



Alta precisione con refrigerazione efficiente

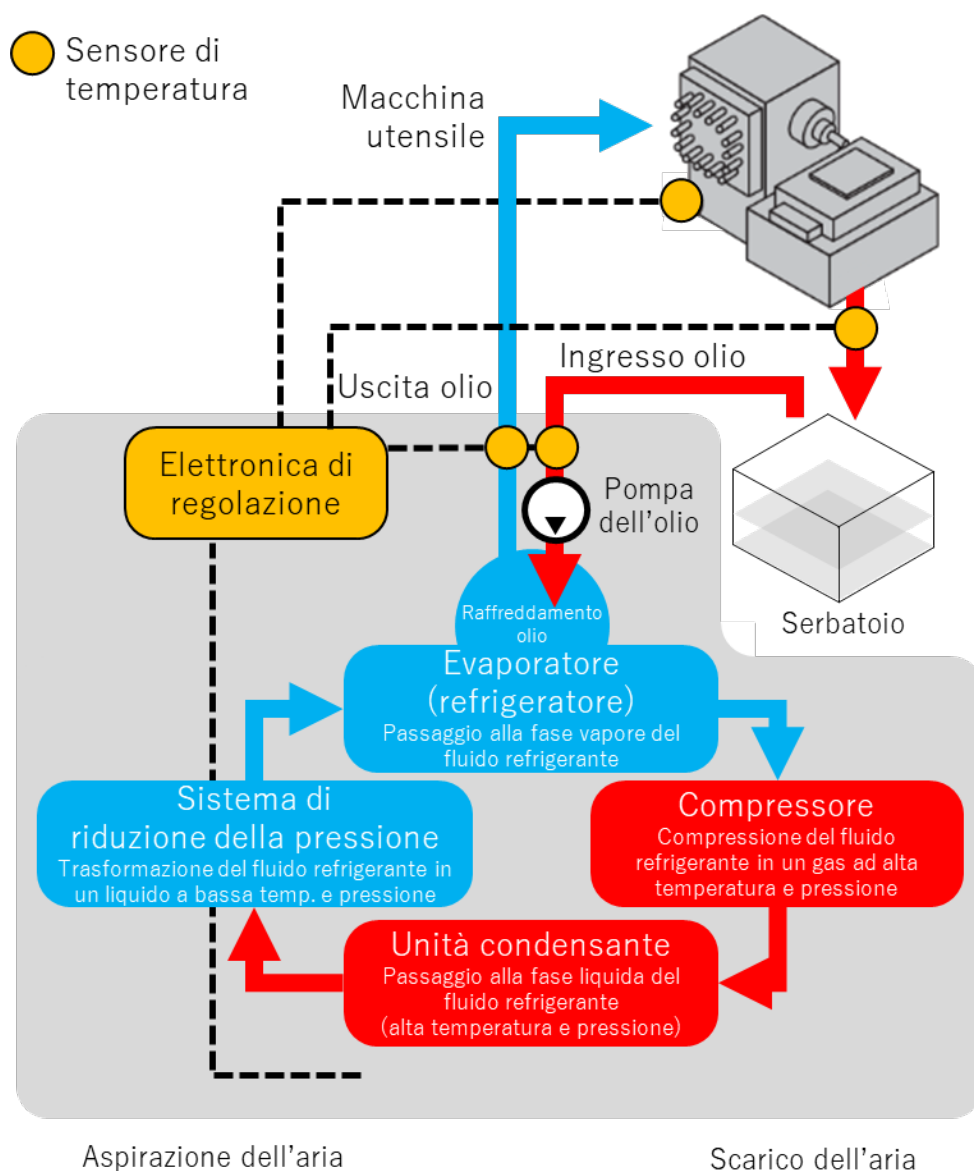
La tecnologia ibrida è un fattore abilitante per la gestione efficiente del trasporto di calore nelle macchine utensili. I sistemi di refrigerazione sono essenziali per le lavorazioni di alta precisione. Qui di seguito, le soluzioni Daikin Industries e Duplomatic MS per le macchine utensili

