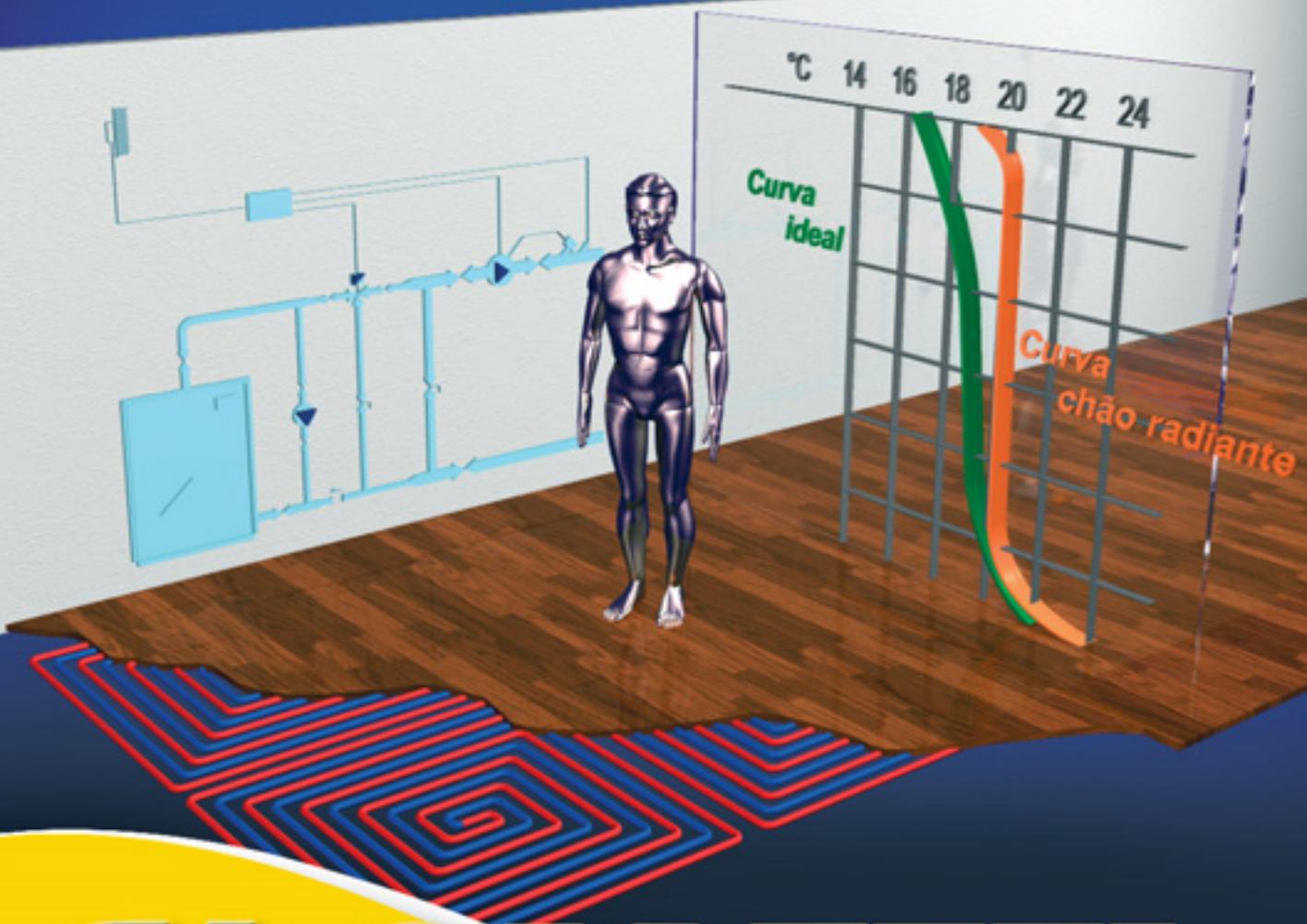


A REGULAÇÃO DAS INSTALAÇÕES DE CHÃO RADIANTE



CALEFFI



CALEFFI Lda

Componentes Hidrotérmicos

Sede:

Urbanização das Austrálias,
lote 17, Milheirós
Apartado 1214
4471-909 Maia Codex
Tel: 229619410
Fax: 229619420
caleffi.sede@caleffi.pt

Filial:

Centro Empresarial de Talaíde
Armazém. 01
Limites do Casal do
Penedo de Talaíde
2785-601 - São Domingos de Rana
Tel: 214227190
Fax: 214227199
caleffi.filial@caleffi.pt

www.caleffi.pt

Sumário

3 A regulação das instalações de chão radiante

4 As regulações dos anos setenta

Exemplo: Dimensionamento do circuito de injeção

8 As primeiras regulações para caldeiras murais

Necessidade ou não das regulações climáticas

Necessidade ou não dos circuitos anti-condensação

Soluções adoptadas

10 Novos produtos para a regulação do chão radiante

12 Grupos de ponto fixo com reguladores termostáticos

- Grupos de interior com válvula termostática

- Grupos de interior com misturadora termostática

- Grupos para SEPCOLL com misturadora termostática

18 Grupos de ponto fixo compensado com reguladores electrónicos

24 Grupos monobloco com regulação climática

- Grupos para instalação externa

- Grupos para instalação em caixa

28 Observações gerais

Regulações termostáticas

Regulações electrónicas com compensação

Regulações climáticas

Caudais das caldeiras/chão radiante

29 Notas conclusivas

30 Grupos de regulação térmica

- Grupos de regulação térmica de ponto fixo de caixa, série 162

- Grupos de regulação de ponto fixo para SEPCOLL, série 163

- Grupos de regulação térmica modulante de caixa, série 161

- Grupos de regulação térmica climática para central, série 152-153

34 Novos produtos Caleffi

- Colectores em material plástico específicos para chão radiante, série 671

- Sistema de controlo da temperatura via rádio para instalações de chão radiante, série 740

A REGULAÇÃO DAS INSTALAÇÕES DE CHÃO RADIANTE

Marco Doninelli, Mario Doninelli, Alberto Perini

Dedicamos este número da revista Hidráulica às instalações de aquecimento por chão radiante. Iremos focar em especial os seus **sistemas de regulação**; sistemas que (como sabemos e como também veremos de seguida) são um pouco diferentes dos tradicionais, já que devem garantir condições de funcionamento e de segurança mais rigorosas. O desenvolvimento será subdividido em quatro partes:

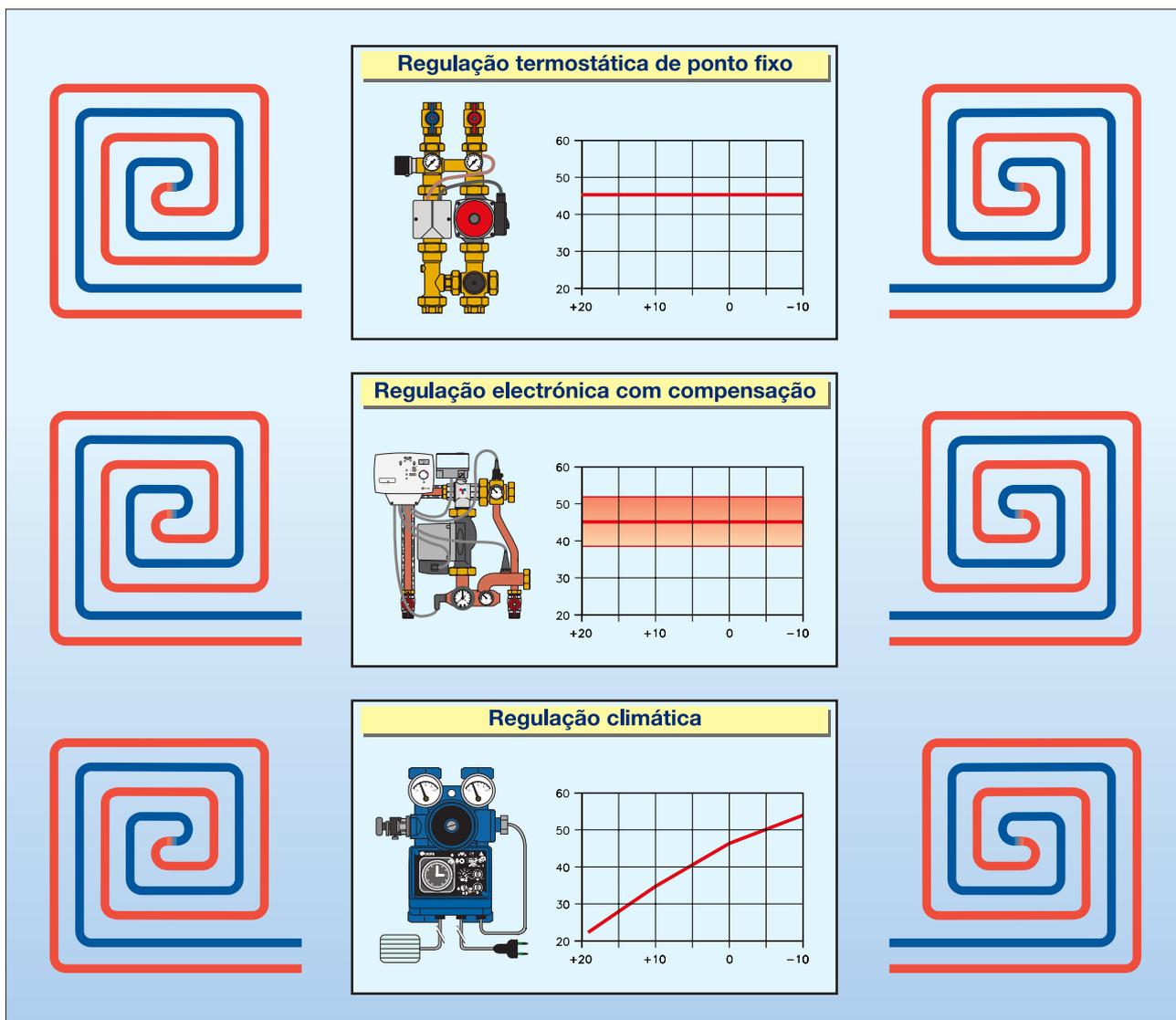
Na primeira, examinaremos as regulações dos anos setenta e os vários problemas, em parte diferentes dos actuais, que aquelas deveriam resolver.

Na segunda, consideraremos os critérios e as escolhas que têm permitido criar regulações muito compactas, que também podem ser utilizadas com caldeiras murais.

Na terceira, examinaremos as regulações principais (sempre para chão radiante) actualmente disponíveis, propondo esquemas de base para uma sua correcta utilização.

Na quarta parte, por fim, iremos propor notas e observações inerentes à escolha destas regulações. Para além disso, colocaremos em evidência, **os perigos ligados ao uso de tipos de distribuição que não são capazes de fornecer ao chão radiante o caudal pedido**.

Não deve ser esquecido, de facto, que para **uma correcta regulação dos terminais** (e, por isso, do chão radiante) **é necessário garantir aos mesmos não só a temperatura correcta** (do fluido), **mas também o caudal adequado**.



AS REGULAÇÕES DOS ANOS SETENTA

Como sabemos, após as péssimas prestações dos anos cinquenta, as instalações de aquecimento por chão radiante foram redescobertas e reavaliadas nos anos setenta.

Para a sua reavaliação contribuiu de modo decisivo a implantação de novos sistemas de regulação capazes de resolver aqueles que tinham sido os inconvenientes mais graves dos anos cinquenta, ou seja:

1. O sobreaquecimento dos locais

devido ao envio de água demasiado quente para o chão radiante e ao calor considerável que se pode acumular nos pavimentos, sendo que, naquele tempo, não se colocava material isolante debaixo da argamassa.

2. A segurança de funcionamento

que podia ser comprometida pelo bloqueio das válvulas de regulação e, por isso, pelo consequente possível envio ao chão radiante de água (a do circuito da caldeira) a temperaturas demasiado elevadas, capazes de causar sérios danos nos pavimentos e nas paredes adjacentes a estes.

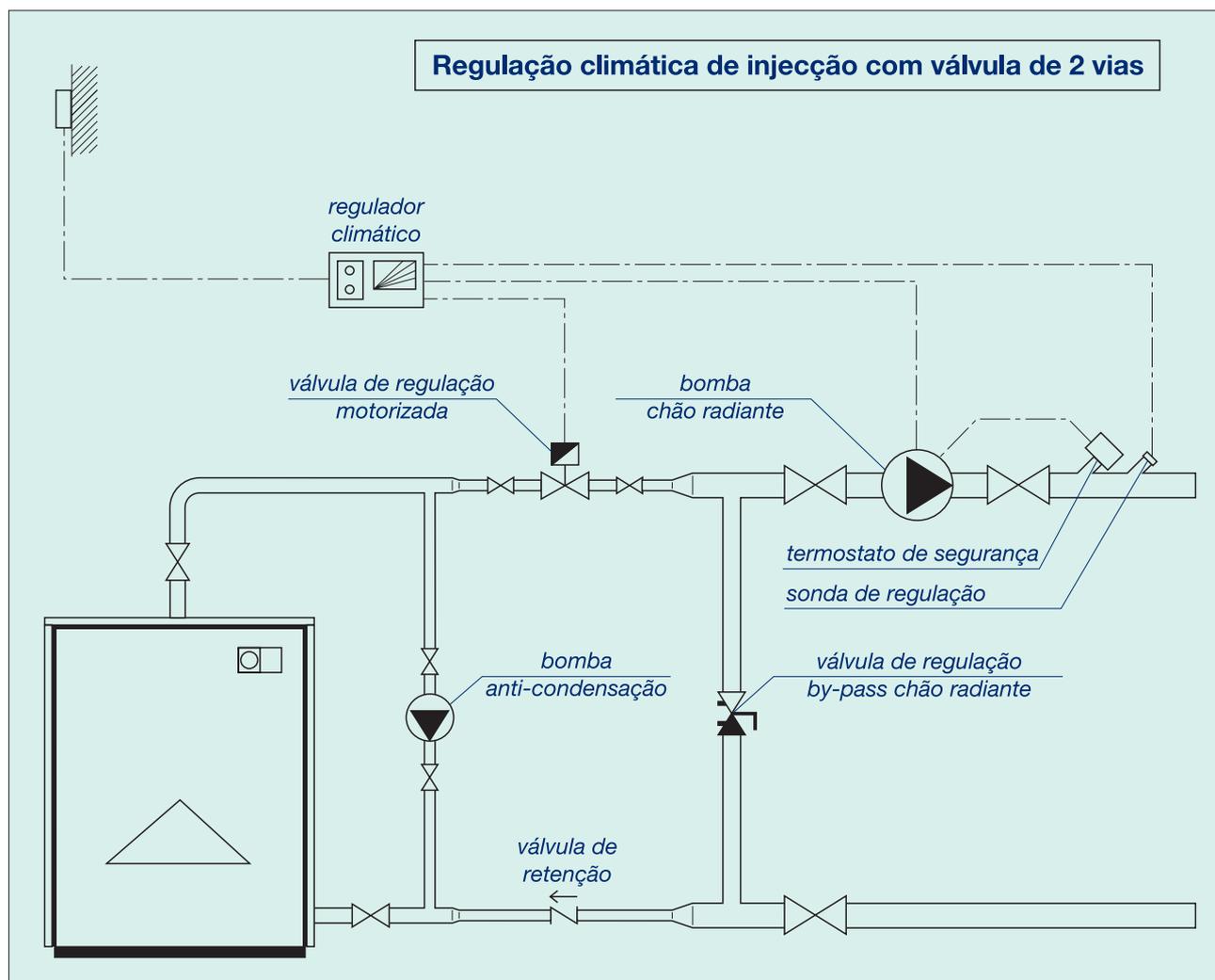
3. Os limites funcionais da regulação

de facto, com os sistemas tradicionais (entre o **circuito de alta temperatura** da caldeira e o **de baixa temperatura** do chão radiante), as válvulas de regulação podiam “trabalhar” apenas para um segmento muito limitado do seu curso. O que as tornava pouco precisas e expostas a oscilações contínuas.

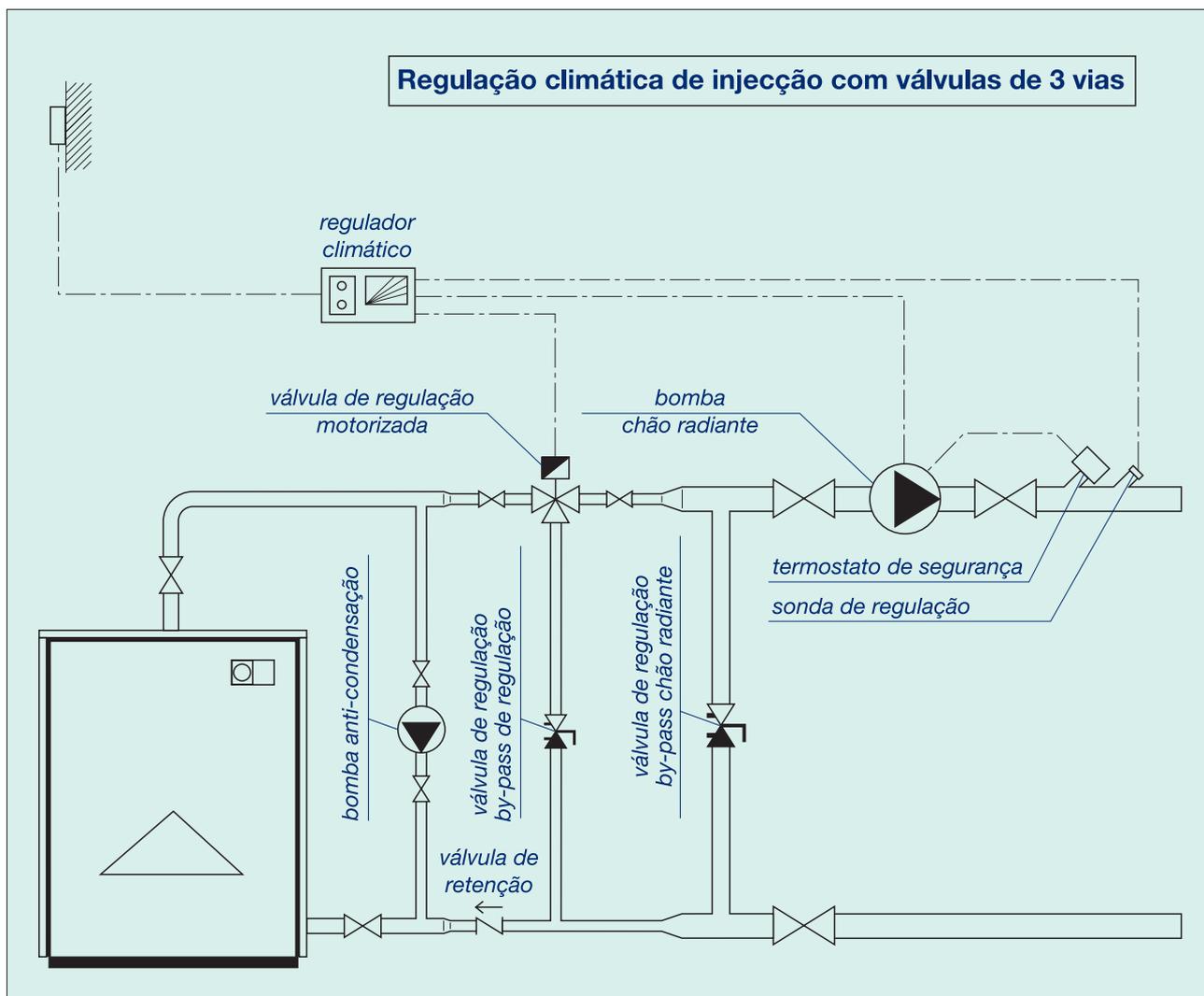
4. A condensação dos fumos

devida às **baixas temperaturas de retorno do fluido à caldeira** e responsável, devido à sua agressividade, por corrosões graves capazes de causar perdas e também ruptura nas caldeiras.

Estes problemas, nos anos setenta, foram resolvidos adoptando **sistemas** específicos de **regulação ditos de “injecção”** (ver esquema apresentado de seguida). Na prática, eram sistemas construídos **com válvulas de regulação muito pequenas que “injectavam” o fluido quente do circuito da caldeira no de baixa temperatura do chão radiante**. Com este engenhoso recurso, **as válvulas podiam “trabalhar”, desfrutando por inteiro o seu curso** e, assim, garantir um funcionamento regular e sem oscilações.



Regulação climática de injeção com válvulas de 3 vias

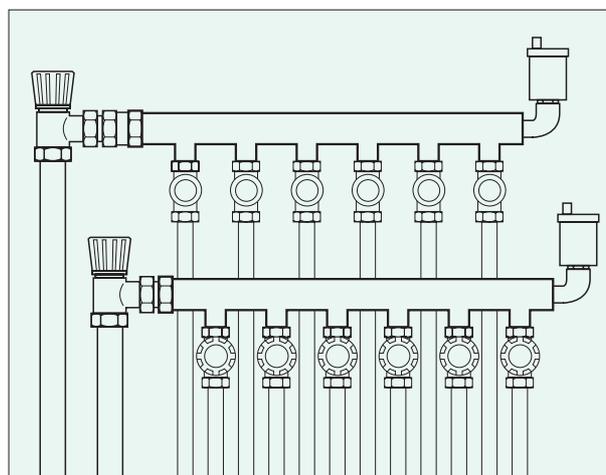


As válvulas de regulação pequenas também ofereciam mais segurança. De facto, no caso de bloqueio, **faziam passar** (do circuito da caldeira ao do chão radiante) **apenas uma quantidade limitada de fluido quente**. E tal permitia minimizar, ou até mesmo excluir, o perigo de enviar ao chão radiante água a temperaturas demasiado elevadas. Para evitar o mesmo perigo, também eram utilizados termostatos de segurança que paravam as bombas, quando eram superadas as temperaturas máximas de exercício previstas (50-55°C).

Para proteger as caldeiras (que no retorno necessitavam de temperaturas superiores a 60°C mesmo para a validade dos seus Certificados de Garantia), os sistemas **de injeção eram geralmente integrados com circuito anti-condensação**.

As válvulas de retenção e de regulação, devidamente posicionados e reguladas, **serviam para evitar circulações de parasitas e equilibrar os vários circuitos entre eles**.

Para distribuir o fluido ao chão radiante eram utilizados **colectores normais com válvulas e detentores análogos aos usados para os radiadores**.



Ver, ou rever, como podem ser calculados e balanceados **os sistemas de regulação de injeção** pode ser útil por, pelo menos, dois motivos: (1) **acontece ainda, nas velhas instalações, ser necessário reequilibrar o seu sistema distributivo**, (2) **podem ser ainda convenientemente utilizados em alguns casos**, por exemplo, em instalações centralizadas ou para aquecer grandes superfícies.

