



REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL

Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior  
Instituto Nacional da Propriedade Industrial



## CARTA PATENTE N.º PI 0115702-7

*Patente de Invenção*

O INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL concede a presente PATENTE, que outorga ao seu titular a propriedade da invenção caracterizada neste título, em todo o território nacional, garantindo os direitos dela decorrentes, previstos na legislação em vigor.

(21) Número do Depósito : PI 0115702-7

(22) Data do Depósito : 15/11/2001

(43) Data da Publicação do Pedido : 06/06/2002

(51) Classificação Internacional : F03D 1/00; H02J 3/18

(30) Prioridade Unionista : 28/11/2000 DE 100 59 018.7

(54) Título : PARQUE EÓLICO COM REGULAGEM AJUSTADA PARA FORNECIMENTO DE UMA POTÊNCIA APARENTE CONSTANTE À UMA REDE ELÉTRICA

(73) Titular : ALOYS WOBLEN, Engenheiro(a). Endereço: Argestrass 19, D-26607 Aurich, Alemanha (DE).  
Cidadania: Alemã.

(72) Inventor : Aloys Wobben, Engenheiro(a). Endereço: Argestrass 19, D-26607 Aurich, Alemanha. Cidadania: Alemã.

Prazo de Validade : 10 (dez) anos contados a partir de 02/12/2014, observadas as condições legais.

Expedida em : 2 de Dezembro de 2014.

Assinado digitalmente por  
Júlio César Castelo Branco Reis Moreira  
Diretor de Patentes



## “PARQUE EÓLICO COM REGULAGEM AJUSTADA PARA FORNECIMENTO DE UMA POTÊNCIA APARENTE CONSTANTE À UMA REDE ELÉTRICA”

5 A presente invenção se refere a uma instalação de energia eólica ou a um parque eólico consistindo de uma multiplicidade de instalações de energia eólica.

Instalações de energia eólica ou um parque eólico compreendendo as mesmas são regularmente conectadas com uma rede de tensão, na qual a corrente elétrica gerada é alimentada ou é fornecida.

10 A particularidade da alimentação de corrente em instalações de energia eólica consiste no fato de que, em virtude das relações de vento fortemente flutuantes, também a potência alimentada flutua correspondentemente. Isto é uma grande diferença com relação a geradores de energia, tais como usinas nucleares, usinas hidráulicas, usinas operadas por  
15 carvão ou por gás natural, nas quais flutuações possivelmente também podem ser observadas ao longo de longos períodos de tempo, mas que não envolvem flutuações de potência por períodos de tempo relativamente curtos. Por conseguinte, usinas nucleares, usinas hidráulicas, usinas que operam com gás natural, etc., são mais usadas para fornecer a carga básica de uma rede,  
20 enquanto as instalações de energia eólica estão em posição de prover também uma carga básica de corrente apenas em regiões com vento contínuo.

Portanto, onde instalações de energia eólica que provêem sobretudo uma alimentação de potência com muita flutuação, a empresa de suprimento de eletricidade (ESE) também tem que freqüentemente  
25 implementar uma medida de estabilização ou de suporte para a rede, pois, por parte da ESE é desejado que não existam flutuações de corrente e tensão na rede.

O objetivo da presente invenção é de evitar ou pelo menos reduzir as desvantagens acima mencionadas.

O objetivo é atingido por meio de uma instalação de energia eólica ou de um parque eólico compreendendo uma multiplicidade de instalações de energia eólica, com a característica de acordo com a reivindicação 1. Desenvolvimentos vantajosos são descritos nas reivindicações subordinadas.

A invenção provê que, independentemente da oferta corrente de vento e da potência que é assim disponível da instalação de energia eólica, uma instalação de energia eólica ou um parque eólico compreendendo uma multiplicidade de instalações de energia eólica, forneça uma potência aparente constante à rede.

Se calcula esta potência aparente de acordo com a seguinte fórmula:

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2},$$

onde S está para a potência aparente, P para a potência ativa e Q para a potência reativa. Caso a potência ativa disponível se eleve em virtude de uma correspondente oferta de vento, a parcela de potência reativa é também correspondentemente reduzida. Esta correlação pode ser mais detalhadamente depreendida a partir das figuras 1 e 2 anexas.