PAOLO LEUTENEGGER, JUMPEI YAMAMOTO

Le lavorazioni con macchine utensili generano calore in diverse parti dell'attrezzatura a causa dell'elevata potenza coinvolta, dell'attrito legato alle elevate forze meccaniche applicate e a causa dell'elevata velocità di rotazione degli utensili. Il calore provoca un aumento della temperatura

di tutte le parti coinvolte, tra cui motori elettrici, azionamenti, sistemi di trasmissione, mandrini, utensili di lavoro e pezzi in lavorazione, causando la dilatazione del metallo, una condizione che può compromettere la precisione della lavorazione se non correttamente gestita da un adeguato

sistema di controllo termico. A tale scopo, olio e fluidi lubro-refrigeranti vengono fatti circolare all'interno della macchina per raffreddare i componenti/utensili e i pezzi oggetto della lavorazione. Il sistema di raffreddamento appena descritto è denominato chiller. Le prestazioni sono



sione; nel sistema di espansione il liquido ad alta temperatura e alta pressione viene iniettato e decompresso attraverso una valvola di espansione elettronica, generando un fluido a bassa temperatura e bassa pressione che verrà trasformato in vapore all'interno dello scambiatore di calore (evaporatore). La quantità di refrigerante circolante viene controllata modificando l'apertura della valvola in risposta al comando di capacità; l'energia assorbita dal refrigerante nell'evaporatore è fornita dall'olio che, quindi, si raffredda. Durante questo processo il calore trasferito al refrigerante dall'olio (calore latente di vaporizzazione) produce l'evaporazione del liquido, trasformandolo in un gas a bassa temperatura e bassa pressione che viene convogliato nuovamente al compressore, dove ricomincia il ciclo. Il ciclo descritto è gestito da un'elettronica dedicata che controlla in modo molto preciso ogni fase del condizionamento termico.

... Tecnologia ibrida e i sistemi

Daikin Industries è un noto produttore globale di condizionatori d'aria e componenti idraulici. Nel giugno 2022 Daikin ha acquisito Duplomatic Motion Solutions, azienda globale nella progettazione e produzione di componenti e sistemi di motion con una tradizione importante in ambito oleodinamico. All'interno della divisione idraulica, cui appartiene anche il gruppo Duplomatic, Daikin sviluppa e produce refrigeratori ad elevate prestazioni e ad alta efficienza energetica per macchine utensili denominati Oil-Con. Il nome è stato ispirato dalla lunga tradizione nel condizionamento dell'aria, un settore nel quale Daikin si differenzia grazie alle sue forti competenze nelle tecnologie di refrigerazione e inverter. Infatti, tra i tanti player attivi nello sviluppo di impianti di condizionamento, Daikin è l'unico attore che sviluppa internamente tutti i componenti critici utilizzati per il ciclo di refrigerazione.

Disegno schematico del principio di funzionamento del chiller.

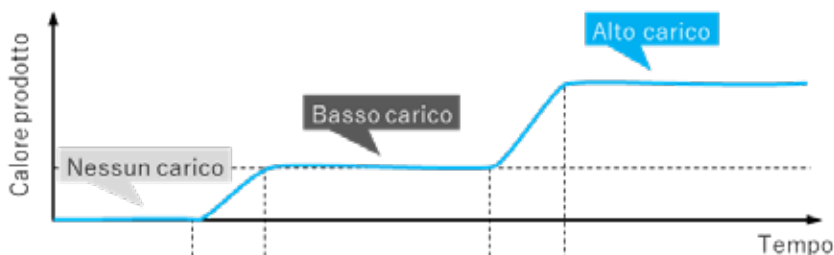
misurate come la capacità di prevenire la distorsione termica dello stato della macchina o del pezzo in lavorazione, recuperando il calore che l'olio o il refrigerante trasportano all'esterno dalla macchina e mantenendo la temperatura del liquido in linea teorica perfettamente costante.

... Funzionamento del refrigeratore

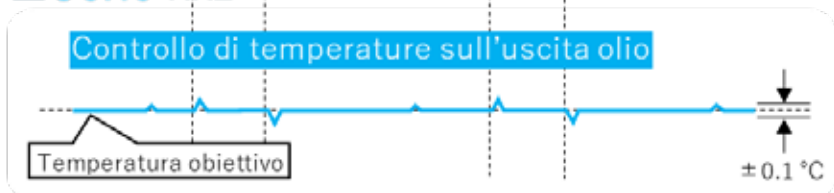
A differenza dei refrigeratori d'acqua e dei ventilatori, i chiller eseguono un controllo arbitrario della temperatura non solo

scambiando calore, ma anche monitorando e controllando la temperatura del refrigerante. Con riferimento alla figura 1, il principio di funzionamento dei chiller si basa sulle seguenti quattro fasi: il refrigerante, contenuto in un circuito chiuso isolato, viene compresso da un compressore al fine di produrre un gas ad alta temperatura e alta pressione; il gas compresso viene raffreddato e condensato da un'unità condensante, dando luogo a un liquido ad alta temperatura e alta pres-