Exemplo: Dimensionamento do circuito de injeção

Dimensionar o circuito de injeção abaixo apresentado, considerando:

$Q = 15.000 \text{ kcal/h}$ (calor dispersão chão radiante)

$T_p = 45^\circ\text{C}$ (temperatura de projecto chão radiante)

$G = 3.000 \text{ l/h}$ (caudal do circuito de chão radiante)

$T_c = 75^\circ\text{C}$ (temperatura de ida água caldeira)

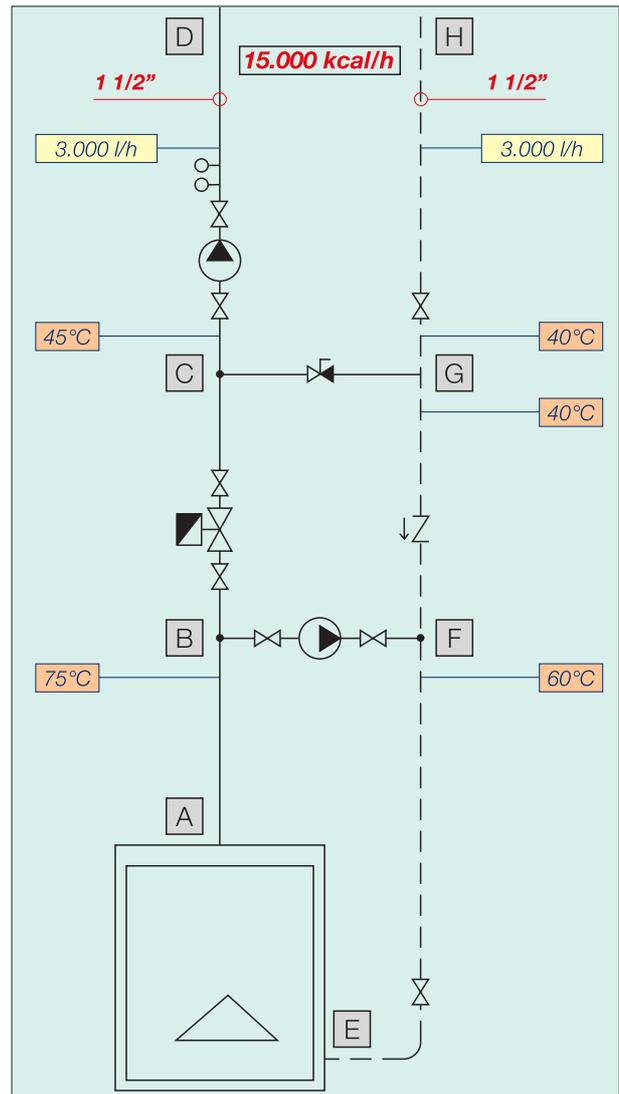
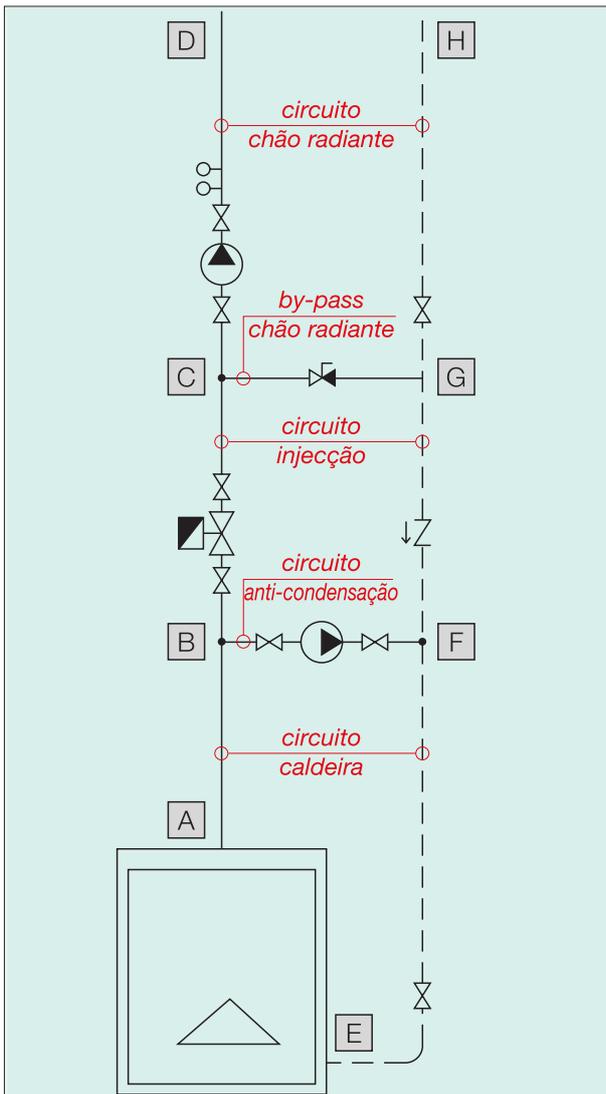
$T_{cr} = 60^\circ\text{C}$ (temperatura mínima de retorno à caldeira)

Circuito de injeção (segmentos BC e GF)

$T_{BC} = 75^\circ\text{C}$ (temperatura de projecto segmento BC = temperatura de ida caldeira)

$T_{GF} = 40^\circ\text{C}$ (temperatura de projecto segmento GF = temperatura de retorno circuito chão radiante)

$\Delta T = 75 - 40 = 35^\circ\text{C}$ (salto térmico de projecto do circuito de injeção)



Circuito de distribuição chão radiante (segmentos CD e HG)

$\Delta T = 15.000 / 3.000 = 5^\circ\text{C}$ (salto térmico chão radiante)

$T_{rc} = 45 - 5 = 40^\circ\text{C}$ (temperatura de retorno chão radiante)

O diâmetro deste circuito pode ser determinado com o método das perdas de carga lineares constantes (ved 1º "Handbook Caleffi") supondo: $r = 10 \text{ mm c.a./m}$. Com base neste valor e no caudal de projecto (3.000 l/h) resulta:

$\varnothing = 1 \frac{1}{2}''$ (diâmetro circuito chão radiante)

Conhecida a quantidade de calor que deve ser fornecida ao chão radiante (15.000 kcal/h), pode assim determinar-se o caudal de projecto do circuito em questão:

$G_{BC-GF} = 15.000 / 35 = 429 \text{ l/h}$

O circuito de injeção tem segmentos muito curtos, por isso o seu diâmetro pode ser determinado com perdas de carga lineares constantes elevadas, por exemplo: $r = 80-100 \text{ mm c.a./m}$. Com base nestes valores e no caudal de projecto (429 l/h) resulta:

$\varnothing = 1/2''$ (diâmetro circuito de injeção)

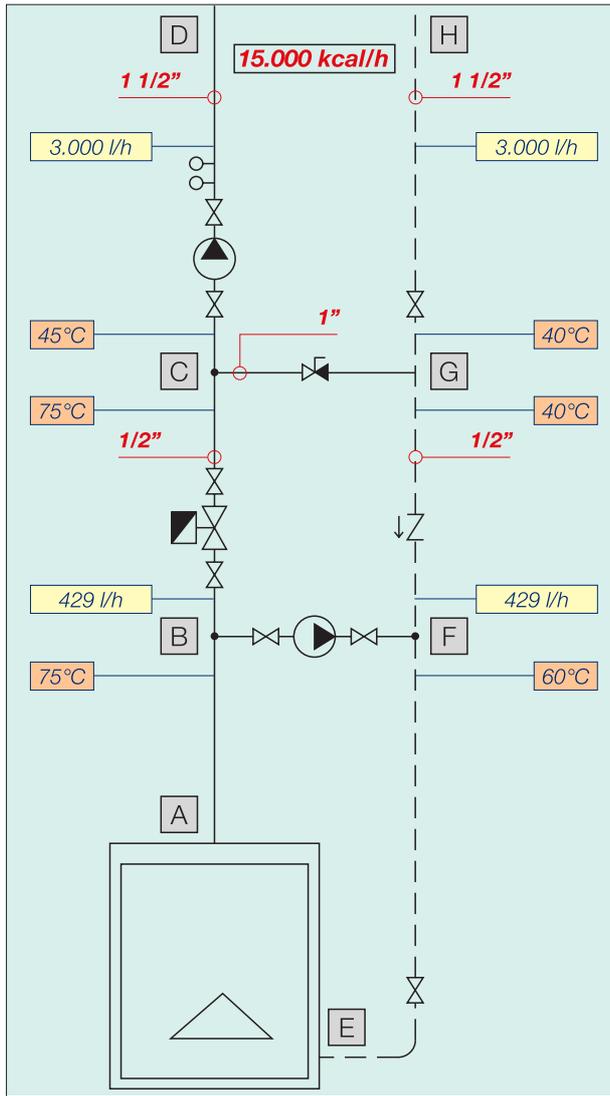
By-pass chão radiante (segmentos CG)

O caudal máximo deste by-pass obtém-se com a válvula de injeção fechada e pode ser assumida igual ao do circuito de chão radiante:

$$G_{CG} = 3.000 \text{ l/h}$$

Sendo este segmento muito curto, o diâmetro do by-pass pode ser determinado com perdas de carga lineares constantes elevadas, por exemplo: $r = 80-100 \text{ mm c.a./m}$. Com base nestes valores e no caudal acima obtido, resulta:

$$\varnothing = 1'' \text{ (diâmetro by-pass chão radiante)}$$



Circuito da caldeira (segmentos AB e FE)

$$T_{AB} = 75^\circ\text{C} \text{ (temperatura de ida água caldeira)}$$

$$T_{FE} = 60^\circ\text{C} \text{ (temperatura mínima de retorno à caldeira)}$$

$$\Delta T = 75 - 60 = 15^\circ\text{C} \text{ (salto térmico circuito caldeira)}$$

Conhecida a quantidade de calor que deve ser fornecida ao circuito de chão radiante (15.000 kcal/h), pode assim determinar-se o caudal de projecto dos segmentos de ligação à caldeira:

$$G_{AB-FE} = 15.000 / 15 = 1.000 \text{ l/h}$$

Sendo estes segmentos muito curtos, podem ser dimensionados com perdas de carga lineares constantes elevadas, por exemplo: $r = 80-100 \text{ mm c.a./m}$. Com base nestes valores e no caudal anteriormente determinado (1.000 l/h), resulta:

$$\varnothing = 3/4'' \text{ (diâmetro do circuito de caldeira)}$$

Circuito anti-condensação (segmento BF)

Conhecidos os valores:

$$G_{GF} = 429 \text{ l/h} \text{ (caudal segmento GF)}$$

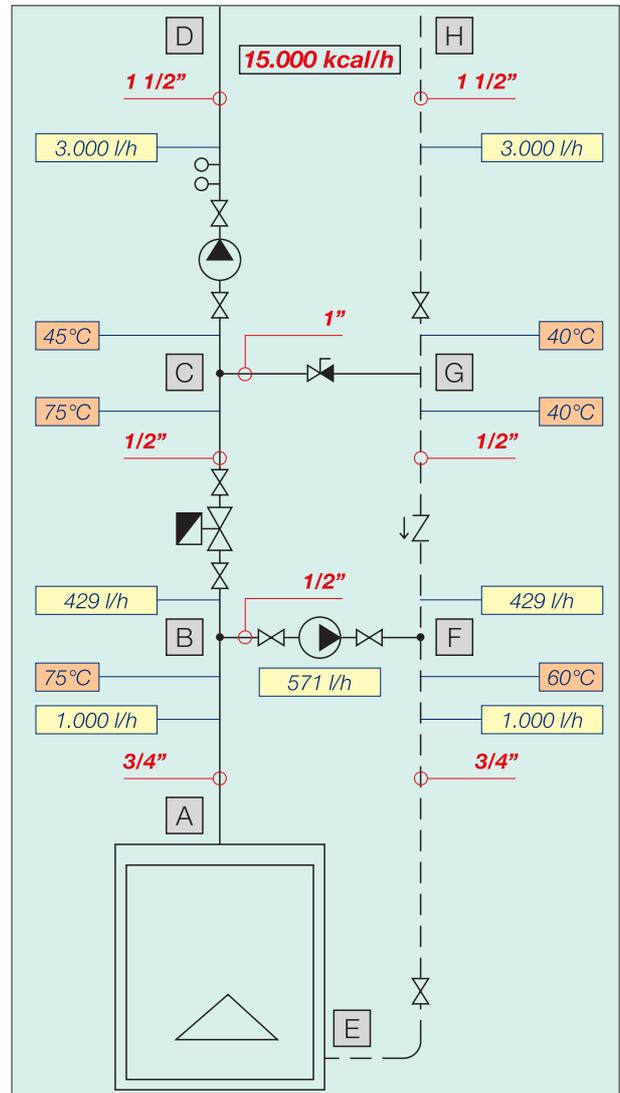
$$G_{FE} = 1.000 \text{ l/h} \text{ (caudal segmento FE)}$$

O caudal do circuito de anti-condensação pode ser calculado fazendo um balanço dos caudais na ramificação F:

$$G_{BF} = 1.000 - 429 = 571 \text{ l/h}$$

O diâmetro deste circuito pode ser determinado com um critério análogo ao utilizado em cima para segmentos muito curtos. Assim resulta:

$$\varnothing = 1/2'' \text{ (diâmetro circuito anti-condensação)}$$



AS PRIMEIRAS REGULAÇÕES PARA CALDEIRAS MURAIS

No final dos anos setenta, a rápida afirmação das caldeiras murais reabriu o discurso sobre a regulação do chão radiante, já que **os sistemas utilizados até então ocupavam demasiado espaço**. Foram encontradas soluções adequadas, apenas **colocando em discussão a necessidade, ou não, de utilizar regulações climáticas e circuitos anti-condensação**, isto é, elementos considerados essenciais, até então, para a correcta regulação do chão radiante. E uma revisão semelhante merece algumas considerações:

Necessidade ou não das regulações climáticas

O medo de sobreaquecer os locais (entre as causas principais de mau-estar e contestações dos anos cinquenta) **tinha induzido os projectistas a confiar apenas nas regulações climáticas**; regulações que enviam água ao chão radiante à menor temperatura possível, e portanto, permitem minimizar as causas que levam ao sobreaquecimento dos locais.

Pelo contrário, considerava-se que as regulações de ponto fixo (que enviam água ao chão radiante de modo descontínuo e à maior temperatura de exercício prevista) pudessem fazer acumular demasiado calor nos pavimentos e, por isso, sobreaquecer os locais.

Testes experimentais, e também um exame mais atento à forma como o chão radiante cede calor evidenciaram, contudo, que também **as regulações de ponto fixo podiam fornecer prestações seguramente aceitáveis**.

Necessidade ou não dos circuitos anti-condensação

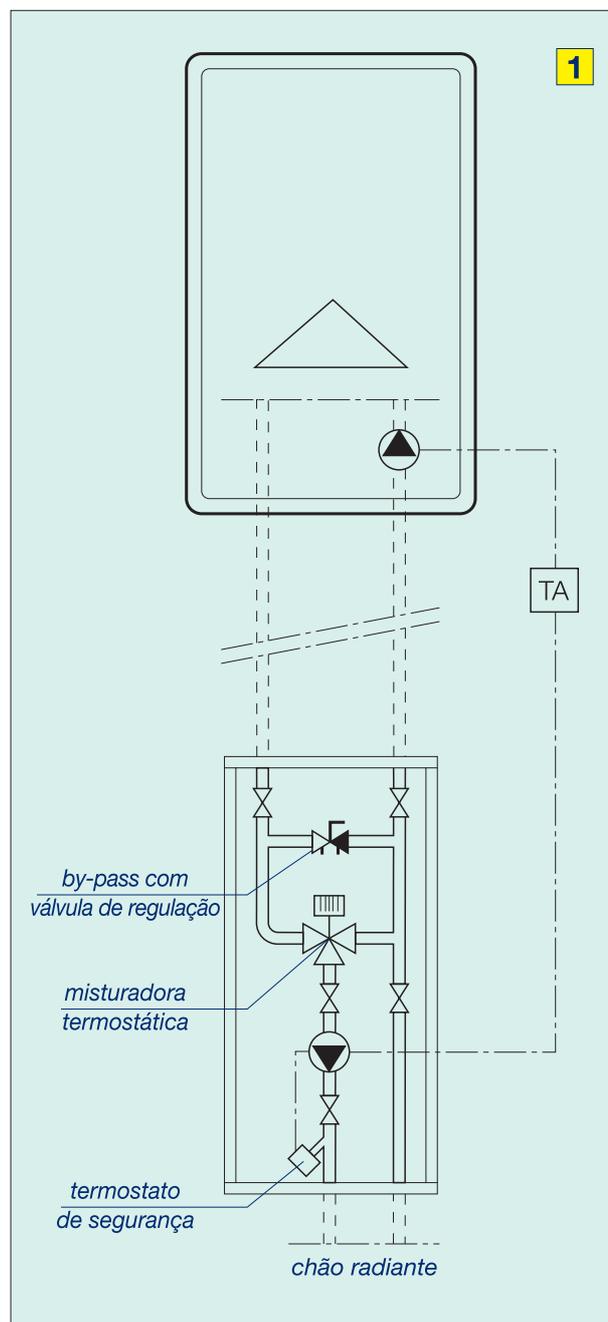
Esta necessidade, pelo contrário, terminou já que as **caldeiras murais começaram a ser produzidas com aços especiais, capazes de resistir à acção corrosiva dos fumos condensados**.

Soluções adoptadas

O facto de não ser necessário recorrer a sistemas com regulações climáticas e circuitos anti-condensação **levou à criação de soluções francamente mais compactas e que pudessem ser inseridas nas paredes**.

Esta soluções eram criadas *in loco* ou montadas na oficina, já que não existia ainda um mercado capaz de justificar a sua montagem em série. E eram essencialmente soluções do tipo apresentado de seguida:

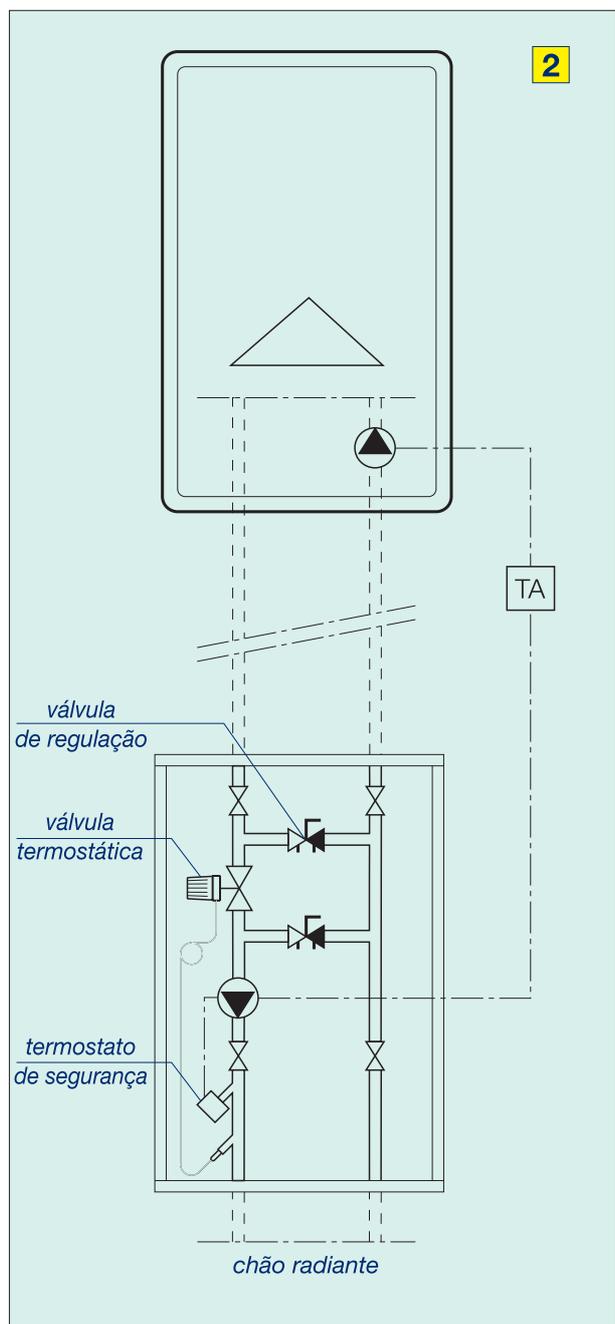
A solução [1] era criada com a ajuda de uma misturadora termostática e permitia servir apenas uma zona.



As bombas da caldeira e do circuito do chão radiante eram ambas comandadas pelo termostato ambiente.

O by-pass com válvula de regulação servia para não fazer *queimar* a bomba da caldeira, garantindo à mesma um caudal mínimo mesmo quando a misturadora termostática fechava a via do circuito da caldeira.

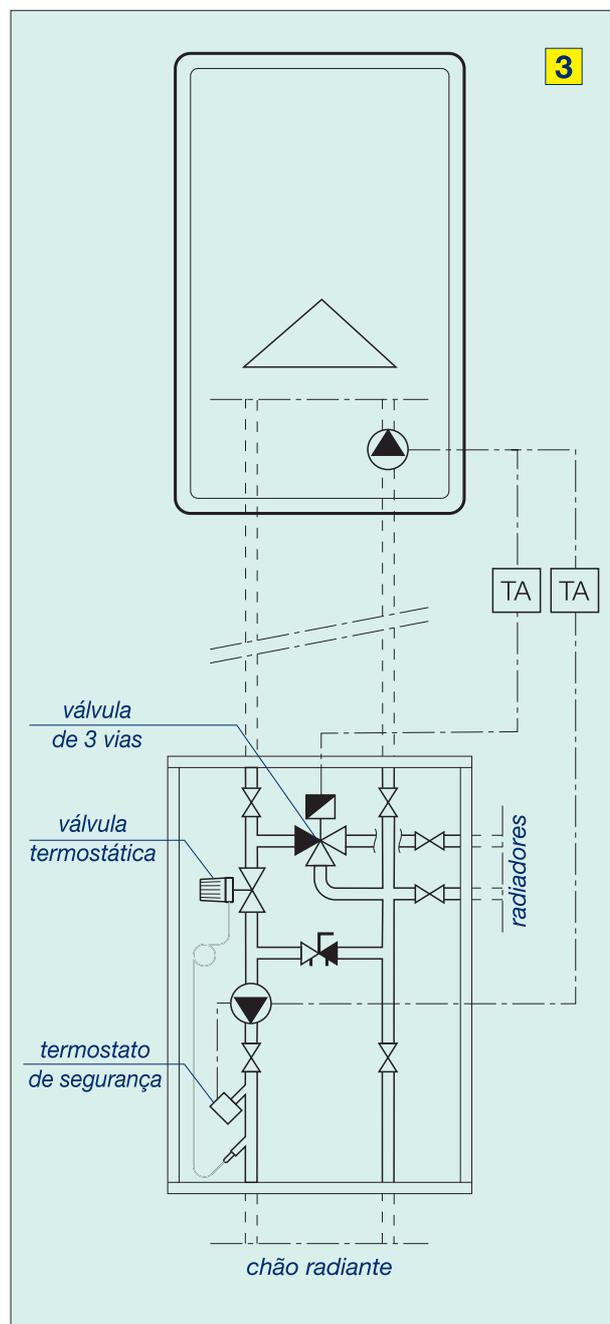
A solução [2] era criada com a ajuda de uma válvula termostática e permitia servir uma única zona.



