



(21) 申請案號：103119943 (22) 申請日：中華民國 103 (2014) 年 06 月 09 日
 (51) Int. Cl. : *H02J3/38 (2006.01)* *F03D7/00 (2006.01)*
 (30) 優先權：2013/06/10 德國 102013210812.5
 (71) 申請人：渥班資產公司 (德國) WOB BEN PROPERTIES GMBH (DE)
 德國
 (72) 發明人：巴茲許 馬修斯 BARTSCH, MATTHIAS (DE)
 (74) 代理人：陳長文
 申請實體審查：有 申請專利範圍項數：11 項 圖式數：2 共 23 頁

(54) 名稱

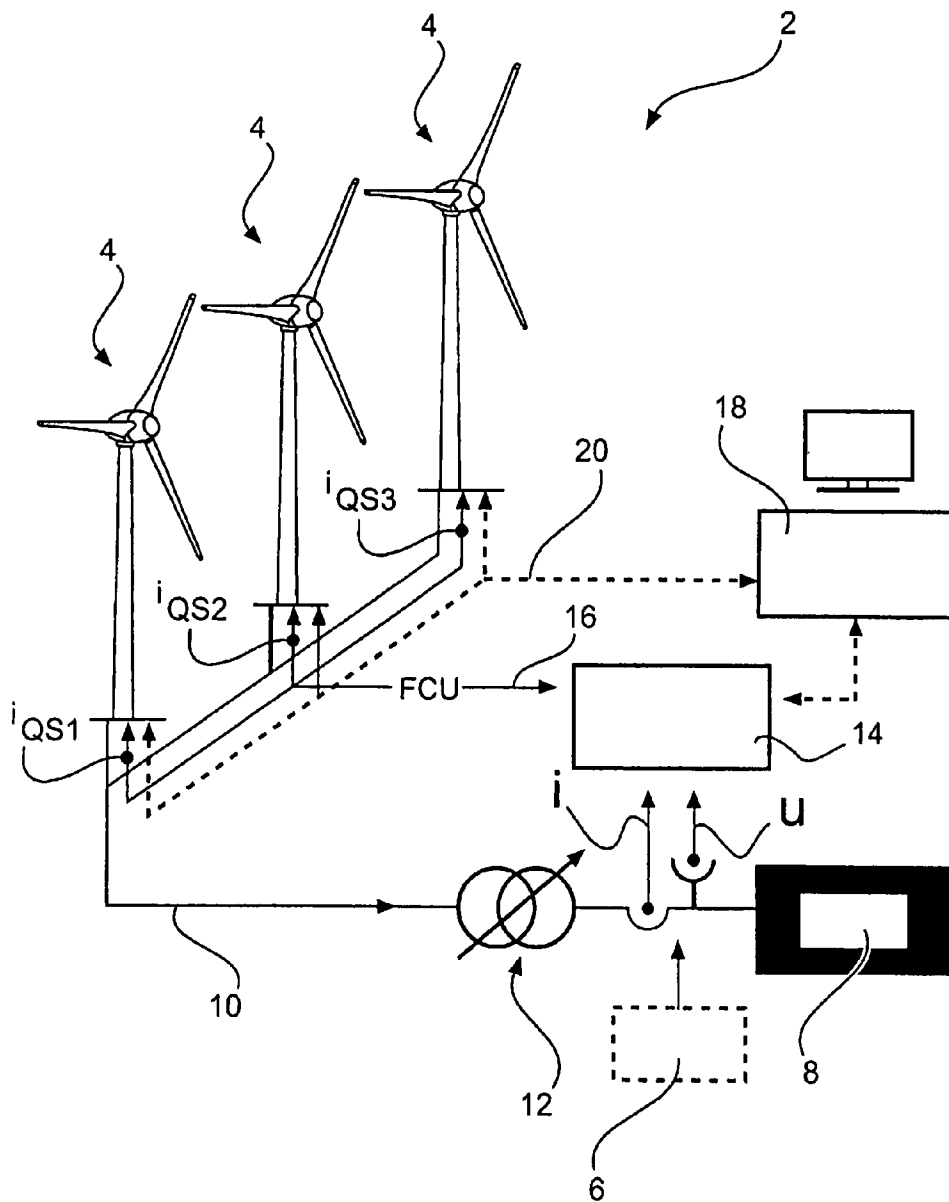
用以將電力饋入供電網之方法

METHOD FOR FEEDING ELECTRICAL POWER INTO AN ELECTRICAL SUPPLY GRID

(57) 摘要

本發明係關於用於藉由包括若干風力發電設備(4)之一風力發電場(2)將電力饋送至一供電網(8)中之一方法。該方法包括該等步驟在一電網連接點(6)處饋入該電力，藉由一發電場控制單元(14)，在該電網連接點(6)處記錄至少一個電網狀態參數，對該供應網(8)檢查一暫態過程之存在，及一旦已偵測到存在一暫態過程，則發送及/或按一增大之時鐘率發送由該發電場控制單元(14)量測之該等值及/或由該發電場控制單元(14)判定之該等控制值(i_{QS1} 、 i_{QS2} 、 i_{QS3})至該等風力發電設備(4)。

The invention relates to a method for feeding electrical power into an electrical supply grid (8) by means of a wind farm (2) comprising several wind power installations (4). The method comprises the steps of - feeding the electrical power at a grid connection point (6), - recording at least one grid state parameter at the grid connection point (6) by means of a farm control unit (14), - checking the supply grid (8) for the presence of a transient process and - sending, and/or sending at an increased clock rate, the values measured by the farm control unit (14) and/or the control values (i_{QS1} , i_{QS2} , i_{QS3}) determined by the farm control unit (14) to the wind power installations (4), once the presence of a transient process has been detected.



