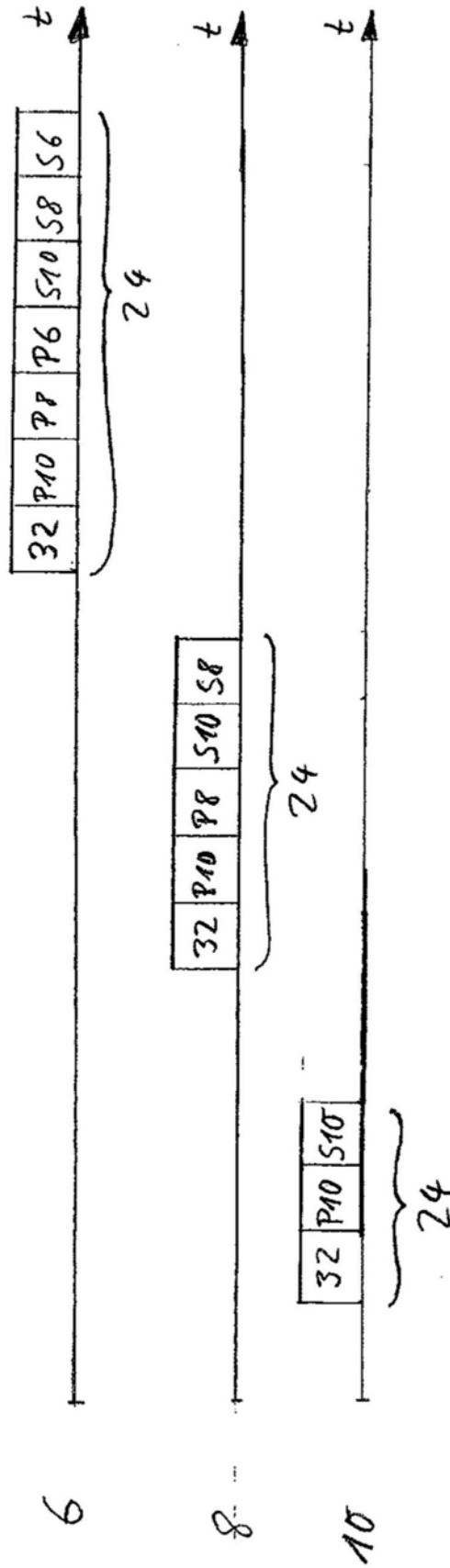


图6