



# Casartigiani Servizi srl

## **CORSO F-GAS**

**Corso di formazione per la preparazione agli esami  
di certificazione per il personale addetto alle  
apparecchiature fisse di refrigerazione,  
condizionamento d'aria e pompe di calore  
contenenti taluni gas fluorurati ad effetto serra**

## **Tecniche frigorifere**

# **Specializzazione pratica**

Rev. 1 del 25 luglio 2013

## TECNICHE FRIGORIFERE

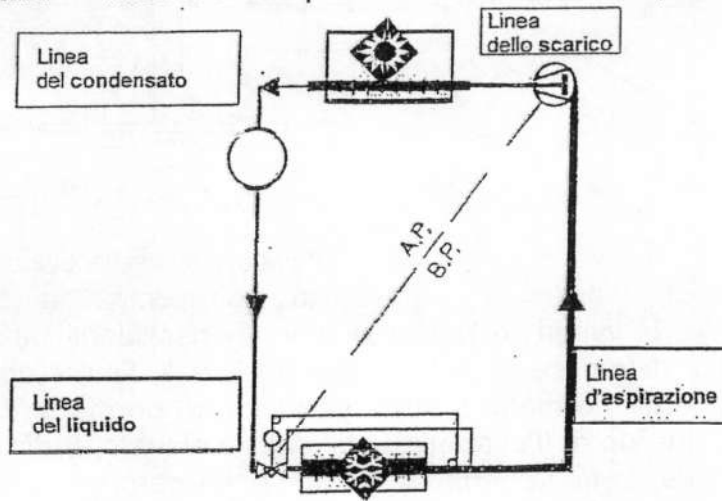
### PROGRAMMA DI MASSIMA DEL CORSO DI **SPECIALIZZAZIONE**

- Breve sintesi sul circuito frigorifero e sui componenti
- Esposizione degli impianti di refrigerazione e condizionamento dell'aria uso civile (caratteristiche, installazioni e funzionamento)
- Apparecchiature di controllo e regolazione
- Linee di rame e procedimenti pratici per i collegamenti
- Attrezzatura
- Interventi – installazione – manutenzione
- Parte elettrica
- Disservizi
- Saldatura
- Attività pratiche

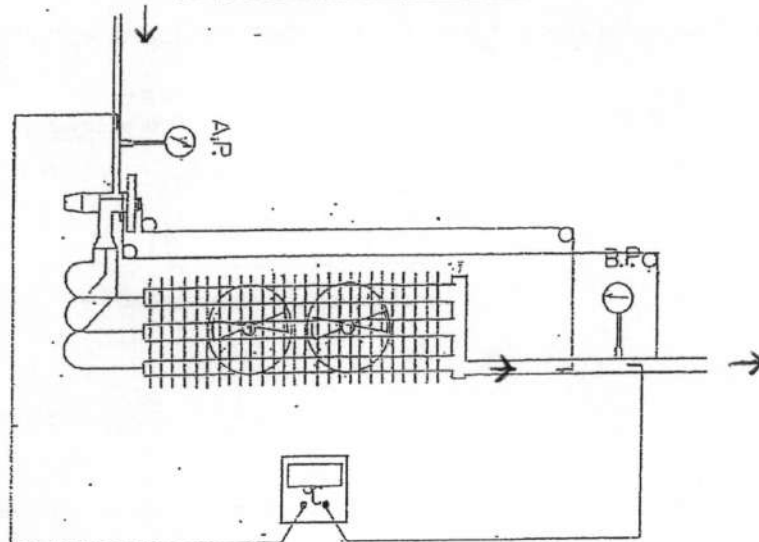
## UN BREVE RICHIAMO

### Il controllo del su/r & sott/r

La pratica raccomandata per il controllo consiste nel metodo pressione/temperatura = misura di una pressione e di due temperature.

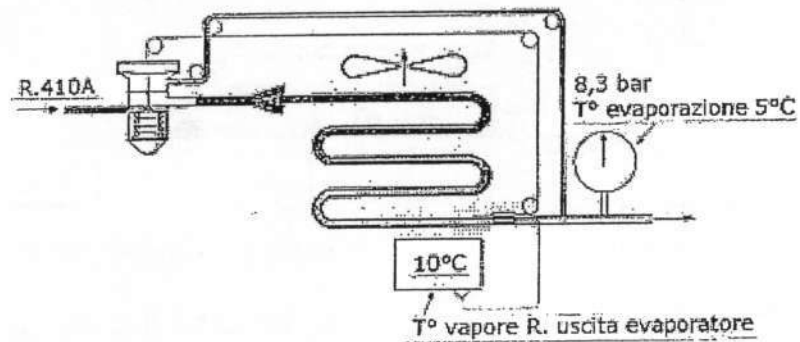


CIRCUITO FRIGORIFERO DI BASE

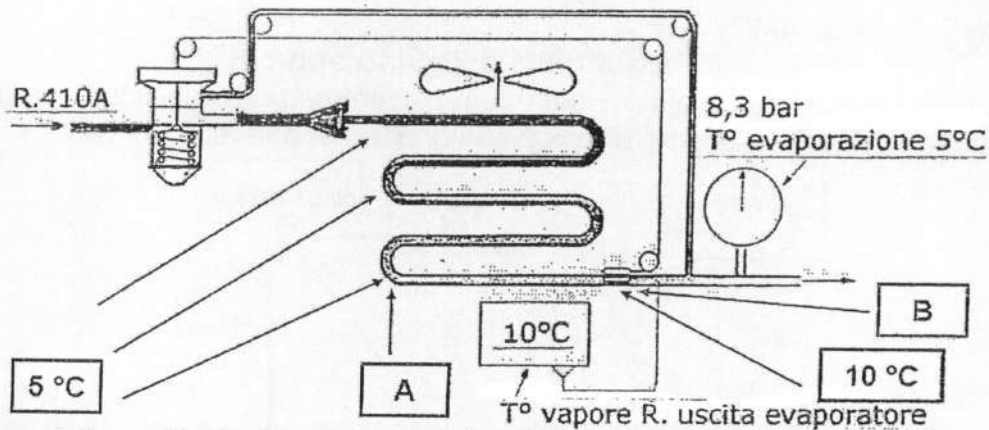


La disposizione ideale della strumentazione per il controllo su/r e del sott/r

### RILEVAZIONE DEL GRADO DI SURRISCALDAMENTO DI VAPORE R. EVAPORATORE



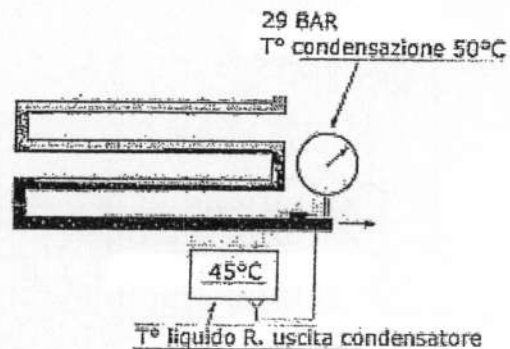
$$\begin{aligned}
 T^\circ \text{ al bulbo VET} - T^\circ \text{ evaporazione} &= T^\circ \text{ surriscaldamento} \\
 T^\circ 10^\circ\text{C} - T^\circ 5^\circ\text{C} &= 5^\circ\text{C}
 \end{aligned}$$



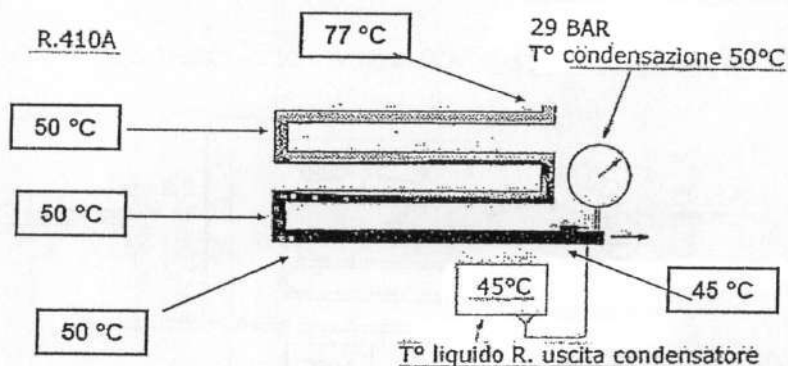
L'ultima gocciolina di liquido si vaporizza nell'esempio a 5°C verso l'uscita dell'evaporatore (A). I vapori continuano poi a riscaldarsi fino al punto B. Il surriscaldamento è la differenza di temperatura tra B e A. Qui, è uguale a  $10 - 5 = 5^\circ\text{C}$ : questo è perfettamente normale. Il surriscaldamento permette di valutare il livello del riempimento in liquido dell'evaporatore. *Troppo elevato, indica una mancanza di liquido, troppo debole, indica al contrario che l'evaporatore contiene liquido in più che non è capace di vaporizzare*

#### RILEVAZIONE DEL GRADO DI SOTTORAFFREDDAMENTO DI LIQUIDO R. CONDENSATORE

R.410A



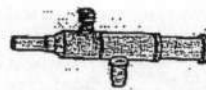
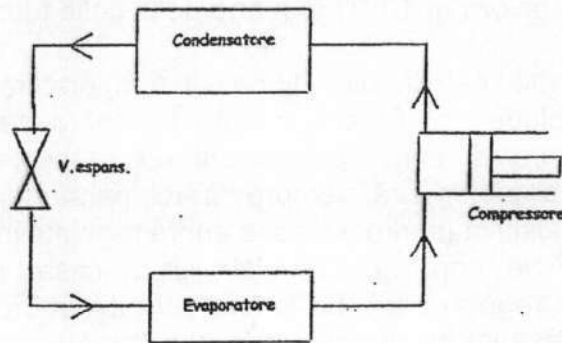
$$\begin{aligned} T^\circ \text{condensazione} - T^\circ \text{liquido R. uscita condensatore} &= T^\circ \text{sottoraffreddamento} \\ T^\circ 50^\circ\text{C} - T^\circ 45^\circ\text{C} &= 5^\circ\text{C} \end{aligned}$$



Con il surriscaldamento, è un po' come se si vedesse il livello del liquido nei tubi dell'evaporatore; con il sottoraffreddamento, è un po' come se si immaginasse il livello del solo liquido nel condensatore. Il sottoraffreddamento permette di valutare il livello del riempimento in solo liquido nel condensatore: troppo elevato, indica che c'è eccedenza di liquido nel condensatore. *Troppo debole, indica al contrario che c'è mancanza di liquido nel condensatore.*

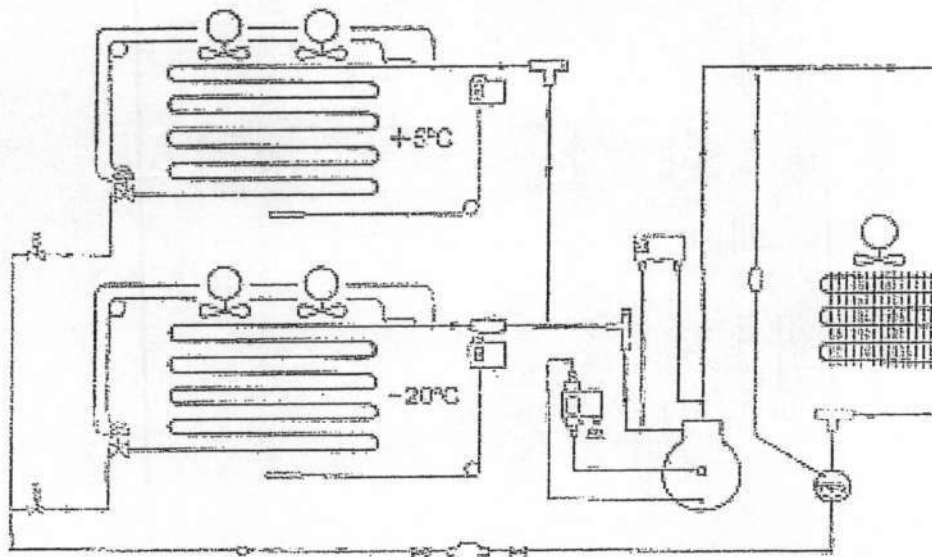
## ESEMPI IMPIANTI DI REFRIGERAZIONE

### CIRCUITO A SINGOLO STADIO



REGOLATORE DI PRESSIONE

### IL FUNZIONAMENTO DELLA VALVOLA REGOLATRICE DELLA PRESSIONE DI EVAPORAZIONE.



Si prenda in considerazione un impianto di refrigerazione commerciale composto da un unico compressore e da due celle: una a temperatura positiva a  $+5\text{ }^{\circ}\text{C}$  e l'altra per surgelati a  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

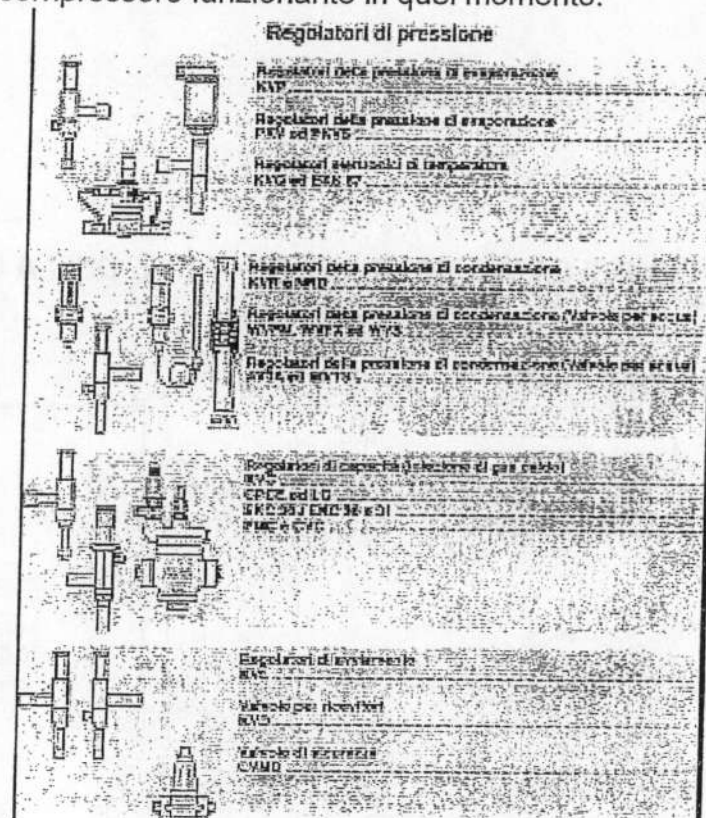
All'uscita dell'evaporatore funzionante per la cella a temperatura positiva è posta una barostatica (si tratta del regolatore di pressione di evaporazione, vale a dire è una valvola a pressione costante), mentre all'uscita dell'evaporatore per i surgelati è installata una valvola di non ritorno.

La valvola barostatica ha la funzione di assicurare una pressione di evaporazione costante all'evaporatore della cella positiva. La valvola di non ritorno impedisce che il

refrigerante si condensi nell'evaporatore freddo della cella B.T. nei periodi in cui il compressore non è in funzione.

Quando l'impianto è in marcia normale e con entrambi gli evaporatori alimentati, la pressione che si leggerà sulla barostatica corrisponderà ad una temperatura di 10 °C inferiore alla temperatura ambiente della relativa cella frigorifera di +5 (ad esempio  $T_0 = -5$  °C), mentre sul manometro in aspirazione compressore si leggerà una  $t_0$  di -30 °C (cioè di 10 °C in meno rispetto alla temperatura della cella dei surgelati. In pratica il compressore si sceglie nel campo di lavoro di 10 °C in meno della cella funzionante a temperatura più bassa del sistema).

Quando poi l'elettrovalvola del circuito di bassa temperatura (controllata dal relativo termostato) chiude, esclude dal funzionamento l'evaporatore dei surgelati. In questa situazione, la temperatura di evaporazione sul compressore scenderà ulteriormente, mentre sulla barostatica si leggerà sempre la temperatura di 10 °C in meno della temperatura della cella positiva (altrimenti essa andrà regolata in quel preciso momento. In ogni caso, queste valvole sono già regolate dalla casa, per cui non necessitano normalmente di ulteriore regolazione). La lettura sul rubinetto del compressore indicherà l'effettiva resa del compressore funzionante in quel momento.



## CIRCUITI FRIGORIFERI NELLA REFRIGERAZIONE IMPIANTI A PIU' STADI

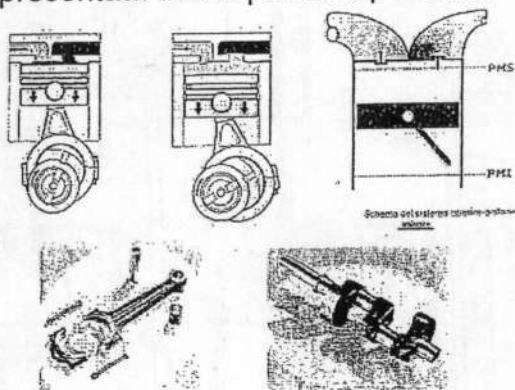
### Impianto frigorifero a due fasi in cascata per basse temperature.

Due sono i fattori che hanno influenza sull'efficienza volumetrica del compressore (cioè volume di gas che il compressore sposta, riferito in % del volume teorico spostato in  $m^3$ ) ed entrambi si manifestano all'aumentare del divario tra pressione di aspirazione e pressione di scarico. Durante il funzionamento, lo spazio nocivo del compressore rimane pieno di gas ad ogni corsa del pistone. Quando il pistone scende, quel gas si riespande e occupa, in parte, dello spazio tra testa del cilindro e faccia superiore del pistone, che dovrebbe essere occupato dal gas proveniente dall'aspirazione. Più alta è la pressione di

scarico, più alta è la densità di questo gas e più volume sarà occupato da esso durante la fase di riespansione. Per questo motivo la capacità del compressore diminuisce quando aumenta il rapporto di compressione.

Il secondo fattore è la temperatura delle pareti del cilindro, del pistone e della testa. Anche essa aumenta all'aumentare del rapporto di compressione.

Una buona soluzione è rappresentata dall'impianto a più stadi.



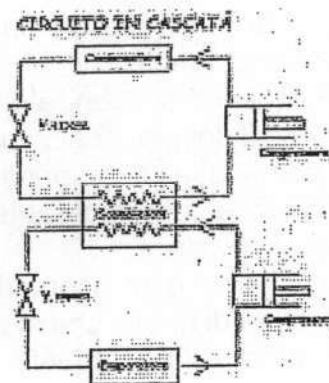
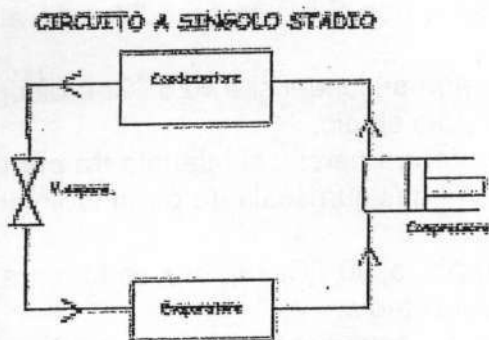
Anche se più caro come costo di impianto, il sistema a due o più stadi consente notevoli economie di esercizio nel confronto col sistema a singolo stadio a elevato rapporto di compressione.

Nel sistema a due stadi in "cascata", lo stadio di alta temperatura (ad esempio a R.404A) viene usato per mantenere su livelli molto bassi la temperatura di condensazione dello stadio di bassa temperatura.

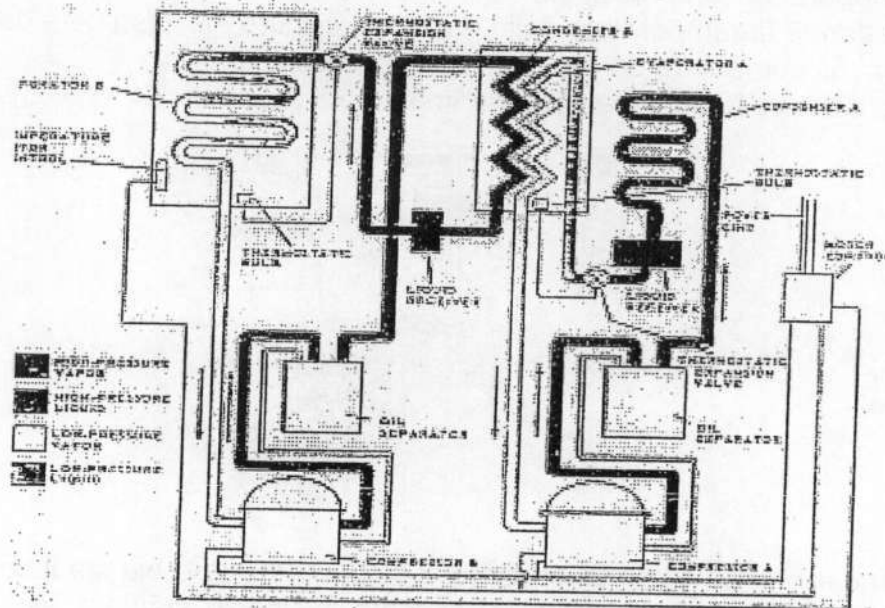
Perché questo avvenga, il refrigerante dello stadio di alta viene fatto evaporare nel condensatore/ricevitore dello stadio di bassa

In questo modo si ottengono due impianti indipendenti, entrambi con un rapporto di compressione accettabile.

### CIRCUITI FRIGORIFERI NELLA REFRIGERAZIONE IMPIANTI A PIU' STADI



## IMPIANTO FRIGORIFERO A DUE FASI IN CASCATA



REFRIGERANTI UTILIZZATI: nel circuito ad alta temperatura R.22, R.134A, miscele HFC (R.507) ammoniac, propilene, idrocarburi; nel circuito a bassa temperatura CO<sub>2</sub>, HFC-23, R.508B.

### IL DOPPIO STADIO

Anche questo sistema è impiegato in impianti in cui esiste un alto divario tra temperatura di evaporazione e temperatura di condensazione. Ad esempio, facendo lavorare una normale macchina a R.22 con temperatura di evaporazione = -40 °C, e temperatura di condensazione = +40 °C, sul rubinetto di scarico del compressore si avrebbero 120,130 °C. Il carter si scalderebbe talmente che l'olio diventerebbe poco denso e perderebbe sia il potere lubrificante che quello di raffreddamento.

Il doppio stadio è una macchina che pompa in un'altra macchina, quest'ultima aspira e pompa nel condensatore. In questo modo si spezzetta e non si hanno grandi temperature di surriscaldamento.

Quindi, quando si scende oltre i -25 °C (a meno che non si condensi a +25 °C, e bisogna vedere se il doppio stadio conviene) è utile usare il doppio stadio.

Nella prima fase si comprime e poi si scende di temperatura perché si inietta tra prima e seconda fase del refrigerante, cioè si deve "risaturare" il gas surriscaldato portandolo sulla linea di saturazione.

Di lì si riparte e si ricomprime giungendo ad esempio a 90 °C, minore comunque di temperatura di quello che si avrebbe se fosse ad un solo stadio.

Per migliorare il rendimento del compressore è sempre conveniente di sottoraffreddare il liquido che va inviato alla termostatica. Si ottiene il sottoraffreddamento a mezzo di uno scambiatore o intercooler ad espansione diretta a mezzo di valvola termostatica.

Il doppio stadio si può realizzare anche con un'unica macchina. Essa si compone di un certo numero di cilindri (3 o più) di cui una parte di essi aspirano dall'evaporatore e sono chiamati cilindri di prima fase, gli altri aspirano i gas compressi dai cilindri di prima fase e li comprimono nel condensatore e sono detti di seconda fase.

Fissando le medesime condizioni di funzionamento relativi a due compressori uno monostadio e l'altro a doppio stadio si evidenzia che nel doppio stadio si hanno : resa

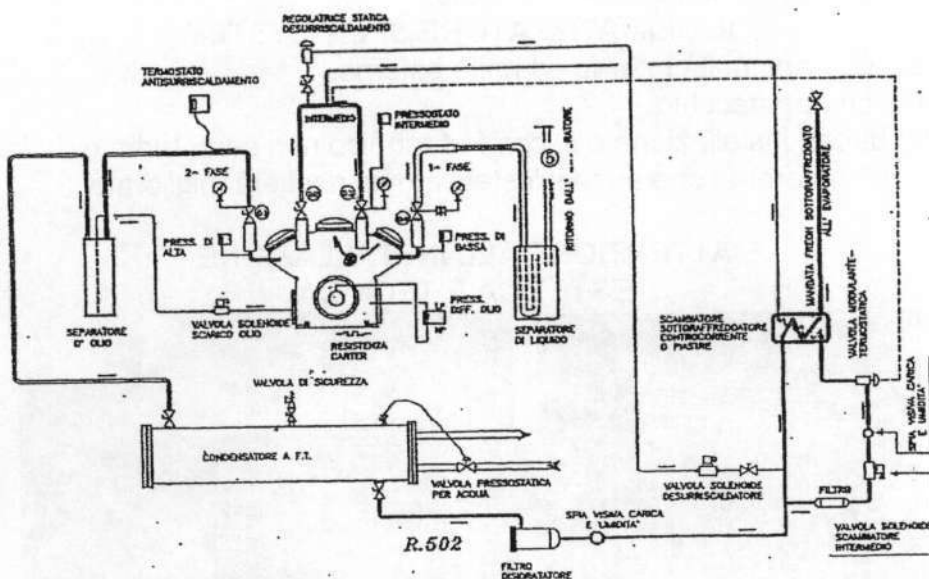
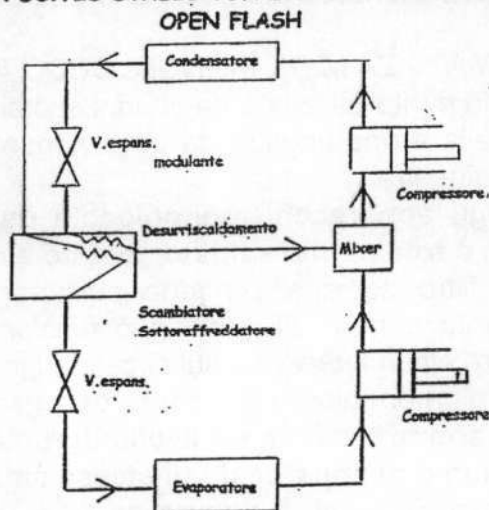


frigorifera maggiore di circa il 40%, temperatura dei gas compressi minore, il COP maggiore del 20%, rapporto di compressione minore.

La macchina a doppio stadio, anche come potenza assorbita all'asse, a parità di resa è più conveniente. Ci si guadagna come rendimento energetico.

Nota. Spesse volte per impianti a bassissime temperatura si vedrà la liquida brinata e la pressione in quel punto è alta (es. 19 bar) perché si tratta di liquido sottoraffreddato.

#### CIRCUITO A DOPPIO STADIO CON EVAPORATORE INTERMEDIO



#### DOPPIO STADIO A UNICA MACCHINA

#### IL FABBRICATORE DI GHIACCIO (PER BAR)

La pressione di aspirazione, in condizioni standard (si tratta di temperature convenzionali di riferimento che autorizzano i confronti), si posiziona su valori di 0,5 bar (R. 134A) e di 2,4 e 2,6 bar (R.404A), **la temperatura di evaporazione corrisponde a -18°C.**

La pressione di scarico corrisponde a 8 e 9 bar (R.134A) e 17 e 18 bar (R.404A), la temperatura di condensazione corrisponde a circa 40 °C.

#### DAL FRIGORIFERO ALLA CLIMATIZZAZIONE

Il principale ruolo di un climatizzatore è quello di mantenere una temperatura piacevole alle persone che stanno in un certo ambiente.

La differenza tra un frigorifero, un climatizzatore, una cella, un tunnel di congelamento, una macchina per il ghiaccio, una centrale frigorifera, ecc... eccetera... deriva

principalmente delle temperature di funzionamento e da particolarità tecnologiche, proprie di ognuno di questi apparecchi. *Ma in ciascuno di essi, c'è sempre almeno un compressore, un condensatore, una valvola di scarico (laminazione) ed un evaporatore !*

### IL CLIMATIZZATORE

Il ciclo frigorifero funziona sempre allo stesso modo ma la tecnologia del circuito frigorifero risulta adattata alla climatizzazione. Andiamo ad analizzare questa tecnologia.

#### IL CLIMATIZZATORE MONOBLOCCO A FINESTRA

Si tratta di un apparecchio molto utilizzato negli anni scorsi, ma oggi giorno però è un po' passato di moda. Si installa a una finestra da dove appunto deriva principalmente il suo nome di climatizzatore "a finestra".

**Il grosso vantaggio degli apparecchi monoblocchi risiede precisamente nel fatto che il circuito frigorifero è totalmente saldato, testato e caricato in stabilimento.**

Se gli scambiatori e il filtro ad aria vengono puliti regolarmente, un climatizzatore monoblocco, ben progettato e ben utilizzato, può funzionare anche a lungo come un frigorifero, senza richiedere alcun intervento sul circuito frigorifero.