As bombas da caldeira e do circuito de chão radiante eram ambas comandadas pelo termostato ambiente.

Como no caso precedente, o by-pass com válvula de regulação servia para não fazer queimar a bomba da caldeira, garantindo à mesma um caudal mínimo, mesmo com a válvula termostática fechada.

A solução [3] era criada com duas válvulas (uma termostática e uma de zona) que permitiam servir uma zona de chão radiante e uma zona de radiadores.



A válvula de zona e a bomba do chão radiante eram comandadas por termostatos ambiente. O seu fecho simultâneo levava ao fecho da bomba da caldeira.

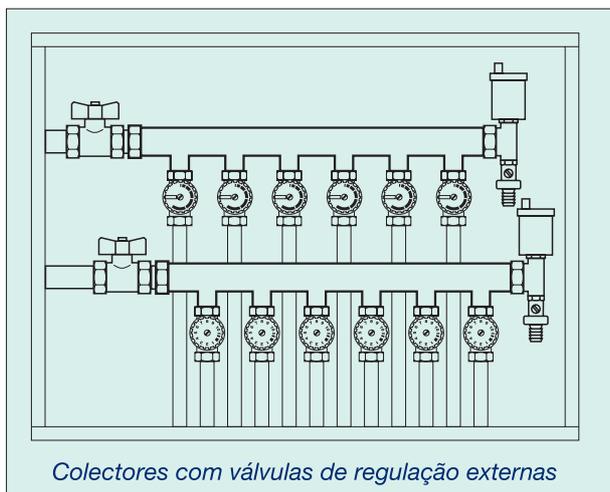
Não era necessário um by-pass com válvula de regulação, já que a válvula de três vias garantia, em cada posição, um caudal mínimo suficiente para não fazer queimar a bomba da caldeira.

NOVOS PRODUTOS PARA A REGULAÇÃO DO CHÃO RADIANTE

Na prática, até ao final dos anos oitenta, **não existiam materiais fabricados propositadamente para as instalações de chão radiante**. Assim, para regular temperaturas e caudais, deviam utilizar-se materiais concebidos e desenvolvidos para outros tipos de instalação.

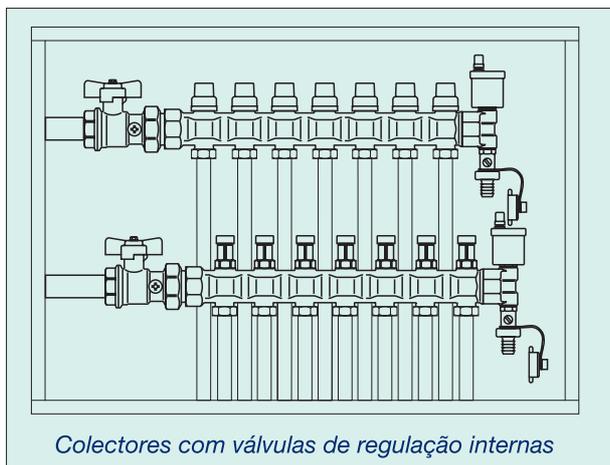
Todavia, a difusão constante das instalações de chão radiante mudou esta situação. E, mais ou menos no início dos anos noventa, começaram a surgir os primeiros materiais específicos para chão radiante, dando assim vida a um novo sector de mercado, actualmente bastante rico e diversificado.

Entre os primeiros materiais específicos para chão radiante devem, sem dúvida, ser considerados os **colectores de distribuição com válvulas micrométricas externas e grupos de topo** para a saída de ar e a descarga de água.



Colectores com válvulas de regulação externas

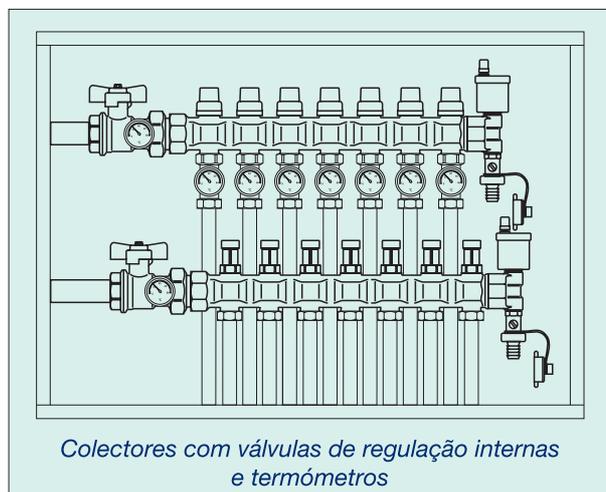
Os colectores foram depois produzidos **com válvulas de intercepção incorporadas nos mesmos**.



Colectores com válvulas de regulação internas

Também foram propostos **termómetros e reguladores de caudal para circuito de chão radiante**.

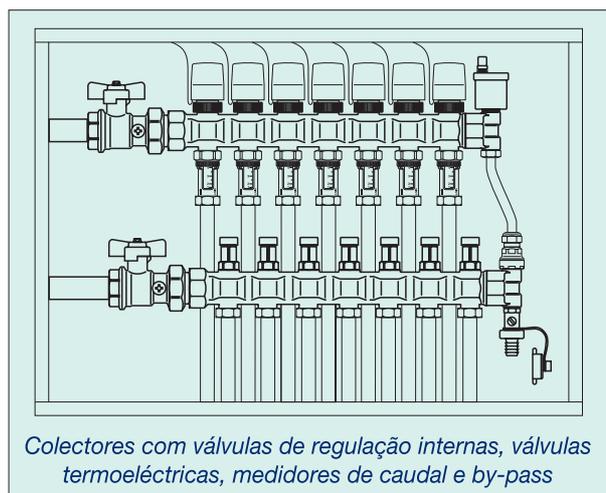
O desenho abaixo indicado diz respeito a um exemplo com termómetros, quer nas ligações dos colectores, quer no retorno dos vários circuitos de derivação.



Colectores com válvulas de regulação internas e termómetros

Para além disso, foram disponibilizados **colectores com comandos electrotérmicos** que, comandados por termostatos ambiente, **permitem regular de modo autónomo a temperatura de cada local**.

O desenho abaixo apresentado diz respeito a um exemplo com colectores dotados de válvulas de regulação micrométricas internas, comandos electrotérmicos, medidores de caudal e by-pass de topo de regulação fixa com purgador de ar.



Colectores com válvulas de regulação internas, válvulas termoeléctricas, medidores de caudal e by-pass

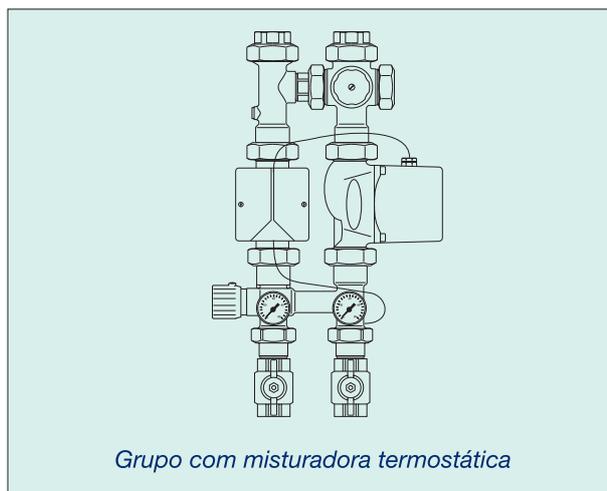
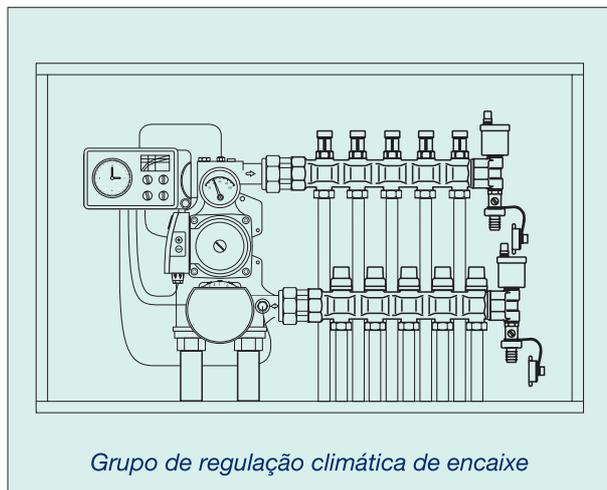
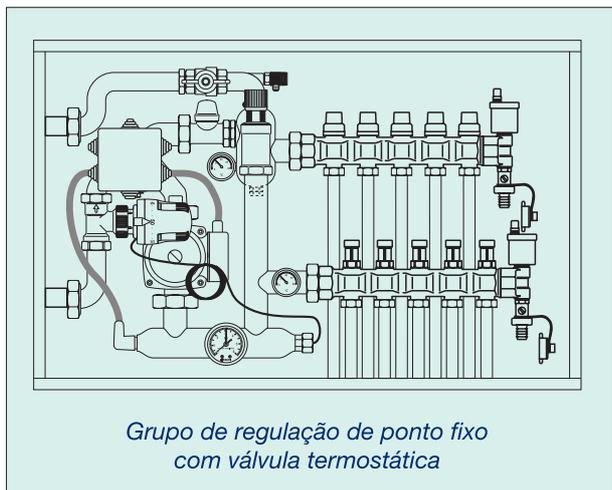
O by-pass tem a função de garantir um caudal mínimo, mesmo com os comandos electrotérmicos fechados; este caudal pode servir para proteger as bombas e fazer funcionar correctamente as sondas de regulação.

Diversas (ver desenhos abaixo indicados) foram também as propostas relativas a **grupos de regulação pré-montados**.

Nas páginas que se seguem, examinaremos estas propostas (ou melhor, as ainda actuais), subdividindo-as com base no tipo de regulação que são capazes de oferecer, ou seja:

- ❑ de ponto fixo com reguladores termostáticos;
- ❑ de ponto fixo compensado com reguladores electrónicos;
- ❑ de tipo climático.

Para além disso, iremos propor tipos de instalação que permitem uma utilização adequada das várias soluções consideradas.



GRUPOS DE PONTO FIXO COM REGULADORES TERMOSTÁTICOS

São grupos com reguladores termostáticos que accionam válvulas de duas ou de três vias. Servem para manter constante (segundo o valor pedido) a temperatura da água enviada ao chão radiante.

Grupos de interior com válvula termostática

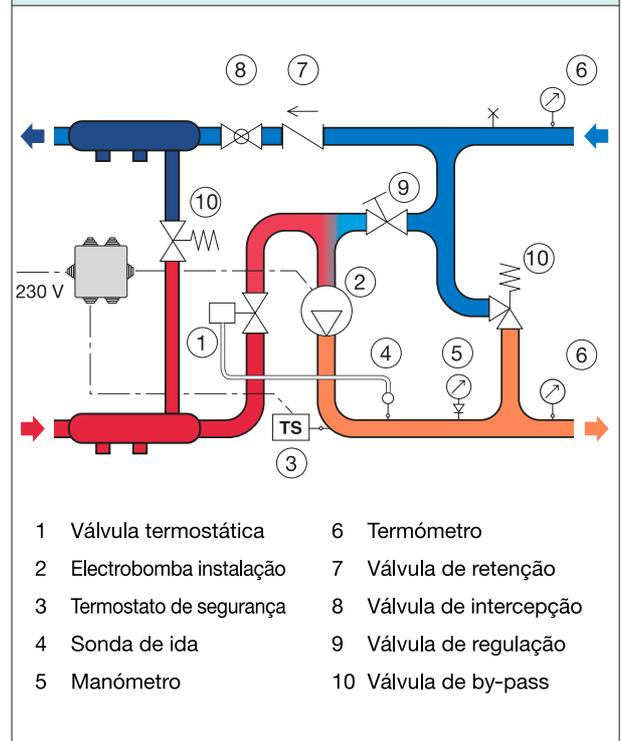
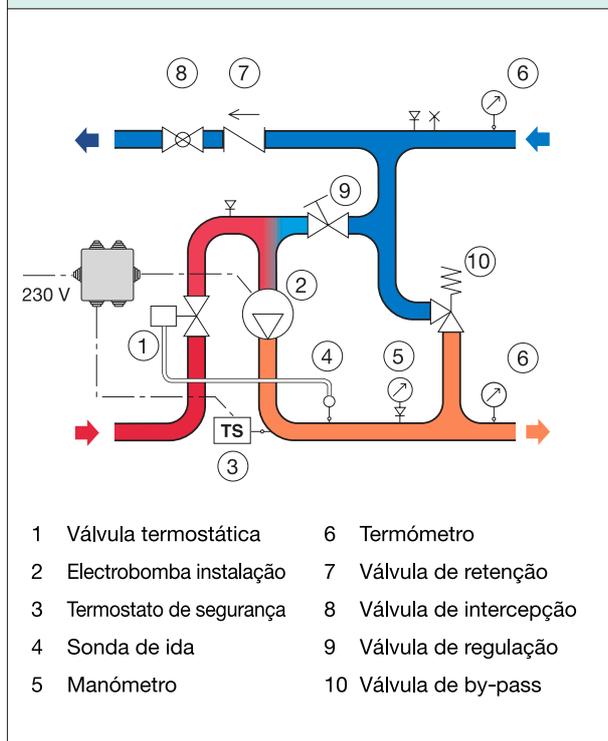
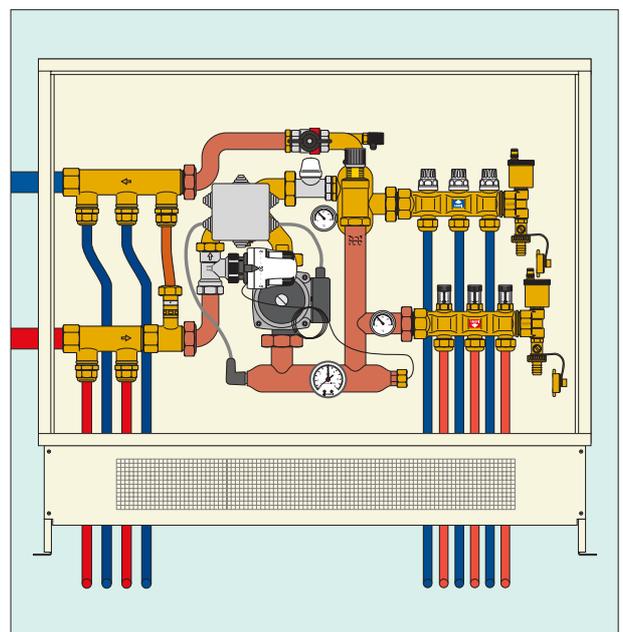
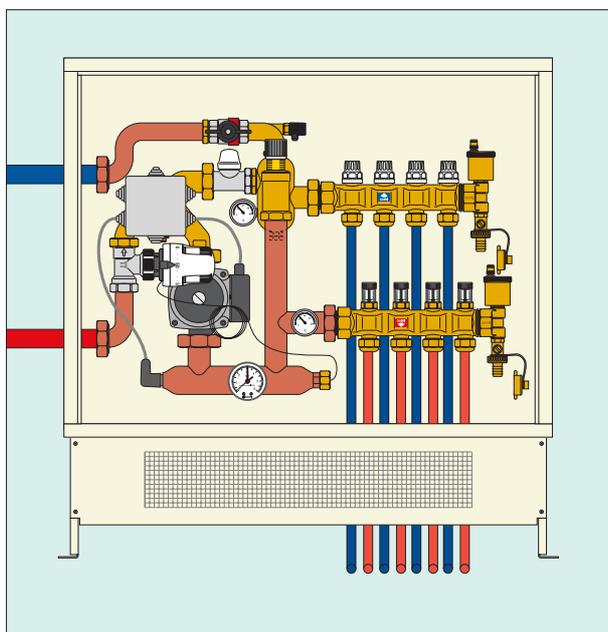
Estes grupos (ver esquema abaixo apresentado) funcionam de modo essencialmente semelhante aos de injeção utilizados com as primeiras caldeiras murais.

O fluido proveniente do circuito da caldeira é injectado no circuito de chão radiante através da acção reguladora de uma válvula termostática de 2 vias com sonda de imersão.

A temperatura dos locais é regulada com um termostato ambiente que comanda a bomba do chão radiante. Um termostato de segurança bloqueia a bomba, se for ultrapassada a temperatura máxima de exercício.

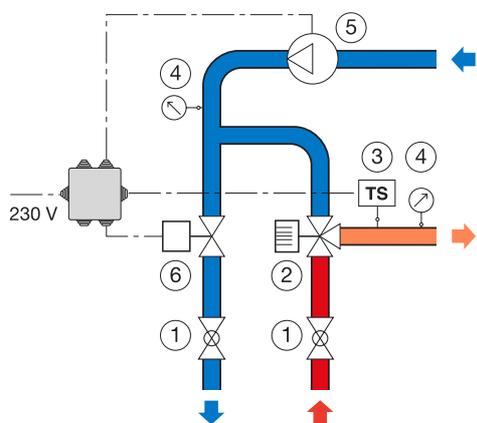
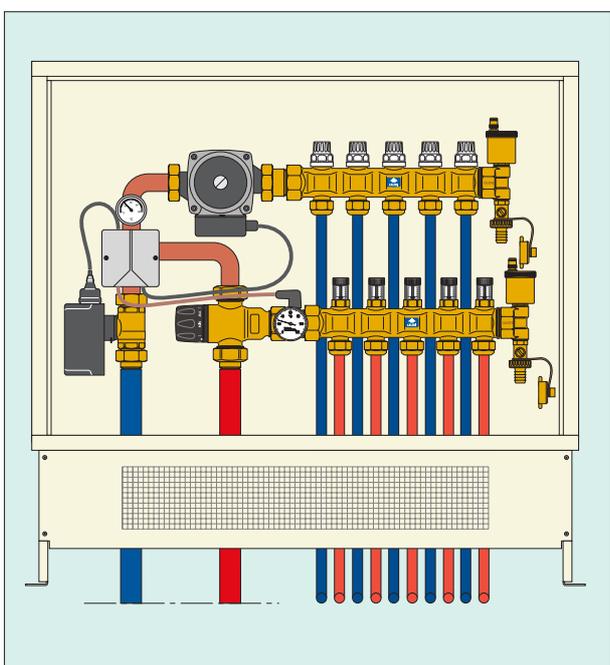
A válvula de regulação serve, se necessário, para equilibrar os circuitos com o objectivo de garantir a injeção do fluido a alta temperatura no circuito de chão radiante.

Encontram-se disponíveis kits que permitem servir com o mesmo grupo não só o chão radiante, como também os terminais a alta temperatura.



Grupos de interior com misturadora termostática

São grupos regulados com a ajuda de uma **misturadora termostática**. O seu funcionamento é facilmente deduzível a partir do esquema abaixo indicado. **Se existir uma bomba a montante destes grupos (ver solução n. 4 apresentada em seguida), deve utilizar-se uma válvula de bloqueio de 2 vias** para proceder ao fecho, quando o termostato de segurança fechar a bomba do chão radiante. Sem essa válvula e com a misturadora desregulada, pode de facto, **ser enviada água demasiado quente ao chão radiante, mesmo se a respectiva bomba estiver fechada**. Esta medida de segurança não é necessária, se a montante do grupo não existirem impulsos de bombas, por exemplo, se o grupo derivar directamente de um SEPCOLL.

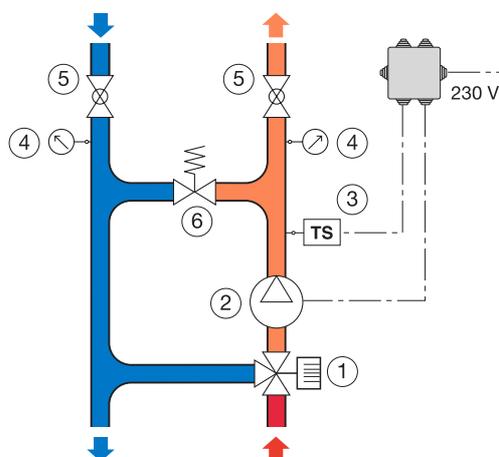
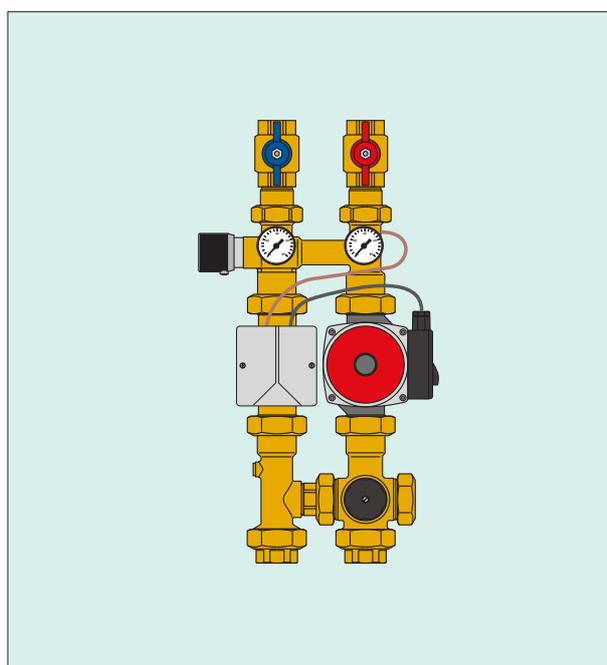


- | | |
|----------------------------|---------------------------|
| 1 Válvula de intercepção | 4 Termómetro |
| 2 Misturadora termostática | 5 Electrobomba instalação |
| 3 Termostato de segurança | 6 Válvula de bloqueio |

Grupos para SEPCOLL com misturadora termostática

Trata-se de grupos (para montar em caixa ou não) dotados de **misturadoras termostáticas propositadamente criados para otimizar a regulação do chão radiante e para permitir a montagem directa (dos grupos) nos SEPCOLL**.

