

(12) **FASCÍCULO DE PATENTE DE INVENÇÃO**

(22) Data de pedido: 2006.12.07	(73) Titular(es): ROBERT BOSCH GMBH POSTFACH 30 02 20 70442 STUTTGART DE
(30) Prioridade(s): 2005.12.16 DE 102005060226	(72) Inventor(es): KONRAD LUSTIG DE
(43) Data de publicação do pedido: 2007.07.04	(74) Mandatário: NUNO MIGUEL OLIVEIRA LOURENÇO RUA CASTILHO, Nº 50 - 9º 1269-163 LISBOA PT
(45) Data e BPI da concessão: 2013.11.06 236/2013	

(54) Epígrafe: **MÉTODO PARA O FUNCIONAMENTO DE UMA INSTALAÇÃO SOLAR**

(57) Resumo:

A INVENÇÃO REFERE-SE A UM MÉTODO PARA O FUNCIONAMENTO DE UMA INSTALAÇÃO SOLAR DESTINADA À PREPARAÇÃO DE ÁGUA QUENTE E/OU PARA AUXILIAR O AQUECIMENTO, EM QUE A INSTALAÇÃO SOLAR APRESENTA PELO MENOS UM COLETOR SOLAR, O QUAL ESTÁ CONECTADO A UM CIRCUITO SOLAR COM BOMBA E NO QUAL CIRCULA UM LÍQUIDO SOLAR COMO AGENTE DE TRANSFERÊNCIA TÉRMICA, EM QUE POR MEIO DO LÍQUIDO SOLAR O CALOR OBTIDO A PARTIR DA ENERGIA SOLAR É TRANSFERIDO PARA A ÁGUA DE UM RESERVATÓRIO DE ÁGUA QUENTE PARA A PREPARAÇÃO DE ÁGUA QUENTE E/OU PARA O MEIO DE AQUECIMENTO DE UM CIRCUITO DE AQUECIMENTO, EM QUE A BOMBA NO CIRCUITO SOLAR É REGULADA SEGUNDO A DIFERENÇA DE TEMPERATURA ENTRE A DO SENSOR DE TEMPERATURA DO COLETOR E A DE UM SENSOR DE TEMPERATURA DO RESERVATÓRIO DA TEMPERATURA DETETADA NA ZONA INFERIOR DO RESERVATÓRIO DE ÁGUA QUENTE, E EM QUE O SENSOR DE TEMPERATURA DO COLETOR E O DO RESERVATÓRIO POSSUEM OPCIONALMENTE AS MESMAS OU DIFERENTES CARACTERÍSTICAS DE TIPO OU DE EFEITOS FÍSICOS. O OBJETIVO DA INVENÇÃO É A OTIMIZAÇÃO DO FUNCIONAMENTO DE UMA INSTALAÇÃO SOLAR BEM COMO A DETEÇÃO DE POSSÍVEIS FALHAS DE INSTALAÇÃO E MOSTRA-LAS NA FORMA DE UM AVISO DE MANUTENÇÃO. O MÉTODO É CARACTERIZADO POR, NAS RESPECTIVAS POSIÇÕES DE MONTAGEM, NOS RESPECTIVOS TIPOS DE SENSORES E/OU NA DISPOSIÇÃO DE UM PONTO DE MEDIÇÃO DE TEMPERATURA SEJAM DETETADOS SENSORES DE TEMPERATURA DO COLETOR E DO RESERVATÓRIO TROCADOS, ATRAVÉS DE UM CONTROLO CONTÍNUO DE VALORES OPERACIONAIS DA INSTALAÇÃO SOLAR E AQUANDO DA EXISTÊNCIA DE UM ERRO SEJA ESTABELECIDO UM FUNCIONAMENTO DE REGULAÇÃO DE EMERGÊNCIA. COM O INÍCIO DO FUNCIONAMENTO DE REGULAÇÃO DE EMERGÊNCIA É NOS REGULADORES ASSOCIADOS SINALIZADO UM AVISO DE ERRO OU DE MANUTENÇÃO.