- 2 . . . 風力發電場
- 4 . . . 風力發電設備
- 6 . . . 電網連接點
- 8 . . . 供電網/供應網
- 10 . . . 風力發電場電網
- 12 . . . 變壓器
- 14 . . . 發電場控制單元
- 16 . . . FCU 匯流排
- 18 . . . SCADA 系統
- 20 . . . SCADA 匯流排
- i_{QS1} . . . 控制值/無效電流目標值
- i_{QS2} . . . 控制值/無效電流目標值
- i_{QS3} . . . 控制值/無效電流目標值
- FCU . . . 發電場控制單元

圖 2

發明摘要

※ 申請案號：103119943

※ 申請日：103. 6 9

※IPC 分類：H02J 3/38 (2006.01)

F03D 7/00 (2006.01)

【發明名稱】

用以將電力饋入供電網之方法

METHOD FOR FEEDING ELECTRICAL POWER INTO AN
ELECTRICAL SUPPLY GRID

【中文】

本發明係關於用於藉由包括若干風力發電設備(4)之一風力發電場(2)將電力饋送至一供電網(8)中之一方法。該方法包括該等步驟

在一電網連接點(6)處饋入該電力，

藉由一發電場控制單元(14)，在該電網連接點(6)處記錄至少一個電網狀態參數，

對該供應網(8)檢查一暫態過程之存在，及

一旦已偵測到存在一暫態過程，則發送及/或按一增大之時鐘率發送由該發電場控制單元(14)量測之該等值及/或由該發電場控制單元(14)判定之該等控制值(i_{QS1} 、 i_{QS2} 、 i_{QS3})至該等風力發電設備(4)。

【英文】

The invention relates to a method for feeding electrical power into an electrical supply grid (8) by means of a wind farm (2) comprising several wind power installations (4). The method comprises the steps of

- feeding the electrical power at a grid connection point (6),
- recording at least one grid state parameter at the grid connection point (6) by means of a farm control unit (14),
- checking the supply grid (8) for the presence of a transient process and
- sending, and/or sending at an increased clock rate, the values measured by the farm control unit (14) and/or the control values (i_{QS1} , i_{QS2} , i_{QS3}) determined by the farm control unit (14) to the wind power installations (4), once the presence of a transient process has been detected.

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第（2）圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

2	風力發電場
4	風力發電設備
6	電網連接點
8	供電網/供應網
10	風力發電場電網
12	變壓器
14	發電場控制單元
16	FCU匯流排
18	SCADA系統
20	SCADA匯流排
i_{QS1}	控制值/無效電流目標值
i_{QS2}	控制值/無效電流目標值
i_{QS3}	控制值/無效電流目標值
FCU	發電場控制單元

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：

無

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動)

【發明名稱】

用以將電力饋入供電網之方法

METHOD FOR FEEDING ELECTRICAL POWER INTO AN
ELECTRICAL SUPPLY GRID

本發明係關於用於藉由一風力發電場將電力饋入供電網之一方法。本發明此外係關於一對應之風力發電場。

藉由包括若干風力發電設備之一風力發電場之電力之饋送係眾所周知的。於此，一風力發電場之若干風力發電設備在其等功能方面組合，且其等(尤其)穿過一共同電網饋入點(亦被稱為電網連接點或PCC (共同耦合點))饋入供電網中。該風力發電場常具有一發電場控制或發電場控制單元，其為該風力發電場實現共同任務。此可包含(例如)在一網營運商與一風力發電設備之間傳輸資訊或為待被饋入之有效電力實施一外部電力參數。

此外，現已知風力發電設備(包含風力發電場)積極參與到各自供電網之所謂電網支援中。此包含促成穩定供電網內之電壓。此亦包含在發生一系統事故(諸如一電網短路)的情況下採取穩定化量測。風力發電場及風力發電設備之此等性質常在該供電網之營運商(電網營運商)之互連規則中規定，且可必須由風力發電場或風力發電設備之營運商證明。

在(例如)美國申請案US 2006 0142899 A1中展示一發電場控制。在(例如) DE 197 56 777、US 6 965 174及US 7 462 946中描述電網支援方法。

在電網連接點處饋入之電力及因此在電網連接點處饋入之能量(或更精確而言，饋入之相電流)係由個別風力發電設備產生之電流組成。因此係由風力發電設備產生且提供(按數量及相位)各自電流及因此饋入之總電流。憑藉現代風力發電設備，此係藉由使用一或多個頻率反相器來實現。此意謂風力發電設備亦採取各自電網穩定及電網支援量測。此處(尤其係)使風力發電設備(特定言之風力發電場)滿足電網支援上之愈增需求係困難的。證明所需之電網支援之性質亦係困難的。

在一電壓降的情況下快速實施一電網支援量測可係特別困難的。此處，快速判定一系統事故(特定言之線電壓中之一下降)及在一對應系統事故的情況下快速採取電網支援量測係困難的。對於一快速量測之建議已在US 20120169059 A1中描述。此已使非常快速地判定電網之一狀態且記錄(特定言之)線電壓成為可能。然而，在一系統事故的情況下快速採取量測仍係困難的。

本發明之目的因此係解決以上問題之至少一者。特定言之，其目的係對於高品質電網支援及/或快速響應電網支援建議一解決方案，其中性質可係盡可能佳之證據。應至少提供一替代解決方案。

根據本發明，提供根據技術方案1之一方法。此方法因此係基於包括若干風力發電設備之一風力發電場。該風力發電場饋電至一供電網中，即在一電網連接點處，其中至少一個電網狀態參數係藉由一發電場控制單元判定。特定言之，此狀態變量係在電網連接點處之電線電壓。所提出之方法基本亦係用於饋電至供電網中之一個別風力發電設備。

