



Integrated control of hydronic systems

CASE STUDY

Scopo di questa relazione è la presentazione di un sistema integrato di controllo di impianti idronici. Si tratta di un sistema innovativo, pensato per integrare la comunicazione tra chiller/pompe di calore e fancoil ed ogni altra tipologia di distribuzione di fluido refrigerato o riscaldato (sottopavimento, travi fredde, ...) nonché di impianti ad aria primaria o miscelata.

Il sistema verrà presentato in dettaglio: si analizzeranno i componenti, il funzionamento, i requisiti del sistema, le applicazioni tipiche e i vantaggi dovuti alla flessibilità del sistema sia dal punto di vista della gestione sia da quello dell'architettura. Si prenderanno in considerazione anche i risparmi sul bilancio energetico e le possibilità di utilizzo in installazioni già realizzate (retrofit).

Il confronto tra diversi sistemi di condizionamento, per resa energetica e impatto ambientale, è sempre più un tema di attualità. Delle diverse filosofie di controllo di questi sistemi si parla meno, ma l'argomento è strategico se si vogliono ottenere vantaggi in termini di costi globali (non solo di esercizio ma anche di installazione) oltre che di salvaguardia dell'ambiente.

In netta concorrenza ai sistemi idronici, i sistemi VRF (Variable Refrigerant Flow), originariamente nati in Giappone, hanno avuto un forte sviluppo tecnologico negli ultimi anni, anche grazie alla possibilità di controllare la capacità frigorifera dei compressori tramite inverter (o soluzioni affini) e di ottimizzare il COP (Coefficient of Performance) tramite valvole elettroniche di laminazione.

Le soluzioni attuali di sistemi VRF permettono di controllare un elevato numero di ambienti con buoni rendimenti, nonostante i limiti dettati dalle perdite di carico delle tubazioni¹, che riducono la flessibilità realizzativa e di impianto, e quelli normativi² relativi alle possibili perdite di refrigerante.

Tramite la regolazione elettronica, i sistemi VRF controllano le unità motocondensanti esterne in funzione delle reali richieste delle unità interne poste in ambiente, ottimizzando consumi e prestazioni. Tuttavia l'efficienza globale del sistema è fortemente penalizzata tanto più sono differenti le condizioni dei singoli ambienti.

I sistemi VRF vengono venduti a pacchetto, quindi sono sistemi monomarca confezionati su misura, fintanto che le richieste del cliente rientrano all'interno dei parametri dell'offerta. Questi sistemi, dunque, poco si prestano ad interventi di ampliamento o modifica in genere sull'installato. Le tubazioni devono necessariamente essere realizzate in rame, materiale che risulta il più adatto all'applicazione per poter essere curvato, saldato con garanzia di tenuta e duttile quanto basta per poter essere adattato a connessioni di tipo filettato, ed essere realizzate da personale altamente specializzato.

Anche questo aspetto limita la flessibilità dell'offerta.

Le manutenzioni, infine, sono onerose in quanto il sistema è composto da un gran numero di componenti, ed in caso di sostituzione, è indispensabile il ripristino di pezzi originali.

Un altro svantaggio nelle unità ad inversione di ciclo si presenta durante gli sbrinamenti. In questa fase transitoria, infatti, vengono immessi in ambiente flussi d'aria fredda che sono percepiti dall'utente come un disagio e interpretati come una disfunzione del sistema che sta lavorando in modalità pompa di calore e dunque dovrebbe riscaldare.

Al contrario del VRF, i sistemi idronici permettono di condizionare ambienti sfruttando le proprietà dell'acqua come fluido intermedio. Come è intuibile, oltre a non determinare alcun impatto ambientale, l'acqua raffreddata o riscaldata viene convogliata nelle diverse tipologie di scambiatori in modo semplice ed economico. Non solo le eventuali perdite di carico dovute alle tubazioni non compromettono la resa frigorifera, ma non vi sono limiti specifici per lunghezza dei tubi o per numero di scambiatori.

Le tubazioni possono essere realizzate sia in materiale ferroso sia in materiale di tipo plastico, oggi giorno ancor più facile da installare per via di giunzioni termosaldate velocemente in loco tramite strumenti portatili.

Inoltre, gli impianti idronici offrono 2 importanti vantaggi rispetto ai sistemi VRF:

- la modularità: è possibile infatti espandere l'impianto anche in un secondo momento, in funzione delle necessità;
- la vasta gamma di scambiatori: si può contare in una vasta scelta di scambiatori adatti alle più svariate esigenze siano esse estetiche nell'ambito domestico/residenziale, siano esse di tipo applicativo in un ambito generalmente industriale.

Gli scambiatori utilizzati negli impianti idronici, infatti, differiscono per forma, caratteristiche, materiali, design e campo di applicazioni.

Non esiste a priori uno scambiatore ideale, ma piuttosto è possibile identificare lo scambiatore che più si presta alle necessità del caso, tenendo conto dell'applicazione, del risparmio energetico, del comfort, della qualità dell'aria e delle condizioni igieniche.

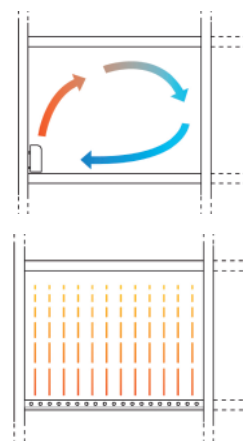
Possiamo ad ogni modo suddividere gli scambiatori idronici in due principali categorie: quelli che scambiano calore essenzialmente per movimento convettivo dell'aria e quelli che invece scambiano calore principalmente per irraggiamento

Introduzione

Lo scenario: sistemi idronici e sistemi VRF

¹: Indicativamente le perdite di carico effettive dovute a curve, strozzature, diramazioni, sono tipicamente da 3 a 4 volte superiori alle perdite di carico derivanti dalla sola lunghezza delle tubazioni.

² A questo proposito, le nuove normative europee (es. EN378) impongono misure precauzionali sempre più severe contro le perdite di refrigerante richiedendo il monitoraggio dell'impianto a seconda delle dimensioni e dell'ubicazione.



Gli scambiatori radianti sono frequentemente utilizzati anche per il raffreddamento degli ambienti, con un unico aspetto critico rappresentato dalla formazione di condensa. Ancora una volta, l'utilizzo dell'elettronica nei sistemi di regolazione permette di rimuovere alcune barriere di applicazione dei componenti, migliorandone l'efficienza ed allargandone il campo di utilizzo.

Un altro vantaggio rispetto ai sistemi VRF è determinato dai cicli di sbrinamento delle unità HP che utilizzano il calore presente nell'impianto idraulico, in quanto si dispone di un alto volano termico. In questo caso, dunque, l'utente non è in grado di percepire l'inversione del ciclo e pertanto gli eventuali disagi sono pressoché annullati.

Dal punto di vista del mercato, non necessariamente i produttori di chiller producono o commercializzano fancoil. Viceversa, anche chi produce fancoil non sempre è anche produttore di chiller. Ne consegue che nel processo di progettazione dell'impianto, i diversi dispositivi vengono scelti indipendentemente dalla marca (al contrario dei sistemi VRF), bensì in base alla resa frigorifera, alle caratteristiche tecniche e alle considerazioni economiche, creando composizioni con una ampia possibilità di scelta. Se da un lato tale flessibilità realizzativa ed impiantistica rappresenta un pregio, dall'altro esistono maggiori difficoltà nella gestione e nell'ottimizzazione energetica dell'impianto. Sino ad oggi fancoil e chiller sono sempre stati considerati dispositivi autonomi, sia per il fatto che il più delle volte i fancoil sono venduti senza regolazione (e quando presente spesso non è provvista di microprocessore), sia per il fatto che la parte inerente ai protocolli di comunicazione e gestione centralizzata viene solitamente demandata agli esperti di BMS. Il progettista che volesse offrire una soluzione completa dovrebbe in questo caso essere un esperto di automazione, protocolli di comunicazione, oltre che un termotecnico con specifiche competenze di natura elettrotecnica.

Sebbene in prima battuta si sia portati a pensare che il fancoil non necessiti di controlli elettronici sofisticati, in quanto dispositivo di per sé elementare, è chiaro che i sistemi idronici tradizionali risentono fortemente della mancanza di un coordinamento sinergico tra i diversi dispositivi, con conseguente dispendio energetico e scarso rendimento, così come ben illustrato in un articolo comparso sulla rivista ASHRAE Journal del febbraio 2005³. Al contrario dei sistemi VRF, che traggono il loro maggior beneficio proprio dall'impiego dell'elettronica per l'ottimizzazione del sistema, i sistemi idronici sono tipicamente sovradimensionati, in quanto non è possibile conoscere a priori il fattore di contemporaneità dei diversi dispositivi, la distribuzione dei carichi termici, ecc...

Proprio per rispondere a tutti questi tipi di problematiche, è stato messo a punto un sistema innovativo per il controllo di impianti idronici in modo integrato che, mettendo in comunicazione i diversi dispositivi dell'impianto e sfruttando le potenzialità delle proprie piattaforme programmabili, permette il controllo coordinato e sinergico di impianto, ottimizzando le rese energetiche, abbassando i consumi, e offrendo il massimo comfort. Non solo: proprio per il fatto che le piattaforme sono programmabili, ciascun costruttore può introdurre nel sistema algoritmi di controllo esclusivi e strategici per la propria gamma di prodotti.

³: ASHRAE JOURNAL, No.2, February 2005, pp. 26-33.

Le tipologie di scambiatori idronici

I radiatori rappresentano la più semplice ed economica soluzione per il riscaldamento residenziale, disponibili in acciaio, ghisa ed alluminio. Nonostante il nome, questi possono essere considerati appartenenti al gruppo degli scambiatori convettivi. Sebbene questo tipo di scambiatori oggi siano riproposti con design specificamente studiati per meglio adattarsi ai diversi ambienti, dall'altro limitano la libertà d'arredamento una volta disposti all'interno dei locali. I radiatori necessitano di acqua a temperature relativamente alte per avere una resa vicina ai dati di progetto, ma al contempo sono in grado di riscaldare gli ambienti in tempi relativamente brevi. In questo caso la caldaia o la pompa di calore possono funzionare solo quando necessario, ossia in funzione delle richieste (ad esempio su richiesta di un termostato ambiente).

Decisamente più usati in realtà commerciali come uffici o luoghi pubblici, i fancoil o ventilconvettori sono gli scambiatori convettivi per eccellenza. Rappresentano la soluzione più efficace per un rapido riscaldamento e raffreddamento degli ambienti occupati da persone, con in più, rispetto a tutti gli altri scambiatori, la possibilità di deumidificare. La possibilità di variare la velocità di ventilazione, permette un grado in più di modulazione, oltre alla temperatura dell'acqua, nel controllo dello scambio termico. Per via del forte movimento convettivo non rappresentano il sistema più confortevole in assoluto, ma risultano efficienti con temperature dell'acqua, per così dire, a metà tra quelle utilizzate dai radiatori tradizionali e quelle utilizzate dai sistemi radianti propriamente detti.

I pavimenti radianti per comfort ed impatto estetico sono sicuramente più apprezzati in ambito domestico/residenziale. Questi scambiatori composti da tubazioni che vengono annegate nella struttura delle pavimentazioni, sono di fatto invisibili. La stessa soluzione viene anche applicata a soffitto o a parete con gli stessi benefici.

I pavimenti radianti necessitano di temperature dell'acqua relativamente basse ma al contrario dei radiatori, sono caratterizzati da un'elevata inerzia termica; impiegano quindi un tempo relativamente lungo per riscaldare gli ambienti. In questo caso la caldaia o la pompa di calore non possono essere disattivati per lunghi periodi senza tener a debito conto del tempo necessario per ripristinare le condizioni volute. Questo tipo di scambiatori però sono più costosi dei primi soprattutto per l'installazione che richiede una manodopera specializzata.

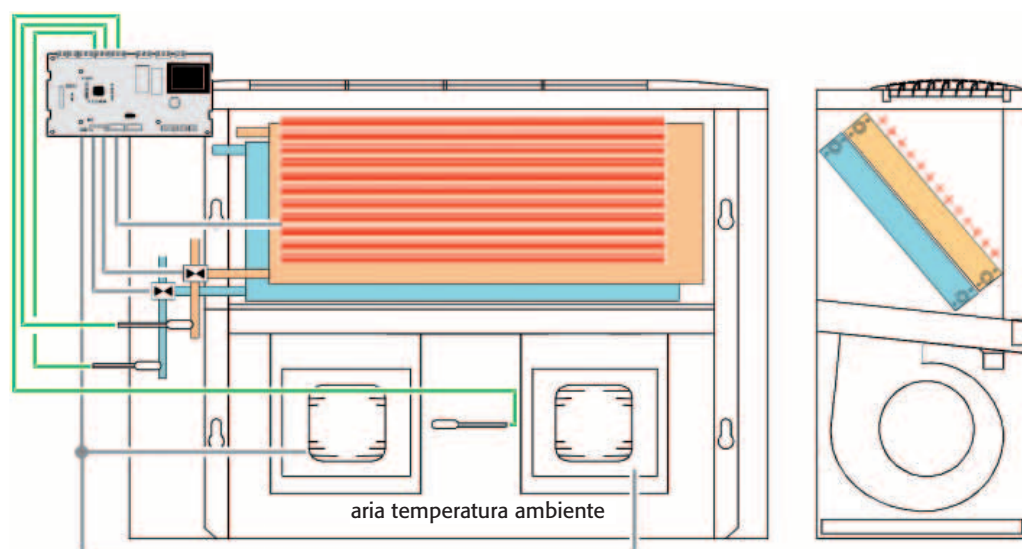
Un'altra applicazione dello scambiatore radiante è rappresentata da tubazioni poste a soffitto a vista, soluzione utilizzata principalmente in realtà produttive o industriali. Queste rappresentano una soluzione meno costosa delle altre pur offrendo un certo grado di comfort. La stessa applicazione in raffreddamento, più comunemente conosciute come travi fredde, ha lo svantaggio di non dover mai raggiungere temperature tali da comportare la formazione di condensa.

Ad ogni modo, tutti gli scambiatori possono coesistere, sia disponendo di circuiti indipendenti serviti da diverse sorgenti di calore, sia nello stesso impianto interponendo nelle varie diramazioni delle valvole modulanti per controllare la temperatura dell'acqua a seconda delle diverse caratteristiche degli scambiatori. L'utilizzo dell'elettronica nel processo di regolazione permette appunto di utilizzare al meglio i diversi scambiatori senza incorrere nei limiti sopra citati.