Es. Regolazione della temperature sull'uscita olio



Serie AKZ

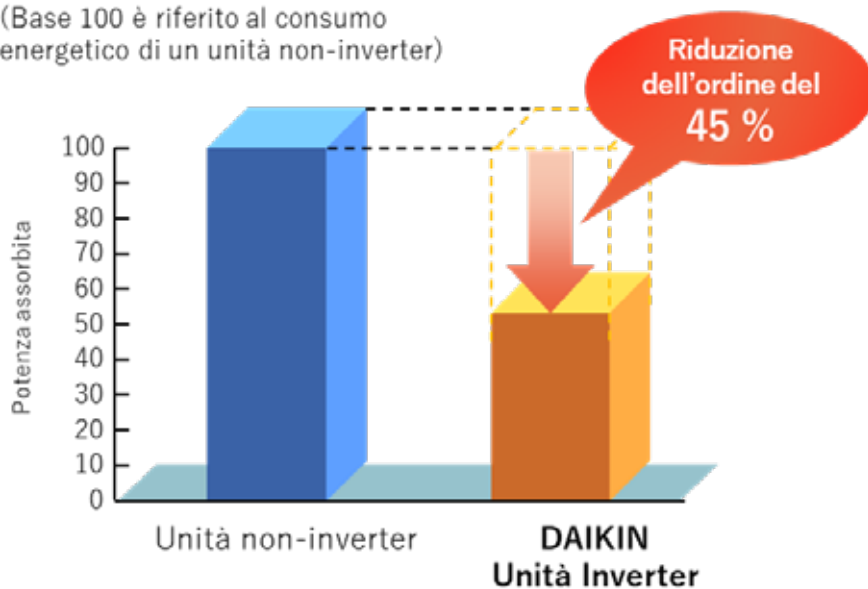


Nota) Diagramma schematic con carico termico variabile nel range 0 – 100 %

Controllo accurato della temperatura.

Confronto risparmio energetico

(Base 100 è riferito al consumo energetico di un unità non-inverter)



Confronto del risparmio energetico tra la tecnologia inverter Daikin e il controllo del compressore standard.

La divisione chimica di Daikin è un player all'avanguardia nello sviluppo di refrigeranti di diverso tipo con una forte attenzione alle tecnologie ecologiche. Daikin ha introdotto la tecnologia inverter per il controllo

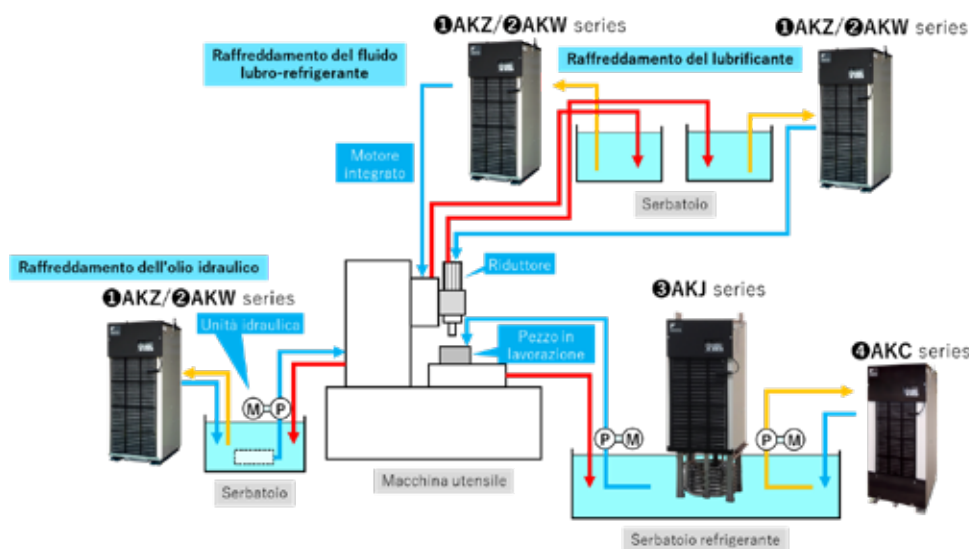
ad alta efficienza energetica dei motori elettrici dal 1986 e da allora, grazie alla produzione di massa degli inverter, sono stati fatti molti progressi nello sviluppo di unità a basso costo ad alta efficienza con sofisticati

algoritmi volti a controllare i motori IPM, che sono presenti in ogni apparecchiatura Daikin. Nei refrigeratori Oil-Con, la combinazione di queste tecnologie si traduce in controlli molto accurati della temperatura ed elevati risparmi energetici. Infatti, il compressore controllato da inverter permette di raggiungere la capacità di raffreddamento richiesta adattando la potenza di compressione al carico termico effettivo, evitando così inutili consumi energetici.

