



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101512864 B

(45) 授权公告日 2012. 01. 11

(21) 申请号 200680055937. 2

CN 87101640 A, 1987. 12. 09,

(22) 申请日 2006. 09. 29

US 5227713 A, 1993. 07. 13,

US 4451777 A, 1984. 05. 29,

(85) PCT申请进入国家阶段日

2009. 03. 26

审查员 沈杰

(86) PCT申请的申请数据

PCT/SE2006/001106 2006. 09. 29

(87) PCT申请的公布数据

W02008/039118 EN 2008. 04. 03

(73) 专利权人 ABB 技术有限公司

地址 瑞士苏黎世

(72) 发明人 伦纳特·昂奎斯特 扬·R·斯文松

马西莫·邦焦尔诺

(74) 专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限

公司 11227

代理人 朱胜 李春晖

(51) Int. Cl.

H02J 3/24 (2006. 01)

(56) 对比文件

CN 1438749 A, 2003. 08. 27,

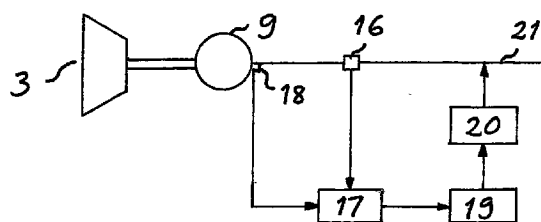
权利要求书 3 页 说明书 6 页 附图 4 页

(54) 发明名称

用于输电系统的装置和方法

(57) 摘要

一种用于减少输电系统中的 SSR 现象的装置, 包括: 用于确定来自发电机 (9) 的定子绕组、具有一个或多个离散频率的电压分量的装置 (16, 17); 用于基于确定结果计算待加到来自定子绕组的电压上的电压以便减少电力系统中的 SSR 现象的装置 (19); 以及用于将计算出的电压加到来自定子绕组的电压上的设备 (20)。



1. 一种用于减少输电系统中的次同步谐振 (SSR) 现象的装置,其中,所述输电系统包括具有电力发电机 (9) 的电站,所述电力发电机的转子被包括在机械系统 (1) 中,并且所述电力发电机的定子绕组 (12) 连接到从所述发电机馈送电力、并且易于发生电谐振现象的电气系统 (2),

其特征在于,所述装置包括:用于确定来自所述定子绕组、具有一个或多个离散频率的电压分量的装置 (16、17、22、23、24、25、26),所述一个或多个离散频率各自是与所述转子的旋转速度对应的发电机电压频率减去所述机械系统的机械谐振频率;用于基于所述确定的结果计算待加到来自定子绕组的所述电压上的电压以便减少电力系统中的次同步谐振现象的装置 (19);以及用于将计算出的所述电压加到来自定子绕组的所述电压上以便减少所述输电系统中的次同步谐振现象的设备 (20)。

2. 根据权利要求 1 的装置,其特征在于,所述计算装置 (19) 用于:计算待加到来自定子绕组的所述电压上的电压,以便基本消去馈送到所述电气系统 (2) 的电压中具有离散频率的所述电压分量;并且所述设备 (20) 用于:将所述电压加到来自定子绕组的所述电压上,以便基本实现所述消去。

3. 根据权利要求 2 的装置,其特征在于,所述确定装置包括:用于测量来自所述定子绕组 (12) 的电流的构件 (16)、以及用于滤除这样测量的具有所述离散频率的电流分量的装置 (17),所述计算装置 (19) 用于:基于来自所述滤波装置的关于所述电流分量的信息计算待相加的电压以便消去所述电流分量,并且将其有关信息发送到所述设备,并且所述设备 (20) 用于:将这样计算出的电压加到来自定子绕组的所述电压上,以便基本消去所述电流分量。

4. 根据权利要求 2 的装置,其特征在于,所述确定装置包括:用于基本连续建立所述转子的旋转速度值的构件 (22),以及用于基于这样建立的旋转速度值的发展而计算来自所述定子绕组、具有所述离散频率的电压分量的构件 (23),所述计算装置 (19) 用于:基于所述电压分量的计算结果计算待加到来自所述定子绕组的电压上的电压,以便在馈送到所述电气系统的电压中消去具有所述离散频率的所述电压分量,并且所述设备 (20) 用于:将这样计算出的电压加到来自定子绕组的电压上,以便基本消去所述电压分量。

5. 根据权利要求 2 的装置,其特征在于,所述确定装置包括:用于测量所述定子绕组中的电压的构件 (24),以及用于从这样测量的电压中滤除具有所述离散频率的电压分量的装置 (25),所述计算装置 (19) 用于:基于来自所述滤波装置的关于所述电压分量的信息,计算待加到来自所述定子绕组的电压上的电压,以便在馈送到所述电气系统 (2) 的电压中消去具有离散频率的所述电压分量,并且所述设备 (20) 用于:将这样计算出的电压加到来自定子绕组的电压上,以便基本消去所述电压分量。

6. 根据权利要求 2 的装置,其特征在于,所述确定装置包括:用于在已经将所述电压加到来自定子绕组的电压之后的点测量被馈送到所述电气系统的电压的构件 (26);以及用于从这样测量的电压中滤除具有所述离散频率的电压分量的装置 (25),所述计算装置 (19) 用于:基于来自所述滤波装置的关于所述电压分量的信息计算待相加的电压,以便消去具有离散频率的所述电压分量,并且将其有关信息发送到所述设备,所述设备 (20) 用于将这样计算出的电压加到来自定子绕组的电压,以便基本消去所述电压分量。