Purtroppo, il climatizzatore monoblocco **presenta due grossi inconvenienti: non è il massimo dell'estetica e soprattutto ha un livello di rumorosità sempre superiore se paragonato ad altre tipologie di apparecchi di stessa categoria.**

Tuttavia, nella maggioranza dei casi, il rumore generato dall'apparecchio è un criterio determinante per la scelta nel campo domestico

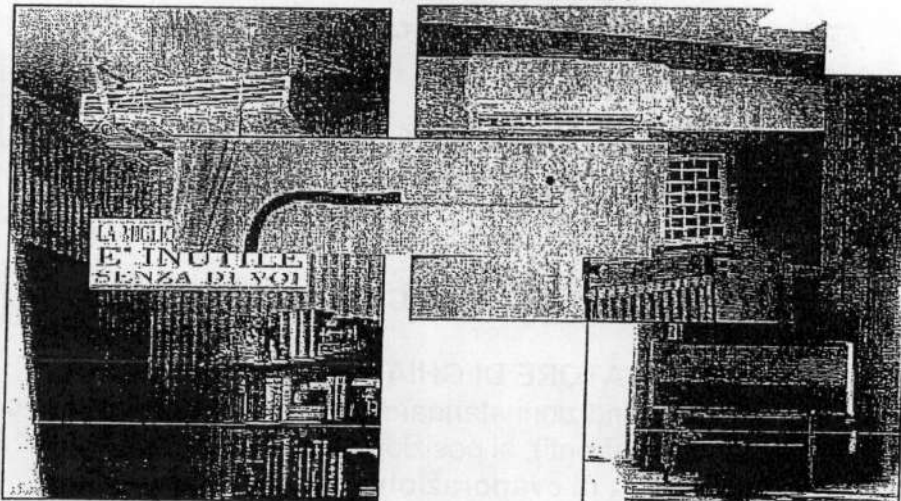
#### IL CLIMATIZZATORE SPLIT-SYSTEM

E' costituita di due parti: unità interna ed unità esterna.

Si prenda un buon apparecchio

Si esegua una buona installazione e il comfort termico non sarà turbato da fastidi acustici noteremo che anche l'estetismo ne risulterà migliorato.

#### ATTENZIONE ALL'INSTALLAZIONE ESTETICA E TECNICA



#### LE COSE DA NON FARE

#### CONDIZIONAMENTO DELL'ARIA PER COMFORT & BENESSERE SISTEMI SPLIT E MULTISPLIT

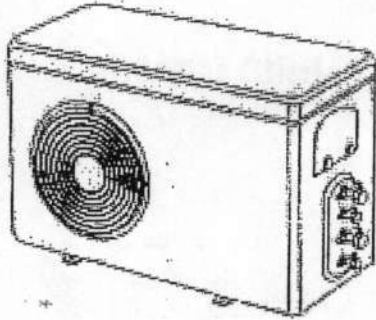
Si tratta di una tecnologia che sta avendo una notevole diffusione.

Sono realizzati in versione tipo:

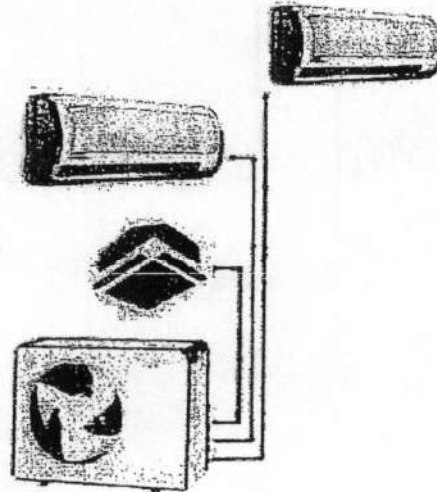
- Mono-split → costituiti da una sola macchina interna ed una singola esterna con compressore on/off o compressore con velocità variabile "a inverter".



- Multisplit, di solito con compressore a "inverter", sono disponibili→
  1. macchine con un solo compressore e più unità interne (sistema a tubazione multipla)
  2. macchine con più compressori e più unità interne (sistema a tubazione multipla)

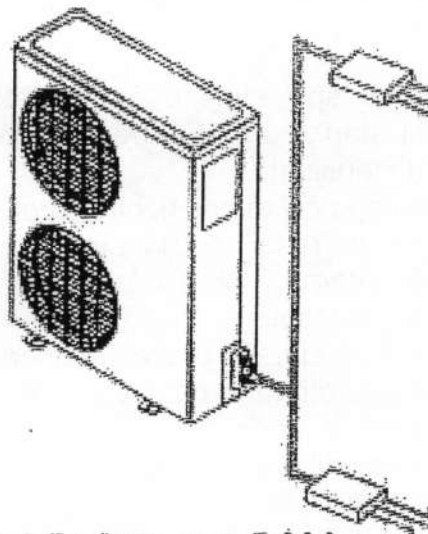


**U.E. multilinea per 2 U.I.**

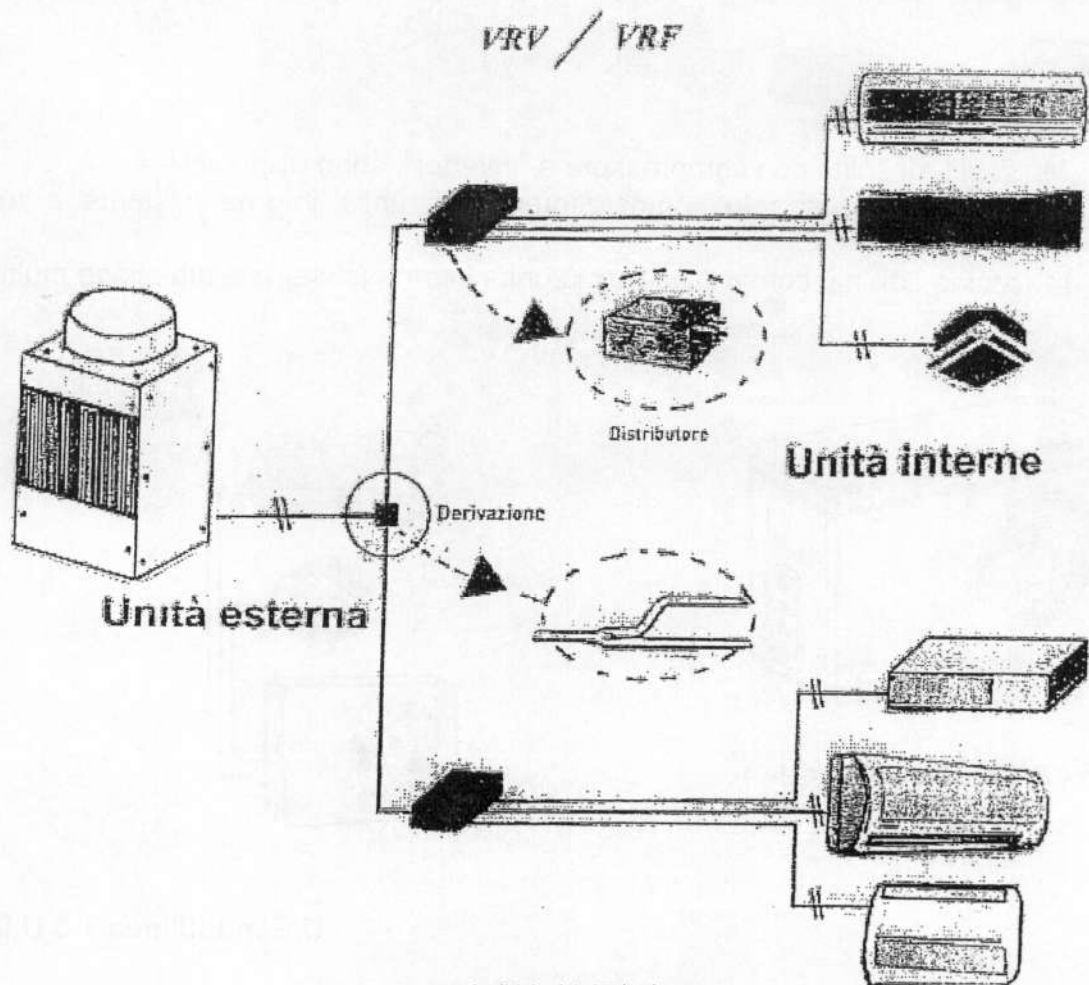


**U.E. multilinea + 3 U.I.**

3. macchine a portata variabile (con compressore a velocità variabile) e più unità interne del tipo VRV o VRF



**U.E. con distributore per 6 U.I.**



## UTILIZZO DI SOLI DUE TUBI FRIGORIFERI

(per raffreddamento e riscaldamento non simultaneo)

**DESCRIZIONE.** Il sistema split singolo è orientato alla climatizzazione di un singolo ambiente, a partire dalla stanza da letto, per arrivare all'esercizio commerciale relativo a locali non di eccessive dimensioni.

Per ambienti singoli di maggiori dimensioni si preferisce l'installazione di più unità, con grande attenzione al loro corretto posizionamento. In questi casi, la varietà disponibile nella tipologia delle unità interne è ampia (a soffitto con lancio unidirezionale, a cassetta con lancio in più punti, canalizzabili).

I sistemi multi-split sono destinati, prevalentemente, a casi multi-ambiente. Rispetto all'acquisto di più unità singole hanno una costruzione tecnicamente più costosa dell'unità esterna. Quando le potenze in gioco diventano di un certo interesse (palazzina adibita ad uffici, saloni di esposizione, alberghi ed altro, sempre restando nel genere split-system, allora si passa a sistemi VRV/VFR.

### MACCHINE CON TECNOLOGIA INVERTER

I normali climatizzatori funzionando con i loro compressori ad una velocità fissa danno una potenza di raffreddamento costante. Il risultato è che il compressore deve a intervalli fermarsi e poi ripartire per mantenere la temperatura impostata. L'inverter, tra le altre proprietà, variando la frequenza di alimentazione motore, ne varia la sua velocità

(variando il numero dei giri si ha anche una variazione di portata del refrigerante, e quindi di potenza); in questo modo si riesce a mantenere la temperatura nell'ambiente interno molto costante. Inoltre l'inverter consente al momento dell'avviamento, una partenza graduale del compressore al posto dei soliti picchi che si manifestano nel modello ON-OFF.

I modelli inverter presentano differenziazioni tecnologiche di rilievo che ne influenzano il rendimento energetico e il prezzo. Un ulteriore sviluppo di questa tecnologia si ha con l'adozione di compressori con rotore a magneti permanenti, detti DC inverter che migliorano ulteriormente il rendimento energetico.

**EFFICIENZA = MASSIMA PRODUZIONE DI FREDDO CON MINIMA SPESA DI ENNERGIA.**

#### VARIANTI DISPONIBILI:

- Pompa di calore (raffreddamento e riscaldamento non simultanei)
- A recupero di calore (raffreddamento e riscaldamento anche simultanei)
- Pompa di calore e a recupero di calore con condensatore ad acqua.

#### LA POMPA DI CALORE

Nel frigorifero viene utilizzata la parte fredda.

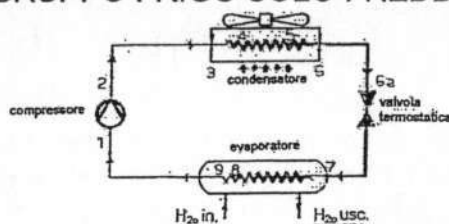
Nella pompa di calore viene utilizzata la parte calda.

**Pompa di calore**, evaporatore e condensatore **si scambiano il loro ruolo**: evaporatore diventa condensatore ed il condensatore diventa evaporatore.

Siccome non sarebbe pratico spostare gli scambiatori per il passaggio dal raffreddamento al riscaldamento di un locale, la commutazione da freddo a caldo avviene ad opera di una valvola deviatrice, precisamente di una valvola di inversione di ciclo (V4V)



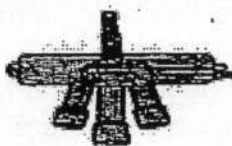
#### APPLICAZIONE GRUPPO FRIGO SOLO FREDDO



Mediante un opportuno dispositivo "la valvola a quattro vie" si realizza il modo più semplice per invertire il senso di percorrenza del fluido frigorifero. In questo modo, secondo la necessità, è possibile inviare il fluido caldo in uscita dal compressore o nella batteria esterna o in quella interna. La batteria in questione diventerà ora condensatore, ora evaporatore a secondo delle circostanze.

**Quindi la differenza principale tra un sistema solo freddo ed uno che fa anche da riscaldamento, è la presenza in quest'ultimo della V4V.**

#### LA VALVOLA A QUATTRO VIE



È utilizzata per l'inversione di ciclo in refrigerazione per lo sbrinamento dell'evaporatore. Installata in impianti split a pompa di calore, ha la caratteristica di decidere se mandare il gas caldo allo scambiatore interno per riscaldare l'aria (locale interno) in inverno, oppure se mandare il gas caldo alla batteria esterna per smaltire il calore in estate (funzionamento

in "raffreddamento") oppure per sbrinare la batteria esterna nel funzionamento invernale (fase di riscaldamento).

L'aspirazione del compressore è sempre collegata al tubo inferiore centrale. Lo scarico del compressore è sempre collegato al tubo isolato superiore. All'interno della valvola avviene la commutazione.

Per far muovere il gruppo all'interno della valvola principale è necessario che siano presenti la pressione di alta pressione e di bassa pressione, perché è la loro differenza che permette al gruppo di spostarsi.



### RISCHI DI COLPI DI LIQUIDO

Durante l'inversione del ciclo, può succedere che una certa quantità di liquido refrigerante possa essere aspirato dal compressore. Per evitarne l'inconveniente si usa installare un separatore di liquido.

### GUASTI

Prima di installare la valvola a quattro vie, verificare sempre la posizione del gruppo, osservando l'interno attraverso i tre fori inferiori. Se il gruppo è nella posizione intermedia, si batte l'estremità contro un pezzo di gomma o legno. Posizionarla in "raffreddamento" cioè con l'attacco di scarico (del tubo inferiore) rivolto verso lo scambiatore esterno prima dell'installazione se deve funzionare in fase estiva. La valvola deve essere montata in posizione orizzontale.



Il passaggio di gas caldo nei capillari si ha solo per un breve momento (durante l'inversione) poi, attraverso questi, non si ha più passaggio e quindi restano a temperatura ambiente.

Prima dell'installazione, posizionare il gruppo valvola a seconda del funzionamento (estivo o invernale).

Durante il funzionamento, se il tubo inferiore di sinistra è caldo, il gruppo si trova a destra e la via di destra del capillare deve essere a temperatura normale, altrimenti se il capillare è caldo, vuol dire che c'è tra filamento (cioè lo spillo del pistone non fa tenuta).

In questi casi per rimediare, occorre o far aumentare l'alta pressione o battere la valvola (un col pettino) o eseguire l'inversione. Se il tra filamento persiste, sostituire la valvola.

Se i tre capillari sono caldi, il gruppo è nella posizione intermedia ed il guasto è nella valvola pilota. In questo caso, controllare il montaggio meccanico, il collegamento elettrico, tensione, verificare l'aspetto del canotto.

Se il gruppo scorrevole resta bloccato in posizione intermedia, restano collegate alta pressione e bassa pressione, che tendono a equilibrarsi. Gli effetti sono simili a quelli che si hanno quando il compressore ha problemi alle valvole. Le cause che possono provocare il bloccaggio possono essere:

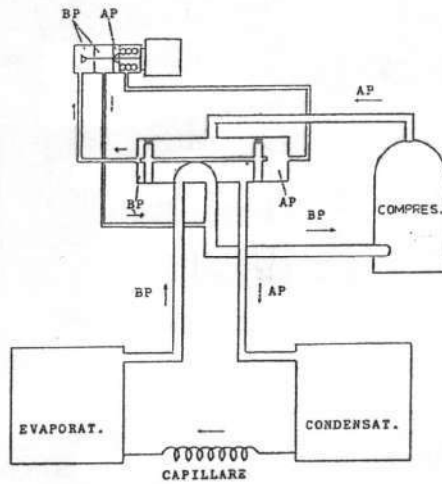
- Eccessivo riscaldamento durante la brasatura
- Ostruzione di uno dei capillari

- Mancanza di alimentazione, bobina bruciata o canotto rovinato
- Inversione del ciclo durante la fase di avvio compressore
- Sporczie e depositi all'interno che bloccano il movimento

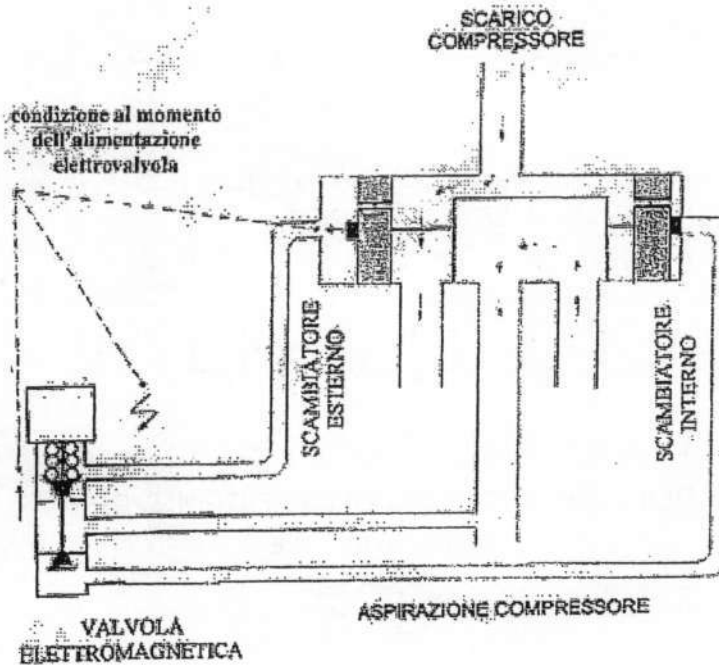
Solitamente è predisposto che nel funzionamento a freddo la bobina non viene alimentata.

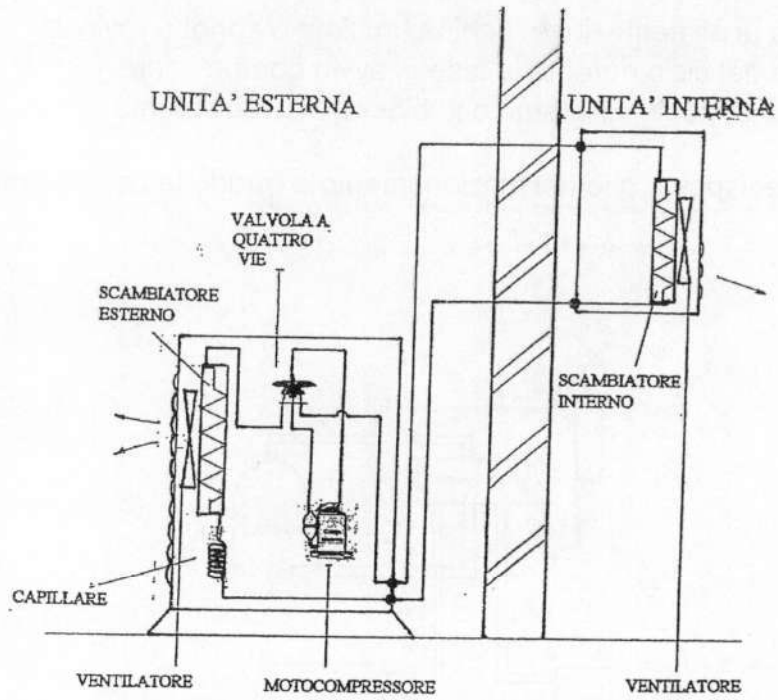
FUNZIONAMENTO ESTIVO AL MOMENTO DELL'AVVIAMENTO.

ELETTROVALVOLA A RIPOSO.



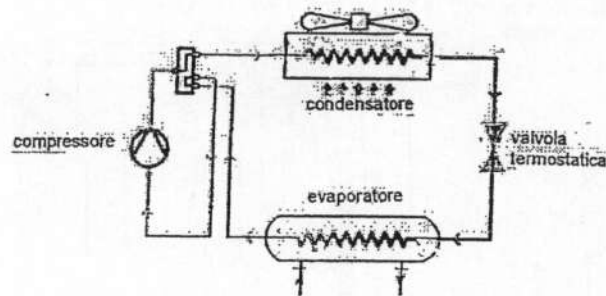
**VALVOLA DI INVERSIONE CICLO  
(VALVOLA A 4 VIE)**



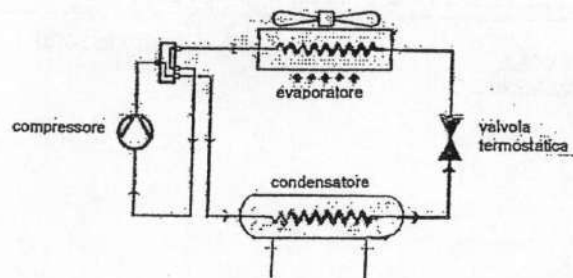


**SCHEMA IMPIANTO DI CLIMATIZZAZIONE ARIA-ARIA**

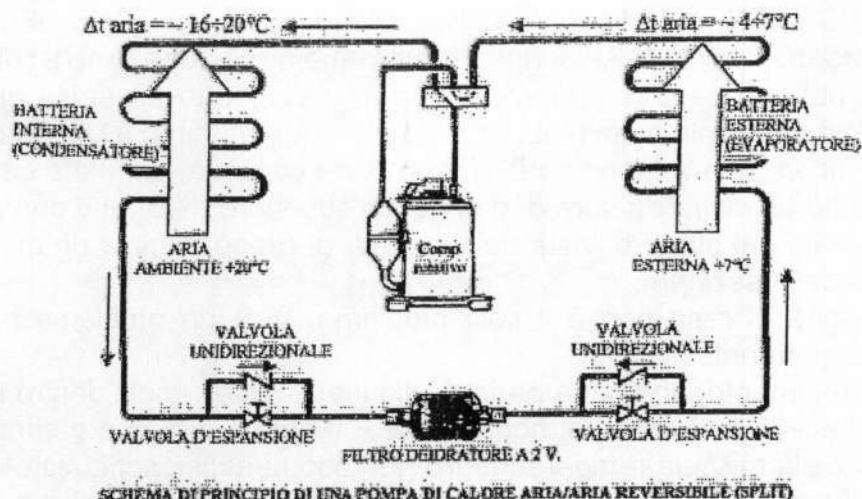
**APPLICAZIONE POMPA DI CALORE "ESTATE"  
CICLO ESTIVO**



**APPLICAZIONE POMPA DI CALORE "INVERNO"  
CICLO INVERNALE**







### L'AVVERTENZA TECNICA: GENERALITÀ

Qualunque sia il tipo del climatizzatore, avvertenza tecnica e rispetto delle istruzioni date dal costruttore sono sempre fondamentali.

Tra le informazioni generali che si trovano generalmente in questa avvertenza:

- > Le caratteristiche fisiche ed elettriche.
- > Le condizioni e i limiti di funzionamento.
- > Le raccomandazioni per scegliere l'area dell'unità interna e dell'unità esterna.
- > Il collegamento frigorifero.
- > L'alimentazione e il collegamento elettrico.
- > Il telecomando e l'uso.
- > Il funzionamento normale del climatizzatore.
- > gli involucri e la messa in opera.
- > La manutenzione del climatizzatore.

### TECNICHE DI SBRINAMENTO

Questa funzione è disponibile in climatizzazione, nelle macchine a pompa di calore, solo in modalità funzionamento caldo e permette di eliminare la brina che si può formare sulla batteria esterna. Le caratteristiche del controllo dipendono dal tipo di macchina, dal costruttore, dal tipo di microprocessore ecc.

### UN ESEMPIO DI ATTIVAZIONE SBRINAMENTO

- ⇒ La frequenza del compressore (in caso motore a velocità variabile), si riduce intorno a 30 Hz
- ⇒ La valvola a quattro vie viene disattivata
- ⇒ Il ventilatore esterno si ferma
- ⇒ La frequenza di lavoro del compressore sarà portata intorno a 90 Hz
- ⇒ Il ventilatore interno si ferma per prevenire le correnti di aria fredda.

### TERMINE SBRINAMENTO

- ⇒ Tempo trascorso = per esempio circa 8 minuti (o meno)
- ⇒ Temperatura scambiatore esterno  $\geq 10$  °C
- ⇒ Per tornare alla modalità di riscaldamento vengono nuovamente attivate la valvola a quattro vie ed il ventilatore dell'unità esterna. L'accensione del ventilatore dell'unità interna viene ritardata, in modo da evitare l'emissione di aria fredda.

## L'IMPORTANZA DELLA LUNGHEZZA E DELLA SEZIONE DEL TUBO

Tutte le case danno i valori delle lunghezze massime per le tubazioni di collegamento.

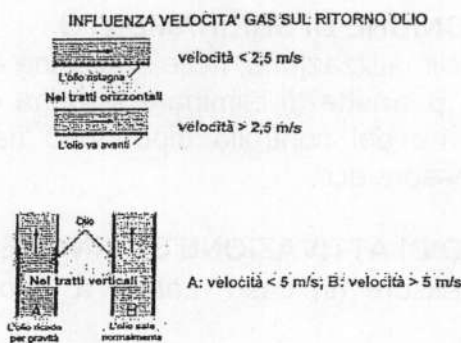
Il refrigerante nel suo percorso interno tubazioni è soggetto a perdite di carico, e se le linee vanno oltre certi limiti ne diminuiscono la resa dell'impianto. Dal punto di vista pratico può voler significare che volendo soddisfare a certe capacità, superate certe lunghezze si dovrà passare ad un climatizzatore di grandezza superiore (N.B. una curva a gomito della tubazione equivale dal punto di vista della perdita di carico, a circa un metro di tubazione dritta, dipende dalla sezione).

Ma la diminuzione di resa non è il solo problema. Vi è un problema più critico e che preoccupa maggiormente:

durante il funzionamento, una certa parte di olio lubrificante circola dentro il sistema, parte dal compressore e deve tornare al compressore. Il ritorno di olio è garantito a condizioni che la velocità della miscela refrigerante/olio nel tubo di aspirazione sia almeno maggiore od uguale a 2,5 metri al secondo. È chiaro che una lunghezza eccessiva della tubazione di aspirazione può pregiudicare il ritorno dell'olio al compressore.

Poi, nel caso di installazione di unità esterne più in alto rispetto all'unità interna la questione del ritorno dell'olio è maggiormente sentita. Fino a tre metri di dislivello non vi sono problemi. Per tratti superiori (vedere i valori dalla figura) si ricorre a sifoni che prelevano l'olio e poi al suo riempimento, il tappo di olio viene sparato in alto dal gas di ritorno. Il modo migliore resta quello di non superare mai i limiti imposti ed osservare gli accorgimenti suggeriti dalla varie case costruttrici per i relativi modelli, pena il fuori servizio del compressore.

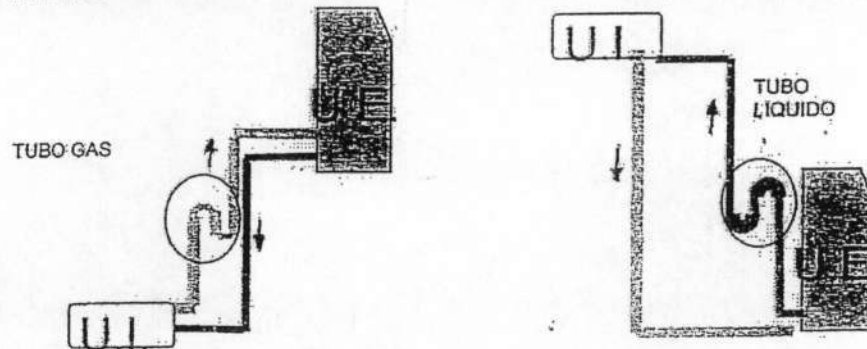
Vi sono certi tipi di macchine, vale a dire "VRV" e VRF" (già accennate) che per la loro particolare caratteristica di funzionamento assicurano il corretto ritorno di olio, garantendo rese e regolarità di funzionamento anche con distanze e dislivelli di gran lunga superiori ai limiti precedentemente indicati. Si tratta di macchine più sofisticate (in questi apparecchi viene suggerito di evitare sifoni, considerati di incremento delle perdite di carico a scapito della resa).



Per impianti funzionanti a basse temperature di evaporazione ( $T_0 = -10 \text{ }^\circ\text{C}$ ) o se il diametro tubo verticale supera 2", la velocità minima deve essere 8 m/s per far risalire l'olio nel tubo aspirazione compressore.

## SPLIT da 12.000 BTU

Limite dislivello 7 metri - per dislivello > 5 metri con sifone.