再者，亦檢查供電網在電網中是否存在一暫態過程。供電網將通常(及因此當在穩態時)展示具有固定頻率及固定振幅之一近似正弦電壓。頻率及振幅兩者皆可在非常緊密之界限內變化而從不脫離正常

狀態之標準。亦可存在自正弦線之細微偏差(特定言之對稱及非對稱諧波)。此處，電壓之有效值可足夠作為電壓振幅。其通常亦可足以僅使用一個相之電壓。

吾人正談及在電壓顯著偏離上述正常狀態(例如在其下降至小於其額定值之90%之一值時)時之一暫態過程。一暫態過程因此指定自正常、正弦電壓曲綫之一顯著脫離。此亦包含關於自正常正弦電壓曲綫偏離之此狀態之一改變。此一暫態過程之一特定實例係歸因於電網總之一短路之線電壓中之一下降。因此，電壓可忽然下降至零。然而，電壓亦可僅下降部分。特定言之，吾人正談及在電壓在短路之位置處直接下降至零時之此部分下降，然而受影響之供應網保持運作使得可在遠離短路位置處之供應網之其他點處維持一電壓。然而，即使在所關注點處之電壓並未下降至零，一快速電壓降無論如何將存在。

在此方面，一暫態過程亦意謂供應網中之一非穩定狀態，且此亦係此一過程被稱為暫態過程之原因。

若識別一暫態過程，由發電場控制單元量測之值則經傳輸至個別風力發電設備。根據此，(特定言之)在電網連接點處之供應網中之電壓之量測之值最初並非被傳輸至個別風力發電設備；僅在已識別一暫態過程後傳輸其等。此意謂只要未識別到暫態過程，風力發電設備本質上則可在正常狀態中獨立運作(無論如何比在已識別一暫態過程時更獨立)。

作為一替代，(特定言之)經平均或計算至實際值之所記錄之量測之值係由發電場控制單元傳輸至亦處於正常狀態中之個別風力發電設備，但其等按一較慢之時鐘率傳輸(例如按每秒一個值)。若識別一暫態過程，則傳輸時鐘率被顯著增大(例如)至20毫秒(ms) (即，每20ms一個值或一組值)。在一50Hz電網的情況下，此值等於對於各週期之一值或一組值。

此意謂當識別一暫態過程時，風力發電設備將自電網連接點直接接收其等值(且特定言之按一非常高之時鐘率)，且其等可因此將其等控制調適至所需之電網支援。自電網連接點之值之傳輸亦確保在各自風力發電場處之所有風力發電設備接收相同值。此可使風力發電設備彼此間非常密切地協調。

具有一低時鐘率之量測值包含(特定言之)(例如)藉由監測電網之狀態而計算之此等值。其等因此與具有一較高時鐘率之量測值區分，該等具有較高時鐘率之量測值亦可被稱為經取樣之量測值且當與記錄有關時具有至少1kHz(較佳地5kHz)之一時鐘率或(各自)取樣率。

如在下文中描述，量測值的記錄與量測值之所提出的傳輸及控制值的判定與傳輸兩者可按一高或低時鐘率發生，除非一具體實施例另有明確提出。

再者，另外(或在替代方案中)提出發電場控制單元將控制值直接傳輸至個別風力發電設備(特定言之，設定待被設定的點值)。協調控制係特別對於電網支援量測之一選項，因此可由發電場控制單元相當容易地採取且執行該等量測。此處，發電場控制單元甚至不必具有其自身之頻率反相器或類似系統來協調及將電流饋入供電網中。其僅藉由控制風力發電設備之各自系統來實現此協調控制。較佳地，發電場控制單元在電網連接點處記錄饋入電流的細節(特定言之饋入電流之數量及相位)，即風力發電場之饋入總電流的細節。

根據一個實施例，因此提出記錄供應網之電壓作為在電網連接點處之電網狀態參數，且記錄至少一個饋入電流及/或饋入無效電力之相位角。此外或替代地，吾人亦可記錄饋入電流之數量，且將電壓納入考量，吾人可基於饋入電流之數量及相位來判定無效電力。藉由記錄及可能提供在電網連接點處之此等中間量測值，吾人可藉由風力發電場之風力發電設備來協調風力發電場之饋電。再者，此可完全地

改良(或致能)風力發電場之饋入性質的可驗證性。

較佳地，待饋入之電流之相位作為一控制值傳輸至個別風力發電設備。以此方式，吾人可影響待饋入之總電流(特定言之，待饋入之無效電流)。

根據一個實施例，提出對風力發電設備之各者個別化傳輸至風力發電設備的控制值。最初已特別設有線電壓之一值及饋入電力及饋入無效電力之總值的發電場控制單元最初可判定待饋入之總無效電力及/或待饋入之總無效電流的目標值。該等總值接著可經分佈於個別風力發電設備間。接著基於該等值或其他值來計算個別風力發電設備之一個別目標值，且此等個別目標值可接著經傳輸至各自風力發電設備。為此，發電場控制單元可考量在風力發電場處之個別風力發電設備的總目標值及知識。當所有風力發電設備係相同的且在風力發電場處運作時，風力發電設備可接收相同值。若一風力發電場包括不同風力發電設備，則可能考量此等差異的，特定言之，在其等標稱電力方面的差異。為此，個別化控制值。尤其當一風力發電場包括相同或本質上相同之風力發電設備的群組時，僅按群組來個別化此等控制值係有利且足夠的。在該情況下，屬於一風力發電設備群組的各風力發電設備將接收與該群組之其他風力發電設備相同的控制值。

此處，特定言之，控制值提供待饋入之一無效電流之一個無效電流目標值。所有風力發電設備之無效電流目標值之總和提供指示在電網連接點處饋入之無效電流之數量之一總無效電流目標值。藉由發電場控制單元提供為控制值之一風力發電設備之各自無效電流目標值取決於各自風力發電設備及電網連接點之總無效電流目標值之電流饋入容量。