7. 根据权利要求 1 的装置,其特征在于,所述装置还包括:用于检测所述机械系统 (1)

中的扭振的装置 (27), 所述计算装置 (19) 用于: 基于具有离散频率的所述分量的确定结果以及扭振的检测结果, 计算待加到来自定子绕组的所述电压上的电压, 以便获得所述扭振的主动阻尼, 所述设备 (20) 用于: 将电压加到来自定子绕组的所述电压上, 从而在所述机械系统的旋转部件上产生阻尼力矩。

8. 根据前述权利要求中的任意一项的装置, 其特征在于, 所述设备包括: VSC (电压源换流器) 换流器 (28, 28', 28'') 以及控制单元 (30), 所述控制单元用于基于待加到来自定子绕组的电压上的所述电压的计算结果控制 VSC 换流器的换流器阀。

9. 根据权利要求 8 的装置, 其特征在于, 所述设备包括: 增压变压器 (29), 其连接到所述定子绕组; 以及所述 VSC 换流器 (28), 其处于接地电势, 被设置为根据所述控制单元 (30) 的控制对所述增压变压器进行馈电。

10. 根据权利要求 8 的装置, 其特征在于, 所述设备包括: H 桥式 VSC 换流器 (28'), 其连接到来自所述定子绕组的传输线路的每一相, 以便通过用于 VSC 换流器的控制单元 (30) 的控制来加上所述电压。

11. 根据权利要求 8 的装置, 其特征在于, 所述设备包括: 3 相 VSC 换流器 (28''), 其与升压变压器 (31) 串联, 并且受所述控制单元 (30) 控制, 其中, 所述升压变压器在变压器的接地连接处连接到所述定子绕组。

12. 一种用于减少输电系统中的次同步谐振 (SSR) 现象的方法, 所述输电系统包括: 具有电力发电机 (9) 的电站, 所述电力发电机的转子被包括在机械系统 (1) 中, 并且所述电力发电机的定子绕组 (12) 连接到从所述发电机馈送电力、并且易于发生电谐振现象的电气系统 (2), 其特征在于, 所述方法包括以下步骤:

- 确定来自所述定子绕组、具有一个或多个离散频率的电压分量, 所述一个或多个离散频率各自是与所述转子的旋转速度对应的发电机电压频率减去所述机械系统的机械谐振频率,

- 基于所述确定的结果, 计算待加到来自定子绕组的所述电压上的电压, 以便减少电力系统中的次同步谐振现象,

- 将计算出的所述电压加到来自定子绕组的所述电压上, 以便减少所述输电系统中的次同步谐振现象。

13. 根据权利要求 12 的方法, 其特征在于, 所述计算步骤包括: 计算待加到来自定子绕组的所述电压上的电压, 以便在馈送到所述电气系统的电压中基本消去具有离散频率的所述电压分量, 并且将所述电压加到来自定子绕组的所述电压上, 以便基本实现所述消去。

14. 根据权利要求 13 的方法, 其特征在于, 通过测量来自所述定子绕组的电流并且滤除这样测量的具有所述离散频率的电流分量来执行所述确定操作, 在所述计算步骤中, 基于从所述滤除操作获得的信息来计算待相加的电压, 以便消去所述电流分量, 并且将这样计算出的电压加到来自定子绕组的电压上, 以便基本消去所述电流分量。

15. 根据权利要求 13 的方法, 其特征在于, 所述确定步骤包括: 基本连续建立所述转子的旋转速度值, 并且基于所建立的旋转速度值的发展来计算来自所述定子绕组、具有所述离散频率的电压分量, 在所述计算步骤中, 计算待加到来自所述定子绕组的电压上的电压, 以便在馈送到电气系统的电压中消去具有所述离散频率的所述电压分量, 并且将这样计算出的电压加到来自定子绕组的电压上, 以便基本消去所述电压分量。

16. 根据权利要求 13 的方法,其特征在于,在所述确定步骤中,测量所述定子绕组中的电压,并且从这样测量的电压中滤除具有所述离散频率的电压分量,在所述计算步骤中,基于来自所述滤除操作的关于所述电压分量的信息,计算待加到来自定子绕组的电压上的电压,以便在馈送到电气系统的电压中消去具有离散频率的所述电压分量,并且将这样计算出的电压加到来自定子绕组的电压上,以便基本消去所述电压分量。

17. 根据权利要求 13 的方法,其特征在于,在所述确定步骤中,在已经将所述电压加到来自定子绕组的电压之后的点测量馈送到所述电气系统的电压,并且从这样测量的电压中滤除具有所述离散频率的电压分量,在所述计算步骤中,基于来自所述滤除操作的信息计算用于消去具有离散频率的所述电压分量的待相加的电压,并且将这样计算出的电压加到来自定子绕组的电压上,以便基本消去所述电压分量。

18. 根据权利要求 12-17 中的任意一项的方法,其特征在于,所述方法还包括以下步骤:由锁相环测量在通过旋转所述转子而在定子绕组中产生的电压的频率,在所述确定步骤中,来自电压频率测量操作的信息用于获得在所述确定操作中所使用的所述离散频率的值。

