



**DESCRIÇÃO**  
**DA**  
**PATENTE DE INVENÇÃO**

**N.º** 100 675

**REQUERENTE:** IMMERGAS S.p.A., italiana, com sede em Via  
Cisa Ligure, 45/b - 42042 Brescello, Reggio  
Emilia, Itália

**EPÍGRAFE:** "Aparelho para a climatização de ambientes de  
construção civil e produção simultânea de água  
quente sanitária"

**INVENTORES:** Romano Amadei

**Reivindicação do direito de prioridade ao abrigo do artigo 4.º da Convenção de Paris  
de 20 de Março de 1883.**

Itália em 12 de Julho de 1991 sob o nº MI 91 A 001940, em  
2 de Outubro de 1991 sob o nº MI 91 A 002613 e em 21 de  
Novembro de 1991 sob o nº MI 91 A 003115

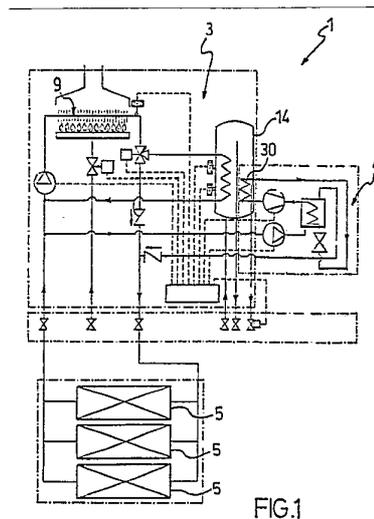
PATENTE N<sup>o</sup> 100 675

"Aparelho para a climatização de ambientes de construção civil e produção simultânea de água quente sanitária"

R E S U M O

O presente invento refere-se a um aparelho (1) para a climatização de ambientes de construção civil e produção simultânea de água quente sanitária, que compreende uma secção de aquecimento (3) e uma secção de refrigeração (4) de água, para a climatização de ambientes, alternativamente ligada a uma pluralidade de convectores de ventilação (5) que incluem, respectivamente um permutador de calor (9) de gás-água e, pelo menos, um condensador (30) em relação de permuta térmica com um reservatório de acumulação (14) para a produção de água quente sanitária.

O presente invento é aplicável na indústria de material de climatização.



MEMÓRIA DESCRITIVA

O presente invento refere-se a uma aparelhagem para a climatização de ambientes de construção civil, a qual tem aplicação preferida, mas não exclusiva, na climatização de apartamentos individuais.

No seguimento da descrição e nas reivindicações que se seguem, o termo climatização pretende indicar quer o aquecimento do ambiente durante o período de inverno, quer a sua refrigeração durante o período de verão.

Recentemente, tem-se cingido sempre mais à exigência de equipar os complexos habitacionais, em geral, e os apartamentos individuais, em particular, com instalações de climatização tais, de modo a controlar a temperatura no interior de qualquer ambiente durante o decorrer de todo o ano e, em particular, durante as estações quente e fria.

Com o objectivo de satisfazer esta exigência, foram realizadas no sector instalações de climatização, que funcionam a nível centralizado em todo o complexo da unidade habitacional, para um ou mais prédios.

Em geral, estas instalações centralizadas compreendem uma caldeira e um grupo frigorífico, ligados hidraulicamente a uma pluralidade de elementos de permuta térmica, denominados habitualmente por convectores de ventilação, situados em qualquer ambiente a climatizar.

Embora, respondendo substancialmente ao objectivo, as instalações de climatização centralizadas apresentam uma série de inconvenientes, principalmente o facto de apresentarem uma notável complexidade interna e de instalação.

A caldeira e o grupo frigorífico, previstos normalmente numa cave e o outro num terraço do prédio, estão de facto ligados aos convectores de ventilação por meio de uma instalação



hidráulica com notável complexidade e de limpeza e manutenção difíceis.

Além disso, uma instalação de tais dimensões é por natureza escassamente flexível e, como tal, de gestão e regulação difíceis.

As instalações de climatização centralizadas do tipo conhecido apresentam também o inconveniente de não poderem fornecer água quente para utilização sanitária, a qual deve ser produzida e distribuída, respectivamente, por uma caldeira separada e por uma instalação hidráulica separada propositadamente previstas para esse objectivo.

Consegue-se um aumento notável das obras de construção civil nas casas ou nos prédios, com um aumento correspondente dos custos necessários para efectuar a climatização desejada.

O problema técnico na base do presente invento é portanto o de pôr à disposição um aparelho para a climatização de ambientes de construção civil, em geral, e de apartamentos individuais, em particular, que apresentam uma simplicidade de construção e gestão extremas, e que sejam capazes de fornecer, ao mesmo tempo, água quente para utilização sanitária.

Este problema é resolvido por um aparelho do tipo indicado mais atrás, o qual é caracterizado por compreender:

- uma secção de aquecimento que inclui um primeiro permutador de calor de gás-água para o aquecimento da água para a climatização ambiente, em relação de permuta térmica com um segundo permutador de calor de água-água para a produção de água quente sanitária, munido com um reservatório de acumulação;
- pelo menos uma conduta de entrada e, pelo menos, uma conduta de saída de água sanitária do dito reservatório;
- uma secção de refrigeração da dita água, para a



climatização de ambientes, que inclui, pelo menos, um condensador em relação de permuta térmica com o dito reservatório de acumulação;

compreendendo as ditas secções de aquecimento e de refrigeração posteriormente meios para alimentarem a dita água para o acondicionamento de ambientes, alternativamente de uma pluralidade de convectores de ventilação e para a mesma.

