(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 102341289 A
(43)申请公布日 2012.02.01

(21)申请号 201080010066.9
(22)申请日 2010.02.23
(30)优先权数据
102009010907.2 2009.03.02 DE
(85)PCT申请进入国家阶段日
2011.09.01
(86)PCT申请的申请数据
PCT/EP2010/052247 2010.02.23
(87)PCT申请的公布数据
WO2010/100054 DE 2010.09.10
(71)申请人 西门子公司
地址 德国慕尼黑
(72)发明人 P. 伯尔曼 G. 卢德 B. 拉什克
(74)专利代理机构 北京市柳沈律师事务所 11105
代理人 谢强
(51)Int.Cl.
B61L 1/18(2006.01)

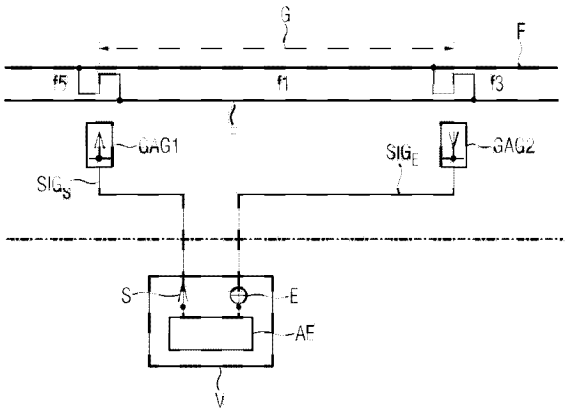
权利要求书 2 页 说明书 6 页 附图 1 页

(54)发明名称

用于探测轨道段的占用和空闲状态的装置以及用于运行这样的装置的方法

(57)摘要

本发明涉及一种特别简单并且同时相对于干扰影响特别不敏感的用于探测轨道段(G)的占用或空闲状态的装置(V),该装置具有用于将借助调制所编码的发送信号(SIG_S)馈入到轨道段(G)的钢轨(F)的发送器(S),和至少一个用于接收通过将发送信号(SIG_S)经由轨道段(G)的钢轨(F)进行传输所产生的接收信号(SIG_E)的接收器(E),其中,按照本发明的装置(V)被构造为用于比较接收信号(SIG_E)的调制与发送信号(SIG_S)的调制。本发明还涉及一种运行用于探测轨道段(G)的占用或空闲状态的装置(V)的方法。