19. 根据权利要求 12 的方法,其特征在于,包括以下步骤:检测所述机械系统中的扭振,在所述计算步骤中,基于具有离散频率的所述分量的确定结果以及所述扭振的检测结果来计算待加到来自定子绕组的所述电压上的电压,以便获得所述扭振的主动阻尼,并且将电压加到来自定子绕组的所述电压上,以便在所述机械系统的旋转部件上产生阻尼力矩。

20. 根据权利要求 1-11 中的任意一项的装置的用途,用于减少输电系统中的次同步谐振 (SSR) 现象,所述输电系统包括提供有助于无功功率补偿的装置的输电线路。

21. 根据权利要求 20 的在输电系统中的用途,所述输电系统包括:热电站,所述热电站具有连接到一个或多个涡轮级的发电机。

用于输电系统的装置和方法

技术领域

[0001] 本发明涉及输电系统中的振荡,该输电系统包括:电站,其具有电力发电机,该电力发电机的转子包括在机械系统中,而电力发电机的定子绕组连接到从发电机馈送电力、并且易于发生电谐振现象的电气系统。

背景技术

[0002] 因此,电气系统具有使其中能发生电谐振现象的特性,这意味着电气系统包括电容以及电抗,并且这种电气系统的一种类型包括带无功功率补偿的输电线路,其中,将由线路电抗和串联电容器组来产生电串联谐振。还覆盖了易于使其中发生电谐振现象的其它类型的电气系统。

[0003] 所述电站可以是用于发电的任何类型的电站,但由于本发明所要解决的问题特别着重于热电站,因此在此将提及并且简要讨论这种电站,该电站中,发电机和不同的涡轮级通过一组轴连接成串。在第一近似方式中,发电机和涡轮级可以被看作具有相当大惯性力矩的刚性体,而轴是具有表征每单位力矩的角度转动的给定弹簧常数的某种程度的弹性体。刚性体和扭转轴的这种组合表现出在某些频率(所谓的“模态频率”)的机械谐振。当设计涡轮发电机轴系统时,可以精确计算并确定如此形成的机械系统的这些所谓的机械谐振频率。一定“振型”与每一谐振频率关联,并且其显示出在特定模态频率处不同主体的相对摆幅。在此仅对发电机的转子所参与的这些机械谐振频率感兴趣。这些机械谐振频率一般出现在标称网络频率 f_N (即所述电气系统中的频率,其可以是例如 50Hz 或 60Hz) 之下,其被定义为“次同步频率范围”。相应地,这样的机械谐振频率 f_m 典型地可以是例如 13Hz、25Hz、38Hz 等等。

[0004] 这意味着来自发电机定子绕组的电压将具有含有所述次同步频率范围中的一个或多个离散频率的分量,该一个或多个离散频率各自是与转子的旋转速度对应的发电机电压频率减去机械系统的相应机械谐振频率(相应地, f_N 减去 f_m)。在某些情况下,当连接到发电机的所述电气系统中易于发生电谐振现象时,这可能造成严重问题。通过示例的方式,现将简要讨论包括输电线路的这种电气系统。电气传输系统中的长线路表现出相当大的电感,由于角度和电压稳定性需求,这种大电感使得线路上所允许的功率传递减小。与线路电感再电感(re-inductance)引起的正电抗串联的、提供负电感的固定串联电容器组的插入减少了线路的有效电抗,使得线路的最大功率传递能力增加。然而,同时,线路电抗和串联电容器组将产生电串联谐振。当仅补偿一部分线路电抗时,作为来自发电机定子绕组的电压的所述电压分量,电谐振的谐振频率显现为低于网络频率 f_N ,即在所述“次同步频率范围”中。

[0005] 当满足以下条件时,可以建立被称为次同步谐振(SSR)的情形:机械系统具有在频率 f_m 的扭转谐振,振型是这样的:发电机参与在频率 f_m 的扭振,电气传输系统展示出在频率 f_N 减去 f_m 的电谐振,并且具有频率 f_m 的摆动模式的机械阻尼低。当发电机负载低、使得连接至其的涡轮空闲时,尤其出现后者的情况。

[0006] 这种 SSR 情形可以具有负阻尼,从而扭振幅度增加,使得机械系统的部件(例如轴)可能受损。因此,SSR 情形可能导致电力系统的灾难性故障。

现有技术

[0007] US 5801459 描述了一种用于连接在电力线上的串联电容器的方法和控制设备,其目的是抑制次同步谐振发生。然而,这种控制方法依赖于系统中正机械阻尼的存在,其主要障碍在于,在系统设计阶段,难以确定机械阻尼的定值。因此,必须基于据先前经验所获得的假设机械阻尼值来估计 SSR 的风险。

发明内容

[0008] 本发明的目的在于提供可靠并且有效的装置,使得能够减少上述类型的输电系统中的次同步谐振现象。

[0009] 根据本发明,通过提供一种装置来实现该目的,所述装置包括:用于确定来自所述定子绕组、具有一个或多个离散频率的电压分量的装置,该一个或多个离散频率是与所述转子的旋转速度对应的发电机电压频率减去所述机械系统的机械谐振频率;用于基于所述确定结果来计算待加到来自定子绕组的所述电压上的电压以便减少电力系统中的次同步谐振现象的装置;以及用于将计算出的所述电压加到来自定子绕组的电压上以便减少所述输电系统中的次同步谐振现象的设备。