### RITORNO DELL'OLIO

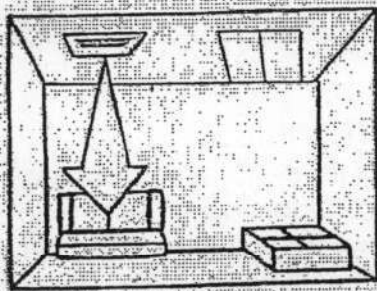
Il ritorno dell'olio è facilitato quando il compressore si trova al di sotto dell'evaporatore.

### La potenza frigorifera:

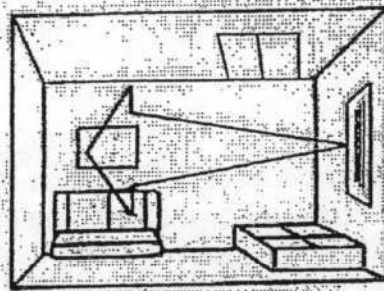
Quando si deve scegliere un climatizzatore, occorre fare quello che nel gergo si chiama un bilancio termico del locale. Si dovrà determinare il valore dei **carichi termici esterni** (muri, soffitto, vetrate,...) e quello dei **carichi termici interni** (occupanti, illuminazione, macchinari,...).

### IL CALCOLO DELL'AMBIENTE IN 7 PUNTI

- ⇒ Volume dell'ambiente
- ⇒ Attività d'uso (soggiornare – lavorare – dormire)
- ⇒ Posizione (a sud – a nord – est – ovest)
- ⇒ Costruzione (finestre...)
- ⇒ Confini (in particolare piano terra o ultimo piano)
- ⇒ Numero di persone e attività
- ⇒ Forma



evitare



preferire

UNA TABELLA DI CALCOLO SBRIGATIVA, SEMPLICE ED APPROSSIMATA

### VALORI DEL CARICO TERMICO

	Esposizione	Kcal/h x m <sup>2</sup>
Vetri semplici	N	70
Vetri semplici	S,E,O	190

Vetri doppi	N	60
Vetri doppi	S,E,O	160
Pareti esterne	N	10
	S,E,O	18
Pareti interne		7
Soffitto o pavimento Non interrato		7
Tetto irradiato		30
Tetto in ombra		10
Persone	110 Kcal/h · persona →	110
Illuminazione e Forza motrice		860 Kcal/h · Kw
Aria esterna (ricambi per aperture porte)	Kcal/h · m <sup>3</sup> →	7
<b>TOTALE</b>		<b>Kcal/h</b>

### METODO RAPIDO DI STIMA DELLA POTENZA FRIGORIFERA

Esiste uno strumento di stima rapida, sotto forma di coefficiente che permette di determinare la potenza frigorifera unitaria dell'impianto. Il suo uso dovrebbe però limitarsi a preventivi di massima. Nel caso di abitazioni, tali coefficienti possono essere usati direttamente.

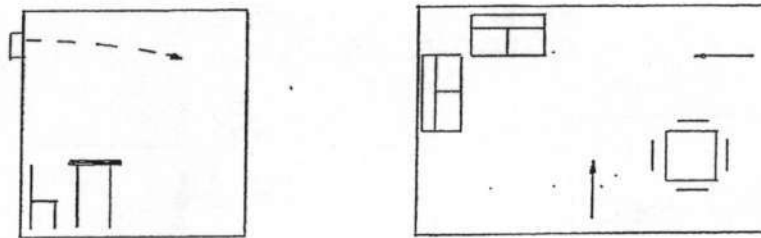
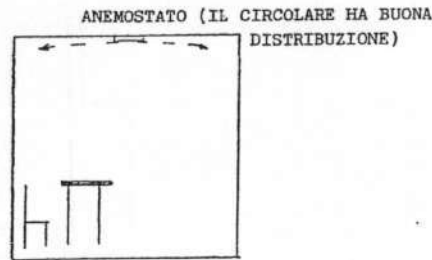
### IL CALCOLO DELLA POTENZA CON COEFFICIENTE UNICO

L'uso dei coefficienti, ovverosia la necessità di dare ai "numeri" un certo senso pratico, aiuta in molti casi (un piano intermedio per il calcolo della potenza frigorifera grossomodo di un piccolo salone:  $m^3 \times 38 = W_{termici}$ , quindi il coefficiente da usarsi è "38"; mentre per una stanza da letto:  $m^3 \times 33 = W_{termici}$ , quindi in questo caso il coefficiente è "33"; se si considera la potenza frigorifera in kcal/h i coefficienti sono rispettivamente "33" e "29")

N.B. per ultimo piano i coefficienti vanno aumentati di circa due, tre unità.

### SCELTA POSIZIONE U.I.

- Il flusso di aria non deve colpire persone ferme, divani, tavoli, sedie, letto, ma solo eventualmente zone di transito.
- Distribuzione ottimale è quella omogenea in ogni punto, evitando zone "morte".
- Linea tubazioni di lunghezza secondo specifiche e con poche curve.



ESEMPI DI DISTRIBUZIONE ARIA

## I REFRIGERATORI DI LIQUIDO (CHILLER)

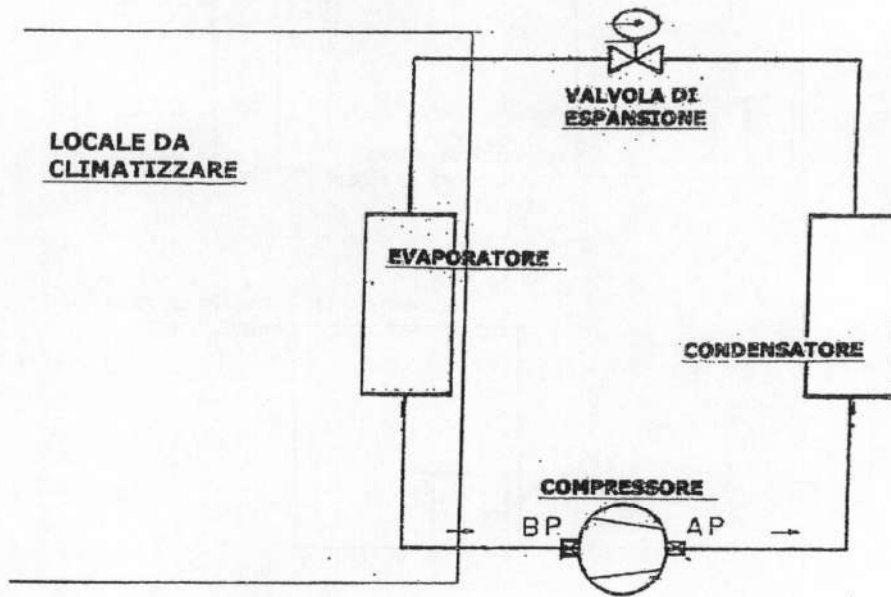
### PRINCIPALE DIFFERENZA SISTEMA IDRONICO E SPLIT

I sistemi idronici in modalità "raffreddamento" sono costituiti da un gruppo refrigeratore di liquido e da una serie di unità interne dette "unità terminali" ad esso collegate, nelle quali circola acqua refrigerata.

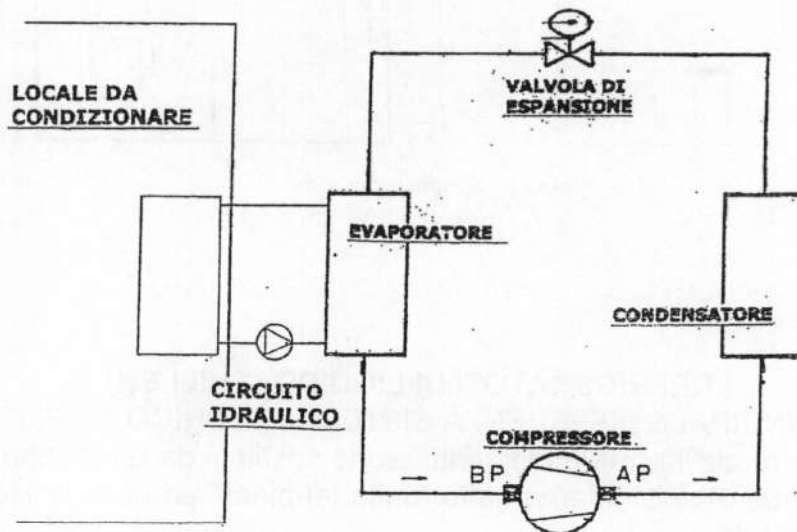
Gli split sono caratterizzati dalla presenza di frigorifero anche nelle unità interne.

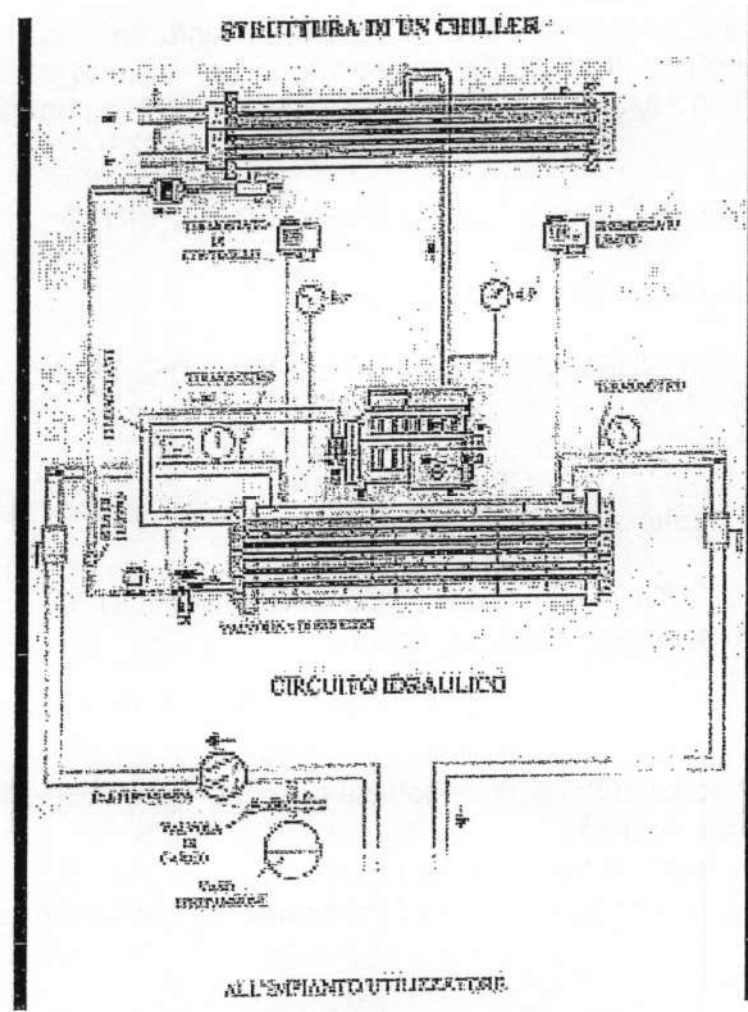
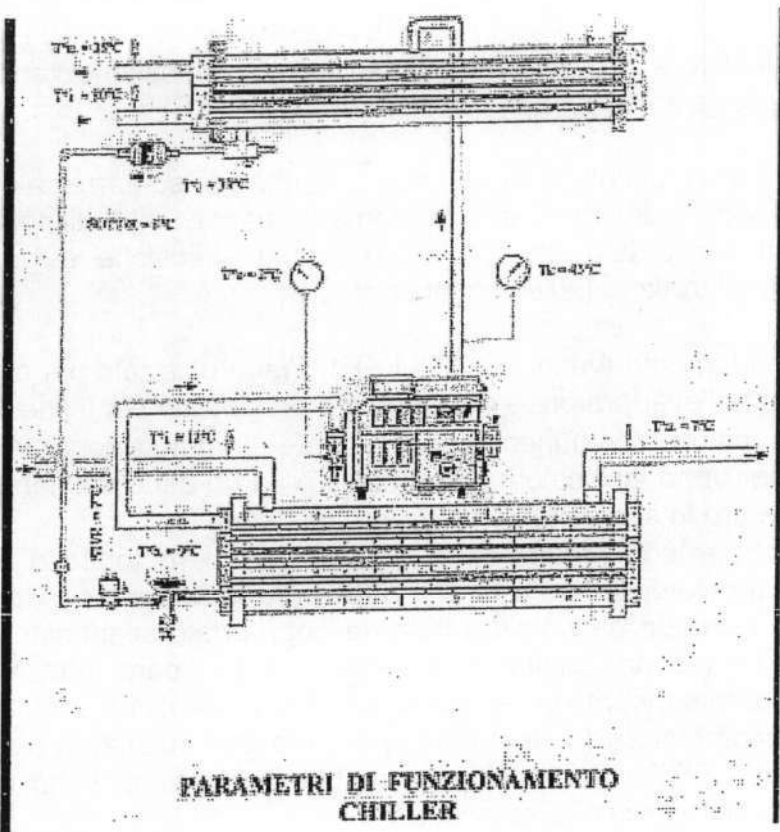
QUINDI nella macchina, **chiller (o refrigeratori di liquido in versione a pompa di calore)**, il ciclo termodinamico è realizzato sempre dal fluido frigorifero, ma il freddo o caldo prodotto viene trasmesso nei vari locali tramite circolazione di acqua fredda o calda ai **ventilconvettori**, elementi terminali del climatizzatore ad acqua, e non più tramite circolazione di fluido frigorifero direttamente negli ambienti da climatizzare.

**SISTEMA DI DISTRIBUZIONE DIRETTA**



**SISTEMA DI DISTRIBUZIONE A FLUIDO INTERMEDIO**





## TIPOLOGIE COSTRUTTIVE DEI REFRIGERATORI DI LIQUIDO

I refrigeratori di liquido sono spesso realizzati in tutto un insieme, tanto da essere indicati con la denominazione americana di "PACKAGE WATER CHILLER":

Essenzialmente sono macchine progettate e costruite per sottrarre calore ad un liquido. Combinando opportunamente le numerose condizioni disponibili, è possibile rappresentarle in modo tale da soddisfare le più specifiche esigenze impiantistiche. Commercialmente si trovano nelle versioni per:

- Solo raffreddamento (versione CHILLER). Viene utilizzato per estrarre calore da un certo fluido, e l'evaporatore è lo scambiatore utilizzato per il fine.
- Pompa di calore (comunemente mediante commutazione freddo/caldo). Viene utilizzata per apportare calore ad un fluido o ad un certo ambiente, in questo caso è il condensatore lo scambiatore utilizzato per il fine.
- Versione chiller con recuperatore (per un recupero totale o parziale del calore dissipato). Il calore dissipato in aria attraverso le batterie condensanti, può essere recuperato in modo parziale o totale da appropriato scambiatore al fine di fornire acqua calda (scopo sanitario od altro). Il recupero parziale si ottiene con desurriscaldatore inserito in serie alle batterie condensanti, mentre il recupero totale si ha con scambiatore (di solito del tipo a piastre) inserito in parallelo alle batterie condensanti. NOTA. Le macchine a recupero di calore, sono disponibile sia con condensazione ad aria che ad acqua.
- Free-cooling (studiato per risparmio energetico in impianti dove è necessario raffreddare anche d'inverno)

Dal punto di vista strettamente operativo, il nostro impianto ha quindi apparati diversi a secondo, ad esempio, che si voglia condensare ad acqua oppure ad aria. In entrambi i casi gli apparati possono essere concentrati nello stesso modulo principale o all'esterno. In definitiva →

### LE MACCHINE POSSONO ESSERE DEL TIPO:

- Monoblocco
- Con condensatore remoto

### IL CONDENSATORE PUO' ESSERE DEL TIPO

- Ad aria
- Ad acqua

### L'EVAPORATORE

- Ad espansione diretta a secco
- allagato

### POSSONO UTILIZZARE COMPRESSORE TIPO

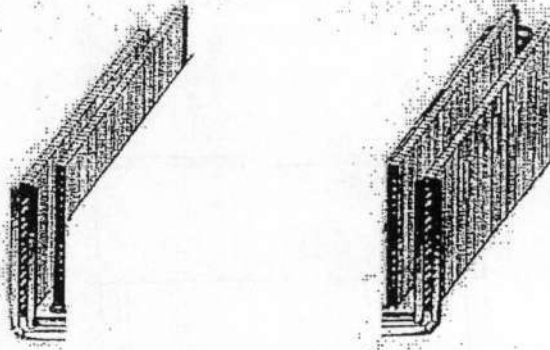
- Alternativo (ermetico, semiermetico, aperto)
- Rotativo (a vite)
- Scroll
- Centrifugo

Dal punto di vista della forza motrice, le tecnologie possono essere classificate con:

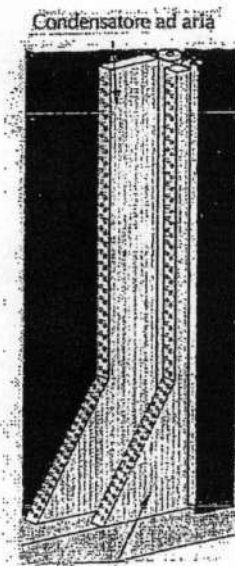
- Motocompressore elettrico
- Motore a gas o diesel (sistema endotermico)
- Ad assorbimento (il ciclo frigorifero è ad assorbimento e le macchine sono chiamate "assorbitori").



## DISPOSIZIONE SCAMBIATORI IN FREE COOLING

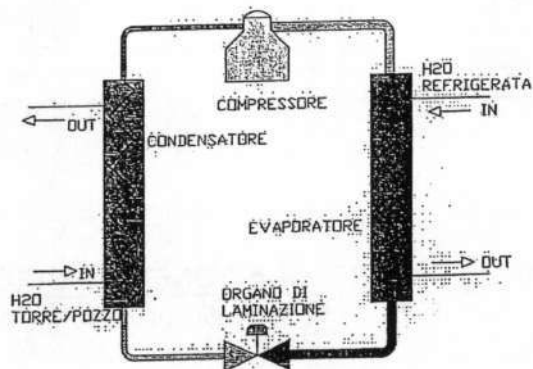


gruppo refrigeratore d'acqua a free cooling

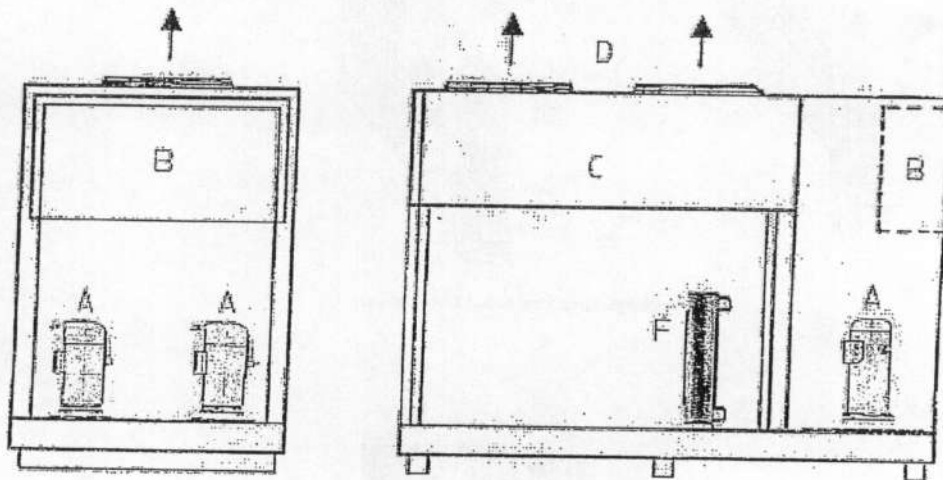


Scambiatore free-cooling

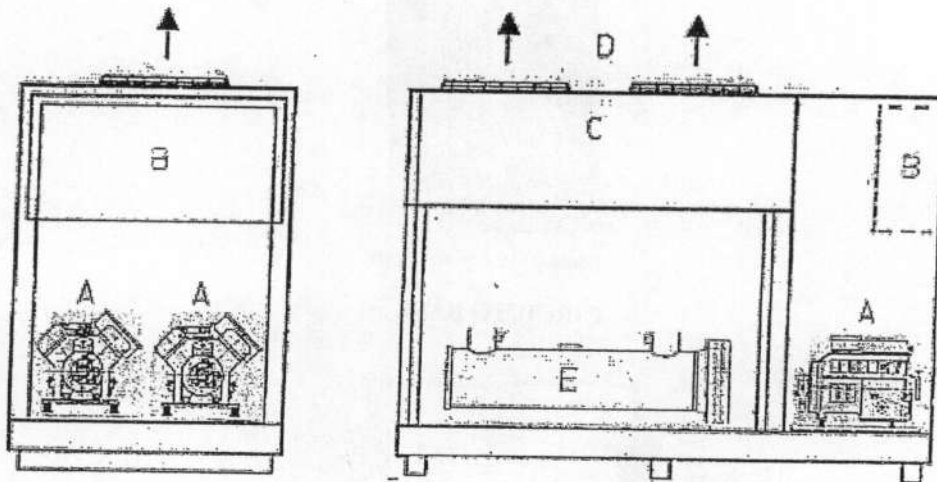
## CIRCUITO BASE



REFRIGERATORE D'ACQUA MONOBLOCCO A DUE CIRCUITI  
(CONDENSAZIONE AD ARIA)



- A. COMPRESSORE
- B. QUADRO ELETTRICO
- C. CONDENSATORE AD ARIA
- D. VENTILATORE CONDENSATORE
- E. EVAPORATORE A FASCIO TUBIERO
- F. EVAPORATORE A PIASTRE SALDOBRASATE



**DISPOSITIVI DI CONTROLLO E DI REGOLAZIONE DEL CIRCUITO FRIGORIFERO**

In questa parte si tratterà quasi solo la parte a livello pratico, dato che l'argomento è stato già presentato nel corso base.

Comportamento da adottare  
dopo l'intervento di una sicurezza

Qualche esempio  
SINTOMO

- Pressostato AP aperto. **ATTENZIONE** non mettere in funzione l'impianto prima di aver localizzato ed eliminato il guasto! È bene fare un controllo preliminare.

CAUSA

- Pressione di condensazione troppo alta a causa di:
- Superfici del condensatore sporche o intasate

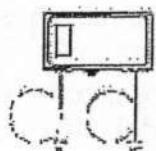
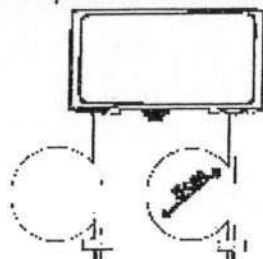
- Ventilatori fermi o mancanza alimentazione acqua
- Mancanza di fase o fusibile difettoso nel motore del ventilatore
- Eccessiva quantità di refrigerante nell'impianto
- Aria nell'impianto

#### AZIONI DA INTRAPRENDERE

Eliminare le avarie riscontrate

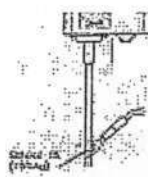
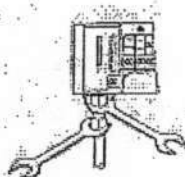
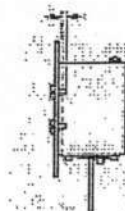
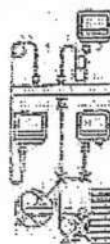
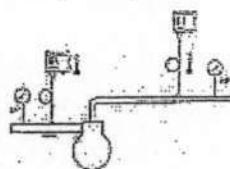
#### SISTEMAZIONE DEL TUBO CAPILLARE DEL PRESSOSTATO

Il capillare deve essere avvolto in modo da ottenere una spirale per evitare che possa rompersi in seguito alle vibrazioni (vibrazioni che si scaricherebbero sulla cartella). Se il montaggio è fatto direttamente sul compressore è utile che sia legato.



Montaggio pressostati

Quando il montaggio viene eseguito direttamente sul compressore, il tubicino dovrà essere avvolto a spirale e legato.



#### DEFINIZIONI

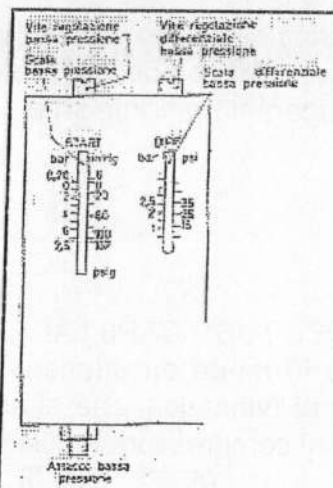
##### CAMPO DI TARATURA.

- Il "campo" è dato dalla differenza tra i punti minimi e massimi tra i quali il dispositivo di controllo lavora con accuratezza.

Esempio, un pressostato che ha una scala con regolazione della pressione 21 bar massimo e 7 bar minimo, il "campo" di questo pressostato è di 14 bar.

##### DIFFERENZIALE.

- È la differenza tra il punto di apertura e il punto di chiusura dei contatti di un dispositivo di controllo.



## LA REGOLAZIONE DEI PRESSOSTATI

### -il consiglio-

Per regolare il punto di intervento dei pressostati è opportuno sempre fare la verifica, utilizzando un manometro per il confronto.

### REGOLAZIONE PRESSOSTATO A.P.

Si abbia un impianto di climatizzazione ad R.22 e si desidera che il compressore si arresti quando la pressione di scarico raggiunge i 21 bar (corrispondente ad una temperatura di condensazione di 55 °C); poi possa essere consentita la marcia, quando la pressione scenda a 16 bar.

Facendo coincidere mediante la vite di regolazione della pressione "A.P." l'indice della relativa scala sul valore 21, e mediante la vite di regolazione del differenziale sul valore 5, il pressostato sarà regolato per:

- fermare compressore a 21 bar
- rimettere in marcia com. a 16 bar

### SCHEMA DI FUNZIONAMENTO DEL CONTATTO A.P. PER CALCOLARE LA PRESSIONE DI RIAVVIAMENTO :

Pr. di riavviamento = pr. arresto A.P. – differenziale

Il pressostato di bassa pressione interviene quando la pressione letta scende sotto il valore di taratura; il riarmo del contatto elettrico avviene dopo che la pressione è risalita di un certo valore, detto differenziale.

Viceversa il pressostato di alta pressione interviene quando la pressione letta sale oltre il valore di taratura.

- REGOLA PRESSOSTATO BP: START – DIFFERENZIALE = STOP
- REGOLA PRESSOSTATO AP: START + DIFFERENZIALE = STOP

### Il pressostato differenziale dell'olio serve ...

- A/ ad arrestare il compressore quando la pressione di aspirazione scende oltre il limite consentito
- B/ ad arrestare il compressore quando la lubrificazione non è quella regolare
- C/ arrestare il compressore quando la pressione di scarico scende oltre il limite consentito

### PRESSOSTATO DIFFERENZIALE DI OLIO

L'olio contenuto nel carter del compressore è mantenuto in circolazione da una apposita pompa (compressore a lubrificazione forzata).

La pressione dell'olio sarà data perciò dalla pressione della pompa più dalla pressione di aspirazione.

Il pressostato rileva la differenza di pressione tra quella della pompa e quella di aspirazione.

Se la pressione della pompa non si mantiene sul valore stabilito, il pressostato dopo un certo tempo ferma il compressore.

In pratica, cioè si ha che il contatto agisce sulla termica (H) che ne ritarda l'azione sul motore del compressore di circa 50 - 60 secondi.

Cioè se in 50 - 60 secondi nel circuito di lubrificazione non si stabilisce una determinata differenza di pressione, il pressostato ferma il compressore.

LP = presa bassa pressione

HP = presa alta pressione

T<sub>2</sub> = morsetto

Pc = interruttore azionato da pressione

Sc = interruttore azionato da termica "H"

L = morsetto circuito comando

M = morsetto circuito comando

230 = morsetto per 220 V

115 = morsetto per 115 V

H = termica.

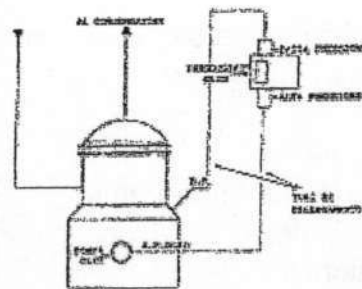
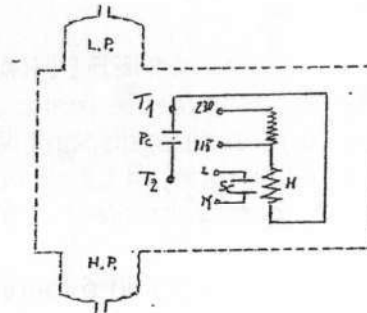
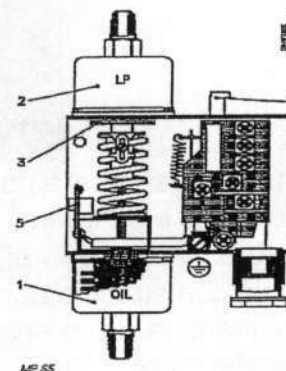


Fig. 10 - Pressostato differenziale olio

NOTA. Il pressostato può essere reinserito premendo il pulsante di ripristino solo dopo circa 2 minuti. Ovviamente occorre sempre trovare ed eliminare le cause del disservizio. Avviato il compressore è importante verificare che vi sia buona pressione di olio nel circuito. Questa prova può essere effettuata premendo verso il basso la piastrina di prova (interno strumento, parte sinistra): si deve esercitare una forte pressione per sentire lo scatto, vale a dire per chiudere il contatto meccanico che alimenta la resistenza, la quale a sua volta, provoca il riscaldamento del bimetallo.