Proprio per questo, un sistema integrato di regolazione assume un ruolo fondamentale per coordinare l'intero impianto ottimizzando costi di esercizio, performance e comfort.

Controllo del fan coil

La scheda di controllo del fan coil è in grado di controllare le valvole on/off o modulanti per unità 2 tubi o 4 tubi ed eventuali resistenze elettriche.



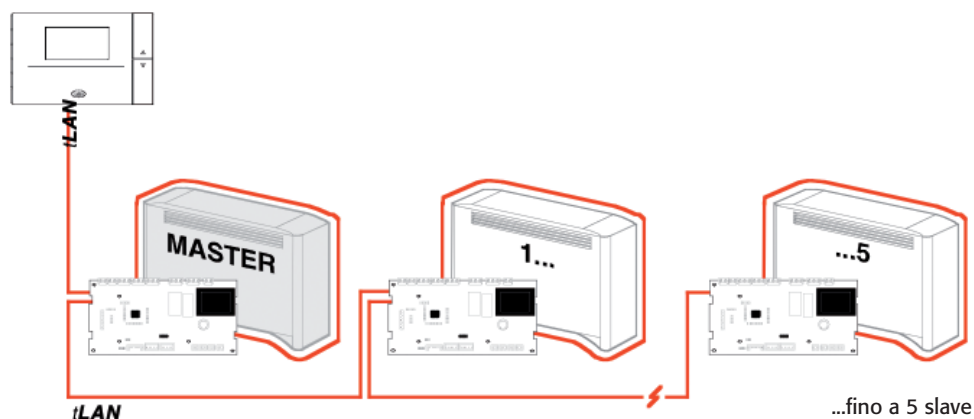
Le applicazioni

Fig. 1: schema di controllo per fan coil

Tramite le sonde dell'acqua, una per batteria per impianti 4 tubi o una all'ingresso ed una all'uscita su impianti 2 tubi, ed una in ambiente posta sul mantello o nel flusso di ripresa, il controllo è in grado di gestire la temperatura dell'ambiente, tenendo conto della reale temperatura dell'acqua a disposizione, sia in modalità proporzionale che proporzionale + integrale. La velocità dei ventilatori viene gestita in funzione dello scostamento dal setpoint.

In riscaldamento, il controllo evita fastidiosi ed inutili flussi d'aria per temperature troppo basse rilevate nel circuito dell'acqua calda. In estate invece, il controllo inibisce il ventilatore per valori di temperatura troppo alti nel circuito dell'acqua fredda, permettendo al chiller un avvio meno gravoso ed evitando il rischio di arresto per altra pressione.

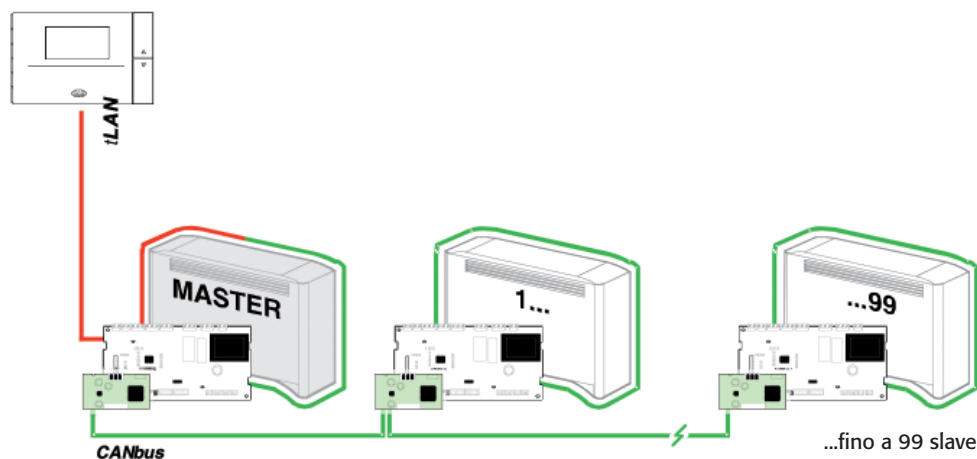
Controllo di zona



Un primo importante vantaggio derivante dall'introduzione di un sistema integrato di regolazione consiste nell'ottimizzazione del risparmio energetico per via del coordinamento tra fancoil posti in uno stesso ambiente.

È possibile assegnare a ciascun fancoil il medesimo setpoint tramite un unico pannello di comando. A seconda delle diverse logiche di regolazione, inoltre, è possibile disporre che ciascun fancoil operi secondo la propria sonda di regolazione (posta in ripresa, o sul mantello) mantenendo quindi le condizioni di quel che possiamo chiamare microclima, o che tutti seguano pedissequamente la sonda del terminale di comando (considerata quella più significativa) comportandosi come un'unica unità.

Negli impianti ove è prevista la contemporaneità di riscaldamento e raffreddamento, come nel caso di impianti a 4 tubi o 2 tubi con riscaldamento elettrico, è possibile inibire il riscaldamento o il raffreddamento all'interno dello stesso locale a seconda delle diverse logiche di regolazione impostate come ad esempio sulla media delle temperatura delle zona, od in base al numero delle richieste (per caldo o per freddo). In questi casi il risparmio energetico è ancora più evidente, in quanto si preclude che per diversità di microclima più fancoil operino in contrapposizione tra loro, per altro senza alcun effetto utile sulla temperatura media della zona.



Un secondo vantaggio altrettanto non trascurabile è dettato dalle condizioni di comfort.

Il poter controllare il microclima, pur nel rispetto delle funzioni sopraccitate per l'ottimizzazione dei costi di esercizio, assicura all'utente un alto grado di comfort anche in quelle postazioni per così dire "limite", come quelle prossime a delle superfici in vetro vasta esposte al sole o al contrario nelle parti più fredde verso il lato nord degli edifici.

Ulteriori vantaggi in termini energetici, si possono ottenere integrando nel sistema di regolazione la fonte del caldo e del freddo come ad esempio chiller e pompe di calore o caldaie.

Chiller/HP e fan coil

L'applicazione più semplice ove sono evidenti vantaggi di gestione che derivano dall'impiego di un sistema integrato di controllo è la seguente:

- più zone controllate da fancoil Master - Slave;
- chiller / pompa di calore che produce acqua fredda /calda.

L'interfaccia utente presente in ciascun ambiente, permette di impostare setpoint e modalità di funzionamento; le unità Master, ossia i fancoil provvisti di terminale, impartiscono ai propri Slave le impostazioni operative. Ciascun fancoil gestisce il proprio microclima.

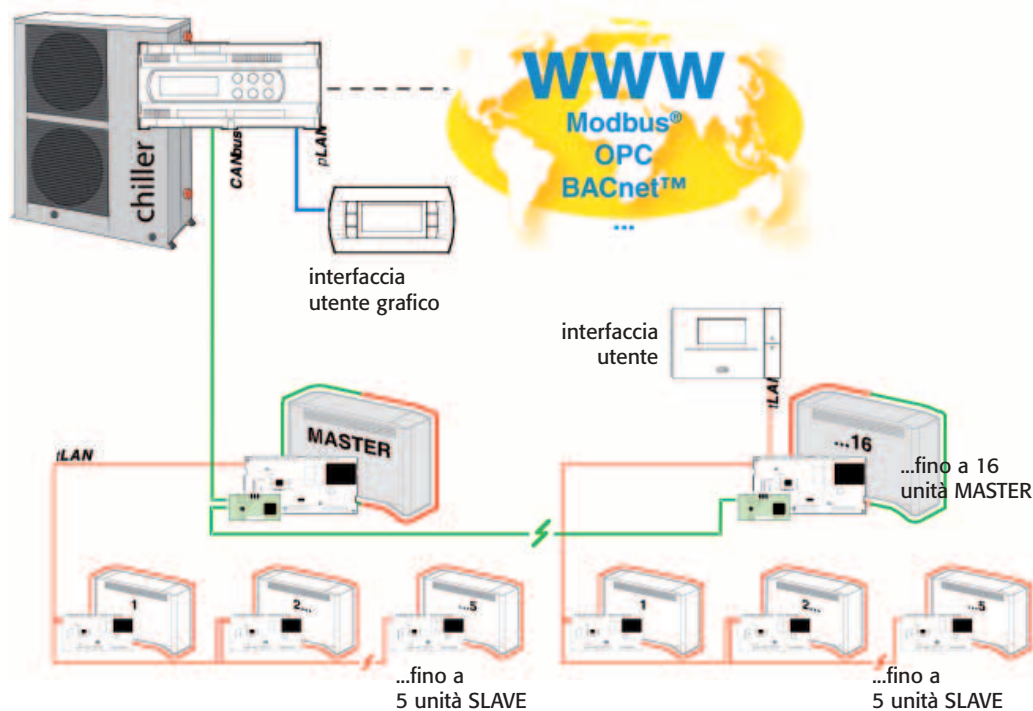


Fig. 2: esempio di sistema integrato chiller/HP e fancoil, senza ausilio di Controllore di Area

Il chiller /pompa di calore, monitora le condizioni di ciascun ambiente (temperatura ed umidità) e ottimizza la resa energetica od il comfort a seconda delle impostazioni e delle fasce orarie; tramite interfaccia utente grafica, è possibile monitorare le condizioni operative del chiller e dei singoli ambienti, impostare setpoint e modalità di ogni zona, impostare le fasce orarie, effettuare il change/over estate/inverno o l'ON/OFF dell'impianto.

Il controllo del chiller/HP potrà entrare in comunicazione con gli standard di comunicazione più diffusi sul mercato per l'integrazione in sistemi di monitoraggio e supervisione di livello superiore come BMS, o interagire tramite SMS con la telefonia mobile verso tecnici specializzati per l'assistenza e la manutenzione ma anche più semplicemente per la remotazione di alcuni comandi come l'accensione, lo spegnimento dell'impianto o la modifica del set point.



Chiller/HP, caldaia e fan coil

Nel caso nell'impianto sia presente una caldaia, il sistema prevede:

- un controllore di area;
- più zone controllate da fancoil Master – Slave;
- valvole di miscelazione 3 vie;
- valvole di commutazione 3 vie;
- caldaie;
- chiller/HP.

In questo caso il Controllore di Area commuta l'impianto in estate o in inverno nel caso di impianti 2 tubi, agendo sulle valvole di commutazione 3 vie, o gestisce il chiller e la caldaia a seconda delle necessità e degli algoritmi impostati a seconda che venga privilegiato il comfort o il risparmio energetico.

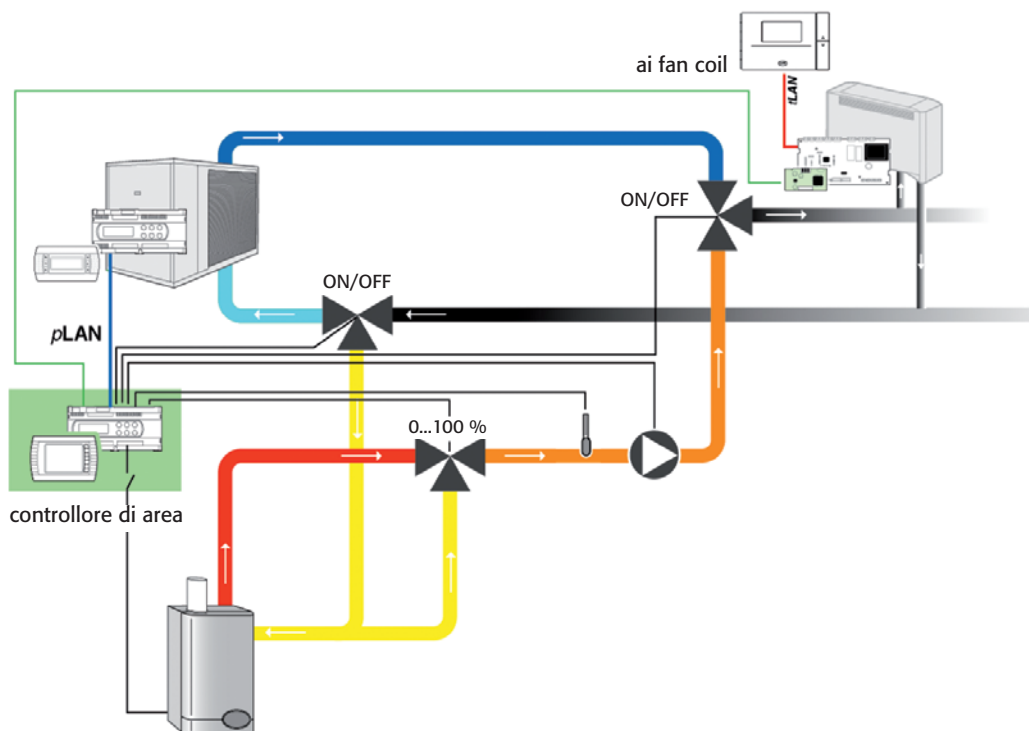


Fig. 3: esempio di controllo integrato per chiller/HP e caldaia con controllo della temperatura di mandata acqua calda

Nel caso di HP, il Controllore di Area è inoltre in grado di valutare a seconda delle diverse condizioni climatiche esterne, delle condizioni degli ambienti e delle fasce tariffarie, quale sia il tipo di generatore di calore più conveniente ed operare.

Per quanto concerne il controllo della caldaia, il C.A. tramite consenso è in grado di avviare o arrestare la caldaia e tramite valvole miscelatrici di scegliere la temperatura di mandata più adatta verso i fancoil o altri scambiatori convettivi / radianti.

Per monitorare la temperatura e l'umidità negli ambienti sprovvisti di fancoil, è possibile collegare numerosi sensori direttamente al Controllore di Area e agire in questi ambienti regolando la temperatura dell'acqua tramite valvole motorizzate.

Impianti misti: convettivi e radianti

Anche in impianti idronici misti ove siano presenti caldaie per la produzione di acqua calda per scambiatori convettivi e per quelli radianti, il sistema integrato di regolazione offre numerosi vantaggi nella dinamica di regolazione, permettendo un rapido riscaldamento degli ambienti, e nel gradiente termico, per via di una più uniforme distribuzione della temperatura ed un maggiore comfort. In questo caso il sistema prevedere:

- un controllore di area;
- più zone controllate da fancoil Master – Slave;
- valvole di miscelazione 3 vie;
- valvole di commutazione 3 vie;
- caldaie per circuito convettivo;
- caldaie per circuito radiante;
- chiller/HP.