[0010] 因此,本发明基于这样的理解:机械振荡与电振荡之间的耦合是 SSR 存在的一个决定性条件。如上所述,当已经建立了扭振时,所产生的电压相对于其余的输电系统将进行相位调制。有功功率流与发电机电压和电力系统电压之间的相位差紧密相关。得到的有功功率流在发电机中引起电动力矩的调制。这意味着机械振荡系统和电振荡系统形成了闭环。通过全新的方法来将所述电压加到来自定子绕组的电压,这样抵消了由于机械扭振而导致的发电机电压的偏差,可以减少并且甚至消除所述耦合,从而有可能出现在所述电气系统中的次同步谐振将不被耦合并且传递到所述机械系统而损坏其部件。该方法同时还使得能够减缓若干 SSR 模态频率。

[0011] 要指出的是,“来自定子绕组的电压”在此情况下应理解为还包括在定子绕组中所产生的电压的升压变压器进行可能的变压之后所获得的电压。在此情况下,将电压加到在所述变压之后所获得的电压上,以便减少所述 SSR 现象。

[0012] 根据本发明实施例,所述计算装置用于:计算待加到来自定子绕组的电压上的电压,以便在馈送到所述电气系统的电压中基本消去具有离散频率的所述电压分量,并且所述设备用于:将所述电压加到来自定子绕组的所述电压上,以便基本实现所述消去。这意味着消除了发电机与所述电气系统之间的耦合,并由此消除了 SSR 存在的所述决定性条件。由于超过所述电压相加的点的所述电气系统中的电压变为非调制的,从而扭振不产生有功功率的调制,因此实现了该目的。

[0013] 根据本发明另一实施例,所述确定装置包括:用于测量来自所述定子绕组的电流的构件,以及用于滤除这样测量的具有所述离散频率的电流分量的装置,所述计算装置用于:基于来自所述滤波装置的关于所述电流分量的信息计算待相加的电压,以便消去所述电流分量,并且将关于该情况的信息发送到所述设备,并且所述设备用于:将这样计算出的

电压加到来自定子绕组的所述电压上,以便基本消去所述电流分量。上述内容显示出,确定具有所述离散频率的所述电流分量并且添加电压使得这些电流分量消失的这种方式构成了对于所述电气系统消除电压中的次同步电压分量并由此消除机械振荡和电振荡之间的耦合的十分强健的方法。消除由于扭振而导致的发电机的偏差的这种方式对于所述电气系统中的变化情况(例如具有无功功率补偿的传输线路中的补偿的变化程度)是十分强健的。

[0014] 根据本发明另一实施例,所述确定装置包括:用于基本连续建立所述转子的旋转速度值的构件;用于基于这样建立的旋转速度值的发展而计算来自所述定子绕组、具有所述离散频率的电压分量的装置,所述计算装置用于:基于所述电压分量的计算结果计算待加到来自所述定子绕组的电压上的电压,以便在馈送到电气系统的电压中消去具有所述离散频率的所述电压分量,并且所述设备用于:将这样计算出的电压加到来自定子绕组的电压上,以便基本消去所述电压分量。发电机转子的旋转速度的这种测量操作使得有可能计算所述定子绕组中电压的出现,使得还可以通过将对应电压加到来自定子绕组的电压上,以该方式来消除或者减少发电机与电气系统之间的所述耦合。

[0015] 根据本发明另一实施例,所述确定装置包括:用于测量所述定子绕组中的电压的构件,以及用于从这样测量的电压中滤除具有所述离散频率的电压分量的装置;所述计算装置用于:基于来自所述滤波装置的关于所述电压分量的信息,计算待加到来自所述定子绕组的电压上的电压,以便在馈送到所述电气系统的电压中消去具有离散频率的所述电压分量;以及所述设备用于:将这样计算出的电压加到来自定子绕组的电压上,以便基本消去所述电压分量。

[0016] 相应地,该装置通过与根据先前实施例的装置相似的方式实现了本发明的目的,除了直接测量定子绕组中的电压并由此测量具有所述离散频率的电压分量的事实之外。

[0017] 根据本发明另一实施例,所述确定装置包括:用于在已经将所述电压加到来自定子绕组的电压之后的点测量被馈送到所述电气系统的电压的构件,以及用于从这样测量的电压中滤除具有所述离散频率的电压分量的装置;所述计算装置用于:基于来自所述滤波装置的关于所述电压分量的信息,计算待添加的电压,以便消去具有离散频率的所述电压分量,并且将其有关信息发送到所述设备;所述设备用于:将这样计算出的电压加到来自定子绕组的电压上,以便基本消去所述电压分量。这意味着,所述电压的添加将基于所述电压分量的出现,通过这种添加,将减少或者消除所述电压分量的出现,从而形成有利的闭环。

[0018] 根据本发明另一实施例,所述装置还包括:用于检测所述机械系统中的扭振的装置,所述计算装置用于:基于具有离散频率的所述分量的所述确定结果以及扭振的所述检测结果,计算待加到来自定子绕组的所述电压上的电压,以便获得所述扭振的主动阻尼,所述设备用于:将电压加到来自定子绕组的所述电压上,从而在所述机械系统的旋转部件上创建阻尼力矩。该实施例使得能够通过添加所述电压来进行扭振的主动阻尼,这样可以延长所述机械系统的部件的寿命。

