



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102119476 B

(45) 授权公告日 2014. 08. 13

(21) 申请号 200980131280. 7

(22) 申请日 2009. 08. 06

(30) 优先权数据

102008037193. 9 2008. 08. 11 DE

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2011. 02. 11

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/EP2009/060176 2009. 08. 06

(87) PCT国际申请的公布数据

W02010/018116 DE 2010. 02. 18

(73) 专利权人 恩德莱斯和豪瑟尔过程解决方案
股份公司

地址 瑞士赖纳赫

(72) 发明人 英戈·莱布勒 斯特凡·普罗布斯特
克里斯蒂安·塞勒 维尔纳·托伦

(74) 专利代理机构 中原信达知识产权代理有限
责任公司 11219

代理人 邹璐 樊卫民

(51) Int. Cl.

H02J 7/00(2006. 01)

G01R 31/36(2006. 01)

(56) 对比文件

US 5372898 A, 1994. 12. 13, 全文.

US 2004/0090207 A1, 2004. 05. 13, 全文.

CN 1348544 A, 2002. 05. 08, 全文.

US 2008/0094031 A1, 2008. 04. 24, 全文.

审查员 曹卫琴

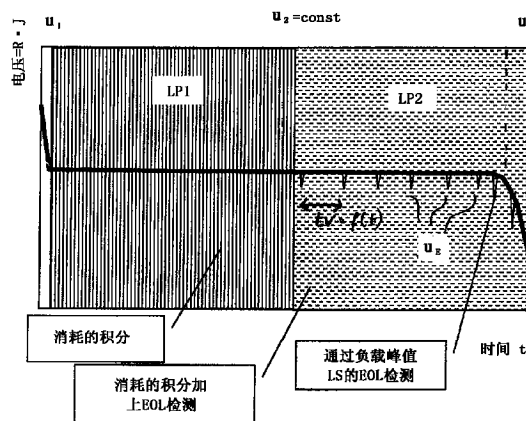
权利要求书2页 说明书6页 附图2页

(54) 发明名称

用于监测电池的剩余使用寿命的方法

(57) 摘要

本发明涉及一种监测用于使自动化技术中的现场设备 (2) 运行的电池 (40) 的剩余使用寿命的方法, 其中, 测定电池 (40) 的实际功率消耗, 其中, 在第一寿命阶段 (LP1) 期间, 将在现场设备 (2) 的运行中所测定的电池 (40) 的功率消耗与预先给定的阈值进行比较, 其中, 在超过预先给定的阈值的情况下, 在第二寿命阶段 (LP2) 期间, 以预先给定的时间间隔 (tv) 给电池 (40) 加载限定的负载峰值 (LS), 其中, 检测与限定的负载峰值 (LS) 相应的电压骤降, 以及其中, 当电压骤降达到预先给定的最大极限值时, 产生报警信号。



1. 用于监测电池(40)的剩余使用寿命的方法,所述电池用于使自动化技术中的现场设备(2)运行,其中,控制所述现场设备(2)的不同的运行状态,并且为所述现场设备(2)的每种运行状态分配的所述电池(40)的限定的功率消耗依赖于出现的运行状态而被保存,其中,所述方法既使用在第一寿命阶段期间的消耗计算也使用第二寿命阶段期间的寿命终止检测,

所述方法包括:

在所述第一寿命阶段期间,把所述现场设备(2)的出现的运行状态的功率消耗的计算的总和与预先给定的阈值进行比较,

在所述现场设备(2)的出现的运行状态的功率消耗的计算的总和超过所述预先给定的阈值的情况下,进入所述第二寿命阶段,在所述第二寿命阶段期间,以预先给定的时间间隔向所述电池(40)加载限定的负载峰值,