CN 102341289 A

1. 一种用于探测轨道段 (G) 的占用或空闲状态的装置 (V)，具有

- 发送器 (S)，用于将借助调制所编码的发送信号 (SIG_S) 馈入到轨道段 (G) 的钢轨 (F) 中，和

- 至少一个接收器 (E)，用于接收通过将发送信号 (SIG_S) 经由轨道段 (G) 的钢轨 (F) 进行传输所产生的接收信号 (SIG_E)，

其特征在于，

所述装置 (V) 被构造为用于比较接收信号 (SIG_E) 的调制与发送信号 (SIG_S) 的调制。

2. 根据权利要求 1 所述的装置，

其特征在于，所述装置 (V) 被构造为用于产生借助任意的、特别是随机产生的调制所编码的发送信号 (SIG_S)。

3. 根据权利要求 1 或 2 所述的装置，

其特征在于，所述装置 (V) 被构造为用于产生借助频率调制所编码的发送信号 (SIG_S)。

4. 根据上述权利要求中任一项所述的装置，

其特征在于，所述装置 (V) 被构造为用于产生借助以比特序列形式的调制所编码的发送信号 (SIG_S)。

5. 根据权利要求 4 所述的装置，

其特征在于，所述装置 (V) 被构造为用于逐比特地比较接收信号 (SIG_E) 的调制与发送信号 (SIG_S) 的调制。

6. 根据上述权利要求中任一项所述的装置，

其特征在于，所述装置 (V) 被构造为用于连续编码发送信号 (SIG_S)。

7. 根据上述权利要求中任一项所述的装置，

其特征在于，所述装置 (V) 被构造为用于在信号技术上可靠地比较接收信号 (SIG_E) 的调制与发送信号 (SIG_S) 的调制。

8. 根据上述权利要求中任一项所述的装置，

其特征在于，所述装置 (V) 被构造为基于对接收信号 (SIG_E) 的调制与发送信号 (SIG_S) 的调制的比较，产生显示故障状态的错误信号。

9. 根据权利要求 8 所述的装置，

其特征在于，所述装置 (V) 被构造为用于以光学和 / 或声学报警形式输出错误信号。

10. 根据上述权利要求中任一项所述的装置，

其特征在于，所述装置 (V) 被构造为用于将数据信号经由轨道段 (G) 的钢轨 (F) 传输到占用轨道段 (G) 的轨道车辆。

11. 一种运行用于探测轨道段 (G) 的占用或空闲状态的装置 (V) 的方法，其中

- 将借助调制所编码的发送信号 (SIG_S) 馈入到轨道段 (G) 的钢轨 (F) 中，并且

- 接收通过将发送信号 (SIG_S) 经由轨道段 (G) 的钢轨 (F) 进行传输所产生的接收信号 (SIG_E)，

其特征在于，

对接收信号 (SIG_E) 的调制与发送信号 (SIG_S) 的调制进行比较。

12. 根据权利要求 11 所述的方法，

其特征在于，所述发送信号 (SIG_S) 借助任意的、特别是随机产生的调制而被编码。

13. 根据权利要求 11 或 12 所述的方法，

其特征在于，所述发送信号 (SIG_S) 借助以频率调制形式的调制而被编码。

14. 根据权利要求 11 至 13 中任一项所述的方法，

其特征在于，所述发送信号 (SIG_S) 借助以比特序列形式的调制而被编码。

15. 根据权利要求 14 所述的方法，

其特征在于，将接收信号 (SIG_E) 的调制逐比特地与发送信号 (SIG_S) 的调制相比较。

16. 根据权利要求 11 至 15 中任一项所述的方法，

其特征在于，所述发送信号 (SIG_S) 连续地被编码。

17. 根据权利要求 11 至 16 中任一项所述的方法，

其特征在于，将接收信号 (SIG_E) 的调制在信号技术上可靠地与发送信号 (SIG_S) 的调制相比较。

18. 根据权利要求 11 至 17 中任一项所述的方法，

其特征在于，基于对接收信号 (SIG_E) 的调制与发送信号 (SIG_S) 的调制的比较，产生显示干扰状态的错误信号。

19. 根据权利要求 18 所述的方法，

其特征在于，以光学和 / 或声学报警形式输出错误信号。

20. 根据权利要求 11 至 19 中任一项所述的方法，

其特征在于，经由轨道段 (G) 的钢轨 (F) 将数据信号传输到占用轨道段 (G) 的轨道车辆。

用于探测轨道段的占用和空闲状态的装置以及用于运行这样的装置的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于探测轨道段的占用或空闲状态的装置，具有用于将借助调制所编码的发送信号馈入到轨道段的钢轨的发送器，和至少一个用于接收通过将发送信号经由轨道段的钢轨进行传输所产生的接收信号的接收器。

背景技术

[0002] 这样的装置以作为轨道电路构造的轨道空闲报告装置的形式例如从西门子公司的公司出版物“FTG S-Gleisfreimeldung mit dem Tonfrequenz-GleisstromkreisFTG S(具有音频轨道电路的轨道空闲报告 FTG S)”、订货号 A19199-V100-B607-V2 中公知。在此，发送器将交流电压馈入到要监视的轨道段的钢轨中。接收器接收以到来的电压形式的接收信号并且分析接收信号。通过如下，即，驶过轨道段的轨道车辆通过其轴在轨道段的钢轨之间产生短路，来防止发送信号到接收器的传输。这点由此使得可以识别涉及的轨道段的占用状态。

[0003] 为了提高相对于干扰影响的可靠性并且使得轨道电路特别是相对于由于在铁轨反向电流中的谐波振荡造成的电气影响不敏感，在公知的装置中借助调制对发送信号进行编码。在此对每个轨道电路频率连续地将总共 15 个所提供的、固定地预先给出的不同长度的比特模式 (Bit-Muster) 中的一个作为编码调制到发送信号。在接收器侧从接收信号读出以调制的形式的编码并且与对于各个轨道电路固定预先给出的编码进行比较。这点如下地保证了唯一并且正确的对应，使得由接收器接收的接收信号实际上也来自于相同的轨道电路的发送器。由此排除了例如由于电气影响（例如通过在一个电缆中引导的两个导线的芯线的接触造成的）而错误地接收另一个轨道电路的接收信号并且用于探测轨道段的占用或空闲状态。

