

The background features a gradient from orange on the left to blue on the right. The left side is decorated with stylized sun icons, and the right side with stylized snowflake icons. A large orange bracket frames the central text.

Soluzioni per la commutazione

Soluzioni per la commutazione

I sistemi di commutazione consentono l'inversione stagionale automatica tra riscaldamento e raffrescamento, per soddisfare la crescente domanda di flessibilità degli impianti di riscaldamento e di condizionamento dell'aria.

L'inversione può avvenire a livello centralizzato, a livello di zona oppure singolarmente per ciascuna unità terminale.

Un'accurata regolazione della portata e un adeguato bilanciamento idronico possono essere difficili da ottenere negli impianti a inversione stagionale, pertanto è innanzitutto indispensabile realizzare un'attenta progettazione.

Anche il mantenimento della pressione dell'impianto richiede una cura particolare per poter tener conto del trasferimento di volume durante le transizioni tra le modalità riscaldamento e raffreddamento.

In questo articolo affronteremo le problematiche relative a regolazione, bilanciamento e mantenimento della pressione negli impianti a inversione stagionale:

- Diversi sistemi di distribuzione idronici con funzione di commutazione
- Collegamento di separatori o bilanciatori idraulici installati in modalità riscaldamento o in modalità raffreddamento
- Regolazione dei diversi regimi di portata
- Gestione del trasferimento di volume nei dispositivi per il mantenimento della pressione
- Soluzioni per la regolazione e il bilanciamento delle unità terminali



Commutazione centralizzata

Nei cosiddetti impianti centralizzati, il passaggio tra le modalità di riscaldamento e raffrescamento avviene per l'intero impianto a livello di produzione (caldaia, unità refrigerante). La commutazione viene generalmente assicurata mediante l'impiego di una valvola a 3 vie (figura 1). Le unità terminali (soffitti radianti, ventilconvettori) sono dotate di una singola valvola di regolazione e di una singola valvola di bilanciamento. Qualora fosse necessario per determinati impianti, sarà possibile utilizzare anche una valvola multifunzione, che garantisca la regolazione, il bilanciamento e la gestione della pressione differenziale. Tale valvola dovrà essere in grado di gestire idoneamente sia la portata di riscaldamento che la portata di raffrescamento, assicurando la qualità del bilanciamento idronico e la regolazione della temperatura dei locali.



Fig. 1. Commutazione centralizzata dell'intero impianto tra riscaldamento e raffrescamento

Commutazione a zona

I sistemi di commutazione a zona (figura 2) consentono di far funzionare una parte dell'edificio in modalità riscaldamento e un'altra in modalità raffrescamento.

Per la distribuzione primaria, vengono utilizzate 4 tubazioni, 2 per il riscaldamento e 2 per il raffrescamento.

Per la distribuzione verso le unità terminali, si impiegano 2 tubazioni, in modalità di riscaldamento o di raffrescamento. Come già detto in precedenza, le unità terminali sono dotate di una singola valvola per gestire il bilanciamento e regolare la portata calda e la portata fredda.

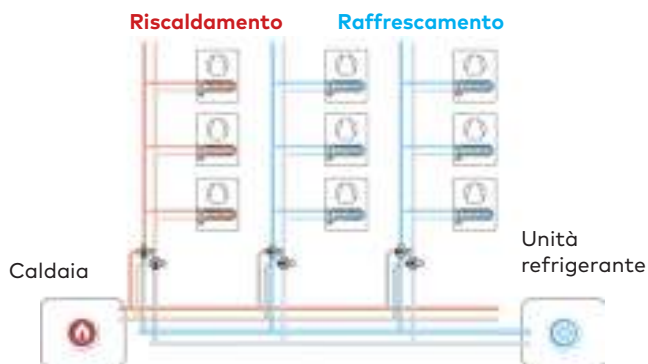


Fig. 2. Commutazione riscaldamento/raffrescamento a zona

Commutazione singola (per ciascuna unità terminale)

Questo sistema di distribuzione, attualmente molto diffuso, consente agli utenti di selezionare la modalità riscaldamento o raffrescamento singolarmente e richiede un'unica unità terminale (soffitto radiante, ventilconvettore, ecc.).

Per la distribuzione, vengono usate 4 tubazioni e la commutazione riscaldamento/raffrescamento viene di solito assicurata da una valvola a 6 vie (figura 3). Si dovrà prestare una particolare attenzione alla regolazione e al bilanciamento per ciascuna modalità di funzionamento.

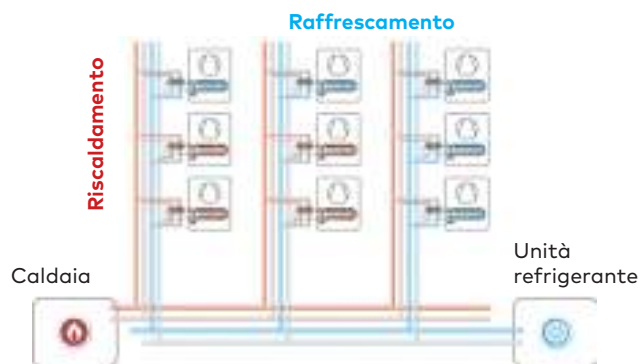


Fig. 3. Commutazione singola (per ciascuna unità terminale)

Disaccoppiamento idronico per sistemi di commutazione centralizzati

Negli impianti centralizzati, i separatori idraulici vengono installati in modalità riscaldamento o in modalità raffreddamento (figura 4).

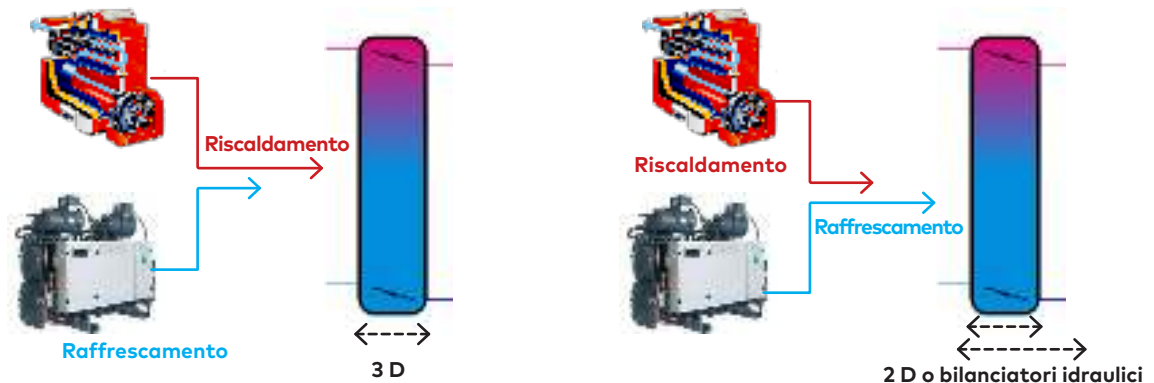


Fig. 4. Disaccoppiamento idronico in modalità riscaldamento o raffreddamento

Il cosiddetto metodo dei "3 diametri" viene generalmente utilizzato per la modalità di riscaldamento e consiste nel dimensionare il bypass a 3 volte il diametro di mandata. Questo metodo non può essere applicato alla modalità di raffreddamento, perché sussisterebbe il rischio di doppia circolazione all'interno del separatore idraulico, con possibili variazioni della temperatura di mandata.