Graças às características específicas das suas misturadoras, estes grupos podem oferecer elevadas prestações e uma fácil colocação em funcionamento. **Além disso, o seu modo de funcionar é facilmente compreendido, mesmo sem a ajuda de esquemas explicativos**, o que simplifica consideravelmente as intervenções de controlo e manutenção.



- | | |
|----------------------------|--------------------------|
| 1 Misturadora termostática | 4 Termómetro |
| 2 Electrobomba instalação | 5 Válvula de intercepção |
| 3 Termostato de segurança | 6 Válvula de by-pass |

Solução 1

O chão radiante e os radiadores (de baixa temperatura) derivam de um grupo de regulação de ponto fixo com válvula termostática.

O termostato ambiente activa ou desactiva as bombas quer do chão radiante, quer da caldeira.

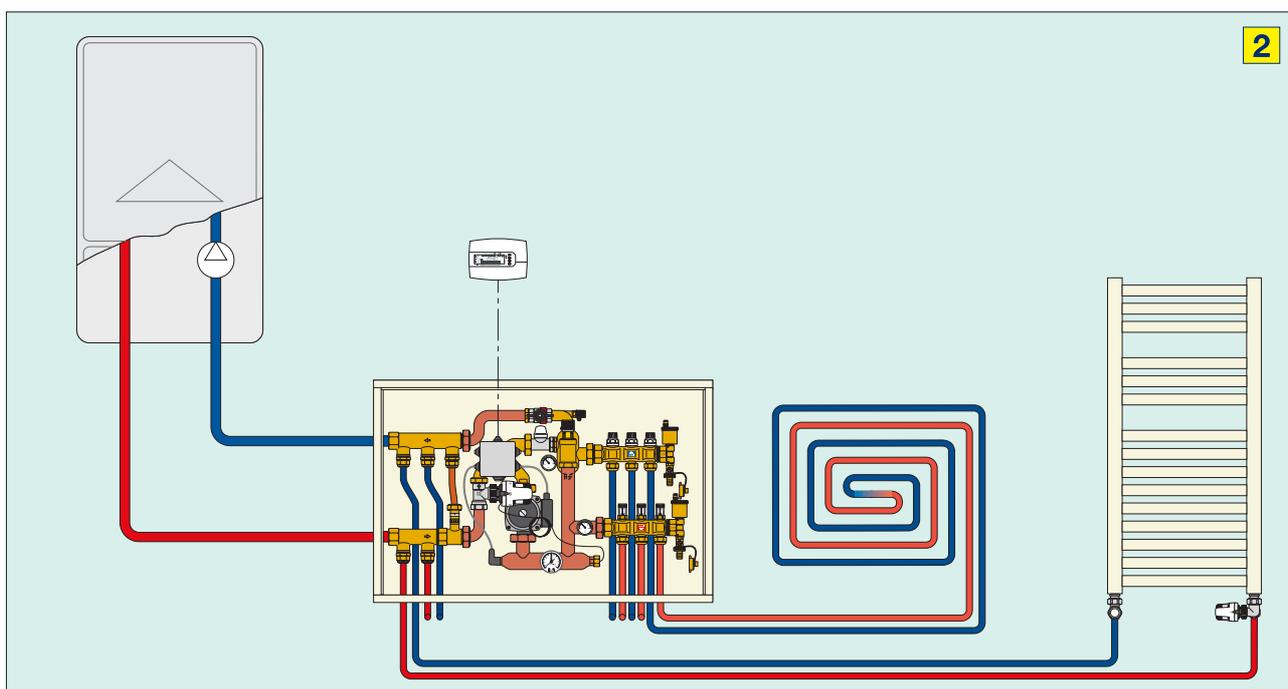
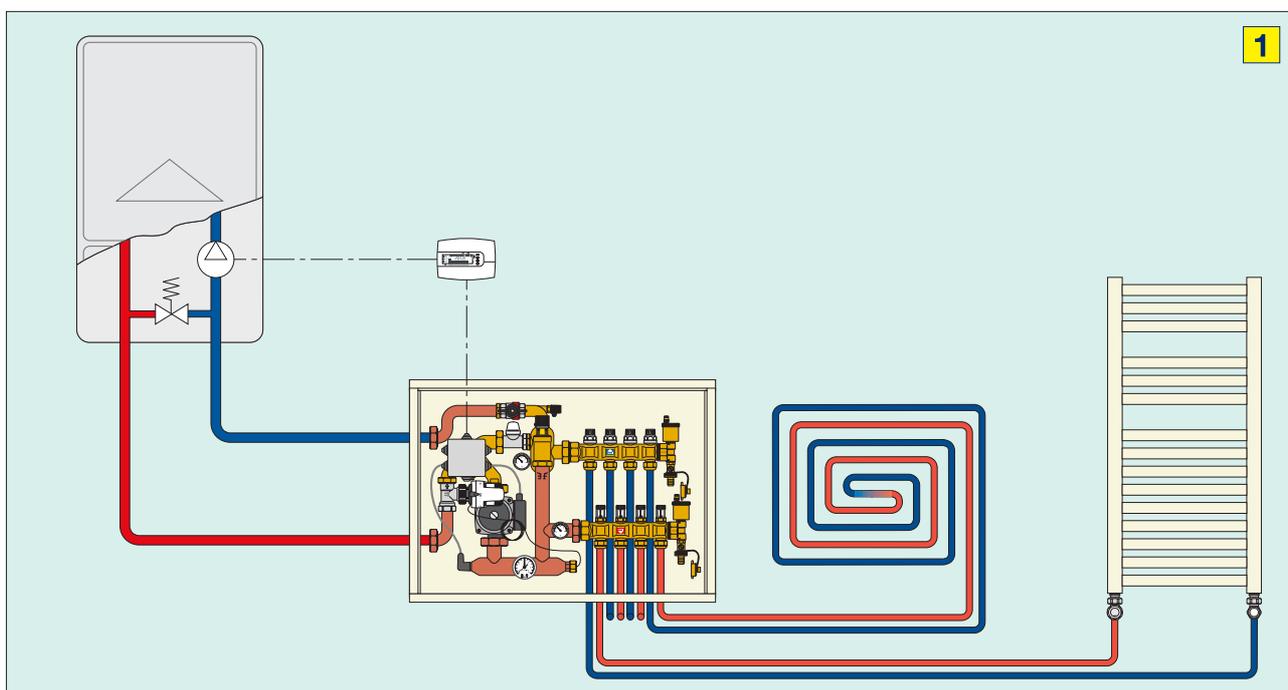
O by-pass diferencial no interior da caldeira serve para proteger a bomba da própria caldeira, quando o caudal através da válvula termostática (do grupo de regulação) for nulo ou muito reduzido.

Solução 2

O chão radiante e os radiadores derivam de um grupo de regulação de ponto fixo com Kit de derivação de alta temperatura.

O termostato ambiente activa ou desactiva apenas a bomba do chão radiante.

O by-pass diferencial do Kit de derivação (ver respectivo esquema funcional) serve para proteger a bomba da caldeira, quando os caudais através das válvulas termostáticas (do grupo de regulação e dos radiadores) forem nulos ou muito reduzidos.



Solução 3

O circuito de chão radiante deriva de um grupo de regulação de ponto fixo com válvula termostática, enquanto os radiadores derivam directamente do circuito da caldeira. O chão radiante e os radiadores são regulados com comandos electotérmicos comandados por termostatos ambiente.

A bomba do chão radiante é desactivada pela saída da barra de comandos relé, quando todos os comandos electotérmicos estiverem fechados. A bomba da caldeira é desactivada pelo mesmo sinal e pelo sinal do micro-interruptor auxiliar dos comandos electotérmicos do radiador.

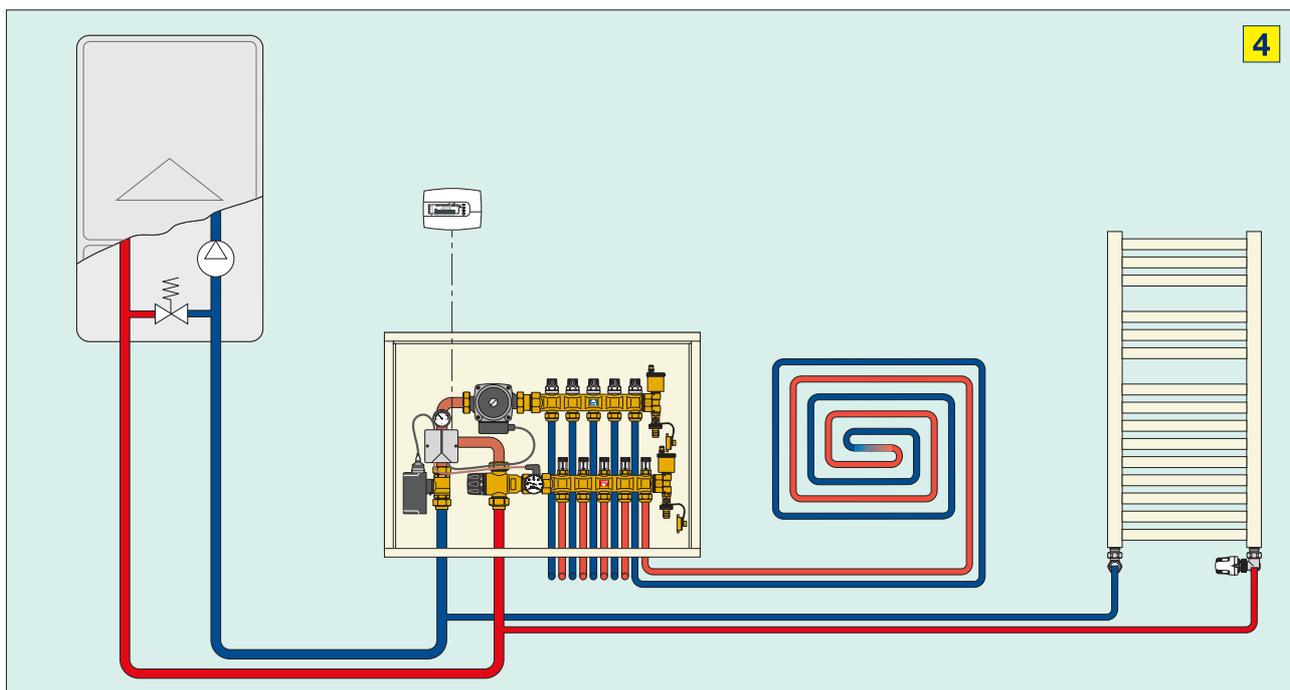
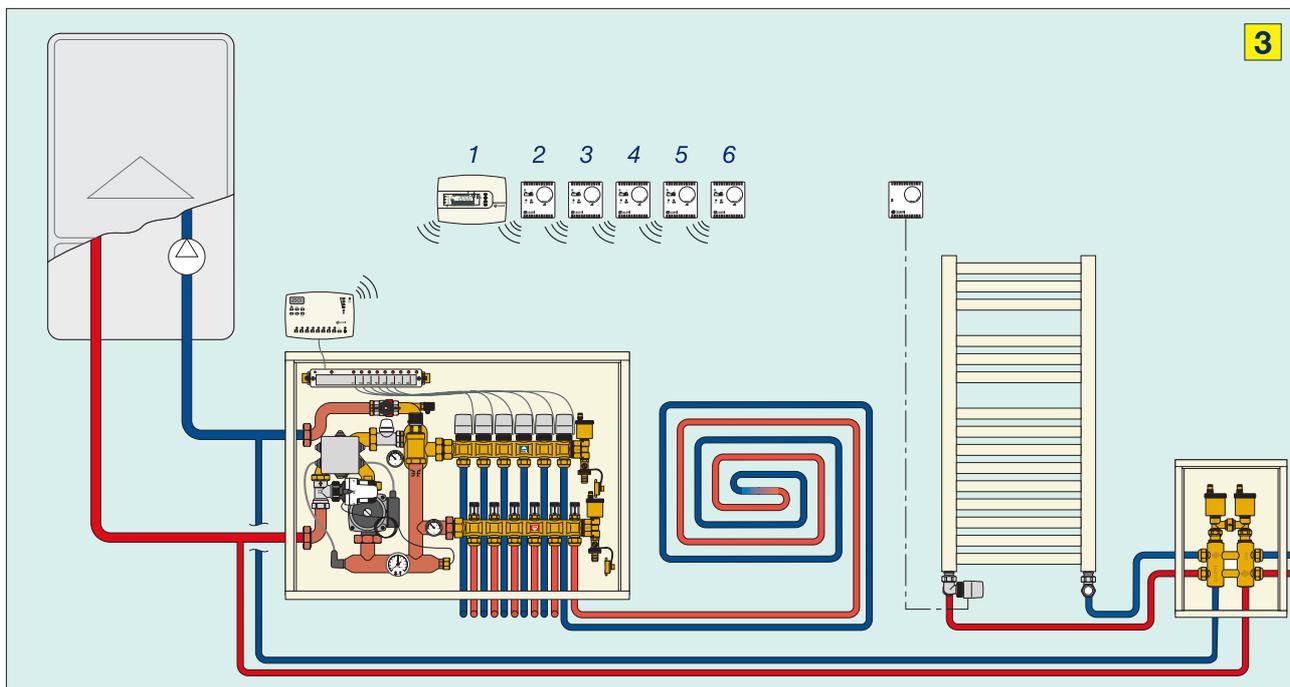
O by-pass diferencial colocado no colector dos radiadores serve para proteger a bomba da caldeira quando os caudais forem nulos ou muito reduzidos.

Solução 4

O chão radiante deriva de um grupo de regulação de ponto fixo com válvula termostática, enquanto os radiadores derivam directamente do circuito da caldeira. A válvula de bloqueio de 2 vias serve para anular (quando se supera a temperatura de segurança) a força que a bomba do circuito da caldeira exerce a montante do grupo.

O termostato ambiente activa ou desactiva apenas a bomba do chão radiante.

O by-pass diferencial no interior da caldeira serve para proteger a bomba da própria caldeira quando os caudais forem nulos ou muito reduzidos.



Solução 5

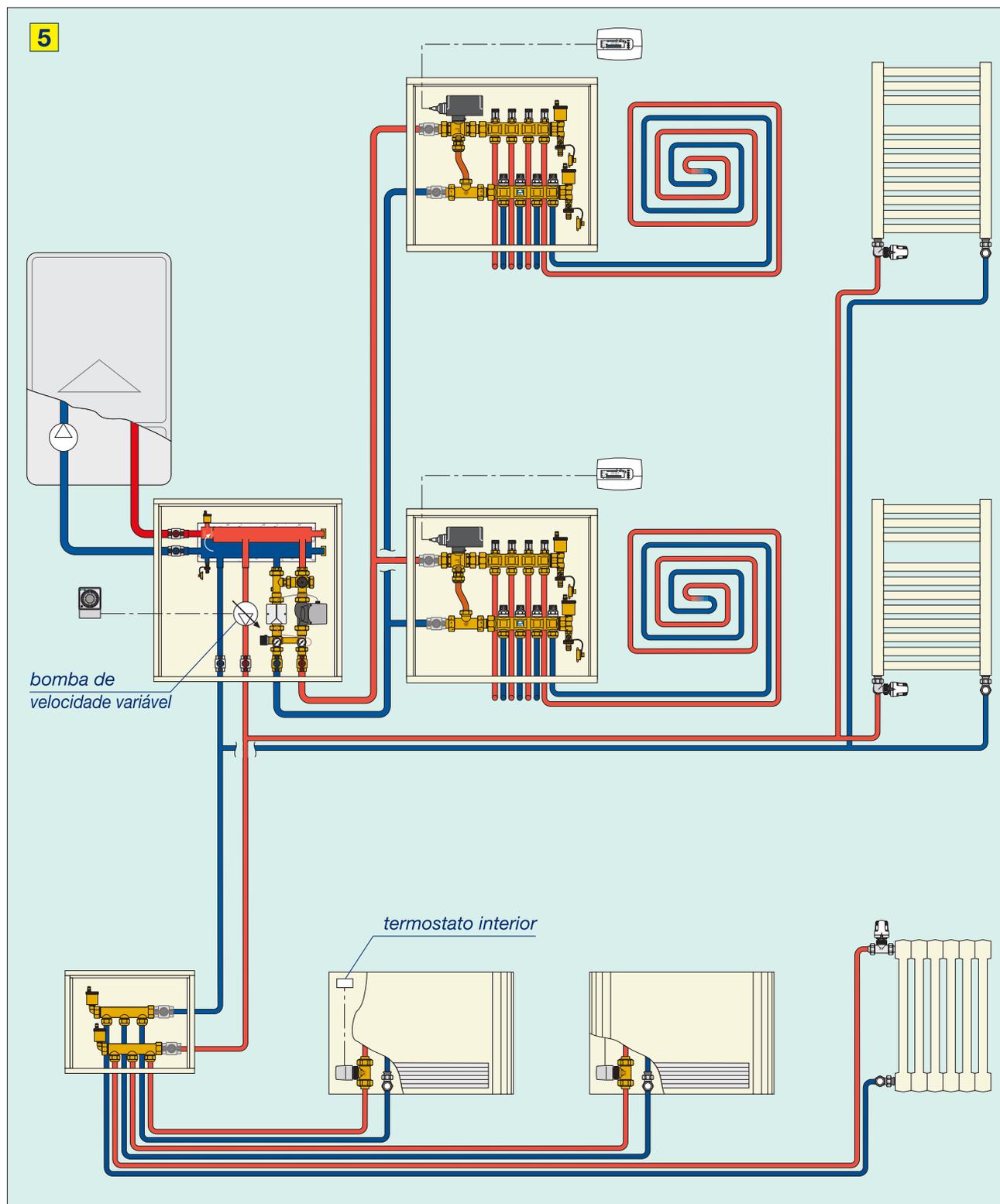
De um colector-separador (SEPCOLL) montado em caixa derivam:

- um circuito para chão radiante com grupo termostático de regulação que serve 2 zonas (por ex. a zona dia e a zona noite) activadas ou desactivadas por válvulas de 3 vias comandadas por cronotermostatos ambiente. A bomba do grupo de regulação pode ser desactivada, quando ambas as válvulas de zona estiverem a fechar.

- um circuito para radiadores e ventiloconvectores com bomba de velocidade variável comandada por um relógio programador.

A emissão térmica dos radiadores é regulada por válvulas termostáticas e a dos ventiloconvectores por termostatos (ambiente e de mínima) que actuam quer nos comandos electotérmicos quer nos ventiladores.

A bomba da caldeira pode ser desactivada, quando ambas as bombas dos circuitos derivados do SEPCOLL estiverem desactivadas.



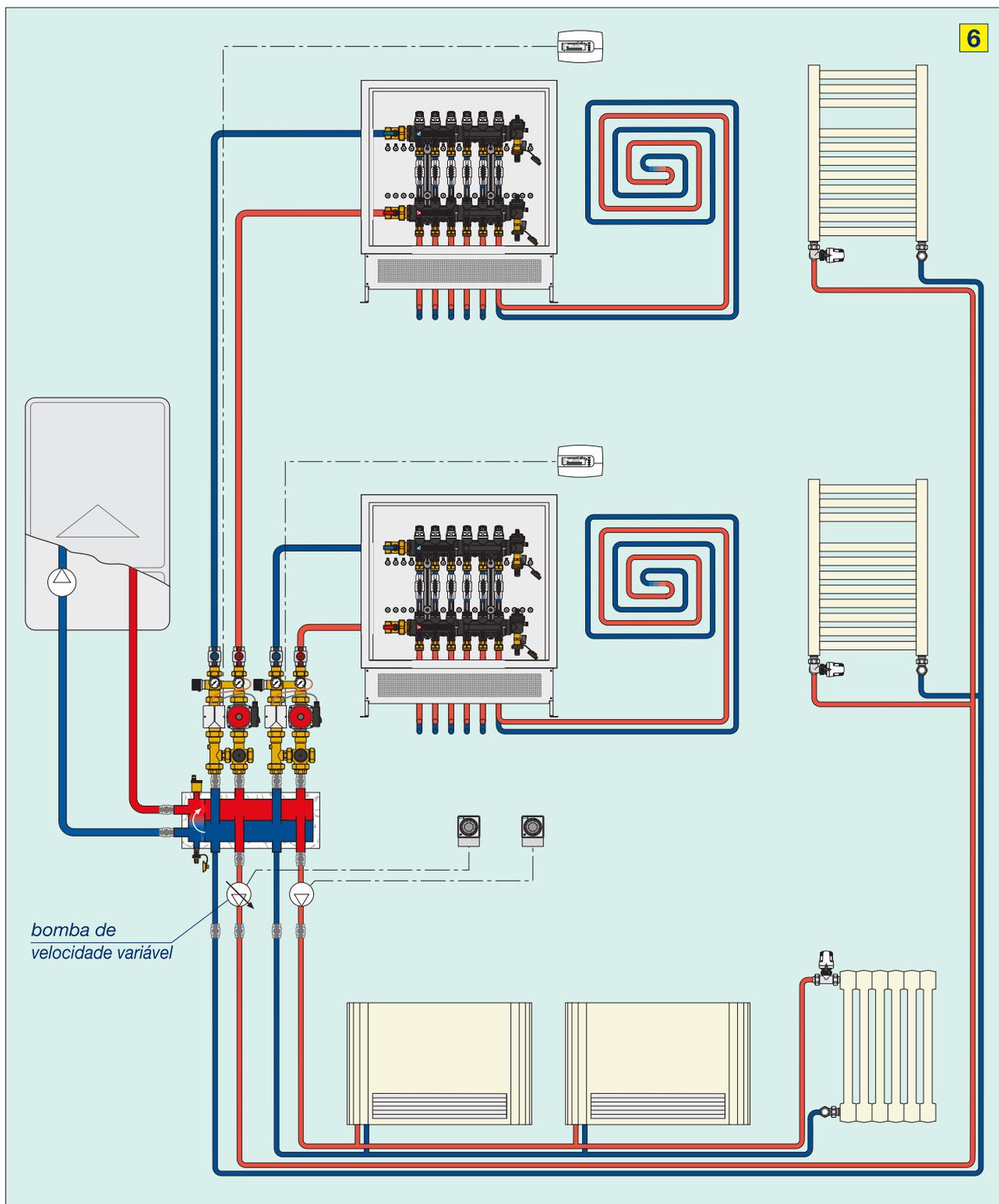
Solução 6

De um colector-separador (SEPCOLL) derivam:

- ❑ dois circuitos para chão radiante com grupos termostáticos de regulação que servem 2 zonas (por ex. a zona dia e a zona noite). As bombas dos grupos são **activadas ou desactivadas por termostatos ambiente**.
- ❑ um circuito para radiadores com bomba de velocidade variável comandada por um relógio programador e radiadores regulados com válvulas termostáticas.