[0019] 根据本发明另一实施例,所述设备包括:VSC(电压源换流器)换流器和控制单元,控制单元用于:基于待加到来自定子绕组的所述电压上的所述电压的计算结果来控制VSC换流器的换流器阀。VSC换流器的使用旨在通过适当地控制VSC换流器的换流器阀(即关

闭类型的半导体设备,例如其中的 IGBT),能够进行有效的电压添加,所述电压确切具有对于获得来自定子绕组的电压改变所需的外观。

[0020] 根据本发明其它实施例,所述设备包括:a) 连接到所述定子绕组的增压变压器,以及被设置为根据所述控制单元的控制而对所述增压变压器进行馈电的处于接地电势的所述 VSC 换流器,或 b) H 桥式 VSC 换流器,其连接到来自所述定子绕组的传输线路的每一相,以便通过控制 VSC 换流器的控制单元来添加所述电压,或 c) 3 相 VSC 换流器,与升压变压器串联,并且连接到在由所述控制单元控制的变压器的接地连接处的所述定子绕组。

[0021] 本发明还包括一种根据所附方法权利要求的用于减少输电系统中的次同步谐振 (SSR) 现象的方法。该方法及其实施例的不同特征的优点从根据本发明的装置的不同实施例的以上讨论而变得清楚。

[0022] 本发明还涉及根据对应所附权利要求的一种计算机程序以及一种计算机可读介质。根据本发明的方法的步骤很适合于由提供有所述计算机程序的处理器来控制。

[0023] 本发明还包括一种用于减少输电系统(包括提供有用于无功功率补偿装置的输电线路)中的次同步谐振 (SSR) 现象的根据本发明的装置的用途,以及在包括热电站(其具有连接到一个或多个涡轮级的发电机)的输电系统中的这样的用途,这些是根据本发明的装置的特别有利地用途。

[0024] 本发明其它优点以及有利特征将从以下描述而清楚。

[0025] 附图说明

[0026] 参照附图,以下是被引用作为示例的本发明实施例的具体描述。

[0027] 在附图中:

[0028] 具体实施方式

[0029] 图 1 是可以应用根据本发明的装置和方法的输电系统的示意图,其中,机械系统连接到电气系统,

[0030] 图 2 是示出应用于具有所述电气系统的输电系统的根据本发明第一实施例的装置的示意图,所述电气系统中易于发生电谐振现象,

[0031] 图 3 是根据本发明第二实施例的与图 2 的装置对应的视图,

[0032] 图 4 是根据本发明第三实施例的与图 2 的装置对应的视图,

[0033] 图 5 是根据本发明第四实施例的与图 2 的装置对应的视图,

[0034] 图 6 是根据本发明第五实施例的与图 2 的装置对应的视图,

[0035] 图 7- 图 9 是示出在根据本发明的装置中将电压加到来自定子绕组的电压上的不同方式的视图。

[0036] 图 1 示出机械系统 1,其连接到电气系统 2。该机械系统包括涡轮 3,涡轮 3 具有由轴 7 互连的多个涡轮级 4-6(例如高压级、低压级以及中压级),并且通过转子轴 10 连接到发电机 9 的转子 8。

[0037] 电气系统包括:定子 11,其具有发电机定子绕组 12;以及输电线路 13,其连接到定子绕组 12。输电线路具有以 14 表示的电抗,以 15 表示串联电容器组如何连接到用于无功功率补偿的线路 13。

[0038] 如上所述,由于在当制造机械系统时就可被确定的确定频率处的机械系统中的扭振,所以次同步电压分量将导致来自定子绕组的电压。仅当发电机(相应地,转子)参与所

讨论的振荡模式时才产生这些分量。此外,因为电气系统 2 的电抗 14 及电容 15,所以电气系统 2 中可能产生次同步谐振。次同步谐振情况可具有负阻尼,使得机械系统中的扭振幅度增加,从而轴系统受损。本发明通过提出能够消除机械系统与电气系统之间的耦合的措施而显著减缓了这些问题。

[0039] 图 2 示出根据本发明第一实施例的装置,其包括构件 16,用于测量来自定子绕组的电流。图 2-图 9 中未示出的升压变压器一般设置在发电机 9 与传输线路 13 之间,以便提升定子绕组中产生的电压级别。由构件 16 进行的电流测量以及以下所描述的实施例中电流和 / 或电压的测量操作发生在所述升压变压器的线路侧。如果我们假设机械系统具有在 10Hz、20Hz 和 30Hz 的机械谐振频率,并且定子绕组中的电压频率是 50Hz,则所测量的电流将包含次同步范围中的以下频率的分量:40Hz (50 减去 10)、30Hz (50 减去 20) 以及 20Hz (50 减去 30)。所述装置还包括滤波装置 17,其用于滤除具有所述离散频率的所测电流分量。所述装置还包括锁相环 (PLL) 形式的装置 18,其用于测量因转子 8 的旋转而在所述定子绕组中产生的电压的频率,并且将其有关信息发送到所述滤波装置,从而这样可以适当地确定有问题的离散频率。所述装置还包括计算装置 19,其用于基于来自所述滤波装置的关于所述电流分量的信息,计算待加到来自定子绕组的电压上的电压,以便消去所述电流分量。所述计算装置将所述计算结果发送到设备 20,设备 20 用于将计算出的所述电压加到来自定子绕组的所述电压上(在所述升压变压器的存在的情况下,是由该变压器变压后的电压),以便基本实现所述电流分量的消去,并由此消去所述电压添加下游 21 的电压的对应电压分量。以下将参照图 7-图 9 进一步解释这种设备 20 的有可能的设计,图 7-图 9 全是基于使用电压源换流器以便获得待添加的合适电压的。