[0004] 公知的装置具有如下缺陷，即仅提供 15 个比特模式用于编码。即使在具有不同频率的发送信号的、音频的轨道电路中此处也通常不能排除或避免既具有相同频率又具有相同比特模式的发送信号在一个规划 (Projekte) 或一个设备内部被多次使用，由此会出现更多的干扰负担。

发明内容

[0005] 本发明要解决的技术问题是，提出一种本文开头提到的种类的、特别简单并且同时相对于干扰影响特别不敏感的装置。

[0006] 按照本发明，上述技术问题通过用于探测轨道段的占用或空闲状态的装置来解决，该装置具有用于将借助于调制所编码的发送信号馈入到轨道段的钢轨中的发送器和至少一个用于接收通过将发送信号经由轨道段的钢轨进行传输所产生的接收信号的接收器，其中该装置被构造为用于比较接收信号的调制与发送信号的调制。

[0007] 由此本发明的特征在于，实现与如下的公知概念的完整分离，即，使得接收器接

收一个通过调制所编码的接收信号并且借助与一个对于涉及的装置固定预先给出的、接收侧已知的调制的比较来检查接收信号的调制。取而代之，按照本发明如下地进行相应的检查，即，装置被构造为用于比较接收信号的调制与发送信号的调制。通过接收信号的和发送信号的调制的比较，由此以特别简单的方式验证了两个信号的相关联性(Zusammengehörigkeit)。在此有利地无需使用呆板的(starre)、固定预先给出的编码，例如以比特模式形式的编码，并且将相应的编码与各个装置对应。由此也有利地取消了用于规划(Projektierung)单个装置的相应开销，由此降低了装置的制造成本。此外还简化了安装，由此附加地节省了时间以及由此节省了成本。此外还简化了铁路监控设备的规划，因为无需编码或者调制与装置的对应并且由此也无需将相应的对应存储到平面位置图和数据页(Datenblättern)上并且在以后加以考虑。此外有利地还取消了对于为编码所使用的调制的数量和种类的所有限制，从而满足以下条件，即，可以排除在一个设备内部对相同调制的多次使用。

[0008] 要指出的是，在按照本发明的装置的范围内的发送信号优选是音频信号。然而此外同样还存在如下的可能性：使用具有低于或高于音频范围或者按照直流信号形式的频率的发送信号。

[0009] 优选这样构造装置，使得只要在比较接收信号的调制与发送信号的调制的情况下确定了调制的偏差，则将该装置所对应的轨道段为了避免危险的目的而作为被占用的来报告。

[0010] 按照特别优选的实施方式，按照本发明的装置被构造为用于产生借助任意的、特别是随机产生的调制所编码的发送信号。这点是具有优势的，因为通过使用任意的、特别是随机产生的调制作为编码，能够实际上排除在一个监控设备的两个装置之间由于使用相同的调制所带来的影响。在此所使用的调制是任意的，使得不存在使用的编码到各个装置或者说各个发送器的固定对应，并且通过编码的产生的种类确保可以以近乎肯定的把握排除在一个设备内部两个装置使用相同的调制。可以用来例如在使用随机数或伪随机数的条件下对各个发送信号进行基于随机的编码的相应算法本身是从数学以及计算机科学中公知的，从而在以下不详细讨论。要指出的是，任意的、特别是基于随机的或随机产生的调制的使用只有通过如下才是可能的，即，按照本发明的装置允许调制的比较并且由此允许发送信号的和接收信号的相关联性的检查，无需为此对于接收器来说事先已知为了编码发送信号所使用的调制。

[0011] 按照另一种特别优选的实施方式，按照本发明的装置被构造为用于产生借助频率调制所编码的发送信号。这点是具有优势的，因为用于探测轨道段的占用或空闲状态的公知的装置，例如以轨道电路的形式，通常使用已经借助频率调制编码的发送信号。对此的原因是，在传输中频率调制相对于干扰影响特别不敏感。然而除了使用频率调制之外，原则上还可以借助振幅或相位调制来编码发送信号。