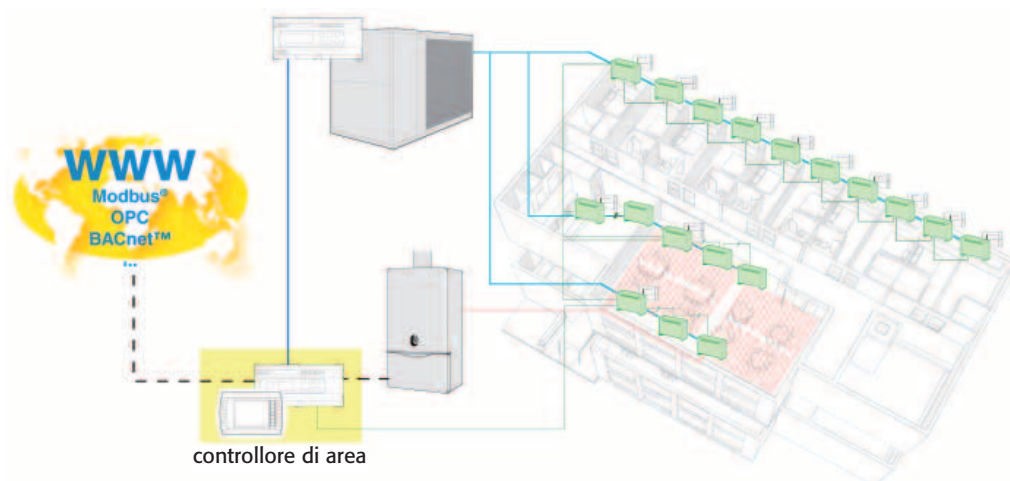


Fig. 4: esempio di controllo integrato di chiller/HP e calda per riscaldamento convettivo e/o radiante

In questo caso l'impianto avrà almeno 2 circuiti idronici, uno per i fancoil o radiatori tradizionali e l'altro per i diffusori radianti; il controllore di area in questo caso, controllerà la temperatura di mandata dei circuiti tramite valvole modulanti, potendo scegliere di volta in volta a seconda la sorgente più vantaggiosa o confortevole o se serve miscelando sapientemente entrambe.

Impianti idronici con aria primaria o miscelata

In impianti più complessi, il C.A. assume un ruolo ancora più importante. Tramite analisi del consumo elettrico di chiller/HP e delle unità di trattamento aria e valutazioni psicrometriche dell'aria trattata, il C.A. è in grado di ottimizzare al meglio i consumi energetici anche considerando le fasce tariffarie e valutare la qualità dell'aria in modo sinergico.

In sintesi i componenti del sistema:

- un controllore di area;
- più zone controllate da fancoil Master – Slave;
- valvole di miscelazione 3 vie;
- valvole di commutazione 3 vie;
- caldaie;
- rooftop o centrali trattamento aria;
- chiller/HP.

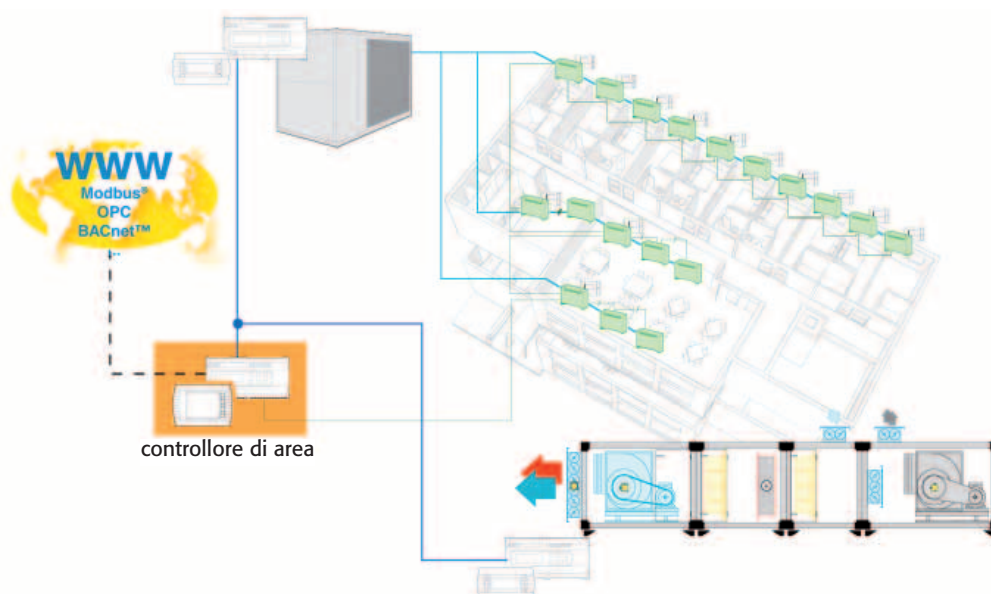


Fig. 5: esempio di controllo integrato di chiller/HP, centrale trattamento aria, fan coil, con collegamento a supervisore/BMS

Vantaggi del sistema

Confronto tra chiller tradizionali e l'uso di compressori ad inverter con valvola elettronica di espansione

Come per i sistemi VRF, molto si sta facendo nel mondo dei chiller per aumentare il rendimento energetico e utilizzare al meglio la capacità frigorifera.

In una comparazione tra un chiller tradizionale e uno provvisto di compressore pilotato da inverter con l'utilizzo della valvola elettronica di espansione emergono evidenti vantaggi per quanto concerne il contenimento dei consumi energetici e la stabilità di regolazione.

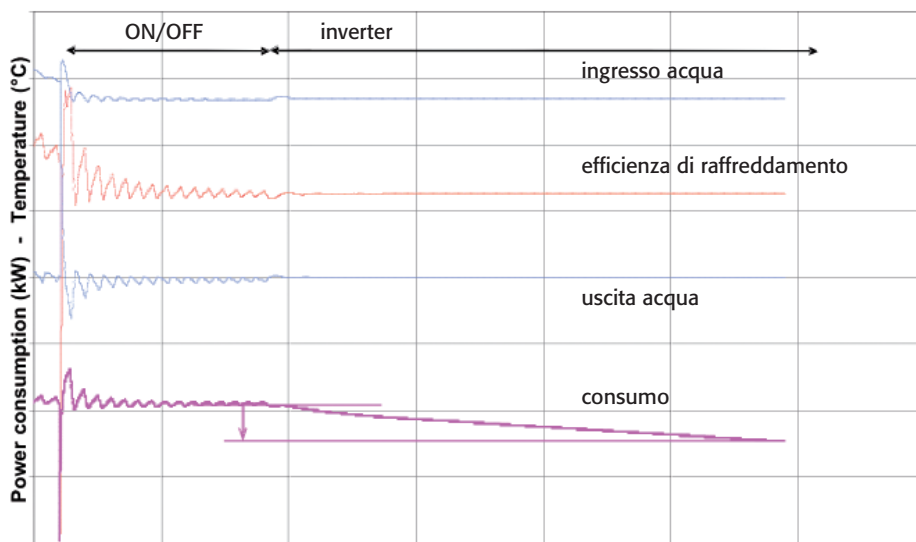


Fig. 6: valori di media mobile, comparazione a parità di carico statico

Nel grafico vengono mostrati i valori medi (detti dai cicli di on e off dei compressore sprovvisto di inverter) della temperatura in ingresso, uscita dell'acqua, dell'efficienza di raffreddamento e del consumo energetico.

A carico parzializzato l'inverter permette la riduzione dell'assorbimento elettrico del 27% mantenendo le stesse condizioni operative.

In realtà oltre ai benefici di tipo energetico, la valvola elettronica di espansione permette anche una migliore stabilità della temperatura di evaporazione.

Conoscendo il reale carico termico all'interno degli ambienti, cosa permessa nei sistemi idronici solo grazie all'integrazione dei controlli elettronici delle unità terminali e dei chiller/HP, è possibile ottimizzare ulteriormente i consumi energetici in caso di carichi parzializzati, ed ancor di più abbassando la temperatura condensazione. In questo gli scambiatori risultano sovradimensionati al carico istantaneo e se sfruttati sinergicamente è possibile ottenere importanti benefici.

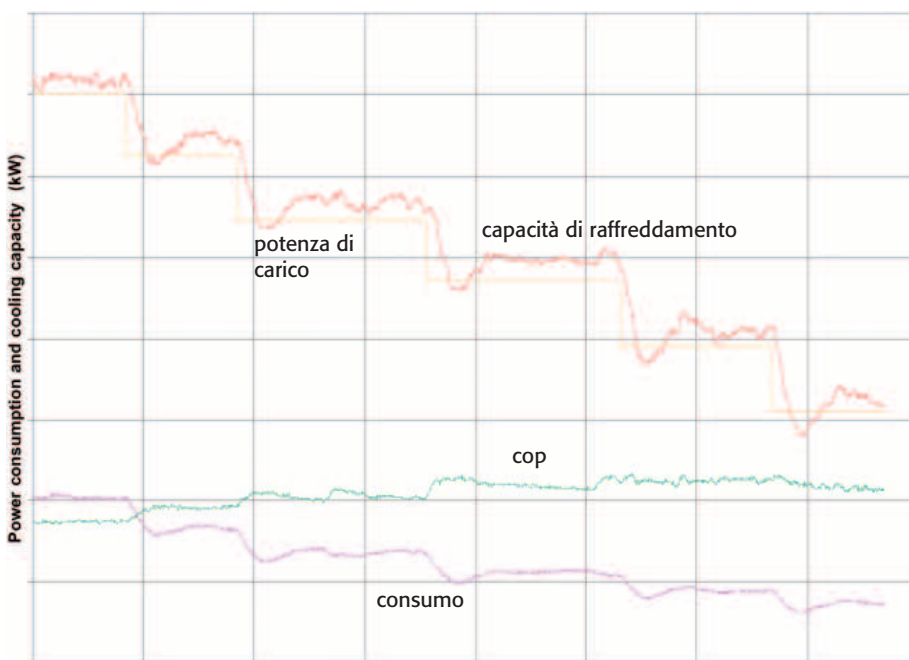


Fig. 7: variazione del COP al variare del carico con bassa temperatura di condensazione

Ad ogni modo, dal punto di vista della regolazione della capacità frigorifera, non necessariamente tutti i chiller/HP devono avere compressori regolati da inverter per permettere l'ottimizzazione energetica; come emerge da analisi del settore⁴, è sufficiente che in unità siano presenti più compressori come soluzioni tandem, trio o con più circuiti frigoriferi per permettere vantaggi importanti paragonabili se non superiori ai sistemi VRF.

⁴: AICARR – Roma 1999 - Espansione diretta e fluido intermedio: confronto critico tra due sistemi impiantistici nell'area climatica mediterranea.

Vantaggi energetici derivanti dal coordinamento del sistema

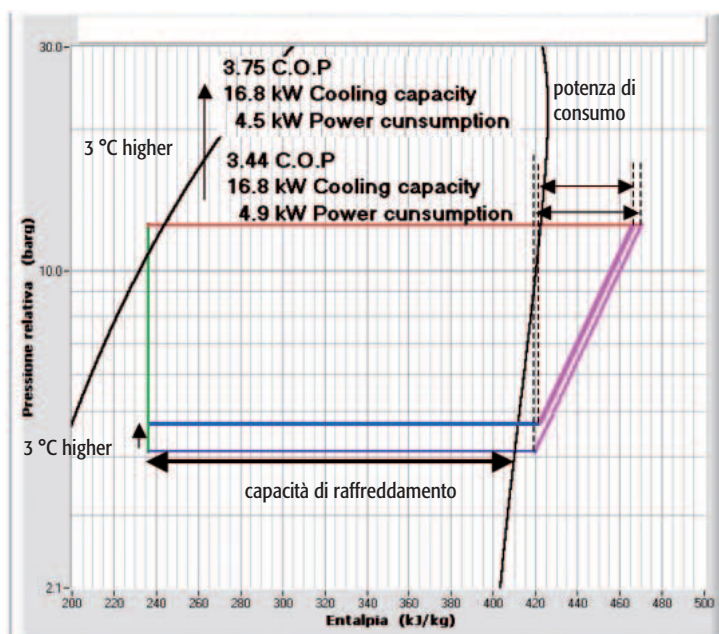
Un altro vantaggio tutt'altro che trascurabile di un sistema integrato di controllo è offerto dal fatto di conoscere le richieste dei vari ambienti e di conseguenza di gestire al meglio le fonti di calore/freddo come chiller, HP, e caldaie.

Per esempio consideriamo un chiller in mezza stagione che serve un'utenza rappresentata da fan coil. Trattasi quindi di in un edificio adibito ad uffici, ove tipicamente il chiller è chiamato a fornire acqua a 7°C.

Se ipotizziamo che gli ambienti possano essere soddisfatti inviando acqua a 10 °C e dando per assodato:

- che tipicamente in un chiller la temperatura dell'acqua si discosta poco dalla temperatura di evaporazione;
- che per ogni °C di aumento della temperatura di evaporazione è possibile ottenere un aumento del COP dal 3 al 4%,

è presumibile pensare che aumentando il setpoint dell'acqua di mandata di 3°C possiamo attenderci un aumento indicativo del COP di almeno il 9%.



Alla stessa stregua, ottimizzando la temperatura dell'acqua nell'impianto, si possono ottenere analoghi vantaggi energetici con caldaie tradizionali e ancor più con caldaie a condensazione.

Centralizzazione dei dati

Tramite una semplice ed intuitiva interfaccia utente grafica è possibile interagire con i diversi dispositivi dell'impianto, siano essi chiller/HP, centrali di trattamento aria o semplicemente dei fancoil, a diversi livelli: da quello più tecnico, per gli operatori che devono mantenere l'impianto, a quello più immediato per l'utente finale che ricerca il comfort.

Zona per zona infatti, è possibile monitorare od impostare i parametri operativi come setpoint, ventilazione, modalità caldo/freddo.