- ❑ um circuito para radiadores e ventiloconvectores com bomba comandada por um relógio programador. A emissão térmica dos radiadores é regulada por válvulas termostáticas e a dos ventiloconvectores por termostatos (ambiente e de mínima) que **actuem nos ventiladores**.

A bomba da caldeira pode ser desactivada, quando todas as bombas dos circuitos derivados do SEPCOLL estiverem desactivadas.



GRUPOS DE PONTO FIXO COMPENSADO COM REGULADORES ELECTRÓNICOS

São grupos **com reguladores electrónicos que accionam válvulas motorizadas de três vias**. Servem para manter a ponto fixo simples ou compensado (veremos melhor em seguida o significado deste termo) a temperatura da água enviada ao chão radiante.

A regulação ocorre por **mistura** de acordo com o esquema abaixo indicado. Um **termostato de segurança** fecha a válvula misturadora e bloqueia a bomba do chão radiante, quando for superada a temperatura máxima de exercício.

Estão disponíveis *kit* (ver esquema abaixo indicado) que permitem servir com o mesmo grupo quer o chão radiante, quer os terminais de alta temperatura.

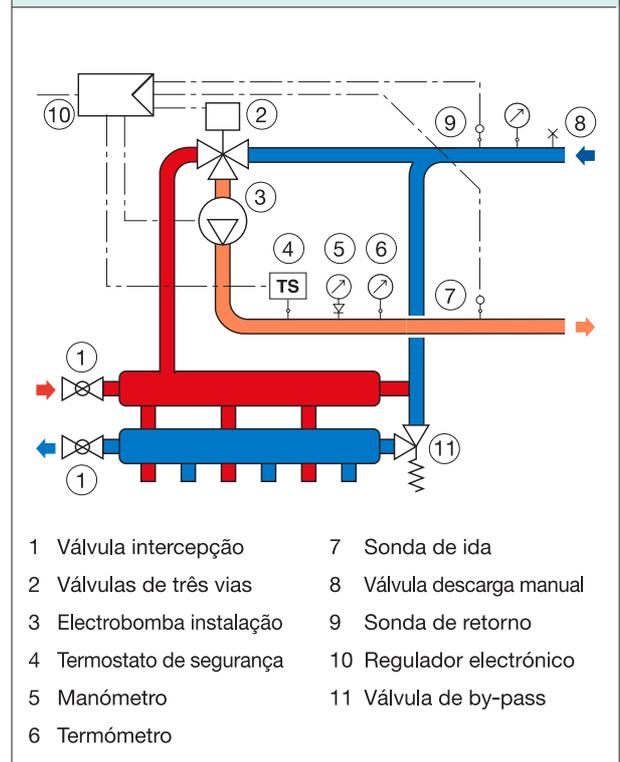
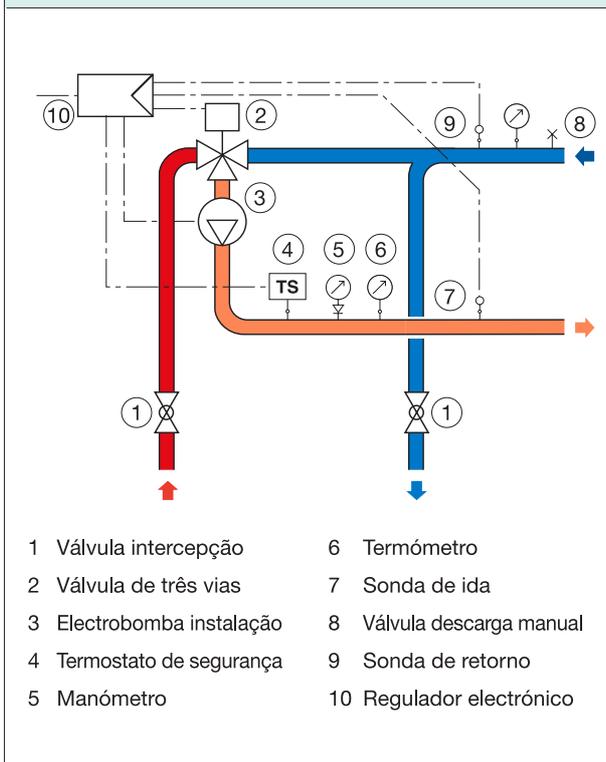
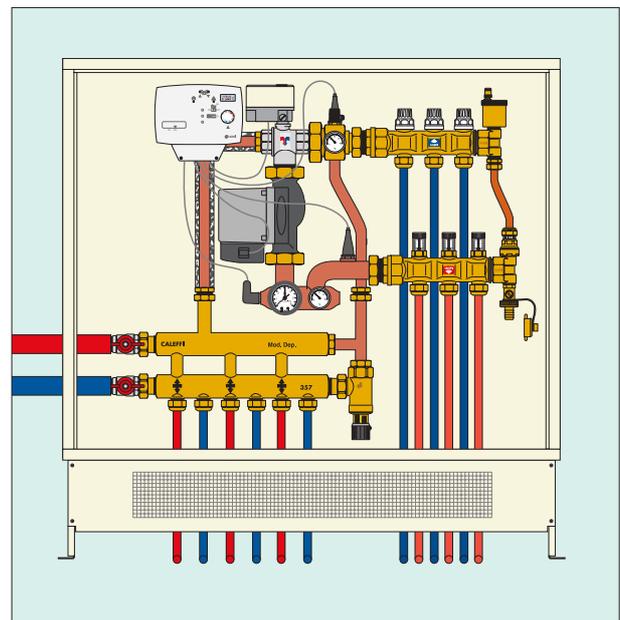
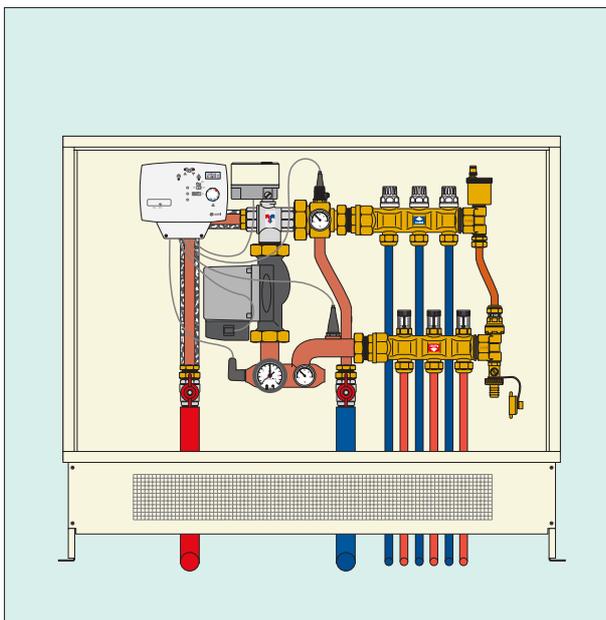
A regulação da água enviada ao chão radiante pode ocorrer segundo duas opções:

a ponto fixo simples.

A água é enviada ao chão radiante com temperatura constante.

a ponto fixo compensado.

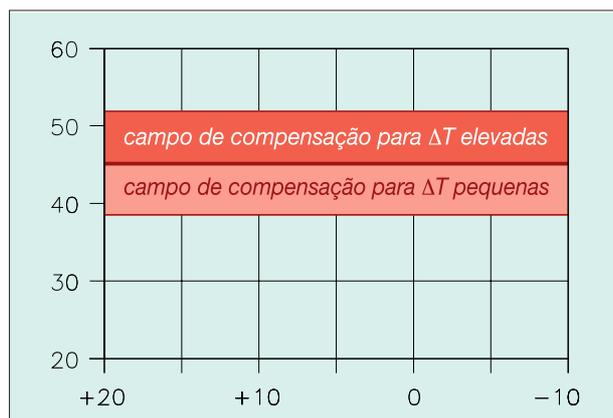
A água é enviada ao chão radiante com temperatura que depende de duas grandezas: a temperatura de ida estabelecida no selector e o salto térmico (ΔT) efectivo entre ida e retorno.



Na prática, **se a ΔT for pequena** (por exemplo quando existem fontes internas ou externas de calor), **envia-se ao pavimento radiante água a uma temperatura mais baixa** da estabelecida no selector. Se, pelo contrário, **a ΔT for muito elevada** (por exemplo na fase de arranque da instalação) **envia-se ao chão radiante água a uma temperatura mais alta**.

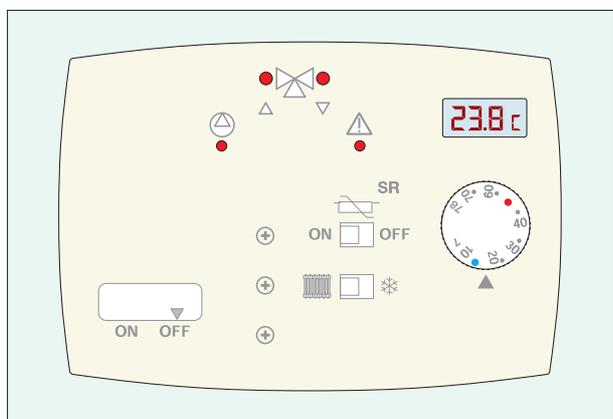
O objectivo é o de adequar melhor o calor emitido aos pedidos efectivos.

Graficamente, o campo de trabalho na fase de compensação pode ser assim representado:



A faixa do campo de trabalho em baixo é a que corresponde a ΔT pequenas, a de cima a ΔT elevadas.

O **quadro de comando e de controlo** é constituído essencialmente por:



- um **display** que indica:
 - temperatura de ida estabelecida,
 - temperatura de ida medida,
 - temperatura de ida calculada,
 - estado de funcionamento da válvula e servomotor;
- um selector da temperatura de ida;
- um selector on/off sonda de retorno;
- um selector aquecimento/arrefecimento;
- **led** de sinalização:
 - estado de funcionamento da válvula misturadora,
 - estado de funcionamento da bomba,
 - transposição dos limites de segurança.

Estes grupos podem ser utilizados não só para aquecer, mas também para arrefecer. Para isso, devem ser devidamente integrados **com sondas para o registo da humidade capaz de bloquear o arrefecimento, quando existe o perigo de se formarem condensações superficiais**.

No entanto, deve ser considerado (ver respectivo quadro) que **o arrefecimento com chão radiante requer tratamentos adequados para desumidificar o ar**.

ARREFECIMENTO E DESUMIDIFICAÇÃO DO AR

*O arrefecimento com chão radiante tem dois limites precisos: o **baixo rendimento frigorífico e a incapacidade** (ao contrário dos ventiloconvectores e dos sistemas Split) **de desumidificar o ar ambiente**. E arrefecer o ar sem o desumidificar, pode fazer aumentar demasiado a sua humidade relativa (H.R.).*

Consideremos, por exemplo, o caso de um local com ar a:

$$t = 32^{\circ}\text{C}$$

$$\text{H.R.} = 60\%$$

se arrefecemos esse ar, sem o desumidificar, até a:

$$t = 26^{\circ}\text{C}$$

a sua nova humidade relativa (que pode ser determinada com a ajuda de um diagrama psicrométrico) resulta:

$$\text{H.R.} = 90\%$$

*valor de todo inaceitável, já que, para poder obter condições de bem-estar térmico válidas, a **H.R. não deve superar os 65-70%**.*

Para desumidificar escolas, museus ou outros edifícios de grandes dimensões, podem utilizar-se equipamentos tradicionais de tratamento de ar com baterias de arrefecimento e pós-aquecimento. Para casas e construções residenciais podem utilizar-se quer ventiloconvectores quer desumidificadores.

***Os ventiloconvectores** (para poderem desumidificar o ar) **devem ser servidos com água a temperatura muito baixa** (por ex. ida/retorno $7^{\circ}/12^{\circ}\text{C}$). **Têm a vantagem de poderem integrar o rendimento frigorífico do chão radiante**. Pelo contrário, **não são capazes de se limitarem apenas à desumidificação**.*

***Os desumidificadores** (na versão adequada) **podem ser alimentados directamente com a água do chão radiante**. **Têm a vantagem de poderem limitar a sua acção apenas à desumidificação do ar**. Pelo contrário, **não são capazes de integrar o rendimento frigorífico do chão radiante**.*

Solução 7

O chão radiante e os radiadores (de baixa temperatura) derivam **de um grupo com regulador electrónico**.

O termostato ambiente activa ou desactiva as bombas de ambos os circuitos (caldeira e chão radiante).

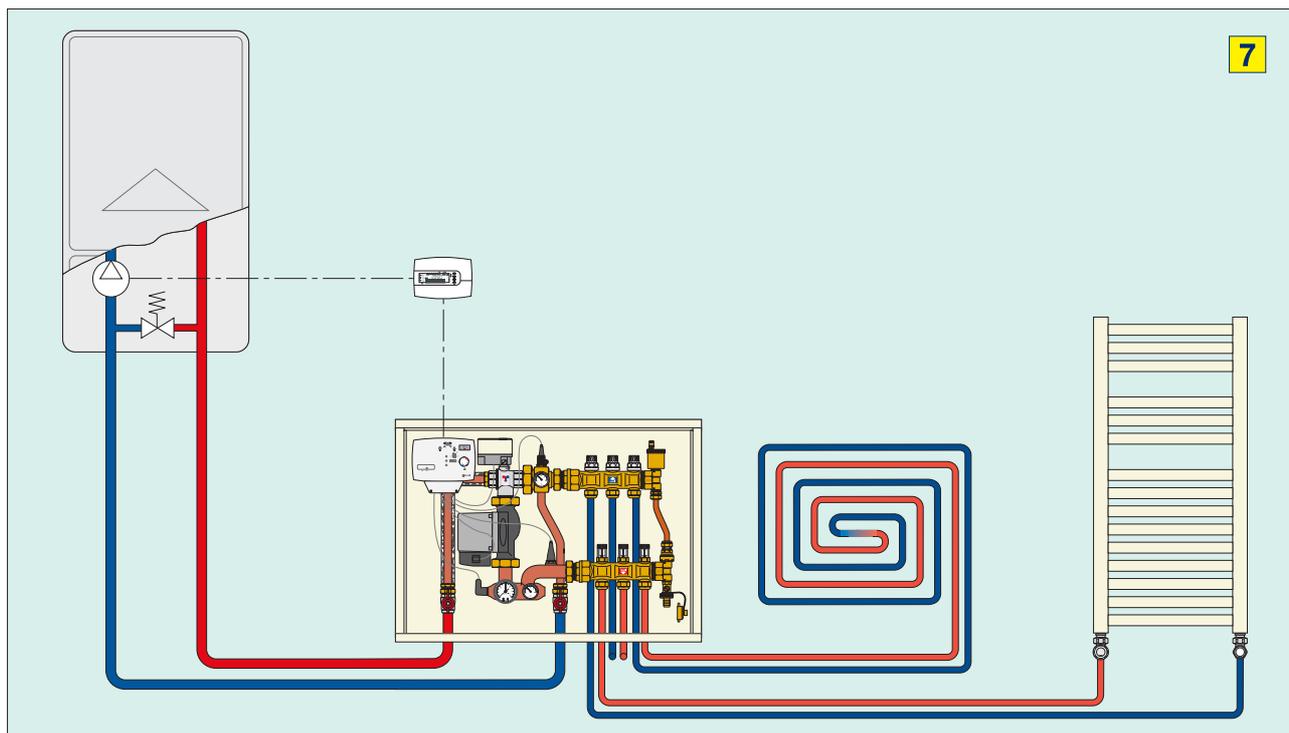
O **by-pass diferencial interior à caldeira** serve para proteger a bomba da própria caldeira, quando o caudal através da misturadora for nulo ou muito reduzido.

Solução 8

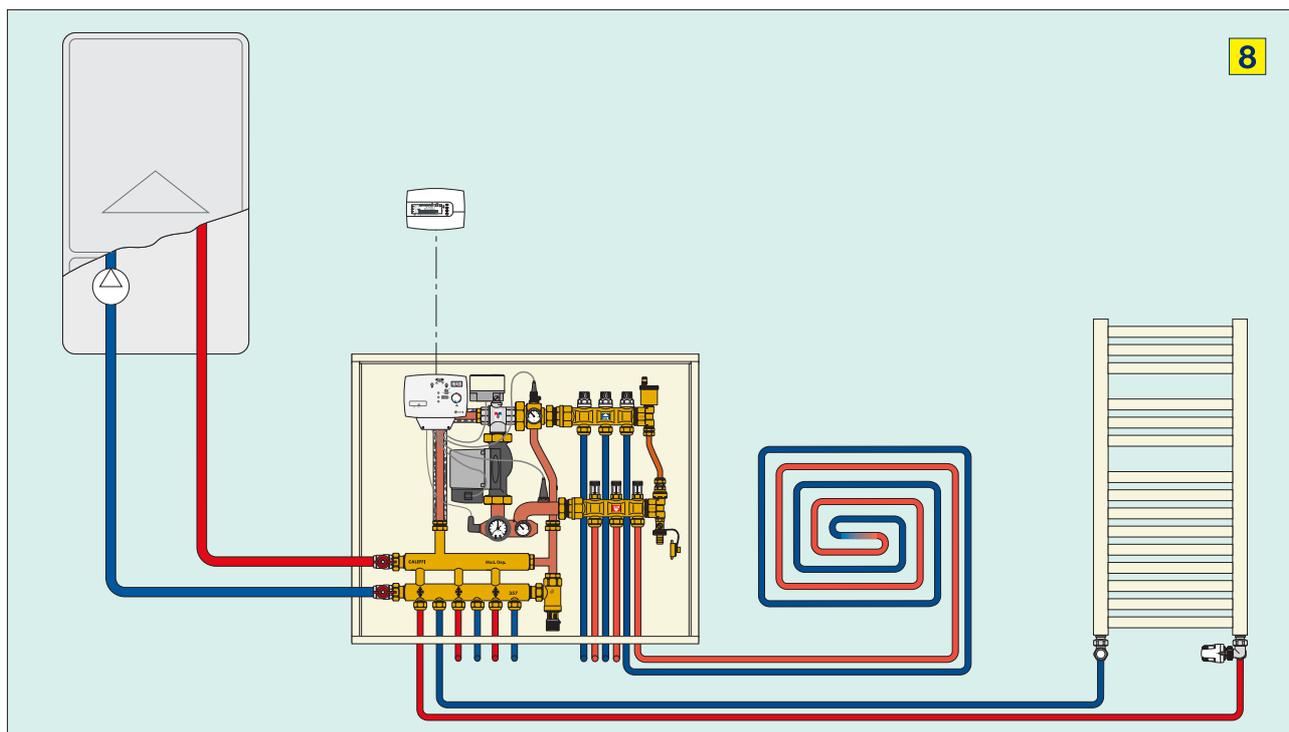
O chão radiante e os radiadores derivam **de um grupo com regulador electrónico e Kit de derivação de alta temperatura**.

O termostato ambiente activa ou desactiva apenas a bomba do chão radiante.

O **by-pass diferencial do Kit de derivação** serve para proteger a bomba da caldeira, quando os caudais (através da misturadora e das válvulas termostáticas) forem nulos ou muito reduzidos.



7



8

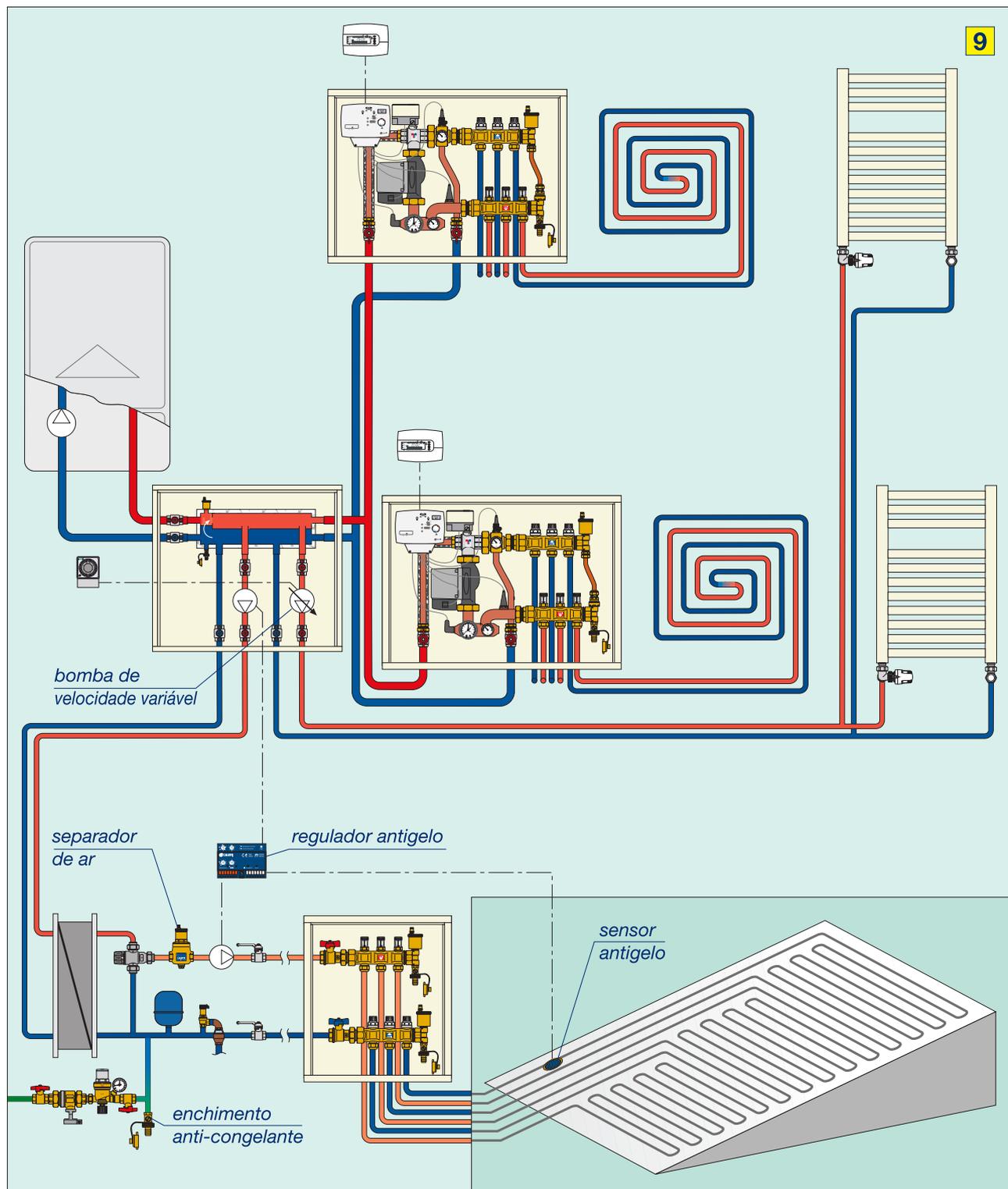
Solução 9

De um colector-separador (SEPCOLL) derivam:

- um circuito para chão radiante que alimenta 2 zonas com grupos de regulação do tipo electrónico. As bombas de ambas as zonas são activadas ou desactivadas pelos cronotermostatos.
- um circuito para radiadores (regulados por válvulas termostáticas) com bomba de velocidade variável comandada por um relógio programador.