[0040] 优选地将滤波装置 17 的频带宽度选取为较窄,这减少了设备 20 中所使用的换流器的所需的额定值,使得其可能小于发电机 9 的功率的 5%,但由于较宽的频带将增加装置的速度,因此应该寻求这种频带的最佳宽度。由于电流测量及其趋向零的离散频率分量的调整同时具有基本消除这样的不同频率分量的可能性,因此可以通过图 2 所示的装置来执行的用于减少次同步谐振现象的方法将是十分强健的。

[0041] 图 3 示出根据本发明第二实施例的装置,其包括构件 22,用于基本连续建立转子的旋转速度值。构件 23 用于基于所建立的旋转速度值的发展而计算来自定子绕组的具有所述离散频率的电压分量。计算装置 19 和设备 20 被设计为:以与图 2 所示实施例的以上描述对应的方式来操作。

[0042] 图 4 示出根据本发明第三实施例的装置,其包括:构件 24,用于测量定子绕组中的电压;以及装置 25,用于从这样测量的电压中滤除具有所述离散频率的电压分量。计算装置 19 和设备 20 被设计为:与以上描述对应来操作。

[0043] 图 5 示出根据本发明的第四实施例的装置,其与图 4 所示的装置的不同之处在于以下事实:在此,在已由设备 20 将所述电压加到来自定子绕组的电压之后的点,构件 26 执行电压测量。这意味着,通过设备 20 进行所述电压的添加将导致与在图 2 所示实施例中的电流测量操作对应的、由所述构件 26 测量的电压中的所述分量的消失。

[0044] 图 6 示出根据本发明第五实施例的装置,其包括:装置 27,用于检测机械系统中的扭振,并且将其有关信息发送到计算单元 19,计算单元 19 还从来自定子绕组的电流的测量结果以及测量结果的过滤中接收数据,如在图 2 的实施例中那样。计算装置 19 在此用于基

于具有离散频率的电流分量的确定结果以及扭振的检测结果来计算待加到来自定子绕组的电压上的电压,以便获得所述扭振的主动阻尼;设备 20 用于将电压加到来自定子绕组的所述电压上,从而在机械系统的旋转部件上产生阻尼力矩。因此,该装置可以用于获得这样的扭振的主动阻尼,这样可以延长机械系统部件的寿命。

[0045] 图 7 示出可以用于根据图 2- 图 6 所示本发明装置的任何实施例中的设备的实施例,但在此针对根据图 2 的实施例而示出。这种设备包括处于接地电势的 VSC 换流器 28,其被设置为向连接到定子绕组的增压变压器 29 进行馈电。设备 20 还包括控制单元 30,其用于控制 VSC 换流器 28 的换流器阀,以便向所述增压变压器 29 馈电,从而将基本消去来自定子绕组的电压的所述离散频率电压分量。

[0046] 图 8 示出设备 20 的另一实施例,其包括 H 桥式 VSC 换流器 28', H 桥式 VSC 换流器 28' 连接到来自定子绕组的传输线路的每一相,以便通过换流器的控制单元 30 的所述控制来添加所述电压。

[0047] 最后,图 9 示出根据又一实施例的设备 20,其包括 3 相 VSC 换流器 28'', 该 3 相 VSC 换流器 28'' 与升压变压器 31 串联,升压变压器 31 在变压器的接地连接处连接到所述定子绕组。

[0048] 本发明当然并非以任何方式受限于以上所描述的实施例,而是在不脱离所附权利要求所定义的本发明的基本构思的情况下,其修改方式的很多可能性对于本领域技术人员将是清楚的。