### Pressostato differenziale olio

1. Attacco alla pressione dell'olio di lubrificazione, OIL
2. Attacco alla bassa pressione dell'impianto, LP
3. Disco di regolazione
4. Pulsante di reinserzione
5. Piastrina di prova



## RELE' TERMICI.

Sono utilizzati per la protezione dei motori contro sovracorrenti, anche basse ma prolungate.

Sono costituiti da lamine bimetalliche riscaldate direttamente o indirettamente dal passaggio della corrente elettrica.

La taratura. In realtà un relé termico non dovrebbe mai essere regolato ad un valore superiore dell'intensità di corrente indicata sulla targhetta del motore.



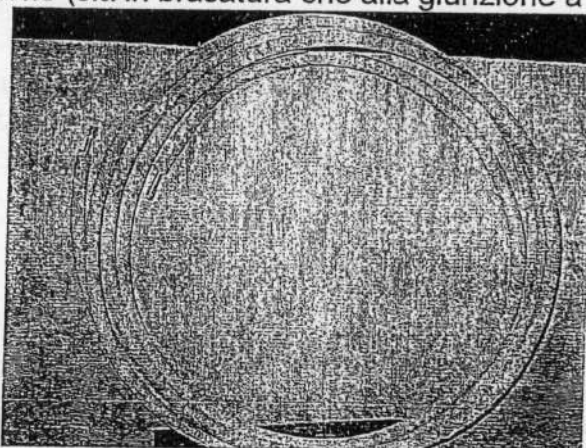
## LINEE DI RAME NELLA REFRIGERAZIONE

Sono quasi esclusivamente realizzate in tubi di rame puro, disossidato al fosforo, ad alto tenore di fosforo residuo, disponibili in stato ricotto (in rotoli sino a 22 mm, in pollici da  $\frac{1}{4}$  +  $\frac{7}{8}$ ) e crudo (in verghe). Il tubo ricotto ha maggiore plasticità e viene avvolto in rotoli per essere poi successivamente raddrizzato, modellato e curvato con opportuni attrezzi a freddo.

Il tubo crudo ha il vantaggio di offrire andamenti di linea rettilinei, con minore necessità di essere sostenuti da staffe. Spessori per tubi in mm: 0,75 – 1 – 1,2 – 1,5. Gli spessori a volte possono essere molto sottili, a partire da 0,25 mm nella costruzione di evaporatori e condensatori.

L'impiego del rame per le tubazioni è motivato dalle sue qualità:

- ⇒ Facile lavorabilità
- ⇒ Facilità alla brasatura
- ⇒ Grande resistenza alla corrosione
- ⇒ Ottimo comportamento alle basse temperature
- ⇒ Superfici interne pulite e levigate
- ⇒ Ristrette tolleranze dimensionali
- ⇒ Elevata plasticità e curabilità a freddo (se allo stato ricotto)
- ⇒ Facilità di giunzione (sia in brasatura che alla giunzione a flangia)



Il tubo crudo deve essere ricotto localmente con moderato riscaldamento alla fiamma nei punti da curvare o allargare. In particolare, per rendere ricotto un tubo crudo lo si riscalda al colore rosso scuro e lo si sottopone ad un raffreddamento rapido sulla parte esterna, per esempio con straccio abbondantemente bagnato (vanno prese le giuste attenzioni per evitare incidenti e le precauzioni che impediscano a residui di acqua, di rimanere nell'interno del tubo). Il rame non si indurisce per tempera.

Oltre al rame vengono utilizzati altri metalli, e vale a dire l'alluminio per alcune applicazioni nella costruzione di piccoli evaporatori, tubi di ferro per impianti di elevata potenza (risulta conveniente per il minor costo).

Infine bisogna citare che per alcune applicazioni vengono utilizzate anche tubazioni flessibili.

### COSA USIAMO PER I COLLEGAMENTI?

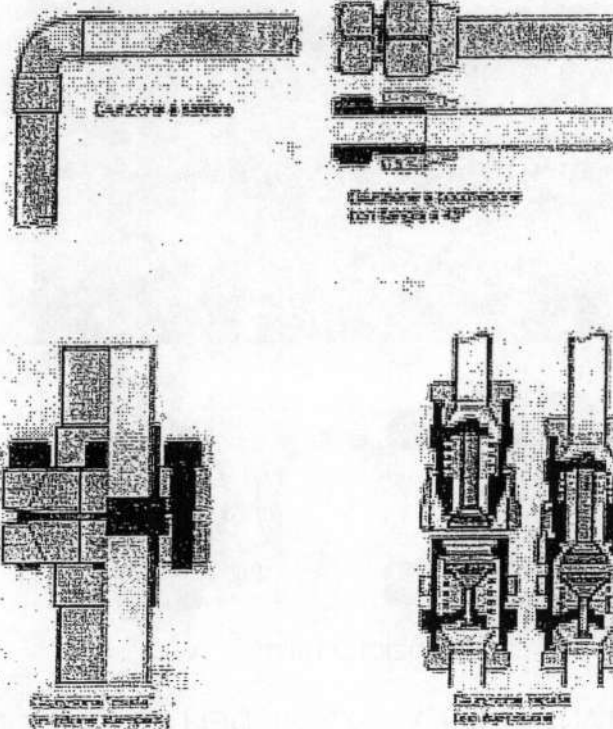
GLI STANDARD DI COLLEGAMENTO. Se guardiamo gli standard meccanici di collegamento, possiamo fare riferimento a quattro principali tipologie di attacchi che riguardano essenzialmente i componenti da collegare e le sezioni delle tubazioni:

- ⇒ Giunzioni a saldare
- ⇒ Giunzioni a flangia
- ⇒ Giunzioni miste dei due tipi precedenti
- ⇒ Giunzioni rapide ad innesto, con valvole di tenuta.

#### GLI STANDARD DI COLLEGAMENTO

Se guardiamo gli standard meccanici di collegamento, possiamo fare riferimento a quattro tipologie di attacchi che riguardano essenzialmente i componenti da collegare e le sezioni delle tubazioni:

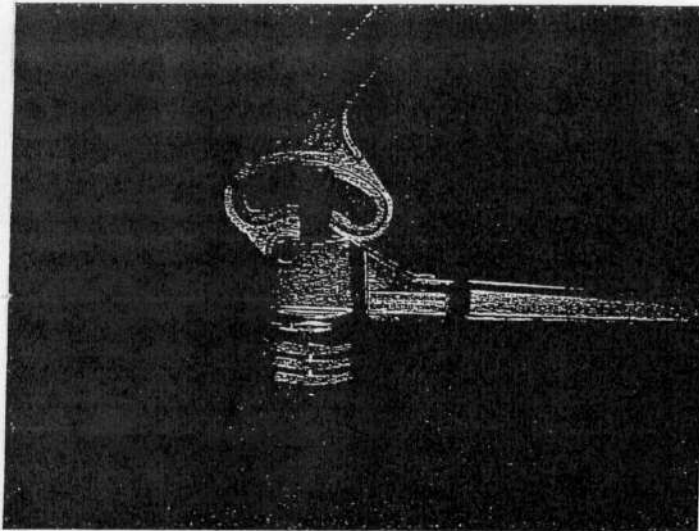
- Giunzioni a saldare
- Giunzioni a flangia
- Giunzioni miste dei due tipi precedenti
- Giunzioni rapide ad innesto, con valvole di tenuta



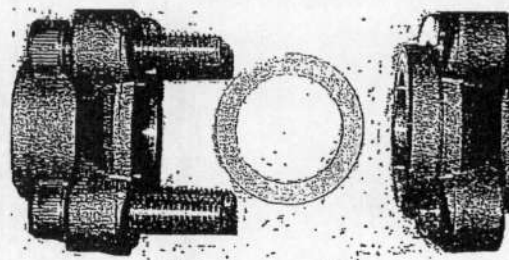
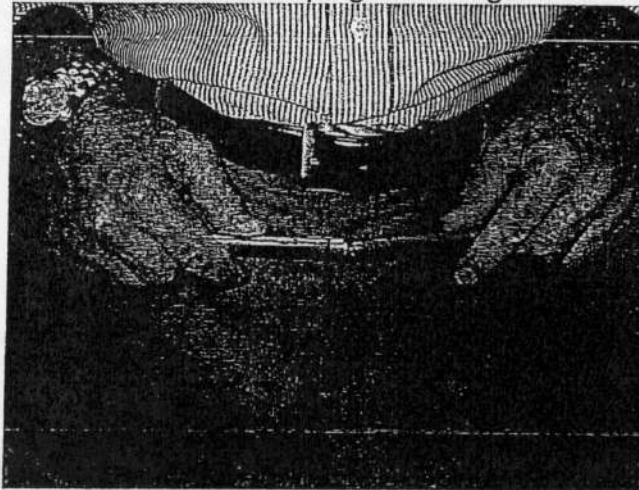
Giunti a cartella che si realizzano con bocchettoni su componenti soggetti a manutenzione (smontaggio agevolato): vet – filtri – rubinetti – spie ecc.

Un limite delle giunzioni a bocchettone è dato dal diametro del tubo da connettere. Per grandi diametri occorrerebbero elevate coppie di serraggio (si usa di solito massimo sino a 1"). Per i casi opportuni vengono utilizzate le giunzioni miste (commercialmente si trovano a partire per tubi da 16mm, 5/8").

I giunti a saldare possono essere realizzati con un attrezzo specifico "l'allargatubo" oppure si può far uso di giunti già preparati, facilmente reperibili in commercio.



Formazione di un bicchiere calibrato con impiego di allargatubi a leva



Giunzione mista

### L'IMPORTANZA DELLA SEZIONE DELLE TUBAZIONI

Se per esempio (e vale in generale) i rubinetti del compressore indicati sul catalogo sono da 18 mm quello di aspirazione e 16 mm quello sullo scarico, occorre rispettare le indicazioni. Facciamo due conti:

$$\text{sezione} = 18\text{mm} = 9 \times 9 \times \pi = 254 \text{ mm}^2$$

$$\text{sezione} = 16\text{mm} = 8 \times 8 \times \pi = 200 \text{ mm}^2$$

La sezione aumenta con il quadrato del raggio, non aumenta semplicemente di 2 mm passando da una misura, all'altra successiva.

Un diametro superiore al necessario significa: basse perdite di carico, maggior costo, riduzione di velocità del fluido e quindi difficoltà di trascinare l'olio lubrificante da parte del refrigerante per la bassa velocità.



Un diametro troppo ridotto significa: eccessiva velocità del fluido, alte perdite di carico, aumento della rumorosità, riduzione di capacità frigorifera → si riduce la capacità del nostro impianto.

Dovendo eseguire un collegamento e non avendo tabelle di riferimento, si può fare riferimento (anche se non è un modo valido per ogni situazione, quindi è sempre bene consultare le tabelle) ai rubinetti del liquido sul condensatore e per l'evaporatore al rubinetto di aspirazione del compressore.

#### IN CONCLUSIONE

Le tubazioni devono assicurare il ritorno della totalità dell'olio trascinato dal fluido verso il compressore, non ridurre le prestazioni, non aumentare gli assorbimenti, non mandare fuori servizio il compressore.

Ciascuna linea svolge dei compiti tipici, però ognuna deve essere realizzata in modo da favorire la circolazione dell'olio con il compressore in funzione ed ostacolare il ritorno di liquido refrigerante con il compressore fermo.

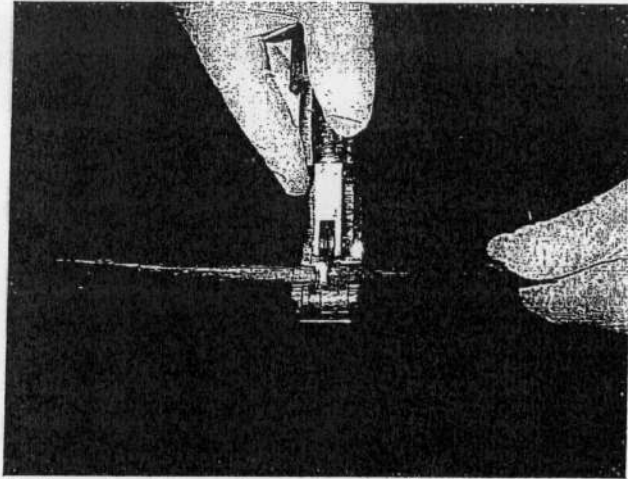
#### Caratteristiche delle tubazioni commerciali in rame

Diametro esterno per spessore mm	Diametro interno mm	Diametro esterno convenzionale in pollici	Connessione a bocchettone		Peso per unità di lunghezza kg/m	Area della sezione interna mm <sup>2</sup>	Volume interno per unità di lunghezza litri/m	Superficie esterna per unità di lunghezza m <sup>2</sup> /m	Tubi ricotti		Tubi crudi	
			Flettitura "SAE"	Flettitura "UNF"					Pressione max di esercizio kg/cm <sup>2</sup>	Pressione di scoppio kg/cm <sup>2</sup>	Pressione max di esercizio kg/cm <sup>2</sup>	Pressione di scoppio kg/cm <sup>2</sup>
6 x 1	4	1/4	1/4	7/16	0,140	12,6	0,013	0,019	-	-	-	-
8 x 1	6	5/16	3/8	5/8	0,196	26,3	0,026	0,025	-	-	-	-
10 x 1	8	3/8	3/8	5/8	0,252	50,2	0,050	0,031	131	525	168	675
12 x 1	10	1/2	1/2	3/4	0,307	78,5	0,079	0,038	105	420	135	540
16 x 1	14	5/8	5/8	7/8	0,419	153,9	0,154	0,050	75	300	98	385
18 x 1	16	3/4	3/4	1.1/16	0,475	201,0	0,201	0,056	65	262	84	337
20 x 1	18	-	-	-	0,531	254,3	0,254	0,063	58	233	75	300
22 x 1	20	7/8	-	-	0,587	314,0	0,314	0,069	52	210	67	270
28 x 1	26	1.1/8	-	-	0,755	530,6	0,531	0,088	40	161	51	207
35 x 1,2	32,6	1.3/8	-	-	1,133	834,3	0,834	0,110	38	154	49	198
42 x 1,2	39,6	1.5/8	-	-	1,368	1.231	1,231	0,132	31	127	40	163
54 x 1,2	51	2.1/8	-	-	2,198	2.042	2,042	0,169	30	123	39	158

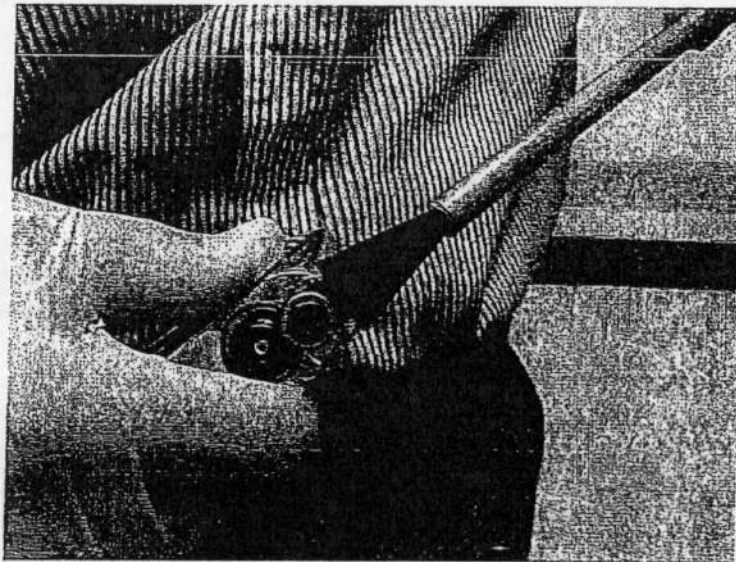
Nota: i tubi nei diametri esterni da mm 6 a mm 18 sono anche disponibili nello spessore di mm 0,75; quelli nei diametri esterni da mm 20 a mm 42 anche nello spessore di mm 1,5.

#### REGOLE DA OSSERVARE

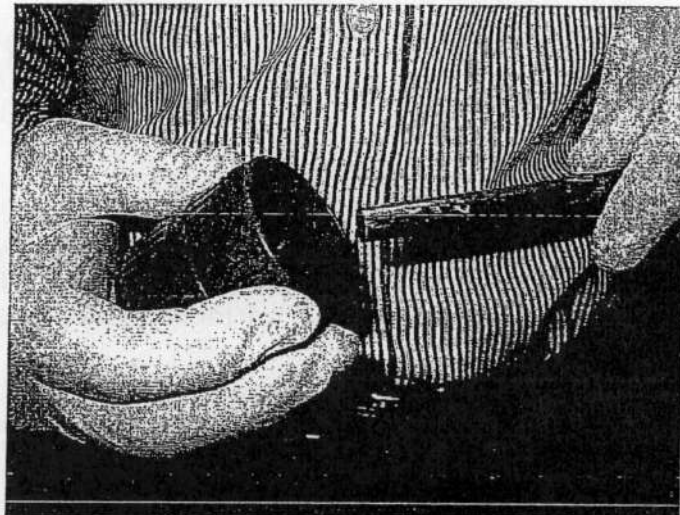
- Impedire ingresso di acqua, polveri e sporcizia
- Usare attrezzi di buona qualità
- L'operazione di taglio deve realizzarsi con lentezza e con appositi taglia-tubi (per il taglio del capillare il taglia-capillare). L'uso di un taglia-tubi di buona qualità non altera la sezione del tubo e da luogo ad un taglio perfettamente perpendicolare all'asse
- Alla fine del taglio rimuovere sfridi, trucioli, bava con lama a forma triangolare, di cui il taglia-tubi è dotato, oppure sbavare il tubo mediante apposito sbavatubo (o sbavatore) a lame multiple interne ed esterne.



L'uso del tagliatubi a coltello rotante assicura un taglio perfettamente perpendicolare e non produce limatura



Durante l'operazione di sbavatura, l'estremità del tubo deve essere rivolta verso il basso per evitare che residui di metallo entrino e restino nel circuito.  
Una corretta svasatura esterna facilita l'accoppiamento tra tubo e imboccatura femmina per la giunzione a saldare, mentre la sbavatura interna riduce la perdita di carico sempre per giunzione a saldare e facilita l'esecuzione di una buona cartella nelle giunzioni a flangia.



Sbavatura del tubo mediante fresa a lame multiple per interni ed esterni

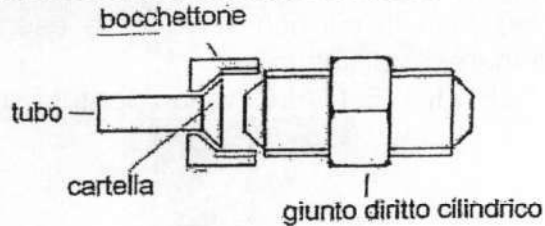
## FORMAZIONE DELLA CARTELLA A 45°

Sporcizia e umidità sono i principali nemici dell'impianto di refrigerazione. La prima regola di prevenzione è quella di chiudere immediatamente tutti gli attacchi sulle tubazioni dopo l'uso. Quando si taglia un pezzo di tubo di rame da un rotolo nuovo, il terminale del rotolo deve essere sigillato.

### PREPARAZIONE DEI TUBI

Il punto fondamentale della questione sta nella preparazione del tubo, il quale deve presentare un taglio netto, fatto con un tagliatubi a rotella.

L'apertura del tubo deve essere rivolta verso il basso durante la lavorazione, per evitare l'ingresso nel tubo dei residui derivanti dalla lavorazione.



Prendere tubo di rame.

Per realizzare le giunzioni a flangia a 45° (cartella) si impiega un attrezzo denominato **flangiatubi** (di buona qualità). La tenuta nel circuito si ottiene serrando la flangia tra un "giunto cilindrico" e un bocchettone filettati. **PROCEDIMENTO IN GENERALE:**



⇒ Tagliare il tubo con tagliatubi (tipo a coltello rotante) molto lentamente



⇒ Lisciare le estremità del tubo con **sbavatubo** conico (tipo fresa sbavatrice manuale a lame multiple interne e esterne) o del tipo con lamette girevole "stilo". La sbavatura si può fare con la **lama sbavatubi** dello stesso tagliatubi, lisciando dalla parte del taglio della lama; però credo risultati migliori si ottengono con lo **sbavatubi a lame multiple**. Si deve sbavare con moderata forza fino a quando si sente l'attrezzo girare regolare (fare massimo 8 mezzi giri continui), a tal punto sospendere e eliminare residui. N.B. quando si deve fare una cartella si deve lisciare l'interno; invece per la giunzione a saldare, si liscia la parte esterna. Non impiegando lo sbavatubi si forma una rigatura all'interno del tubo, creata questa dalla bava non tolta. La rigatura può essere causa di perdite.

⇒ Pulire il cono svasatore del flangiatubi da residui di precedenti lavori

⇒ Isolare tubo (se trattasi di uno split) ed infilare il bocchettone

⇒ Inserire tubo tra i morsetti arretrando manopola del flangiatubi.

⇒ La sporgenza del tubo dai morsetti deve essere di solito pari alla metà del diametro del tubo stesso (**ma attenzione, questa regola non è valida per tutti gli attrezzi, ma solo per il tipo a blocchetti intercambiabili**), quindi tubo da 12 mm sporgenza pari a 6 mm.

⇒ Indossare guanti, stringere il tubo tra i morsetti.

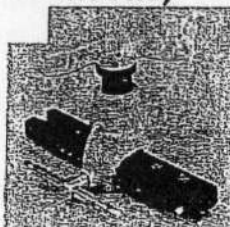
- ⇒ Lubrificare (oliare) con una goccia di olio universale il cono ed avanzare piano sino ad aderire al tubo. Quindi agendo sulla manopola superiore si inizia la svasatura. Il numero di giri completo da effettuare è in rapporto con il diametro del tubo da svasare.
- ⇒ Infine, ritrarre il cono svasatore.
- ⇒ Aprire la staffa per liberare i morsetti e il tubo
- ⇒ Fatta la cartella, fare prova di accoppiamento verificando che la superficie conica sia in asse con il tubo, sia liscia, non presenti irregolarità, fratture, e lo spessore sia uniforme.
- ⇒ Proteggere le estremità dei tubi con cellophan (*selofein*) e nastro o tappini di plastica specifici nel caso in cui non si dovesse eseguire subito il collegamento (questo per evitare ingresso di impurità).

#### **USO FLANGIATUBI UNIVERSALE (valido per tubi in pollici e millimetri)**



- ⇒ Tagliare e sbavare il tubo – posizionare tubo nel morsetto, facendo sporgere l'estremità del tubo della stessa misura del bordo superiore (3,5 mm) – serrare max 1 giro – oliare cono svasatore. Fare un certo numero di mezzi giri a secondo del diametro tubo:
  1. mezzi giri nr. 6 per tubo da 6 mm o tubo da ¼"
  2. mezzi giri nr. 7 per tubo da 3/8" o tubo da 10 mm o tubo da 1/2"
  3. mezzi giri nr. 8 per tubo da 12 mm

#### **ISTRUZIONE PER L'OPERAZIONE CON LA FLANGIATUBI A FRIZIONE (su rame ricotto)**



- ⇒ Togliere le due viti a "brucola" poste alle estremità del morsetto.
- ⇒ Inserire il cono espansore tenendo conto che la freccia disegnata sia dalla parte della molletta del morsetto, mentre la svasatura dei morsetti deve essere rivolta verso l'alto e di fronte al cono svasatore.
- ⇒ Rimettere le viti tolte (per fare da fermo) e tenere il cono espansore vicino alle due "brucole", al fine di permettere l'entrata del tubo nel morsetto. Utilizzando questo attrezzo, il tubo deve sporgere dalla superficie del morsetto di 1 millimetro.
- ⇒ Allineare la punta della freccia con il punto corrispondente sul morsetto secondo del diametro del tubo impiegato e poi serrare.
- ⇒ Avvitare la manopola superiore portandola a contatto del tubo, quindi proseguire sino al momento in cui scatti automaticamente. Da tubo di ¼" a tubo da 5/8", l'uscita del tubo dal morsetto è sempre di 1 mm (risultati: sia su tubo da ¼ che da 5/8 sempre O.K.). Alla fine dell'operazione, toccando l'orlo della parte lavorata, esso deve risultare liscio.

### IL COLLEGAMENTO:

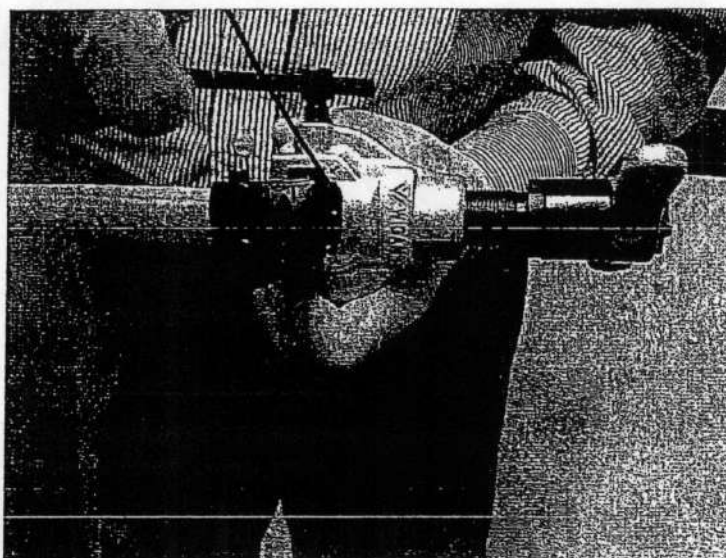
- ⇒ Posizionare le linee sagomate sino a portarle in corrispondenza dei raccordi sull'unità da collegare.
- ⇒ Togliere le protezioni dalle estremità, lubrificare leggermente interno cartella e la parte posteriore con olio universale.
- ⇒ Avvitare a mano il bocchettone sino all'ultimo filetto
- ⇒ Stringere i raccordi usando chiave e controchiave per evitare torsioni e danneggiamenti.

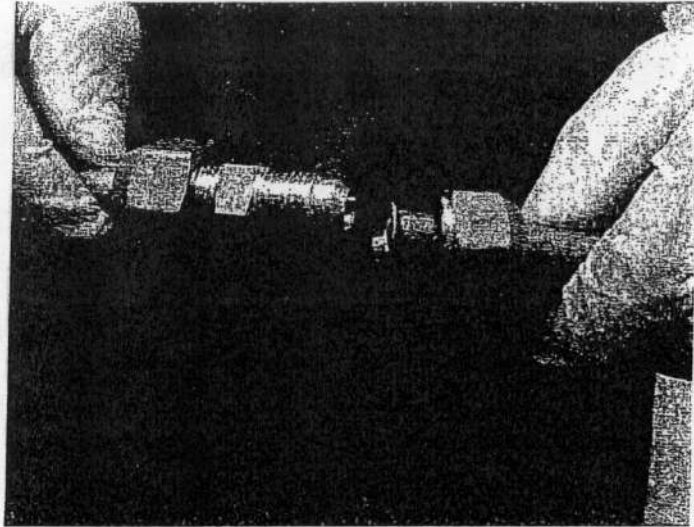
Quindi proseguire a secondo i casi. Se si tratta dell'installazione di uno split (collegamento unità esterna con unità interna) si prosegue con:

- ⇒ Pressatura – controllo ed eliminazione eventuali perdite sulla linea – fare vuoto
- ⇒ Quindi aprire rubinetto agendo sui relativi dadi esagonali da 4, o 5 mm, o in pollici con chiave maschio esagonale, permettendo in questo modo al refrigerante di fluire.
- ⇒ Rimettere cappuccio di protezione e stringere moderatamente.