Il motore IPM ad alta efficienza funziona grazie a un azionamento che regola la velocità del compressore in base alla capacità di raffreddamento richiesta, risultando in un controllo termico altamente accurato con precisioni tipiche di $\pm 0,1$ °C. Le prestazioni del controllo termico sono quasi indipendenti dal carico termico figura 2. Rispetto ai modelli non inverter di altri concorrenti, il consumo energetico può essere ridotto in genere del 45% figura 3. Sulla base delle tecnologie descritte nel paragrafo precedente, Daikin ha sviluppato diverse configurazioni di chiller per il raffreddamento di refrigeranti, lubrificanti, oli idraulici e da taglio nelle macchine utensili, come mostrato nella figura 4. Vi sono quattro tipi di chiller a seconda del tipo di liquido da raffreddare e del metodo di installazione, considerando olio o acqua come fluidi e due diverse configurazioni di installazione (a ricircolo o ad immersione). Il metodo di controllo della temperatura può essere modificato in base al tipo di applicazione. Sono disponibili tre metodi di controllo che includono: (1) controllo per mantenere la temperatura ad un valore prefissato, (2) controllo per sincronizzare a temperatura ambiente e (3) controllo per sincronizzare con la temperatura della macchina utensile.

Utilizzo dei big data

Con l'aumento della precisione delle macchine utensili, diventa necessario un controllo più accurato della temperatura del liquido. Il trend di lungo periodo dei refrigeratori è il continuo miglioramento della



Applicazione dei chiller.

precisione del controllo della temperatura del liquido. I modelli attuali, come le serie a ricircolo AKZ9 e AKZ10 e la serie AKJ9 a immersione in vasca, raggiungono una precisione di temperatura standard di $\pm 0,1$ °C, mentre specifiche speciali supportano precisioni di temperatura fino a $\pm 0,01$ °C, essendo la precisione quasi indipendente dal carico termico. Recentemente, l'installazione di funzioni relative all'Internet of Things (IoT) nelle macchine utensili è diventata lo standard. Le esigenze degli

utenti per le funzioni relative all'IoT nei refrigeratori aumentano di anno in anno e sono in corso nuovi sviluppi. Il monitoraggio dei refrigeratori è già stato commercializzato, ma la prima fase è stata limitata al solo collegamento delle apparecchiature. Attualmente, i dati vengono raccolti per stabilire la correlazione tra la temperatura del fluido del refrigeratore e l'accuratezza della lavorazione delle macchine utensili. In futuro, l'uso dell'intelligenza artificiale e dell'apprendimento automatico applicati a

questi dati consentiranno la determinazione quantitativa della relazione tra temperatura del fluido e precisione di lavorazione della macchina.

Ciò consentirà il passo successivo della precisione del controllo, passando da un sistema di feedback che segue il cambiamento della temperatura del liquido e lo raffredda, a un controllo predittivo in cui le variazioni della temperatura del liquido vengono soppresse prevedendo il controllo a monte della temperatura richiesta dal contenuto di lavorazione della macchina.

... La visione ambientale

Con la crescente precisione delle macchine utensili, aumenta anche il numero di refrigeratori installati. Grazie al fatto che i produttori di macchine utensili puntano a sistemi sempre più rispettosi dell'ambiente, la domanda di refrigeratori inverter con elevate prestazioni di efficienza energetica aumenta di conseguenza.

La visione del gruppo Daikin si basa sulla sostenibilità e sul contributo che può dare alla società per raggiungere la sostenibilità attraverso i suoi prodotti. Daikin mira a raggiungere zero emissioni nette di gas serra nel 2050 in tutte le proprie sedi e controllate, dimezzando le emissioni già nel 2030. L'azienda promuove fortemente l'adozione della tecnologia inverter all'interno di tutti i suoi prodotti e investe fortemente nello sviluppo delle tecnologie di base necessarie per migliorare l'efficienza energetica delle apparecchiature. Tali tecnologie includono la ricerca di base in motori elettrici ad alta efficienza, inverter, tecnologie di controllo dei motori in tempo reale, prodotti chimici, refrigeranti ecologici ad alta efficienza, nonché il riciclaggio delle apparecchiature e il recupero dei refrigeranti sul mercato alla fine del ciclo di vita del prodotto.

P. Leutenegger, general manager Duplomatic MS; J. Yamamoto, senior engineer, Engineering oil hydraulics Daikin Industries.



Refrigeratori Oil-Con di Daikin.