根據一個實施例，在此方面提出各風力發電設備應以(特定言之)可經設計為電力箱之若干饋入單元為特徵。該等饋入單元產生各待饋

入至供電網中之電流，且其等可經設計為反相器(或以反相器為特徵)。較佳地，(特定言之)相較於在風力發電場處之其他風力發電設備(即使風力發電設備具有不同大小)，各饋入單元在其饋入容量方面具有相同大小，特定言之在其可產生且饋入之電流方面。因此，此處提出且當作一基礎的係一概念，其中透過一不同數目之反相器來實現不同饋入容量。相對於個別風力發電設備，較佳地基於現存饋入單元之各自數目(即，基於反相器單元之數目)計算且指定經個別化之無效電流或待饋入之其他電流。

發電場控制單元知道各風力發電設備之饋入單元之數目且可相應計算經個別化之控制值。

根據又一實施例，提出基於各自風力發電設備之標稱有效電力及/或標稱有效電流計算各風力發電設備或各風力發電設備群組之無效電流目標值及/或一有效電力設定點，且將其相應地傳輸至風力發電設備。較佳地，僅將考量當前處於運作中或準備運作之饋入單元及/或風力發電設備。

因此，各自標稱有效電力或標稱有效電流表示可經饋入之容量。當前處於運作中之風力發電設備所有標稱有效電力或標稱有效電流之總和因此亦反映(若存在足夠風力)由風力發電場全部可得之有效電力容量或有效電流容量。

標稱電流之考量提供在每一情況下實際饋入之電流之多少之一量測。風力發電設備之組態(其等個別饋入單元及/或現存線之組態)係基於此標稱電流及/或可限制此標稱電流。即使存在少量風，饋入許多無效電力(通常甚至多於有效電力)仍係可能的。儘管存在少量風時僅可產生少量有效電流係正確的，然而產生更多無效電流係可能的。然而，總電流及因此亦為無效電流係由風力發電設備之技術設計所限制，特定言之由饋入單元及/或連接線限制。因此提出考量此，此可

藉由考量各自標稱電流而實現。

根據一個實施例，提出傳輸至風力發電設備(4)之控制值(i_{QS1} 、 i_{QS2} 、 i_{QS3})應

在相位之間係不同地，

包含一非平衡因數及/或

經由一正序組件及一逆序組件指定，特定言之其中傳輸之控制值各指定待饋入之一無效電流之一個無效電流目標值(i_{QS1} 、 i_{QS2} 、 i_{QS3})。

因此，本發明係基於一共同三相系統，且考量非對稱性可在相位之間發生。對待被傳輸之控制值亦考量該等非對稱性。為此提出若干選項，其等包含應用對稱組件之方法且透過一正序組件及一逆序組件相應指定控制值之選項。特定言之，對待被饋入之一無效電流指定目標值。

宜藉由下列事實來識別一暫態過程：

線電壓下降至一預定電壓界限以下，

線電壓超過一預定上電壓界限，

線電壓隨一時間梯度改變，在其值方面超過修改界限，及/或

藉由一參考值加權線電壓之一差異且線電壓之時間梯度經加權且合計至一總標準，其在絕對數字或值方面超過一總界限。

若線電壓下降至一預定電壓界限(例如，供電網之標稱電壓的90%)以下，則識別電壓中之一下降及因此一暫態過程。一額外或替代選項係記錄線電壓之一轉化率。為此，提出相應監測線電壓的時間梯度(即，在與時間相關之何梯度處線電壓改變)。特定言之，此處記錄電壓中之一下降(即，一負斜率及因此一負梯度)，其在值方面與一修改界限比較。此一修改界限可係(例如)每毫秒(ms)一伏特，或其可係基於一標準化值(諸如每秒百分之一之一梯度)，其中百分之百之一

電壓對應於供電網之標稱電壓。以此方式，在電壓絕對值方面顯著改變之前，於一梯度值方面係大的情況下，識別一電壓降或其他干涉。

不僅藉由一電壓降且亦藉由一強電壓超高可造成供電網中之一干涉。因此，提出甚至記錄此電壓超高作為一暫態過程。特定言之，當電流線電壓超過正常線電壓(特定言之供電網之標稱電壓)大於10%時(即，當其大於110%時)，存在一強電壓超高。

較佳地，提出觀察線電壓絕對值與電壓梯度兩者。可藉由一方面觀察在線電壓與一參考值之間之一電壓差，且另一方面觀察線電壓之時間梯度來考量。該電壓差及該梯度兩者皆在值方面經加權且合計。一般而言，兩個權重將區分，且其等亦可一方面考量絕對電壓之不同單位，且另一方面考量電壓梯度之不同單位。較佳地，兩個權重經選定使得加權值係無單位的。

若(例如)線電壓係低於一參考值而電壓梯度指示該電壓又上升，則此亦否定一暫態過程之識別。

根據一個實施例，提出在供應網中識別一暫態過程時自一穩態切換至一暫態控制，及/或在識別到一暫態過程已結束時自一暫態控制切換回一穩態控制。因此，取決於一暫態過程是否存在，提出使用一基本上不同之控制，即(特定言之)基本上係一發電場控制。

在一穩態控制的情況下，提出並不給各風力發電設備提供待饋入之無效電流之任何默認值及/或待設定之相位角之任何默認值。此意謂風力發電場之風力發電設備本質上將憑藉穩態控制更獨立地運作。

在一穩態控制的情況下，一個實施例提供在電網連接點處已由發電場控制記錄之量測電壓值應經傳輸至風力發電設備作為具有一第一時鐘率之一平均值，或此等量測電壓值完全不應經傳輸至風力發電設備，但風力發電設備反而應使用自身量測值。所提出之第一時鐘率

