



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101493073 B

(45) 授权公告日 2014. 04. 30

(21) 申请号 200910005083. 2

(22) 申请日 2009. 01. 21

(30) 优先权数据

08001065. 5 2008. 01. 21 EP

(73) 专利权人 西门子公司

地址 德国慕尼黑

(72) 发明人 M·劳尔森 F·B·桑博

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司
72001

代理人 温大鹏

(51) Int. Cl.

F03D 7/00(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 1871432 A, 2006. 11. 29,

CN 1637279 A, 2005. 07. 13,

US 2004145188 A1, 2004. 07. 29,

HSIUNG CHENG LIN. Web-based remote
online maximum wind power monitoring and
control system. 《COMPUTER APPLICATIONS IN

ENGINEERING EDUCATION》. 2007, 第 15 卷(第 2
期), 155-165.

审查员 王月蕾

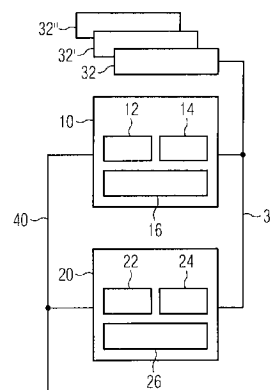
权利要求书1页 说明书4页 附图2页

(54) 发明名称

控制风力涡轮机的失效安全系统

(57) 摘要

本发明涉及一种控制风力涡轮机的失效安全系统, 该系统具有在第一网络上相互连接的至少第一和第二控制单元, 其中第一控制单元构造成关键控制单元, 包括第一组功能, 该第一组功能包括用于风力涡轮机操作的关节控制功能; 第二控制单元构造成次要控制单元, 包括第二组功能, 第二组功能包括非关键功能和数据管理功能。



1. 一种具有在第一网络上相互连接的至少第一控制单元(10)和第二控制单元(20)的风力涡轮机控制系统,其特征在于:

第一控制单元(10)是关键控制单元,其包括第一组功能,该第一组功能是由于风力涡轮机操作的关键控制功能,所述关键控制单元执行用于风力涡轮机操作的所有关键控制功能;

第二控制单元(20)构造成次要控制单元,其包括第二组功能,第二组功能是由于风力涡轮机操作的非关键功能和数据管理功能。

2. 如权利要求1所述的系统,其特征在于,第一控制单元失效之间的平均时间大于第二控制单元失效之间的平均时间。

3. 如权利要求1或2所述的系统,其特征在于,第一控制单元构造成满足实时情况。

4. 如权利要求1或2所述的系统,其特征在于,第一控制单元包括实时操作系统(16)。

5. 如权利要求1或2所述的系统,其特征在于,第一控制单元包括固态数据存储器(14),并构造成使用固态数据存储器作为大量数据存储器。

6. 如权利要求5所述的系统,其特征在于,固态数据存储器包括固态盘和/或致密闪存卡。

7. 如权利要求1或2或6所述的系统,其特征在于,数据管理功能包括记录和/或获得从第一控制单元收集的数据。

8. 如权利要求1或2或6所述的系统,其特征在于,第二组功能包括用户界面功能。

9. 如权利要求8所述的系统,其特征在于,用户界面功能包括服务超级文本传送要求。

10. 如权利要求1或2或6或9所述的系统,其特征在于,第二控制单元连接到第二网络(40)。

11. 如权利要求10所述的系统,其特征在于,第二网络是光学通讯网络。

12. 如权利要求10所述的系统,其特征在于,第二网络包括局部区域网,和/或宽区域网,和/或至少一个虚拟局部区域网。

13. 如权利要求10所述的系统,其特征在于,第一控制单元连接到第二网络,并且关键控制功能包括提供用于操作涡轮机的界面。

14. 如权利要求1、或2、或6、或9、或权利要求11-13中任一项所述的系统,其特征在于,关键控制功能包括如下的一个或多个功能:

- 用于控制风力涡轮机的执行关键应用软件;
- 与风力涡轮机的传感器/动作器通讯;
- 在界面上提供测量数据;
- 在第一网络中用作控制器装置。

15. 如权利要求10所述的系统,其特征在于,第一和/或第二网络包括处理数据网络。

控制风力涡轮机的失效安全系统

技术领域

[0001] 本发明涉及一种具有在第一网络上相互连接的至少第一和第二控制单元的风力涡轮机控制系统。

背景技术

[0002] 在操作风力涡轮机时,例如在诸如风力涡轮机组的复杂配置中,希望的是确保最大程度地无失误操作。因此,由于系统实现造成的停机时间需要减小,并且维护和修理所需的时间和努力尽可能保持很低。