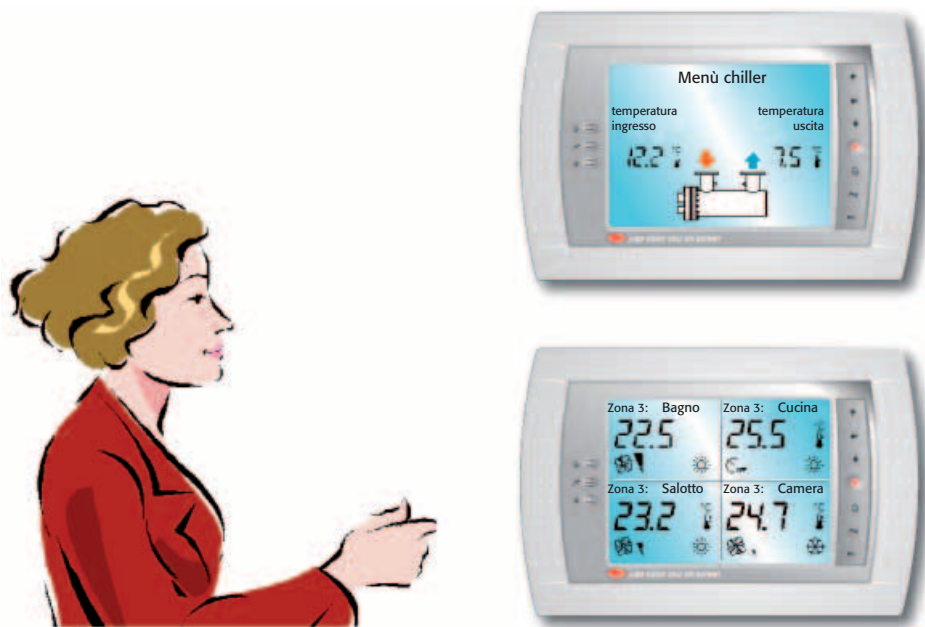


Fig. 8: esempio di interfaccia utente per impianto e ambienti

Flessibilità di architettura

L'architettura può essere modificata anche dopo l'installazione o in un secondo momento: è possibile passare da soluzione broadcasting, ove le azioni degli Slave sono imposte dal Master, alla gestione delle zone ove invece il Master assume un ruolo di coordinatore secondo le logiche impostate, o viceversa, o ricreare una dorsale canbus con varie linee locali broadcasting (scenario: soluzioni miste). Particolarmente utile nello spazio flessibile, la gestione master/slave in canbus. Anche da remoto, quindi da PC o tramite interfaccia utente del Controllore di Area, è possibile riassegnare i ruoli tra unità master e slave, definendo di volta in volta ed in tempi estremamente rapidi, la topologia degli ambienti semplicemente con un click del mouse, senza quindi dover intervenire nella configurazione dei controlli elettronici o peggio ancora nel cablaggio elettrico delle reti seriali e/o di alimentazione.

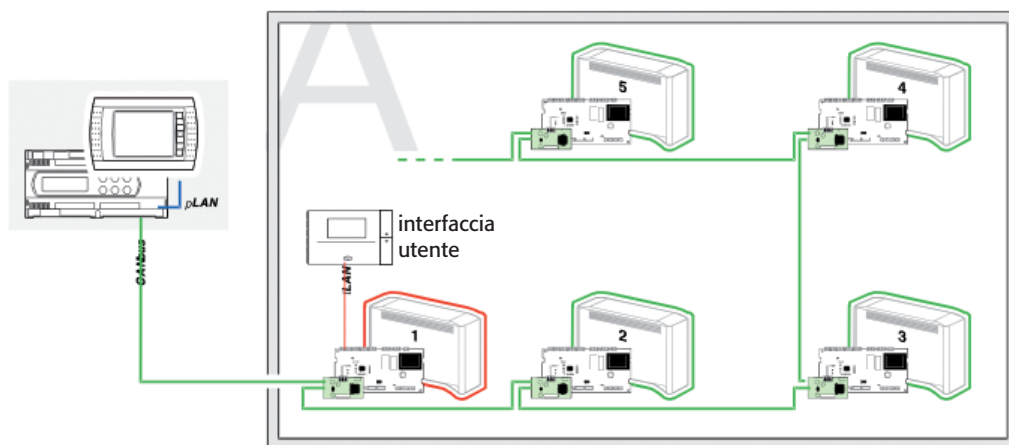


Fig. 9: la zona A è composta da un master e 4 unità slave

Case Study: Sistema integrato per il controllo di impianti idronici

Immaginiamo, ad esempio, una zona A composta controllata sinergicamente da un fancoil master e 4 unità slave.

Immaginiamo poi di modificare l'ambiente: una nuova parete divide gli spazi in zona A e zona B.

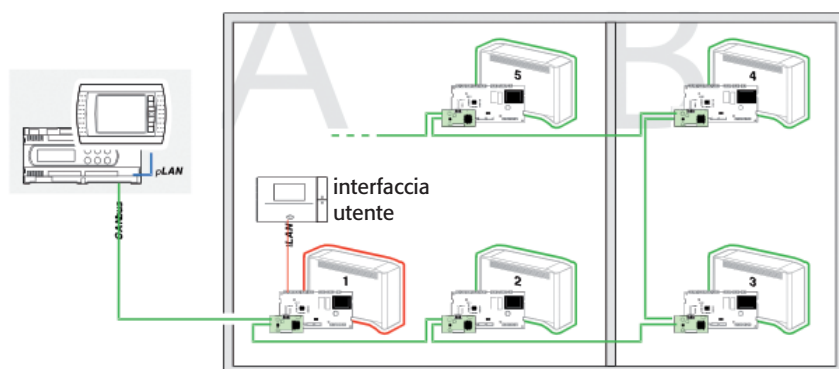


Fig. 10: la zona A viene divisa da una parete: nasce l'esigenza di controllare la zona B

Di fronte a questa necessità, in un sistema tradizionale sarebbe necessario intervenire localmente cambiare il cablaggio delle linee seriali, cambiare eventualmente gli indirizzi seriali e quant'altro richiesto da rete.

Al contrario, grazie alla tipologia della rete multi-master, ciascun fancoil può assumere ruolo di master o slave a seconda delle necessità, tramite comandi che vengono inviati direttamente nella linea seriale.

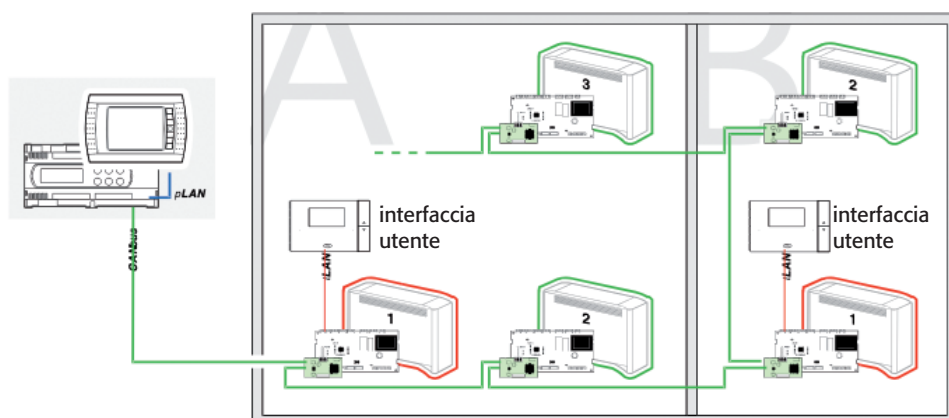


Fig. 11: zona A modificata, zona B realizzata semplicemente cambiando delle variabili tramite bus seriale

Installazione e retrofit

La comunicazione seriale tramite cavi 2/3 fili sia delle interfacce di comando, sia per mettere in comunicazione i diversi dispositivi, permette di coprire lunghe distanze con il minimo impatto possibile.

Nei sistemi più evoluti, la comunicazione Wireless oggi giorno offre una ancora più vasta flessibilità realizzativa e di utilizzo, ancor più indicata per ambienti storico/monumentali: l'interfaccia utente può essere facilmente trasportata e posta in diversi ambienti a seconda delle esigenze, mantenendo funzionalità e semplicità d'uso.

Affidabilità

Il sistema integrato che comunica in canbus non prevede alcun server di rete o un supermaster di area. Ciascun dispositivo del sistema è in grado di funzionare in maniera indipendente, mantenendo la propria autonomia operativa anche in mancanza di comunicazione in network.

Grazie alla comunicazione bidirezionale tra i vari dispositivi, è possibile tenere l'impianto in funzione anche in caso di condizioni critiche. Ad esempio, in caso di alta temperatura esterna (alta temperatura di condensazione) e nei locali da condizionare (alta temperatura di evaporazione), il chiller all'avvio potrebbe arrestarsi per alta pressione. Conoscendo però le reali condizioni di carico degli ambienti, come ad esempio il numero di fancoil e la temperatura dei diversi ambienti, il chiller potrebbe partire con basso carico, quindi con i ventilatori dei fancoil spenti e con valvole chiuse, fino a portare la temperatura in ritorno a livelli accettabili; una volta avviato il chiller sarà possibile progressivamente riattivare i fancoil, con diverse priorità o logiche di algoritmo, fino al completo utilizzo dell'impianto.

La comunicazione

I controlli programmabili si interfacciano con i più diffusi standard di comunicazione direttamente o tramite gateway (Modbus®, BACnet™, Johnson METASYS®, DLL for Windows®, OPC server, TCP/IP, SNMP, LonWorks®, Trend). Il futuro sarà una sempre maggiore integrazione di tutti i controllori con protocolli standard su piattaforme web, collegati fra loro con sistemi wireless, facili da installare, con tool di supporto per uno start up semplice e rapido.”

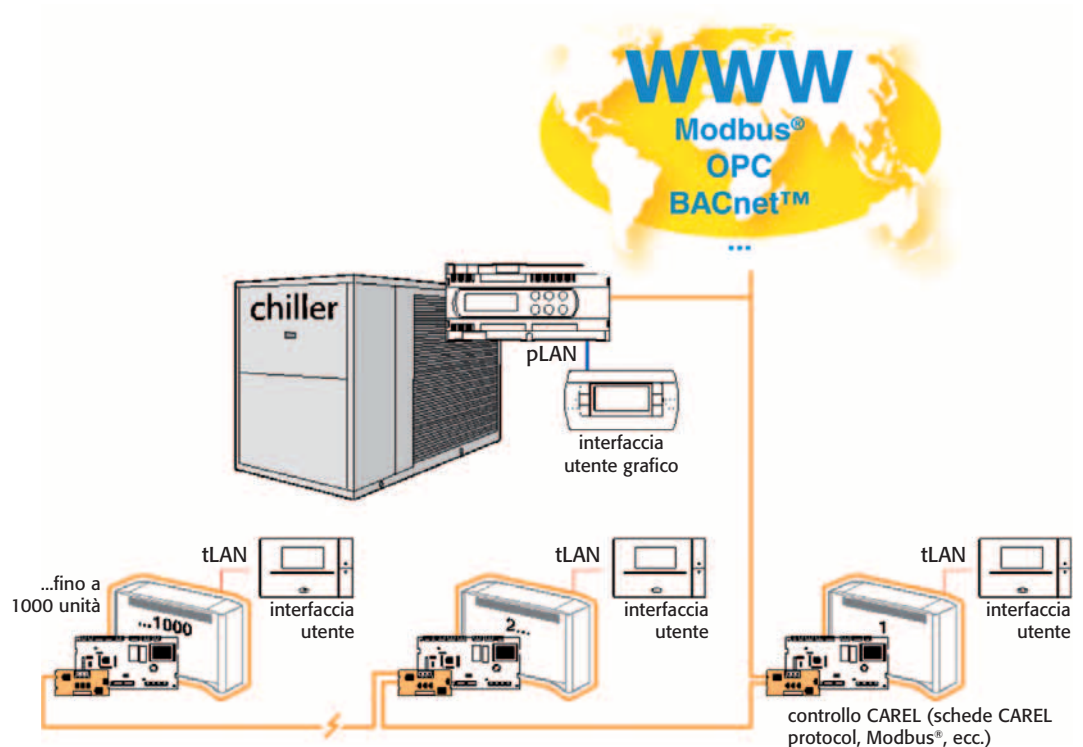


Fig. 12: integrazione verso protocolli di comunicazione

Conclusioni

Il sistema di controllo integrato impiegato negli impianti idronici presentato nel dettaglio in questa relazione, offre dunque numerosi vantaggi.

Se pensiamo che il sistema integrato per il controllo di impianti idronici condivide nella propria rete seriale informazioni come:

- la reale occupazione dei locali;
- il carico termico anche di ogni singolo fan coil;
- l'umidità dei singoli ambienti;
- il carico termico del chiller;
- la temperatura esterna;
- fasce orarie.

È evidente che vi sono infinite possibilità di regolazione e palesi vantaggi, come ad esempio:

- poter variare la portata dell'acqua nella rete fancoil, pompe controllate da inverter;
- modificare la temperatura dell'acqua del chiller/pompa di calore in funzione dell'umidità e dei carichi termici;
- poter optare alternativamente per algoritmi che privilegino il comfort (ad esempio abbassando la rumorosità dei fancoil ed i flussi d'aria), piuttosto che la resa energetica (ottimizzando il COP dei Chiller/pompe di calore), in funzione dei giorni delle settimane o delle fasce orarie;
- poter scegliere in base al reale bilancio energetico il miglior produttore di calore (pompa di calore o caldaia);
- poter gestire al meglio impianti misti o ramificati, con scambiatori di tipo radiante e convettivo, privilegiando la dinamicità di intervento o l'alto livello di comfort, a seconda delle reali esigenze degli ambienti.

Ulteriori vantaggi derivano dall'impiego dell'elettronica che favorisce la semplicità d'uso: i fancoil presenti in uno stesso ambiente possono essere controllati da un unico pannello di comando o, in alternativa, da un telecomando (più comunemente usato nei VRF) dall'uso semplice ed immediato. Inoltre, vi è la possibilità di centralizzare i dati di più ambienti e dei chiller/pompe di calore in un unico pannello di controllo (controllore di area). Infine, vi è la possibilità di utilizzare diversi sistemi di comunicazione per permettere l'integrazione a un BMS per le automazioni più sofisticate, fino al collegamento

ad un modem GSM per le semplici operazioni che si possono fare tramite cellulare (accensione, spegnimento, controllo stato impianto, ecc.).