[0012] 优选按照本发明的装置还可以这样构造，使得其构造为用于产生借助以比特序列(Bit-Folge)形式的调制所编码的发送信号。在按照本发明的装置的该优选扩展的范围中，由此借助以比特序列形式的数字的调制对发送信号进行编码。这点是具有优势的是，因为相应的数字调制是特别稳健(robust)的并且相对于干扰影响是不敏感的。在此比特序列优选可以是任意长度，即，特别是还存在如下的可能性：比特序列是无穷长的，使得其被连

续产生并且根据其产生的种类是任意的，使得其不给出以如下形式的固定的比特模式，即，比特序列的一部分规则地重复。

[0013] 原则上接收信号的调制与发送信号的调制的比较可以按照任意方式进行。只要装置被构造为用于产生借助以比特序列形式的调制所编码的发送信号，则按照本发明的装置优选这样构造，使得其构造为用于逐比特地比较接收信号的调制与发送信号的调制。特别是与使用具有固定的呆板的比特模式的编码相比较，接收信号的调制与发送信号的调制的逐比特的比较是具有优势的，因为这样的比较可以非常快速地实施。此外与公知的方法不同，在损坏所传输的比特的干扰事件之后的恢复时间 (Erholungszeit) 短，因为取消了对预定长度的比特模式的同步和分析的必要性。由此，最后由于通过逐比特的比较进行的不断的信息分析，装置的可用性得以提高。

[0014] 按照另一种特别优选的扩展，按照本发明的装置被构造为用于连续编码发送信号。这意味着，进行发送信号的连续不断的编码。这点具有如下优势，即，在任何时候借助接收信号的调制与发送信号的调制的比较，可以证明并且由此确保在发送器和接收器之间的正确对应，即，对反馈到装置的发送器上的接收信号的接收。然而作为发送信号的连续编码或调制的替换，还可以考虑与各种情况和事件的依赖关系，使得仅暂时地 (zeitweise) 进行发送信号的编码。这点一方面例如可以这样进行，使得利用调制对发送信号的编码仅在定期重复的时刻进行，即，例如每 10 秒进行。此外，原则上也可以仅在装置的、优选是定期的功能检查的范围内进行相应的调制。

[0015] 根据按照本发明的装置的特别优选的扩展，装置被构造为用于在信号技术上可靠地比较接收信号的调制与发送信号的调制。这点是具有优势的，因为由此可靠排除或者说避免了在调制的比较范围内的错误或误差。由此这点特别对于用于探测轨道段的占用或空闲状态的所有安全性关键的装置是具有重大意义的。

[0016] 如前面已经提到的那样，只要在分析装置方面在接收信号的调制与发送信号的调制的比较中确定了调制的偏差，则通过装置显示关于涉及的轨道段的占用状态。此外按照本发明的装置优选可以这样构造，使得其构造为基于接收信号的调制与发送信号的调制的比较产生一个显示故障状态的错误信号。通过故障信号使得可以直接并快速地识别并且在此基础上尽可能快地消除出现的干扰。

[0017] 原则上可以以任意方式输出所产生的故障信号。按照另一种特别优选的实施方式，本发明的装置被构造为用于以光学和 / 或声学报警形式输出错误信号。这点是具有优势的，因为由此可以以特别快速和可靠的方式将出现的干扰通知给操作人员，例如控制台的操作人员。

[0018] 优选地，还可以这样构造按照本发明的装置，使得装置构造为用于将数据信号经由轨道段的钢轨传输到占用轨道段的轨道车辆。这点是具有优势的，因为按照本发明的装置由此以本身已知的方式附加地用于将数据信号传输到轨道车辆。这意味着，按照本发明的装置除了轨道空闲报告之外例如还可以用于线形(linienförmigen)列车自动控制。

[0019] 此外本发明还涉及一种用于运行用于探测轨道段的占用或空闲状态的装置的方法，其中将借助调制所编码的发送信号馈入到轨道段的钢轨中并且接收由于将发送信号经由轨道段的钢轨进行传输所产生的接收信号。