Nell'esempio riportato nella figura 5, la temperatura di mandata è pari a $10,3\text{ }^{\circ}\text{C}$ e non $7\text{ }^{\circ}\text{C}$, come dovrebbe essere. In questo caso, l'energia termica prodotta dalle unità refrigeranti non può essere trasmessa all'impianto.

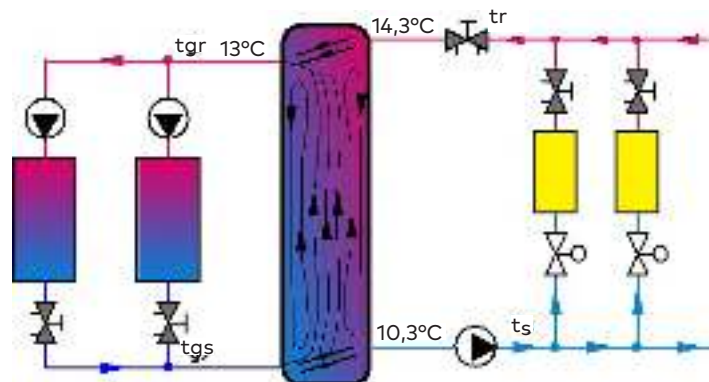


Fig. 5. Circolazione parassita nel separatore (bilanciatore) idraulico

Una soluzione consiste nel creare un collegamento a tre rami sul separatore o bilanciatore idraulico, per garantire il disaccoppiamento idronico tra il primario (produzione) e il secondario (distribuzione).

Nella figura 6, la tubazione di ritorno dell'impianto è collegata direttamente al ritorno verso le unità refrigeranti. La sezione di tubazione tra questo collegamento e il ramo sul bypass ha lo stesso diametro della tubazione principale (D), eliminando pertanto la circolazione parassita.

Con questa configurazione, si hanno solo 3 rami sul separatore idraulico invece dei 4 solitamente usati.

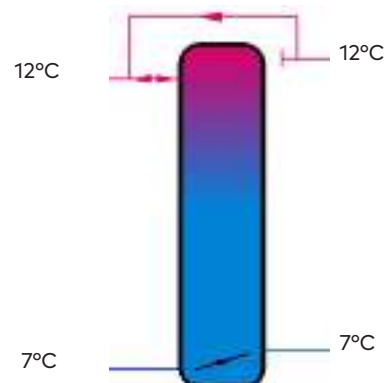


Fig. 6. Collegamento a 3 rami del separatore o bilanciatore idraulico

Differenti regimi di portata (soffitti radianti, unità di trattamento dell'aria, ventilconvettori)

Nei sistemi di commutazione con soffitti radianti, la temperatura di mandata è differente rispetto a quella usata per le unità di trattamento dell'aria o i ventilconvettori.

Per evitare la formazione di umidità dovuta alla condensazione dell'aria sui pannelli dei soffitti radianti, la temperatura di mandata viene regolata in modo che non scenda al di sotto dei 15°C o, se possibile, anche un valore superiore, a seconda delle condizioni igrometriche del locale specifico.

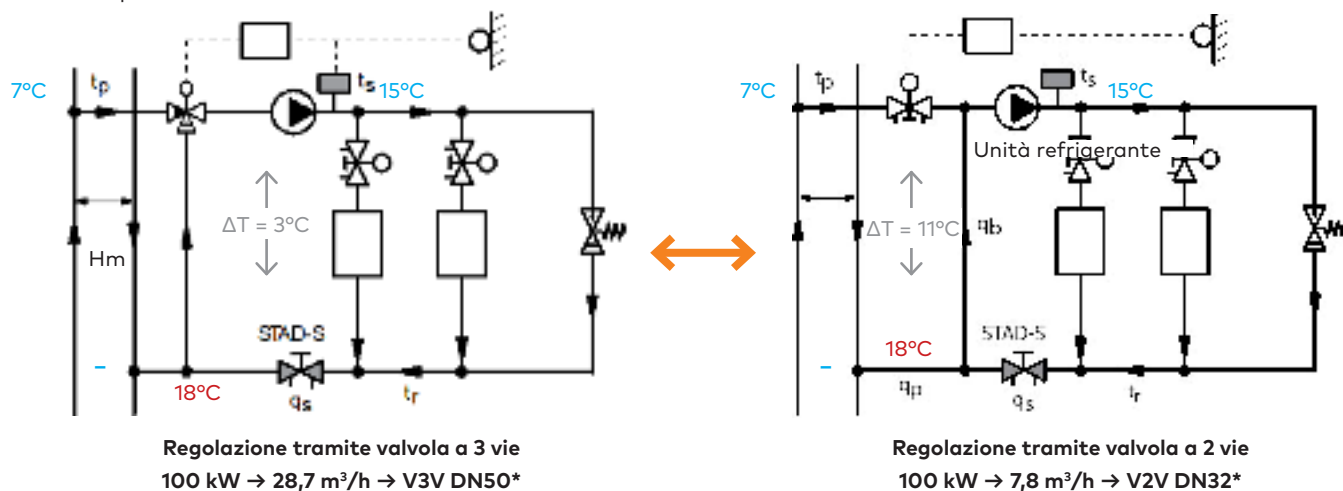


Fig. 7. Regolazione della temperatura di mandata dei soffitti radianti

Per regolare la temperatura viene spesso utilizzata una valvola a 3 vie (schema a sinistra nella figura 7), miscelando l'acqua di ritorno a 18°C con l'acqua di mandata a 7°C per ottenere la temperatura minima di 15°C. Questo significa che la valvola a 3 vie funziona sempre restando leggermente aperta (circa il 30% della sua corsa totale). Inoltre, la pressione primaria fornita dalla pompa per alimentare gli altri circuiti (unità di trattamento aria, ventilconvettori) viene applicata alla valvola a 3 vie in opposizione alla pressione fornita dalla pompa secondaria. Per la pompa primaria, la valvola a 3 vie è una valvola di deviazione e non una valvola miscelatrice, e ciò influenza il suo funzionamento.