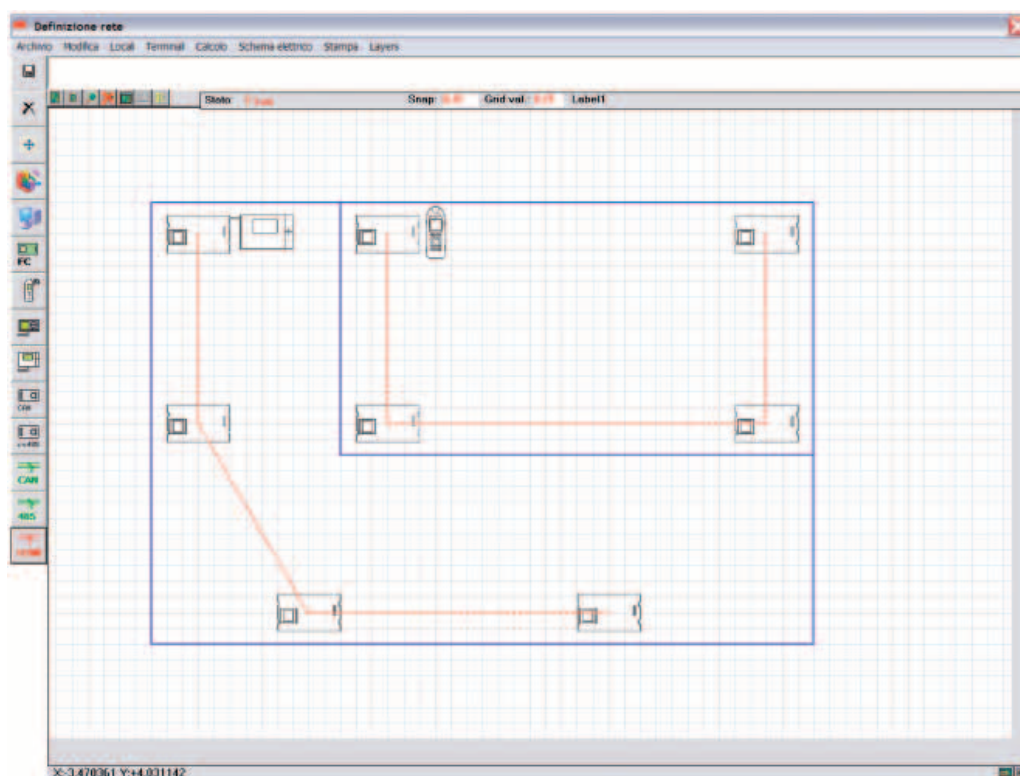
In impianti medio grandi, l'elettronica distribuita diventa un requisito fondamentale, sia per soddisfare le richieste di mercato nel controllo e nella gestione di impianto, sia per ottimizzare effettivamente i consumi energetici che per offrire un alto livello di comfort.

I sistemi VRF e idronici offrono sicuramente notevoli possibilità di applicazioni in svariate tipologie di edifici, uffici, alberghi, piccolo terziario, residenziale, ecc. Come evidenziato dall'articolo hanno caratteristiche diverse per cui possono favorire certi tipi di applicazioni e meno altre. I sistemi idronici, ad esempio, sono molto consigliati in nuove costruzioni di medie-grossi dimensioni, hanno la possibilità di essere integrati facilmente con impianti a soffitto o pavimento radiante e per unità di trattamento dell'aria. Per quanto riguarda l'aspetto dell'efficienza, questa può essere sicuramente portata a livelli elevatissimi, sia dal punto di vista del chiller/pompa di calore, con soluzioni inverter e valvola di laminazione elettronica, sia dal punto di vista dell'impianto, con algoritmi di ottimizzazione ora possibili con il sistema integrato qui illustrato.

Questo implica però una profonda e matura conoscenza della natura dei singoli componenti e delle leggi che regolano le diverse forme di scambio di calore. Ciascun costruttore dovrà sapientemente mettere a punto degli applicativi software per le piattaforme programmabili affinché queste possano essere utilizzate in modo semplice ed intuitivo da installatori e manutentori.

Il progettista, infine, potrà scegliere il sistema o i sistemi che predilige senza mai perdere di vista l'importanza del coordinamento di tutti gli organi dell'impianto per quanto concerne la resa energetica, l'efficacia e non ultimo il comfort verso l'utente finale.

A supporto del progettista, per la realizzazione di impianti complessi e diversificati, un tool evoluto ed interattivo di progettazione di tipo CAD permette inoltre valutazioni di preventivazione e di scegliere di volta in volta la soluzione più idonea alle dimensioni dei locali, alla necessità di monitoraggio e supervisione, e alla tipologia di regolazione.



Il software inoltre guida passo dopo passo il progettista nella scelta dei componenti, impedendo l'introduzione di errori di coerenza topologica, di regolazione o di tipo elettrico, mediante l'inibizione di alcune funzioni o messaggi a video e fornendo alla fine degli output come lista componenti, schemi realizzativi di impianto, informazioni sulle impostazioni di ciascun fancoil (sia di tipo hardware, sia di tipo software) ed una traccia topologica di zone ed aree.

The purpose of this report is the presentation of an integrated control system for hydronic systems. This innovative system has been designed to integrate communication between chiller/heat pumps and fancoils and every other type of chilled or heated fluid distribution (under-floor, cold beams, etc.) and primary air or mixed system.

The control system will be presented in detail with an analysis of the components, operation, system requisites, local applications, and the advantages contributed by the system's flexibility in terms of both management and architecture, while also considering the savings in the energy balance and the possibilities of use offered by already-existing or retrofitted installations.

Comparisons between different air conditioning systems in terms of cooling/heating capacity and environmental impact continue to attract greater and greater interest. The various approaches to the control of such systems receives less attention, but this aspect assumes strategic importance whenever advantages in terms of total costs (including installation costs and not merely operating costs) are desired together with reduced environmental impact.

In close competition with hydronic systems, the VRF (Variable Refrigerant Flow) systems originally developed in Japan have undergone enormous technological development in recent years, thanks as well to their possibility for the control of the cooling capacity of the compressors by inverters (or similar solutions) and the optimisation of the COP (Coefficient of Performance) with the use of electronic lamination valves.

The solutions currently employed by VRF systems permit the control of an elevated number of rooms with good efficiency despite the limits imposed by the load losses due to friction in the piping¹ that reduce the flexibility in the development of the system and the standards² regarding the possible leakage of refrigerant.

Using electronic adjustment, VRF systems control the external condenser fan motor units as required by the real requests made by the internal units located inside the rooms, in this way optimising power consumption and performance. In any case however, the system's overall efficiency becomes more and more seriously compromised as the degree of difference between the single rooms increases. VRF systems are sold in packages, and are therefore single-brand systems built to measure (as long as the client's requests are within the range of offer parameters). As a result, these systems do not easily permit the subsequent expansion or modification of the equipment installed. The piping must be necessarily in copper - the ideal material for this application because it can be bent, welded with guaranteed seal, and is ductile enough to be adapted to threaded-type connections made by highly-specialised personnel.

This latter aspect also limits the flexibility of the offer.

The maintenance of VRF systems becomes burdensome because they are composed of a high number of components, and whenever replacement is required, only original spare parts can be used. Another disadvantage that arises in cycle inversion units occurs during defrosting. In this transitory phase, in fact, the room receives flows of cold air that are physically annoying to users and interpreted as a malfunction of the system that is currently working in heat pump mode and should therefore heat instead of chill.

Unlike VRF systems, hydronic systems permit room air-conditioning by exploiting the properties of water as an intermediate fluid. As anyone can see, in addition to creating absolutely no environmental impact, chilled or heated water is conveyed through different types of heat exchanger simply and economically. Any load losses due to friction inside the piping generated do not compromise cooling capacity, and there are no specific limits on the length of the pipes or the number of heat exchangers. Piping can be made in ferrous or plastic materials, and the latter are now much easier to install thanks to the recent development of the technology of heat-sealing pipe unions quickly on site using portable tools.

In addition, hydronic systems offer two important advantages compared to VRF systems:

- modularity, and permit the system to be expanded even subsequently whenever required;
- the vast range of range of heat exchangers available: the system designer can count on a wide range of heat exchangers suited to the most diverse needs in terms of both aesthetics and surroundings.

The heat exchangers used in hydronic systems, in fact, differ in terms of shape, characteristics, materials, design, and field of application.

The ideal heat exchanger cannot be defined a priori; only the heat exchanger most appropriate to the needs in air quality, and hygienic conditions required.

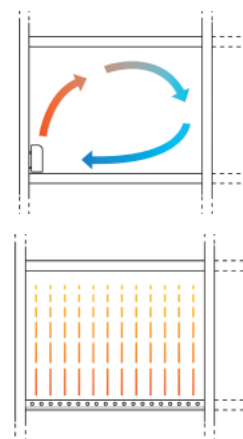
In any case, we can sub-divide hydronic heat exchangers into two main categories: those that exchange heat essentially through the convective movement of the air and those that exchange heat primarily through radiance.

Introduction

The current scenario: hydronic systems and vrf systems

¹: Effective load losses due to friction in pipe bends, restrictions, and branches are typically approximately 3 to 4 times higher than the same losses measured in straight pipe sections.

² In this sense, the new European standards (e.g. EN378) prescribe increasingly stricter precautionary measures against the leakage of refrigerant and require system monitoring on the basis of size and location.



Radiant-type heat exchangers are frequently used also for room cooling; the only critical element is represented by the formation of condensate. Once again, the use of electronics in the adjustment systems permits the removal of certain barriers in the application of components, improving efficiency and expanding the field of use.

Another advantage over VRF systems is provided in the defrosting cycles of the heat pumps that employ the heat already present in the hydraulic system because it has a high water mass. In this case however, the user is unable to perceive the inversion of the cycle and also any potential discomfort generated as a result.

In terms of the market, chiller manufacturers do not always produce or sell fancoils, and similarly, fancoil producers do not always make chillers. This means that during the system engineering process, the various components are selected with less attention on the brand (unlike as in VFR systems) but more on the basis of cooling capacity, technical characteristics and economic considerations for the creation of compositions with a wide range of choice.

If, on one hand, this flexibility in system design appears an advantage, on the other it creates greater difficulty in the system's management and energy optimisation. Up until now, fancoils and chillers have always been considered autonomous devices due to the fact that most fancoils are sold without adjustment possibility (and whenever such adjustment is possible, microprocessors are not often provided) and the fact that the part regarding communication protocols and centralised management is usually assigned to BMS experts. Any designer wishing to offer complete solutions should in this case also be an expert in automation, communication protocols, in addition to being a heating technician with specific electrical technology skills.

Although it might be initially believed that fancoils do not require sophisticated electronic control because the device is rather elementary in itself, it is clear that traditional hydronic systems suffer from the lack of synergy and co-ordination between the various devices with a consequent waste of energy and low efficiency, as perhaps better illustrated in an article published in the ASHRAE Journal, February 2005³. Unlike VRF systems that are considered more advantageous thanks to their use of electronics for system optimisation, hydronic systems are typically oversized precisely because the statistical probability calculation of the number of devices required to work at the same time or the distribution of thermal loads, etc. cannot be known beforehand.

In express response to all these questions, an innovative system has been developed for the integrated control of hydronic systems that places the system's various devices into communication and exploits all the potential of their programmable platforms in order to permit co-ordinated and synergetic system control, optimised power capacity, lower power consumption and the highest levels of comfort. In addition, precisely due to the fact that the platforms can be programmed, each constructor can enter his own exclusive and strategic control algorithms into the system for his range of products.

³: ASHRAE JOURNAL, No.2, February 2005, pp. 26-33.

The various types of hydronic heat exchangers

Radiators are the most simple and economic solution for residential heating, and are available in steel, cast iron and aluminium. Despite the name, radiators can be considered a member of the convective family of heat exchangers. If, on one hand, this type of heat exchanger is now available with designs specifically studied for the best adaptation to various surroundings, on the other hand, it limits the freedom of decor once the radiators have been installed. Although radiators require water at relatively high temperature in order to supply heat at the system design values foreseen, they can provide for the heating for room or area in relatively short time. In this case, the boiler or the heat pump can function only for the amount of time necessary, or in other words, as required by the demand (expressed by the room's thermostat, for example).

Decidedly more widely-used in commercial settings such as offices and public places, fancoils are the classic convective heat exchangers and represent the most efficient solution for the quick heating and cooling of the rooms occupied by people, with the additional advantage (over all other heat exchangers) of permitting dehumidification. The possibility to vary ventilation speed permits an additional degree of modulation in heating/cooling capacity in addition to water temperature modulation possibility. Although their strong convective movement does not make for the absolutely most comfortable system, they are efficient with water temperatures set halfway between those used by traditional radiators and those used by radiating systems in the strictest sense of the term.

In terms of comfort and aesthetic impact, radiating heat exchanger are undoubtedly more appreciated in the home because these heat exchangers composed of piping are sunken into the structure of the floor and therefore invisible. The same solution can also be applied to the ceiling or walls.

Although radiating floors require relatively low water temperatures, unlike radiators, they are characterised by an elevated thermal inertia and therefore require a relatively longer time to heat the rooms. In this case, the boiler or heat pump cannot be switched off for long periods without considering the time required to restore the conditions desired. This type of heat exchanger is more costly than those mentioned above, and installation requires specialised technicians.

Case Study: Integrated control of hydronic systems

Another application of the radiating heat exchanger is represented by exposed piping in the ceiling, a solution used exclusively in productive or industrial units.