[0020] 关于方法，本发明要解决的技术问题是，提供一种前面所述种类的特别简单并且

同时对干扰特别不敏感的方法。

[0021] 按照本发明，上述技术问题通过一种用于运行用于探测轨道段的占用或空闲状态的装置的方法来解决，其中将借助调制所编码的发送信号馈入到轨道段的钢轨中，接收通过将发送信号经由轨道段的钢轨进行传输所产生的接收信号并且对接收信号的调制与发送信号的调制进行比较。

[0022] 按照本发明的方法的优点基本上相应于按照本发明的装置的优点，从而就此参见前面的相应解释。关于以下提到的按照本发明的方法的优选扩展同样适用于关于按照本发明的装置的相应的优选扩展，从而就此同样参见前面的相应解释。

[0023] 按照本发明的方法优选可以这样构造，使得发送信号借助任意的、特别是随机产生的调制而被编码。

[0024] 按照本发明的方法的另一种特别优选的实施方式，发送信号借助频率调制而被编码。

[0025] 优选地，按照本发明的方法还可以这样构造，使得发送信号借助以比特序列形式的调制而被编码。

[0026] 按照本发明的方法优选还可以这样运行，使得将接收信号的调制逐比特地与发送信号的调制相比较。

[0027] 根据按照本发明的方法的另一种特别优选的扩展，发送信号被连续地编码。

[0028] 按照特别优选的实施方式，按照本发明的方法这样实施，使得将接收信号的调制在信号技术上可靠地与发送信号的调制相比较。

[0029] 根据按照本发明的方法的另一种特别优选的实施方式，基于接收信号的调制与发送信号的调制的比较，产生显示干扰状态的错误信号。

[0030] 根据按照本发明的方法的另一种特别优选的实施方式，以光学和 / 或声学报警形式输出错误信号。

[0031] 优选地，按照本发明的方法还可以这样扩展，使得经由轨道段的钢轨将数据信号传输到占用轨道段的轨道车辆。

附图说明

[0032] 以下借助实施例详细解释本发明。附图中：

[0033] 图 1 为了解释按照本发明的方法的实施例示出了具有轨道段以及按照本发明的装置的实施例的布置的示意图。

具体实施方式

[0034] 图 1 中示出了用于探测轨道段 G 的占用或空闲状态的装置 V。装置 V 具有用于将以交流电压形式的发送信号 SIG_S 馈入到轨道段 G 的钢轨 F 的发送器 S。此外装置 V 还包括用于接收通过将发送信号 SIG_S 经由轨道段 G 的钢轨 F 进行传输所产生的接收信号 SIG_E 的接收器 E。

[0035] 相应于图 1 所示，将频率 f1 的交流电压馈入到轨道段 G。为了能够可靠区分各个信号，以不同频率 f5 或 f3 的交流电压运行相邻的轨道段。以下假定，在图 1 中示出的装置是具有多个频率的音频轨道电路，在该音频轨道电路中，将以在音频范围中的发送信号

SIG_S 形式的交流电压馈入到轨道段 G 的钢轨 F 中。

[0036] 装置 V 例如可以布置在铁路装置或铁路监控装置的控制台中。这点提供如下优点，即，实现特别高的可靠性，因为机械负荷和气候影响比在轨道附近安置装置 V 的电子组件的情况下更小影响该组件。此外，由此得到关于装置 V（即，特别是发送器 S 以及接收器 E）的可用性和维护性的其他优点。借助水平虚线，图 1 中示出了在装置 V 所对应的内部设备和属于轨道段 G 的外部设备之间的相应分离。

[0037] 相应于图 1 中的图示，在轨道侧布置了轨道接头外壳 GAG1、GAG2，它们用于引入 (Einbringen) 通过发送器 S 馈入的或提供的发送信号 SIG_S 或用于将传输到接收器 E 的接收信号 SIG_E 读出到钢轨 F 中或从钢轨 F 中读出。通常，轨道接头外壳 GAG1、GAG2 在此不包含有源的电子组件，而是基本上仅仅包含用于频率选择地放大馈入或馈出的、预定电网频率的信号（即，在图 1 中示出的频率 f1 的发送信号 SIG_S 的或接收信号 SIG_E 的轨道段 G 的情况下）的振荡电路。