检测与所述限定的负载峰值相应的电压骤降,以及

当所述电压骤降达到预先给定的最大极限值时,产生报警信号。

2. 按权利要求1所述的方法,其中

使所述现场设备(2)在运行阶段与静止阶段之间间歇性地运行。

3. 按权利要求1或2所述的方法,其中

在所述现场设备(2)运行期间,测定由所述电池(40)提供的电流(I)并且在时间(t)上求积分,以及

借助所测定的数值,测定所述现场设备(2)的功率消耗或所述电池(40)的剩余功率容量。

4. 按权利要求1所述的方法,其中

凭经验测定或者计算所述电池(40)的不同运行状态的相应的功率消耗。

5. 按权利要求1所述的方法,其中

当所出现的运行状态的功率消耗的总和达到或超过上阈值时,发出表示达到所述预先给定的阈值的信号。

6. 按权利要求1所述的方法,其中

当所述电池的功率容量减低了在所述电池(40)未消耗状态下可供使用的功率容量的至少一半时,发出表示上阈值的信号。

7. 按权利要求1所述的方法,其中

依赖于所述电池的使用地点所存在的过程条件,保存所述电池在使用寿命内积累的总消耗。

8. 按权利要求7所述的方法,其中

依赖于在使用地点所存在的过程条件下所测定的所述电池(40)的使用寿命来测定优化的阈值。

9. 按权利要求8所述的方法,其中

将所述电池(40)寿命结束时的总功率消耗用于在使用相同类型的后续电池(40)时计算剩余运行时间和优化所述阈值。

10. 按权利要求1所述的方法,其中

改变给所述电池(40)加载限定的负载峰值的时间间隔。

11. 按权利要求 1 所述的方法,其中
负载峰值的大小依赖于所述电池(40)的功率状态而改变,由此同样使电池的负载得以减小。

12. 按权利要求 1 所述的方法,其中
在考虑所述现场设备的相应的运行状态的情况下,从所述电池的实际功率消耗与容量之间的差值确定用于所述现场设备运行的剩余运行时间。

用于监测电池的剩余使用寿命的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于监测在自动化技术中用于使现场设备运行的电池的剩余使用寿命的方法。

背景技术

[0002] 在过程自动化技术领域经常使用现场设备,这些现场设备用于采集和 / 或者影响过程量。用于采集过程量的是传感器,例如像料位测量设备、流量测量设备、压力和温度测量设备、pH 氧化还原电位测量设备、电导率测量设备等,这些传感器采集相应的过程变量:料位、流量、压力、温度、pH 值或电导率。用于影响过程量的是执行器,例如像阀门或者泵,通过这些执行器可以改变管道段内液体的流量或容器内的料位。原则上,过程附近使用的和提供或者处理对过程至关重要的信息的所有设备都称为现场设备。除了先前所提及的传感器和执行器外,如下这种单元普遍也被称为现场设备,这些单元直接与现场总线连接并且用于与上级单元通信,例如像 Remote I/O(远程 I/O)、Gateway(网关)、Linking Device(链接设备)和 Wireless Adapter(无线适配器)。大量的这种现场设备由 Endress+Hauser 集团制造和销售。

[0003] 在现代化的工业设备中,现场设备一般通过总线系统(Profibus®、Foundation® Fieldbus、HART®等)与上级单元连接。正常情况下,上级单元是引导系统或控制单元,例如像 SPS(存储器可编程控制系统)或者 PLC(可编程逻辑控制器)。上级单元此外用于过程控制、过程可视化、过程监测以及用于调试运行现场设备。由现场设备,特别是由传感器采集的测量值通过所连接的总线系统传送到一个上级单元或者需要时也传送到多个上级单元。此外,也需要从上级单元通过总线系统向现场设备进行数据传输;这种数据传输特别是用于对现场设备进行配置和参数设定或者用于诊断目的。普遍来说,现场设备通过总线系统由上级单元来操作。

[0004] 除了现场设备与上级单元之间的有线连接的数据传输之外,也存在无线的(wireless)数据传输的可能性。特别是在总线系统 Profibus®、Foundation® Fieldbus 和 HART®中,详细说明了通过无线电的无线数据传输。此外,用于传感器的无线网络在标准 IEEE 802.15.4 中作了详细说明。为了实现无线数据传输,更新型的现场设备,特别是传感器和执行器,部分构成为无线电现场设备。这些无线电现场设备一般具有作为集成组成部分的无线电单元和电源。在此,无线电单元和电源可以设置在现场设备自身内或者设置在与现场设备持久连接的无线电模块内。通过电源可以实现现场设备的自供电。