Graças às características próprias de extrema simplicidade e compactação, o aparelho do presente invento pode ser vantajosamente suportado por uma única estrutura portadora, em forma de caixa, suspensa ou em fixe.

O aparelho do invento permite também uma recuperação energética vantajosa do calor gerado pelo condensador, previsto na secção de refrigeração, calor que é utilizado vantajosamente para o aquecimento da água quente para utilização sanitária.

As vantagens adicionais e as características do invento resultarão maioritariamente da descrição de alguns exemplos de realização do mesmo, dados aqui a título indicativo e não limitativo, com referência aos desenhos anexos, nos quais:

a fig. 1 mostra de modo esquemático uma primeira forma de realização de um aparelho de acordo com o invento;

as figs. 2-4 mostram de modo esquemático outras tantas variantes de realização do aparelho da fig. 1.

Referindo as ditas figuras e, em particular, a fig. 1, com 1 é geralmente indicado um aparelho para a climatização de ambientes de construção civil, de acordo com o presente invento.

O aparelho 1 compreende, suportado convencionalmente numa única estrutura 2 portadora em caixa, uma primeira secção 3 e uma segunda secção 4, destinadas, respectivamente, ao aquecimento e à refrigeração de água para a climatização ambiente.



O aparelho 1 é ligado, de maneira em si conhecida, a uma pluralidade de convectores de ventilação 5 através de ligações 6, 7, respectivamente, de entrada e saída da água, para a climatização ambiente previstos no grupo de ligação, geralmente indicado por 8.

A secção de aquecimento 3 compreende um primeiro permutador de calor 9 de gás-água para o aquecimento, através de um queimador a gás 10 em si próprio convencional, da água para a climatização ambiente, a qual circula na secção 3 através de condutas 11, 12 que se prolongam, respectivamente, entre as ligações 6 e 7 e o permutador.

Este último está em relação de permuta térmica, por meio de uma serpentina 15, com um segundo permutador de calor 13 de água-água, destinado à produção de água quente sanitária e munido com um reservatório de acumulação 14.

A serpentina 15, suportada de modo convencional no reservatório de acumulação 14, está em comunicação de fluidos, respectivamente com uma válvula de três vias 16, prevista na conduta 12 e com a conduta 11.

Por 17 e 18 estão indicados, respectivamente, termostatos para a medição da temperatura da água quente sanitária no reservatório de acumulação 14, enquanto que por 41 está indicado um termostato destinado a medir a temperatura da água para a climatização ambiente na saída do permutador de calor 9.

A secção de aquecimento 3 compreende também uma conduta 19 para a alimentação de um combustível gasoso para o queimador 10, no qual está prevista uma válvula de regulação 21, em si própria convencional, ligado à rede de distribuição externa, através de uma ligação 20.

Uma bomba 22, em si própria convencional, está montada na conduta 11 e promove a circulação da água para a climatização ambiente no interior da secção 3 e para os convectores de



ventilação 5.

O aparelho 1 está também ligado a uma rede de distribuição exterior de água sanitária, através das ligações 25, 26, previstas no grupo de ligação 8. As ditas ligações estão em comunicação de fluidos com o reservatório de acumulação 14, através de condutas 23 e 24, respectivamente, de entrada e saída da água sanitária do reservatório.

No reservatório 14 está prevista, também, uma conduta de descarga, ligada, de maneira em si conhecida, através de meios de válvula, por exemplo, uma electroválvula 28, à rede de esgotos que serve a unidade habitacional a climatizar.

A secção de refrigeração 4 compreende um grupo frigorífico, indicado geralmente por 29 em relação de permuta térmica, através de um condensador 30 com o reservatório de acumulação 14 da água quente sanitária.

O grupo frigorífico 29 compreende também elementos, em si mesmos convencionais, tais como um evaporador 31, um compressor 32 e uma válvula expansora 33.

A secção de refrigeração 4 está em comunicação de fluidos com as condutas 11 e 12, previstas na secção 3 através das condutas 34, 35 de entrada e saída da água do evaporador 31.

Por 39 está indicada uma bomba prevista na conduta 34, para promover a circulação da água de climatização na secção 4 de refrigeração e para os convectores de ventilação 5.

O aparelho 1, de acordo com o presente invento compreende também meios 36 para alimentar alternativamente para os convectores de ventilação 5 água aquecida proveniente da secção 3 ou refrigerada proveniente da secção 4.

Os mesmos incluem meios de válvula 37 e 38 previstos respectivamente nas condutas 12 e 35.



Por 40 está por fim indicada esquematicamente uma unidade de controlo, destinada a regular o funcionamento do aparelho 1 de acordo com os parâmetros pré-estabelecidos pelo utilizador.