係一相對低之時鐘率，其可係(例如)一毫秒(ms)。

在一暫態控制的情況下，提出為各風力發電設備提供待饋入之無效電流及/或待設定之一相位角之默認值。此意謂個別風力發電設備之各自調節及控制之獨立性之一非常清晰且劇烈之干涉。迄今為止，風力發電設備不僅已獨立調整而且已獨立判定相位角，其有時係必要的。根據此實施例，在一暫態控制(即，當識別一暫態過程時使用之一控制)的情況下此不再發生。在一暫態控制的情況下(特定言之，其建議已由一電網短路或類似物造成之一電壓降)，如在此情況下所識別且實現，風力發電場快速地、有目的地且以較佳明顯可再生且明確界定之一方式運作係尤其有利的。藉由具有發電場控制單元來提供目標值，當供應網處於此一困難且敏感之狀態中時，風力發電設備按一針對性方式協調。

在暫態控制的情況下，在電網連接點處之量測電壓值較佳地經判定且傳輸至風力發電設備作為瞬時值或似瞬時值。一瞬時值之即時記錄及利用實際上係不可能的，但使用快速量測值係可能的，(特定言之)快速量測值並非分配於電網平均若干時段內，而是僅分配於各自當前時段。自一實際觀點來看，其等係瞬時值(至少係似瞬時值)。(例如)各自在專利申請案DE 10 2009 031 017或US 2012 0169059 A1中描述記錄此等量測值之一個可能性，且其中描述用於記錄量測值(特定言之，在一三相電壓網路中之電壓)之一方法亦在本文中提出。在此方面，該專利申請案之標的係本描述之所考量之部分。

另外或替代地，提出按經增加超過第一時鐘率之一第二時鐘率將此等量測電壓值傳輸至風力發電設備。以此方式，風力發電設備非常快速且(再者)同時接收在電網連接點處之供電網之電壓之電流值。第二時鐘率經選定如此高使得各自值經傳輸至風力發電設備如此快速且具有快速調適，使得在一電壓降之一困難且快速改變(特定言之)

電網短路)之情況下一對應電網支援可按必要速度執行。

較佳地，風力發電場經控制，使得待饋入之一最小總有效電力基於在電網連接點處饋入或在在電網連接點處待饋入之總無效電力而不被削弱。此處，即使在短路電流饋送的情況下，吾人仍可實現最小電力饋送。此最小有效電力可取決於饋入或待饋入之有效電力。

另一實施例提出將一暫態過程之偵測通知控制供電網之一電網控制中心。以此方式，吾人可使電網控制中心被通知此暫態過程(即，系統事故)。再者，電網控制中心之此通知亦各自暗示現預期風力發電場之一對應行為，或電網控制中心將能夠理解風力發電場之行為。

較佳地，提出在電網連接點處之至少一個組態變量(特定言之線電壓)經連續且按一未衰減之時鐘率量測。然而，提出僅在偵測一暫態過程時將此量測電網狀態參數傳輸至風力發電設備，或提出至少僅在一暫態過程之情況下此傳輸按一盡可能高之時鐘率發生(特定言之，按量測各自電網狀態參數之時鐘率)。

以此方式，吾人可實現，高速記錄一電網控制，即具有盡可能少之延遲。然而，一系統事故之記錄應係一巨大之例外，且因此提出傳輸各自資料，或按一未衰減之時鐘率且盡可能快速地傳輸資料，僅一次一暫態過程(即，在電網中之一干涉)已被實際識別。

再者，根據本發明，提出經準備用於在一電網連接點處饋送電力至一供電網中之一風力發電場。此風力發電場包括若干風力發電設備及一個發電場控制單元。風力發電場(特地言之，其發電場控制單元)經準備用於執行根據上述實施例之至少一者之一方法。

【圖式簡單說明】

參考隨附圖式，下文基於示例性實施例更詳細地描述本發明。

圖1展示一風力發電設備之一透視圖。

圖2展示根據本發明可經控制之一風力發電場之一示意圖。

圖1展示具有一塔架102及一吊艙104之一風力發電設備100。具有三個轉子葉片108及一旋轉器110之一轉子106經安置於吊艙104上。當運作時，轉子106藉由風被帶至一旋轉運動，且從而驅動吊艙104中之一發電機。

圖2展示具有示例性三個風力發電設備4之一風力發電場2，其在共同電網連接點6處饋電至一供電網8中(其亦可簡單地被稱為電網)。風力發電設備4產生待被饋入之電流，其等經聚集於一風力發電場電網10中且經傳輸至一變壓器12。在變壓器12中，風力發電場電網10中之電壓經提高至供應網8之一對應電壓。

饋入之實際電流 I_{ist} 及現實際電壓 U_{ist} 係在電網連接點6處被量測且因此在展示之實例中之變壓器12後(即，在面朝電網8之側處)，且為考量及評估之目的作為量測值提供至一發電場控制單元14。

發電場控制單元14 (亦被稱為FCU)經由一FCU匯流排16與個別風力發電設備4通信。再者，發電場控制單元14與一SCADA系統18通信，在一定程度上可經由SCADA系統18控制及/或監測風力發電場及個別風力發電設備。再者，SCADA系統18經由一SCADA匯流排20與風力發電設備通信。

根據一個實施例，提出使在電網連接點6處之量測值亦由發電場控制單元14評估以偵測供電網8中之一暫態過程。電流量測值接著經由FCU匯流排16盡可能快速且按一高時鐘率傳輸至風力發電設備4。特定言之，此可包含各自電流電壓，其在電網連接點6處被記錄。按一高時鐘率傳輸之此等電流量測值亦可包含在饋入電流之相位角上之資訊，即在饋入實際電流與記錄之實際電壓之間的相位角。