[0003] 为了确保无失误操作,按照安全寿命方法设计的系统在例如飞行器结构的本领域中是公知的。这里,系统中的每个特定部件具有保证的寿命,随后各自部件需要更换,部件的保证寿命远远低于其实际寿命。虽然这种方法在系统使用时提供非常高的可靠性,它需要大量维护以及停机时间。但是在通过为系统部件提供最高可能的寿命而试图减小维护努力时,部件需要过大尺寸,使得总体技术努力非常高。

[0004] 另一种方法从公开的专利申请 US 2006/0100748A1 公知。这里多个传感器/动作单元与其各自控制单元集成,使得总体风力涡轮机的控制装置模块化,并且每个模块紧密连接在其各自功能组上。因此,在第一传感器/动作/控制模块变得失效(或者过时)时,它可被更换(或者更新),而不触及其它传感器/动作/控制单元。另外,考虑到故障隔离以及故障保护,这种解决方法提供失效安全特征。对于故障隔离来说,这种模块化可以正确识别故障控制模块。对于故障保护,它可以防止控制模块失效(例如电失效)影响其它模块。第一卖家的特定模块可以与另一卖家的一个模块更换,而不改变其它的模块。

[0005] 但是,由于这种控制系统的功能分离,许多技术努力花费在每个模块中所需的多余特征上,而对于增加的故障容差来说,没有显著得益于所述特征。例如,模块 A 中的信号处理装置可以与模块 B 相同,但是模块 B 的信号处理装置不能在模块 A 失效的情况下接管模块 A 的信号处理任务。此外,为了实现最大的未中断正常工作时间,与多种功能相关的每个模块必须设置尺寸以提供高的寿命,造成非常高的成本和技术努力。

发明内容

[0006] 因此,本发明的目的在于提供一种以技术经济方式在控制部件失效时提供改善稳定性同时可以减小维护频率的风力涡轮机控制系统。

[0007] 此目的通过权利要求 1 的主题来实现。

[0008] 按照权利要求 1 的本发明披露一种具有在第一网络上相互连接的至少第一和第二控制单元的风力涡轮机控制系统,其特征在于第一控制单元构造成关键控制单元,包括第一组功能,该第一组功能包括用于风力涡轮机操作的关节控制功能;第二控制单元构造成次要控制单元,包括第二组功能,第二组功能包括非关键功能和数据管理功能。

[0009] 通过将关键控制功能集中在关键控制单元,与多个控制模块的每个包括对于风力涡轮机很关键的功能的系统相比,有害的系统失效的总体可能性减小。这种关键功能可包

括避免造成风力涡轮机机械和电气损坏的功能或用于通过操作者影响风力涡轮机的基本用户界面功能。

[0010] 通过同时将非关键控制功能集中在第二控制单元,使得关键控制单元尽可能没有非关键过程的计算载荷。首先,非关键过程与关键过程干涉并由此造成关键控制功能失效的危险因此减小。其次,节省了可以在高度可靠的子系统上运行并因此成本更高的关键单元的计算能力。但是形成高计算载荷的这种非关键功能的实例是测量数据的记录或者例如经由网络服务器提供先进的用户界面功能。

[0011] 此外,采用本发明,避免了不能用来显著改善系统可靠性的多余的技术部件。

[0012] 本发明可以按照从属权利要求提供的特征来体现。

[0013] 在一个实施例中,第一控制单元失效之间的平均时间大于第二控制单元失效之间的平均时间,因此利用将关键功能在技术上有效地集中于第一控制单元。特别可靠的硬件和软件可用于第一单元,而例如用于嵌入系统的通用的标准计算平台可用于第二单元。

[0014] 另外,第一组控制功能还可多余地包括在第二组内,以便在总体控制系统中提供优雅降级。

[0015] 在一个实施例中,第一控制单元构造成满足实时情况。这可包括使用实时操作系统并且使用适当软件和硬件部件,以便提供关键控制功能。

[0016] 在另一方面,为了避免转动部件或受到机械磨损的部件,第一控制单元可体现为包括固态数据存储器,并可构造成使用固态数据存储器作为大量数据存储器。这种固态数据存储器可包括固态盘和 / 或致密的闪存卡。

[0017] 在一个实施例中,数据管理功能包括记录和 / 或获得从第一控制单元收集的数据。另外,通过第二控制单元提供的第二组功能可包括用户界面功能,例如通过网络服务器要求的服务超级文本传送协议。与关键控制单元内体现的基本用户界面功能相比,第二单元内体现的用户界面功能更加先进,并且可以传统的访问形式提供进一步数据访问和分析。