RESUMO

"MÉTODO PARA O FUNCIONAMENTO DE UMA INSTALAÇÃO SOLAR"

A invenção refere-se a um método para o funcionamento de uma instalação solar destinada à preparação de água quente e/ou para auxiliar o aquecimento, em que a instalação solar apresenta pelo menos um coletor solar, o qual está conectado a um circuito solar com bomba e no qual circula um líquido solar como agente de transferência térmica, em que por meio do líquido solar o calor obtido a partir da energia solar é transferido para a água de um reservatório de água quente para a preparação de água quente e/ou para o meio de aquecimento de um circuito de aquecimento, em que a bomba no circuito solar é regulada segundo a diferença de temperatura entre a do sensor de temperatura do coletor e a de um sensor de temperatura do reservatório da temperatura detetada na zona inferior do reservatório de água quente, e em que o sensor de temperatura do coletor e o do reservatório possuem opcionalmente as mesmas ou diferentes características de tipo ou de efeitos físicos.

O objetivo da invenção é a otimização do funcionamento de uma instalação solar bem como a deteção de possíveis falhas de instalação e mostra-las na forma de um aviso de manutenção.

O método é caracterizado por, nas respetivas posições de montagem, nos respetivos tipos de sensores e/ou na disposição de um ponto de medição de temperatura sejam detetados sensores de temperatura do coletor e do reservatório trocados, através de um controlo contínuo de valores operacionais da instalação solar e aquando da

existência de um erro seja estabelecido um funcionamento de regulação de emergência. Com o início do funcionamento de regulação de emergência é nos reguladores associados sinalizado um aviso de erro ou de manutenção.

DESCRIÇÃO

"MÉTODO PARA O FUNCIONAMENTO DE UMA INSTALAÇÃO SOLAR"

A invenção refere-se a um método para o funcionamento de uma instalação solar de acordo com o preâmbulo da reivindicação 1.

Instalações solares deste género destinadas para a preparação de água quente e/ou para auxiliar o aquecimento apresentam coletores solares, os quais formam um campo coletor. Estes estão conectados a um circuito solar com bomba e com um líquido solar como meio de suporte térmico, com o qual o calor solar é transferido para um reservatório de água quente e/ou para um circuito de aquecimento do aquecimento central do edifício. Os reservatórios de água quente possuem na zona inferior um permutador de calor para a transferência do calor a partir do sistema solar até ao volume de água. Dado que o calor solar não é disponibilizado de forma ilimitada, os reservatórios de água quente deste género apresentam normalmente mais outro comutador térmico, com o qual somente a zona superior pode ser aquecida por meio de uma assim denominada recarga através do gerador de calor. Para um rendimento favorável da instalação solar é de forma geral que o fornecimento de calor solar sirva em princípio prioritariamente para o aquecimento do reservatório de água quente e/ou para auxiliar o aquecimento central, e que a recarga pelo gerador de calor se realize se possível somente em poucos casos, de modo que se obtenha um bom balanço energético.

A bomba no circuito solar é normalmente regulada de acordo com a diferença de temperatura entre as temperaturas detetadas num sensor de temperatura do coletor e num sensor de temperatura do reservatório. O sensor de temperatura do reservatório pode

estar montado ou diretamente na zona inferior do reservatório de água quente ou na conduta de retorno do circuito solar que ali termina. O sensor de temperatura do coletor deve estar posicionado no ponto mais quente do campo de coletores. Este ponto é normalmente a saída do meio de suporte térmico a partir do campo de coletores, portanto a conduta de descarga. Os sensores de temperatura dos coletores e do reservatório possuem características de tipo ou de efeitos físicos iguais ou diferentes e estão conectados a um regulador para a instalação solar.