另外或替代地，對發電場控制單元14提出，一旦在電網8中已偵測一暫態過程，則經由FCU匯流排16傳輸控制值至風力發電設備4。

特定言之，待亦按一高時鐘率傳輸之控制值包含一無效電流目標值 i_{Qs} 。特定言之，風力發電設備4之各者所傳輸一個別無效電流目標值 i_{Q1} 、 i_{Q2} 或 i_{Q3} 。個別地對於各相位傳輸值亦係可能的。此亦可藉由傳輸一值以及一非平衡因數，或依照對稱組件之方法對於正序與逆序兩者傳輸一目標值(例如，一無效電流目標值)而發生。可因此自在發電場控制單元14中之電網連接點6處之電力及電壓之量測值直接計算此等目標電流，其中此等電流經調諧且傳輸至各自風力發電設備4。風力發電設備4可接著直接調整該等所需之無效電流。發電場控制單元14因此亦可控制且因此在假定風力發電設備4將能夠實施預定目標值時在早期偵測將被饋入之總電流(特定言之總無效電流)。

特定言之，此一方法亦改良風力發電場2之故障越控(已被稱為FRT)且證明風力發電場之具體行為。以此方式，吾人尤其亦可以提供用於將風力發電場2連接至供電網8所需要的必要保證。特定言之，此亦改良使風力發電場為此一尤其關鍵的情況所驗證之可能性。

在此方面，提出之解決方案脫離風力發電場中之先前位置，其中各風力發電設備處理其自身之控制(包含FACTS控制)。目前，可由發電場控制單元14集中執行控制。待在各情況中產生之電流之具體實施繼續由個別風力發電設備執行。各個別風力發電設備常未意識到饋送點處之精確電壓位準及具體相位角係優點之一者。較佳地，量測將基於一所謂空間向量方法在電網連接點處實現。此一方法在文件US 2012/0169059中描述且亦可被稱為電網狀態監測。

當指定無效電力目標值時，吾人將首先判定整個風力發電場之一總無效電力目標值，其接著可分解為風力發電場之各風力發電設備之個別目標值。此可持續實現，但其亦可根據電力箱之數目(即，所採用之饋入單元或反相器單元)而實現，且其可根據有時可用之電力箱而實現，其中發電場控制單元14設有關於在該時刻電力箱(即，反

相器)可用且準備使用之資訊。待考量之一個標準亦可係各自風力發電設備是否在所關注之時刻處於使用中。迄今為止，在風力發電設備之位準處而非在風力發電場之位準處發生之現有風力發電場之故障越控(FRT)意謂各風力發電設備為其自身獨立執行此FRT，此亦使證明在一風力發電場之電網連接點處之FRT特性係困難的。現已藉由提出之解決方案改良此。

前者概念之另一問題係在個別風力發電設備內之FACTS控制並不意識到電網連接點處之電壓位準及相位角之外表。特定言之，現提出自電網連接點傳輸電壓信號至風力發電設備以實現對於無效電流之一具體供應及因此對於在電網連接點處之一理想電網支援之一相對調整。可按正弦形式或如已按空間向量方法分配之值來傳輸值。

另外或替代地，提出判定一總無效電流振幅目標值且取決於風力發電場之組成而將其傳輸至風力發電設備。

【符號說明】

2	風力發電場
4	風力發電設備
6	電網連接點
8	供電網/供應網
10	風力發電場電網
12	變壓器
14	發電場控制單元
16	FCU匯流排
18	SCADA系統
20	SCADA匯流排
100	風力發電設備
102	塔架

104	吊艙
106	轉子
108	轉子葉片
110	選擇器
i_{QS1}	控制值/無效電流目標值
i_{QS2}	控制值/無效電流目標值
i_{QS3}	控制值/無效電流目標值
FCU	發電場控制單元

申請專利範圍

1. 一種將包含若干風力發電設備(4)之一風力發電場(2)之電力饋入一供電網(8)中之方法，其包括步驟：
 - 在一電網連接點(6)處饋入該電力，
 - 藉由一發電場控制單元(14)，在該電網連接點(6)處記錄至少一個電網狀態參數，
 - 對供應網(8)檢查一暫態過程之存在，及
 - 一旦已偵測到存在一暫態過程，則發送及/或按一增大之時鐘率發送由該發電場控制單元(14)量測之該等值及/或由該發電場控制單元(14)判定之該等控制值(i_{QS1} 、 i_{QS2} 、 i_{QS3})至該等風力發電設備(4)。
2. 如請求項1之方法，其中將下列記錄為在該電網連接點(6)處之該電網狀態參數：
 - 該供應網(8)之該電壓，
 - 至少一個饋入電流之相位角，
 - 該至少一個饋入電流之值及/或
 - 該饋入無效電力
 - 及/或
 - 待饋入之該電流之該相位作為一控制值經傳輸至該等個別風力發電設備。
3. 如請求項1或2之方法，
 - 其中傳輸至該等風力發電設備(4)之該等控制值(i_{QS1} 、 i_{QS2} 、 i_{QS3})係對於該等風力發電設備(4)之各者及/或對於該風力發電場(2)之該等風力發電設備(4)之群組個別化，特定言之
 - 該等控制值各提供待饋入之一無效電流之一個無效電流目

標值(i_{QS1} 、 i_{QS2} 、 i_{QS3})，

所有風力發電設備(4)之該等無效電流目標值(i_{QS1} 、 i_{QS2} 、 i_{QS3})之總和提供指示在該電網連接點(8)處待饋入之無效電流之該數量之一總無效電流目標值，及/或