A climatização de uma unidade habitacional, durante um período de inverno, por meio do aparelho 1 do presente invento, é conseguida distribuindo, para os convectores de ventilação água aquecida na secção 3.

O aquecimento da água destinada à climatização provém do funcionamento do permutador de calor 9 alimentado, através da bomba 22, com a água proveniente dos convectores de ventilação 5 e passando na conduta 11.

A regulação da temperatura da água enviada para os convectores de ventilação dirige-se através da unidade de controlo 40, a qual comanda a abertura ou o fecho da válvula de distribuição do combustível gasoso para o queimador 10, em função do valor da temperatura medido pelo termostato 41.

Durante a climatização de inverno, o aparelho 1 do presente invento fornece também água quente sanitária através do permutador de calor 13 de água-água, o qual utiliza uma quota parte do calor gerado pelo permutador de calor 9 de gás-água, graças à serpentina 15 imersa no reservatório de acumulação 14.

A temperatura da água quente sanitária é assinalada pelo termostato 17 para a unidade de controlo 40 que pilota por sua vez a válvula 16 de três vias, para assim desviar uma quantidade pré-fixa de água quente da serpentina 15.

Durante a climatização de inverno os meios de válvula 38, previstos na conduta 35 isolam a secção de refrigeração 4 dos convectores de ventilação 5.

A climatização de verão através do aparelho 1 do invento dirige-se inversamente, pondo em comunicação de líquidos os convectores de ventilação 5 com a secção de refrigeração 4 por



meio da actuação da bomba 39 e isolamento da secção de aquecimento 3 através dos meios de válvula 37.

Nesta condição de funcionamento, a água proveniente dos convectores de ventilação 5 através das condutas 11 e 34 é refrigerada no evaporador 31 e é, assim, enviada novamente para os convectores de ventilação 5 através das condutas 35 e 12.

Durante a climatização de verão, a água quente sanitária é produzida pelo permutador de calor 13 de água-água, desfrutando do calor cedido pelo condensador 30 à água armazenada no reservatório de acumulação 14.

Apesar do calor cedido à água pelo condensador 30 não seja suficiente para manter o valor da temperatura desejado, a unidade de controlo 40 põe em funcionamento o permutador de calor 9 de gás-água, assim como a bomba 22 e regula a abertura da válvula 16 de três vias em função do valor da temperatura registado pelo termostato 18.

Deste modo, o excesso de calor necessário para se obter a temperatura desejada é fornecido à água sanitária pela serpentina 15, na qual circula água aquecida do permutador de calor 9.

No caso oposto, no qual a temperatura da água sanitária armazenada no reservatório de acumulação 14 supera os valores de temperatura pré-fixados pelo utilizador, anulando também a capacidade extracção de calor do condensador 30, a unidade de controlo comanda a abertura da electroválvula 28, efectuando assim a descarga da quota parte da água quente sanitária na rede de esgotos.

A descarga prossegue até que a introdução de água fria proveniente da rede hídrica, através da conduta 23, volte a trazer a temperatura da água armazenada no reservatório 14 para o valor pré-fixado.

Referindo as figs. 2 - 4 ver-se-ão agora representadas



formas de realização adicionais do aparelho de acordo com o presente invento.

Nessas figuras os elementos estrutural e funcionalmente equivalentes aos já descritos com referência à primeira forma de realização, serão indicados pelos mesmos números de referência e não são portanto descritos outra vez.

De acordo com a segunda forma de realização representada na figura 2, a secção de refrigeração 4 do aparelho 1 compreende um condensador auxiliar 42 posicionado a jusante do condensador 30 e ligado ao grupo frigorífico 29 através de ligações 43, 44, previstos no âmbito do grupo 8.

O condensador auxiliar 42, em si mesmo convencional, compreende uma serpentina 45 e um ventilador 46 comandado pela unidade de controlo 40.

Esta variante de realização do aparelho 1, a qual efectua a climatização, quer de inverno quer de verão, de um ambiente de acordo com a modalidade exposta mais atrás, permite o controlo quer da temperatura da água quente sanitária no reservatório de acumulação 14, quer da temperatura do fluido frigorífico, que circula no grupo 29, no caso em que não seja possível a descarga na rede de esgotos.

No caso de elevação de temperatura da água sanitária no reservatório 14 acima do valor desejado, de facto, a unidade de controlo 40 activa o condensador auxiliar 42 que absorve o calor necessário para manter num valor óptimo a temperatura do fluido frigorífico, que já não é suficientemente arrefecido no reservatório 14.

Referindo a fig. 3 ver-se-á agora representada uma terceira forma de realização do aparelho de acordo com o invento.

Nesta terceira variante de realização, o permutador de calor 9 de gás-água compreende um invólucro 47 de recuperação de

fumos provenientes do queimador 10, no qual está previsto um ventilador 48 para a expulsão dos fumos de combustão, através de uma abertura 49 praticada na estrutura de suporte 2. Com 50 está por sua vez indicada uma conduta de aspiração de ar de combustão alimentado para o queimador.

A secção de refrigeração 4 prevê por sua vez um condensador 30 exterior ao reservatório de acumulação 14 da água sanitária, com o qual está em relação de permuta térmica, graças a uma primeira conduta 51 de pré-elevação de água sanitária, e uma bomba de circulação 52 e uma conduta 53 de retorno de água sanitária para o reservatório de acumulação 14.