[0005] 此外,存在如下可能性,即,不带有无线电单元的现场设备(也就是安装的基础)通过与各一个具有无线电单元的无线适配器连接扩充成无线电现场设备。相应的无线适配器例如在文献 WO 2005/103851A1 中有所介绍。无线适配器一般与现场设备的现场总线通信接口以可松开的方式连接。现场设备可以通过现场总线通信接口将有待通过总线系统传送的数据发送到无线适配器上,该无线适配器然后通过无线电将这些数据传送到目的地。反过来,无线适配器可以通过无线电接收数据并通过现场总线通信接口继续传递到现场设

备。对现场设备的电功率的供应于是一般通过无线适配器的供电单元来实现。

[0006] 在自供电的无线电现场设备和无线适配器中,例如与上级单元的通信一般通过无线电现场设备的或者无线适配器的无线接口来展开。附加地,这种无线电现场设备或无线适配器一般具有有线连接的通信接口。例如在 HART ®标准中,无线电现场设备除了无线接口之外,还必须具有有线连接的通信接口。通过这种有线连接的通信接口,可以通过服务和 / 或者操作单元,例如像与有线连接的通信接口连接的手持通信器,例如在现场对无线电现场设备或无线适配器进行配置。此外,有线连接的通信接口可以构成为现场总线通信接口,从而展开关于这方面的符合总线系统,例如像符合标准化的总线系统 Profibus ®、Foundation ® Fieldbus 或者 HART ®之一的通信。通过这种现场总线通信接口,无线电现场设备或无线适配器也可以与相应的有线连接的现场总线连接。无线适配器或者无线电现场设备的供电单元或电源通常是电池。电池的充电状态在现有技术中通过借助于库仑计数器(**Coulomb-Zähler**)来实施的消耗测量来确定。相应的方法例如在 US-PS 4,488,440 中有所介绍。公知的还有,为了监测电池而进行所谓的 End-of-life(寿命终止)(EOL)检测。相应的部件可在市场上购买。

[0007] 从消耗测量中确定电池的剩余使用寿命的缺点是不精确性相对高。这一点特别是当电池的充电状态在开始使用时就未准确已知时是这种情况,例如在先前已经使用过的电池的情况下或者由于不同的充电状态(不同的充电状态即使在未使用的电池中也出现),出现问题。

[0008] EOL 检测的问题在于,在具有平整的特性曲线 (U/t) 的电池中不能可靠地预知剩余使用寿命。此外,通过 EOL 检测附加地增加了电池的负载。

发明内容

[0009] 本发明的目的在于,能够可靠地确定用于在自动化技术中向自供电的现场设备或者无线电适配器供应能量的电池的剩余使用寿命。

[0010] 该目的通过如下方式得以实现,即,测定电池的实际功率消耗;在第一寿命阶段期间,将电池的在现场设备的运行中所测定的功率消耗与预先给定的阈值进行比较(库仑法);在超过预先给定的阈值的情况下,在第二寿命阶段期间,以预先给定的时间间隔给电池加载限定的负载峰值(寿命终止法/EOL法);检测与限定的负载峰值相应的电压骤降(Spannungseinbruch);以及当电压骤降达到预先给定的最大极限值时,产生报警信号。由此,用户有足够的时间来更换电池。因此,既使用消耗计算,也使用 EOL 检测。在这种情况下,自动考虑外界的影响,例如像对电池的使用寿命具有反作用的温度影响。因为只有当在超过限定的消耗阈时才使用 EOL 检测,所以电池的附加负载得以明显减少。基于本发明可以实现的是,能够及时并且有计划地更换电池。因此,电池供电的现场设备的可靠运行任何时候都得以确保。优选地,结合本发明,使用锂电池。锂电池的突出之处在于,在这里电压在放电期间保持相对恒定。典型地,放电曲线近似矩形。因此,利用库仑量测法(Coulomb Counting Methode)一点也不能说明电池的放电状态。利用库仑量测法也几乎不可能任何时候都可靠地预知电池以后可供支配的容量并因此几乎不可能任何时候都可靠地预知其使用寿命(-> Lifetime Estimation(寿命估计)),这一点由于环境条件例如温度可能会非常迅速地改变而变得困难。