一風力發電設備(4)之各自無效電流目標值取決於該風力發電設備(4)之該電流饋入容量，及/或

該電網連接點(8)之該總無效電流目標值之該電流饋入容量。

4. 如請求項3之方法，

其中各風力發電設備(4)以用於產生待饋入一供電網(8)中之一電流之若干饋入單元為特徵，且該各自風力發電設備(4)之該無效電流目標值(i_{QS1} 、 i_{QS2} 、 i_{QS3})越高，則該各自風力發電設備(4)以之為特徵及/或具有其功能之該等饋入單元越多，特定言之，與該等各自饋入單元之該數目成比例。

5. 如請求項3之方法，

其中該無效電流目標值(i_{QS1} 、 i_{QS2} 、 i_{QS3})及/或一有效電力設定點係依據該各自風力發電設備(4)之該標稱有效電力及/或標稱電流而判定，或在該各自風力發電設備(4)處於運作的情況下，經傳輸作為關於該標稱有效電力及/或標稱電流而經標準化之一值。

6. 如請求項1或2之方法，其中該供電網(8)係一三相電網且經傳輸至該等風力發電設備(4)之該等控制值(i_{QS1} 、 i_{QS2} 、 i_{QS3})

係在相位間不同，

包含一非平衡因數及/或

經由一正序組件及一逆序組件指定，特定言之，其中該等經傳輸之控制值各指定待饋入之一無效電流之一個無效電流目標

值(i_{QS1} 、 i_{QS2} 、 i_{QS3})。

7. 如請求項1或2之方法，

其中識別一暫態過程，因為

該線電壓下降低於一預定電壓界限，

該線電壓超過一預定上電壓界限，

該線電壓隨一時間梯度改變，其在其值方面超過該修改界限，及/或

該線電壓之一差係由一參考值加權且該線電壓之該時間梯度經加權且合計至一總準則，其在其絕對數字或值方面超過一總界限。

8. 如請求項1或2之方法，

其中

若在該供應網(8)中識別一暫態過程，則自一穩態切換至一暫態控制，及/或

若辨識一暫態過程已結束，則自一暫態切換回至一穩態控制，及

在一穩態控制的情況下，該發電場控制單元(14)

並不將待饋入之該無效電流及/或待設定之一相位角之任何默認值提供至各風力發電設備(4)，及/或

在該電網連接點(6)處之量測電壓值按一第一時鐘率及/或不按時鐘率作為平均值傳輸至該等風力發電設備(4)，及/或

在一暫態過程的情況下，該發電場控制單元(14)

為各風力發電設備(4)提供待饋入之該無效電流及/或待設定之一相位角之默認值，

在電網連接點(6)處之量測電壓值作為瞬時值及/或按經增大超過該第一時鐘率之一第二時鐘率傳輸至該等風力發電設備

(4)，及/或

該風力發電場(2)經控制，使得待饋入之一最小總有效電流基於在該電網連接點(6)饋入或在該電網連接點(6)待饋入之該總無效電力而不被削弱。

9. 如請求項1或2之方法，

其中一暫態過程之該偵測經通知給控制該供電網(8)之一電網控制中心。

10. 如請求項1或2之方法，

其中在該電網連接點(6)處之該至少一個電網狀態參數按一未衰減之時鐘率連續量測，但僅基於一暫態過程之偵測傳輸至該等風力發電設備(4)，或按一高時鐘率傳輸，特定言之，按該第二時鐘率傳輸，其中該第二時鐘率宜對應於該未衰減之時鐘率，按其量測該至少一個電網狀態參數。