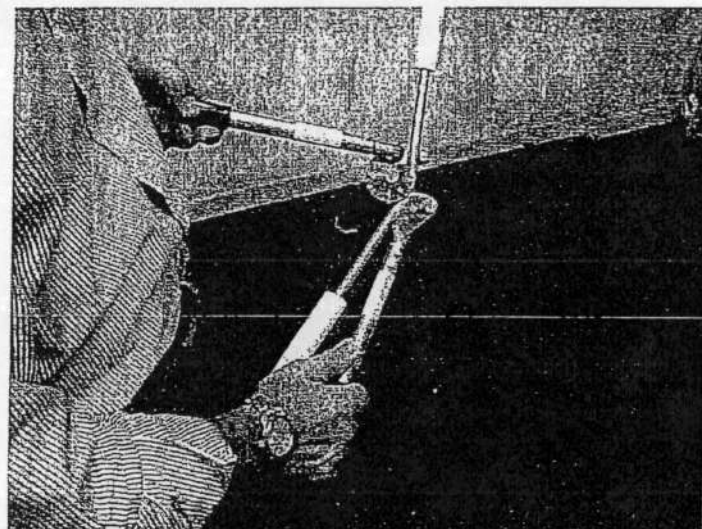
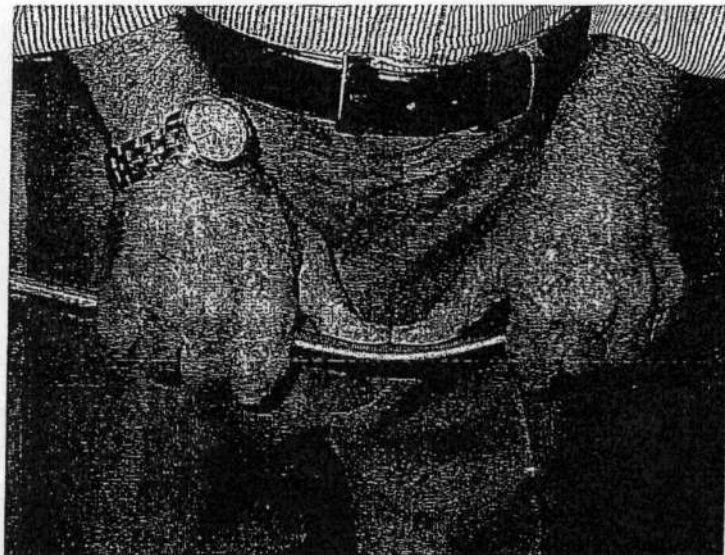


Inserimento del bocchettone

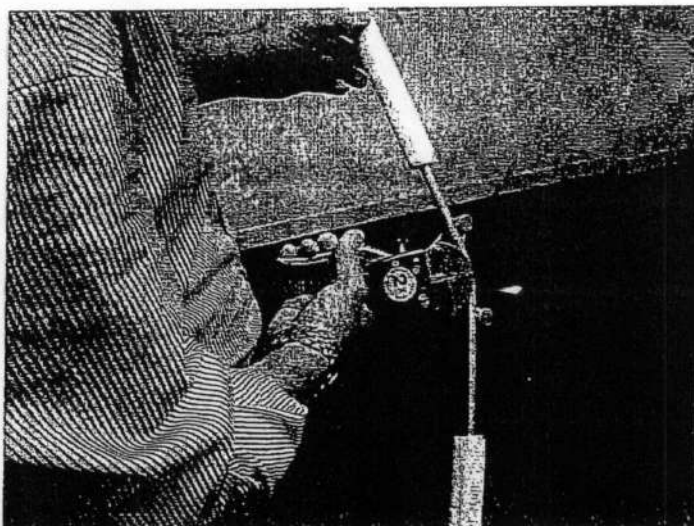




Curvatura del tubo mediante curvatubi a molla



Curvatura del tubo mediante curvatubi a leva



Curvatura del tubo mediante curvatubi a cricco meccanico a una solo mano (leggero e maneggevole)

### ATTREZZATURA NECESSARIA DEL FRIGORISTA

**FINALMENTE INIZIARE** → analizziamo cosa serve per iniziare → cosa è necessario avere nella propria officina per poter cominciare a "divertirsi" con frigoriferi domestici e piccoli condizionatori, senza tuttavia bloccarsi dopo poco dell'inizio per mancanza degli strumenti essenziali e delle attrezzature fondamentali. Esaminiamo quindi tutta l'essenziale dotazione, la cui gamma, da un minimo indispensabile iniziale, potrà essere poi completata progressivamente.

La regola dominante è che per un'attrezzatura efficiente, duratura e sicura è fondamentale basarsi sulla qualità!

Innanzitutto coppia manometri – tubicini flessibili di collegamento – dosatore di carica o bilancia – bombolette di refrigerante – pompa del vuoto (spiegazione).

Seguono pinza taglia-capillare – tagliatubi – flangiatubi – allargatubi – alesatore – curvatubi – lampada cercafughe –

Alcuni attrezzi comuni a tutti i meccanici, idraulici, elettrici (il frigorista è un appellativo che unisce varie professioni): forbice, pinze universali, tronchesino, pinza a becchi, serie completa di cacciaviti (compresi quelli nani), chiavi fisse (aperte e poligonali), due chiavi diverse dimensioni regolabili, due giratubi di diverse dimensioni, chiavi a tubo, oliatore, seghetto e relative lame (utile per qualsiasi lavoro su metallo), martello, spazzola metallica, lampada elettrica, lampada portatile, lima coltello scalpello, bulino, punzone, trapano elettrico portatile con relativa dotazione di punte, livella.

Strumenti di misura fondamentali quali, metro, calibro, pinza amperometrica, tester, termometro.

Set di saldatura per saldare (brasare) e dissaldare.

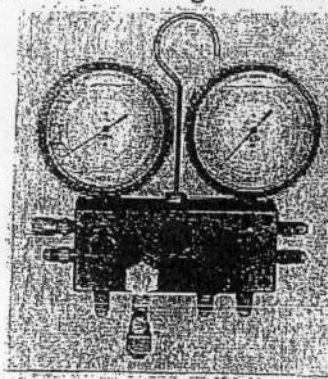
Per completare la minuteria, quale bulloni, viti, dadi, raccordi, fusibili, nastro isolante, filo elettrico, stracci.

Uno sguardo agli **STRUMENTI ELETTRICI**. Esistono in commercio strumenti in grado di misurare tutto quello che ci interessa. Possono essere analogici, quelli con la lancetta per intenderci o digitali quelli con i numeri. Il tester, forse al principiante può apparire

complesso, ma dopo le prime prove sarà facile da usare. Un tester digitale, di precisione più che sufficiente si può acquistare con poco. Vista la varietà di offerte del mercato è difficile dare una spiegazione univoca per tutti i tester, comunque il principio di funzionamento è uguale per tutti.

**TUTTO QUESTO E' SUFFICIENTE?** Neanche per idea!

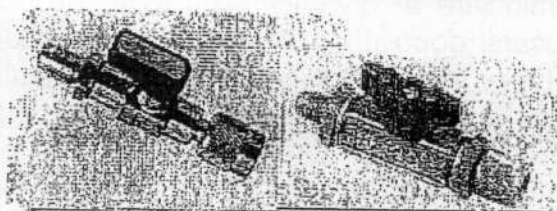
Il neo frigorista ha bisogno ancora di qualche suggerimento: **tenere puliti gli attrezzi.** Fare attenzione a chi li presta e acquisisca la regola di ricontrollare, passando in rassegna, sempre tutti gli utensili prima di allontanarsi dal luogo dell'intervento.



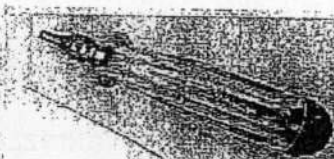
**gruppo manometrico**



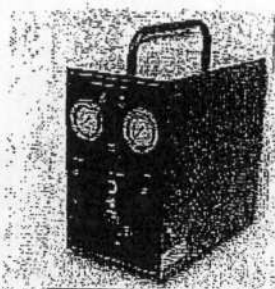
**Tubi flessibili ad alta affidabilità per il vuoto e la carica**



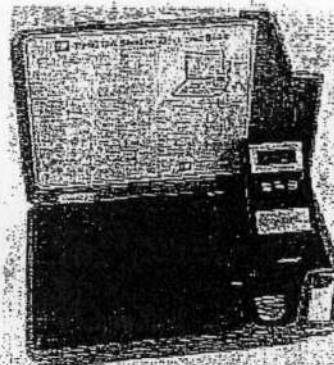
**RUBINETTO A SFERA PER TUBI DI CARICA**



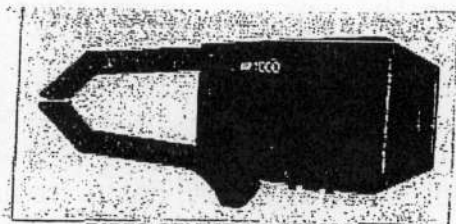
**Cacciavite torx**



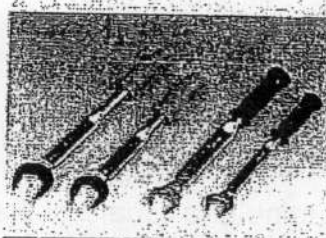
**STAZIONE DI RECUPERO**



**BILANCIA ELETTRONICA**



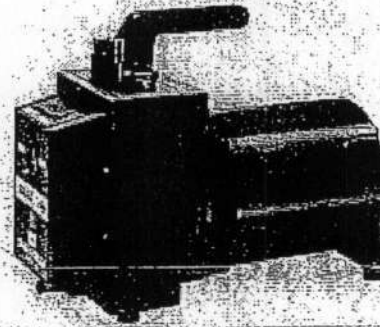
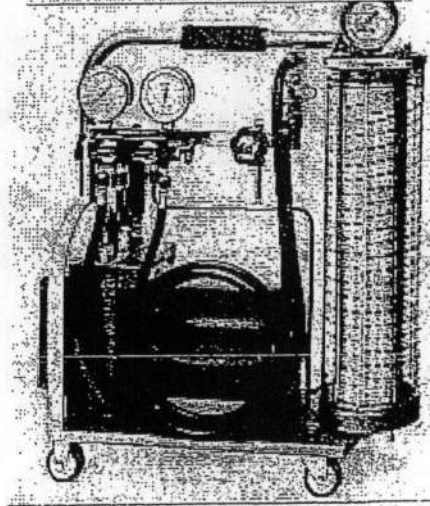
**PINZA AMPEROMETRICA**



**Chiavi dinamometriche**



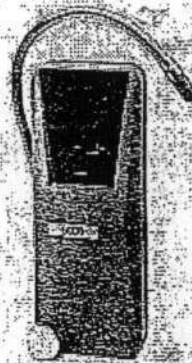
Stazione di vuoto e carica portatile



Pompa per alto vuoto



Cercafughe a propano



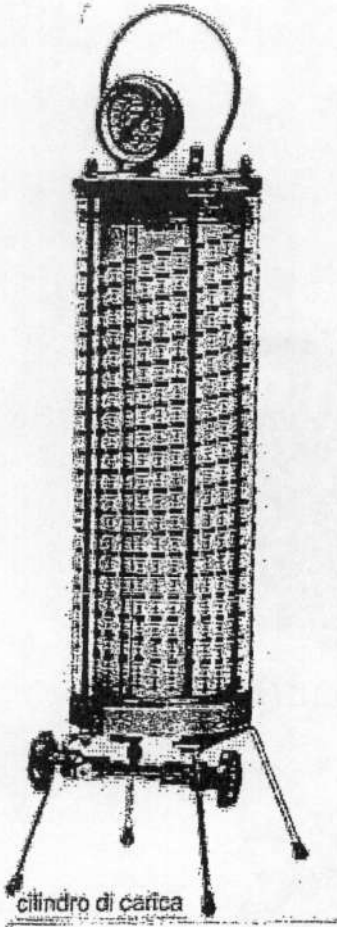
Cercafughe



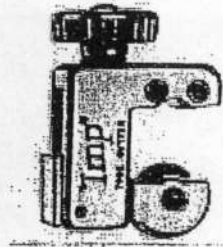
Termometro elettronico



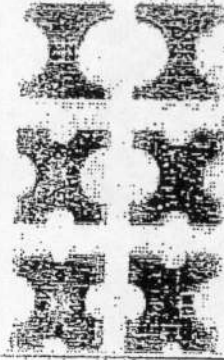
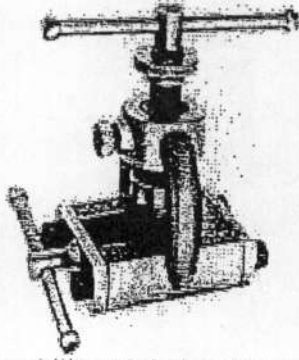
Sonda



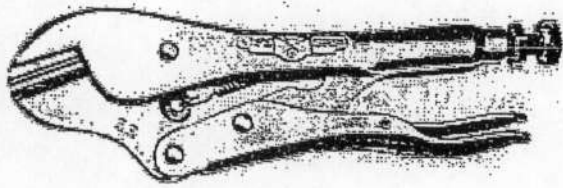
cilindro di carica



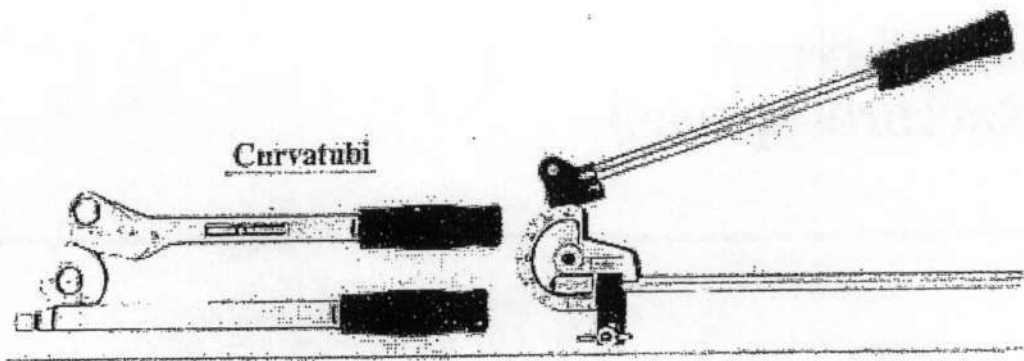
Tagliatubo



Flangiatubo



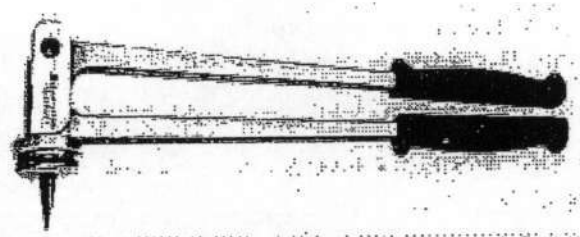
Pinza schiacciatubo



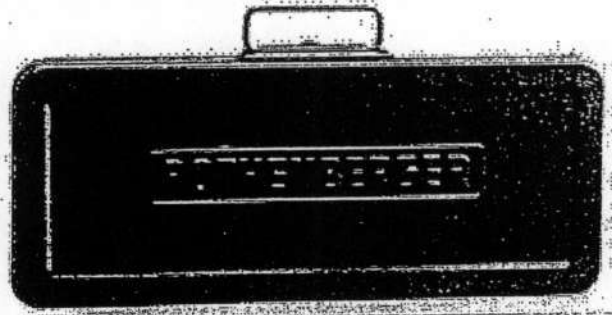
Curvatubi



Chiave a cricco



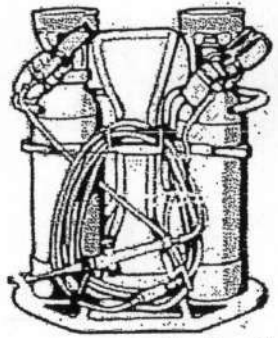
Allargatubo a leva



Custodia



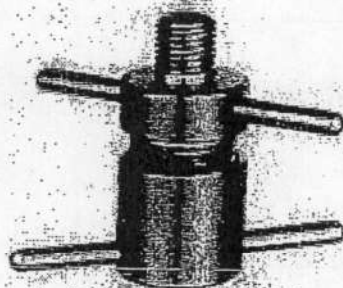
Testine allargatubi



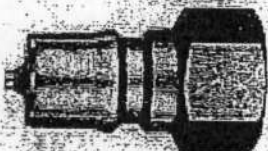
kit portatile saldatura ossiacetilenica

# Giunti rapidi Raccordi speciali

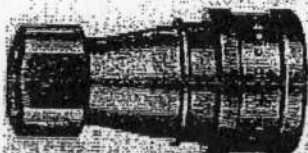
---



Giunto rapido



Giunto rapido



Giunto rapido



Riduzione



512-1BA



VU2-4A



512-2BA



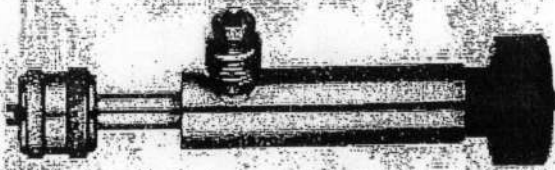
A31720M

Valvole di servizio

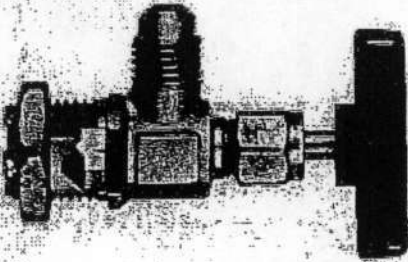


Estrattore per valvole di servizio

Estrattore per valvole di servizio



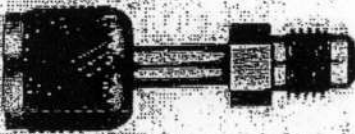
Rubinetto perforatore



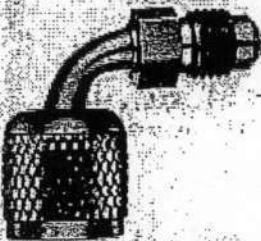
Rubinetto perforatore



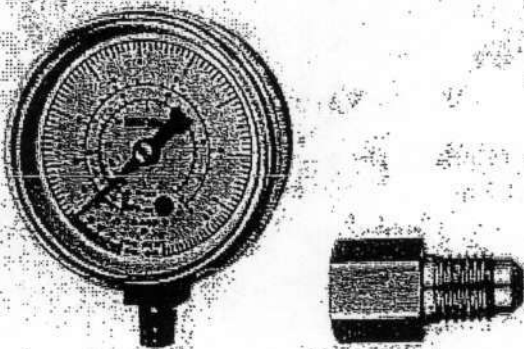
Raccordo girevole



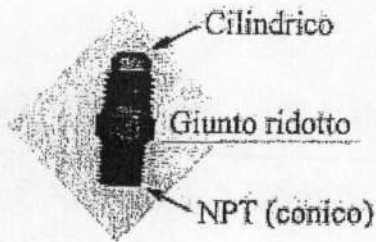
Raccordo girevole



Manometri e Manovuotometri



## DIAMETRI ESTERNI DEI RACCORDI PIU' COMUNI



Tappo maschio



TIPO in "			Diametro esterno del giunto in mm	si collega a tubo rame di diametro est. in mm
1/8	NPT	(CONICO)	10 + 10,5	
1/4	SAE	(CILINDRICO)	11+	6
1/4	GAS	CILINDRICO	13+	
1/4	NPT	CONICO	13 + 14	
3/8	SAE	CILINDRICO	15,75	10
3/8	GAS	CILINDRICO	16,5	10
3/8	NPT	CONICO	16,75+17,25	
1/2	SAE	CILINDRICO	19	12
1/2	GAS	CILINDRICO	21	12
1/2	NPT	CONICO	20,5 + 21	
5/8	SAE	CILINDRICO	22	(14)16
5/8	GAS	CILINDRICO	23	
3/4	GAS	CILINDRICO	26,5	18(19)
3/4	SAE	CILINDRICO		
7/8	SAE	CILINDRICO		22
7/8	GAS	CILINDRICO		22
1	SAE	CILINDRICO		
1	GAS	CILINDRICO	33,2	25
1e1/8	SAE	CILINDRICO		
1e1/8	GAS	CILINDRICO	37,8	28
1e1/4	GAS	CILINDRICO	42	
1e1/2	GAS	CILINDRICO	48	
2	GAS	CILINDRICO	60	
2e1/2	GAS		75	
3			90	
4			105	

bocchettone



### BOCCHETTONI TIPO "SAE" PIU' COMUNI

Tipo in "	foro per tubo rame in mm
1/4"	6+
3/8"	10+
5/8"	16+ (anche 14)
3/4"	19+

## Collegamento tubazioni

È consigliato usare chiavi dinamometriche. La coppia di bloccaggio è indicata sul manuale di istruzione

### LA CHIAVE DINAMOMETRICA



Si tratta di uno strumento importante per la nostra officina. Ci permette infatti di ottenere una "stretta controllata" evitando così di avere bocchettoni eccessivamente stretti (con elevato stress per i componenti ed i materiali) o pericolosamente lenti (con il conseguente rischio di perdite). Nell'interno è presente un meccanismo a molla regolabile in grado di produrre uno scatto (il classico click) quando la coppia applicata raggiunge quella impostata.

Sono riportati di solito nei manuali l'istruzione all'uso dell'impostazione della coppia da applicare per i rispettivi bocchettoni/diametri impiegati.

La chiave dinamometrica si usa così:

- (1) Sbloccare la manopola della chiave.
- (2) Regolare la taratura della chiave sul valore in Nm desiderato, mediante rotazione dell'impugnatura.
- (3) Bloccare la manopola della chiave.
- (4) Inserire sulla testa della chiave l'innesto adatto al bocchettone.
- (5) Applicare la chiave sul bocchettone, e stringerlo fino a sentire lo scatto della chiave.

**COPPIE PER SERRARE Nm Bocchettone R-410A R- 22, R-134A, R-404A, R-407C, R-507**

Chiave **17** / bocchettone  $\frac{1}{4}$ " – **18,0** (valore da impostare Nm)

**22** /  $\frac{3}{8}$ " – **42,0** "

**24** /  $\frac{1}{2}$ " – **55,0** "

**26** /  $\frac{1}{2}$ " – **55,0** "

**27** /  $\frac{5}{8}$ " – **65,0** "

**29** /  $\frac{5}{8}$ " – **65,0** "

Valore da impostare	Tacca scala verticale	Tacca manopola
100 Kg x cm (10 Nm)	10	10
180 Kg x cm (18 Nm)	18	18
420 Kg x cm (42 Nm)	42	42
550 Kg x cm (55 Nm)	55	0
650 Kg x cm (65 Nm)	65	0
750 Kg x cm (75 Nm)	75	0

### MANUTENZIONE

NON lasciare la chiave su valori sotto a 10 Nm

NON lasciare la chiave su valori superiori a 10 Nm per lunghi periodi.

Dopo un lungo periodo di inattività effettuare 5-10 **strette** con valori massimi in modo da ristabilire il pieno effetto lubrificante interno.

NON smontare la chiave. La riparazione deve essere fatta da personale specializzato.

NON immergere la chiave in acqua o liquidi.



kit portatile saldatura ossiacetilenica



#### STRUMENTAZIONE

- **MEGGER & TESTER.** Con impianto fermo (**ed in sicurezza**) impiegare un megger per il controllo dell'isolamento elettrico, mentre un normale **tester in ohm** per il valore di resistenza degli avvolgimenti.
- Rilevare con un **tester in volt** la tensione a vuoto e a carico.
- **PINZA AMPEROMETRICA.** Intervenendo sulle parti elettriche del motore, la corrente elettrica si misura senza alcuna interruzione sul circuito elettrico.
- **MANOMETRI.** Pressioni di aspirazione e di scarico sono misurati da un kit standard di manometri frigoriferi fissi o portatili.
- **TERMOMETRI.** Interventi sulla temperatura per determinare il surriscaldamento ed il sottoraffreddamento, temperatura uscita evaporatore, temperatura di aspirazione, temperatura di scarico, temperatura sulla linea del liquido.
- **TERMOMETRO ALL'INFRAROSSO.** Un impianto elettrico difettoso può essere controllato con un termometro all'infrarosso, per testare i connettori durante il funzionamento.

#### TERMOMETRI A RAGGI INFRAROSSI

Dopo il tempo è la temperatura il parametro più misurato nel mondo. I termometri a infrarosso misurano la temperatura senza contatto. Ogni corpo emette radiazioni elettromagnetiche correlabili alla propria temperatura superficiale. L'ottica del termometro definisce la superficie da misurare, capta le sue radiazioni nell'infrarosso inviandole su un rivelatore.

Si ottiene una rilevazione veloce e facile della temperatura mediante puntatore laser.

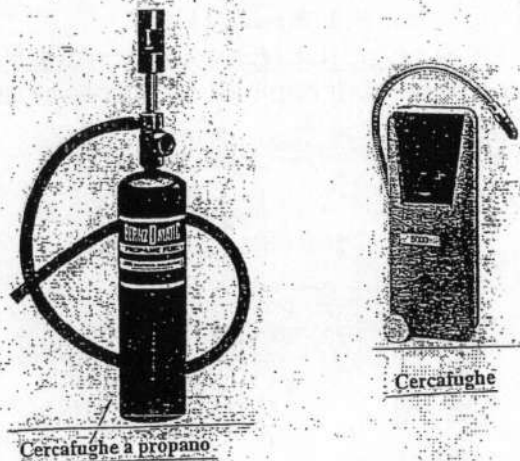
#### INTERVENTI DI MANUTENZIONE SUL CIRCUITO FRIGORIFERO REGOLA PER FRIGORISTI

Mantenere tutto ciò che è legato al sistema frigorifero asciutto e pulito (quindi attrezzature, tubi da collegare, eccetera)



## PROBLEMI NEI COLLEGAMENTI FRIGORIFERI

- PERDITE REFRIGERANTE (attenzione alla flange & cartelle)
- TUBAZIONI SPORCHE (scorie di saldatura – polvere – umidità)



### LA RICERCA DELLE FUGHE

Si tratta di un lavoro di pazienza "certosina" e si deve effettuare sull'impianto sotto pressione. Il sistema è tanto più efficace quanto più elevata è la pressione (in genere per frigoriferi domestici la pressione di prova deve essere inferiore a 9 bar).

### MEZZI PIU' COMUNI UTILIZZATI PER LA RICERCA DELLE PERDITE.

- Acqua insaponata liquida vale per tutti i fluidi refrigeranti.
- Lampada Haloide (o cerca fughe a gas) serve per la rilevazione delle perdite per fluidi fluoroclorurati (alogeni) CFC e HCFC. È formato da un bruciatore alimentato a propano, da una valvola di regolazione per regolare la fiamma, da un tubo di aspirazione e da una placca o filamento di rame reso incandescente dalla fiamma. I vapori di questi fluidi, a contatto dell'ossido di rame che si libera, dovuto alla fiamma, si dissociano e colorano la stessa di verde o azzurro brillante a secondo dell'entità della perdita. **NOTA IMPORTANTE:** queste lampade non devono essere impiegate in atmosfera esplosiva.
- Rilevatore elettronico di fughe è usato per i CFC – HFC – HCFC.
- Visualizzazione per fluorescenza (detto spectroline). Si tratta di utilizzo combinato di una lampada che emette di UV e di un tracciante preventivamente inserito nel circuito. Il tracciante sfugge insieme al refrigerante e l'emissione di luce ultravioletta ne visualizza la fuga per fluorescenza.

### RICERCA DELLE FUGHE SU UN IMPIANTO SVUOTATO DI FRIGORIGENO

Diverse erano le tecniche diffuse in passato. La più diffusa consisteva nell'immettere un po' di frigorigeno (CFC o HCFC), poi far salire la pressione con azoto ed infine ricercare le fughe con lampada a gas. Oggi per i problemi legati alla dispersione in atmosfera dei CFC, HCFC ma anche per i nuovi refrigeranti, bisognerà vuotare bene il circuito al termine della prova tramite un recuperatore esterno. Il metodo sicuro, e consigliato, consiste nel riempire il circuito **unicamente con azoto** (in generale a 10 bar, 15 bar).

**ATTENZIONE:** collegare la bombola di azoto al circuito frigorifero per mezzo di un riduttore di pressione per evitare incidenti molto gravi.

#### e per saperne di più ...

Azoto secco è contenuto in bombole a elevata pressione e ciò impone che l'operatore prenda alcune precauzioni in fase di manipolazione, come l'ancoraggio della bombola in posizione verticale e inserimento del riduttore di pressione con valvola di sicurezza (tarata

opportunamente dalla casa costruttrice, la quale deve impedire il superamento di pressioni estremamente pericolose durante l'erogazione).

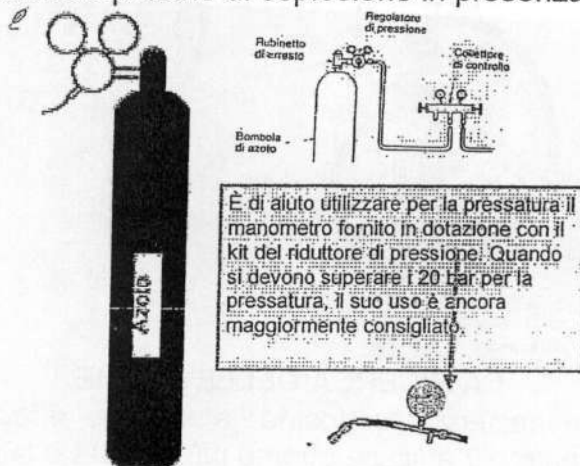
### **AVVISO IMPORTANTE. PRESSATURA DEI CIRCUITI FRIGORIFERI.**

Per la pressatura dei circuiti frigoriferi usare AZOTO.