Analogamente à segunda forma de realização anteriormente descrita, o grupo frigorífico 29 na secção de refrigeração 4 compreende um condensador auxiliar 42, no qual está também alojado um compressor 32 além da serpentina 45 e o ventilador 46 anteriormente mencionados.

Neste caso, além disso, está previsto um único termostato 17, para o controlo da temperatura da água sanitária armazenada no reservatório de acumulação 14.

O funcionamento desta forma de realização do aparelho 1 do presente invento não é diferente da das formas de realização anteriores, senão no descrito daqui em diante.

Durante o condicionamento de verão, o calor necessário para aquecer a água sanitária é fornecido pelo condensador 30, o qual está em permuta térmica com o reservatório de acumulação 14 através do complexo: conduta 15/ bomba 52/ conduta 53.

No caso em que não seja requerida água quente por parte do utilizador, a temperatura da água armazenada no reservatório de acumulação 14 tende a aumentar com um correspondente decréscimo da extracção de calor do condensador 30.

Esta extracção insuficiente de calor provoca um aumento



correspondente da temperatura do fluido circulante no grupo frigorífico 29, a qual é registada por um termostato, em si mesmo convencional e não representado na fig. 3, o qual activa, através da unidade de controlo 40, o ventilador 46.

Este último providencia, em seguida, para fazer voltar para o valor desejado a temperatura do fluido frigorífico, garantindo assim, o bom funcionamento da secção de refrigeração 4. O ventilador 46 é desactivado no momento em que, a seguir à procura da água sanitária, a temperatura da água no reservatório de acumulação 14 desce a um valor tal, de modo a garantir uma extracção adequada do calor gerado pelo condensador 30.

Ao verificar-se a situação oposta existirá, por sua vez, uma intervenção, de acordo com a modalidade exposta mais atrás, do permutador de calor 9 de gás-água, o qual está em relação de permuta térmica com o reservatório de acumulação 14 através da serpentina 15, previsto na secção de aquecimento 3.

Referindo a fig. 4 ver-se-á agora representada uma quarta forma de realização do aparelho 1 de acordo com o presente invento.

Nesta forma de realização adicional, as secções 3 e 4 de aquecimento e refrigeração são estruturalmente independentes, ainda que em ligação hidráulica recíproca, de modo a manterem a relação de permuta térmica entre o reservatório de acumulação 14 e o condensador 30 do grupo frigorífico 29.

Cada uma das secções 3 e 4 está portanto munida com grupos de ligação 8a, 8b, respectivamente, e também para a ligação recíproca com os convectores de ventilação 5.

A comunicação de fluidos com estes últimos faz-se através das ligações 6 e 7 para a secção 3 e através das ligações 55 e 56 para a secção 4.

Nesta forma de realização, a pré-elevação da água sanitária



faz-se pela rede hídrica através de uma conduta 57 na qual está prevista uma válvula sem retorno 58.

Mesmo neste caso, o condensador 30 do grupo frigorífico 29 está em relação de permuta térmica com o reservatório de acumulação 14 de água sanitária, com o qual está hidraulicamente ligado, de um modo em si mesmo convencional, através das condutas 59, 60 e 64 e também das ligações 25, 61, 62 e 63 (ver a fig. 4).

Referindo a fig. 4, deve-se salientar também que as secções de aquecimento 3 e refrigeração 4 do aparelho 1 estão munidas de respectivas unidades de controlo 40a, 40b, que regulam o seu funcionamento de acordo com os parâmetros previamente escolhidos pelo utilizador.

Nesta forma de realização, o grupo frigorífico 29 está munido com um condensador auxiliar indicado em geral por 42, do chamado tipo evaporador.

Este último compreende de facto, além do ventilador 46, um dispositivo de pulverização 65 destinado a distribuir para a serpentina 45 água da rede pré-elevada através de uma bomba 66 de um tabuleiro de recolha 67 alimentado através de uma fuga 51a da conduta 51.

O funcionamento desta forma de realização do aparelho 1 do invento não é diferente da forma descrita mais atrás com referência à forma anterior de realização.

Se se exceptuar a estrutura diferente do aparelho, o mesmo compreende duas secções de aquecimento 3 e refrigeração 4 separadas, também circuitos hidráulicos ligeiramente diferentes, havendo mesmo, neste caso, uma simplicidade extrema de estrutura e execução, também uma utilização vantajosa do calor cedido pelo condensador 30 para a água armazenada no reservatório de acumulação 14.



No caso de utilização escassa da água quente sanitária, a temperatura do fluido circulante no grupo frigorífico 29 é mantida a um valor correcto pelo condensador auxiliar 42 do tipo evaporador.

De acordo com a necessidade de extracção de calor, este último condensador auxiliar pode refrigerar a serpentina 45 através do ventilador 46, com o auxilio eventual do dispositivo de pulverização 65.

Neste último caso, a refrigeração da serpentina 45 faz-se desfrutando mesmo do calor latente de evaporação da água pulverizada sobre essa parte do dispositivo 65.