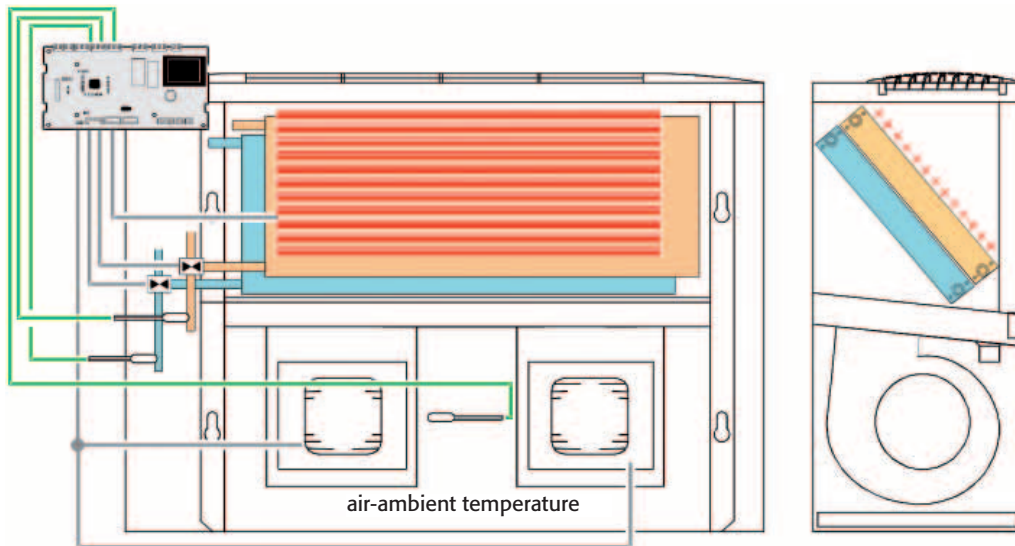
This solution is less costly than the others and offers a certain degree of comfort. The same type of application is also used for cooling, and commonly known as “cold beams”, which must never reach temperatures that might cause the formation of condensate. The use of electronics in the adjustment systems permits the removal of certain barriers in the application of components, improving their efficiency.

In any case, all these different types of heat exchangers can coexist by using either independent circuits served by different heat sources or in the same system by interposing modulation valves for water temperature control in the various branches as required by different heat exchanger characteristics.

Precisely for this reason, an integrated adjustment system plays a fundamental role in the co-ordination of the entire system with the optimisation of working costs and comfort levels.

Fan coil control

The fancoil control board can check all the on/off or modulating valves for 2-tube or 4-tube units and any electrical resistances mounted as well.



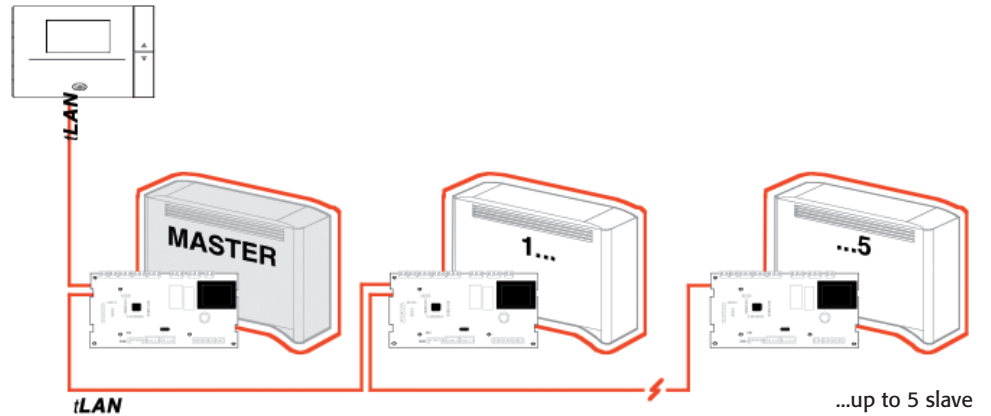
Applications

Fig. 1: fan coil control board diagram

By means of the water temperature probes, one per bank for 4-tube systems or one at the water inlet and one at the water outlet in 2-tube systems, and one in the room positioned on the shell or on the return line, the control unit can constantly manage the room temperature while also accounting for the real temperature of the water available in both proportional and proportional + integral modes. Fancoil speed is managed by shifts from the set point.

During heating use, the control unit prevents unnecessary and annoying air flows caused by excessively low temperatures measured in the hot water circuit. During the summer instead, the control unit keeps the fan shut off whenever excessively high temperatures are measured in the cold water circuit, in this way ensuring the chiller with much less taxing starting and avoiding the risk of stopping caused by the presence of high pressure.

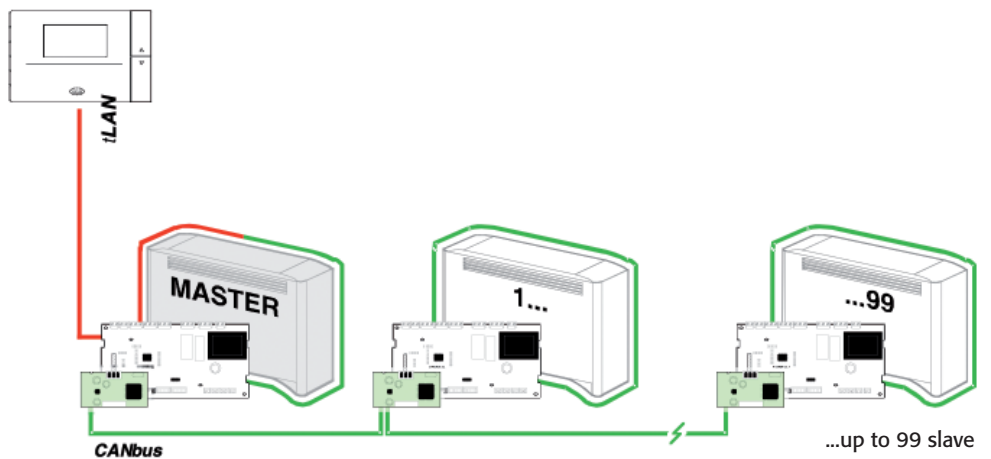
Zonal control



One significant advantage derived by the introduction of an integrated control system consists in the optimisation of the energy savings achieved through the co-ordination of the fancoils positioned in the same room.

Each fancoil can be given the same set-point from the same control panel. Depending on the type of adjustment logic employed, the system can be set in such way that each fancoil runs as signalled by its own setting probe (positioned on the return line or shell), in this way maintaining conditions that can be better defined as "microclimate" or it can be set in such way that all the fancoils follow the signal supplied by the control board's probe (considered to be the most significant), in this way working as a single unit.

In systems that permit simultaneous heating and cooling, such as 4-tube or 2-tube systems with electric heating, heating or cooling can be stopped in the same room as required by the various types of adjustment logic set, such as the average of the temperature values measured in the area or according to the number of requests for heating or cooling made. In these cases, the energy saving is all the more dramatic because the hypothesis of contrasting fancoil operation triggered by the presence of different microclimates is precluded, which in any case would not have any effect on the average temperature of the area.



A second and no less important advantage involves conditions of comfort.

Being able to control the microclimate with continued respect for the functions mentioned above for the optimisation of operation cost guarantees the user with a certain degree of comfort even in positions that might be termed "extreme", such as areas near windows with extensive exposure to sunlight or the coldest parts of the building on the north side.

Even greater advantages in terms of energy saving can be obtained by integrating the source of heating and cooling, such as the heat pump or chiller, for example, into the adjustment system itself.

Chiller/HP and fan coils

The simplest application in which the advantages in terms of management offered by the use of an integrated control system are clear is composed as follows:

- numerous areas controlled by Master – Slave fan coils;
- a chiller/heat pump that produces hot/cold water.

The user interface present in each room permits the setting of set-points and operating modes; the Master units, or rather the fancoils fitted with terminals, program their respective Slaves with the operating settings, and each fancoil manages its own microclimate.

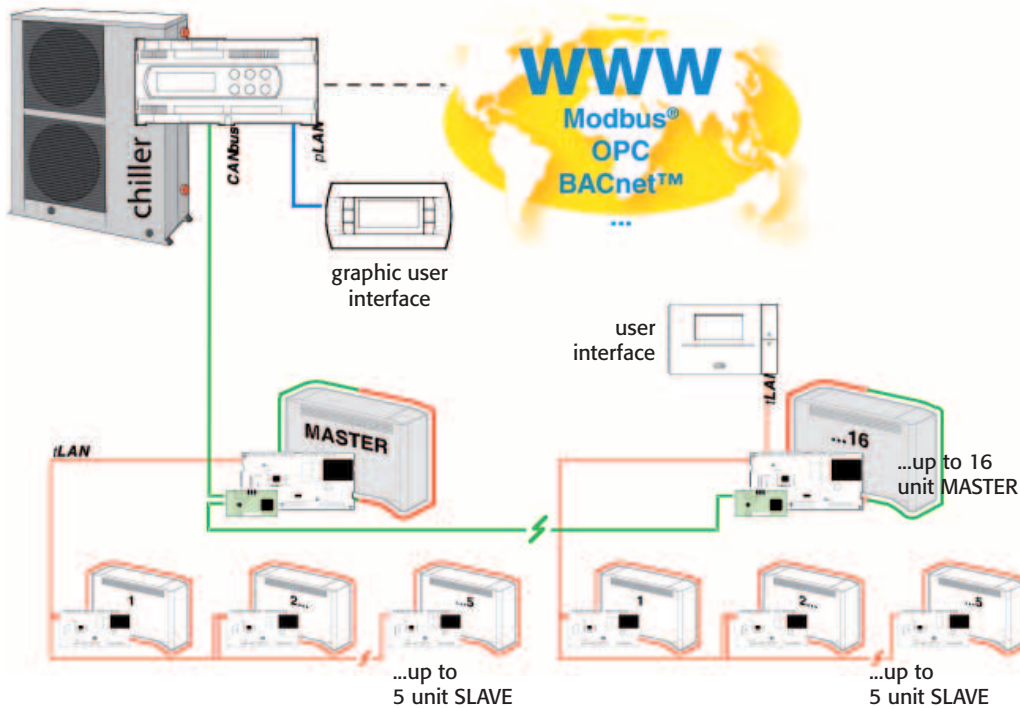


Fig. 2: example of integrated chiller/HP system and fancoil without the use of an Area Controller

The chiller /heat pump monitors the conditions of each room (temperature and humidity) and optimises either the energy capacity/heating and cooling capacity or the degree of comfort according to the settings made and the hourly tariff rates; graphic user interface permits the monitoring of the operating conditions of the chiller and each room, the setting of set-points modes for every area, and the setting of the hourly tariff rates, making the summer/winter changeover or switching the system ON/OFF.

The chiller/Heat pump control unit can either communicate using the most common communication standards in the market for integration in higher level monitoring and supervision systems such as BMS or interact by SMS sent from a mobile phone with specialised technicians for assistance and maintenance, and also more simply for the remote control of certain commands, such as switching the system on and off and modifying set points.



Chiller/HP, boiler and fan coil

Whenever a boiler is present, the system is provided with the following components:

- an Area Controller;
- numerous areas controlled by Master – Slave fan coils;
- 3-way mixing valves;
- 3-way changeover valves;
- a boiler;
- a chiller/heat pump.

In this case, the Area Controller either switches the system to Summer or Winter mode for 2-tube systems using the 3-way changeover valves or manages the chiller and the boiler as required and according to the algorithms set according to whether priority is given to comfort or energy savings.

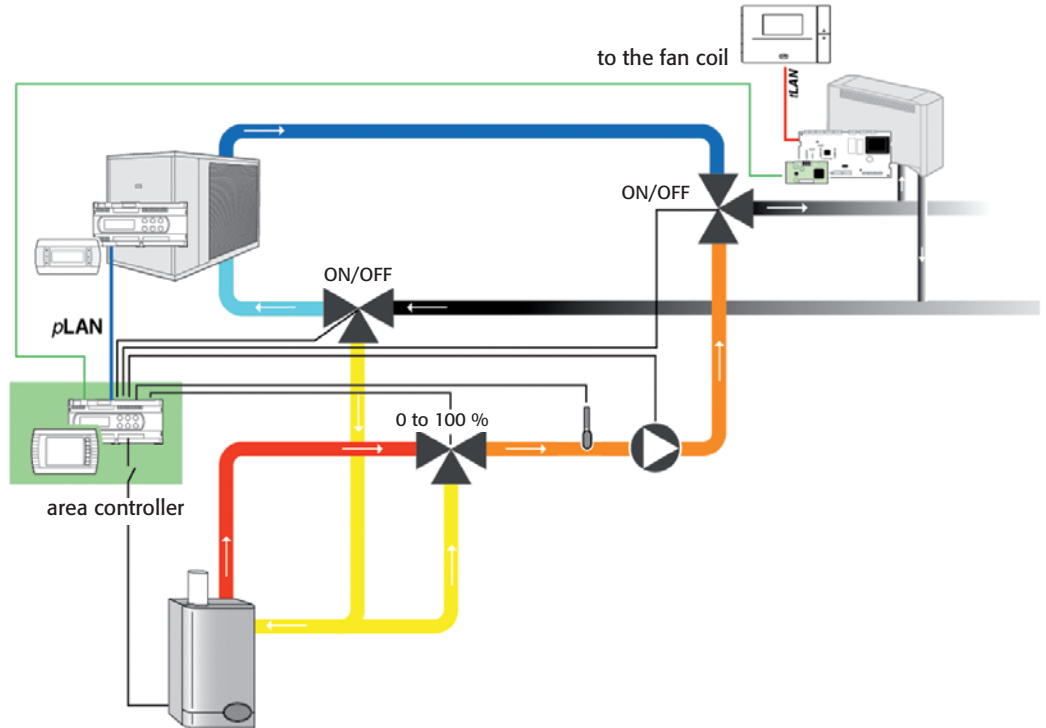


Fig. 3: example of integrated control for chiller/HP and boiler with hot water delivery line temperature control

For the HP, the Area Controller can also assess and select the most convenient type of heat generator to use as required by the different external weather conditions, indoor room conditions and hourly tariff rates.

As regards boiler control, the Area Controller can either start or stop the boiler by triggering and select the most appropriate delivery temperature to be sent to the fancoils or the other convective/radiant heat exchangers by means of mixing valves.

In order to control temperature and humidity in rooms without fancoils, numerous sensors can be connected directly to the Area Controller for the adjustment of the water temperature in these rooms by means of motorised valves.

Mixed convection/radiant systems

Even in mixed hydronic systems featuring boilers for the production of hot water for both convection and radiant heat exchangers, the integrated adjustment system offers numerous advantages in its setting dynamics to permit the quick heating of the rooms at the desired temperature gradient through a more even distribution of the temperature and greater comfort. In this case, the system's main components are:

- an Area Controller;
- numerous areas controlled by Master – Slave fan coils;
- 3-way mixing valves;
- 3-way changeover valves;
- boilers for the convection heating circuit;
- boilers for the radiant heating circuit;
- a chiller/heat pump.