Un'alternativa vantaggiosa è quella di usare una valvola a 2 vie. La valvola a 2 vie immette l'acqua alla temperatura primaria (7°C) necessaria per ottenere la temperatura di 15°C sul secondario, tramite la miscelazione con l'acqua di ritorno (18°C) usando il bypass.

Tale valvola a 2 vie viene dimensionata in base alla potenza richiesta per il soffitto radiante e per un ΔT di 18-7, ossia 11 °C. La valvola a 3 vie, invece, viene dimensionata per un ΔT di 18-15 (3 °C), ma per una portata che è 3 volte superiore rispetto a quella della valvola a 2 vie. In questa configurazione, il diametro della valvola a 2 vie è da 2 a 3 volte inferiore rispetto a quello della valvola a 3 vie.

Di conseguenza, la valvola di regolazione funziona meglio, sfruttando la sua intera corsa, ad un prezzo di acquisto inferiore.

Mantenimento della pressione negli impianti a commutazione

Negli impianti a commutazione singola, il volume dell'acqua dei pannelli dei soffitti radianti o dei ventilconvettori viene costantemente riscaldato a 45°C e raffreddato a 15° (figura 8).

Ciascuna variazione di temperatura provoca l'espansione o la contrazione del fluido. Il vaso di espansione per il mantenimento della pressione della rete di raffreddamento si svuota gradualmente per compensare la contrazione del fluido. Al contrario, nella rete di riscaldamento, il vaso di espansione per il mantenimento della pressione si riempie gradualmente per assorbire l'espansione del fluido.

In questi sistemi, è essenziale gestire correttamente il trasferimento di volume tra i due dispositivi di mantenimento della pressione.

Qualora venga usato un solo dispositivo per il mantenimento della pressione, collegato a una tubazione condivisa dalle reti di riscaldamento e raffreddamento, come illustrato nella figura 9, i fluidi dei 2 circuiti risultano costantemente connessi senza alcun controllo del volume scambiato. Se anche una sola delle valvole a 6 vie dell'impianto non è a tenuta stagna, il trasferimento di volume avverrà continuamente da un circuito all'altro attraverso la tubazione condivisa del vaso di espansione, aumentando i costi energetici e complicando gli interventi di manutenzione in loco.

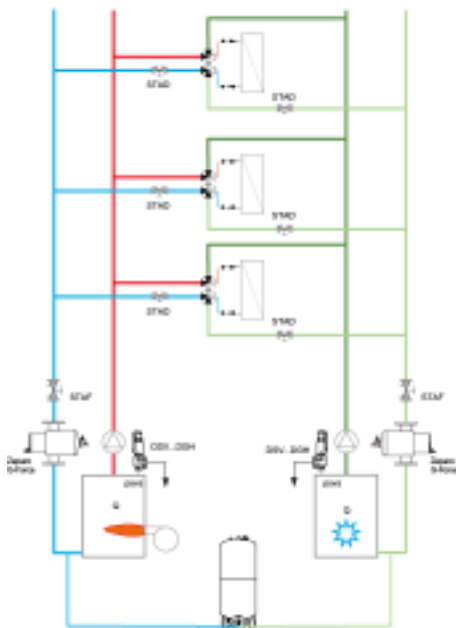


Fig. 9. Impiego di un singolo dispositivo di mantenimento della pressione per i circuiti di riscaldamento e raffreddamento

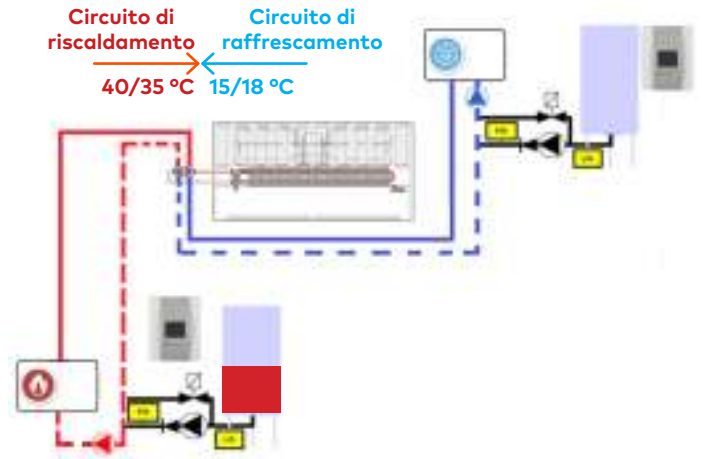


Fig. 8. Trasferimento di volume tra i dispositivi di mantenimento della pressione del circuito di raffreddamento e del circuito di riscaldamento

Qualora vengano usati due diversi dispositivi per il mantenimento della pressione, come illustrato nella figura 10, i livelli dei vasi di espansione devono essere controllati quotidianamente. I volumi di espansione del circuito di riscaldamento e del circuito di raffreddamento dovranno essere ribilanciati manualmente. In assenza di questo intervento regolare, il vaso di espansione del circuito di raffreddamento si svuoterà e cesserà di svolgere la propria funzione, provocando malfunzionamenti di maggior entità.

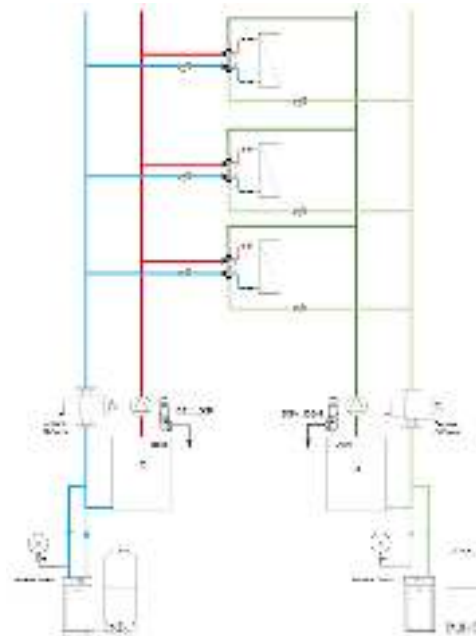


Fig. 10. Impiego di due diversi dispositivi per il mantenimento della pressione

La configurazione illustrata nella figura 11 impiega due dispositivi per il mantenimento della pressione, collegati da una tubazione dotata di valvola motorizzata. Tale valvola regola il trasferimento di volume e ribilancia i volumi di espansione dei circuiti di riscaldamento e raffreddamento.