Características diferentes em sensores de temperatura resultam por exemplo devido a diferentes zonas de medição. Assim para um sensor de temperatura do reservatório bastam $0 - 100^{\circ}\text{C}$, e para os sensores de temperatura dos coletores é necessário medir com alta resolução também temperaturas acima dos 100°C . Para este efeito existem sensores de temperatura especiais com curvas características modificadas, de modo que a faixa de temperatura alargada possa ser representada com a mesma faixa de medição de tensão. Assim existem em um sistema solar geralmente dois tipos diferentes de sensores.

Isto pode possivelmente acarretar problemas, dado que na troca dos tipos de sensores o sistema não funciona corretamente. Os sensores devem portanto ser identificados de forma dispendiosa, de modo que o instalador aquando da montagem não cometa este erro. No entanto, não está excluído que tipos de sensores errados sejam num sistema solar utilizados como sensores de temperatura do coletor e como sensores de temperatura do reservatório. Nos reguladores conhecidos isto leva a um mau funcionamento permanente, que não é detetado automaticamente.

Os sensores de temperatura dos coletores e do reservatório devem ser conectados às entradas predefinidas no regulador. Se isto não for o caso e se as conexões dos dois sensores de temperatura por exemplo forem trocados, ocorre uma anomalia no regulador e a energia solar não pode ser aproveitada, dado que a bomba no circuito solar permanece então em grande parte desligada. A causa para isto reside numa temperatura medida do reservatório, por exemplo com valores superiores a 100°C, os quais contudo na realidade é a temperatura dos coletores.

Eventualmente ainda podem surgir outros problemas, quando na montagem de uma instalação solar o sensor de temperatura dos coletores não estiver corretamente posicionado. Normalmente este se encontra na conduta de descarga. na zona de saída do meio de suporte térmico do campo de coletores. Como cada coletor solar individual no campo de coletores, possui um tubo de imersão para o sensor de temperatura do coletor, pode acontecer que este se encontre erradamente na proximidade da zona de entrada da conduta de retorno para o campo de coletores. Aquando da ligação da bomba este então arrefece rapidamente e a temperatura medida é inferior do que a na maioria das zonas do campo de coletores. Isto leva à perda do rendimento solar, dado que a bomba no circuito solar permanece em funcionamento sensivelmente durante períodos mais curtos do que em instalações regulares, não sendo portanto o calor dissipado a partir dos coletores solares. Documentos relevantes do estado da técnica encontram-se na EP-A0676682 e na DE-A19647216.

A invenção tem por objetivo otimizar o funcionamento da instalação solar, bem como a deteção de possíveis erros de instalação e indica-los sob forma de um aviso. Neste caso deve ser garantido um funcionamento de regulação de emergência, principalmente para evitar perdas de rendimento solar.

De acordo com a invenção este objetivo é atingido com as características da reivindicação 1. Aperfeiçoamentos favoráveis podem ser deduzidos das reivindicações subsequentes.

O método para o funcionamento de uma instalação solar é caracterizado por, nas respectivas posições de montagem, serem nos respectivos tipos de sensores e/ou na disposição de um local de medição de temperatura detetados os sensores de temperatura dos coletores e do reservatório que estejam trocados, por intermédio de um controlo constante dos valores de funcionamento da instalação solar e aquando da ocorrência de uma anomalia seja iniciado um funcionamento de regulação de emergência. Com o início do funcionamento de regulação de emergência é num regulador associado sinalizado um aviso de anomalia ou de manutenção.

Nas respectivas posições de montagem e/ou nos respectivos tipos de sensores de temperatura de coletores e de reservatórios, com efeitos físicos iguais, é portanto detetada uma diferença numa temperatura calculada. Por intermédio de um valor limiar depositado para a grandeza desta diferença é neste caso, em combinação com uma consulta da faixa de temperatura tecnicamente possível, verificado um tipo de sensor incorreto.