[0038] 借助调制来编码发送器 S 的发送信号 SIG_S。使用相应的编码，以便提高在干扰影响情况下的可靠性，即，例如减小相应地编码的发送信号 SIG_S 被干扰振幅模仿 (Nachbildung) 的可能性。在此相应的干扰一方面通过外部源引起、另一方面也通过其他装置 V，即，例如通过在附近布置的轨道电路引起。

[0039] 在从现有技术中公知的轨道电路中，通常在发送侧调制 (aufmoduliert)、发送固定预先给出的、呆板的编码，并且在接收侧读出编码并且与固定地预先给出的、与轨道电路对应的编码进行比较。由于使用呆板的比特模式 (Bit-Muster)，在此即使使用相同的信号频率，也不能完全排除多次使用相同的比特模式。由此提高了轨道电路的干扰负担。此外由于关于固定的比特模式所需的同步和为此所需的对预定长度的比特序列的分析，在具有比特损坏的干扰事件之后的恢复时间也长。这点在实践中导致进一步限制装置的可用性。

[0040] 在按照图 1 所示的实施例中，特别地如下来避免前面提到的缺陷，即，装置 V 被构造为用于比较接收信号 SIG_E 的调制与发送信号 SIG_S 的调制。由此使得可以证明，由接收器 E 接收的接收信号 SIG_E 实际上是由于通过发送器 S 馈入的发送信号 SIG_S 所产生的。

[0041] 通过对接收信号 SIG_E 与发送信号 SIG_S 的比较，优选可以产生借助任意的、特别是随机产生的调制所编码的发送信号 SIG_S 并且馈入到轨道段 G 的钢轨 F 中。在此发送信号 SIG_S 优选是借助频率调制所编码的发送信号，其中优选通过装置 V 随机产生连续的“比特序列流”。该比特序列流被调制到发送信号 SIG_S 上并且在经由轨道段 G 的钢轨 F 进行传输之后借助接收信号 SIG_E 在接收侧被读出。

[0042] 按照图 1 所示的实施例，装置 V 除了发送器 S 和接收器 E 之外还具有分析装置 AE。分析装置 AE 一方面用于产生比特序列流，即，以连续的比特序列形式的编码。分析装置 AE 将产生的比特序列传输到发送器 S，该发送器将借助以比特序列形式的调制所编码的发送信号 SIG_S 为了馈入的目的而发送到轨道段 G 的钢轨 F 中。另一方面分析装置 AE 还从接收器 E 接收接收信号 SIG_E 以及从接收信号 SIG_E 中确定的以相应的频率调制形式的编码。这点使得分析装置 AE 可进行接收信号 SIG_E 的调制与发送信号 SIG_S 的调制的比较。逐比特的比较在此提供如下优点，即可以快速进行该比较。优选地，分析装置 AE 被构造为用于信号技术上可靠地比较接收信号 SIG_E 的调制与发送信号 SIG_S 的调制。分析装置 AE 的信号技术上的可靠性在此可以通过本身公知的、为了实现在铁路技术领域中通常要求的安

全性级别所需的构造措施来保证。相应的措施例如可以包括分析装置的贯穿的双通道性(Zweikanaligkeit)以及采用安全的计算机。

[0043] 相应于前面的解释，在按照本发明的装置以及按照本发明的方法的范围内，优选地可以弃用呆板的、事先确定的比特模式。通过这样并且特别是通过发送信号的借助任意的、特别是随机产生的调制的编码，可以实际上排除在两个装置（即，例如轨道电路）之间的由于相同的编码或比特信息产生的影响。

[0044] 由此总体上通过本发明关于在规划内或设备内部减少干扰发生来说得到极大优点。由于不断的信息分析，即，逐比特的比较，此外还提高了装置 V 的可用性，其中取消了取决于使用的呆板的比特模式（例如在比特损坏(Bit-Zerstörung)的情况下）的长度的开销大的同步。

