

1 DEFINIZIONI

ACS = acqua calda sanitaria.

AY = termine generico usato per designare la famiglia di caldaie a condensazione AY, che comprende AY 35, AY 50 e AY 100.

Apparecchi/Unità aerotermici = termini equivalenti, entrambi usati per designare apparecchi termici/frigoriferi alimentati a gas destinati esclusivamente all'installazione esterna (pompe di calore ad assorbimento GAHP A/GAHP-AR, o refrigeratori ad assorbimento GA ACF/HR/TK/HT/LB), che per funzionare necessitano del corretto scambio termico con l'aria esterna.

Apparecchio/Unità GA = termini equivalenti, entrambi usati per designare il refrigeratore ad assorbimento alimentato a gas GA (Gas Absorption).

Apparecchio/Unità GAHP = termini equivalenti, entrambi usati per designare la pompa di calore ad assorbimento alimentata a gas GAHP (Gas Absorption Heat Pump).

BMS (Building Management System) = controllore supervisore d'impianto o di edificio non di fornitura Robur.

CAT = Centro Assistenza Tecnica autorizzato Robur.

Circolatore comune = circolatore al servizio di un gruppo di generatori.

Circolatore indipendente = circolatore al servizio di un unico generatore.

Circuito primario = sezione dell'impianto di climatizzazione a partire dai generatori fino al separatore idraulico o allo scambiatore di calore (se presenti).

Circuito secondario = sezione dell'impianto di climatizzazione a valle del separatore idraulico o dello scambiatore di calore (se presenti).

Configurazione idraulica parallelo = configurazione idraulica in cui l'ingresso acqua verso ogni generatore è in comune.

Configurazione idraulica serie = configurazione idraulica in cui tutta o parte della portata d'acqua in ingresso ad un generatore proviene da un altro generatore.

Consenso esterno = dispositivo di controllo generico (es. termostato, orologio o qualsiasi altro sistema) dotato di un contatto pulito NA e utilizzato come comando per l'avvio/arresto dell'unità GAHP/GA e della caldaia AY.

Controllo CCI (Comfort Controller Interface) = dispositivo opzionale di regolazione Robur che permette di gestire fino a tre unità GAHP modulanti omogenee tra loro (GAHP A, GAHP GS/WS) per solo riscaldamento.

Controllo DDC (Direct Digital Controller) = dispositivo opzionale di regolazione Robur che permette di gestire uno o più apparecchi Robur in modalità ON/OFF (pompe di calore GAHP, refrigeratori GA) o modulante (caldaie AY).

Dispositivi RB100/RB200 (Robur Box) = dispositivi opzionali di interfaccia complementari al DDC, utilizzabili per ampliarne le funzioni (richieste di servizio riscaldamento/raffrescamento/produzione ACS e controllo di componenti impianto quali generatori di terze parti, valvole deviatrici, circolatori, sonde).

GA = termine generico usato per designare la famiglia di refrigeratori ad assorbimento alimentati a gas GA (Gas Absorption), che comprende ACF60-00, ACF60-00 S, ACF60-00 HR, ACF60-00 HR S, ACF60-00 HT, ACF60-00 HT S, ACF60-00 LB, ACF60-00 LB S, ACF60-00 TK, ACF60-00 TK S.

GAHP A = termine generico usato per designare la famiglia di pompa di calore ad assorbimento alimentata a gas GAHP A, che comprende GAHP A HT, GAHP A HT S1, GAHP A Indoor, GAHP A CT, GAHP A S1 CT, GAHP A Indoor CT.

GAHP-AR = termine generico usato per designare la famiglia di pompa di calore ad assorbimento reversibile alimentata a gas GAHP-AR, che comprende GAHP-AR, GAHP-AR S, GAHP-AR CT, GAHP-AR S CT.

Generatore di terze parti = generatore (di norma caldaia o

refrigeratore) non Robur, che non può essere gestito direttamente dal DDC e che quindi necessita di un dispositivo di interfaccia aggiuntivo (RB200).

Generatore Robur = generatore (pompa di calore, caldaia o refrigeratore) di produzione Robur, gestito dal DDC tramite il bus di comunicazione CAN bus.