11. 一種在一電網連接點(6)處將電力饋送至一供電網(8)中之風力發電場(2)，其包括：

若干風力發電設備(4)及

一個發電場控制單元(14)，其中

該風力發電場(2)，特定言之，該發電場控制單元(14)，經準備用於執行根據請求項1至10之任一項之一方法。

圖式

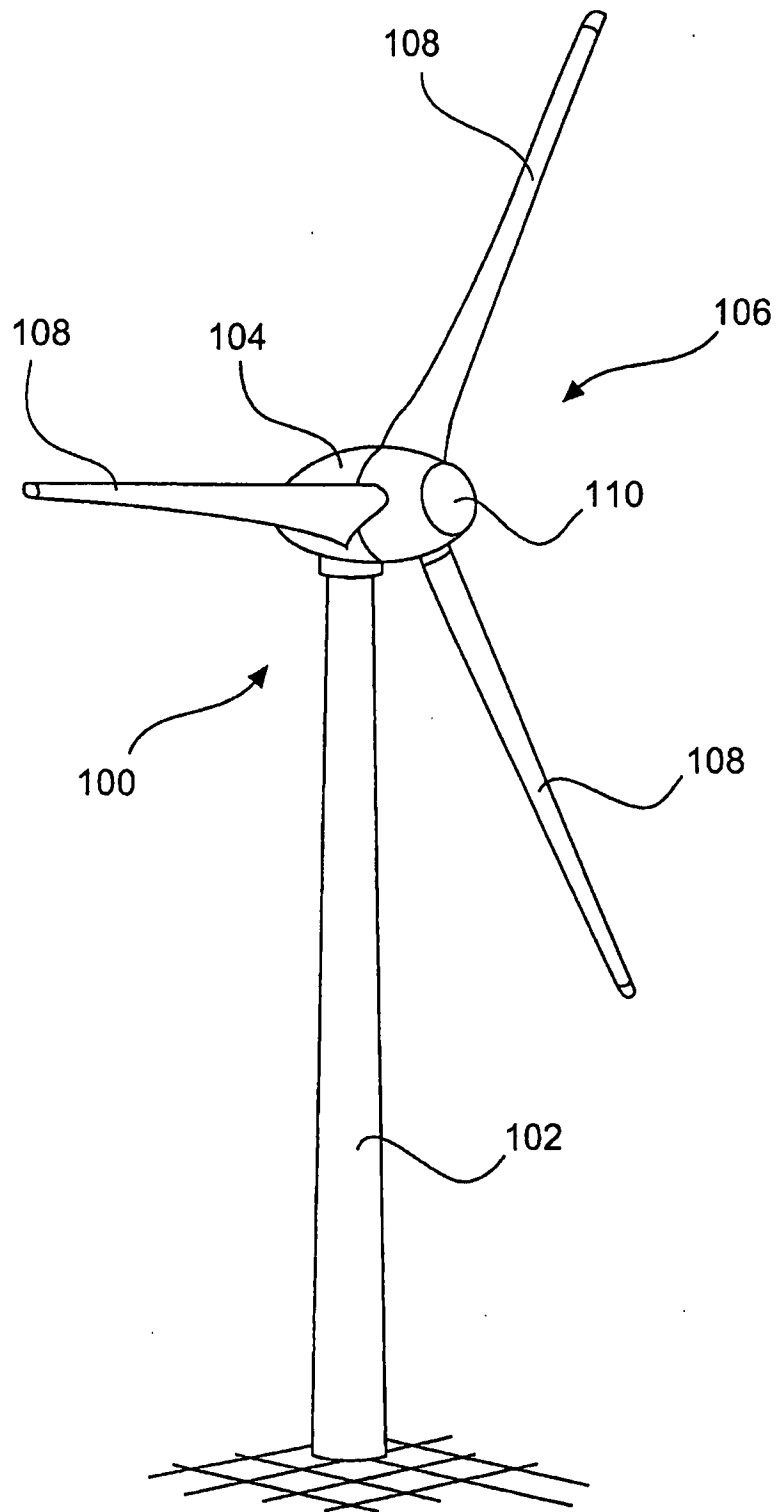


圖 1

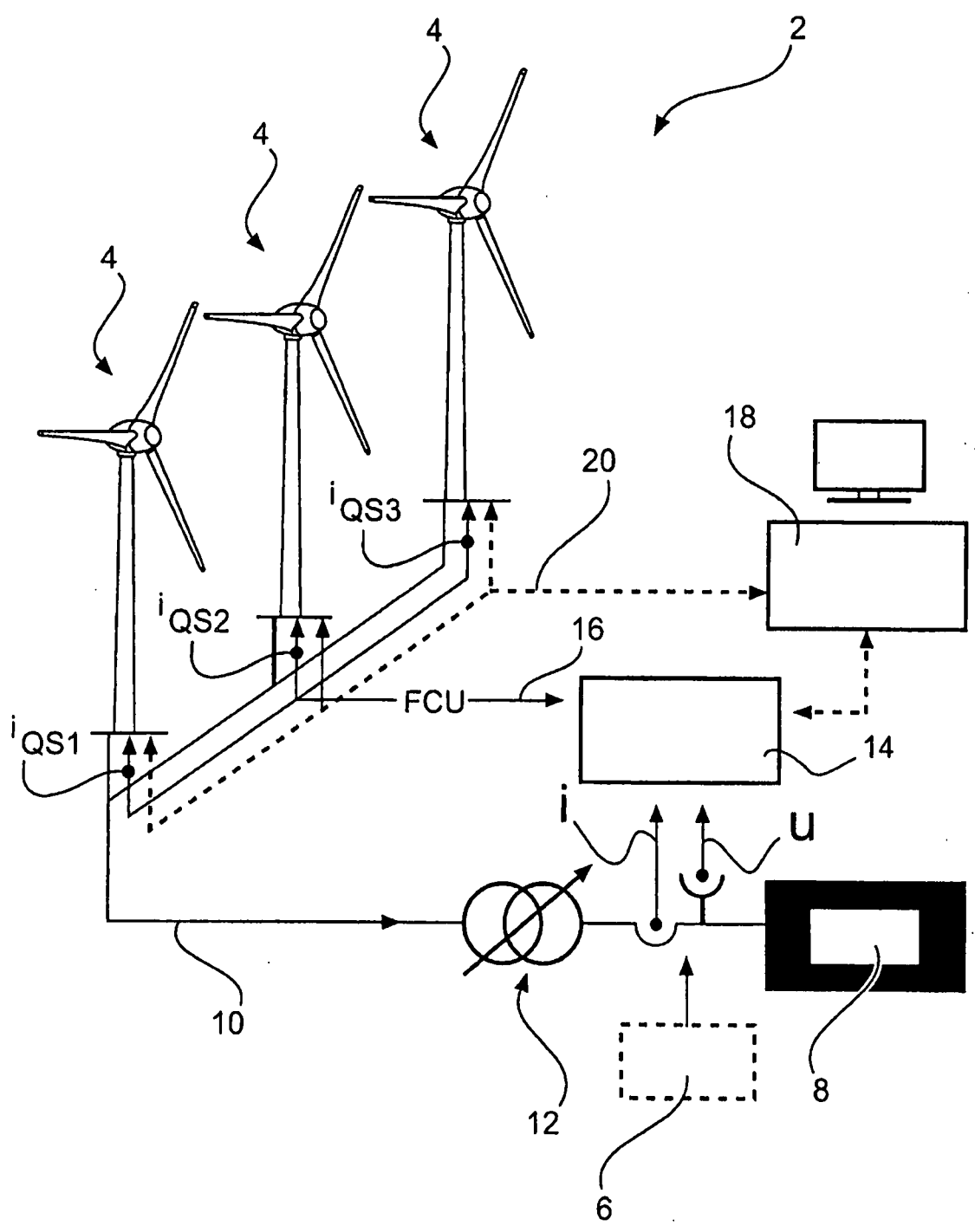


圖 2