[0049] 重复地,“来自定子绕组的电压”和“来自定子绕组的电流”可以是当升压变压器连接到定子绕组时该变压器下游的电压和电流。

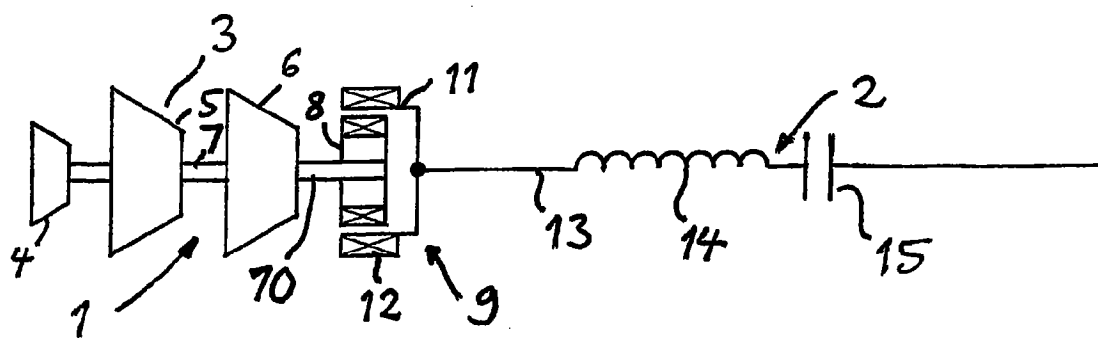


图 1

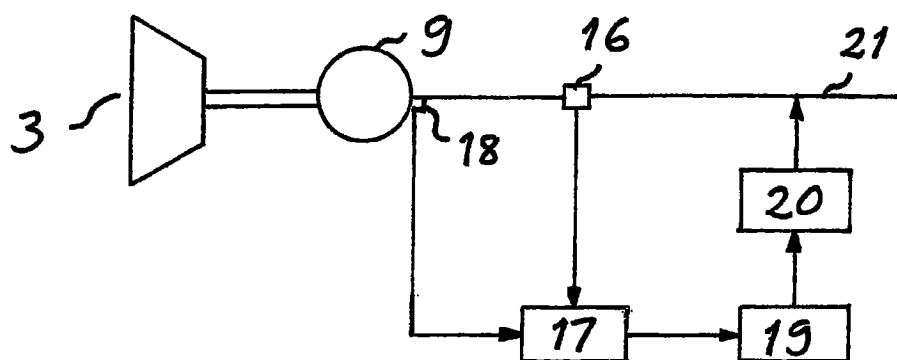


图 2

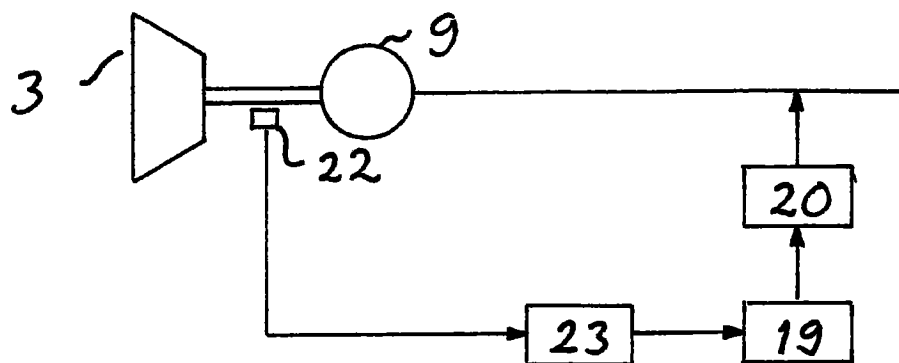


图 3

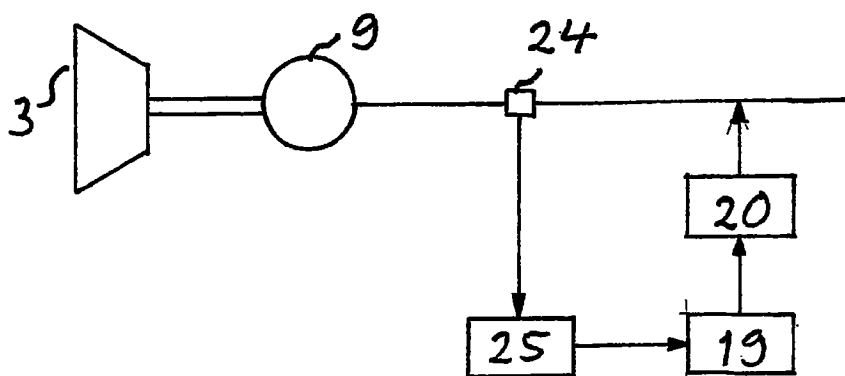