Generatore di calore = apparecchiatura (es. caldaia, pompa di calore, ecc...) per la produzione di calore per riscaldamento e ACS.

Gruppo base = insieme dei generatori posti sull'impianto base.

Gruppo separabile/separato = insieme dei generatori posti sull'impianto ACS separabile/separato.

GUE (Gas Utilization Efficiency) = indice di efficienza delle pompe di calore a gas, pari al rapporto tra l'energia termica prodotta e l'energia del combustibile utilizzato (riferito al PCI, potere calorifico inferiore).

Impianto 2 tubi = impianto sul cui circuito primario e/o secondario è presente una sola coppia di tubi (mandata/ritorno), quindi non in grado di fornire servizi acqua calda e acqua fredda contemporanei.

Impianto 4 tubi = impianto dotato su entrambi i circuiti primario e secondario di due coppie di tubi, pertanto in grado di fornire due distinti servizi in modo contemporaneo.

Impianto ACS separabile = parte di circuito primario che può separarsi idraulicamente dalla parte di impianto base e funzionare in modo indipendente. Può assumere due stati, in base alla posizione della valvola deviatrice a tre vie:

- ▶ Idraulicamente connesso all'impianto base (stato **incluso**): nello stato incluso questa parte di impianto integra il servizio riscaldamento.

- ▶ Sezionata dall'impianto base (stato **separato**): nello stato separato questa parte di impianto è dedicata alla produzione di ACS indipendentemente dal servizio fornito dall'impianto base.

Impianto ACS separato = parte di circuito primario per la esclusiva produzione di ACS, idraulicamente sezionato in permanenza dall'impianto base.

Impianto ACS = impianto destinato alla produzione di ACS.

Impianto base = parte di circuito primario comprendente tutti i generatori, esclusi quelli che si possono separare da essa idraulicamente tramite apposita valvola a tre vie.

Impianto caldo = impianto destinato alla produzione di acqua calda per riscaldamento e/o ACS.

Impianto freddo = impianto destinato alla produzione di acqua fredda per condizionamento.

Integrazione = controllo coordinato di diversi tipi di generatori con l'obiettivo di massimizzare l'efficienza complessiva dell'impianto.

Integrazione in potenza = modalità di integrazione in cui tutti i generatori producono potenza alla stessa temperatura.

Integrazione in temperatura = modalità di integrazione in cui diversi tipi di generatori possono produrre potenza a temperature diverse.

Modalità di funzionamento "integrazione e sostituzione progressiva" = modalità di funzionamento possibile per una configurazione idraulica serie in cui la richiesta di temperatura di mandata non è compatibile in alcune condizioni operative con le temperature di funzionamento di alcuni generatori (in particolare le GAHP).

Modalità di funzionamento "integrazione e sostituzione" = modalità di funzionamento in cui la richiesta di temperatura in alcune condizioni operative può non essere compatibile con le temperature di funzionamento di alcuni generatori (in particolare le GAHP).

Modalità di funzionamento "integrazione" = modalità di funzionamento in cui la richiesta di temperatura in tutte le condizioni operative è compatibile con le temperature di funzionamento di tutti i generatori.

Modulo caldo = per un generatore Robur, è l'unità logica del controllo che sovrintende alla gestione delle funzioni di produzione

di acqua calda.

Modulo freddo = per un generatore Robur, è l'unità logica del controllo che sovrintende alla gestione delle funzioni di produzione di acqua fredda.

Prima accensione = operazione di messa in servizio dell'apparecchio che può essere eseguita solo ed esclusivamente da un CAT.

Richiesta servizio = è il segnale che attiva un determinato servizio. Alcune richieste di servizio possono essere passate al sistema di controllo Robur in diverse modalità (direttamente al DDC o attraverso RB100/RB200).

Servizio = per i sistemi di controllo Robur, è il termine utilizzato per

individuare una specifica funzionalità delle risorse gestite dai controllori (servizio riscaldamento, servizio ACS, servizio condizionamento, servizio valvola, servizio circolatore, servizio sonde...).

Servizio ACS base = servizio di ACS ottenuto con l'impianto base.

Servizio ACS separabile/separato = servizio di ACS ottenuto con l'impianto ACS separabile/separato.