Analogamente, tudo o anteriormente descrito em relação à forma anterior de realização do aparelho 1, o condensador auxiliar 42 é desactivado, não apenas quando uma procura de água quente sanitária por parte dos utilizadores produz um abaixamento da temperatura da água armazenada no reservatório de acumulação 14 por meio de introdução de água fria da rede.

No caso de um abaixamento adicional da temperatura da água no reservatório 14, é activado o permutador de calor 9 de gás-água que aquece através da serpentina 15 a água sanitária para envio para os utilizadores.

\* \* \* \*

De tudo o atrás descrito e representado resulta imediatamente evidente como o aparelho 1 do presente invento, nas suas várias formas de realização, permite obter uma série de vantagens em relação às instalações de climatização da arte anterior.

Uma primeira vantagem é representada pela extrema simplicidade de construção do aparelho, em comparação com as instalações de climatização centralizadas.

Todos os componentes necessários para garantir uma



climatização adequada de uma unidade habitacional estão, de facto, incorporados num aparelho compacto, pouco atravancante e de instalação simples.

Além disso, graças à extrema simplicidade estrutural e de funcionamento, o aparelho 1 do presente invento pode ser regulado de modo extremamente simples por parte do utilizador, actuando nos parâmetros operativos da unidade de controlo 40.

A grande compacidade e extrema simplicidade do aparelho 1 permitem também a realização de aparelhos suspensos, facilmente instaláveis com a mão-de-obra mínima em qualquer apartamento individual de um prédio.

De acordo com uma das variantes de realização, o aparelho do presente invento permite mesmo instalar, em ambientes separados, a secção de aquecimento 3 e a secção de refrigeração 4, obtendo assim a vantagem adicional de satisfazer as exigências mais díspares de instalação.

Numa última vantagem, o aparelho 1 do presente invento permite uma considerável economia de energia, desfrutando do calor produzido pelo grupo frigorífico 29 para o aquecimento da água quente sanitária.

Isto permite, em particular, no período de verão, um consumo menor de combustível gasoso e um gasto menor do permutador de calor 9 de gás-água e dos acessórios relacionados.



R E I V I N D I C A Ç Õ E S

1 - Aparelho para a climatização de ambientes de construção civil e produção simultânea de água quente sanitária, caracterizado por compreender:

- uma secção de aquecimento (3) que inclui um primeiro permutador de calor (9) de gás-água para o aquecimento da água para a climatização ambiente, em relação de permuta térmica com um segundo permutador de calor (13) de água-água para a produção de água quente sanitária, munido com um reservatório de acumulação (14);

- pelo menos uma conduta de entrada (23) e, pelo menos, uma conduta de saída (24) de água sanitária do dito reservatório (14);

- uma secção de refrigeração (4) da dita água, para a climatização ambiente, que inclui, pelo menos, um condensador (30) em relação de permuta térmica com o dito reservatório de acumulação (14);

compreendendo as ditas secções de aquecimento (3) e de refrigeração (4) adicionalmente meios (36) para alimentarem a dita água para o acondicionamento ambiente, alternativamente de uma pluralidade de convectores de ventilação (5) e para a mesma.

2 - Aparelho de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por as ditas secções de aquecimento (3) e de refrigeração (4) e também as ditas condutas de entrada (23) e de saída (24) de água quente sanitária serem suportadas por uma única estrutura (2) portadora, em forma de caixa, suspensa ou em fixe.

3 - Aparelho de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por os ditos meios (36) compreenderem uma primeira e uma segunda condutas (11, 12) respectivamente de alimentação e de distribuição da dita água de acondicionamento ambiente para o dito permutador de calor (9) de gás-água e também meios de



válvula (37) previstos na dita segunda conduta (12).

4 - Aparelho de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por os ditos meios (36) compreenderem uma terceira e uma quarta condutas (34, 35) respectivamente, de alimentação e de distribuição da dita água de acondicionamento do ambiente para a dita secção de refrigeração (4), e também meios de válvula (38) previstos na dita quarta conduta (35).

5 - Aparelho de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por o dito permutador de calor (9) de gás-água compreender um queimador (10) a gás.

6 - Aparelho de acordo com a reivindicação 5, caracterizado por a dita secção de aquecimento (3) compreender adicionalmente uma conduta (19) de alimentação de combustível gasoso para o queimador (10), na qual estão previstos meios de válvula (21) de intersecção comandados por um termostato (41) de controlo da temperatura na saída do dito permutador de calor (9) de gás-água.

7 - Aparelho de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por o dito permutador de calor (9) de gás-água e o dito permutador de calor (13) de água-água estarem em relação de permuta térmica através de uma serpentina (15) disposta no dito reservatório de acumulação (14) e hidraulicamente ligada às ditas primeira e segunda condutas (11, 12).

8 - Aparelho de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por compreender uma conduta de descarga (27) para a água quente sanitária do reservatório de acumulação (14), munida de respectivos meios de válvula (28) de abertura e/ou de fecho.

9 - Aparelho de acordo com a reivindicação 8, caracterizado por os ditos meios de válvula (28) serem controlados por um termostato (17) de controlo da temperatura no dito reservatório de acumulação (14).