A vantagem da invenção situa-se em uma ação de estabilização ou de suporte sobre a rede de suprimento de corrente. Se reduzida potência ativa é disponível, por exemplo, em consequência reduzida oferta de vento, a qualidade da rede pode ser melhorada por meio da provisão de potência reativa. Resulta disto novamente reduzidas flutuações de tensão, as quais, além disto, certamente podem significar que o fornecimento de energia elétrica para a rede tem que ser reduzido, se a tensão na rede atingir um valor de limite superior. A respectiva parcela de potência reativa pode ser ajustada de tal maneira, que ela é capacitiva ou indutiva.

Se existir suficiente potência ativa, esta é fornecida para a rede e apóia a rede por ocasião de demanda de potência flutuante. A parcela

remanescente de potência indutiva pode novamente ser fornecida, de maneira conhecida, como potência indutiva ou capacitiva.

O ajuste flexível dos gradientes de potência ( $dP/dt$ ) possibilita uma adaptação à capacidade de recepção da rede com relação a rápidas alterações de potência. Também na rede com energia eólica dominante, a descrita administração de potência aparente já pode ser levada em consideração na fase de planejamento, em particular nas necessárias medidas de reforço de rede, a fim de implementar efeitos que reduzem os custos.

Com a invenção é possível, que não apenas a oferta de vento de uma instalação de energia eólica seja aproveitada de maneira ótima e possa ser transformada em energia elétrica, mas também que, neste caso, redes sejam também não apenas operadas de uma maneira isenta de falhas, mas também sejam suportadas em termos de sua eficiência operacional. Com isto, se eleva ao todo o nível de qualidade da corrente alimentada ou de toda a instalação de energia eólica, a qual contribui também para a qualidade da rede, o que é possível por meio da regulagem de potência aparente, de acordo com a invenção, da instalação de energia eólica.

A invenção é descrita mais detalhadamente a seguir com base em um exemplo de realização com referência aos desenhos, nos quais:

a figura 1 mostra um diagrama de tempo de potência reativa/potência ativa de um controle de uma instalação de energia eólica, de acordo com a invenção, e

a figura 2 mostra uma representação de um circuito em blocos de um equipamento de regulagem de uma instalação de energia eólica.

A figura 1 mostra um diagrama de tempo de potência reativa/potência ativa de uma regulagem de acordo com uma instalação de energia eólica consoante a invenção. Aqui, P significa a potência ativa, Q a potência reativa.

Como pode ser reconhecido do diagrama, os valores para a

potência ativa como também para a potência reativa se comportam respectivamente de maneira recíproca um com relação ao outro, isto é, quando a potência ativa se eleva, a potência reativa diminui e vice-versa.

A soma dos quadrados de potência ativa e potência reativa é aqui constante.

A figura 2 ilustra um equipamento de regulação para a conversão do controle de acordo com a invenção de uma instalação de energia eólica. O equipamento de controle-regulação da instalação de energia eólica apresenta inicialmente um retificador 16, no qual a tensão alternada gerada no gerador da instalação de energia eólica é retificada (circuito intermediário de tensão contínua). Um conversor de frequência, conectado ao retificador, converte a tensão contínua, que é inicialmente a mesma no circuito intermediário em uma tensão trifásica, a qual é alimentada à rede como alimentação alternada de três fases através das linhas L1, L2 e L3. O conversor de frequência 18 é controlado com auxílio do microcomputador 20, o qual é parte de todo equipamento de regulação. Para esta finalidade, o microprocessador é acoplado com o conversor de frequência 18. As grandezas de entrada para a regulação da tensão como também da fase e da posição de corrente, com as quais a energia elétrica disponibilizada pela instalação de energia eólica é alimentada à rede, são a potência aparente  $S$ , a potência elétrica  $P$  do gerador, o fator de potência reativa  $\cos\phi$ , bem como o gradiente de potência  $dP/dt$ . Dependendo da potência ativa gerada, a potência reativa é também ajustada, com uma potência aparente predeterminada, de acordo com a fórmula:

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2}.$$

Evidentemente, é também possível, em caso de necessidade, alterar o tipo de operação, quando, por exemplo, deva ser provido que a potência ativa ou potência reativa não deva ultrapassar um determinado valor. Se, por exemplo, for exigido pela concessionária da rede conectada que uma

quantidade determinada de potência reativa seja alimentada à rede, isto tem que ser levado em consideração por meio de uma correspondente regulação. A alimentação de acordo com a invenção de uma potência aparente constante em uma rede de suprimento de energia ou o suprimento da alimentação de uma potência aparente constante na rede de suprimento de energia tem como consequência, que, com uma potência ativa flutuante, a potência reativa é correspondentemente regulada - em relação recíproca com a potência ativa, de uma tal maneira, que uma potência aparente constante é atingida.