- um circuito que através de um permutador de calor, faz chegar ao circuito de aquecimento da rampa o calor necessário para derreter neve e gelo. A solução adoptada permite limitar o uso do anti-congelante apenas ao circuito de aquecimento da rampa.

A bomba da caldeira pode ser desligada, quando todas as bombas dos circuitos derivados do SEPCOLL estiverem desactivadas.



Solução 10

De um colector-separador (SEPCOLL), alimentado por uma caldeira por um sistema refrigerador (Chiller), derivam:

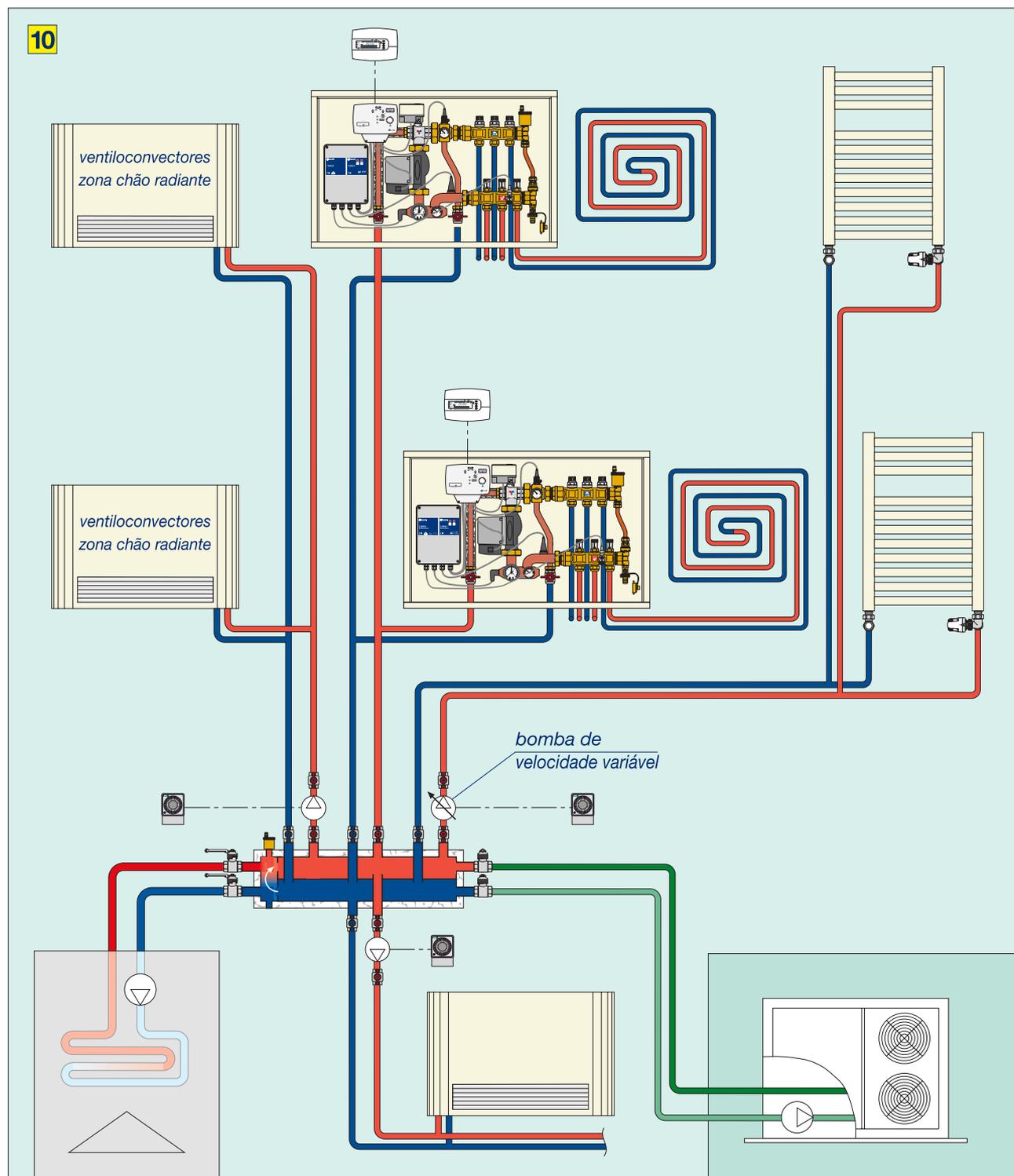
- um circuito para chão radiante que alimenta 2 zonas com grupos de regulação (adequados também para arrefecer) do tipo electrónico. As bombas de ambas as zonas são activadas ou desactivadas por cronotermostatos com comutação INVERNO/VERÃO (I/V).
- um circuito para radiadores (regulados por válvulas termostáticas) com bomba de velocidade variável comandada por um relógio programador.

- um circuito para ventiloconvectores com o objectivo de desumidificar e integrar o arrefecimento das zonas servidas pelo chão radiante.

Os ventiloconvectores são regulados por termostatos ambiente (com comutação I/V) e de mínima que actuam nos ventiladores.

- um circuito para ventiloconvectores com o objectivo de aquecer e arrefecer a cave.

Os ventiloconvectores são regulados por termostatos ambiente (com comutação I/V) e de mínima que actuam nos ventiladores.



Solução 11

De um SEPCOLL exterior, alimentado por uma caldeira e por um grupo refrigerador (Chiller), derivam:

- um circuito para chão radiante que alimenta 2 zonas com grupos de regulação (adequados também para arrefecer) de tipo electrónico.

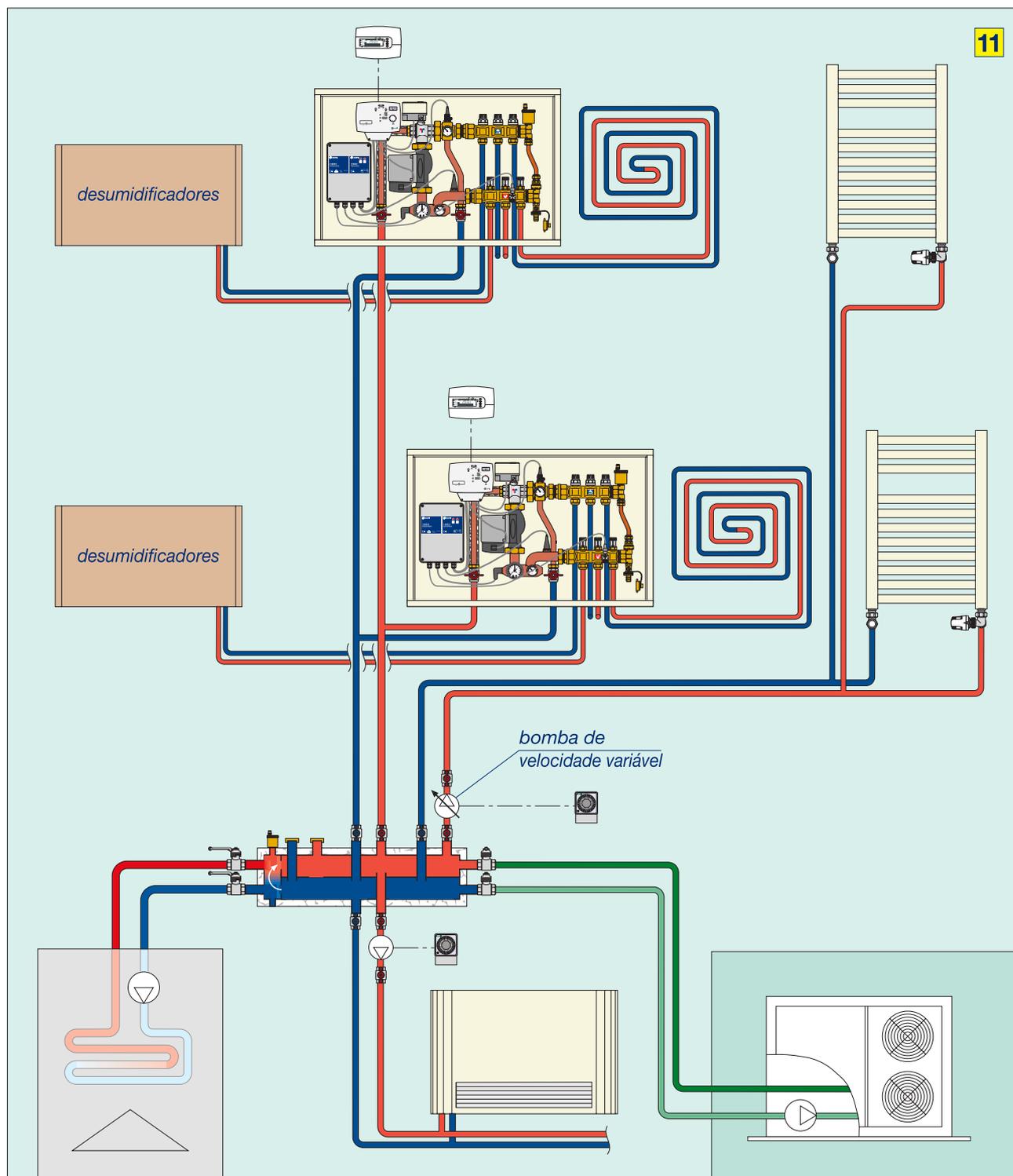
Dos colectores para chão radiante derivam também os circuitos que alimentam os desumidificadores.

As bombas de ambas as zonas são activadas ou desactivadas por termostatos ambiente com comutação V/I.

- um circuito para radiadores (regulados por válvulas termostáticas) com bomba de velocidade variável comandada por um relógio programador.

- um circuito para ventiloconvectores com o objectivo de aquecer e arrefecer a cave.

Os ventiloconvectores são regulados por termostatos (com comutação V/I) e de mínima que actuam nos ventiladores.



GRUPOS MONOBLOCO COM REGULAÇÃO CLIMÁTICA

São grupos aptos a regular a temperatura da água enviada ao chão radiante relativamente à temperatura externa e são **constituídos por um único bloco que serve também de suporte ao regulador, aos equipamentos de controlo e de segurança e à bomba.**

Grupos para instalação externa

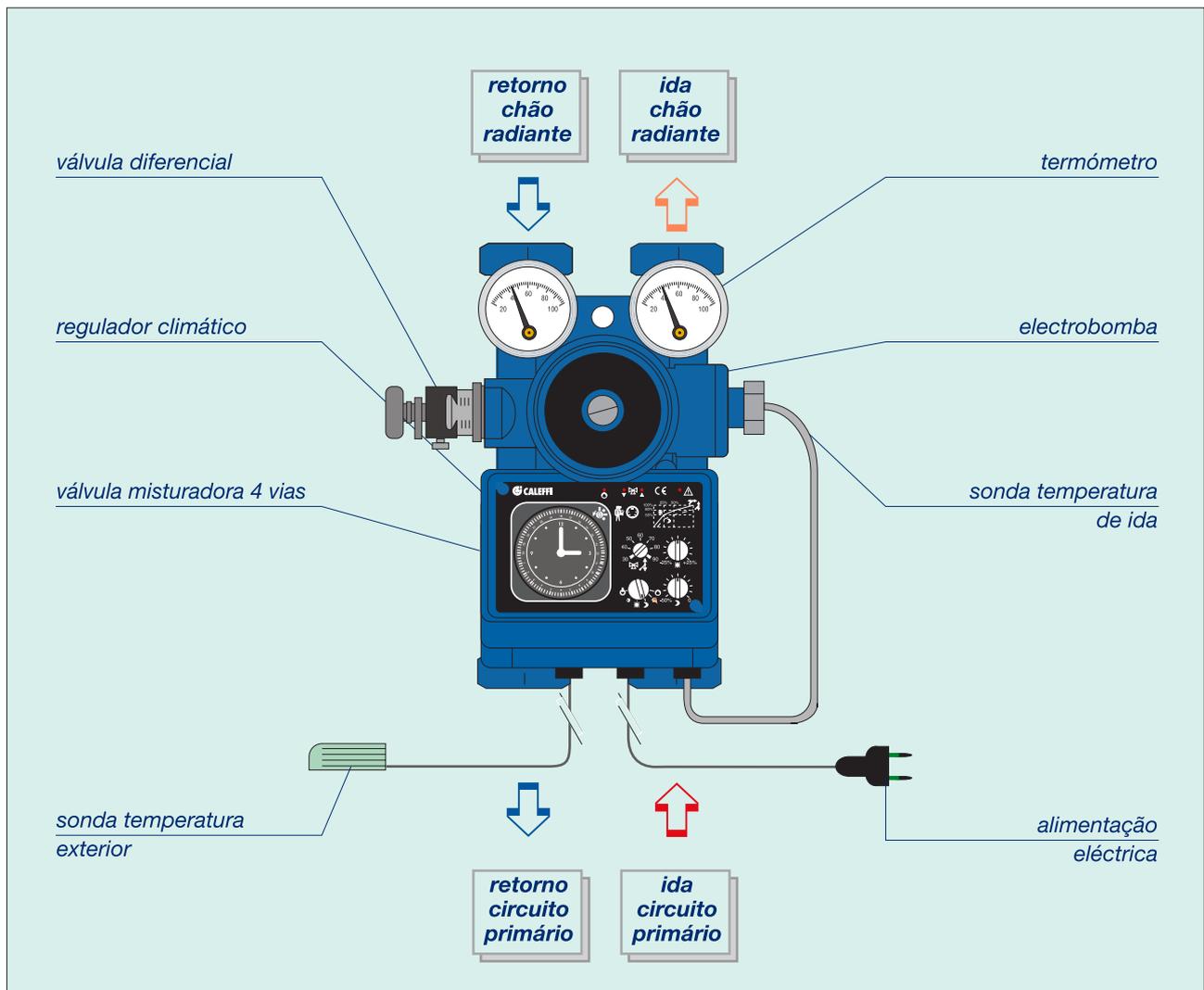
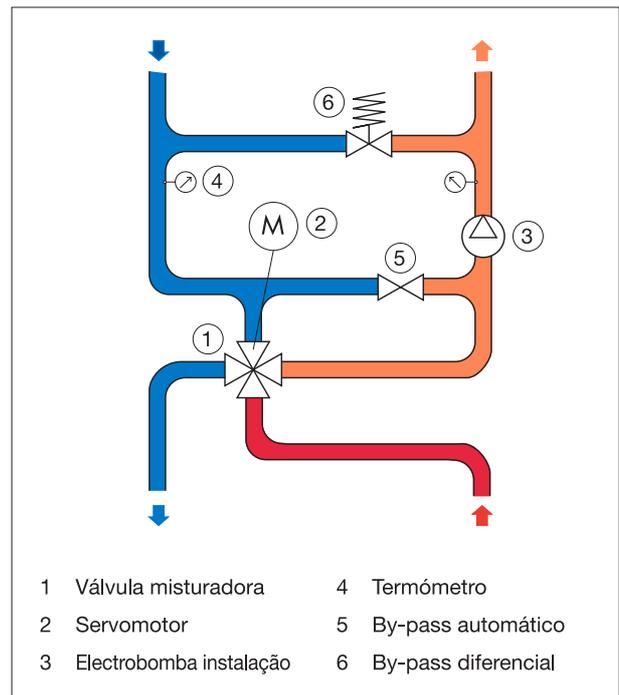
Têm o corpo em ferro fundido e são, **essencialmente, compostos por:** uma válvula misturadora, servomotor, regulador, sondas de temperatura, termómetros, by-pass diferencial e casquilhos de ligação ao circuito primário e ao circuito de chão radiante.

O **regulador**, normalmente instalado no corpo do grupo, **também pode ser posicionado à distância.**

A regulação ocorre por mistura segundo o esquema apresentado ao lado.

Um programa específico pode ser activado para secar a argamassa do chão.

Existem modelos destes grupos que podem ser utilizados para **arrefecimento.**



Grupos para instalação em caixa

Têm o corpo em latão e são, essencialmente, compostos por: uma válvula misturadora, servomotor, regulador, sondas de temperatura, termómetros, by-pass automático e casquilhos de ligação ao circuito primário e ao circuito de chão radiante.

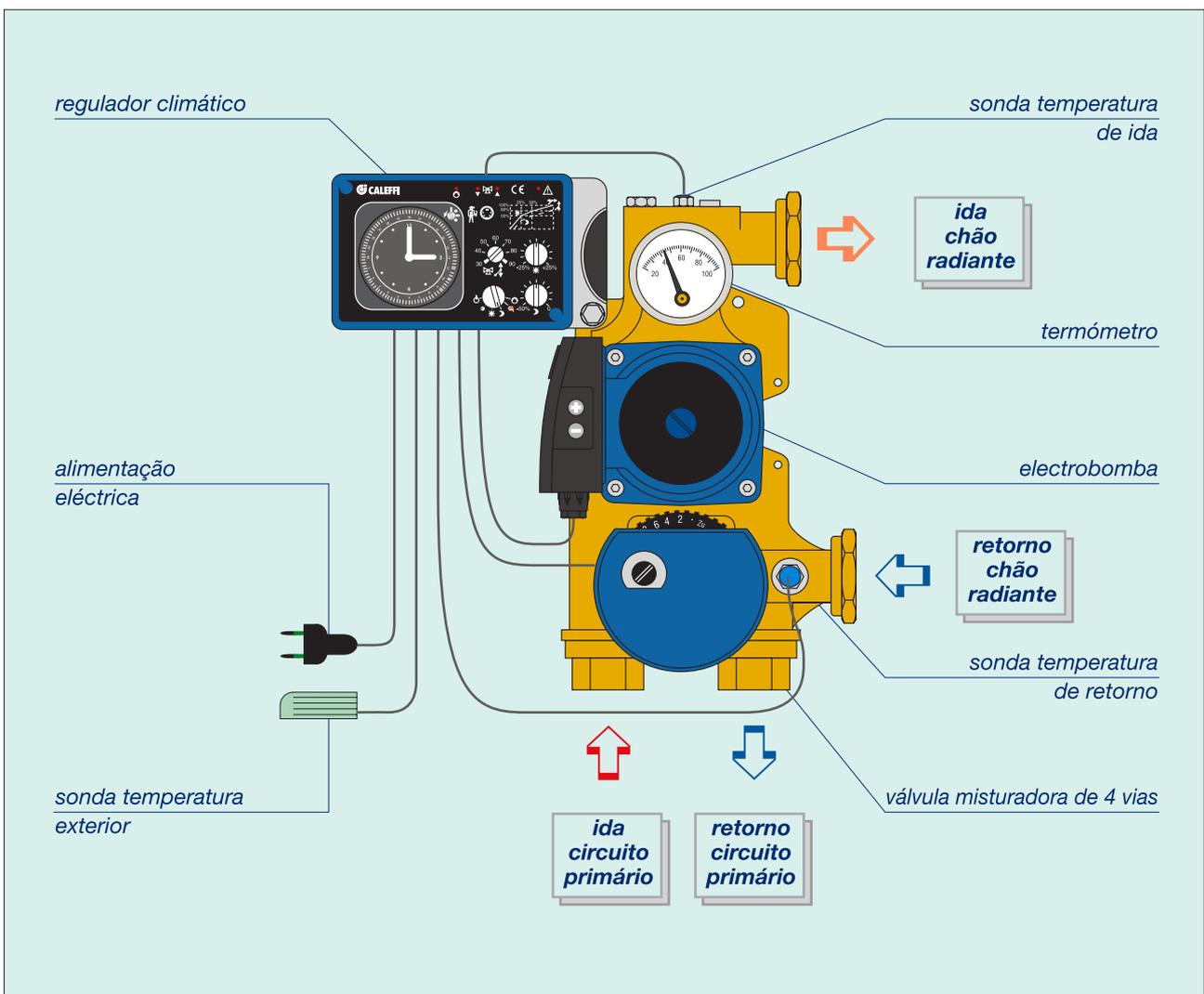
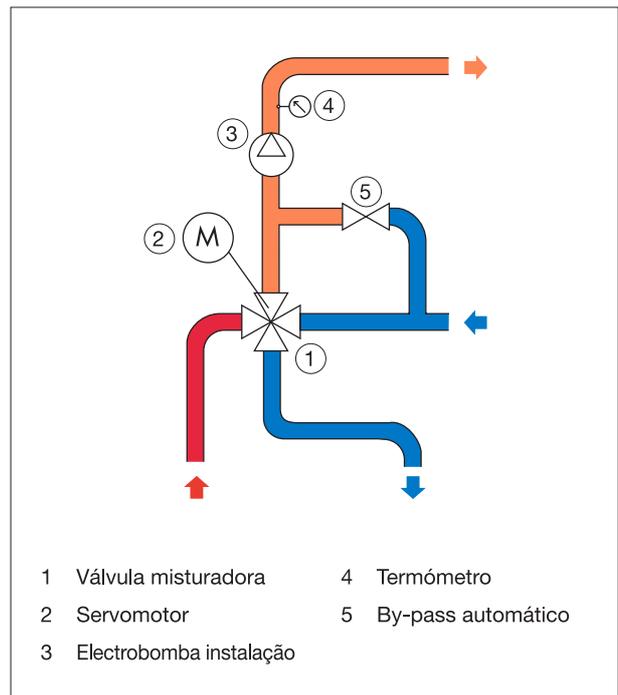
Estão disponíveis quer num modelo simples, quer pré-montados com colectores de distribuição no chão radiante.

O regulador pode ser instalado no interior ou no exterior da caixa. A instalação externa simplifica consideravelmente as operações de regulação e controlo, nos casos em que as caixas estão colocadas em locais difíceis de inspeccionar ou estão tapadas por móveis.

A regulação ocorre por mistura segundo o esquema apresentado ao lado.

Um programa específico pode ser activado para secar a argamassa do chão.

Existem modelos destes grupos que podem ser utilizados para arrefecimento.