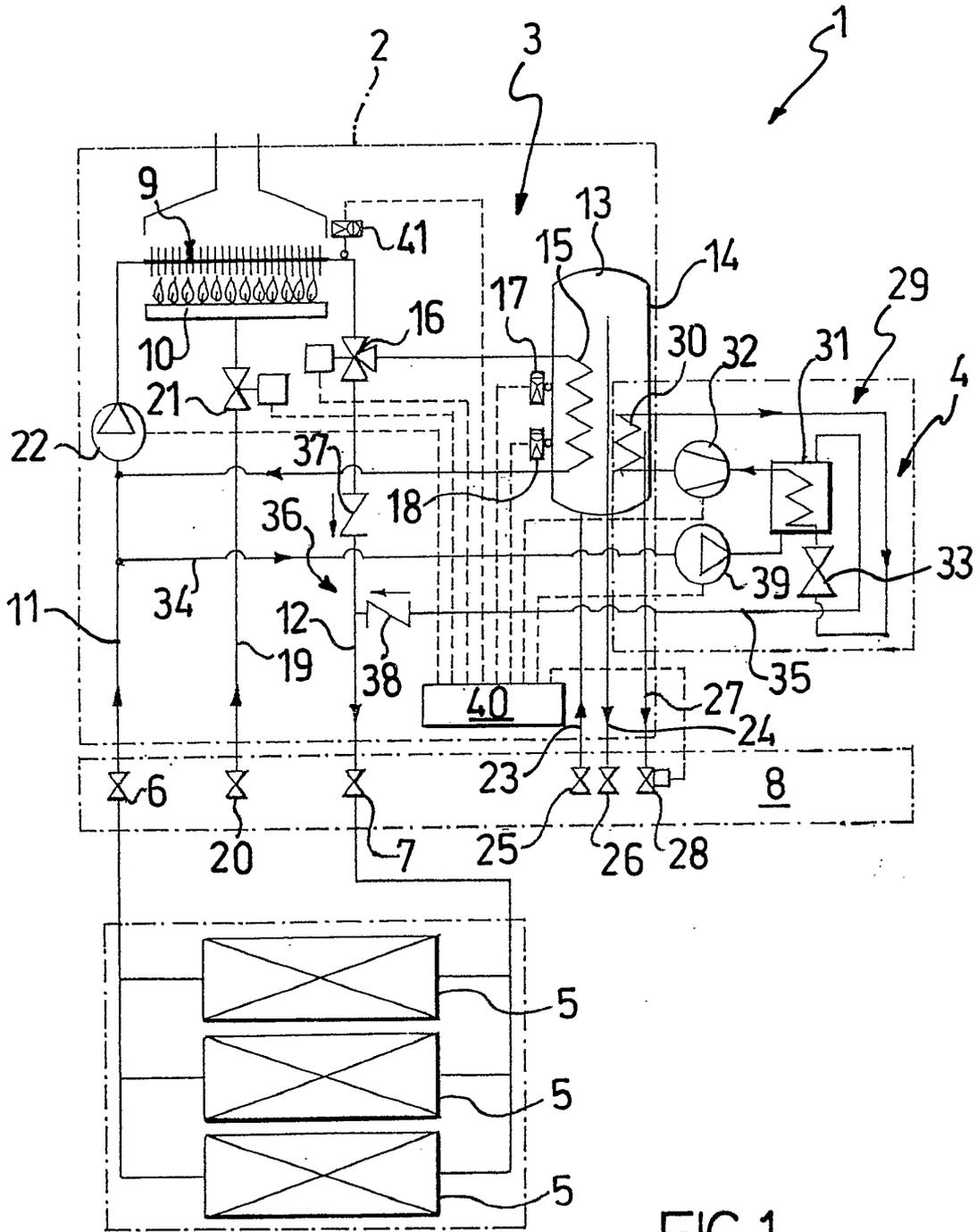


FIG.1

*Handwritten signature*