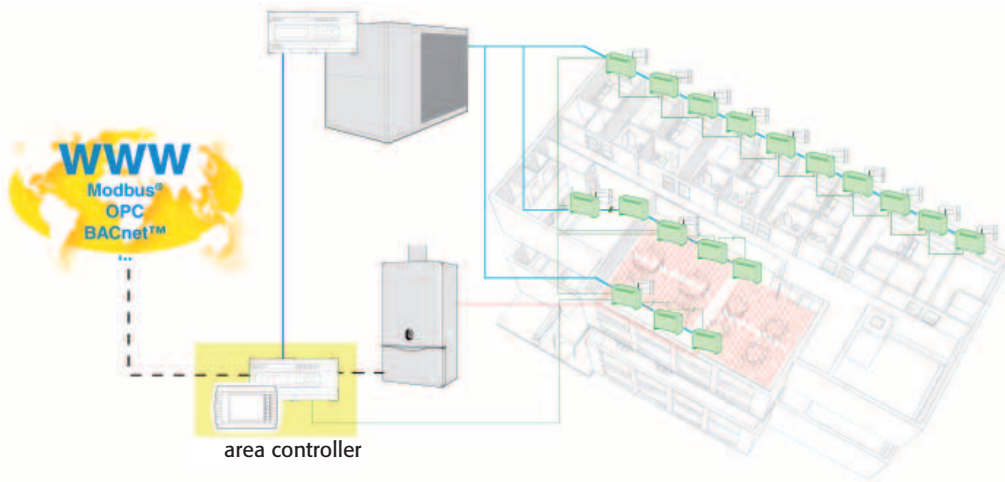


Fig. 4: example of integrated control for chiller/HP and boiler for convection and/or radiant heating

In this case, the system will have at least 2 hydronic circuits, one for fancoils or traditional radiators and the other for radiating diffusers; in this case, the Area Controller will check the delivery temperature to the circuits by means of modulating valves because it can either choose the most advantageous or comfortable source or skilfully blend both together, reaching this decision case by case as required.

Hydronic systems with primary air or mixed systems

In more complex systems, the Area Controller plays an even more important role. After analysing the power consumption of the chiller/HP and the air handling units and the psychrometric assessment of the air treated, the Area Controller can optimise power consumption, even taking into account hourly tariff rates and synergistically evaluating air quality.

The system's main components are:

- an Area Controller
- numerous areas controlled by Master – Slave fan coils
- 3-way mixing valves
- 3-way changeover valves
- a boiler
- rooftop or air-handling units
- a chiller/HP.

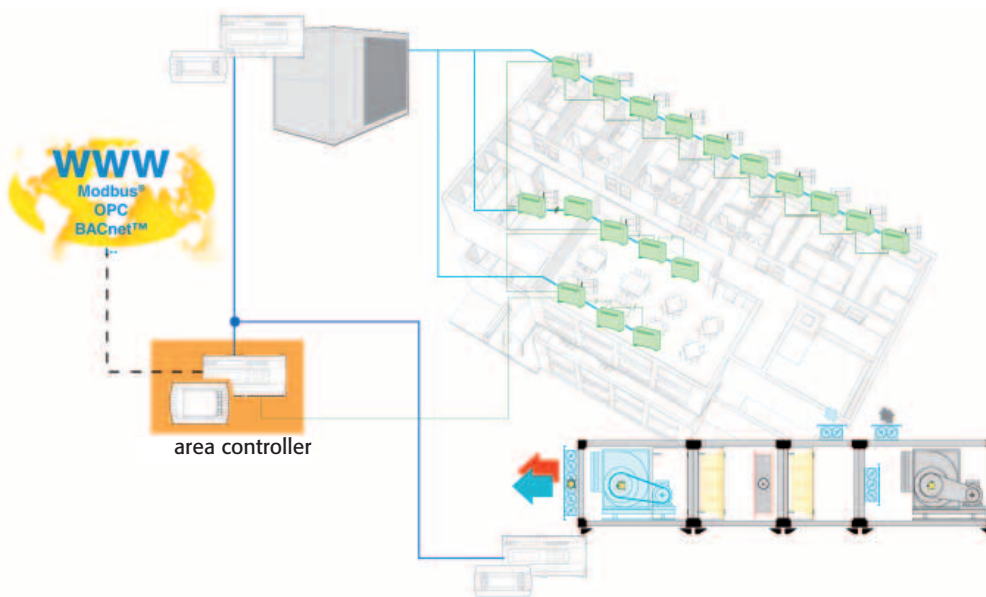


Fig. 5: example of integrated control for chiller/HP, air handling unit, and fan coils with connection to supervisor/BMS

Advantages of the system

Comparison between traditional chillers and the use of inverter-equipped compressors with electronic expansion valve

As with VRF systems, much is being accomplished with chillers in order to increase energy efficiency and make the maximum use of cooling capacity.

A comparison between a traditional chiller and another fitted with a compressor piloted by inverter using an electronic expansion valve provides significant advantages in terms of reduced power consumption and setting stability.

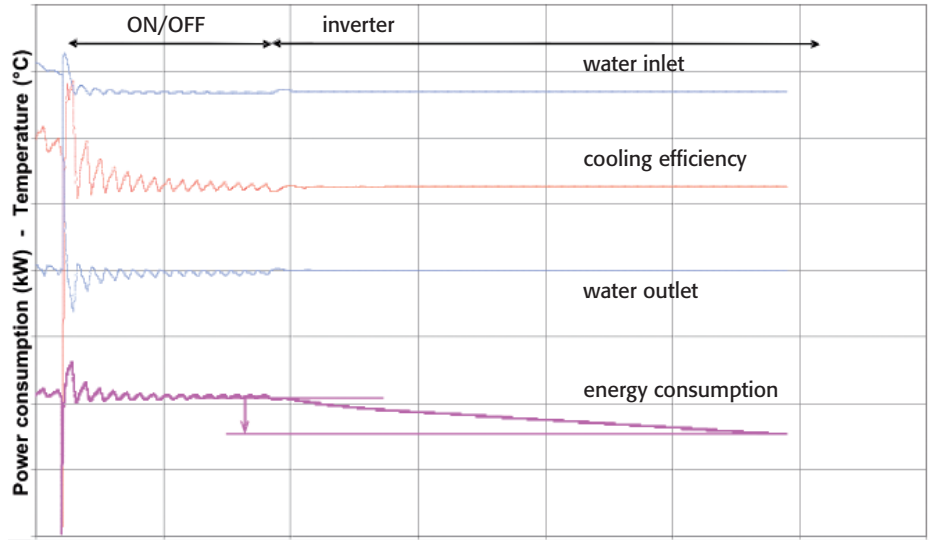


Fig. 6: average mobile values, comparison at equivalent static loads

The graph provides the average values (dictated by the on and off cycles of compressors without inverter) of the water's inlet and outlet temperatures, cooling efficiency, and power consumption.

At partialised loads, the inverter permits a 27% reduction in electrical absorption while maintaining the same operative conditions.

In reality, in addition to the energy-related benefits, the electronic expansion valve also permits better evaporation temperature stability.

With the knowledge of the real thermal load inside the rooms - a datum offered in hydronic systems only thanks to the integration of the electronic controls of the terminals and the chillers/heat pump, it becomes possible to optimise power consumption even further for partialised loads, and further again by lowering the dew point. In this case, the heat exchangers are oversized for the momentary load and if managed synergistically can offer significant benefits.



Fig. 7: variation of COP upon variation of the load with low dew point

Case Study: Integrated control of hydronic systems

In any case, in terms of the setting of cooling capacity, not necessarily all chiller/HP must have compressors piloted by inverter in order to permit energy optimisation; as research in the sector has shown⁴, it is sufficient that the unit contains various compressors – as tandem or trio solutions or various cooling circuits in order to permit significant advantages that are comparable to those offered by VRF systems and in some cases even superior.

⁴: AICARR – Roma 1999 - Direct expansion and intermediate fluid: a critical comparison between two systems in the Mediterranean climate area.

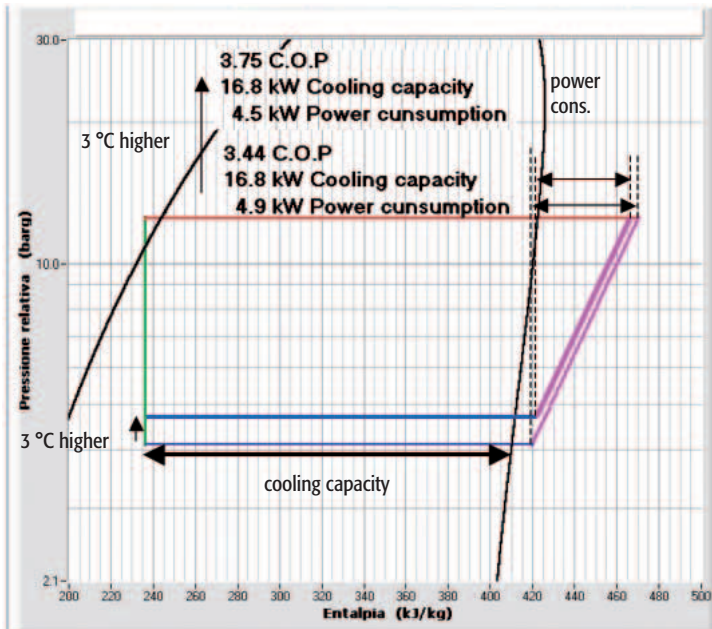
Energy advantages offered by system co-ordination

Another far from insignificant advantage offered by an integrated control system is provided by knowing the requests of the various rooms in advance and consequently managing the sources of heating/cooling such as chillers, heat pumps, and boilers to best effect.

For purposes of example, we will consider a chiller operating during the spring serving a user composed of fancoils in an office block that is normally required to supply water at 7 °C.

If we hypothesise that such requisite for the rooms can be satisfied by sending water at 10°C, and assuming that:

- the typical temperature of a chiller's water differs only slightly from the evaporation temperature;
 - each 1°C increase in evaporation temperature permits an increase in COP of from 3 to 4%,
- we may presume that by increasing the delivery water's set-point by 3°C we can expect an approximate increase in the COP of at least 9%.



In the same way, by optimising the system's water temperature, similar advantages in terms of energy can be obtained with traditional boilers and even greater advantages can be achieved with condensation-type boilers.

Centralised data

Simple and user-friendly graphic interface permits interaction with the various devices included in the system, whether they be chiller/HP, air handling units or merely fancoils, at different levels, ranging from the most technical level intended for system maintenance operators to the more immediate level intended for the final user in search of comfort. Parameters such as set points, ventilation, and heating/cooling modes can be checked or set as required, area by area.

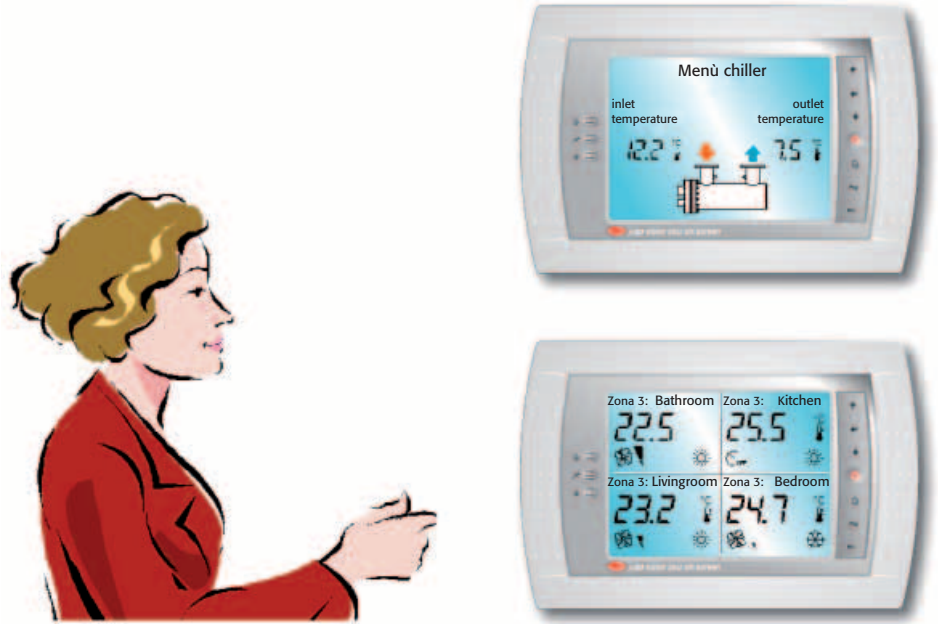


Fig. 8: example of user interface for system and rooms

Architectural flexibility

System architecture can be modified even after installation or in any moment whatsoever, shifting from a broadcasting solution, in which the operations performed by the Slaves are imposed by the Master to management by area, in which the Master assumes a role of co-ordinator according to the type of operating logic set or vice-versa, or a dorsal Canbus can be re-created with various local broadcasting lines (mixed solution scenario).

Master/Slave in Canbus management is particularly useful and versatile in terms of space. Even with remote control by PC or the Area Controller's user interface, the roles of Master/Slave can be changed, making such decisions and changing the topology of the rooms quickly and as required case by case with a mere click of the mouse without requiring interventions for the configuration of electronic controls or - even worse - the wiring of the serial and/or power supply networks.

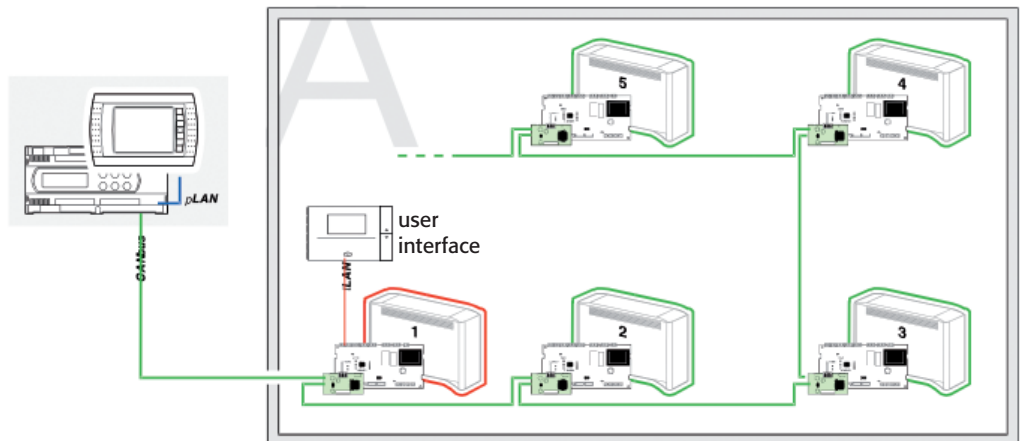


Fig. 9: area "A" is composed of one Master and 4 Slave units

Case Study: Integrated control of hydronic systems

Imagine, for example, an Area "A" composed of and synergistically controlled by one Master and 4 Slave fancoil units.