[0045] 此外优选地还无需通过相应的规划或配置，例如通过使用所谓的比特模式插头(Bit-Muster-Stecker)，在发送侧以及接收侧设置与各个轨道段 G 或轨道段 G 的各个装置 V 分别固定对应的比特模式。由此降低了对于装置 V 所需的组件的数量并且节省了安装装置 V 时的时间。此外通过如下还简化了规划，即，比特模式与轨道电路的对应在平面图和数据页中是不需要的。此外，使用按照本发明的方法以及按照本发明的装置还导致几乎可以完全取消对于导线引导或电缆引导 (Kabelführung) 方面的限制，因为可以进行如下的完全可靠的检查，即由接收器 E 接收的接收信号 SIG_E 实际上是否是与轨道段 G 相关。在此唯一的例外是，发送器 S 和所属的接收器 E 的导线应该被互相分离地引导到相同的轨道段 G 或相同的装置 V，以便避免发送信号 SIG_S 到接收器 E 的导线中的馈入或串音。相应于前面的解释，可以取消关于电缆引导方面的限制的重要原因在于，特别在随机产生用于编码发送信号 SIG_S 的比特序列的情况下对于不同的装置 V 实际上也排除了相同的比特序列。

[0046] 由此总的来说，根据图 1 所示的按照本发明的装置 V 的实施方式使得可以提高用于探测轨道段 G 的占用或空闲状态的装置 V 的干扰不敏感性，其中同时实现了简化并且与此相关实现了成本降低。

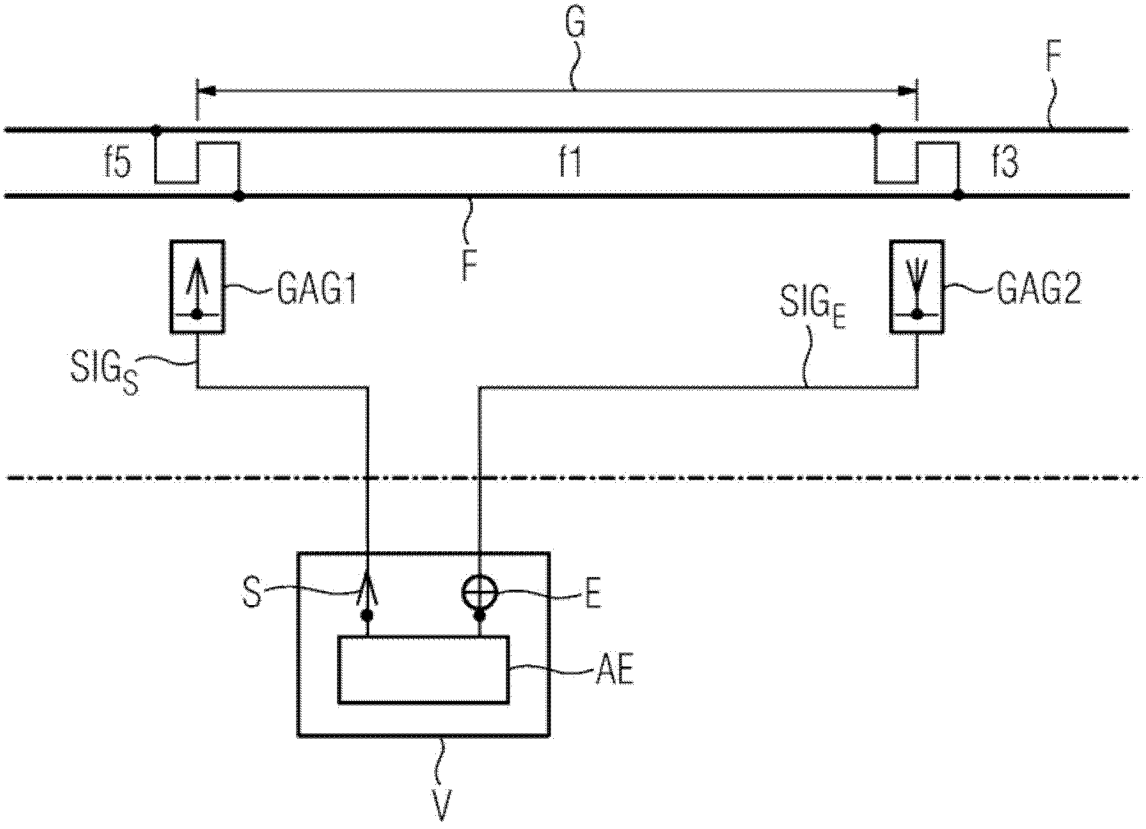


图 1