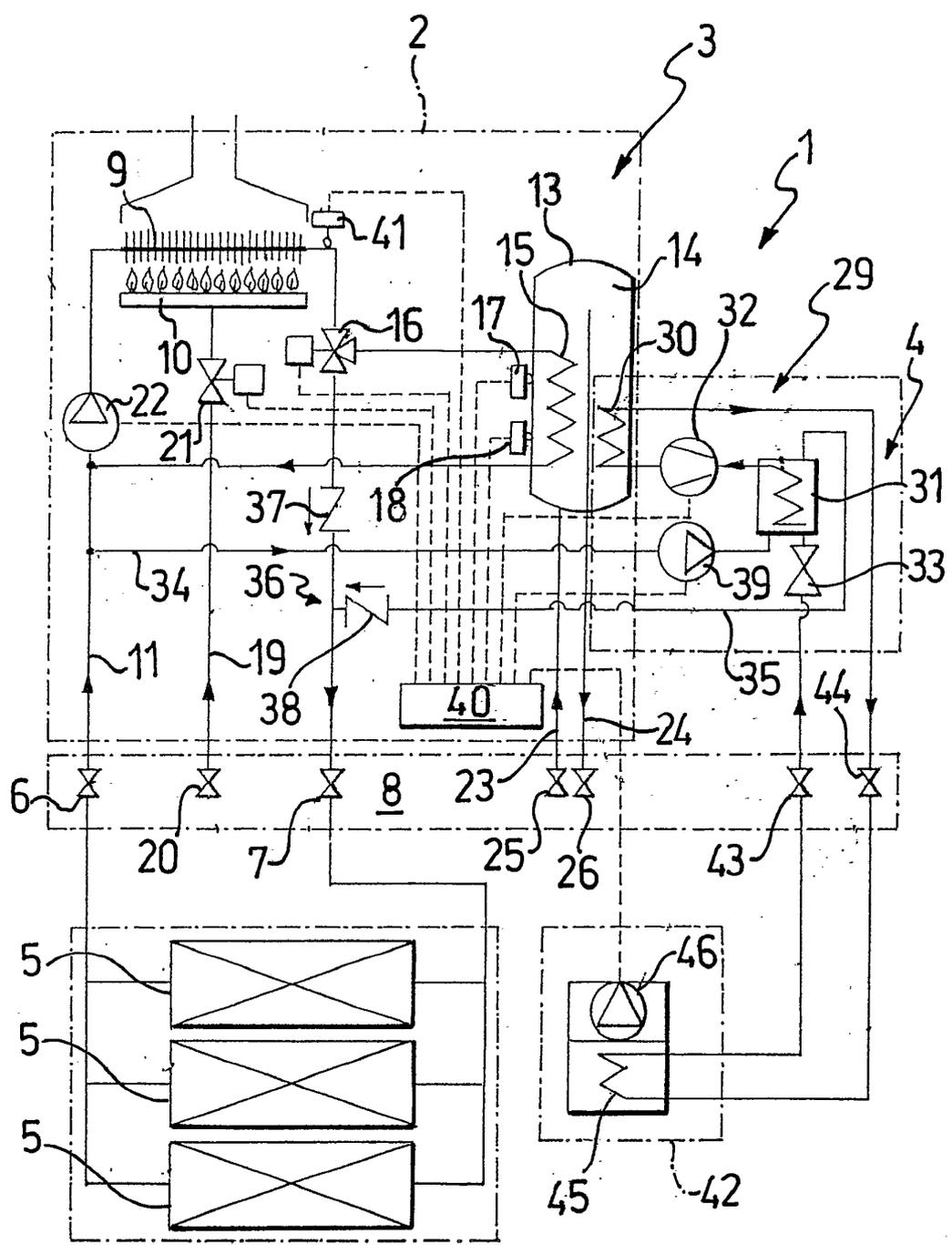


FIG. 2

*[Handwritten signature]*