Para o caso de que um sensor de temperatura de coletores é utilizado como sensor de temperatura do reservatório com a respetiva conexão na entrada do regulador prevista para o sensor de temperatura do reservatório, resulta uma diferença quase constante, aproximadamente -12 K , do valor de temperatura medido para com a temperatura real do reservatório. Esta é detetada e quando esta for inferior do que a temperatura real do reservatório abaixo de

aproximadamente 17°C, esta anomalia é detetada, porque neste caso no ponto do sensor de temperatura do reservatório este é inferior a um típico valor limiar da temperatura anticongelante, aproximadamente de 5° C. No caso de uma anomalia os correspondentes valores de temperatura são corrigidos como valores de entrada modificados por adição ou subtração da diferença de temperatura detetada como diferença.

No caso inverso, isto é aquando da utilização de um sensor de temperatura do reservatório como sensor de temperatura de coletores com a respetiva conexão na entrada do regulador previsto para o sensor de temperatura de coletores, é detetada uma diferença quase constante, aproximadamente +12K, do valor de temperatura medido em relação à temperatura real de reservatório. Na existência simultânea da duração elevada de funcionamento da bomba no circuito solar, esta anomalia é diagnosticada. Então os respetivos valores de temperatura são corrigidos com valores de entrada modificados por adição ou subtração da temperatura detetada como diferença.

Além disso, aquando da utilização de tipos de sensores corretos, contudo trocados nas respetivas posições de montagem dos sensores de temperatura de coletores ou de reservatório, é detetada a prolongada paragem da bomba no circuito solar em relação com a temperatura medida do reservatório. Esta é nomeadamente em caso de anomalia mais elevada do que a existente temperatura real do reservatório. Quando for ultrapassado um período de tempo predefinido para a paragem da bomba e for ultrapassado um valor limiar predefinido para a temperatura do reservatório, aproximadamente acima dos 100°C, então estão portanto trocadas no regulador a temperatura do reservatório e a temperatura dos coletores. A seguir o regulador trabalha com o algoritmo de regulação normal.

Também um sensor de temperatura de coletor instalado erradamente na conduta de retorno do circuito solar, principalmente na zona de entrada de um campo de coletores, é detetado por uma frequente conexão e desconexão da bomba. Então quando for excedido um valor limiar predefinido para a frequência dos processos de ligação durante um dia, aproximadamente 150 operações de ligação por dia, são no regulador modificados os critérios de desconexão para a bomba. Neste caso é no regulador em função da temperatura anulada uma histerese de desconexão no regulador e a bomba é então somente desligada quando for alcançado um tempo de funcionamento mínimo predefinido ou o gradiente de temperatura calculado a partir da diferença da temperatura atualmente medida em relação à última medição de temperatura que prevalecia no sensor de temperatura de coletores for negativo.

Com a invenção é disponibilizado um método simples para o funcionamento de uma instalação solar, com o qual são detetadas possíveis anomalias de instalação e que são indicadas na forma de um aviso de manutenção. Em paralelo o regulador inicia um funcionamento efetivo de regulação de emergência até que a anomalia esteja reparada, de modo a garantir que sejam evitadas perdas do rendimento solar. Portanto uma anomalia já não é de um prazo crítico e urgente, pois a reparação pode ser efetuada no âmbito da próxima manutenção da instalação. Assim o funcionamento de uma instalação solar é otimizado bem como a instalação, a facilidade de manutenção e a sua operação são melhoradas. Uma integração do método no regulador de uma instalação solar é facilmente de realizar.

Lisboa, 28 de Novembro de 2013

REIVINDICAÇÕES

1. Método para o funcionamento de uma instalação solar destinada à preparação de água quente e/ou para auxiliar o aquecimento, em que a instalação solar apresenta pelo menos um coletor solar, o qual está conectado a um circuito solar com bomba e no qual circula um líquido solar como agente de transferência térmica, em que por meio do líquido solar o calor obtido a partir da energia solar é para a preparação de água quente transferido para a água de um reservatório de água quente e/ou para o meio de aquecimento de um circuito de aquecimento, em que a bomba no circuito solar é regulada de acordo com a diferença de temperaturas entre o sensor de temperatura do coletor e um sensor de temperatura do reservatório, temperatura detetada na zona inferior do reservatório de água quente, e em que os sensores de temperatura do coletor e o do reservatório possuem opcionalmente as mesmas ou diferentes características de tipo ou de efeitos físicos,