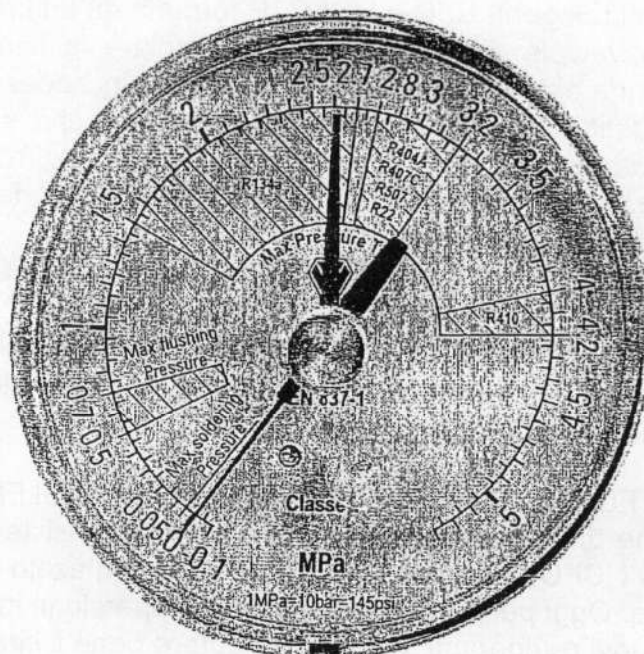
Non usare MAI IN NESSUN CASO OSSIGENO

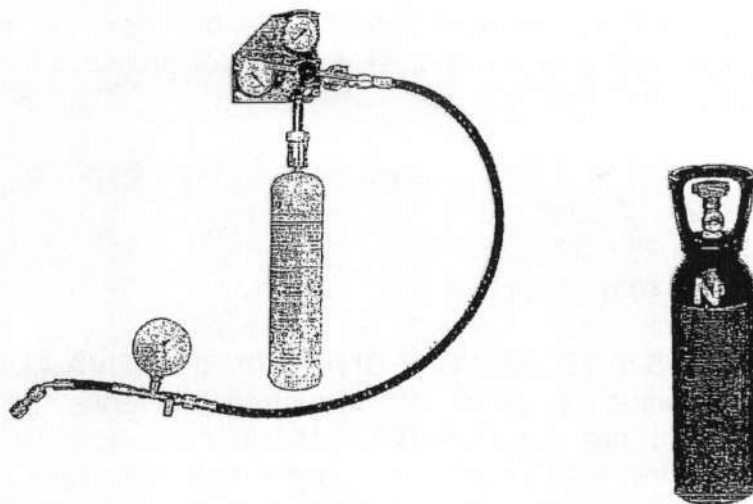
→ **PERICOLO**

(fenomeni di autoaccensione e persino di esplosione in presenza di olio e grasso).



Il manometro indica il campo del valore della pressione che si dovrà utilizzare per ogni refrigerante. Attenzione, il valore di test reale da raggiungere deve essere quello fornito dal costruttore. In mancanza di indicazioni da parte del costruttore si potrà prendere come riferimento la tabella che è riportata più avanti





### A quale valore pressurizzare?

Bisogna considerare:

- La massima pressione relativa al fluido frigorifero
- La massima pressione che il circuito può sopportare

Prima di pressare, vanno osservate due fasi preliminari:

**Primariamente**, bisogna controllare che tutte le parti del circuito siano idonee a sopportare la pressione di prova a cui esse saranno sottoposte. Scrupolosamente andranno osservati tutti i punti limitati quali: presenza di eventuali valvole di sicurezza o l'esistenza di componenti delicati (per esempio, un evaporatore in alluminio sarà bene non sottoporlo ad una pressione maggiore a 10 bar, perchè già intorno a 13 bar l'evaporatore potrebbe non reggere a tale pressione).

**Secondariamente**, bisogna aprire tutti i rubinetti, meno ovviamente quelli comunicanti con l'atmosfera. Andranno verificate valvole solenoidi, regolatori di pressione o i by-pass. Quindi procedere a immettere azoto, prima a 2 bar e controllare, poi aumentare gradualmente la pressione sino al valore stabilito.

- In caso di forte perdita, la pressione nel circuito si abbassa rapidamente e la fuga è spesso individuabile ad orecchio (leggero soffio, sottile e continuo, nel punto della perdita) oppure passando una mano sui punti di perdita (si sente uscire azoto e la fuga cambia rumore).
- In caso di fuga leggera, la pressione si abbassa molto più lentamente e, la fuga è allora individuabile, passando una soluzione saponosa sui punti, con l'apparizione di bolle. Tuttavia, la pressione può variare senza che si abbia una fuga, se la temperatura varia durante la prova. Se la temperatura ambiente aumenta, anche la temperatura dell'azoto aumenta ed esso si dilata. La dilatazione provoca una risalita di pressione nel circuito. All'inverso, un abbassamento della temperatura ambiente provocherà una caduta di pressione dovuta alla contrazione dell'azoto.

RIASSUMENDO la ricerca delle perdite potrà farsi con una soluzione saponosa, pratica per localizzare esattamente una fuga sospetta. Con lampada a gas (utilizzata solo in passato) che reagisce al cloro e quindi riservata ai CFC e HCFC. Con rilevatore elettronico. Con additivo fluorescente e lampada ultravioletti UV (emettitrice di ultravioletti) sia per vecchi che per nuovi refrigeranti.

Da ricordare che il fluido frigorifero nel circolare trascina molecole di olio lubrificante. Quando si manifesta una fuga ci sono anche particelle di olio che escono dall'impianto. Di conseguenza, una fuga si evidenzia spesso con tracce di olio sul punto di perdita. Attenzione ai raccordi (giunto stretto male), alle brasature (una brasatura mal fatta o scaldata troppo che diventa porosa), ai soffietti dei pressostati (deformati quando non stretti con l'aiuto di due chiavi).

#### Valori test azoto relativi al refrigerante

- ⇒ R.22 = da 28 a 32 bar
- ⇒ R.407C = da 28 a 32 bar
- ⇒ R.410A = da 40 a 42 bar

#### LA MASSIMA PRESSIONE DI PROVA RELATIVA AL CIRCUITO

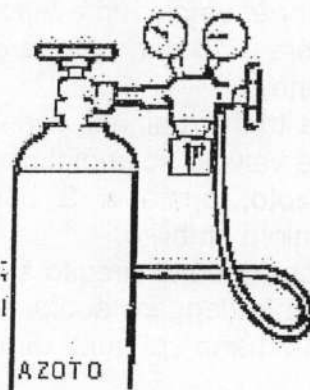
La massima pressione di prova da assumere dovrebbe essere quella massima ammissibile (massima pressione lato BP e massima pressione lato AP). In mancanza di indicazioni sicure relative all'impianto in oggetto date dalle case costruttrici, si possono adottare come guida generale i seguenti valori:

- Per R.134A valore minimo 7 bar – valore massimo 17 bar
- Per R.407C valore minimo 13 bar – valore massimo 23 bar
- Per R.404A valore minimo 14 bar – valore massimo 25 bar
- Per R.410A valore minimo 18 bar – valore massimo 33 bar
- Per R.22 valore minimo 12 bar – valore massimo 22 bar

N.B. Valore minimo riguarda in genere il lato BP, il valore massimo riguarda lato A.P. - Nel dubbio meglio utilizzare un valore contenuto di pressione.

#### SCHEMA

Collegare set di azoto all'impianto da pressare: bombola + riduttore di pressione + tubi di collegamento.

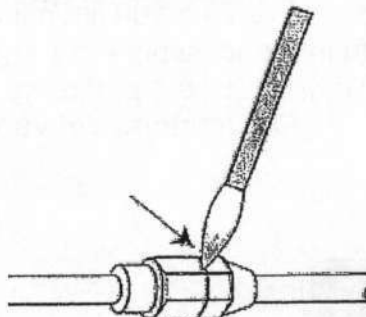


#### ...TEST COMPLETO DI TENUTA

- 1° Portare il circuito gradualmente prima a 1 bar e poi a 5 bar: individuazioni grosse perdite
  - 2° se il circuito lo dovesse consentire (un frigo domestico, in genere non si pressa oltre 9 bar) portare il circuito a 12 bar: individuazioni medie fughe
  - 3° portare gradualmente il circuito al valore finale stabilito e mantenerlo per un tempo necessario dipendente dalla grandezza del circuito ed al tipo di lavoro.
- Per impianti molto estesi, per escludere la presenza di fughe, si usa mantenere il valore della pressione per 24 ore.

È consigliabile prendere nota del valore di temperatura ambiente. La variazione di 1 °C può causare una variazione di circa 0,1 bar per effetto della dilatazione/contrazione dell'azoto.

Sistema di verifica



acqua e sapone liquido

In una nuova installazione in particolare verificare tutti i punti dove sono state fatti collegamenti (bocchettoni, saldature ...)

#### Scarico azoto

Verificata l'assenza di perdite, scaricare lentamente l'impianto tramite la valvola posta prima del manometro di controllo (sino a portare il sistema a 0 bar: pressione relativa).

Trattandosi di gas inerte lo scarico può essere effettuato in atmosfera senza danni all'ambiente.

### MESSA IN VUOTO DEL CIRCUITO FRIGORIFERO

Prima di effettuare la carica di refrigerante è indispensabile eliminare aria e gas utilizzati per la pressatura. Diversamente, a impianto avviato si avrebbero problemi, tra i quali:

- Aumento della pressione di A.P.
- Aumento inutile di consumo di energia del compressore
- Calo di resa
- Produzione di acidità nell'interno del circuito con relative conseguenze.

#### COME FARE IL VUOTO?

La messa in vuoto dell'impianto viene effettuata mediante una pompa del vuoto, che permette di estrarre sia aria e sia umidità, compresa eventualmente di acqua libera. ATTENZIONE, però la pompa non deve aspirare acqua libera, ma deve ridurre la pressione gradualmente all'interno del circuito, sino a consentire l'evacuazione in forma di vapore. L'operazione deve essere relativamente lenta (capacità pompa adeguata alla grandezza dell'impianto)

In verità la pompa di vuoto viene impiegata per riprodurre il fenomeno della diminuzione della temperatura di ebollizione dell'acqua all'abbassamento della pressione. Ad esempio con temperatura ambiente di 20 °C l'acqua all'interno di un circuito vaporizza a circa 23 mbar. Dato che l'evaporazione è tanto più rapida quanto più alta è la differenza tra temperatura ambiente e quella di ebollizione, è bene che durante l'operazione di vuoto la temperatura dell'ambiente circostante non sia inferiore a 16 °C.

#### Quale vuoto raggiungere?

Si può valutare in generale che quando si riesce a scendere e poi mantenere un vuoto su 1,33 e 0,67 mbar, il risultato ottenuto è da considerarsi buono.

CORRISPONDENZA

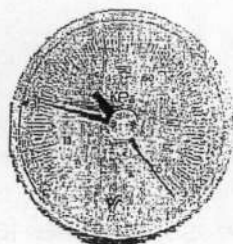
1.000 micron ÷ 500 micron

1 mmHg (Torr) ÷ 0,5 mmHg  
 133 Pa ÷ 67 Pa

### Capacità della pompa del vuoto.

Per piccoli impianti (piccoli split, multi split), utilizzare pompa vuoto da 35, 40 o 50 litri/minuto va bene. Impianti di climatizzazione della potenza frigorifera maggiore si utilizzerà una pompa con capacità di 70 a 100 litri/minuto (4,2 a 6 m3/ora). Grandi impianti (dove la quantità di fluido frigorifero supera 50 kg) si utilizzano pompe con capacità ancora superiore (da 10 a 60 m3/ora, cioè a partire da circa 165 litri/minuto).

### Misurazione del vuoto



Gli strumenti adatti per la misurazione del vuoto sono solo ed esclusivamente:

- vacuometro analogico
- vacuometro elettronico

Tabella di conversione delle unità di pressione

Da .....	a	bar	mbar	Pa	kPa	psi
<b>1 bar</b>		1	1.000	100.000	100	14,5
<b>1 mbar</b>		0,001	1	<b>100</b>	<b>0,1</b>	0.0145
<b>1 Pa</b>		0,00001	0,01	1	0,001	0,000145
<b>1 kPa</b>		0,01	10	1000	1	0,145
<b>1 psi</b>		0,069	69	6900	6,9	1
<b>1 Torr</b>		0,00133	1,3	133,3	0,1333	0,0193

Corrispondenza: **1 torr = 1 mmHg**; **1 torr = 1.000 micron**; 1 micron = 0,00133 mbar; 1 pascal = 7.5006 micron.

### RELAZIONE SU UNITA' DI MISURA DEL VUOTO E TEMPERATURA DI EBOLLIZIONE DELL'ACQUA A DIFFERENTI GRADI DI VUOTO

Indicaz. manometro	Torr/mm Hg	di	Micron Hg/Millitorr	T° eboll. acqua	Quota m.SLM
0	760		760.000	100	0
6	700		700.000	98	690
16	600		600.000	93,5	1950
26	500		500.000	88,5	3380
36	400		400.000	82,5	5090
46	300		300.000	75,5	7200
56	200		200.000	66,5	9940
66	100		100.000	51,5	14360
71	50		50.000	38,5	18800
75	10		10.000	11	29300
75,90	1		1.000	-17	47000
75,95	0,5		500	-24,4	
75,975	0,25		250	-30	
	0,1		100	-39,5	
	0,02		20	-51,5	

Il grado di vuoto che bisogna raggiungere è il miglior livello ottenibile. Un buon traguardo è al di sotto di 1000 micron.

Pressione (mbar)	Temperatura di ebollizione (°C)
1013	100
933	98
795	93
663	88
530	82
397	75
265	66
132	51
66	38
13	11
1,33	-17
0,68	-24
0,33	-30
0,13	-40
0,03	-52

mmHg Torr	mbar	kPa	Pa	micron
20	26	2,666	2666	20.000
17,498	23	2,333	2333	17.498
10	13,3	1,33	1333	10.000
5	6,66	0,666	666	5.000
4,875	6,5	0,65	650	4.875
1	1,33	0,133	133,3	1.000
0,750	1	0,1	100	750
0,7	0,93	0,093	93,32	700
0.502	0,67	0,067	67	502
0,5	0,66	0,06	66,6	500
0,375	0,5	0,05	50	375

#### RELAZIONI:

1.000 micron = 1 Torr = 1 mmHg = 1,33 millibar = 0,133 kPa = 133 Pa

(10 Torr = 13 mbar = t°eb. H2O = 11 °C)

(10.000 micron = t°eb. H2O = 11 °C)

10.000 micron = 1.333 Pa

5.000 micron = 666 Pa

(12.000 micron = 1.600 pascal)

Prima di avviare la procedura del vuoto all'impianto, per gradi, aprire le varie vie interessate di collegamento ai manometri (tranne, per il momento, la via principale verso l'impianto) questo per tirare in vuoto i soli collegamenti e coppia manometri - tale operazione è chiamata "Test del vuoto delle vie di collegamento" - (si potranno in questo modo escludere da subito, non solo possibili perdite dai tubicini collegati al circuito e dalla coppia manometri, ma anche evidenziare un eventuale cattivo funzionamento della stessa pompa).

### **Quanto tempo occorre per fare il vuoto?**

Il tempo minimo indispensabile per raggiungere un grado soddisfacente di vuoto è di circa 10 minuti per impianti di dimensioni ridotte (ad es. normali installazione split).

Tale tempo dovrà essere incrementato (20-30... minuti e oltre, anche ore) in funzione delle dimensioni dell'impianto e dell'eventuale operazione di lavaggio fatto in precedenza

Al termine della procedura di vuoto segue la verifica di mantenimento del vuoto a pompa ferma (esempio circa 5 minuti per uno split). L'eventuale risalita graduale dell'indice sul vacuometro, dopo 2-3 min., indica che l'impianto non è stato correttamente evacuato oppure evidenzia la presenza di una perdita.

Se si lavora su distanze considerevoli, non basta solo raggiungere il vuoto necessario (in genere pompa in marcia per alcune ore), ma deve seguire procedura di mantenimento del vuoto prolungato (a pompa ferma) di solito di circa 6, 9 ore. Quindi tirato in vuoto, mantenere in vuoto da 6 a 9 ore (un leggero iniziale piccolissimo aumento di pressione non deve preoccupare, a patto che dopo le prime tre ore la pressione non aumenti oltre, si mantenga sotto i valori limiti, e resti costante.

### **METODI PER FARE IL VUOTO**

Tre sono i metodi più usati:

1. **La classica.** Singola operazione di vuoto sino a raggiungere una depressione minore di 1,33 mbar (minore di 1.000 micron; 133 Pa). Riguarda piccoli impianti (riparazioni e primo avviamento)
2. **Tecnica del doppio vuoto**
3. **Tecnica del vuoto spinto "prolungato"**

#### **PRIMO METODO**

Semplice operazione di vuoto sino a raggiungere una depressione minore di 1,33 mbar (minore di 1.000 micron; 133 Pa). Riguarda piccoli impianti (semplici riparazioni e primo avviamento). Al termine mantenere in vuoto a pompa ferma per un po' verificando che non si registrino aumenti di pressione anormali.

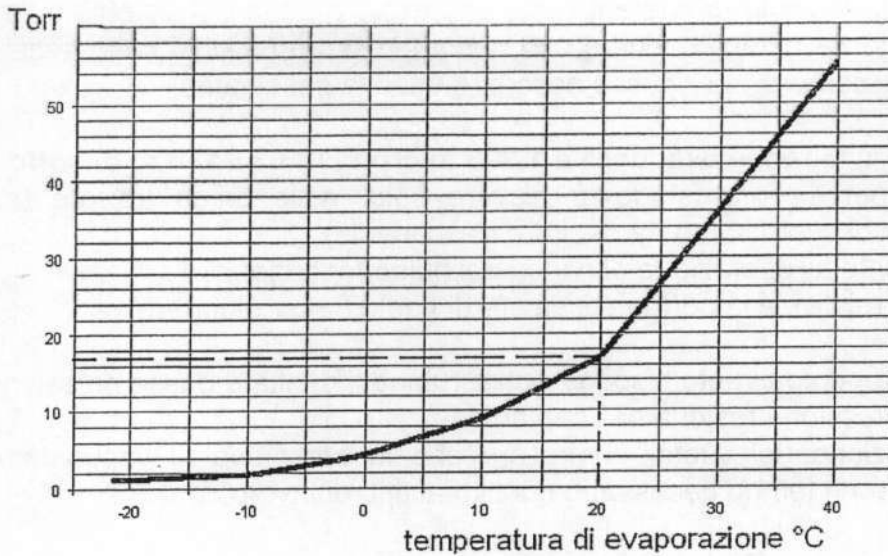
#### **SECONDO METODO**

Il metodo del doppio vuoto riguarda gli impianti di media grandezza, ma anche grandi impianti senza particolari problemi (medi = carica inferiore ai 50 chili di refrigerante) e riguarda semplici riparazioni o primo avviamento.

Considerando per esempio che si operi con temperatura ambiente di 20 °C

1. avviata la pompa, inizialmente raggiungendo 23 mbar, se ci dovesse essere acqua libera nel circuito l'indicazione del vacuometro si fermerà per evaporarla. Evaporata l'eventuale acqua, l'indicazione continuerà a scendere e dovrà raggiungere 6,5 mbar (meno di 5 Torr). Fermare pompa e immettere azoto sino a zero bar.
2. Avviata la pompa la pressione ora scende senza interruzione intermedia e più rapidamente sino a 6,5 mbar. Se ciò si verifica è inutile proseguire. Fermare la pompa. Una leggera piccola risalita di pressione iniziale non deve preoccupare. Se dopo tre ore (nove ore per impianti maggiori) la pressione rimane costante, si può proseguire con la carica del frigorifero.





### Considerazioni sul VUOTO -

In una condizione ambientale di 20°C, l'umidità non sarà evaporata fino a un valore di vuoto di circa 23,3 mbar  
 23,3 mbar  $\approx$  17,498 Torr  $\approx$  2333 Pa

### TERZO METODO

Vuoto spinto. Riguarda di solito grandi impianti (carica superiore a 50 kg). Si tratta di una sequenza di ulteriore preciso controllo della tenuta per mezzo del vuoto.

(Il metodo della triplice evacuazione, che comporterebbe un quantitativo di azoto molto elevato, per impianti al di sopra di 1.000 kg di carica di refrigerante, non viene neppure di solito considerato)

### PROCEDIMENTO TERZO METODO

Si consideri sempre di operare con temperatura ambiente di 20 °C.

Avviata la pompa si scende sino a 1 mbar (0,750 Torr = 100 Pa = 750 micron). Dopo alcune ore di funzionamento, se l'ago non scende oltre questo valore, si può arrestare. Per 24 ore controllare che l'ago non risalga più di 0,5 bar (a pompa ferma) durante le prime 3 ore, poi non dovrà più aumentare. Se è così l'impianto può essere considerato a perfetta tenuta ed essiccato.

In aggiunta ai tre metodi più comuni usati oggi, si segnala un metodo di vuoto molto noto in passato: LA TRIPLICE VUOTATURA

LA TRIPLICE EVACUAZIONE. Il modello della "triplice vuotatura" solitamente si applica a impianti dove vi è stata infiltrazione di acqua nell'interno del circuito frigorifero (ad esempio causa della rottura di uno scambiatore ad acqua). In questi casi eliminata la perdita, il circuito frigo andrà sezionato in vari tratti, aperto, e tolta acqua più possibile da ogni punto o tubazione o componente. Il compressore va verificato (se è il caso sostituito). Olio e filtro andranno inseriti prima dell'ultima evacuazione.

### LA PROCEDURA DELLA TRIPLICE VUOTATURA

È bene che la temperatura ambiente sia al di sopra di 16 °C. SUCCESSIONE DI RIFERIMENTO

Prima vuotatura:

- 1/ pompa collegata 6 ore (o per un tempo adeguato alla grandezza dell'impianto) **vuoto a 5 torr = 6,5 mbar = 5.000 micron**
- fermare e isolare il sistema per altrettante ore
- rompere il vuoto e portare il sistema a 0 bar con azoto

Seconda vuotatura:

- 2/ pompa 3 ore e/o **vuoto al di sotto a 5 torr = 6,5 mbar**
- lasciare sistema per tre ore in vuoto

- dopo questo periodo di vuoto rompere il vuoto con azoto e portare il sistema a zero bar. Sostituire cartucce filtranti caricare olio al compressore (in ogni caso si deve evitare che l'olio del compressore possa assorbire umidità dal circuito)

Terza vuotatura:

- 3/ pompa per 6 ore in funzione **evacuare a 1.000 micron (133,3 Pa) o al di sotto**
- sistema in vuoto per 12 ore (si dovrà rilevare solo, nelle prime tre ore una leggerissima risalita di vuoto, tanto da risultare trascurabile)
- Ora il sistema è pronto all'operazione di carica del fluido frigorifero.

(N.B. i tempi segnati sono relativi; è importante il valore di vuoto da raggiungere)

LE ATTENZIONI!

- Prima di collegare la pompa vuoto bisogna aprire rubinetti di alta e bassa pressione per eliminare ogni pressione residua nell'impianto.
- Alla fine dell'operazione del vuoto, controllare che la pressione al vacuometro rimanga costante per un tempo necessario relativo al tipo di lavoro.

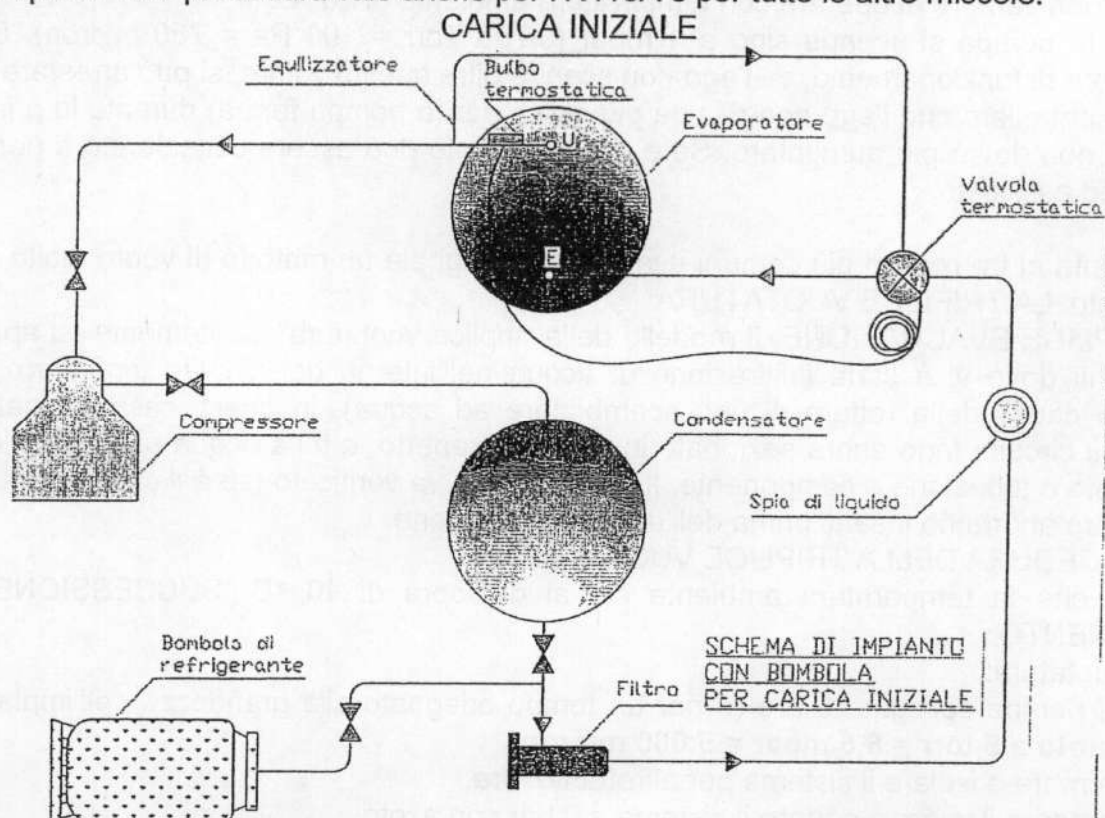
### Carica refrigerante

L'operazione di carica viene eseguita dopo la verifica della tenuta del sistema e dopo il vuoto al circuito.

Tale operazione si effettua solitamente nei casi di:

- impianto completamente vuoto (verificare precedentemente la quantità di refrigerante da caricare indicata dal costruttore)
- completamento della pre-carica nel caso si siano superate le distanze tra l'unità condensante e l'evaporante e la pre-carica sia stata considerata (verificare la carica addizionale -grammi/metro- indicata dal costruttore)

N.B. Si ricorda come già indicato di effettuare la carica dell'R407C **esclusivamente** in fase liquida. Tale procedura vale anche per l'R410A e per tutte le altre miscele.



Carica refrigerante. Di norma la carica iniziale (dove è possibile) si esegue introducendo refrigerante liquido da uscita condensatore con impianto in vuoto e spento (circa 80%) .

Avviato il gruppo frigo, la carica si deve completare da attacco ingresso evaporatore (dopo della valvola di espansione)

### OPERAZIONE DI VUOTO E CARICA GAS SU PICCOLI SISTEMI (FRIGO – PICCOLI SPLIT – CONDIZIONATORI AUTO)

Dopo aver eseguito la pressatura e la ricerca delle perdite con esito negativo. Scaricare la pressione.

Si opera con mano-vuotometro, manometro di bassa pressione, manometro di alta pressione.

Si avvia la pompa del vuoto con "zavorratore" aperto e con mano-vuotometro chiuso. Il manometro di bassa pressione ci mette poco a portarsi a -1 (in questo modo si è tolto solo l'aria dal sistema, ma non piccole tracce di umidità). Dopo qualche minuto si chiude lo "zavorratore". Successivamente si apre il mano-vuotometro e si aspetta che segni il massimo vuoto possibile (un buon traguardo è meno di 1.000 micron che corrisponde ad 1 mm.Hg).

Il tempo di funzionamento della pompa per tali sistemi è di circa 20 minuti.

NOTA: la variazione del rumore della pompa è una indicazione importante durante l'operazione di vuoto e ci fa capire se il sistema è a perfetta tenuta e l'operazione sta procedendo regolarmente.

Raggiunto il massimo vuoto possibile, si intercetta la pompa e si ferma lasciando il sistema in vuoto per qualche minuto. Si controlla che la pressione non aumenti: lo spostamento di 1 – 2 tacche sul mano-vuotometro è accettabile, ma poi non dovrà più variare.

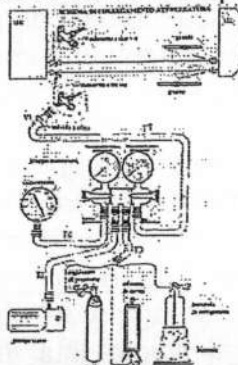
PER LA CARICA. È preferibile sempre immettere gas liquido dal ramo di alta pressione (condensatore). In caso di carica dall'aspirazione compressore allo stato di refrigerante liquido, per non far allagare di liquido il compressore, si procede a effettuare degli apri e chiudi dal rubinetto di erogazione: esempio 2 secondi rubinetto appena aperto e 10 secondi chiuso. Si introduce in questo modo massimo il 75% della carica totale **per un frigo domestico** (per un mono-split la carica iniziale deve essere di 1/3 del totale)

Poi dopo 2 minuti (per fare in modo che le pressioni nei due rami del circuito si siano equilibrate), avviare il compressore ed ultimare la carica.