[0011] 依据本发明,库仑法用于通过电压监测借助于有针对性的电压峰值或电流冲量来测定用于End of Life法(寿命终止法)的正确时间点。反过来,End of Life法可以用于检验库仑法的寿命估计。在不可预计的温度骤降的情况下,寿命估计首先不再产生可靠的数值,现在施加限定的负载峰值,这样可以检查电池针对相应的温度范围是否还具有足够的容量或者继续运行是否受到威胁。在所提及的后一种情况下向用户发出信号。优选地,用于从第一方法向第二方法转换的阈值处于一半电池电荷上。不言而喻,阈值也可以高于或者低于该数值。

[0012] 依据本发明,尝试逐渐地接近实际的寿命终点,因为只有在使用期(Lebenszeit)结束时才能借助对电压峰值的反应得出对电压状态的可信结论。

[0013] 此外,库仑法和End of Life法这两种方法用于在使用寿命/运行时间期间相互地检验合理性。

[0014] 为了提高电池的使用寿命,通过如下方式来降低负载,即使由电池供电的现场设备和需要时的无线电适配器在运行阶段与静止阶段之间间歇性地运行。

[0015] 依据根据本发明的方法的第一构造方式,在现场设备的运行期间,测定由电池提供的电流并且在时间上求积分;随后,借助所测定的数值,测定现场设备的功率消耗或电池的剩余功率容量。

[0016] 可供选择地提出,在运行阶段期间,控制现场设备的不同的运行状态,以及为现场设备的每种运行状态分配有电池的或者电池类型的限定的功率消耗。例如,凭经验地测定或者计算电池的或者电池类型的不同运行状态的相应的功率消耗。

[0017] 此外,依据根据本发明的方法的具有优点的构造方式,依赖于出现的运行状态地保存电池的或相应的电池类型的功率消耗或者在运行阶段中测定电池的或相应的电池类型的功率消耗,以及当所出现的运行状态的功率消耗的总和达到或超过上阈值时,发出达到预先给定的阈值的信号。

[0018] 此外提出,当电池的功率容量减低了在电池未消耗状态下可供使用的功率容量的至少一半时,发出上阈值的信号。不言而喻,联系依据本发明的方法,即使另外的极小部分的功率容量也可以得到应用。

[0019] 另一种可选方案设置:依赖于电池的使用地点所存在的过程条件地保存电池的或者电池类型的在使用寿命内积累的总消耗。

[0020] 联系本发明,被认为特别具有优点的是,依赖于电池的在使用地点所存在的过程条件下所测定的使用寿命来测定优化的阈值。

[0021] 依据根据本发明的方法的具有优点的构造方式,可以运行BenchMarking(基准标记):将电池寿命结束时的总功率消耗用于在使用相同类型的后续电池时计算剩余运行时间和优化阈值。原本使用的阈值由于这种自学机制可以由过去的时间周期中的经验值来修正。因为对阈值进行了学习,所以其中使用了依据本发明的方法的装置运行的时间越长,就越能得到可信的结论。