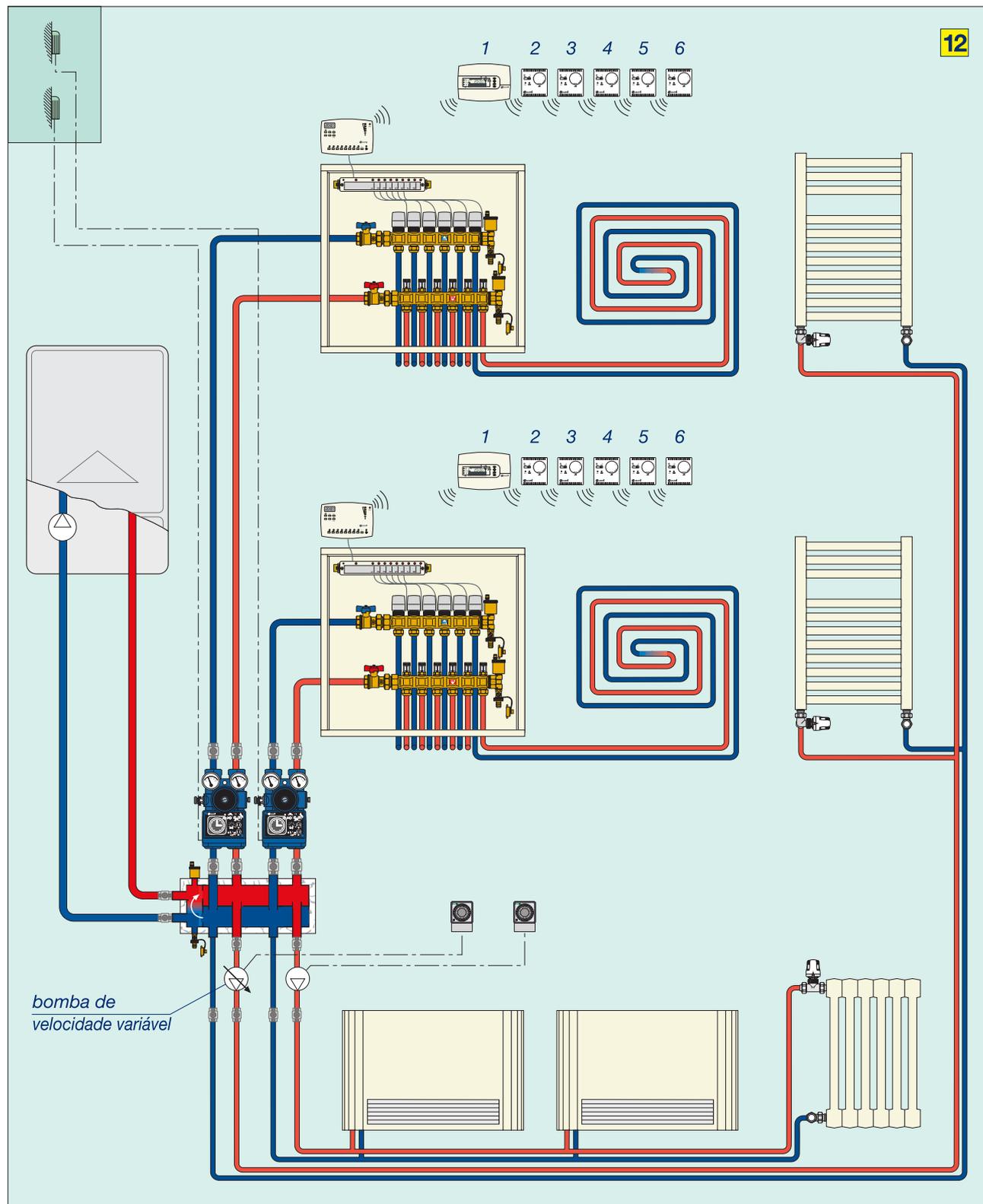
Solução 12

De um SEPCOLL exterior derivam:

- ❑ dois circuitos para chão radiante com grupos climáticos para instalação externa; em cada zona a temperatura é controlada por termostatos/cronotermostatos via rádio.
- ❑ um circuito para radiadores (regulados por válvulas termostáticas) com bomba de velocidade variável comandada por um relógio programador.

- ❑ um circuito para radiadores e ventiloconvectores com bomba comandada por um relógio programador. A emissão térmica dos radiadores é regulada por válvulas termostáticas e a dos ventiloconvectores por termostatos (ambiente e de mínima) que actuam nos ventiladores.

A bomba da caldeira pode ser desactivada, quando todas as bombas dos circuitos derivados do SEPCOLL estiverem desactivadas.



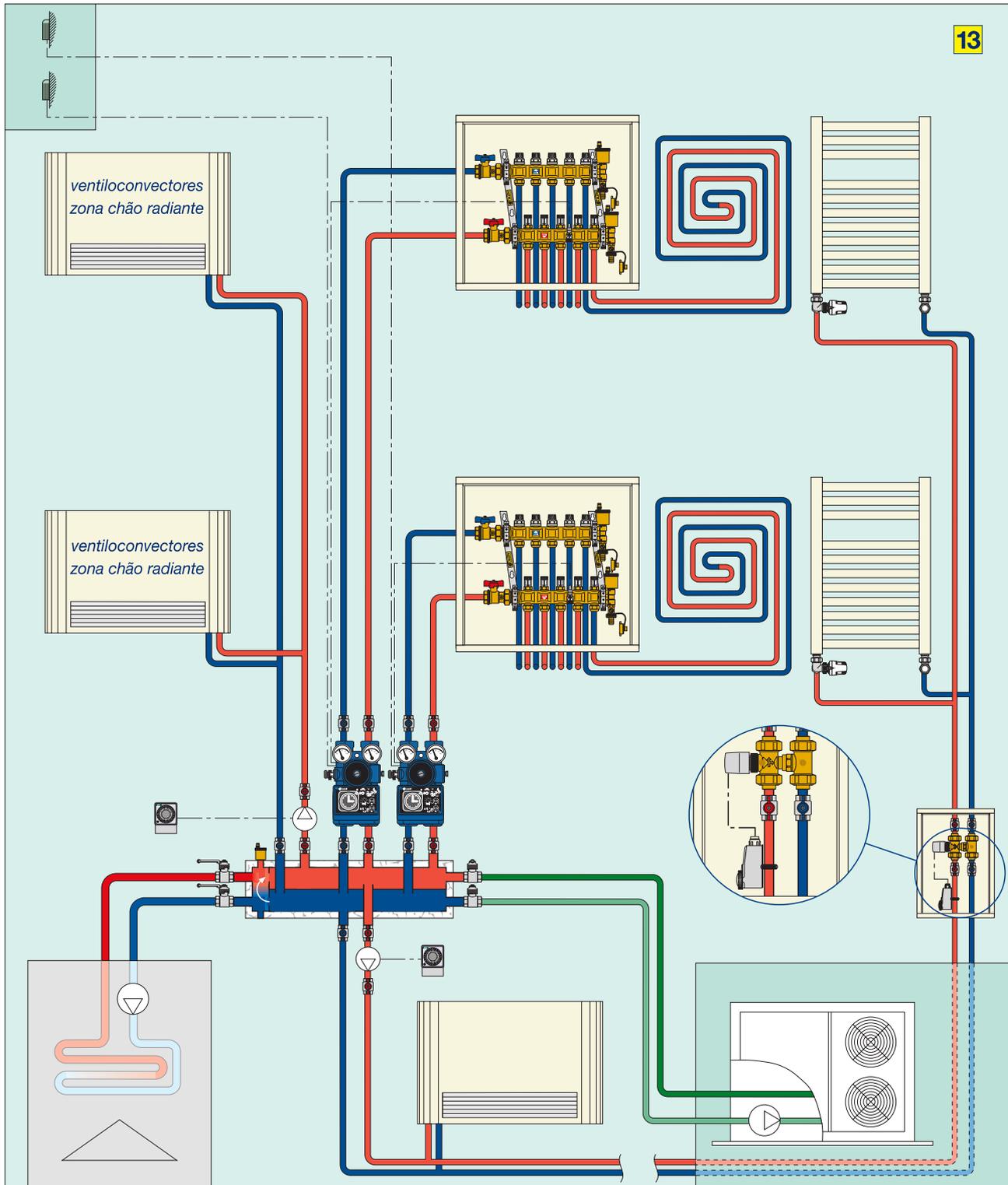
Solução 13

De um SEPCOLL exterior, alimentado por uma caldeira e por um grupo refrigerador (Chiller), derivam:

- ❑ dois circuitos para chão radiante com grupos climáticos para instalação externa.
- ❑ um circuito para ventiloconvectores com o objectivo de desumidificar e integrar o arrefecimento das zonas servidas pelo chão radiante. Os ventiloconvectores são regulados por termostatos ambiente (com comutação V/I).

- ❑ um circuito para radiadores e ventiloconvectores com bomba comandada por um relógio programador. A emissão térmica dos radiadores é regulada por válvulas termostáticas e a dos ventiloconvectores por termostatos (ambiente e de mínima) que actuam nos ventiladores.

Uma válvula de três vias comandada por um termostato de mínima serve para evitar o envio de água refrigerada aos radiadores.



OBSERVAÇÕES GERAIS

Apenas há 20 anos atrás, quem projectava e construía instalações de chão radiante podia encontrar muitas dificuldades para criar sistemas de regulação válidos, seguros, pouco espaçosos e não demasiado custosos.

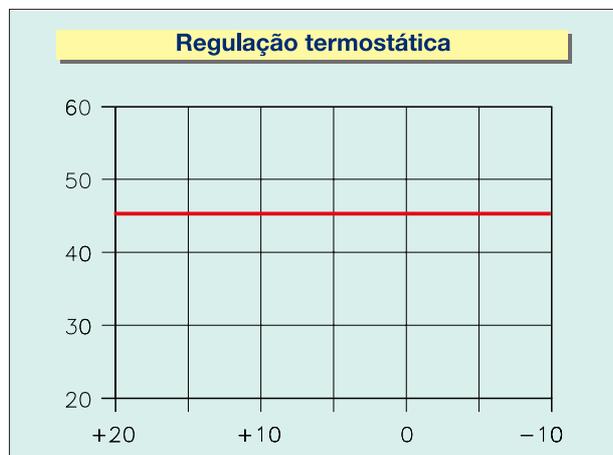
Actualmente este problema já não existe, dado que o mercado já oferece um grande número de soluções válidas e facilmente adaptáveis a qualquer tipo de instalação.

Em último caso, pode ser a própria abundância de oferta a criar alguns problemas. Existe o risco, de facto, que as numerosas soluções propostas, com as respectivas variantes e integrações, causem uma certa confusão.

Contudo, não é difícil saber orientar-se entre todas estas soluções. Basta fazer referência (sem se perder demasiado nos pormenores) **às suas principais características e prestações**, que podem ser assim resumidas:

Regulações termostáticas

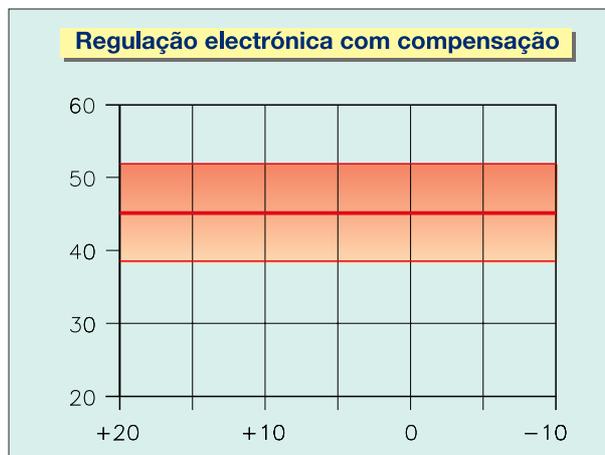
Permitem regular a ponto fixo (utilizados só para o aquecimento) a temperatura do fluido enviado ao chão radiante.



Pode recorrer-se a estas quando se necessita de **soluções económicas, simples e seguras**. De facto, (1) são as regulações que custam menos, (2) que se colocam em funcionamento e se regulam facilmente, (3) que são muito fiáveis, e (4) os seus reguladores não requerem ligações eléctricas.

Regulações electrónicas com compensação

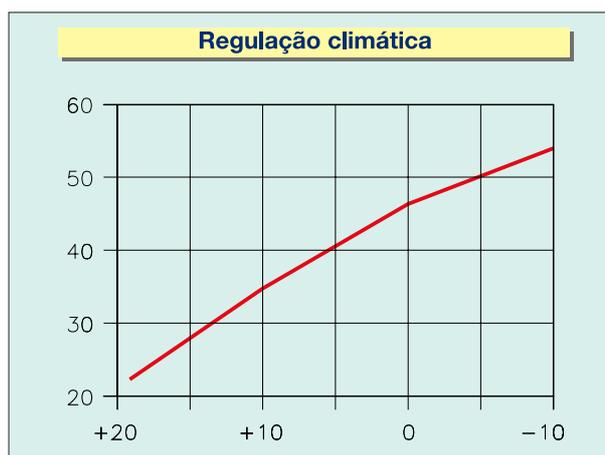
Permitem regular a ponto fixo simples e compensado (ver págs. 18 e 19) a temperatura do fluido enviado ao chão radiante. Também podem ser utilizados para o arrefecimento.



Como custos e como prestações, encontram-se numa posição intermédia entre as regulações de tipo termostático e as de tipo climático.

Regulações climáticas

Permitem regular a temperatura do fluido enviado ao chão radiante em função da temperatura externa. Também podem ser utilizados para o arrefecimento.



São as regulações que oferecem o melhor conforto ambiente, já que se adaptam constantemente às condições externas. Todavia, o seu custo pode desaconselhar a sua utilização, sobretudo em instalações de pequenas dimensões.

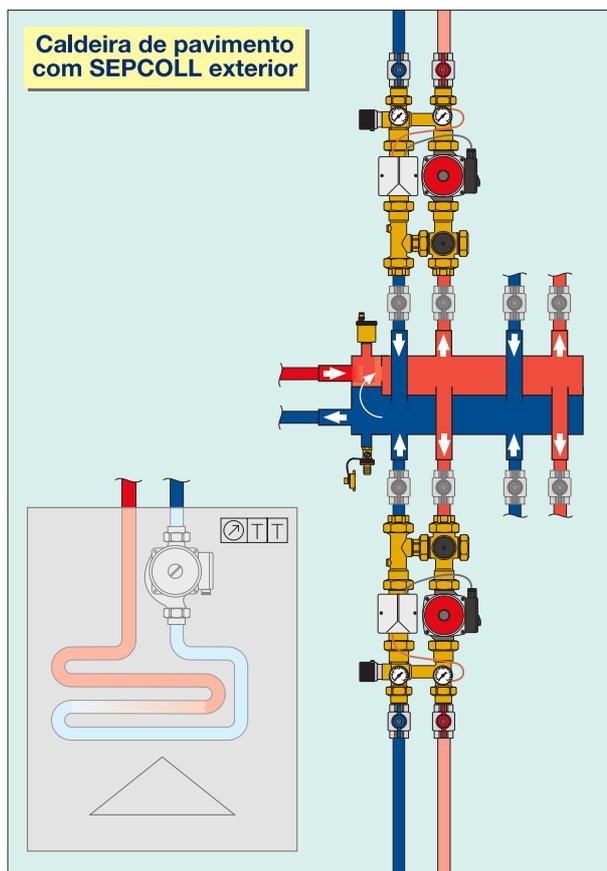
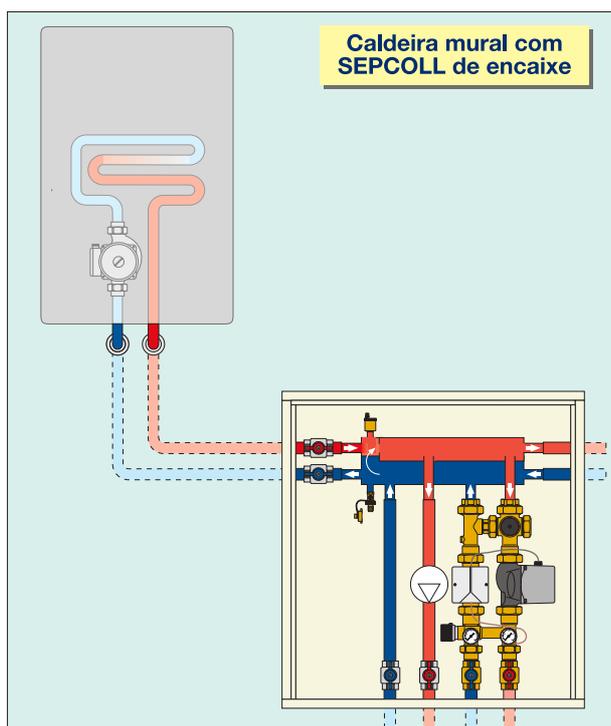
Caudais das caldeiras/chão radiante

Como já foi referido anteriormente, **para uma regulação correcta dos terminais** (e, por isso, do chão radiante), **é necessário garantir aos mesmos não só a temperatura correcta** (do fluido), **mas também o caudal correcto**.

Geralmente, não é difícil garantir estas grandezas. Todavia, no que diz respeito aos caudais, **deve considerar-se com muita atenção o caso das instalações de chão radiante servidas por caldeiras autónomas** (murais ou de chão). Estas caldeiras são criadas (salvo raríssimas excepções) para fornecer os caudais médios pedidos pelas instalações de radiadores, isto é, caudais bastante diferentes dos médios pedidos pelo chão radiante.

A este respeito, deve ser considerado que os radiadores também funcionam correctamente com saltos térmicos de 15-20°C, enquanto que o chão radiante (para não fornecer temperaturas demasiado diferentes no pavimento) requer saltos térmicos mais pequenos: máximo 7-8°C. **Daí resulta que, para emitir a mesma quantidade de calor, o chão radiante necessita de caudais muito mais elevados dos que são necessários para os radiadores**. E, é justamente este o motivo pelo qual **os caudais das caldeiras autónomas normais** (sobretudo em apartamentos de grandes e médias dimensões ou moradias individuais) **podem ser demasiado baixos para o chão radiante**.

Portanto, é necessário verificar sempre atentamente **as características da caldeira escolhida e se esta é, ou não, capaz de fornecer o caudal pedido pelo chão radiante**. Se a resposta for negativa, **deve recorrer-se à ajuda de separadores ou de SEPCOLL** que permitem **tornar completamente independente o caudal do circuito da caldeira do caudal do circuito de chão radiante**.



NOTAS CONCLUSIVAS

Não é possível definir critérios de ordem geral capazes de guiar com clareza e certeza na escolha da regulação mais adequada a um determinado tipo de instalação de chão radiante. É uma escolha, de facto, que depende de diversos factores de importância fundamental, tais como:

1. **as características técnicas, as prestações e os custos** das várias soluções disponíveis e possíveis;
2. **a experiência directa e a sensibilidade quer do projectista quer do instalador;**
3. **não só os pedidos e as expectativas do dono da obra**, mas também a sua suposta capacidade de saber, ou não, gerir determinadas soluções.

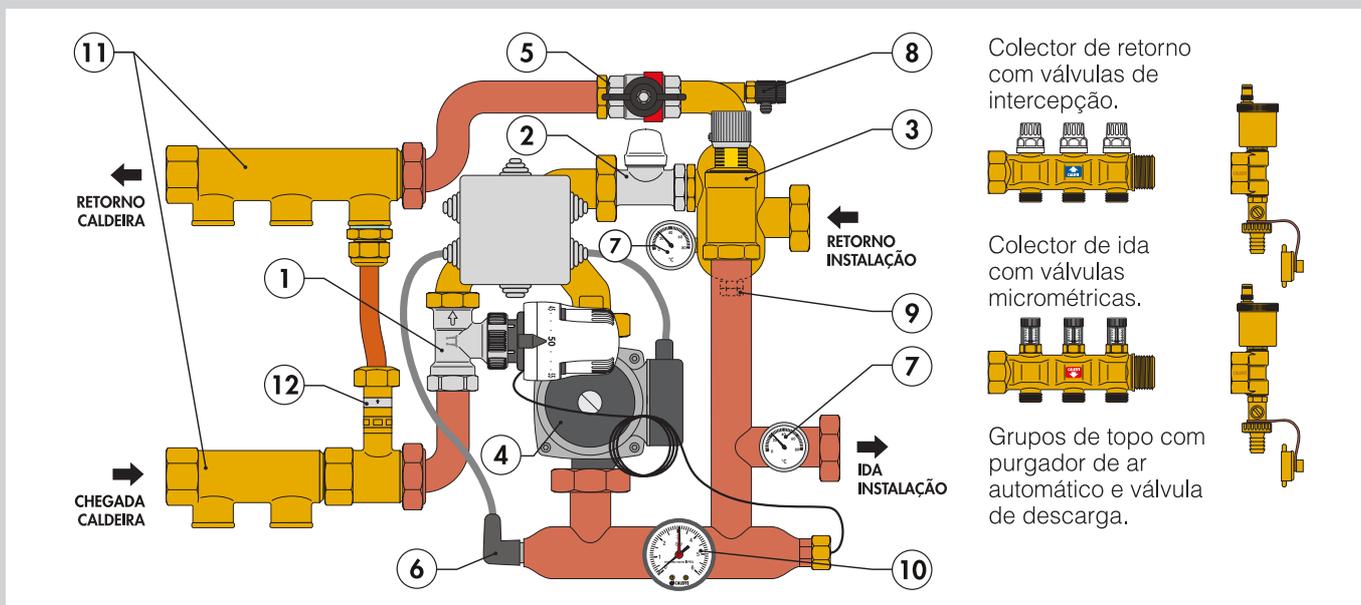
Factores estes que, evidentemente, não podem ser contidos em regras precisas e, geralmente, válidas, sobretudo no que diz respeito aos seus aspectos muito específicos e subjectivos.

Contudo, é aconselhável privilegiar (como tentámos fazer nos esquemas propostos) **soluções simples, fiáveis, fáceis de regular e de ter sob controlo**. Nunca deve ser esquecido, de facto, que até a regulação mais refinada pode dar péssimos resultados com utilizadores que não a sabem utilizar.

Grupos de regulação térmica de ponto fixo de caixa série 162



REGULAÇÃO TERMOSTÁTICA DE PONTO FIXO POR INJEÇÃO



Colector de retorno com válvulas de intercepção.



Colector de ida com válvulas micrométricas.

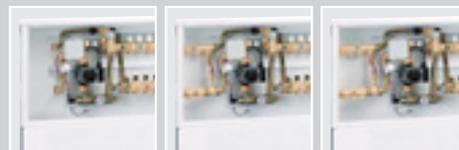


Grupos de topo com purgador de ar automático e válvula de descarga.



Para completar os códigos em função do nº de derivações

Chão radiante	C = 3 deriv.	G = 7 deriv.	M = 11 deriv.	Alta temp.	002 = 2 deriv.
	D = 4 deriv.	H = 8 deriv.	N = 12 deriv.		003 = 3 deriv.
	E = 5 deriv.	I = 9 deriv.	O = 13 deriv.		
	F = 6 deriv.	L = 10 deriv.			