图 4

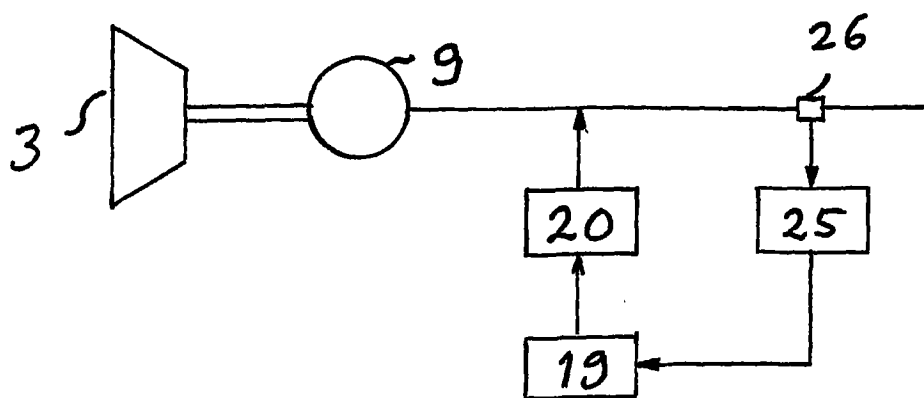


图 5

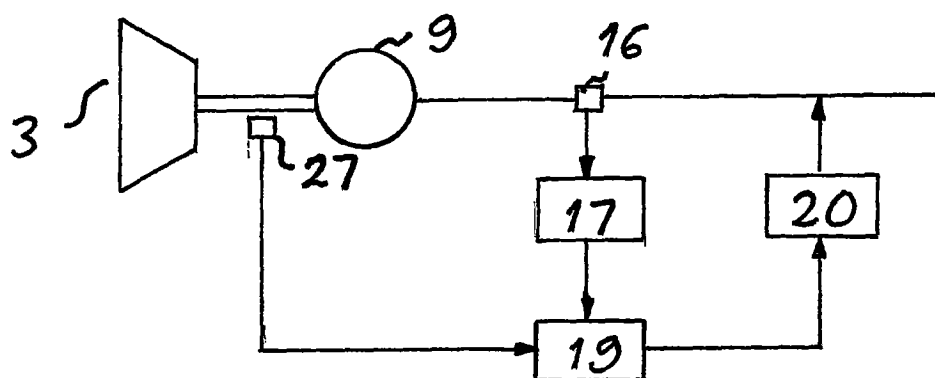


图 6

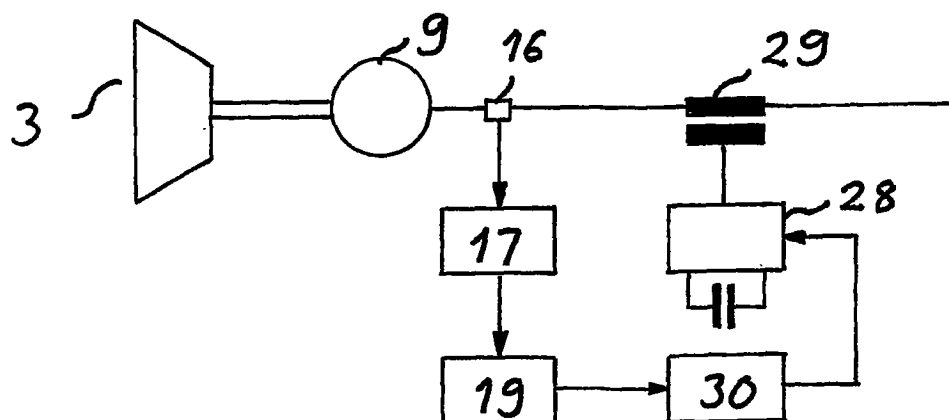


图 7

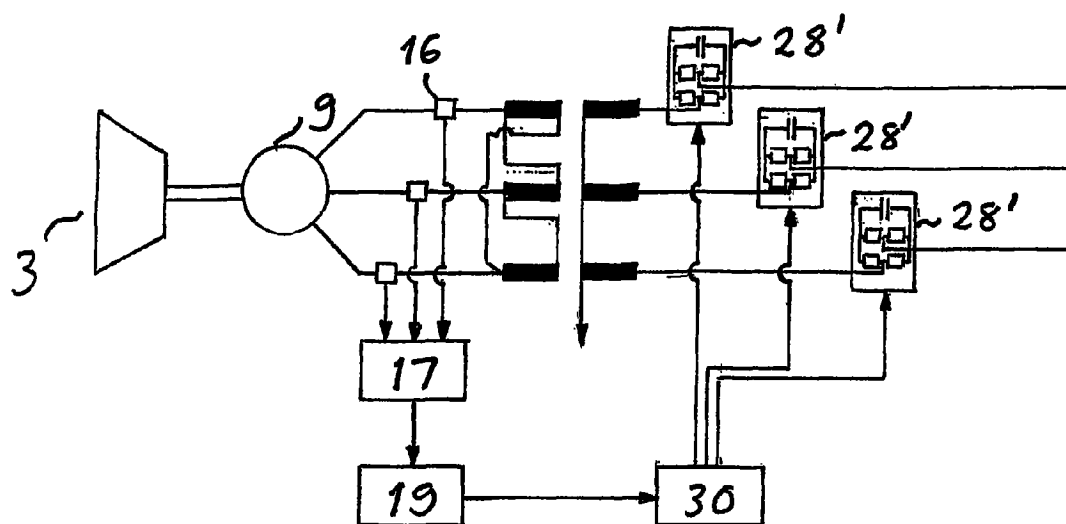


图 8

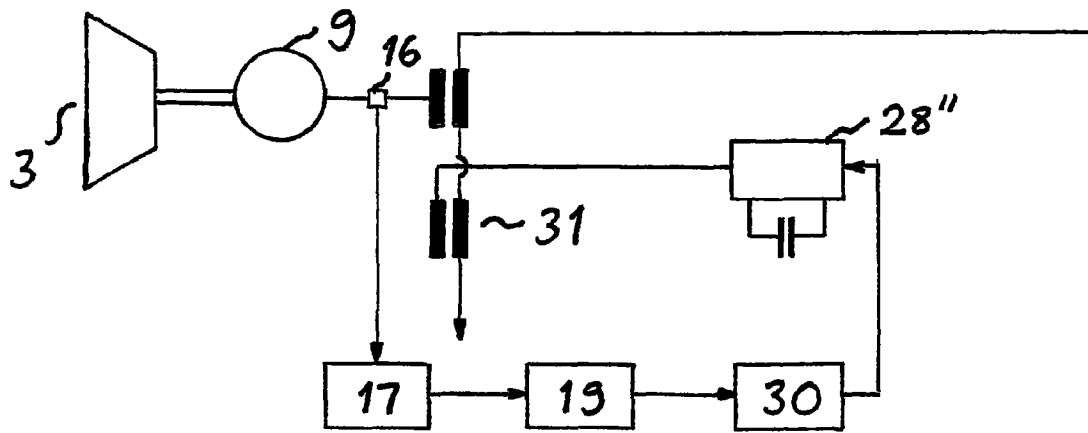


图 9