- Se trattasi di frigorifero, deve brinare tutto l'evaporatore in modo uniforme (durante il normale funzionamento).
- Se trattasi di condizionatore, l'evaporatore deve essere tutto regolarmente ricoperto di condensa (a funzionamento a specifica).

Per un completo controllo, i riferimenti validi sono:

1. Il peso del refrigerante da introdurre nel circuito (indicato dal costruttore).
2. Le pressioni di funzionamento (a secondo del tipo di impianto).
3. Le temperature (devono essere quelle richieste).
4. La corrente elettrica assorbita dal compressore (indicata dal costruttore)



Riassumendo le verifiche da farsi prima di iniziare una attività della carica totale:

- prove di tenuta

- messa in vuoto
- controllo dispositivi di sicurezza
- livello olio compressore
- funzionamento ventilatori e pompe
- controllo apparecchiatura elettrica

#### UN PROBLEMA DA NON SOTTOVALUTARE:

nel momento di immissione del refrigerante, il circuito frigorifero si trova ad un vuoto da 1 a 6,6 mbar (750 a 5.000 micron; 100 a 666 Pa)

Se l'impianto si trova sottoposto a pressioni molto basse, nel momento di introduzione di refrigerante allo stato liquido, esso si troverà a essere esposto a una temperatura di evaporazione molto bassa (esempio circa  $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$  R.22; circa  $-65\text{ }^{\circ}\text{C}$  R.134A) significa che in quelle condizioni caricando di continuo l'impianto frigorifero con refrigerante liquido esso si raffredda all'istante a bassissima temperatura, sottoponendo le parti a contatto a tensioni termiche elevate. È necessario rompere il vuoto prelevando refrigerante in forma liquida dalla bombola, e immetterlo gradualmente nell'impianto, e questo sino a che la pressione non sarà risalita al valore corrispondente ad una temperatura di evaporazione di circa  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$  a  $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$  dai manometri (dipende dal tipo di refrigerante da introdurre). In nessun caso si dovrà introdurre INIZIALMENTE refrigerante liquido a bassissima pressione in un impianto con scambiatore ad acqua, soprattutto quando l'acqua non stia circolando all'interno.

#### Le attenzioni sulla carica del refrigerante

Punti principali da controllare durante il funzionamento riguardano la pressione di condensazione e la pressione di evaporazione che siano normali, secondo le specifiche relative all'impianto, e che il surriscaldamento della valvola termostatica non sia né troppo basso, né troppo alto. Vanno controllate inoltre: spia di liquido, valvola di espansione e sottoraffreddamento

#### ATTENZIONE!

(N.B. il su/r ottimale in uscita evaporatore varia da  $5$  a  $8\text{ }^{\circ}\text{C}$ ). Il surriscaldamento è una precauzione per il compressore perché il refrigerante deve presentarsi nel tubo di aspirazione totalmente gas. Il manometro BP legge la temperatura di evaporazione.

#### Il recupero del refrigerante nel raccoglitore.

È un'operazione che si rende necessaria quando si deve sostituire o ripristinare un elemento del circuito frigorifero (nel tratto da uscita raccoglitore a aspirazione del compressore). Procedimento:

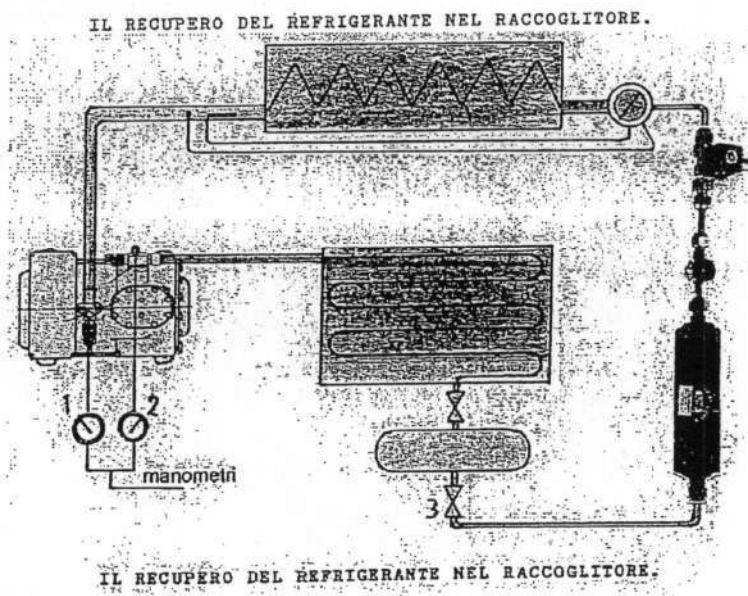
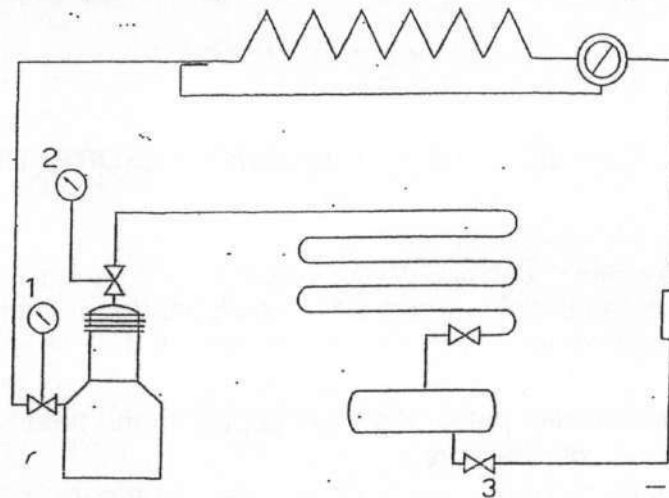
1. Inserire manometro di BP (1) in aspirazione al compressore.
2. Inserire manometro d'AP (2) allo scarico del compressore.
3. Fare un ponticello elettrico sui contatti del pressostato di bassa pressione.
4. Chiudere rubinetto del liquido (3).
5. Avviare compressore.
6. Quando si legge sul manometro di BP una pressione leggermente positiva, fermare il compressore. Ripetere quest'ultima operazione se, fermato il compressore, la pressione sul manometro di BP dovesse riaumentare.
7. A compressore fermo disinserire l'interruttore generale, e solo allora, chiudere rubinetto di scarico e iniziare lo smontaggio del componente interessato.
8. Eseguita la sostituzione, fare il vuoto sul tratto interessato. Quindi, aprire gradualmente tutti i rubinetti in precedenza chiusi.

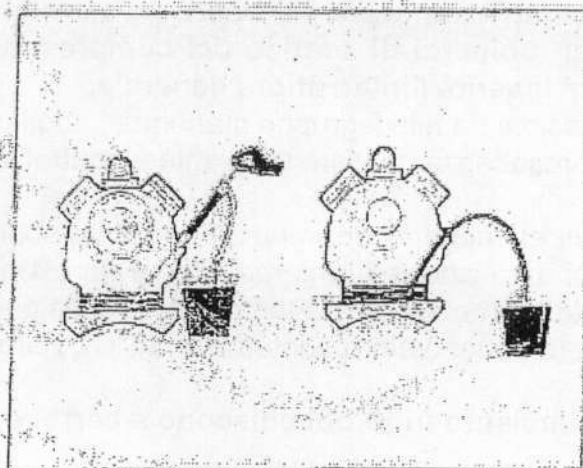
**N.B.** particolare attenzione per la sicurezza personale e dell'impianto deve essere rivolta al rubinetto di scarico del compressore. Soltanto dopo la sua apertura si potrà inserire l'interruttore generale.

- Equilibrare le pressioni tramite il gruppo manometri, togliere il ponticello elettrico fatto in precedenza, avviare l'impianto e controllare funzionamento.

**Attenzione.** Aprendo gli elementi di un impianto, quando sono freddi, se si forma della condensa all'esterno, ci sarà anche all'interno. Per evitare l'inconveniente è necessario fare in modo che durante lo smontaggio, la temperatura sulla parte interessata non scenda sotto il punto di rugiada (un buon valore è intorno ai 25°C). Fare sempre e solo operazioni corrette.

**Gli interventi su di un impianto frigo obbediscono a certe regole d'arte.**





RIMOZIONE DELL'OLIO

### PROCEDURA PER IL CAMBIO DI OLIO DEL COMPRESSORE (TIPO APERTO E SEMIERMETICO)

Far fermare il compressore per pump-down.

Aprire l'interruttore generale – TASSATIVO.

Inserire immediatamente coppia manometri, collegando i tubicini sui rubinetti di aspirazione e scarico del compressore. Chiudere rubinetti del compressore (aspirazione e scarico).

Aprire i rubinetti di bassa e alta pressione della coppia manometri e scaricare la quantità residua di gas rimasta nel compressore.

Togliere il tappo di scarico olio compressore e iniziare a scaricare l'olio.

L'operazione va aiutata collegando la bombola di refrigerante al tubicino centrale della coppia manometri e inviando un po' di refrigerante gassoso all'aspirazione del compressore.

Scaricato l'olio, togliere il filtro olio a rete sul carter e pulirlo se necessario.

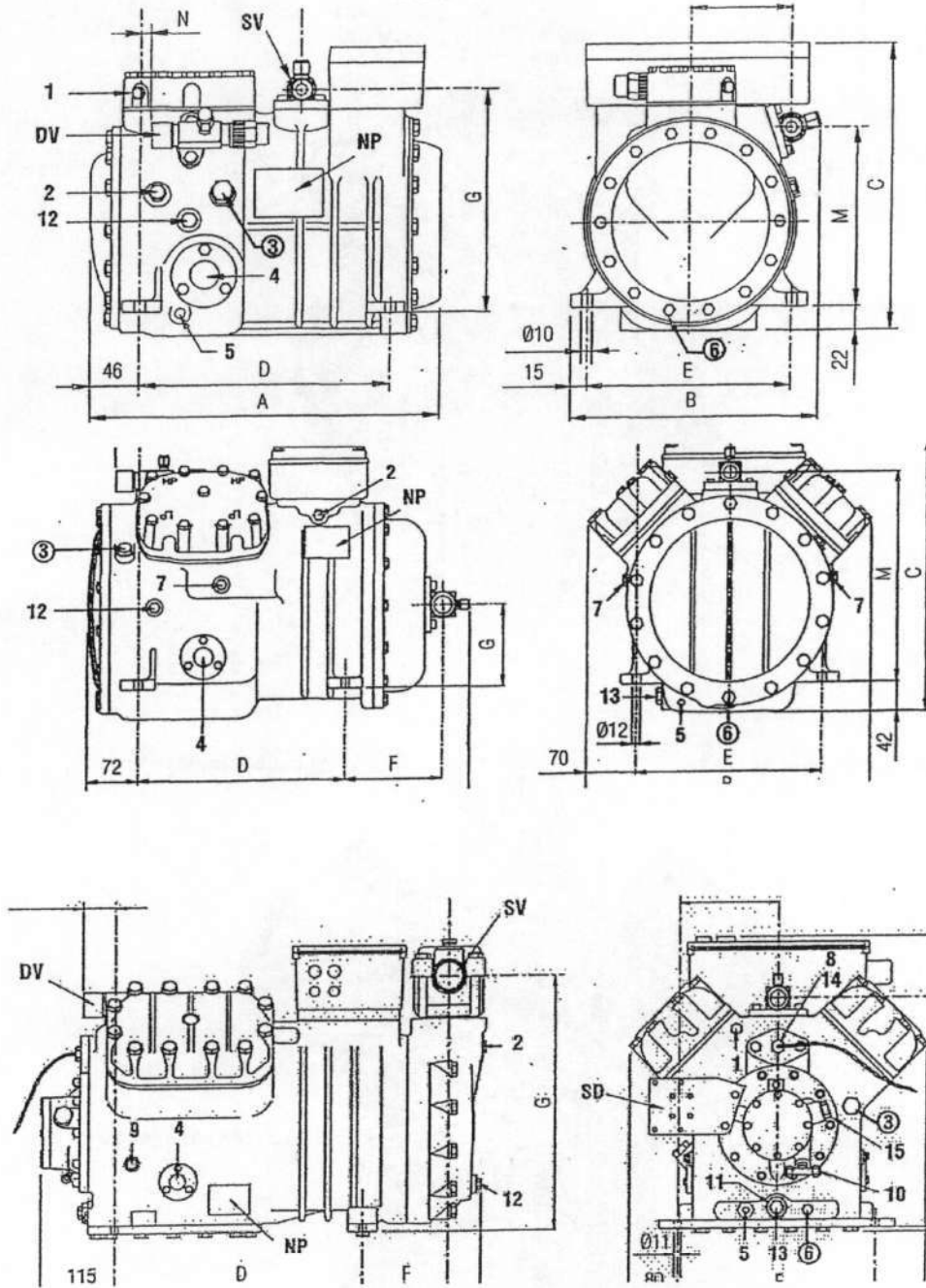
Rimettere filtro olio.

Richiudere tappo scarico olio.

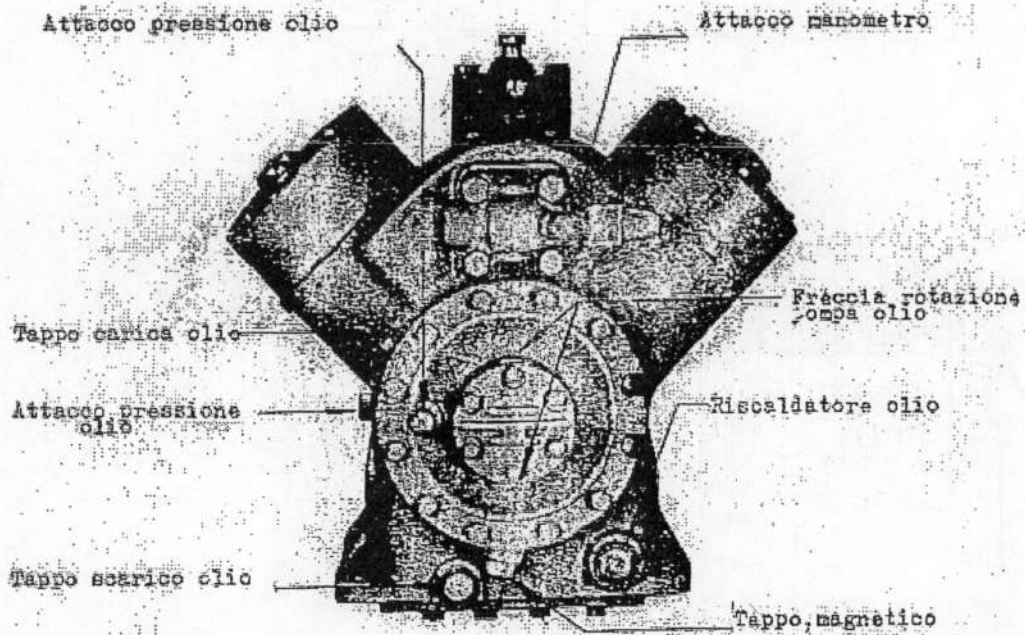
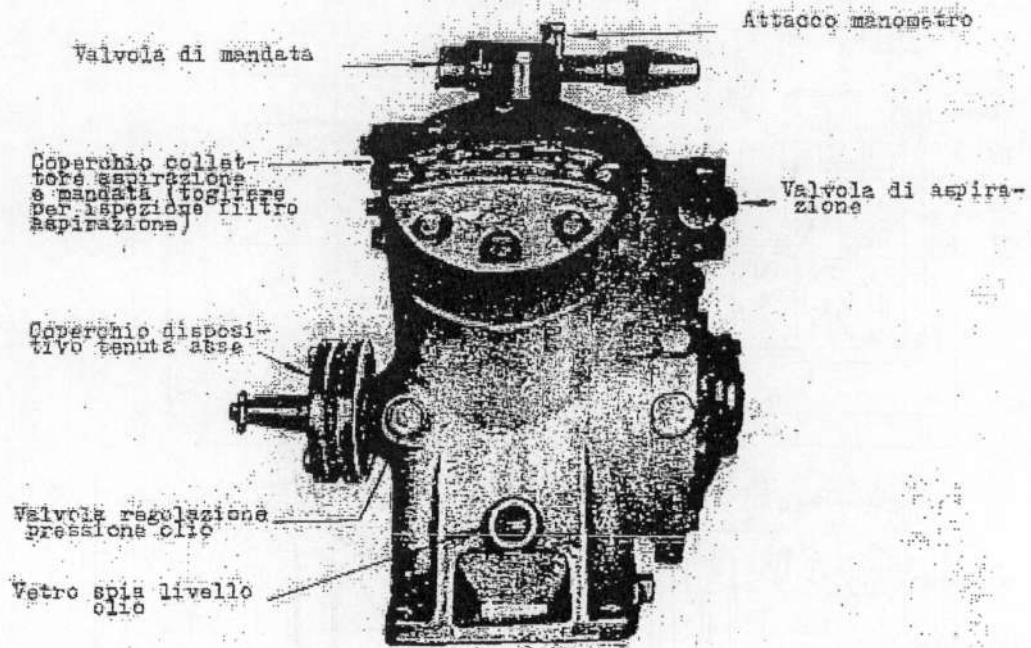
Immettere olio sino al giusto livello: 7/8 con compressore fermo, 1/2 livello con compressore in marcia. Fare il vuoto (con la pompa per vuoto) al compressore. Aprire gradualmente tutti i rubinetti precedentemente chiusi (**attenzione al rubinetto sullo scarico**). Inserire interruttore generale.

(\*) le operazioni devono essere eseguite a rispetto della legge. È proibito scaricare refrigerante direttamente in atmosfera.

Compressore  
semiermetico



1/tappo di alta pressione - 2/tappo di bassa pressione - 3/tappo di carica olio - 4/spia livello olio - 5/sede resistenza carter - 12/tappo ritorno olio - DV/rubinetto di compressione - NP/targhetta - SV/rubinetto di aspirazione.





## VALUTAZIONE DEL GRADO DI INQUINAMENTO DI UN SISTEMA REFRIGERANTE

È possibile solo attraverso l'analisi dell'olio del compressore.

Ne deriva che il suo aspetto (colore, trasparenza, odore) e il suo grado di acidità (ricavabile con reagenti) indicano il livello di inquinamento.

Trovare olio scuro e non acido, cambiare lo stesso l'olio. Se l'olio dovesse essere molto scuro (anche se il compressore è funzionante), comportarsi allo stesso modo usato per la rigenerazione (cambio olio, cambio filtri deidratatori, eventuale lavaggio del circuito gas. Fanno seguito ulteriori verifiche sino a che non si riscontra olio perfettamente pulito e chiaro).

N.B. L'impianto ha una porta sempre aperta alla contaminazione e l'olio è una finestra che ci fa vedere e capire cosa sta succedendo.

## BONIFICA CIRCUITO GAS DOPO BRUCIATURA MOTO COMPRESSORE (ERMETICO E SEMIERMETICO)

Testare sempre l'olio del vecchio compressore per rilevare il grado di inquinamento del sistema. La stessa sorte del precedente toccherà al nuovo compressore se non si sarà provveduto a rimuovere le cause che hanno determinato l'avaria e a bonificare il circuito.

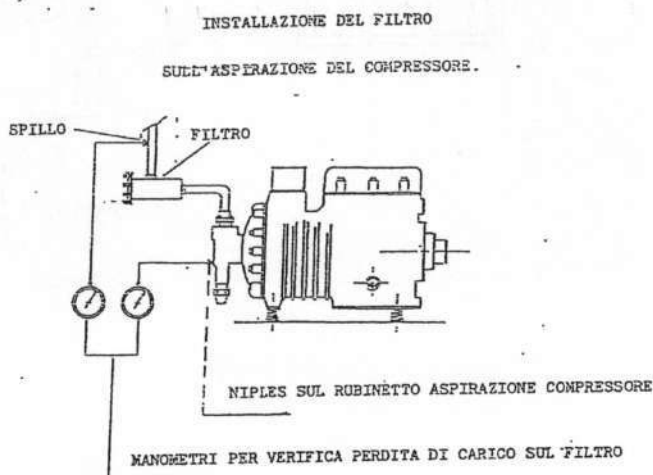
Procedura: si cambia il filtro deidratare sul liquido. Si installa filtro sulla linea di aspirazione del compressore del tipo antiacido (dove previsto) e avviare il nuovo compressore. Dopo mezz'ora di funzionamento controllare l'olio: se risulta di colore scuro, sostituirlo - se risulta chiaro, riavviare il compressore e ripetere il controllo dopo circa 8 ore di reale funzionamento. Durante tale controllo è bene fare il test dell'olio, eventualmente ricambiarlo insieme ai filtri.

Il tutto va ripetuto finché dal test l'olio risulta idoneo e perfettamente pulito.

N.B. Se l'impianto è sprovvisto sull'aspirazione del compressore di contenitore porta-filtro, in caso di bonifica, occorrerà fare il lavaggio con liquido apposito e con azoto sezionando il circuito in vari tratti. Alla fine eseguire periodici controlli sull'olio come sopra.

N.B. Se dopo il primo controllo si dovesse trovare olio particolarmente inquinato e nero, sarebbe bene verificare: filtri olio, filtro aspirazione compressore e eventuale pulizia carter. Dopo la ricarica del lubrificante, riavviare e controllare pressione olio e riscaldamento pompa olio se a norma.

In impianti sprovvisti di porta-filtri in aspirazione per la rigenerazione, se non si dovesse eseguire un buon lavaggio al circuito, si è costretti, poi a fare diversi cambi (insieme a sostituzione e pulizia filtri).



### Lavaggio tubazioni e dei componenti

Il lavaggio è da effettuare qualora si verificano le seguenti condizioni:

- ⇒ Predisposizioni aperte: presente all'interno umidità o sporcizia
- ⇒ Retrofit: sostituzione dell'intero impianto condensante o evaporante utilizzando tipo di refrigerante diverso da quello precedentemente installato
- ⇒ Compressore bruciato (lavaggio da effettuare prima della sostituzione dello stesso)

### PULIZIA DEI CIRCUITI FRIGORIFERI (CONCLUDENDO)

La pulizia dei circuiti frigoriferi può essere fatta con:

- Lavaggio con apposito fluido adatto allo scopo (ed approvato dagli ultimi aggiornamenti sui refrigeranti).
- Uso filtri-essiccatore antiacidi.

Il lavaggio, mediante apposito fluido adatto allo scopo, consiste nel far circolare questo fluido con una pompa o in modo forzato o con aiuto di azoto.

In pratica è consigliato dividere il circuito in varie parti, esempio compressore – condensatore – ricevitore di liquido - termostatica – evaporatore.

Si fa circolare il fluido di lavaggio in senso contrario a quello del normale senso del frigorifero e raccogliarlo all'altra estremità libera. È bene chiudere e riaprire il passaggio del fluido di lavaggio in modo da provocare piccoli colpi di flusso.

Quando il fluido utilizzato esce chiaro e trasparente, l'impianto è pulito.

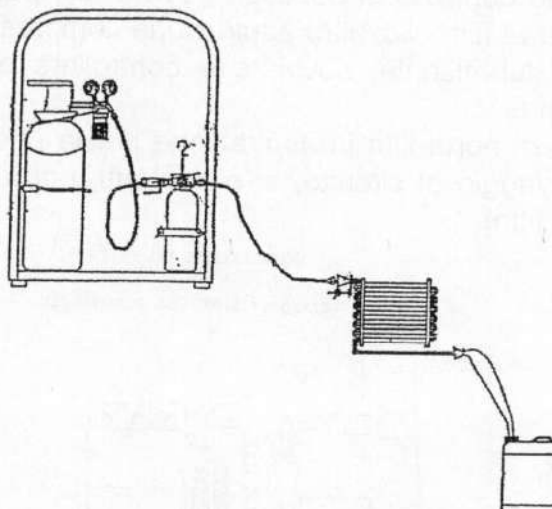
Prima del vuoto è opportuno eseguire un ultimo lavaggio con il solo azoto secco.

La pulizia con filtro deidratare permette di pulire bene il circuito anche in caso di lunghe linee.

Per il procedimento seguire le indicazioni già descritte.

N. B.: prima di avviare queste procedure, si devono controllare tutti i componenti elettrici.

SISTEMA PER LAVAGGIO



## UNITA' RECUPERO REFRIGERANTE

Facendo riferimento al sistema rappresentato, esso è dotato di:

- ⇒ Interruttore generale
- ⇒ Manometro di aspirazione e manometro di mandata
- ⇒ Valvola di bassa pressione e valvola di alta pressione
- ⇒ Attacco mandata "out" e attacco di aspirazione "in"
- ⇒ Filtro deidratatore

## LE REGOLE IMPORTANTI

- ⇒ Verificare nella stanza in cui si utilizza il recuperatore ci sia sempre una buona ventilazione
- ⇒ L'utilizzatore deve portare occhiali di protezione e guanti quando lavora con sistemi refrigeranti
- ⇒ Vanno seguite le avvertenze della casa costruttrice indicate per l'utilizzo del recuperatore
- ⇒ Prima di iniziare le operazioni di recupero devono essere preventivamente essiccati: il gruppo manometri, i tubicini, filtro deidratatore.
- ⇒ Per tutta la durata del recupero di refrigerante il circuito frigorifero deve essere spento
- ⇒ Per le unità di recupero idonee per tutti i refrigeranti (compressori a secco), nel passare al recupero di refrigerante diverso dal precedente recuperato, occorre sostituire filtro deidratatore ed eliminare residui di refrigerante rimasti all'interno.
- ⇒ Le bombole di recupero non devono essere riempite oltre 80%. Il restante 20% è denominato spazio per l'eccesso di pressione. Ad esempio, partendo con un cilindro riempito a 80% del volume alla temperatura di 16 °C, alla temperatura di 66 °C il volume occupato è 94%; mentre con un cilindro riempito a 90% del volume alla temperatura di 16 °C, alla temperatura di 54 °C il volume occupato è 94%, alla temperatura di 66 °C si ha l'esplosione.
- ⇒ L'uso di una bilancia è importante per evitare l'eccessivo riempimento del contenitore di immagazzinamento.
- ⇒ L'unità ha un pressostato a riarmo. Se la pressione del sistema dovesse superare il valore di taratura, il sistema si spegne. Il pressostato di massima non impedisce di riempire il contenitore in eccesso. Se interviene il pressostato mentre si sta recuperando in bombola, può darsi che essa sia stata riempita troppo. Rimediare subito.
- ⇒ Contenitori e filtri vanno usati per un solo refrigerante.
- ⇒ Se si effettua recupero da un sistema il cui compressore è bruciato, utilizzare due filtri antiacido ad alta capacità in serie. Quando il recupero è ultimato lavare il recuperatore con una piccola quantità di olio e refrigerante pulito seguendo le relative istruzioni della casa (funzione recovery *ricaveri* = recupero; funzione purge *perg* = pulizia)

È consigliabile utilizzare tubi flessibili dotati di valvola a sfera.

## MODI DI RECUPERO

- ⇒ A) collegamento dalla coppia manometri al CDZ con un tubicino sul vapore, un tubicino sul liquido – dalla coppia manometri attacco centrale ad "IN" recuperatore - dal recuperatore attacco "OUT" si va in bombola di recupero.
- ⇒ B) metodo PUSH-PULL (*pusc pull* = spingere e tirare) per il recupero del refrigerante in forma liquida dal circuito frigorifero ad una bombola esterna.

Impegnando questo metodo bisogna intervenire sul circuito frigorifero affinché la macchina pompi il refrigerante nel ricevitore di liquido. Il collegamento: dal sistema CDZ presa liquido con BP coppia manometri – uscita coppia manometri (attacco centrale) a bombola (attacco liquido) – da sistema CDZ presa vapore a “OUT” recuperatore – “IN” recuperatore a bombola (attacco gas)

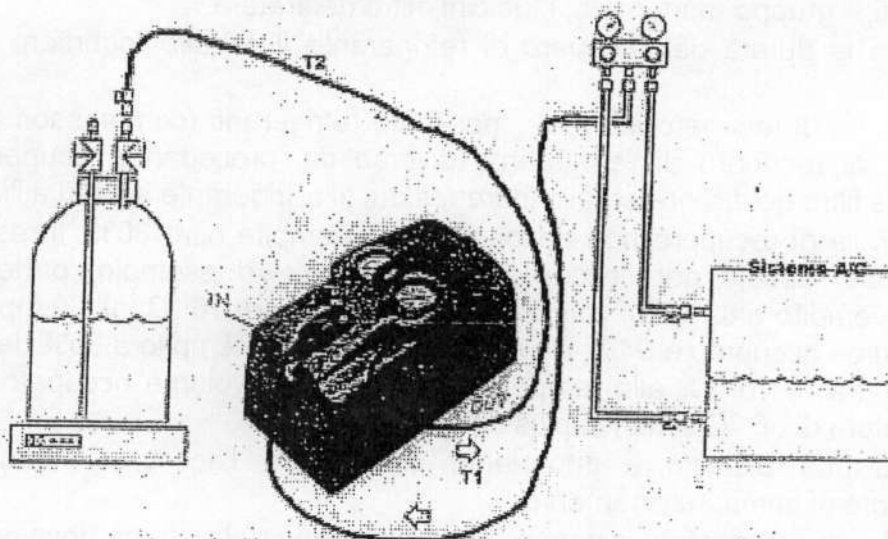
ESEMPIO VELOCITA' DI RECUPERO:

- ⇒ Recupero vapore = 15 kg/h;
- ⇒ Recupero liquido = 45 kg/h;
- ⇒ Recupero PUSH-PULL = 200 kg/h

**A**

(Durante la fase di recupero valvola purge aperta e valvola di fianco chiusa).