Sistema ibrido = sistema composto da pompe di calore Robur e caldaie (Robur o di terze parti).

Sistema misto = sistema composto da unità Robur e unità di terze parti.

2 VANTAGGI DELLA TECNOLOGIA AD ASSORBIMENTO A GAS

- ▶ Elevatissima efficienza energetica invernale.
- ▶ Elevati risparmi sui costi di gestione (fino al 40%).
- ▶ Elevatissima affidabilità grazie alla quasi totale assenza di parti in movimento.
- ▶ Evita l'aumento della potenza elettrica installata.
- ▶ Possibilità di abbinamento a caldaie o refrigeratori di terze parti.
- ▶ Funzionamento stabile ed efficiente anche a temperature esterne molto basse (versioni aerotermitiche).
- ▶ Assenza di degrado delle prestazioni nel tempo.
- ▶ Erogazione di potenza ininterrotta durante lo sbrinamento (versioni aerotermitiche).
- ▶ Circuito termodinamico esente da qualunque manutenzione programmata (la manutenzione è comparabile a quella richiesta per una caldaia a condensazione).
- ▶ Continuità del servizio grazie alla regolazione modulare.
- ▶ Nell'applicazione geotermica per riscaldamento, dimezza la necessità di sonde.
- ▶ Nessun uso di refrigeranti tossici, dannosi all'ambiente o alla fascia dell'ozono.
- ▶ Circuito sigillato che non necessita di rabbocchi di refrigerante.
- ▶ Nessun consumo d'acqua in condizionamento (non c'è torre evaporativa).
- ▶ Aumento della qualificazione energetica dell'immobile.
- ▶ Dati di prestazione certificati da enti terzi indipendenti presso i loro laboratori.
- ▶ Possibilità di alimentare il ciclo ad assorbimento usando vari vettori energetici come gas naturale, biometano o idrogeno.
- ▶ Possibilità di accesso ai meccanismi incentivanti previsti per le pompe di calore e per gli apparecchi di riscaldamento ad alta efficienza.
- ▶ Possibilità di estensione della garanzia sul circuito ermetico (manodopera e ricambi).
- ▶ Possibilità di monitoraggio e ottimizzazione remota tramite dispositivi IoT (Internet of Things) per la raccolta dei dati e l'invio al cloud e portale web per la consultazione dei dati e la modifica delle impostazioni.

3 CICLO AD ASSORBIMENTO A GAS

Nel ciclo frigorifero classico (a compressione di vapore) il processo per far passare il refrigerante gassoso dalle condizioni di bassa pressione/bassa temperatura all'uscita dell'evaporatore alle condizioni di alta pressione/alta temperatura all'ingresso del condensatore viene eseguito grazie ad un compressore meccanico (solitamente mosso da un motore elettrico).

La differenza sostanziale del ciclo ad assorbimento a gas è che questo stesso processo viene eseguito grazie ad una compressione termica, articolata in tre fasi principali:

1. La soluzione ad alta pressione viene riscaldata dal vettore energetico al punto da rilasciare il refrigerante in fase gassosa, ad alta temperatura.
2. Attraverso una reazione spontanea refrigerante/assorbente, il refrigerante gassoso viene assorbito in una fase liquida a bassa pressione.
3. La pressione della soluzione liquida viene innalzata grazie a una pompa e la soluzione viene nuovamente immessa nel generatore per reiterare il ciclo.

I vantaggi di questo processo termo-fisico rispetto alla compressione meccanica tradizionale sono sostanzialmente i seguenti:

1. L'innalzamento della pressione di un liquido richiede di gran lunga meno energia (elettrica) rispetto alla compressione di un gas
2. La reazione di assorbimento è fortemente esotermica ed il calore rilasciato può essere utilmente sfruttato
3. Il vettore energetico che fornisce energia al processo è energia primaria (gas naturale/GPL, ma anche biometano) oppure idrogeno.

Nel ciclo ad assorbimento a gas il refrigerante è l'ammoniaca e l'assorbente l'acqua.