[0018] 为了接近风力涡轮机的控制系统及其界面外部的部件,第二控制单元可连接到第二网络上。因此,第二网络的失效不影响第一网络的通讯。为了进一步减小第二网络中的失效,可以体现为光学通讯网络。第二网络可包括局部区域网和 / 或宽区域网和 / 或至少一个虚拟局部区域网。

[0019] 如果第一控制单元也连接到第二网络上,并且关键控制功能包括提供用于操作涡轮机的界面,提供多余的用户访问点,外部操作者或控制系统可由其影响风力涡轮机。

[0020] 通常,关键控制功能可包括一个或多个以下功能:

[0021] - 用于控制风力涡轮机的执行关键应用软件;

[0022] - 与风力涡轮机的传感器 / 动作器通讯;

[0023] - 在界面上提供测量数据;

[0024] - 在第一网络中用作控制器装置。

[0025] 为了满足网络通讯级别上的实时需要,第一和 / 或第二网络可包括处理数据网络。

附图说明

[0026] 下面使用附图,更加详细地说明本发明及其实施例,附图中:

[0027] 图 1 表示本发明的实施例的示意图;以及

[0028] 图 2 表示采用该实施例的系统环境的示意图。

具体实施方式

[0029] 图 1 表示披露的风力涡轮机控制系统的实施例的示意图。关键控制单元 10 包括一组关键控制功能 12、作为大量存储器并在包括在系统内的实时系统平台 16 上操作的固态硬盘 14。关键控制单元 10 经由处理数据网络 30 连接到次要控制单元 20 上。次要控制单元 20 包括一组非关键控制功能 22、作为大量存储器的计算硬盘 24 以及标准嵌入系统平台 26。

[0030] I/O 站 32、32'、32" 连接到处理数据网络 30 上,以便连通关键控制单元 10 和次要控制单元 20。这些 I/O 站可以是不同类型的无源、分布 I/O 站(例如标准数字和模拟 I/O)。或者进行特殊功能(例如格栅监测和节距(pitch)控制)的智能单元。例如,两个可能的用户定制单元可沿着 I/O 站定位,即轮毂(hub)计算机和 G 传感器模块(加速计模块)。轮毂计算机可用来与风力涡轮机的转子的节距系统接口。G 传感器将例如包括在轮毂计算机上,以提供用于节距系统的另外信号。这种信号可代表风力涡轮机塔的运动。作为将 G 传感器放入轮毂的选择, G 传感器可放置在机舱或塔内。另外可能的 I/O 站可以是格栅测量和控制模块、包括发电机变换器和格栅变换器的转换器等。两个关键控制单元 10 和次要控制单元 20 还连接到外部网络 40 上。

[0031] 关键控制单元 10 执行对于涡轮机操作来说很关键的所有控制功能。这特别包括防止另外未控制涡轮机损坏的这种功能。关键控制单元运行认为是对于涡轮机操作来说很重要的应用软件,经由分布 I/O 站 32、32'、32" 进行实际控制,并且可以是进一步分布的智能控制单元,通过外部操作者或者其它系统部件在网络 30 和 / 或 40 上提供用于影响风力涡轮机的主要界面,在网络 30 和 / 或 40 上提供用于将测量数据(和其它数据)提供给其它系统部件的界面,并且在数据处理网络 30 中用作控制装置(主装置)。

[0032] 关键控制单元使用基于闪存(flash-based)的存储器 14 作为大量存储装置,例如致密闪存卡或任何类型的固态硬盘。任选地,它可以装备多余阵列的独立盘(RAID)。实时系统平台 16 基于 Intel 处理器,具有与例如 QNX 系统的实时操作系统相结合的相应的 BIOS 操作的主板结构。为了连接到处理数据网络 30 上,控制单元 10 装备 PROFINET/RT 控制器。另外,定位在单元内的以太网控制器用来连接到外部网络 40 上。在单元内产生热量的元件被无源冷却,以便在系统中完全避免使用运动或转动部件。

[0033] 因此,关键控制单元 10 的可靠性通过避免机械磨损来提高,并同时将所有关键控制功能集中在此单元内,同时使其没有第二控制功能和第二软件应用,并且该单元可以满足通过其控制任务产生的实时需要。由于集中了此单元内所提供的功能,通过只针对关键功能使用具有更大保证寿命的部件,其可靠性可以特别有效的方式增强。