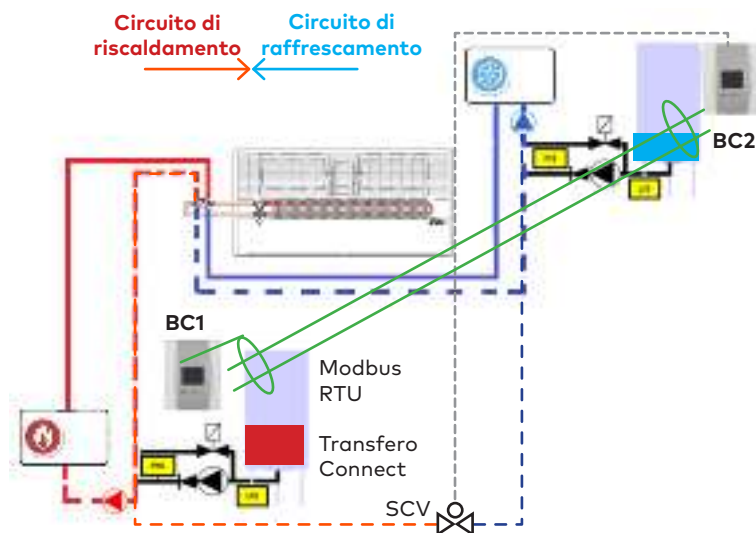


Fig. 11. Impiego di due dispositivi di mantenimento della pressione e di una tubazione per il bilanciamento dei volumi

Le due unità di controllo del mantenimento della pressione (BC1 e BC2) comunicano in modalità master/slave tramite un bus di comunicazione.

La valvola SCV sulla tubazione di bilanciamento si apre automaticamente per ribilanciare il volume d'acqua nei vasi dei due dispositivi per il mantenimento della pressione. Il volume trasferito tra i due vasi viene regolato.

Nell'eventualità che venga a mancare l'acqua, il sistema automatico di reintegro si avvia e la quantità d'acqua immessa viene monitorata in tempo reale. Nel caso in cui l'acqua di reintegro risulti eccessiva e rischi di danneggiare l'impianto, scatterà un allarme.

Problematiche relative alla regolazione e al bilanciamento degli impianti a commutazione

Negli impianti a commutazione, le unità terminali devono fornire la potenza di raffreddamento oppure di riscaldamento per la quale sono state dimensionate.

Rispetto ai sistemi tradizionali, la valvola di bilanciamento automatica o manuale (figura 12) deve essere in grado di regolare con identica efficacia le due portate corrispondenti alla potenza di riscaldamento o di raffreddamento.

Tale regolazione deve essere costante durante il funzionamento dell'impianto, indipendentemente dalle variazioni della pressione differenziale della rete, causate dall'apertura e dalla chiusura delle valvole di regolazione in qualsiasi punto dell'impianto.

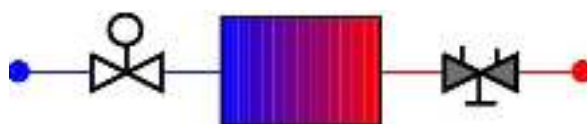


Fig. 12. Valvola di regolazione e valvola di bilanciamento

Bilanciamento e regolazione degli impianti a commutazione centralizzata o a zona (distribuzione a 2 tubazioni)

Negli impianti a commutazione centralizzata o a zona (figura 1 e 2), tutte oppure una parte delle unità terminali passano dalla modalità riscaldamento alla modalità raffrescamento. Qualora il rapporto tra portata di riscaldamento e portata di raffrescamento sia identico per tutte le unità terminali, si potrà utilizzare il bilanciamento proporzionale.

Nell'esempio illustrato nella figura 13, la portata per ciascuna unità terminale viene regolata in base alla potenza necessaria in modalità riscaldamento. La portata totale è pari a 1000 l/h. Quando si passa alla modalità raffrescamento, la portata totale per questa parte dell'impianto è pari a 1500 l/h. La portata di ciascuna unità terminale aumenta nella stessa proporzione in cui aumenta la portata totale, ovvero del 50%. Il bilanciamento idronico viene dunque mantenuto sia in modalità di riscaldamento che di raffrescamento.

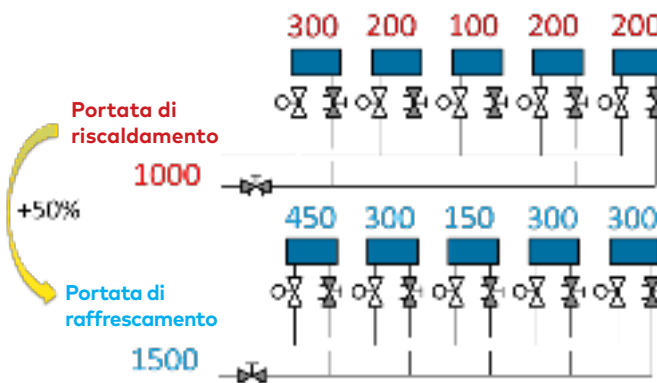


Fig. 13. Legge di proporzionalità idronica

Qualora, invece, il rapporto portata di riscaldamento/portata di raffrescamento non sia identico, non si potrà applicare la legge di proporzionalità idronica per il bilanciamento dell'impianto.

In tale situazione, il bilanciamento "digitale" per mezzo dell'attuatore della valvola di regolazione indipendente dalla pressione è l'unica soluzione per garantire la portata di riscaldamento o raffrescamento a ciascuna unità terminale dell'impianto (figura 14).

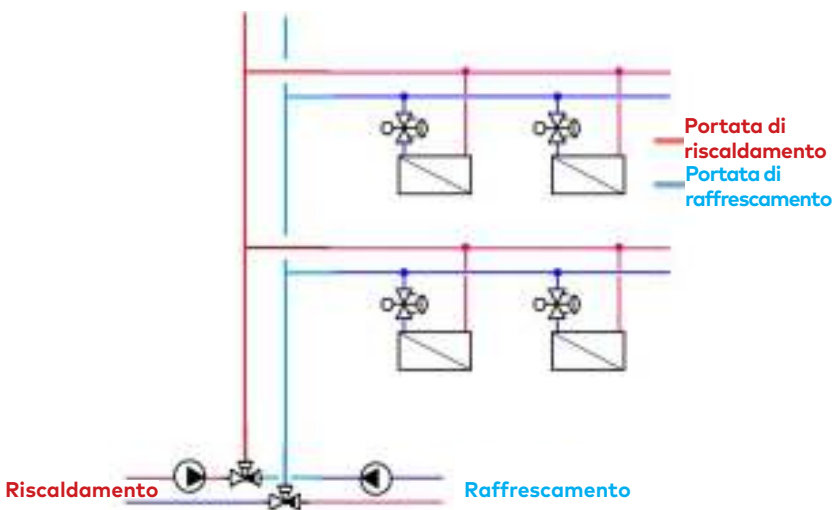


Fig. 14. Programmazione delle portate di riscaldamento e di raffrescamento usando l'attuatore della valvola di regolazione indipendente dalla pressione

I dati per la commutazione da riscaldamento a raffreddamento vengono immessi tramite l'ingresso binario (contatto pulito) sull'attuatore (figura 15).