Para também se poder intervir na rede com uma potência aparente constante, naturalmente a potência ativa, gerada pela instalação de energia eólica, pode também ser especificamente reduzida (por exemplo mediante controle do passo das lâminas de rotor), a fim de, assim, poder alimentar uma parcela mais elevada de potência reativa (capacitiva ou também indutiva). Uma tal medida significa que a rede também pode ser correspondentemente influenciada positivamente, até com uma potência ativa disponível teoricamente mais elevada.

Por meio da invenção de acordo com o presente pedido, não é, por exemplo, a manutenção da tensão constante que é o primeiro objetivo, mas sim a influência da tensão de rede no sentido da operadora da rede. Assim, o nível de tensão na rede é elevado para um valor desejado por meio da suplementação da parcela de potência ativa por uma parcela de potência reativa. Naturalmente, Estes efeitos, e outros efeitos, são naturalmente dependentes da topologia da rede. Quando de uma elevada necessidade de potência reativa na proximidade da instalação de energia eólica, esta potência reativa, esta potência de rede não tem que ser todavia transportada por longas distâncias, com perdas correspondentes, através da rede, mas pode ser fornecida relativamente próxima ao consumidor por meio da instalação de energia eólica.

## REIVINDICAÇÕES

1. Parque eólico compreendendo uma multiplicidade de instalações de energia eólica, com um equipamento para a regulação (16, 18, 20) de uma potência a ser fornecida para uma rede de tensão (L1, L2, L3),  
5 caracterizado pelo fato de que a regulação é ajustada de tal maneira, que uma potência aparente constante é alimentada à rede.

2. Parque eólico, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a potência aparente é calculada de acordo com a seguinte fórmula:

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2},$$

10 onde S é o valor da potência aparente, P é o valor da potência ativa e Q é o valor da potência reativa.