[0034] 次要控制单元 20 另一方面使用相对低成本处理器和大量存储装置(例如 RAID),从而可通过低成本提供相对大的计算能力。次要控制单元 20 可进一步运行多种第二软件应用,而没有与关键控制功能干涉的危险,或者没有使得关键控制单元过载的危险。为了减小风力涡轮机设置中的振动影响,次要控制单元 20 可定位在风力涡轮机的塔底部处。作为

嵌入平台,嵌入的 Window XP 可用于标准 Intel 结构上。次要控制单元 20 可提供数据管理功能,例如从关键控制单元 10 收集数据,并且使其存储、获得并处理,以及经由网络服务器提供先进的用户界面功能。

[0035] 如果关键控制单元 10 的某些关键功能也在次要控制单元 20 中体现,使得次要控制单元可在关键控制单元失效的情况下接管某些关键功能,系统提供另外的故障容差和优雅降级。

[0036] 内部网络 30 是工业标准处理网络(现场总线)并具有高带宽,使得网络的寿命不由于带宽源变得过小而受到损害。当前实施例使用的工业标准部件可保持相对快速和简单。另外,现场总线系统可经由总线连接器接口到其它现场总线系统上,从而实现高程度的可量测性。内部网络 30 提供该带宽以便承载整个系统的总载荷,同时提供实时能力。在关键控制功能不体现在第二单元内的构造中,为了提供缺省容差接管,足够的是只将关键控制单元 10 和 I/O 站连接。在进行这种接管时,第二单元 20 也连接到处理网络上。

[0037] I/O 站 32、32'、32'' 提供与风力涡轮机中的变换器和致动器接口。在该系统中,根据与各自传感器/动作器接口的特定需要,可以使用不同类型的 I/O 站。

[0038] 外部网络 40 是以太网,并且可以外部接近风力涡轮机控制系统和风力涡轮机内的其它部件。外部网络可在整个风力发电机组上延伸,并且可以具有任何网络配置。由于关键控制单元 10 和次要控制单元 20 连接到外部网络上,设置多余的网络访问点,使得总是可以达到两个控制单元,同样在一个控制单元失效时也是如此。通过将外部网络与内部网络分开,一个网络中的错误将不经由整个系统传播并将因此没有不利地影响其它网络内的部件。例如,外部网络网络拥堵将不堵塞内部网络。外部网络可作为光学以太网应用,从而提供可靠和经济的连接,不受到例如闪电的电气影响。

[0039] 图 2 表示其中采用该实施例的系统环境的示意图。与图 1 相同的参考标号指的是相同元件。因此,关键控制单元 10、次要控制单元 20、I/O 站 32 和 32' 经由内部处理网络 30 连接,并且关键控制单元 10 和次要控制单元 20 连接到外部网络 40 上,如图 1 所示。控制单元 10 和 20 以及 I/O 站 32 定位在风力涡轮机底部处,而 I/O 站 32' 定位在风力涡轮机机舱处。

[0040] 外部网络 40 包括第一部分以便连接控制单元以及 IP 电话 52、TCM 服务器 54(TCM 是风力涡轮机情况检测系统)以及具有虚拟局部区域网络(VLAN)开关 50 的用户单元 56 和 58。VLAN 开关用来将网络流量分成多个逻辑上独立的网络,使得网络安全性和性能得以提高。VLAN 开关 50 在也就是风力农场网络 65 的外部网络的第二部分上连接到 VLAN 开关 60。外部网络的第三部分通过外部连接网络 67 体现,该网络 67 包括互联网、用户内部网和风力发电机组的非实时管理网,各自用来将风力涡轮机装置连接到用户位置 62、系统操作员位置 64、风力发电机组服务器 66 以及风力发电机组引导器(pilot)68 上。

[0041] 这里描述的实施例因此提供失效安全和故障容差风力涡轮机控制系统,确保安全和快速操作,并且同时容易维护、升级和更新。它可以方便连接到内部和外部控制器和装置上。