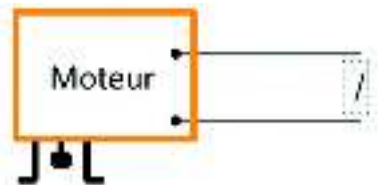


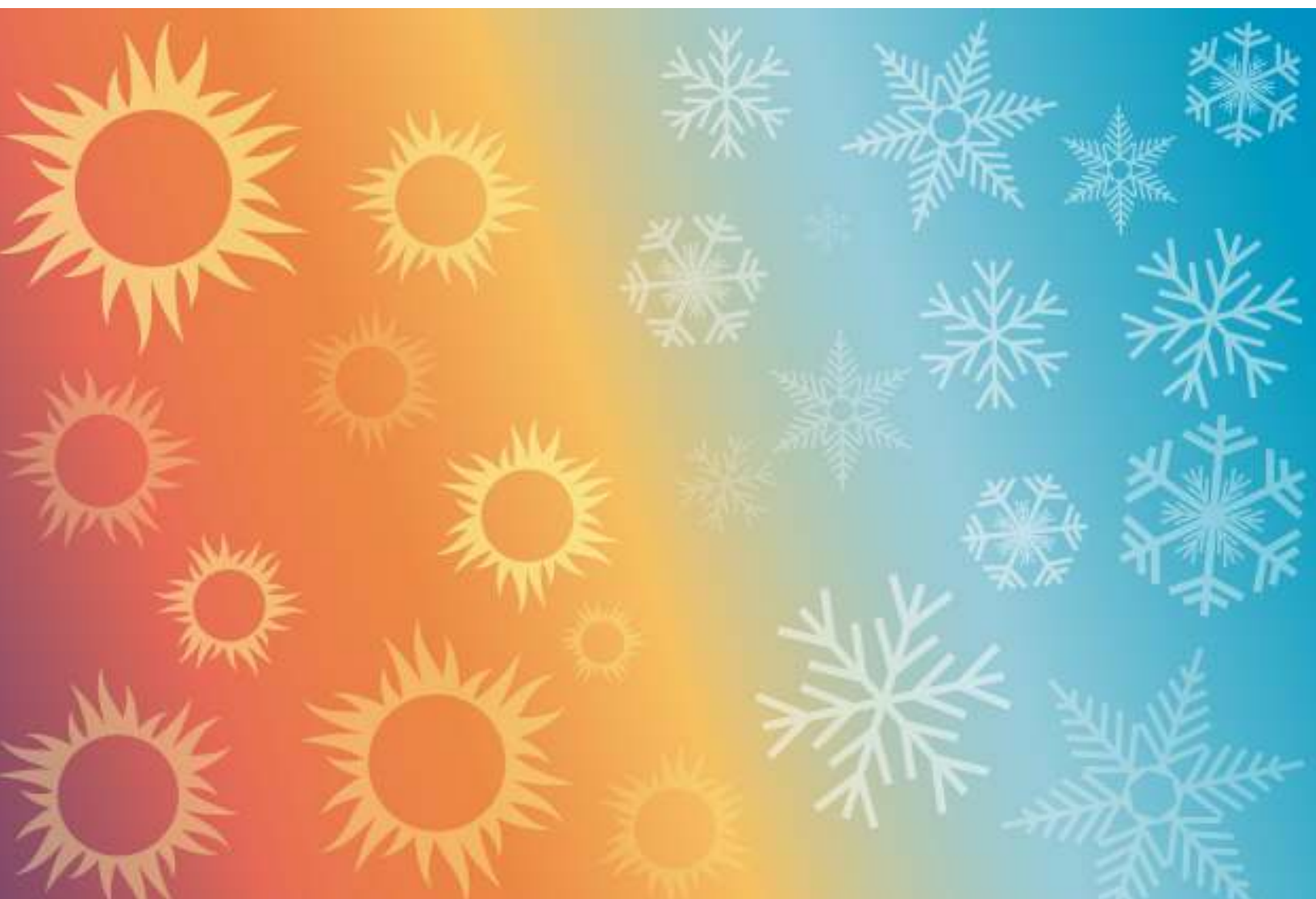
Fig. 15. Contatto pulito per la commutazione tra portata di riscaldamento e portata di raffreddamento

Il contatto pulito può essere chiuso dal regolatore o da un termostato di commutazione posto a contatto con la tubazione di mandata (figura 16).



Fig. 16. Termostato di commutazione

Qualora la temperatura della tubazione di mandata sia inferiore a 15°C, il contatto si chiude e l'attuatore si sposta in modalità raffreddamento. Se, invece, la temperatura è superiore a 30°C, il contatto si apre e il motore si sposta in modalità riscaldamento.



Bilanciamento e regolazione degli impianti a commutazione singola (distribuzione a 4 tubazioni)

Per gli impianti a commutazione singola, viene attualmente impiegata una valvola a 6 vie, che costituisce una soluzione migliore rispetto alla serie di 4 valvole motorizzate a 2 vie che sarebbe necessario utilizzare per il passaggio dalla modalità riscaldamento alla modalità raffrescamento (figura 17).

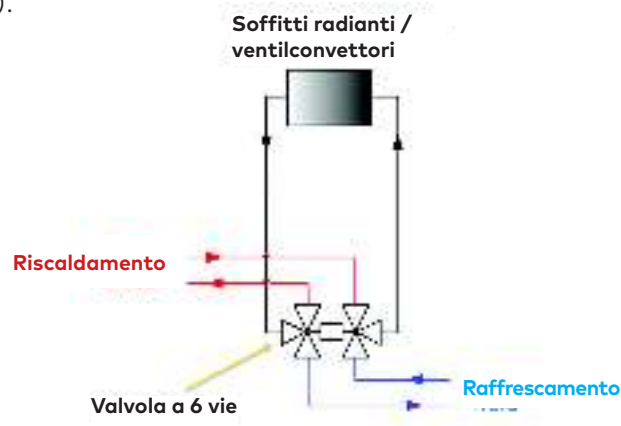


Fig. 17. Valvola a 6 vie per gli impianti a commutazione singola

Una valvola a 6 vie contiene due valvole a sfera a quarto di giro, che funzionano in sequenza (figura 18).