3.1 DESCRIZIONE DETTAGLIATA

Per una descrizione dettagliata del ciclo termodinamico di una pompa di calore GAHP è opportuno riferirsi alla Figura 3.1 p. 3, che rappresenta il circuito frigorifero di una GAHP-AR (pompa di calore ad assorbimento a gas di tipo reversibile per produzione alternata di acqua calda o acqua refrigerata) in modalità riscaldamento. Il bruciatore multi gas (D) è utilizzato per scaldare la soluzione assorbente-refrigerante provocando la separazione dei due componenti per evaporazione del refrigerante nella colonna di distillazione (C). Nel ciclo ad assorbimento a gas il refrigerante è l'ammoniaca e l'assorbente l'acqua.

Il complesso bruciatore-colonna di distillazione (C+D) viene definito generatore e nelle pompe di calore ad assorbimento sostituisce il compressore tipico delle pompe di calore elettriche.

Il vapore di refrigerante uscente dal generatore, attraversando il rettificatore (B) si separa dalle ultime parti d'acqua presenti ed entra nello scambiatore di calore a fascio tubiero (L), il quale, se l'unità funziona in riscaldamento, assume il ruolo di condensatore della pompa di calore.

In questa parte del ciclo lo scambiatore di calore funge da condensatore del refrigerante, il quale cede all'acqua dell'impianto di riscaldamento il calore latente di condensazione.

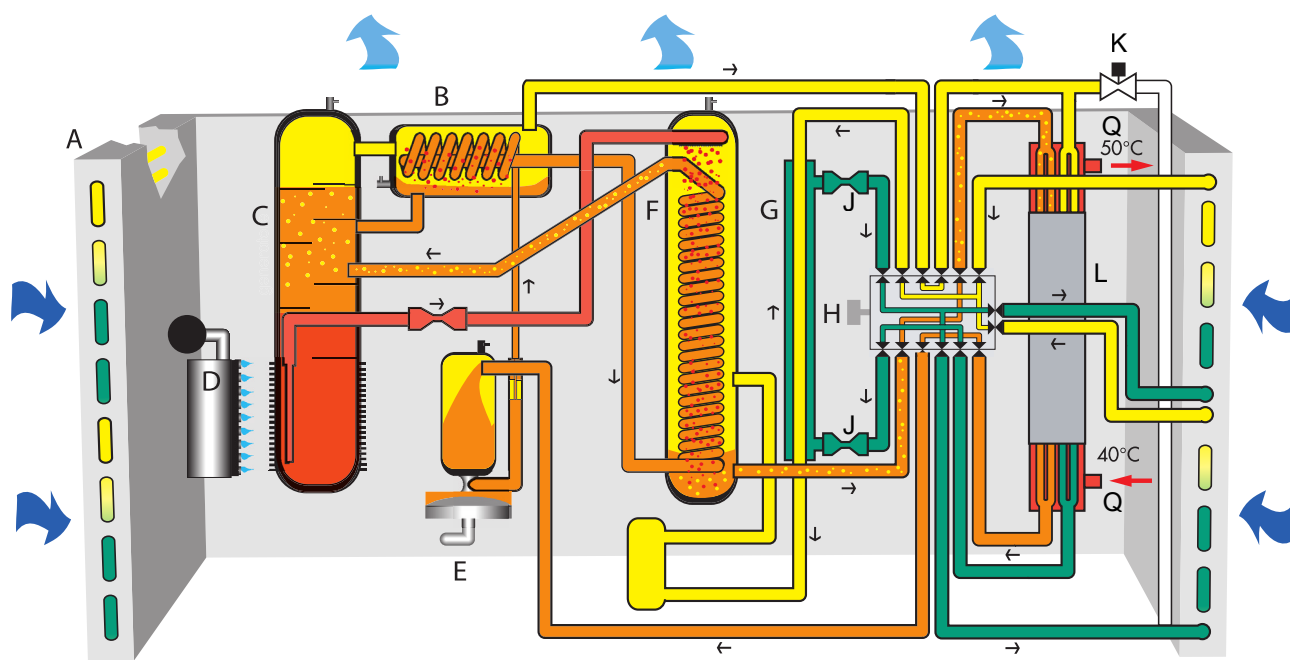
Questo passaggio di stato del refrigerante costituisce quindi il primo effetto utile del ciclo termodinamico.