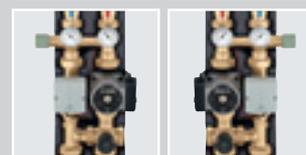
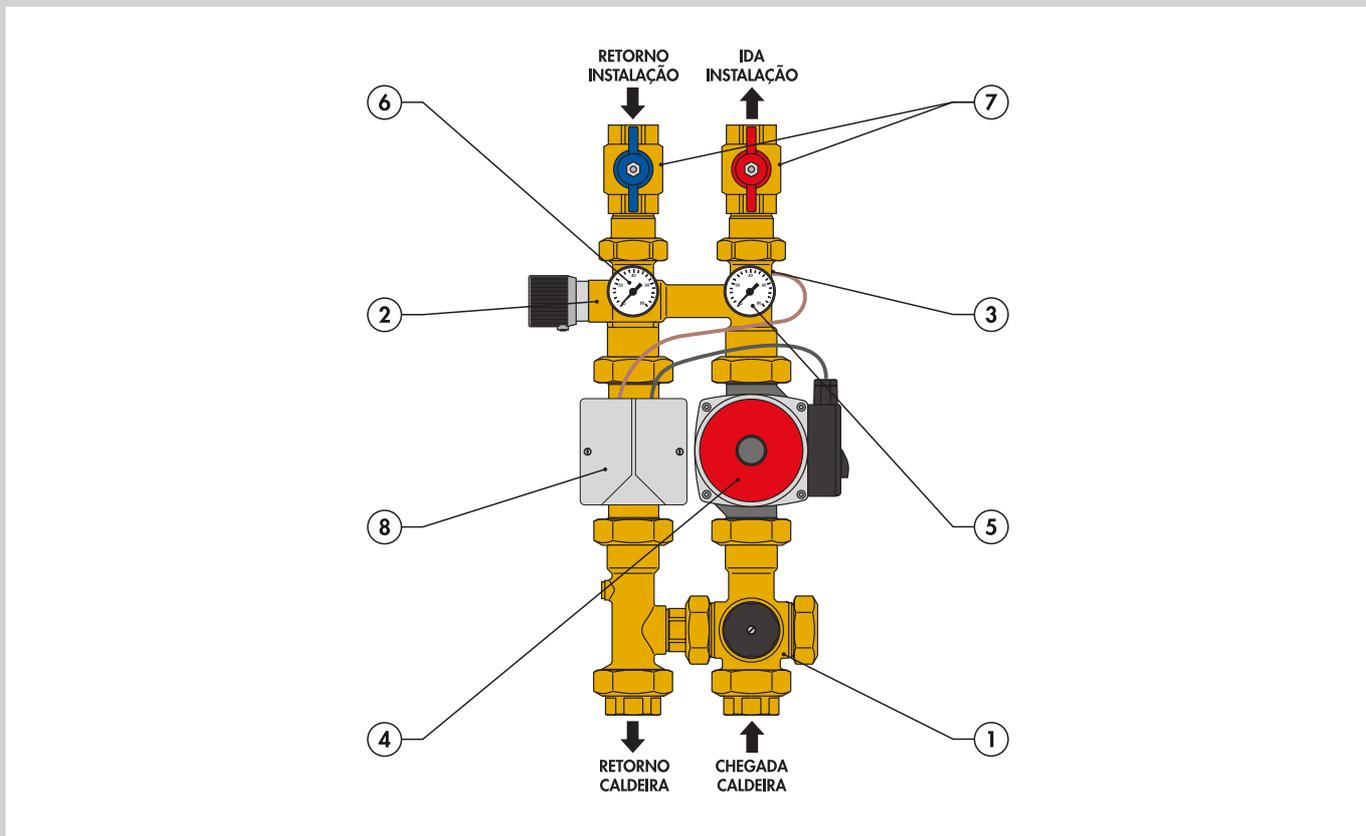


Série 162		Código:	1626..	1626.. 002	1626.. 003
		Catálogo:	01093	01094	
1	Válvula termostática		✓	✓	✓
2	Válvula de regulação		✓	✓	✓
3	Válvula de by-pass diferencial		✓	✓	✓
4	Bomba de circulação de três velocidades UPS 25-60 UPS 25-80		1626.3 1626.4	1626.3 002 1626.4 002	1626.3 003 1626.4 003
5	Válvula de esfera com retenção incorporada		✓	✓	✓
6	Termostato de segurança		✓	✓	✓
7	Termómetros de ida e de retorno		✓	✓	✓
8	Purgador de ar manual		✓	✓	✓
9	Predisposição para ligação das tomadas de pressão		✓	✓	✓
10	Manómetro		✓	✓	✓
11	Colector de distribuição alta temperatura			✓	✓
12	By-pass diferencial			✓	✓

Grupos de regulação termostática de ponto fixo para SEPCOLL série 163



REGULAÇÃO TERMOSTÁTICA DE PONTO FIXO

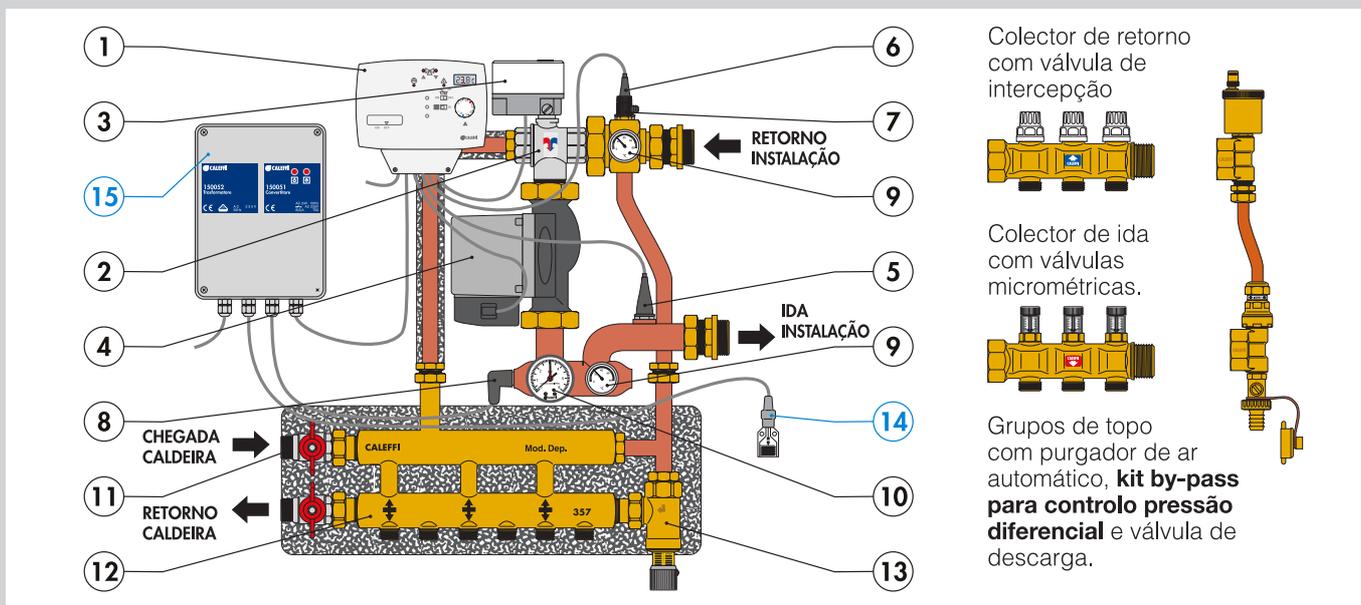


Série 163		Código:	163600	163610
		Catálogo:	01121	01121
	Versão com a ida do lado direito		✓	
	Versão com a ida do lado esquerdo			✓
1	Válvula termostática de três vias com sensor de temperatura incorporado		✓	✓
2	Válvula de by-pass diferencial		✓	✓
3	Termostato de segurança		✓	✓
4	Bomba de circulação de três velocidades UPS 25-60		✓	✓
5	Termómetro de ida		✓	✓
6	Termómetro de retorno		✓	✓
7	Válvulas de intercepção do grupo		✓	✓
8	Caixa para cabos eléctricos		✓	✓

Grupos de regulação térmica modulante de caixa série 161



REGULAÇÃO DE PONTO FIXO COMPENSADO COM AUXÍLIO DE SONDA DE RETORNO



Para completar os códigos em função do nº de derivações

E = 5 deriv. H = 8 deriv. M = 11 deriv.
 F = 6 deriv. I = 9 deriv. N = 12 deriv.
 G = 7 deriv. L = 10 deriv. O = 13 deriv.

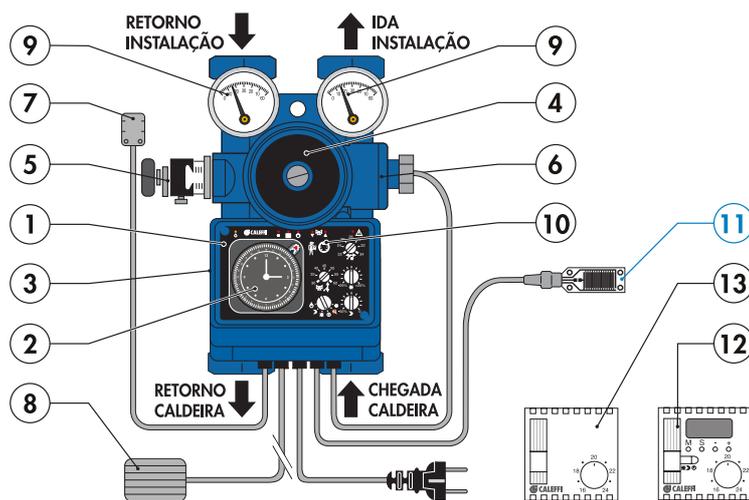


Série 161	Código:	1615.0	1615.1	1615.2	1615.1 003	1615.2 003
	Catálogo:	01095	01097	01098	01099	01096
1	Regulador para aquecimento e arrefecimento		✓	✓ ✓	✓	✓ ✓
2	Válvulas de três vias	✓	✓	✓	✓	✓
3	Servomotor de três pontos	✓	✓	✓	✓	✓
4	Bomba de circulação de três velocidades UPS 25-60	✓	✓	✓	✓	✓
5	Sonda temperatura de ida	✓	✓	✓	✓	
6	Sonda temperatura de retorno		✓	✓	✓	✓
7	Válvula de descarga orientável	✓	✓	✓	✓	✓
8	Termostato de segurança	✓	✓	✓	✓	✓
9	Termómetros de ida e retorno	✓	✓	✓	✓	✓
10	Manómetro	✓	✓	✓	✓	✓
11	Válvulas de intercepção circuito primário	✓	✓	✓	✓	✓
12	Coletor de distribuição alta temperatura				✓	✓
13	Válvula de by-pass diferencial				✓	✓
14	Sonda de controlo do limite humidade relativa			✓		✓
15	Componentes controlo limite humidade relativa			✓		✓

Grupos de regulação térmica climática para central série 152-153



REGULAÇÃO CLIMÁTICA COM AUXÍLIO DE SONDA EXTERNA E SONDA DE RETORNO



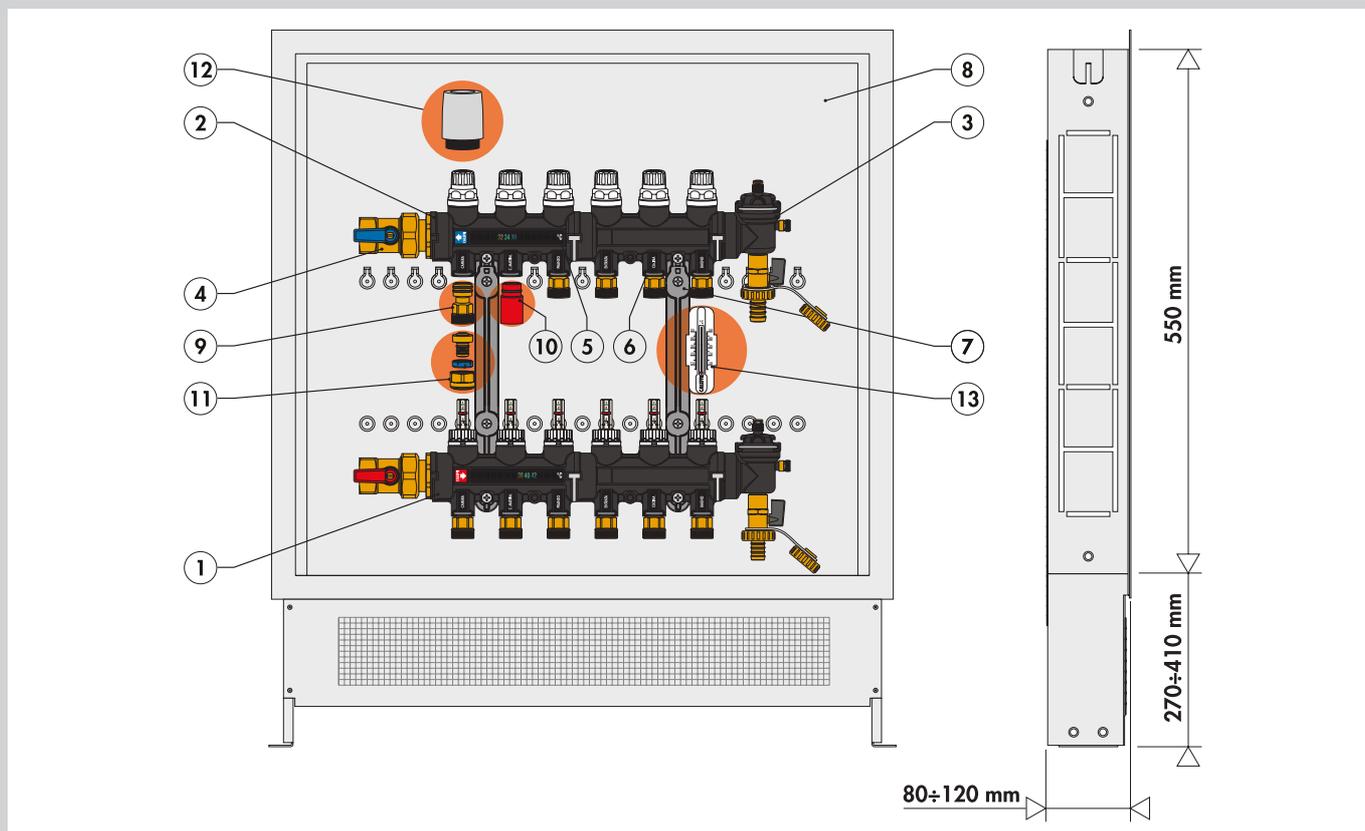
Série 152-153		Código:	152600/1	153600/1	152650/1
		Catálogo:	01082		01088
1	Regulador climático digital para aquecimento e arrefecimento		✓	✓	✓ ✓
2	Relógio programador com cablagem		✓		✓
3	Válvula misturadora de quatro vias		✓	✓	✓
4	Bomba de circulação de três velocidades UPS 25-60 UPS 25-80		152600 152601	153600 153601	152650 152651
5	Válvula diferencial de by-pass com escala graduada		✓	✓	✓
6	Sonda temperatura de ida		✓	✓	✓
7	Sonda temperatura de retorno		✓	✓	✓
8	Sonda temperatura externa		✓	✓	✓
9	Termómetros		✓	✓	✓
10	Conexão por teletransmissão		✓	✓	✓
11	Sonda de controlo do limite humidade relativa				✓
12	Termostato sonda ambiente com relógio digital e selector			✓	
13	Termostato sonda ambiente		opção		opção

Colectores em material plástico específicos para chão radiante série 671



NOVO

DISTRIBUIÇÃO E CONTROLO DO FLUIDO COM COMPONENTES ESPECÍFICOS



Série 671

Catálogo: 01126

1	Colector de ida com caudalímetros e válvulas de regulação de caudal incorporadas
2	Colector de retorno com válvulas de intercepção incorporadas predispostas para comando electrotérmico
3	Grupos de topo com purgador de ar automático com tampa higroscópica, válvula de descarga, torneira de enchimento/descarga
4	Par de válvulas de intercepção de esfera
5	Termómetros digitais de cristais líquidos nos colectores de ida e retorno
6	Etiquetas adesivas com indicações dos locais
7	Par de suportes de fixação à caixa
8	Caixa de profundidade e altura reguláveis
9	Adaptador de aperto com clip de fixação código 675850
10	Acessório para corte tubagem código 675002

Acessórios

11	Adaptador de diâmetro auto-adaptável para tubo plástico simples e multi-camada série 680
12	Comando electrotérmico série 656
13	Termómetro de encaixe rápido para circuito de chão radiante código 675900

Sistema de controlo da temperatura via rádio para instalações de chão radiante série 740

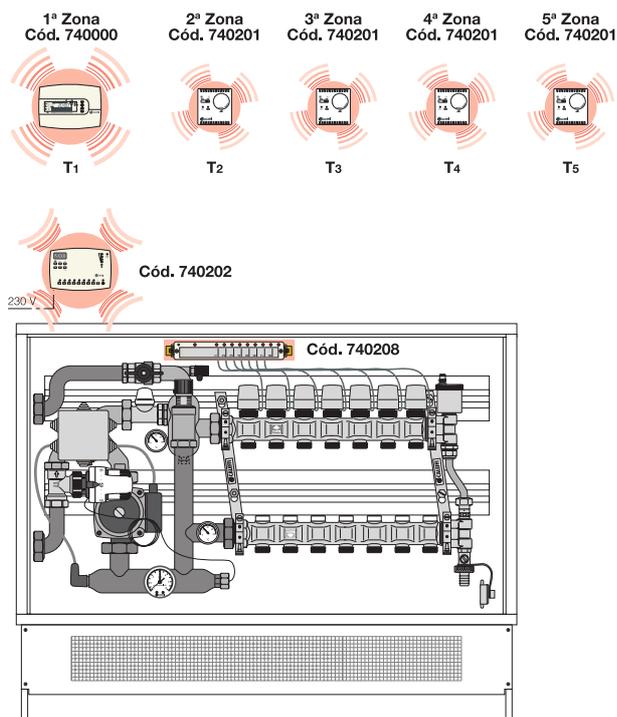


NOVO

SEM FIOS

Permite efectuar a termoregulação de modo preciso local a local, onde cada circuito é controlado por uma válvula de comando electrotérmico (série 656).

A barra de comando permite a **presença de tensão eléctrica inteiramente concentrada** no interior da caixa metálica.



Receptor via rádio de 8 canais (cód. 740202)

O receptor de 8 canais recebe via rádio as informações operativas ON/OFF, provenientes dos termostatos e cronotermostatos de zona/sub-zona e transfere, através do Bus de 2 vias, a operacionalidade às relés de saída correspondentes colocadas no interior da barra de comando, activando/desactivando os comandos electrotérmicos adequados.

A barra de comando oferece três variantes:

- código 740204 - 4 relés
- código 740206 - 6 relés
- código 740208 - 8 relés

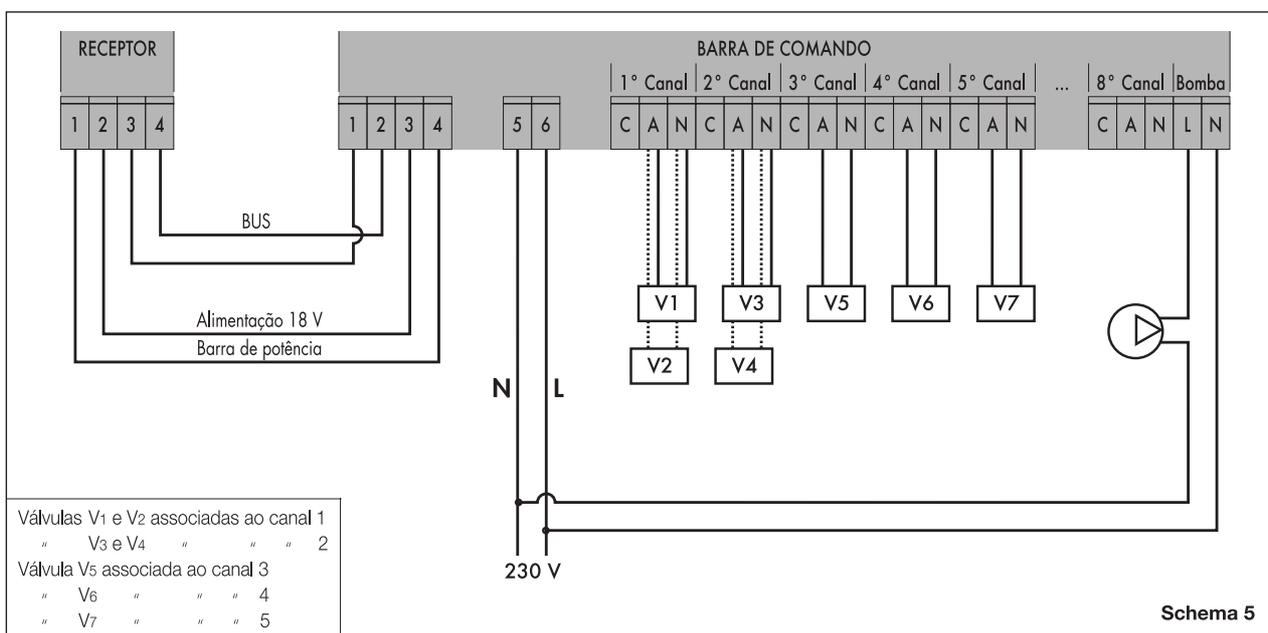
Sob o controlo de apenas uma relé podem associar-se um ou mais comandos electrotérmicos (isto é particularmente adaptado para o controlo de um ambiente servido por 2-3 circuitos, onde esteja presente apenas um termostato ou cronotermostato).

O número de comandos electrotérmicos que se pode associar é determinado pela saturação da intensidade de corrente 5 (2) A dos contactos da relé individual. No caso da adopção de comandos electrotérmicos (série 656), dispositivos de elevada absorção especialmente na fase de arranque, o número máximo de comandos que se pode associar à mesma relé (canal) é:

- cód. 656102 230 V - máx. 4
- cód. 656104 24 V - máx. 2

Exemplo de ligações

- Cronotermostato definido como "master" dos termostatos T2 - T3 - T4 - T5.
- Cronotermostato associado ao canal 1; T2 ao canal 2; T3 ao canal 3; T4 ao canal 4; T5 ao canal 5.





A SEGURANÇA DO CALOR EXACTO



Grupo de regulação termostática para chão radiante série 163

www.caleffi.pt

- Grupo pré-montado com componentes de regulação da temperatura e controlo de distribuição do fluido
- Especial para utilização em instalações de chão radiante
- Pode ser ligado directamente ao separador/colector de distribuição SEPCOLL
- Com válvula misturadora termostática com sensor integrado

CALEFFI SOLUTIONS MADE IN ITALY

 **CALEFFI**
Hydronic Solutions