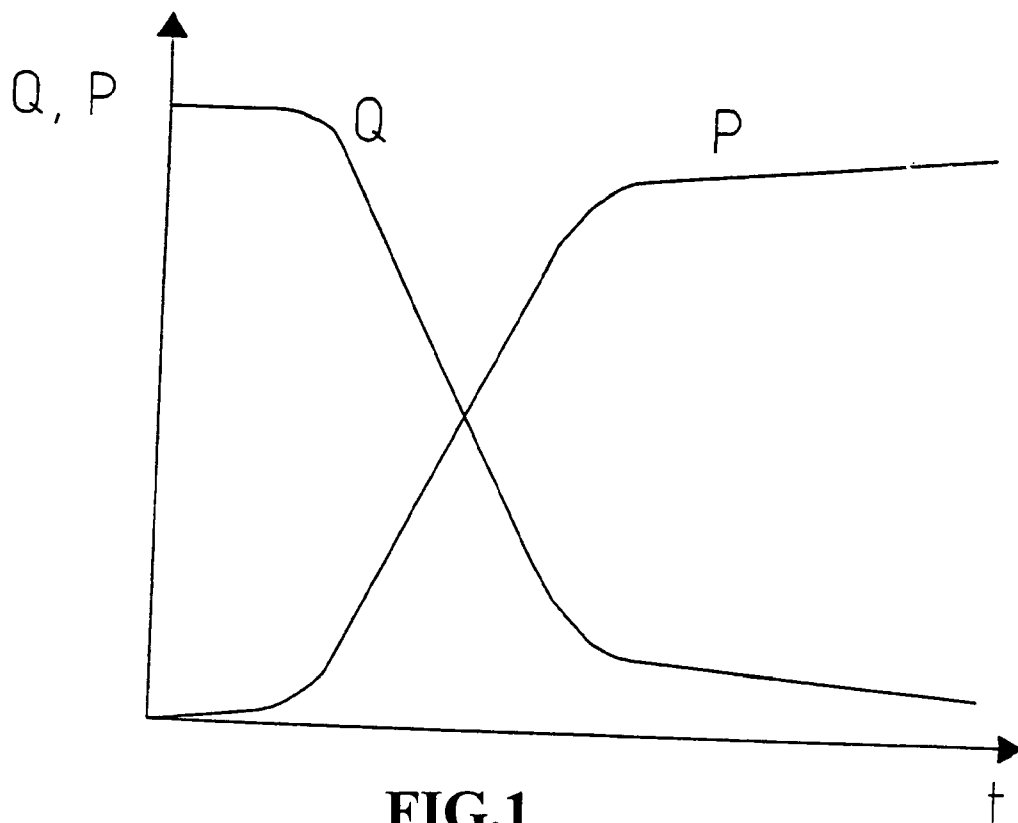


FIG.1

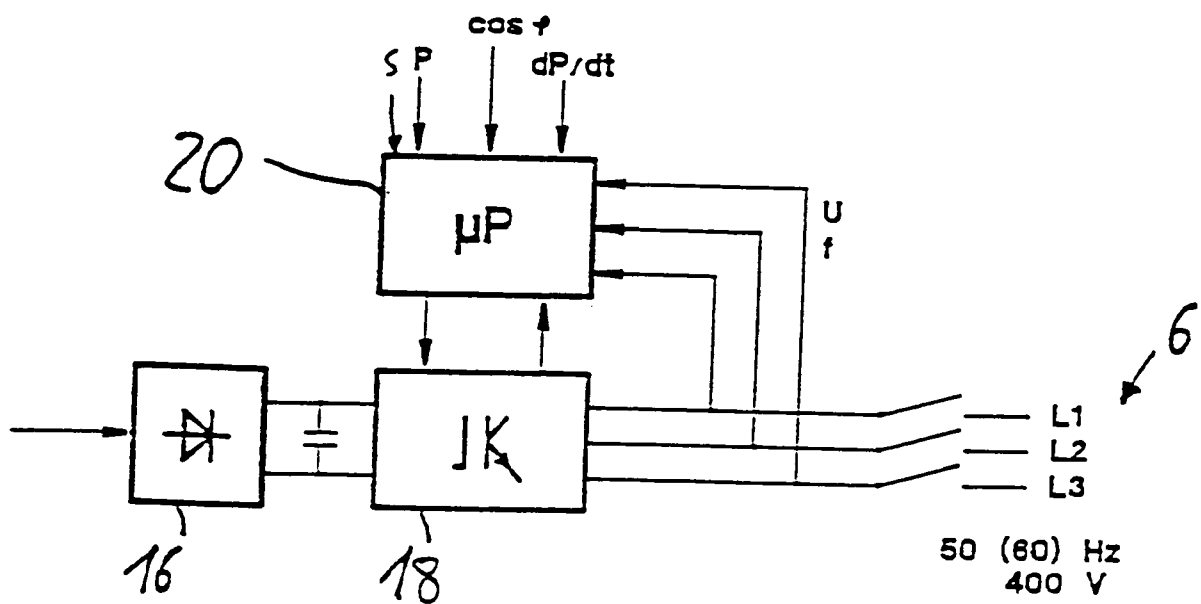


FIG.2

RESUMO

“PARQUE EÓLICO COM REGULAGEM AJUSTADA PARA FORNECIMENTO DE UMA POTÊNCIA APARENTE CONSTANTE À UMA REDE ELÉTRICA”

5                   A presente invenção se refere a um parque eólico compreendendo uma multiplicidade de instalações de energia eólica. Instalações de energia eólica ou um parque eólico compreendendo as mesmas são regularmente conectadas a uma rede de tensão, na qual corrente elétrica é alimentada ou fornecida.

10                  A invenção provê que, independentemente da oferta corrente de vento e da potência ativa que é assim disponível da instalação de energia eólica, uma instalação de energia eólica ou um parque eólico compreendendo uma multiplicidade de instalações de energia eólica, sempre forneça uma potência aparente constante à rede.

15                  O parque eólico compreendendo uma multiplicidade de instalações de energia eólica compreende um equipamento para a regulagem (16, 18, 20) da potência a ser fornecida para uma rede de tensão (L1, L2, L3), sendo que a regulagem é ajustada de tal maneira, que uma potência aparente constante sempre é alimentada à rede.