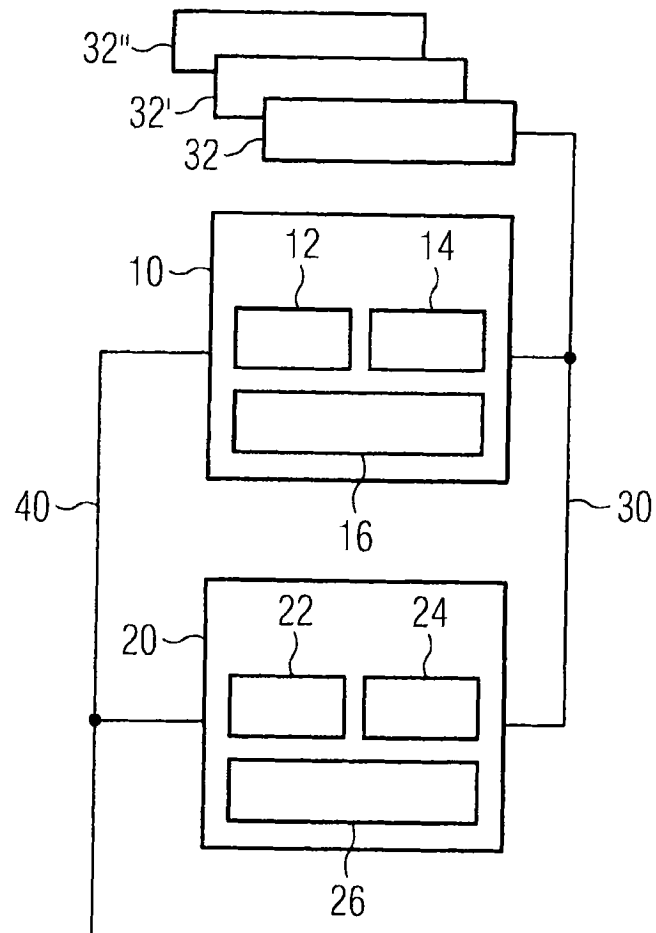


图 1

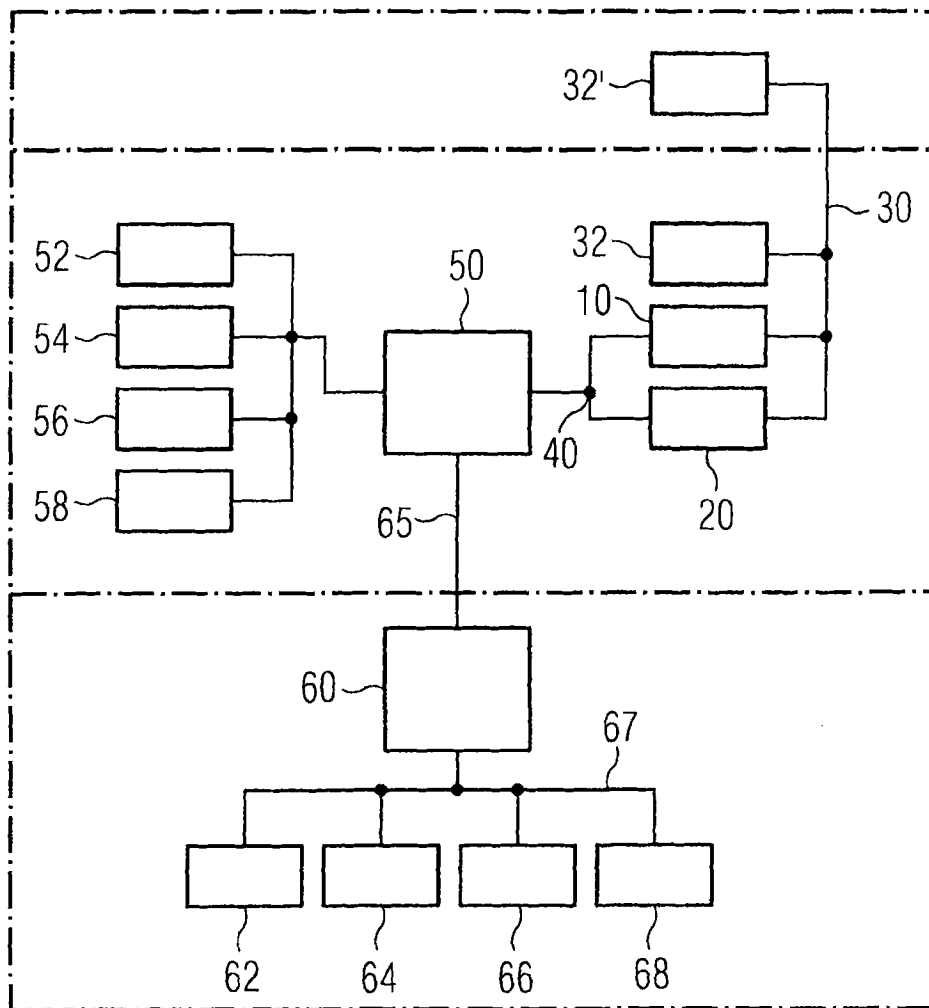


图 2