[0022] 依据本发明的方法的优选改进方式提出,改变给电池加载限定的过载峰值的时间间隔。

[0023] 附加地或者可供选择地,过载峰值的高度依赖于电池的相应功率状态而改变。由此同样使电池的负载得以减小。

[0024] 此外提出,在考虑现场设备的相应运行状态的情况下从电池的实际功率消耗与功率容量之间的差值中确定用于现场设备运行的剩余运行时间。

附图说明

[0025] 借助附图对本发明进行详细说明。其中：

[0026] 图 1 示出带有多个现场设备的无线网络的示意图；

[0027] 图 2 示出现场设备和所连接的无线适配器的方框图；以及

[0028] 图 3 示出电池的典型放电曲线,其中,借助所述放电曲线示出依据本发明的方法的特殊构造方式。

具体实施方式

[0029] 图 1 示出带有多个现场设备 F1、F2…、F6 的无线网络和网关 G,这些现场设备各自构成为无线电现场设备。现场设备 F1、F2…、F6 相互间并且与网关 G 都保持无线电连接 FV,这一点在图 1 中通过虚线示出。因为现场设备 F1、F2…、F6 和网关 G 可以分别通过多个无线电连接 FV 相互间进行通信,所以即使在无线电连接 FV 之一发生故障的情况下,通过其他无线电连接 FV 之一仍维持通信。作为用于无线电连接 FV 的无线电传输技术,例如适用的是 Frequency Hopping Spread Spectrum(FHSS,跳频展频)或者 Direct Sequence Spread Spectrum(DSSS,直接序列展频)方法。由于所需的发送功率低,超宽带技术(UWB)也非常适用。网关 G 可以是远程传输单元,例如 Endress+Hauser 公司的产品“Fieldgate”。在这种情况下,网关 G 可以在全球例如通过因特网、GSM(全球移动通信系统)或者固定网络与上级单元通信。此外,(未示出的)上级单元和/或者(未示出的)操作装置也可以直接通过相应的无线电连接与所示的无线网络通信。

[0030] 在图 2 的方框图中,示意性示出的是传统地构成的现场设备 2 和与其连接的无线适配器 4。通过连接无线适配器 4,将现场设备 2 扩充成无线电现场设备,例如像图 1 中那样通过现场设备 F1、F2…、F6 所示的那样。现场设备 2 具有测量值接收器 6 和构成为微处理器 8 的控制单元。测量值接收器 6 和微处理器 8 相互保持通信连接。现场设备 2 此外具有与微处理器 8 保持连接的、有线连接的 HART®通信接口 10,其例如符合 HART®标准。为 HART®通信接口 10 分配有功能单元 12,该功能单元通过 ASIC(专用集成电路)(英语:application specific integrated circuit;德语:anwendungsspezifische integrierte Schaltung)形成,并且该功能单元通过 HART®通信接口 10 来发送和/或者接收数字信号(符合 HART®标准)。通过 HART®通信接口 10,现场设备 2 可以对所示的与无线适配器 4 的连接来说可供选择地与有线连接的 HART®现场总线系统连接。

[0031] 此外,现场设备 2 具有数据存储器 14,在该数据存储器中还存放有现场设备 2 的参数。对数据存储器 14 的存取通过微处理器 8 来进行。为了在现场操作现场设备 2,在现场设备 2 上设置有显示和操作单元 16,该显示和操作单元具有显示单元 18 和键盘形式的操作单元 20,并且与微处理器 8 保持通信连接。对现场设备 2 的现场操作也可以由(未示出的)操作装置来进行。为此,在现场设备 2 上还设置有与微处理器 8 保持通信连接的服务接口 22。通过服务接口 22 的通信是制造商专用的,也就是说,该通过服务接口的通信不是依据标准化的现场总线协议来进行的。为服务接口 22 又分配有 ASIC 形式的功能单元 24,

通过该功能单元经由服务接口 22 来进行数字信号的发送和 / 或者接收 (与制造商专用的通信相应) 。

[0032] 无线适配器 4 同样具有微处理器 26 形式的控制单元。为了通过无线网络进行数据交换,微处理器 26 与具有射频芯片组 (RF-Chipset) 和天线 30 的无线电单元 28 连接。无线电单元 28 在此以如下方式构成,即使无线通信依据 HART [®] 标准来进行。微处理器 26 此外与数据存储器 32 连接,在该数据存储器中还存放有无线适配器 4 的参数。为了与现场设备 2 进行通信,无线适配器 4 具有有线连接的 HART [®] 通信接口 34,为该 HART [®] 通信接口又分配有功能单元 36,该功能单元通过 HART [®] 通信接口 34 来发送和 / 或者接收数字信号 (依据 HART [®] 标准)。功能单元 36 在此又通过 ASIC 形成。在图 2 所示的布置中,现场设备 2 的 HART [®] 通信接口 10 和无线适配器 4 的 HART [®] 通信接口 34 通过 2 芯导体连接线路 (2-Leiter-Verbindungsleitung) 38 相互连接。通过这种连接,既实现现场设备 2 与无线适配器 4 之间的通信,又实现通过无线适配器 4 向现场设备 2 供电。