Valvola a sfera a quarto di giro

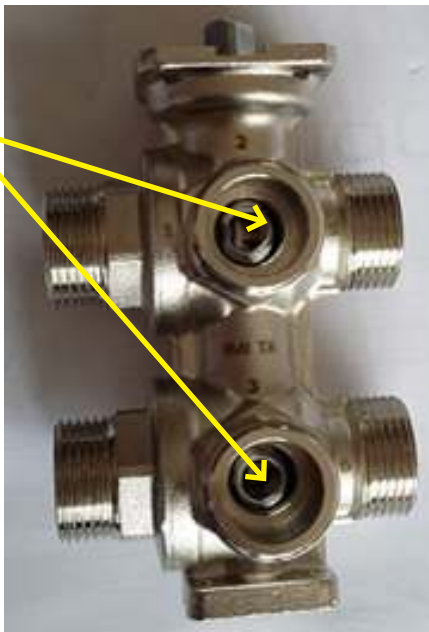


Fig. 18. Tecnologia della valvola a 6 vie

La valvola 6 vie è dotata di un motore rotativo, controllato da un segnale modulante a 0-10 V o 2-10 V. Una parte del segnale viene usato per regolare la portata di riscaldamento e l'altra parte per regolare la portata di raffrescamento, con una zona neutra nel mezzo (figura 19).

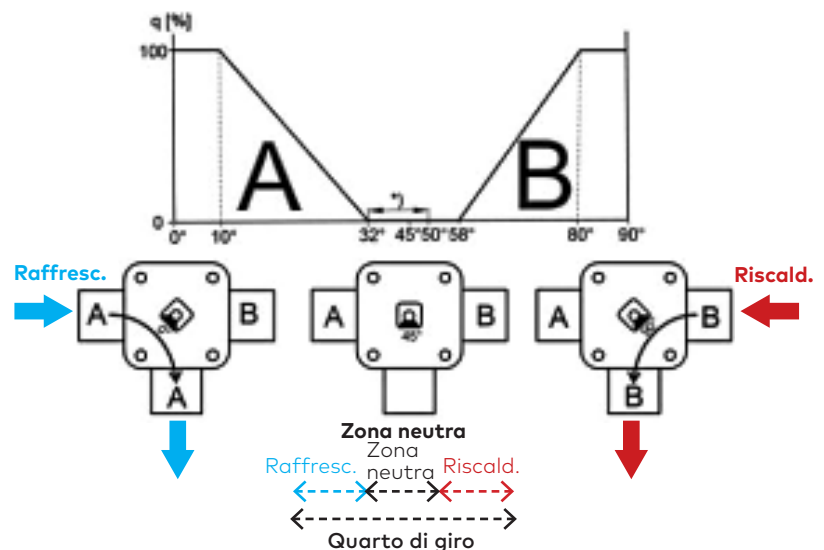


Fig. 19. Regolazione della portata di riscaldamento e della portata di raffrescamento e zona neutra di una valvola a 6 vie

Il quarto di giro è suddiviso in tre parti, ossia, detto in altre parole, un dodicesimo di giro è disponibile per la regolazione e il bilanciamento della portata di riscaldamento e della portata di raffreddamento.

L'intervallo di regolazione di una valvola a 6 vie è molto ristretto. Nell'esempio di seguito illustrato, la potenza frigorifera è pari a 900 W per un regime di portata di 16°C sulla mandata del pannello e di 19°C sul ritorno, cioè con un ΔT di 3 °C. La portata di raffreddamento è di 258 l/h. Per la modalità riscaldamento, è richiesta invece una potenza di 1100 W, per un regime di portata di 33°C sulla mandata e di 23°C sul ritorno del pannello. La portata è pari a 95 l/h.

Per queste portate, la valvola a 6 vie viene aperta di soli 16,5° in modalità raffreddamento e di appena 5° in modalità riscaldamento (figura 20). Se si tiene conto delle variazioni di pressione che si verificano nel carico intermedio (chiusura di alcune valvole), la corsa della valvola a 6 vie è ancora più ridotta.

Una valvola a 6 vie (di qualsiasi marca) non può garantire il corretto bilanciamento idronico dell'impianto e ancor meno la regolazione dell'adeguata portata di riscaldamento e raffreddamento.

Per risolvere queste problematiche, ci sono quattro soluzioni:

- Nello schema riportato nella figura 21, i ritorni dei circuiti di riscaldamento e raffreddamento della valvola a 6 vie vengono bilanciati da una valvola di bilanciamento manuale tipo STAD.

La pressione differenziale viene stabilizzata tramite un regolatore di pressione differenziale posizionato tra la mandata e il ritorno di un gruppo di valvole a 6 vie, ad esempio su ciascun piano dell'impianto.

- Le portate di riscaldamento e raffreddamento possono essere bilanciate da valvole indipendenti dalla pressione (figura 22). In tal caso il bilanciamento idronico risulta semplificato e non è necessario installare un regolatore di pressione differenziale tra la mandata e il ritorno della rete.

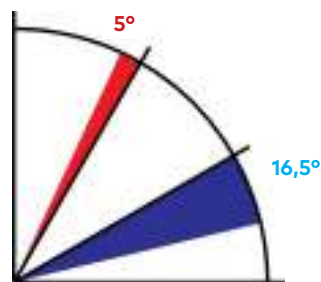


Fig. 20. Intervallo effettivo di regolazione di una valvola 6 vie

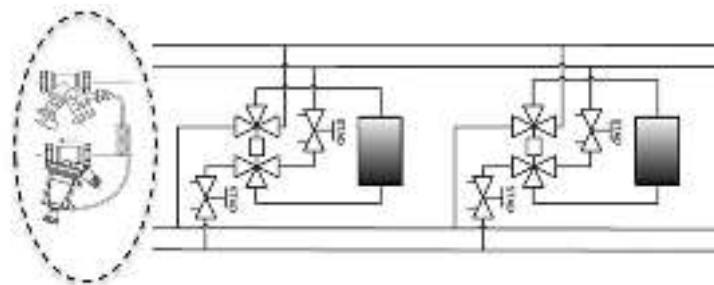


Fig. 21. Bilanciamento statico dei ritorni dei circuiti di riscaldamento e raffreddamento di una valvola a 6 vie e regolatore di pressione differenziale