Then imagine that the room is changed and a wall is erected to divide the spaces into Areas "A" and "B".

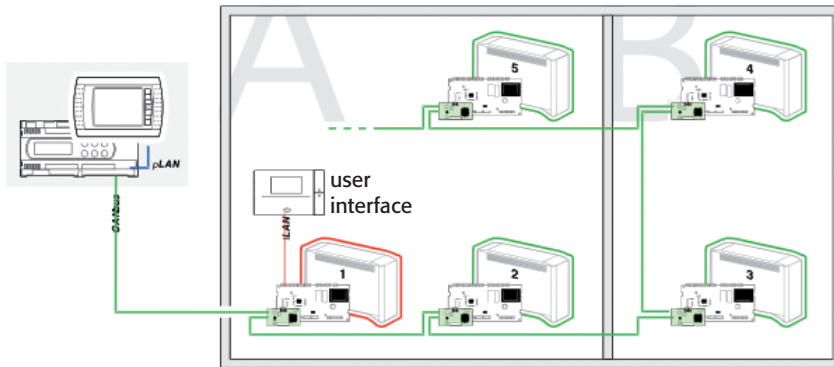


Fig. 10: area "A" is divided by a wall, creating the need to control Area "B"

Faced with a problem like this, a traditional system would require the local changing of the wiring of the serial lines, changing any serial addresses present and anything else required by the network. On the contrary however - and thanks to the type of multi-Master network, each fancoil can operate as a Master or Slave as required by need through commands sent directly through the serial line.

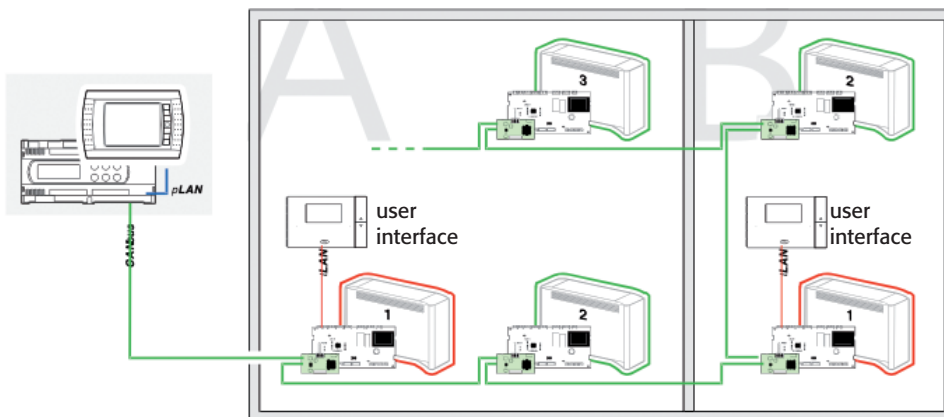


Fig. 11: Area "A" after modification; Area "B" modified by simply changing the variables using serial bus

Installation and retrofitting

Serial communication by means of 2-3 wire cables for both control interface and dialogue between the various devices permits long distances to be covered with the minimum impact possible.

In more evolved systems, wireless communication now offers even greater flexibility in installation and use that is especially indicated for historical/monumental surroundings: the user interface is easily portable and positioned in different rooms as required in order to maintain the same level of function and easy use.

Reliability

Integrated systems that communicate in Canbus do not require network servers or area supervisors, and every device in the system is capable of operating independently while maintaining its own operative autonomy even in the absence of network communication.

Thanks to dialogue between the various devices, the system can be maintained in operation even under critical conditions. In high outdoor temperature, (with high dew point) for example, and in rooms that require air-conditioning (with high evaporation temperature), upon starting, the chiller might stop due to the presence of high pressure. If the real thermal loads of the rooms - such as the number of fancoils and the various temperature values - are known in advance however, the chiller might start at a low load with the fancoil fans off and valves closes until the temperature in the return line reaches acceptable levels. Once the chiller starts, the fancoils can be progressively started with different priorities or algorithm logic until the entire system is working.

Communication

These programmable controls can interface with the most commonly-used communication standards either directly or through gateways (Modbus®, BACnet™, Johnson METASYS®, DLL for Windows®, OPC server, TCP/IP, SNMP, LonWorks®, Trend). The future will be characterised by the increasingly greater integration of all the controllers with standard protocols in web platforms interconnected via wireless systems that are easy to install using support tools for quick and simple start-up.

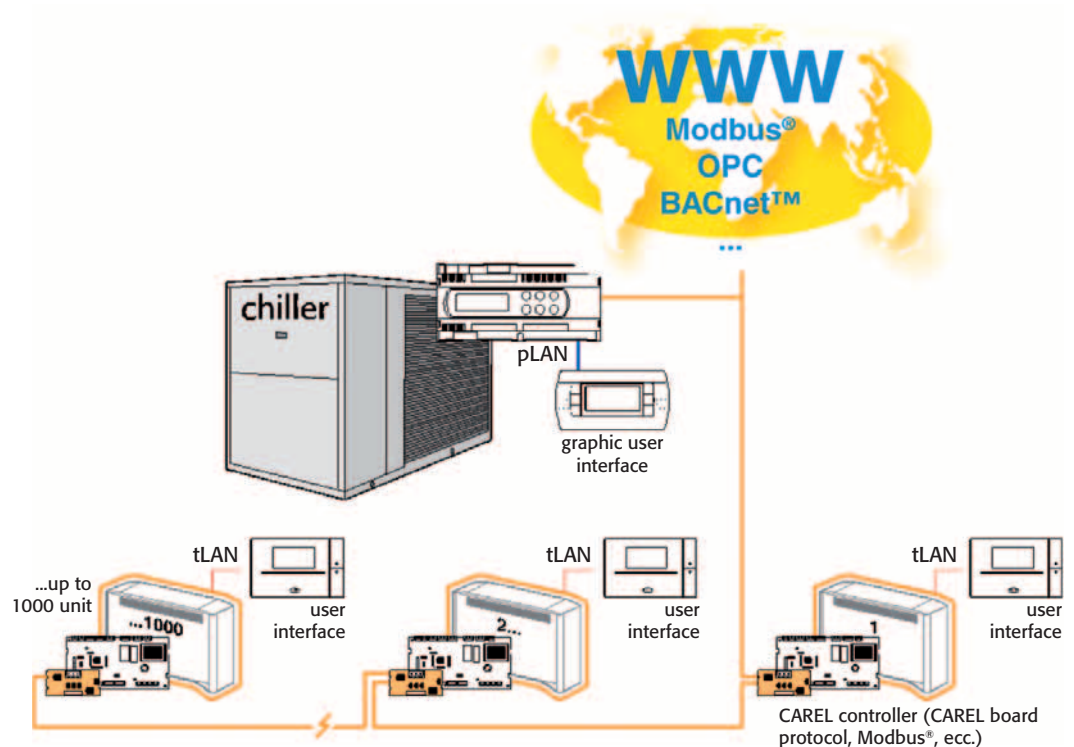


Fig. 12: integration with communication protocols

Conclusions

The integrated control system used in hydronic systems described in detail in this report offers numerous advantages:

If we consider that an integrated system for the control of hydronic systems shares in its own serial network information regarding:

- real room occupation levels;
- the thermal load of even every single fan coil;
- the humidity of single rooms;
- the thermal load of the chiller;
- the outdoor temperature;
- hourly tariff rates.

it is clear that there are unlimited adjustment possibilities and evident advantages, such as:

- the possibility to vary the flow of water in the fancoil network using pumps controlled by inverter;
- the possibility to modify the temperature of the water in the chiller/heat pump as required by humidity and thermal loads;
- the possibility to select in alternative algorithms that give more priority to comfort (by lowering the noise levels of fancoils and air flows, for example) than cooling/heating capacity (by optimising chiller/heat pump COP) for different days of the week or hours of the day;
- the possibility to choose the best heat source (heat pump or boiler) on the basis of the real energy balance.
- the possibility to ideally manage mixed or ramified systems for radiant and convective type heat exchangers by granting priority to either intervention dynamics or levels of comfort as required by the real needs of the rooms.

Additional advantages are offered by the use of electronics that provide even easier use: the fancoils present in the same room can be controlled by a single control panel, or in alternative, by a remote control unit (which is more commonly used in VFR systems) with simple and immediate use. There is also the possibility to centralise data from different rooms and chillers/heat pumps in just one control panel (Area Controller). Lastly, there is also the possibility to employ different communication systems in order to ensure integration with a BMS for the most sophisticated types of automation, and even

Case Study: Integrated control of hydronic systems

the chance for connection to a GSM modem for the simple operation that can be made by cell phone (switching on and off, system status check, etc.)

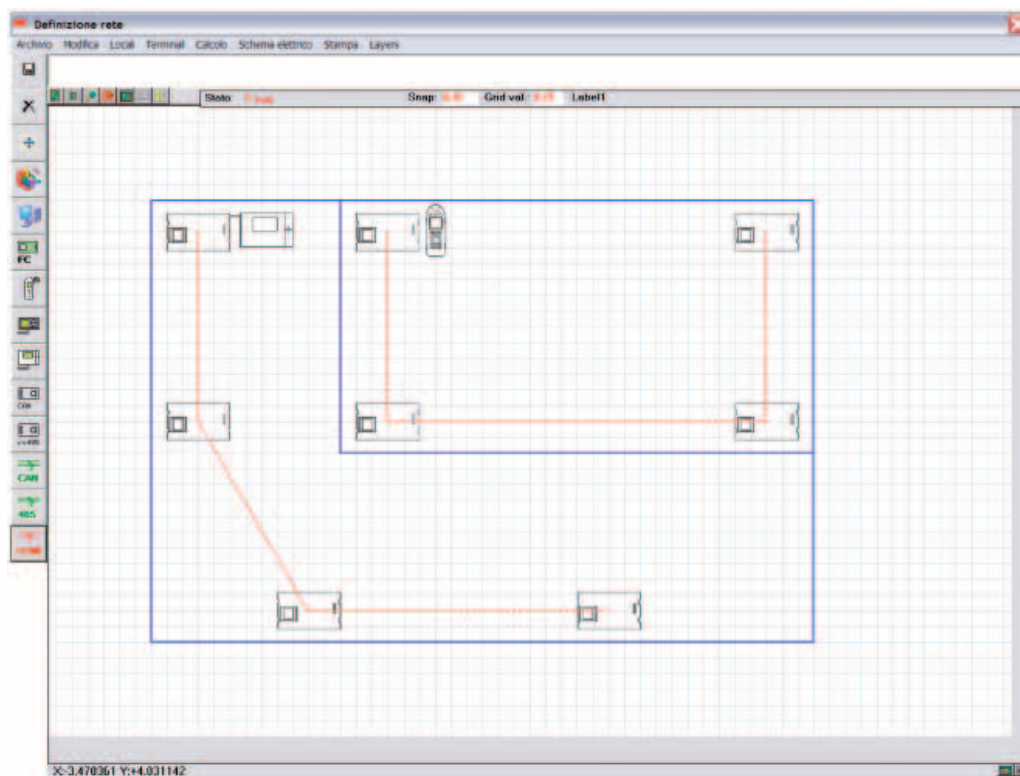
In medium- and large-sized systems, shared electronics becomes a fundamental requisite to both satisfy the requests of the market for system management and control and to both effectively optimise power consumption and offer high levels of comfort.

VRF systems and hydronic systems both undoubtedly offer numerous possibilities for application in a wide range of buildings, such as hotels and office blocks, modest service sector and residential buildings, etc. As described above, the two types of system have different characteristics and therefore in one system might be more appropriate than other depending on application. Hydronic systems, for example, are highly recommended for use in medium/large size new constructions, and can be easily integrated with ceiling- or floor-type radiating systems and air handling units. Efficiency can be brought to the highest levels, both in terms of the chiller/heat pump using inverter solutions and electronic expansion valve and in terms of the system using the optimisation algorithms now possible with the integrated system illustrated above.

This implies a detailed and experienced awareness of the nature of the single components and the laws that regulate the various types of heat exchange. Each system constructor must skilfully develop the software applications for the programmable platforms in such way that they can be subsequently used simply and intuitively by installers and maintenance men.

Lastly, the system designer can choose the system or systems of choice without ever losing sight of the importance of co-ordinating all the system's organs in terms of heating/cooling capacity, efficacy, and last but not least, the comfort provided for the final user.

In order to provide the system designer with support in designing complex and diversified systems, an evolved and integrated CAD-type design instrument permits estimate-type assessments and the choice of the most appropriate solutions for the sizes of the rooms, the needs for monitoring and supervisions, and the type of adjustment required case by case.



The software also guides the system designer step by step through the selection of components, preventing the entry of errors regarding topological coherence and setting and electrical errors by inhibiting certain functions, providing video messages, and supplying various forms of output that include lists of components, system installation diagrams, information on the setting of each fancoil (regarding both HW and SW type) and a topological diagram of the zones and areas at the end.

Headquarters

CAREL S.p.A.
Via dell'Industria, 11 - 35020 Brugine - Padova (Italy)
Tel. (+39) 0499 716611 - Fax (+39) 0499 716600
carel@carel.com - www.carel.com

Subsidiaries

CAREL Australia Pty Ltd
www.carel.com.au
sales@carel.com.au

CAREL China Ltd.
www.carelhk.com
sales@carelhk.com

CAREL Deutschland GmbH
www.carel.de
info@carel.de

CAREL Export
www.carel.com
carelexport@carel.com

CAREL France Sas
www.carelfrence.fr
carelfrence@carelfrence.fr

CAREL Italia
www.carel.it
carelitalia@carel.com

CAREL Sud America Ltda.
www.carel.com.br
carelsudamerica@carel.com.br

CAREL U.K. Ltd.
www.careluk.co.uk
careluk@careluk.co.uk

CAREL USA L.L.C.
www.carelusa.com
sales@carelusa.com

Affiliated Companies:

CAREL Korea Co. Ltd.
www.carel.co.kr
info@carel.co.kr

CAREL (Thailand) Co. Ltd.
www.carel.co.th
info@carel.co.th