[0033] 为了向现场设备 2 (和无线适配器 4) 提供电能,无线适配器 4 具有电池 40 形式的电源和与电池 40 连接的变压器 42。通过变压器 42, (经由未示出的供电线路) 向无线适配器 4 的系统部件供应电功率以及经由 HART [®] 通信接口 34、2 芯导体连接线路 38、现场设备 2 的 HART [®] 通信接口 10 和与其连接的变压器 44 来向现场设备 2 的系统部件供应电功率。

[0034] 对电池 40 的监测相应于依据本发明的方法地通过微处理器 26 进行。

[0035] 虽然附图中示出现场设备 2 通过无线电适配器 4 被扩充成自供电的无线电现场设备,但不言而喻的是,依据本发明的方法即使在自供电的现场设备 2 中也可以用于识别电池 40 的充电状态。在这里,将电池 40、无线电模块 28 和天线 30 直接集成到现场设备 2 中。

[0036] 图 3 示出电池 40 的典型放电曲线。在其使用期开始时,电池 40 提供高电压 $U_1(t)$, 该高电压在相对短的时间之后趋于至少近似恒定的数值 $U_2(t) = \text{const}$ 。在该电池 40 的大部分使用期里,电池 40 都提供恒定的电压 U_2 。在使用寿命即将结束时,电池 40 的电压 $U_3(t)$ 相对迅速地下降,从而电池 40 在低于预先给定的最小电压的情况下,作为能量源完全失灵。因为电池的突然失灵导致现场设备 2 发生故障并且可能导致里面集成有现场设备 2 的过程设备停止运转,所以必须提前给出如下提示,该提示显示出电池 40 的使用期或使用寿命结束。

[0037] 除了电池 40 的典型放电曲线 $U(t)$ 之外,图 3 还示出依据本发明的方法的优选构造方式。依据本发明提出,在放电曲线 $U(t)$ 的不同范围内应用识别电池 40 的相应放电状态的不同措施。特别是在电池的使用期内以一定的时间间隔分别测定电池 40 的实际功率消耗。在第一寿命阶段 LP1 期间,将电池 40 的在现场设备 2 的运行中所测定的功率消耗与预先给定的阈值进行比较。一旦超过电池 40 的该预先给定的阈值,电池 40 就进入其第二寿命阶段 LP2。在该第二寿命阶段 LP2 期间,由微处理器 26 以预先给定的时间间隔 t_v 给电池 40 加载限定的负载峰值。检测电池 40 的与限定的负载峰值相应的电压骤降 U_E 。当电压骤降 U_E 达到预先给定的最大极限值时产生报警信号。报警信号紧接着例如在显示单元 18 上显示,或者向上级控制单元进行传送。

[0038] 优选地,在现场设备 2 的运行期间,测定由电池 40 提供的电流 I 并且在时间 t 上求积分。借助所测定的数值,随后测定现场设备 2 的功率消耗或电池 40 的剩余功率容量。

[0039] 可供选择地,在运行阶段期间,控制现场设备 2 的不同的运行状态,其中,为现场

设备 2 的每种运行状态分配有电池 40 的或者电池类型的限定的功率消耗。在这里,典型的过程是现场设备 2 的调试运行、其参数设定和测量值查询。例如,可以凭经验地测定或者计算电池 40 的或者电池类型的不同运行状态的相应功率消耗。