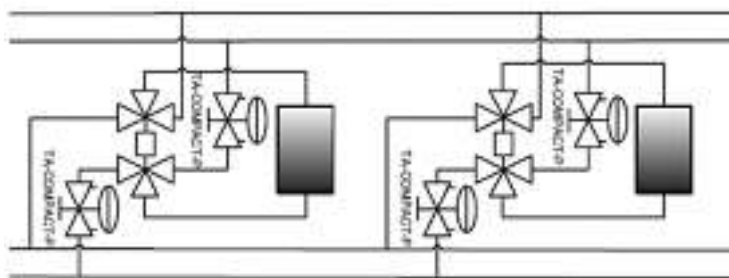


Fig. 22. Bilanciamento dinamico dei ritorni dei circuiti di riscaldamento e raffreddamento di una valvola a 6 vie

- Un'altra soluzione è installare un flussimetro a ultrasuoni per misurare la portata sull'uscita della valvola a 6 vie in direzione dei pannelli del soffitto radiante (figura 23). Il bilanciamento idronico viene ottenuto diminuendo l'apertura della valvola a 6 vie, che dovrà anche compensare le variazioni nella pressione differenziale durante il funzionamento, che influiscono sulla qualità della regolazione (figura 20).

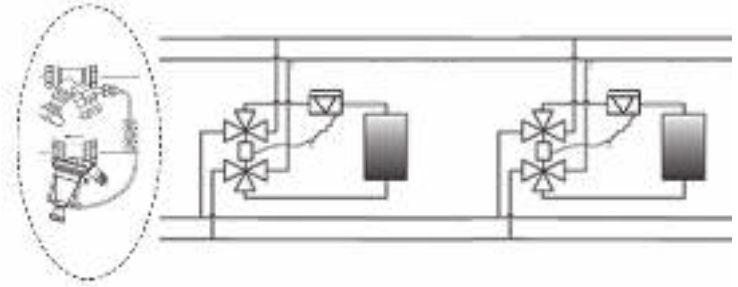


Fig. 23. Misurazione della portata con un flussimetro a ultrasuoni

Per migliorare il funzionamento, si dovrà installare un regolatore di pressione differenziale (ΔP) su ciascun ramo della rete.

- La quarta soluzione (figura 24) consiste nell'utilizzare una valvola di regolazione indipendente dalla pressione per bilanciare la portata di riscaldamento e raffreddamento e per fornire una regolazione efficace della portata.

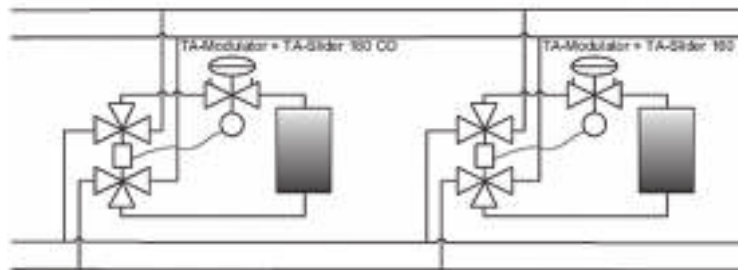


Fig. 24. Regolazione e bilanciamento mediante una valvola indipendente dalla pressione

In questa configurazione, la valvola a 6 vie viene utilizzata solo per la commutazione in modalità riscaldamento o in modalità raffreddamento. L'attuatore della valvola di regolazione modulante indipendente dalla pressione è dotato di collegamento elettrico alla valvola a 6 vie (figura 25).

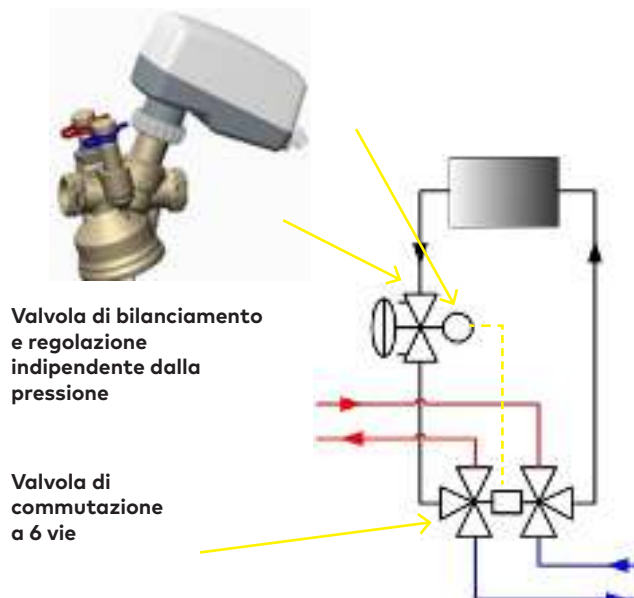


Fig. 25. Valvola a 6 vie pilotata dall'attuatore della valvola indipendente dalla pressione

L'attuatore viene configurato digitalmente usando uno smartphone. Nell'esempio illustrato nella figura 26, la portata di riscaldamento è stata impostata su 95 l/h e la portata di raffreddamento su 258 l/h. A seconda del segnale 0-10 V proveniente dal regolatore, l'attuatore fornisce la regolazione modulante della portata, garantendo al contempo il bilanciamento delle portate di riscaldamento e raffreddamento.

Tra i 4,5 e i 5,5 volt, si attiva un relè che permette di commutare la valvola a 6 vie in modalità riscaldamento o raffreddamento.

Questa configurazione semplifica enormemente la messa in servizio, nonché il bilanciamento idronico.

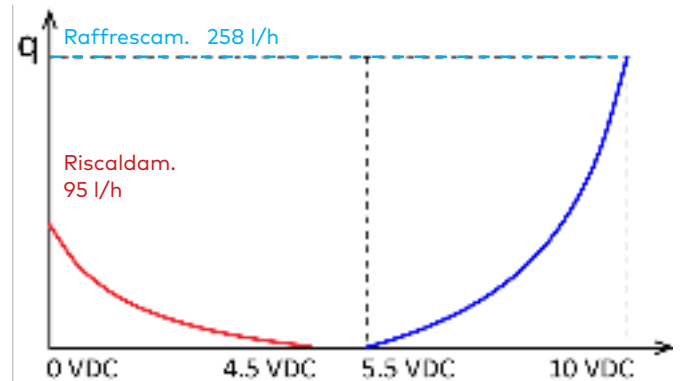


Fig. 26. Configurazione dell'attuatore

Anche il cablaggio elettrico risulta semplificato, perché l'attuatore (TA-Slider) è alimentato e collegato al regolatore. I due motori vengono collegati mediante un accoppiamento rapido (figura 27).