Il refrigerante uscente dalla sezione di condensazione attraversa una prima sezione di laminazione (J), uno scambiatore di calore tubo in tubo (G) ed una seconda sezione di laminazione (J) dove progressivamente, attraverso successive diminuzioni di pressione e di temperatura, è portato alle condizioni ideali per cambiare nuovamente di stato passando alla fase gassosa.

Nella batteria alettata (A) infatti il refrigerante, prelevando calore dall'aria dell'ambiente esterno, evapora. In questa parte del circuito la pompa di calore importa all'interno del ciclo una porzione di energia rinnovabile aerotermica. Il refrigerante utilizzato dalle pompe di calore GAHP, l'ammoniaca, può evaporare fino a -33 °C alla pressione ambiente. Questa caratteristica termodinamica del refrigerante consente di prelevare energia rinnovabile dall'aria anche quando la temperatura di quest'ultima raggiunge valori fortemente negativi, e permette quindi di non aver bisogno di caldaie di backup. L'ammoniaca evaporata nella batteria alettata (A), dopo essersi surriscaldata nello scambiatore tubo in tubo (G) entra nel pre-assorbitore (F) dove incontrandosi con l'assorbente nebulizzato (l'acqua) dà luogo alla reazione di assorbimento vera e propria. L'assorbimento è una reazione chimica esotermica che necessita di veder asportata l'energia termica emessa. Nel pre-assorbitore (F) tale energia viene parzialmente utilizzata per preriscaldare la soluzione acqua-ammoniaca prossima a rientrare nel generatore. Per completare la reazione di assorbimento, la soluzione viene inviata nuovamente allo scambiatore di calore a fascio tubiero (L). In questa fase del ciclo, lo scambiatore consente di cedere al fluido termovettore dell'impianto termico una considerevole quantità di energia termica che costituisce il secondo effetto utile del ciclo termodinamico.

La soluzione acqua-ammoniaca uscente dallo scambiatore di calore (L) viene inviata dalla pompa delle soluzioni (E) nuovamente al generatore (C), passando nuovamente per il pre-assorbitore (F) e il rettificatore (B) dove si preriscalda recuperando calore dal ciclo stesso. Nel generatore ricomincia quindi il ciclo termodinamico appena descritto. La valvola di inversione del ciclo della pompa di calore (H), prevista solo per le unità GAHP-AR, è costituita da un organo meccanico attraverso il quale viene deviato il flusso di refrigerante nel circuito. Tale operazione consente di invertire stagionalmente la modalità di funzionamento e produrre acqua calda nella stagione di riscaldamento e acqua refrigerata nella stagione di condizionamento. La valvola di defrosting (K), prevista solo per le pompe di calore aerotermiche GAHP A e GAHP-AR, permette qualora necessario un rapido scongelamento della batteria alettata, senza bisogno di invertire il ciclo frigorifero o di attivare ausiliari elettrici. Questo perché, come si vede dalla Figura 3.1 p. 3 seguente, solo uno dei due apporti energetici allo scambiatore (L) viene deviato verso la batteria, e si tratta nella fattispecie di vapore caldo di ammoniaca. Questo permette di garantire rapidamente la rimozione del ghiaccio e di garantire allo stesso tempo il 50% di potenza al circuito riscaldamento, senza alterare in modo sensibile l'efficienza dell'apparecchio.

Figura 3.1 Ciclo assorbimento GAHP-AR riscaldamento



- | | | | | | |
|---|--------------------------|---|--|---|--------------------------------|
| A | Batteria alettata | G | Scambiatore tubo in tubo | N | Soluzione ricca di ammoniaca |
| B | Rettificatore | H | Valvola di inversione del ciclo | O | Ammoniaca allo stato di vapore |
| C | Colonna di distillazione | J | Valvola di laminazione | P | Ammoniaca allo stato liquido |
| D | Brucciato | K | Valvola defrosting | Q | Acqua impianto riscaldamento |
| E | Pompa soluzione | L | Scambiatore di calore a fascio tubiero | | |
| F | Pre-assorbitore | M | Soluzione povera di ammoniaca | | |