[0040] 也具有优点的是,依赖于出现的运行状态地保存电池 40 的或相应电池类型的功率消耗或者在运行阶段中测定所述电池的或相应电池类型的功率消耗,其中,当所出现的运行状态的功率消耗的总和达到或超过上阈值时,发出达到预先给定的阈值的信号。例如,当电池的功率容量减低了在电池 40 未消耗状态下可供使用的功率容量的至少一半时,发出达到上阈值的信号。

[0041] 出于节能的目的并且(因此顺带着)出于提高电池 40 使用寿命的目的,在第二寿命阶段中,改变给电池 40 加载限定的过载峰值的时间间隔。因此,过载峰值加到电池 40 上的间隔(例如从第二寿命阶段 LP2 的开始到结束)降低。此外,过载峰值的高度依赖于电池 40 的功率状态而改变。

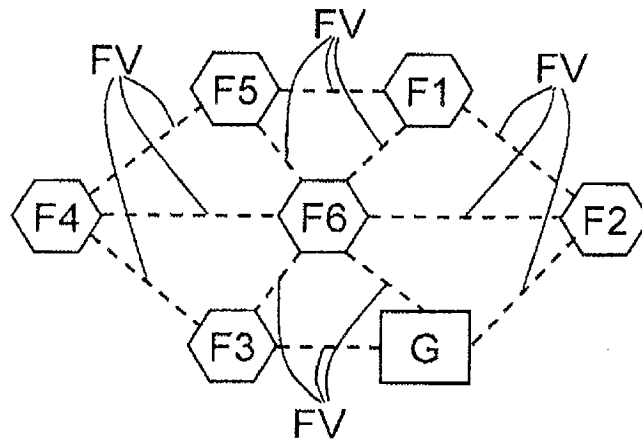


图 1

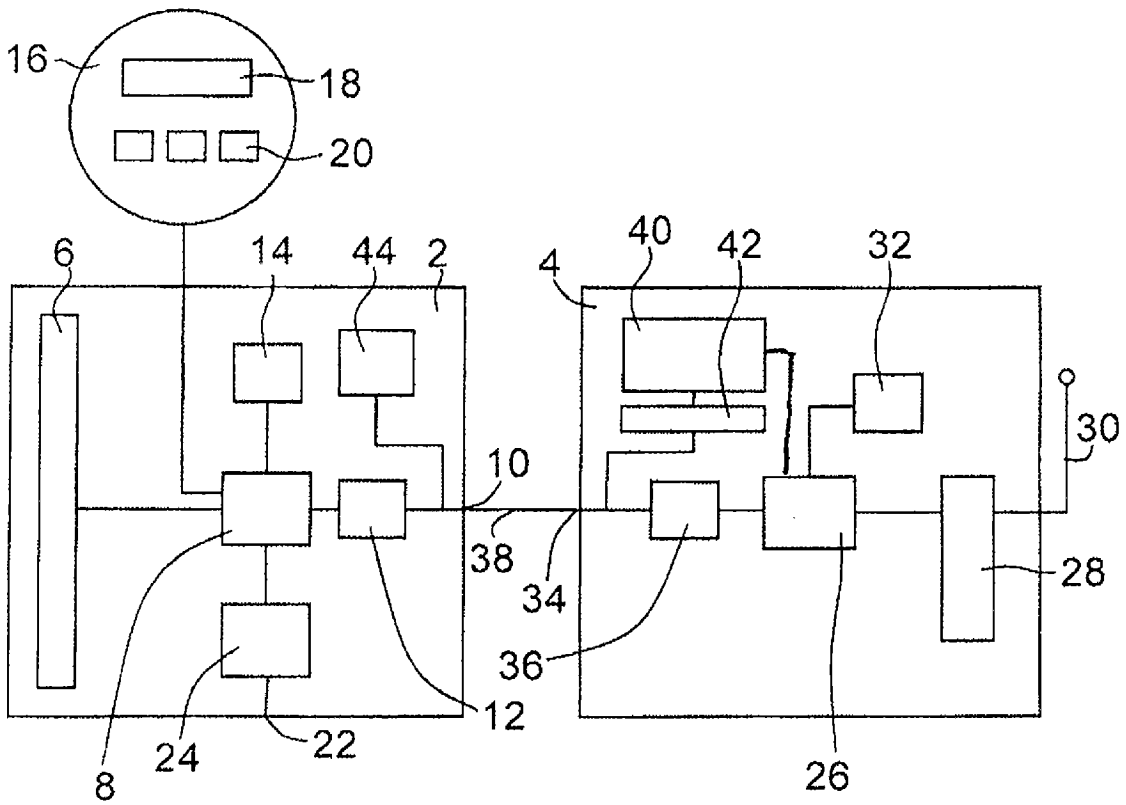


图 2

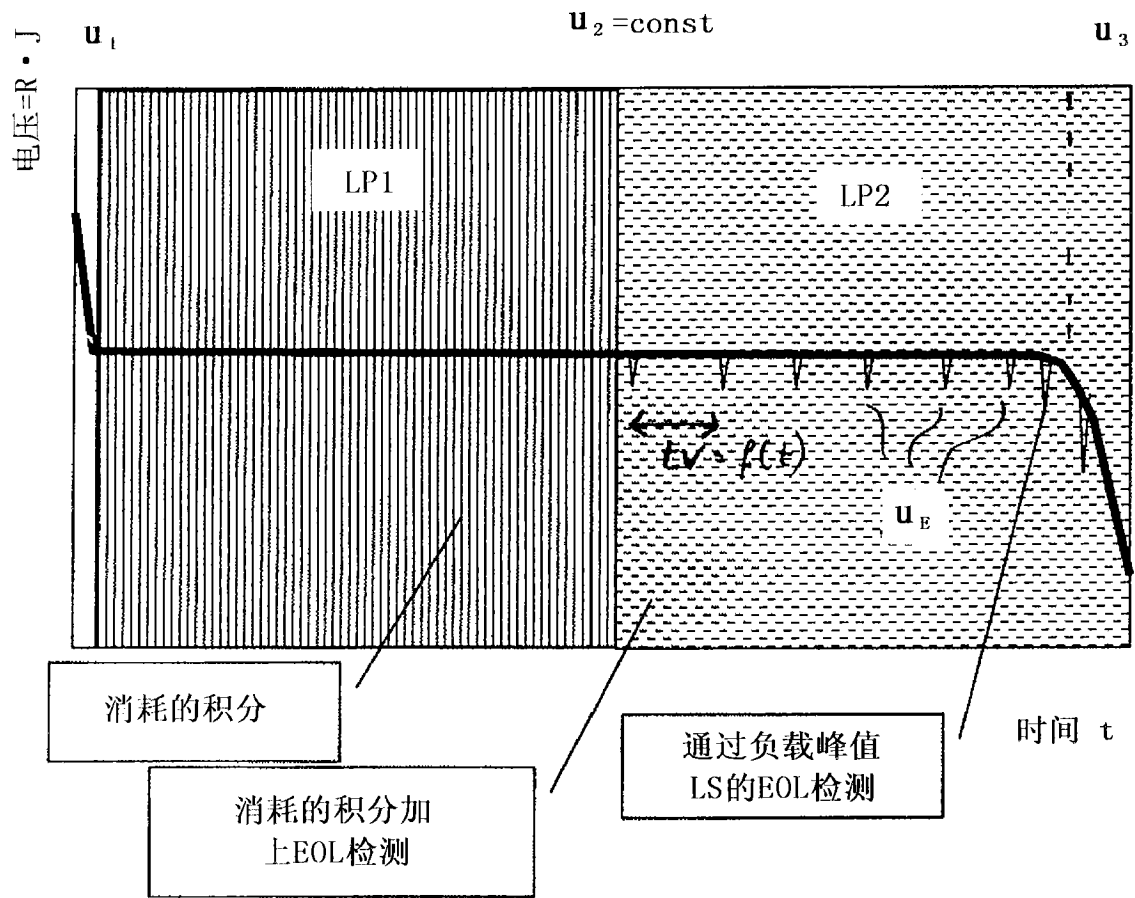


图 3