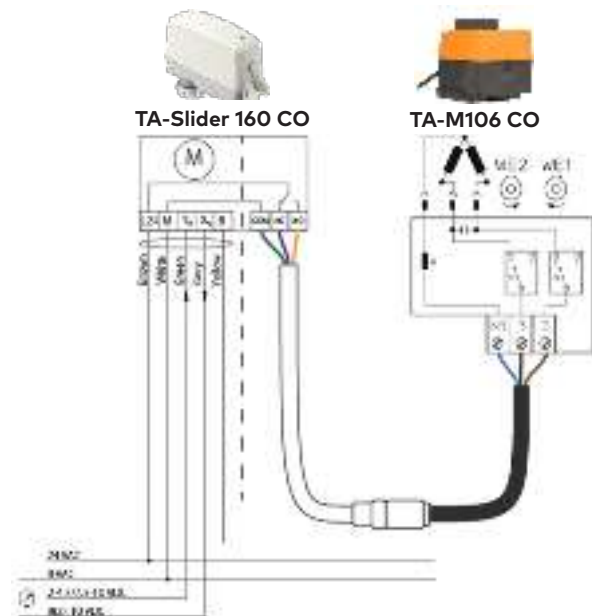


Fig. 27. Cablaggio elettrico semplificato

Conclusioni

Alcuni aspetti degli impianti a commutazione richiedono una particolare attenzione per garantire un funzionamento ottimale.

I bypass o i separatori/bilanciatori idraulici devono essere progettati e collegati in modo da poter funzionare sia in modalità riscaldamento che in modalità raffreddamento, senza provocare variazioni indesiderate della temperatura di mandata dell'impianto.

Il diverso regime di portata per i circuiti dei soffitti radianti può essere efficacemente regolato usando una valvola di iniezione a 2 vie al posto di una valvola a 3 vie.

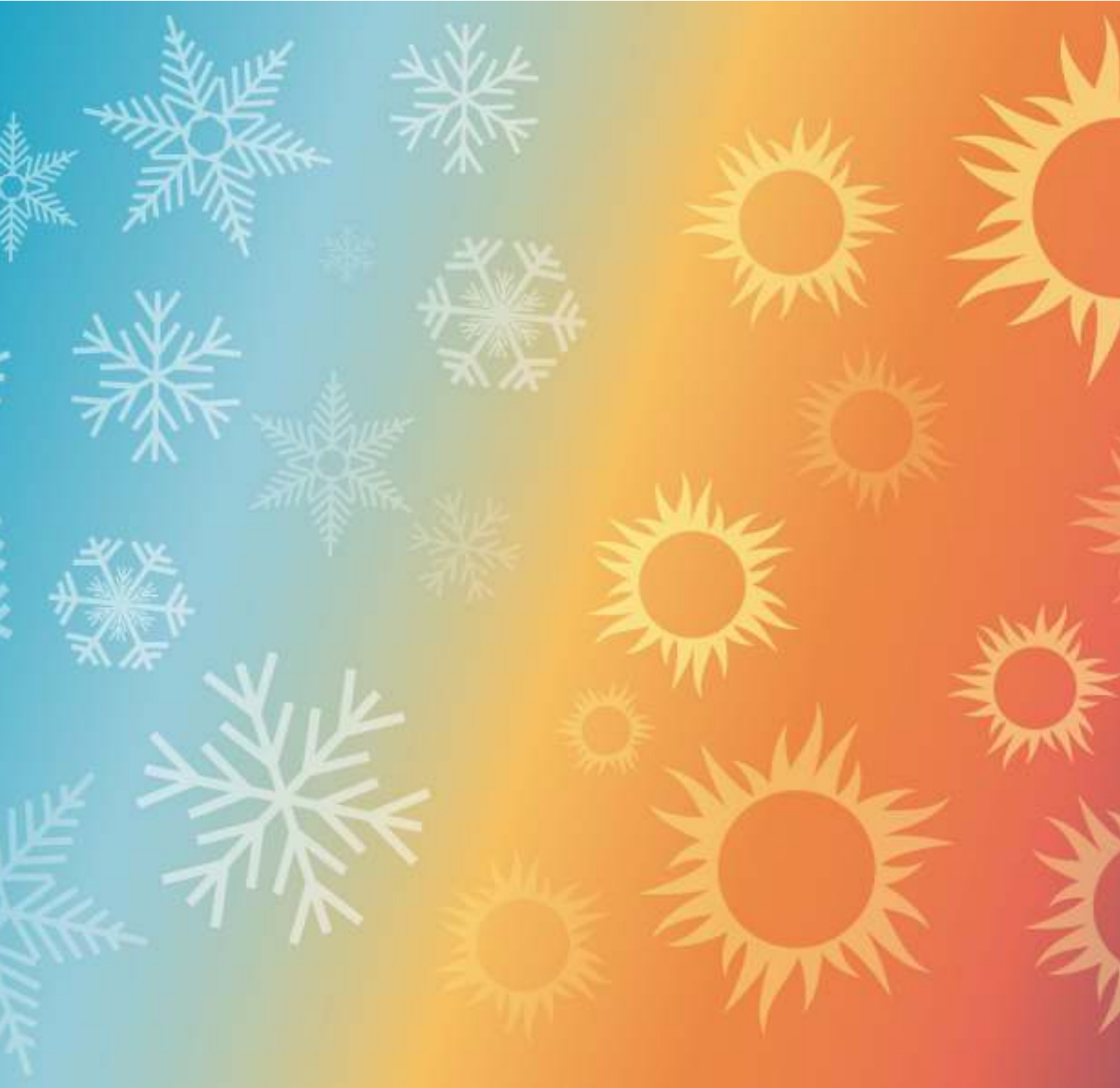
Il sistema di mantenimento della pressione richiede una particolare attenzione, per gestire correttamente il trasferimento di volume dal vaso del circuito di raffreddamento al vaso del circuito di riscaldamento.

Infine, la valvola a 6 vie viene utilizzata solo per la commutazione tra riscaldamento e raffreddamento e non può svolgere le funzioni di bilanciamento e regolazione. In condizioni ideali, la regolazione e il bilanciamento devono essere gestiti da una valvola indipendente dalla pressione.

Quando sceglie le tecnologie da utilizzare per i pannelli dei soffitti radianti, il progettista deve considerare la semplicità di installazione, cablaggio elettrico e messa in servizio (regolazioni della portata di riscaldamento e raffreddamento).

Per saperne di più





www.imi-hydronic.com/it

IMI Hydronic
Engineering

**Breakthrough
Engineering**