caracterizado por nas respetivas posições de montagem, nos respetivos tipos de sensores e/ou na disposição de um ponto de medição de temperatura, sensores de temperatura de coletores e de reservatório com efeitos físicos iguais trocados serem detetados por intermédio de um controlo permanente de valores operacionais da instalação solar, quando uma diferença numa temperatura calculada for detetada e quando por intermédio de um valor limiar memorizado para a grandeza desta diferença em combinação com uma consulta da faixa de temperatura tecnicamente possível for detetado um tipo de sensor errado, e na presença de uma anomalia ser iniciado um funcionamento de regulação de emergência.

2. Método de acordo com a reivindicação 1,

caracterizado por, ao iniciar o funcionamento de regulação de emergência num regulador associado ser sinalizado um aviso de anomalia ou de manutenção.

3. Método de acordo com a reivindicação 1 ou 2,

caracterizado por, aquando da utilização de um sensor de temperatura de coletor como sensor de temperatura de depósito com respetiva conexão na entrada do regulador prevista para o sensor de temperatura de reservatório, ser detetada uma diferença quase constante, aproximadamente -12 K, do valor de temperatura medido para com a temperatura real de reservatório, quando a temperatura real do reservatório for inferior, aproximadamente abaixo dos 17°C, esta anomalia ser detetada, dado que neste caso no ponto do sensor de temperatura do reservatório esta desce abaixo de um habitual valor limiar de anticongelante, de aproximadamente 5°C, e os respetivos valores de temperatura serem corrigidos como valores de entrada modificados por adição ou subtração da diferença de temperatura detetada como diferença.

4. Método de acordo com uma das reivindicações 1 ou 2,

caracterizado por, aquando da utilização de um sensor de temperatura de reservatório como sensor de temperatura de coletor com a respetiva conexão na entrada do regulador prevista para o sensor de temperatura de coletor, ser detetada uma diferença quase constante, de aproximadamente +12 K do valor da temperatura medida em relação à temperatura real do reservatório, em que na existência simultânea de um tempo de funcionamento excessivo da bomba no circuito solar, esta anomalia ser detetada, e os respetivos valores de temperatura serem

corrigidos como valores de entrada modificados por adição ou subtração da diferença de temperatura detetada como divergência.

5. Método de acordo com as reivindicações 1 ou 2,

caracterizado por, aquando da utilização de tipos corretos de sensores de temperatura de coletor ou do reservatório contudo trocados nas respetivas posições de montagem, ser detetada a paragem prolongada da bomba no circuito solar em associação a uma temperatura do reservatório medida, a qual é superior à temperatura real de reservatório, e quando o período de tempos predefinido para a paragem da bomba for ultrapassado e for ultrapassado um valor limiar predefinido para a temperatura medida do reservatório, aproximadamente superior a 100°C, a temperatura do reservatório e a temperatura dos coletores serem trocados no regulador, em que o regulador a seguir trabalha com o algoritmo de regulação habitual.

6. Método de acordo com uma das reivindicações 1 até 5,

caracterizado por, em um sensor de temperatura do coletor instalado na conduta de retorno do circuito solar, principalmente na zona de entrada de um campo de coletores, ser detetada uma frequente conexão e desconexão da bomba, e quando for ultrapassado um valor limiar predefinido para a frequência de operações de conexão e desconexão durante um dia, aproximadamente 150 operações de conexão por dia, os critérios de desconexão para a bomba no regulador serem modificados.

7. Método de acordo com uma das reivindicações 1 até 6,

caracterizado por, os critérios de desconexão para a bomba serem modificados, quando no regulador for anulada

uma histerese fixa de desconexão e a bomba for desligada quando for atingido um período de funcionamento mínimo ou o gradiente de temperatura, calculado a partir da diferença entre a temperatura efetivamente medida e a temperatura existente durante a última medição através do sensor de temperatura do coletor, for negativa.

Lisboa, 28 de Novembro de 2013