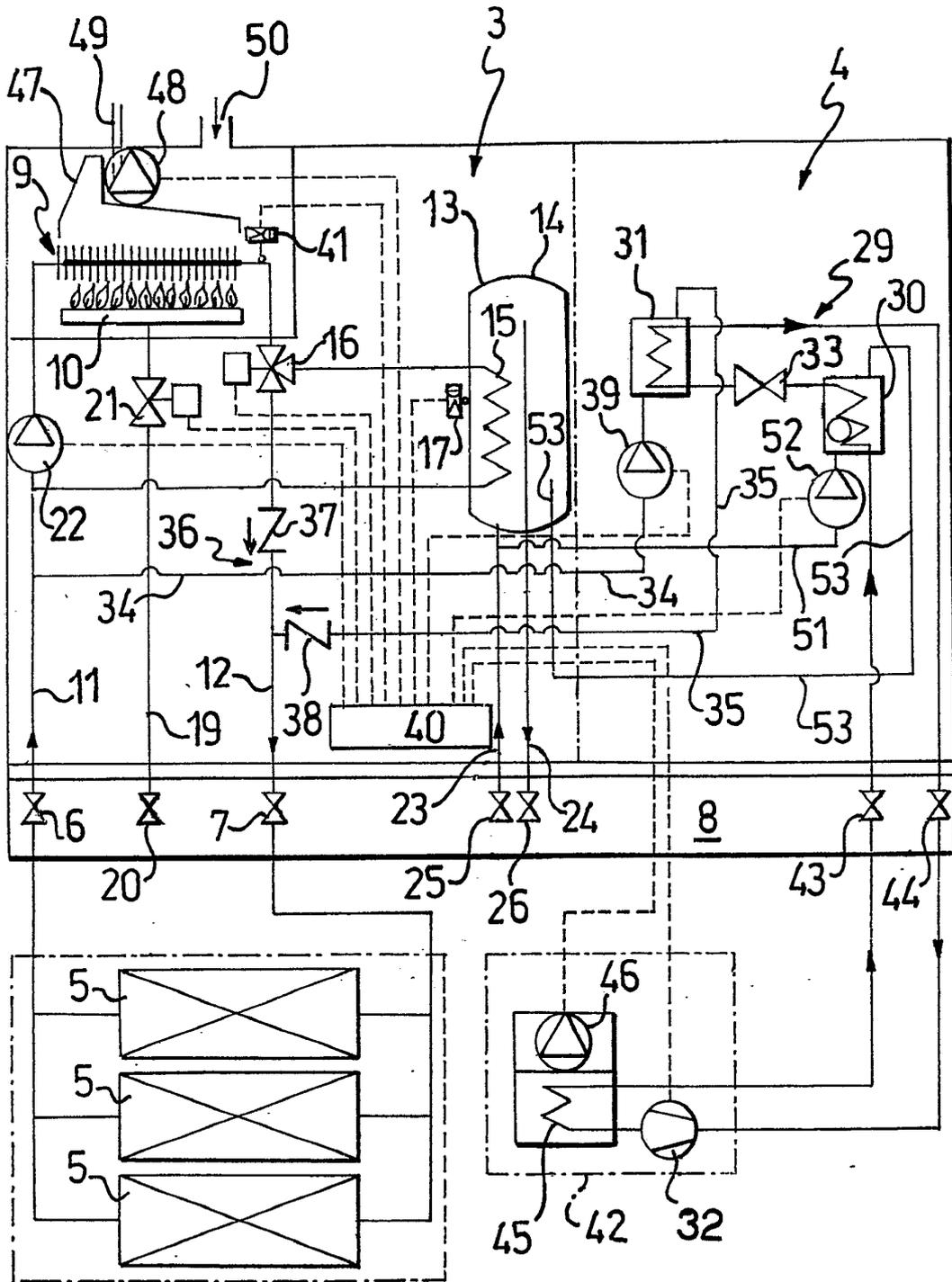


FIG. 3

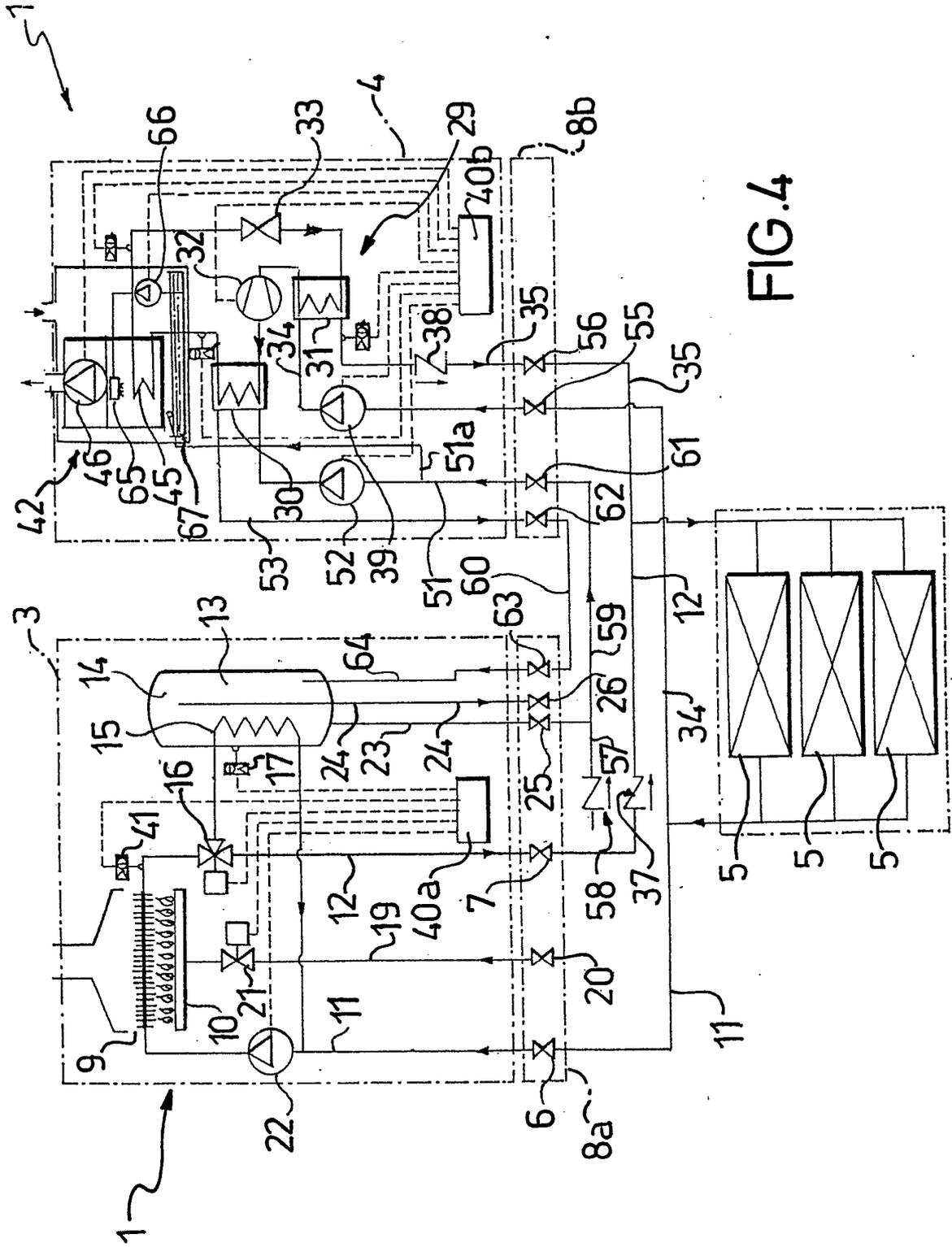


FIG.4