- a) mediante tubi flessibili dotati di valvola e sfera, collegare il circuito frigorifero all'unità di recupero come illustrato in figura.

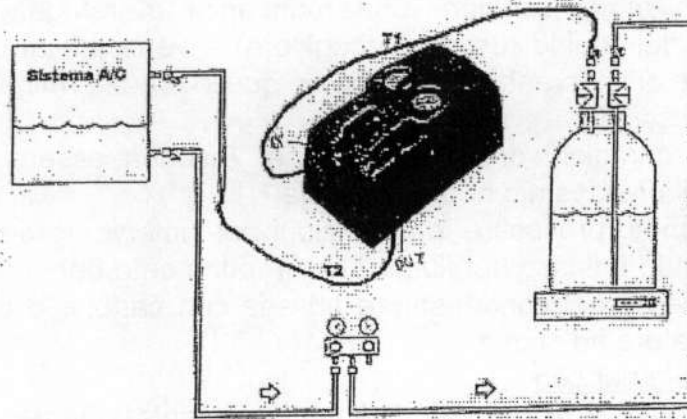


- b) collegare la valvola del tubo flessibile T2 (mandata) alla bombola di stoccaggio  
c) aprire la valvola del gruppo manometrico (non fornito di serie)  
d) aprire la valvola della bombola di stoccaggio  
e) aprire le valvole dei tubi T1 e T2 (non forniti di serie)  
f) aprire la valvola HIGH ed accendere l'unità di recupero (interruttore verde del pannello di comando in posizione I), l'accensione della spia luminosa dell'interruttore indica che il recupero è in funzione.  
Aprire lentamente la valvola LOW regolando la pressione sul manometro blu M1 in modo tale che non sia superiore ai 4 bar  
al raggiungimento della pressione di -0,2 + -0,6 bar (a seconda del tipo di impianto) letta sul manometro di bassa pressione (manometro blu - M1) chiudere il rubinetto LOW, quindi spegnere l'unità portando l'interruttore PWR in posizione 0 (spia luminosa spenta) e chiudere rubinetto HIGH.

**B**

### Trasferimento del refrigerante con il metodo push-pull

L'unità di recupero, opportunamente collegata secondo il metodo push-pull, permette di trasferire rapidamente il refrigerante in forma liquida dal circuito frigorifero a una bombola esterna.



Prima dell'uso, tutti i tubi flessibili, il filtro deidratatore, la bombola di stoccaggio e l'unità di recupero devono essere stati preventivamente evacuati oppure al loro interno deve esserci refrigerante di tipo uguale a quello da trasferire.

Effettuare il trasferimento del refrigerante con il circuito frigorifero spento.  
La bombola di stoccaggio deve avere una capacità adeguata alla quantità di refrigerante da trasferire e, comunque, non deve essere caricata oltre il 75% della sua capacità massima.  
Si consiglia l'impiego di una bilancia elettronica per controllare il riempimento della bombola di stoccaggio.

## LA MANUTENZIONE PROGRAMMATA E I DISSERVIZI

I principali controlli previsti sul circuito frigorifero nella manutenzione programmata: – pressioni e temperatura – livello olio carter – perdite di refrigerante – controllo dispositivi di controllo – stato dei componenti soggetti a usura –  
**(fanno seguito altre attività sull'impianto, di sostituzioni o pulizie quali: filtri, cinghie ecc.)**

### VERIFICHE PRELIMINARI PER L'AVVIAMENTO

L'avviamento è la fase più delicata.

Verifiche preliminari:

- ⇒ Condizioni di funzionamento secondo il target
- ⇒ Livello di olio (compressori semiermetici e aperti)
- ⇒ Resistenza del carter (da inserire 12 ore prima dell'avviamento, dopo lunga inattività)
- ⇒ Ispezionare tarature, regolazioni degli organi di controllo e delle sicurezze
- ⇒ Controllo elettrico nel quadro con verifica della tensione elettrica di alimentazione
- ⇒ **AVVIAMENTO: L'ATTENZIONE DEVE ESSERE MASSIMA!** Nel momento in cui la macchina si avvia, bisogna essere sempre pronti ad arrestarla qualora si manifestassero condizioni pericolose, quali ad esempio rumorosità anormale da parte del compressore, rumorosità metalliche sulle valvole, oppure si nota un ventilatore che non riesce a "spuntare" od altre criticità. Se tutto procede regolare, dare tempo all'impianto che raggiunga il suo normale "equilibrio di funzionamento" quindi, analizzare  $T_o/P_o$ ;  $T_k/P_k$ ;  $su/r$ ;  $sott/r$ .
- ⇒ Infine verifica del funzionamento secondo lo standard: standard è sinonimo di norma, quindi secondo le condizioni a norma, che sono poi le condizioni alle quali le prestazioni sono dichiarate.

## VERIFICA DELL'INTERVENTO DEI PRINCIPALI DISPOSITIVI DI PROIEZIONE E DI CONTROLLO DEL CIRCUITO FRIGO

### Pressostato di bassa pressione

Con compressore in moto, simulare una mancanza di refrigerante chiudendo, per esempio, il rubinetto del liquido (uscita raccoglitore) e verificare al manometro di bassa pressione che il valore di intervento corrisponda a quello predeterminato.

### Pressostato di alta pressione

Utilizzare manometri campioni di alta precisione. Bisogna essere pronti a fermare il compressore in caso il pressostato non intervenga.

Con compressore in moto provocare le condizioni per l'intervento del pressostato di alta pressione interrompendo il flusso del fluido di raffreddamento del condensatore: esempio coprendo la parte esterna del condensatore ad aria con cartone o chiudendo la valvola dell'acqua al condensatore ad acqua.

### Pressostato differenziale per olio

Una buona verifica prevede il distacco della linea di alimentazione del compressore subito all'uscita del relativo teleruttore.

Simulato l'avviamento del compressore (il teleruttore si eccita) si avrà l'intervento del pressostato allo scadere del suo tempo di ritardo.

## IN GENERALE CONTROLLI SEMPRE NECESSARI DURANTE OGNI ATTIVITA' DI MANUTENZIONE

- ✓ Perdite di refrigerante
- ✓ Verificare valori di isolamento a tutti i motori e apparecchiature elettriche
- ✓ Controllare relé, taratura termici, pressostati, termostati e quant'altro è bordo macchina
- ✓ Controllare efficienza lampade
- ✓ Verificare integrità della struttura

(Non va dimenticato di effettuare anche la pulizia dei diffusori e la verifica del giunto antivibrante tra bocca del ventilatore e canale)

N.B. Questi controlli devono essere sempre fatti insieme alla normale attività di manutenzione.

Infine, ad ultimazione del lavoro, occorre eseguire prove e rilievo dati con macchina in moto:

- ✓ Assorbimento compressore (A.)
- ✓ Assorbimento moto-ventilatore condensatore (A.)
- ✓ Assorbimento moto-ventilatore. evaporatore (A.)
- ✓ Pressione di scarico compressore (bar)
- ✓ Pressione di aspirazione compressore (bar)
- ✓ Pressione olio (bar)
- ✓ Temperatura ambiente (°C)

Si conclude con le osservazioni da parte dell'operatore.

## I RIFERIMENTI SULLA TEMPERATURA DI EVAPORAZIONE (QUELLA LETTA SUL MANOMETRO BP)

Si deve sempre considerare il funzionamento nello standard (temperature secondo le specifiche)

### NEL DOMESTICO:

- Frigo a doppia porta → To (temperatura di evaporazione operativa) = -30 °C per avere -25 °C in cella ed avere da +2 ÷ +6 °C nel vano per la conservazione alimenti a temperatura positiva.
- Frigo a singola porta → To = -18 °C per avere -12 °C circa in cella, e da +2 ÷ +4 °C nel vano per la conservazione alimenti a temperatura positiva

### NEL COMMERCIALE:

- Cella a temperatura positiva → To = -10 °C per avere 0 °C in cella (riferimento non valido quando in cella si vuole u.r.% particolarmente elevata)
- Cella per la conservazione di prodotti congelati → To = -30 °C per avere -20 °C in cella.

### NEL CONDIZIONAMENTO

To = +5 per avere 27 °C nell'ambiente interno  
(To = temperatura di evaporazione)

## I RIFERIMENTI SULLA TEMPERATURA DI CONDENSAZIONE

Considerando sempre il funzionamento nello standard (temperature secondo le specifiche) e considerando trattasi di condensazione ad aria, si valuta la condensazione di 15 °C superiore alla temperatura dell'ambiente dove è posto il condensatore.

## ELETTRICITA'

### PRINCIPALI SIMBOLI DELLE GRANDEZZE ELETTRICHE CON RELATIVE UNITA'

GRANDEZZA	SI INDICA	UNITA' DI MISURA	SIMBOLO
Tensione	V	volt	V
Corrente	I	ampere	A
Resistenza	R	ohm	Ω
Potenza	P	watt	W
Energia	E	joule	J

### MULTIPLI E SOTTOMULTIPLI

M	Mega	Milioni	1 000 000
K	kilo	Migliaia	1000
m	milli	Millesimi	0,001
μ	micro	Milionesimi	0,000 001

### Esempi:

MΩ = Megahom	1000 000 Ω
MW = Megawatt	1000 000 W
kW = Kilowatt	1000 W
mA = milliampere	0,001 A (diviso mille → nello specifico è indicato → 10 <sup>-3</sup> )
μF = microfarad	0,000 001 F* (diviso un milione → 10 <sup>-6</sup> )

(\* farad = unità di misura di capacità dei condensatori.)

## LA VERIFICA DELL'IMPIANTO

Si realizza attraverso:

- ⇒ Esame a vista (accertare che le componenti siano conformi, installate correttamente, non danneggiate)

⇒ Le prove

⇒ Le misure

## PRINCIPALI STRUMENTI DI MISURA DI USO COMUNE PER IL CONTROLLO DEL CIRCUITO ELETTRICO

Il tipo di grandezza che gli strumenti misurano, permette di suddividerli in:

- ⚡ VOLTOMETRI per misure di tensione o differenza di potenziale
- ⚡ AMPEROMETRI per misure di intensità di corrente elettrica
- ⚡ OHMMETRI per misure di resistenze elettriche (NOTA per la misura della resistenza di isolamento si impiega un misuratore di isolamento).

### Esame a vista

Vengono elencate solo alcuni passi, vale a dire i principali:

- Taratura dei dispositivi di protezione
- Presenza e corretta messa in opera dei dispositivi di sezionamento e di comando.
- Presenza schemi
- Identificazione dei circuiti, dei fusibili, degli interruttori, dei morsetti
- Accessibilità agevole per interventi

### PROVE

Anche in questo caso, vengono elencate solo alcuni passi, vale a dire i principali:

- Prova continuità
- Misura resistenza di isolamento dell'impianto elettrico (**tensione di prova 500 V in c.c. > = 1 Megaohm**)
- Prova dell'ordine delle fasi
- Prova di funzionamento

### DENSITA' DI CORRENTE ELETTRICA

È definita come l'intensità di corrente che attraversa ogni millimetro quadrato di sezioni di un conduttore. Si indica con la lettera "σ" *sigma*:

$\sigma = \frac{I}{s}$  (A/mm<sup>2</sup>); facendo la formula inversa, si ricava la sezione del conduttore:

$$s = \frac{I}{\sigma} \text{ (mm}^2\text{);}$$

in pratica σ è noto = 4 A/mm<sup>2</sup> (per conduttori da 6 a 15 mm<sup>2</sup>), ed I è un dato dei valori di targa di un utilizzatore: quindi facendo il rapporto si ricava subito la sezione del conduttore idoneo.

Quindi la densità di corrente serve per individuare la sezione più adatta da assegnare ai conduttori, di un impianto elettrico, in modo da contenere le perdite per effetto termico e le spese di acquisto dei conduttori entro limiti tollerabili.

Esempio: la sezione da assegnare ai conduttori di una linea che deve essere attraversata dalla corrente di 20 ampere ( assunto il valore della densità di 4 A/mm<sup>2</sup>) risulta di:

$$s = \frac{I}{\sigma} = \frac{20}{4} = 5 \text{ mm}^2;$$

I valori di densità di corrente variano a seconda delle caratteristiche dell'impianto quali: la lunghezza, temperatura ambiente, tipo di ambiente, intensità di corrente, tipo di rivestimento del conduttore, tipo di materiale (rame, alluminio..) se unipolare o non, materiale (rame, alluminio).

I valori di densità di corrente diminuiscono col crescere della sezione dei conduttori.



In regime normale, si possono prendere come riferimento le seguenti densità di corrente (le cifre riproducono i valori medi):

- Sezione ( $\text{mm}^2$ ) da 6 a 15, densità di corrente  $4 \text{ A/mm}^2$
- Sezione ( $\text{mm}^2$ ) da 16 a 50, densità di corrente  $3 \text{ A/mm}^2$ .

È bene, in ogni caso, verificare quello che indicano le norme CEI secondo le varie situazioni.

**CONCLUSIONE SULLA PORTATA CAVI.** È in funzione di molte cose: sezione, lunghezza, luogo in cui sono posati, cavo se unipolare o non, il tipo di materiale (rame, alluminio).

Ci si riferisce alla portata media.

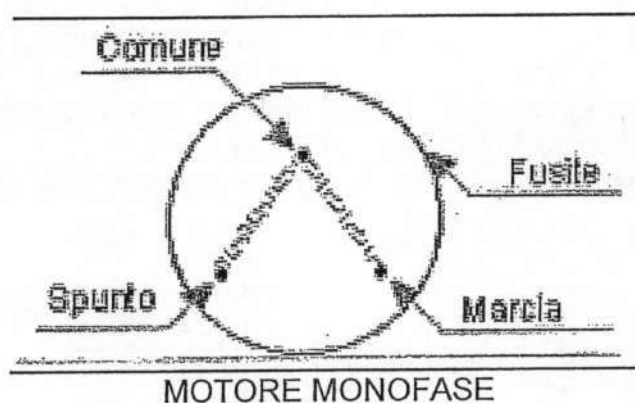
Si consiglia di non scendere al di sotto delle sezioni indicate per non avere eccessive cadute di tensione. Il problema si ripercuote, ad esempio visibilmente sull'impianto luce, il quale avrebbe delle variazioni per ogni inserzione o arresto di un grosso elettrodomestico. Esempio per i montanti di uno stabile, la sezione che può essere presa come riferimento (impianto monofase c.a. 220V) per 15 ampere:

- ⇒ Fino a terzo piano =  $4 \text{ mm}^2$
- ⇒ Fino a nono piano =  $6 \text{ mm}^2$
- ⇒ Dodicesimo piano =  $10 \text{ mm}^2$

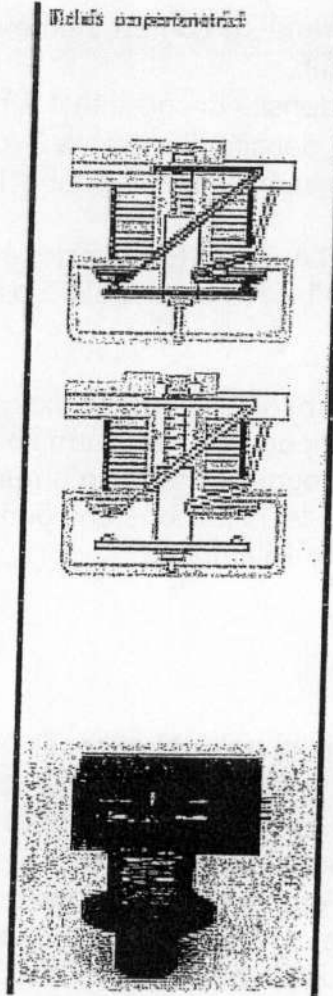
**TUBI.** I cavi elettrici vengono protetti nei tubi secondo un adeguato diametro e secondo diverse tipologie derivanti dal tipo di impiego. Possono essere:

- Tubi flessibili in polivinile (serie leggera e pesante)
- Tubi rigidi in PVC (serie leggera e pesante)
- Tubi in acciaio zincato (per grandi resistenze meccaniche)

I tubi stabiliti a ricevere i cavi, devono avere un diametro così grande da permettere la sfilabilità degli stessi. Grossomodo il diametro deve essere almeno 1,3 volte il diametro del cerchio circoscritto al fascio di cavi contenuto. È sempre meglio non trovarsi in situazioni limite.



Relais ampèremétrici



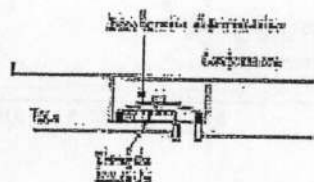
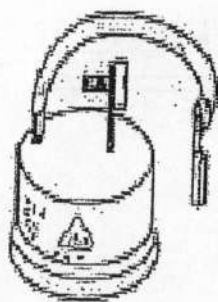
### MOTOPROTETTORI ESTERNI

Il protettore termico (compressori ermetici) assicura protezione termica (viene fissato con buon contatto termico) insieme alla massima corrente elettrica che può assorbire.

È composto da un dischetto bimetallico bombato che mantiene chiusi i contatti fissi, di cui uno è collegato direttamente ed il secondo, tramite una resistenza di riscaldamento (serie al circuito) ai due terminali esterni.

Allorché la temperatura raggiunge il valore limite, il disco inverte la sua curvatura provocando il distacco dei contatti mobili da quelli fissi.

L'elemento riscaldante posto sotto al disco fa scattare l'elemento sensibile.



## CONTROLLI ELETTRICI

Analisi del circuito elettrico.

Il circuito elettrico di un normale climatizzatore non è complesso. Il nostro condizionatore funziona quando si alimenta il ventilatore e il compressore. Il commutatore deve assicurare il cambio di velocità del ventilatore. Quindi, prima necessità è la necessità di impianto commutato e non semplicemente interrotto (con solo interruttore). Seconda necessità il controllo della temperatura: a ciò provvede il termostato che altro non è che un interruttore automatico (relé) sensibile alla temperatura. Infine i dispositivi di sicurezza: protettori, termici a ripristino automatico, fusibili. Se è previsto il funzionamento a pompa di calore, si ha la relativa commutazione ed in più un sistema temporizzato per lo sbrinamento con sonde e valvola a quattro vie per l'inversione di ciclo.

**Motori monofasi (asincroni):** costruttivamente i motori asincroni monofasi sono analoghi ai motori asincroni trifasi con rotore in corto circuito, salvo che l'avvolgimento di statore è costituito da una sola fase. Questo avvolgimento viene chiamato avvolgimento principale o avvolgimento di marcia. Come già detto, affinché il motore sia autoavviante, lo si munisce di un secondo avvolgimento statorico ausiliario o di avviamento. Questo avvolgimento è percorso da una corrente sfasata sulla corrente dell'avvolgimento principale. In questo modo il motore diventa molto simile ad un motore bifase, cosicché anche da fermo genera un campo rotante che avvia il motore.

Il momento più faticoso si ha all'avvio. In questo frangente, il rotore per potersi mettere in movimento deve vincere una grande inerzia. Non entrando in particolari, si può ben dire che per vincere tale inerzia il motore esige una corrente elettrica molto elevata. Una volta in movimento, raggiunto il numero di giri nominale, la richiesta di corrente elettrica diminuisce, portandosi al suo valore di normale funzionamento.

I sistemi adottati per provocare lo sfasamento, caratterizzano i vari tipi di questi motori.

Generalmente si adottano i seguenti sistemi:

### **1/ Motori monofasi con avvolgimento ausiliario resistivo (R S I R – avviamento resistivo e marcia induttiva).**

L'avvolgimento ausiliario è costituito da conduttori a più elevata resistenza, ne consegue che la corrente che circola in esso è quasi in fase con la tensione, mentre la corrente dell'avvolgimento principale, essendo questo più induttivo, è maggiormente sfasata.

Questi tipi di motori vengono impiegati nei casi che non richiedono una forte coppia di spunto (si usano accoppiati a compressori impiegati nei sistemi a capillare, per esempio con R.134A, frigoriferi domestici, facile equilibratura delle pressioni, basse pressioni di condensazione).

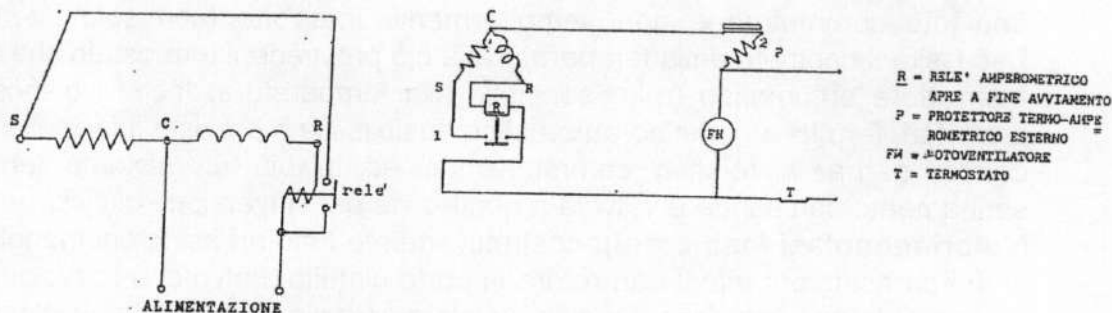
L'avvolgimento di avviamento viene temporaneamente collegato in parallelo all'avvolgimento di marcia durante la partenza.

Per comandare l'inserzione dell'avvolgimento ausiliario e la sua successiva esclusione, si usa un relé (generalmente relé amperometrico) la cui bobina è collegata in serie all'avvolgimento

principale e il suo contatto è collegato in serie all'avvolgimento ausiliario. Quando il motore raggiunge l'80% della velocità nominale l'avvolgimento ausiliario viene escluso dal funzionamento. In pratica si ha che quando il termostato chiude il circuito, nell'avvolgimento principale (di marcia) del motore fermo, la corrente si eleva a valori tali che attraverso la bobina del relé (in serie all'avvolgimento di lavoro), si produce un campo magnetico intenso, questo attrae il nucleo mobile e stabilisce il contatto con l'avvolgimento ausiliario. Il motore inizia a funzionare e già dopo meno di un secondo raggiunge la velocità normale. In questo momento la corrente che attraversa la bobina diminuisce di intensità, riduce il campo magnetico e, apre il contatto. Così viene escluso dal funzionamento l'avvolgimento ausiliario, ed il motore resta in marcia con il solo avvolgimento principale (di marcia). Il relé di avviamento è un apparecchio di precisione e,

ad ogni tipo di motore ne corrisponde uno adatto. Non può essere sostituito con altri modelli, perché funziona solo a determinati valori di intensità di corrente.

R S I R (AVVIAMENTO RESISTIVO E MARCIA INDUTTIVA)

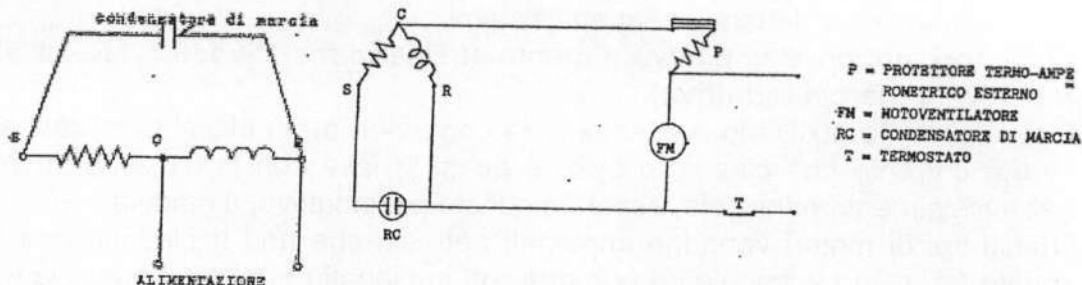


### 2/ Motore monofase con circuito ausiliario capacitivo (P S C – condensatore permanentemente inserito).

In serie all'avvolgimento ausiliario si pone un condensatore di adatta capacità. Tramite il condensatore la corrente è sfasata in anticipo di quasi 90° rispetto alla corrente che attraversa l'avvolgimento di marcia o di lavoro. Non vi è relé di avviamento.

Sono caratterizzati da modeste coppie di spunto (anche se il condensatore aiuta a dare il proprio contributo all'avviamento) e impiegati per sistemi a capillare (facile equilibratura delle pressioni), per piccoli motoventilatori, per piccoli compressori nel condizionamento.

P S C (CONDENSATORE PERMANENTEMENTE INSERITO)



### 3/ Motore monofase con circuito ausiliario capacitivo tipo C S I R (avviamento capacitivo e marcia induttiva).

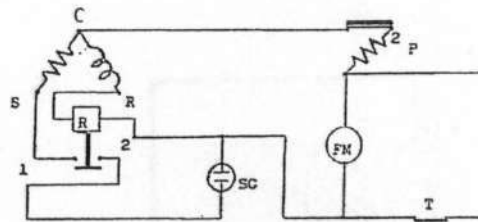
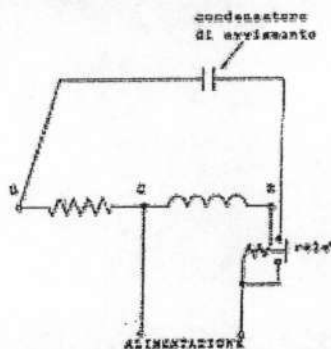
In serie all'avvolgimento ausiliario si pone un condensatore di adatta capacità, trattasi in questo caso di condensatore di avviamento (tipo elettrolitico) al fine di aumentare ulteriormente coppia allo spunto. Tramite il condensatore la corrente è sfasata in anticipo di quasi 90° rispetto alla corrente che attraversa l'avvolgimento di marcia.

L'avvolgimento di avviamento viene temporaneamente collegato in parallelo all'avvolgimento di marcia durante la partenza.

Per comandare la sua inserzione e la sua successiva esclusione si usa un relé la cui bobina viene collegata in serie all'avvolgimento di marcia.

Questi motori sono adatti a sopportare più forti coppie di spunto.

U E I 2 (AVVIAMENTO CAPACITIVO E MARCIA INDUSTRIALE)

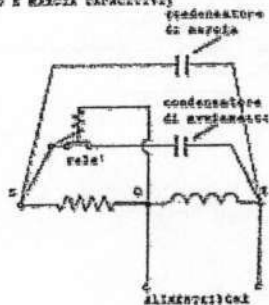


SC = CONDENSATORE DI AVVIAMENTO

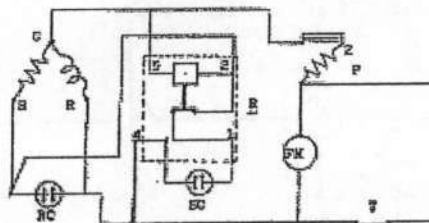
**4/ Motore monofase a doppio condensatore (tipo C S R – avviamento e marcia capacitivi).**

Questo sistema utilizza un condensatore solo per lo spunto, mentre l'altro condensatore rimane sempre inserito con l'avvolgimento ausiliario. Sono utilizzati per compressori funzionanti in sistemi a valvola termostatica.

U E I 2 (AVVIAMENTO E MARCIA CAPACITIVI)



Con il CSR si ottiene una coppia di avviamento e



R = RELE' VOLMETRICO APRE A FINE AVVIAMENTO  
 P = PROTETTORE TERMICO ESTERNO  
 FM = MOVIMENTATORE  
 SC = CONDENSATORE DI AVVIAMENTO  
 RC = CONDENSATORE DI MARCIA  
 T = TERMOSTATO

coppia di funzionamento elevate. Difatti all'avviamento i due condensatori sono in parallelo e le due capacità si sommano facilitando al massimo la partenza del motore.

**CONTROLLO ELETTRICO AL RELE' AMPEROMETRICO**

Se le i collegamenti elettrici sono a posto ed il compressore non parte, il guasto può derivare:

- Dal protettore termico
- Dal relé di avviamento
- Cause interne del moto-compressore

**TEST AL RELE' AMPEROMETRICO**

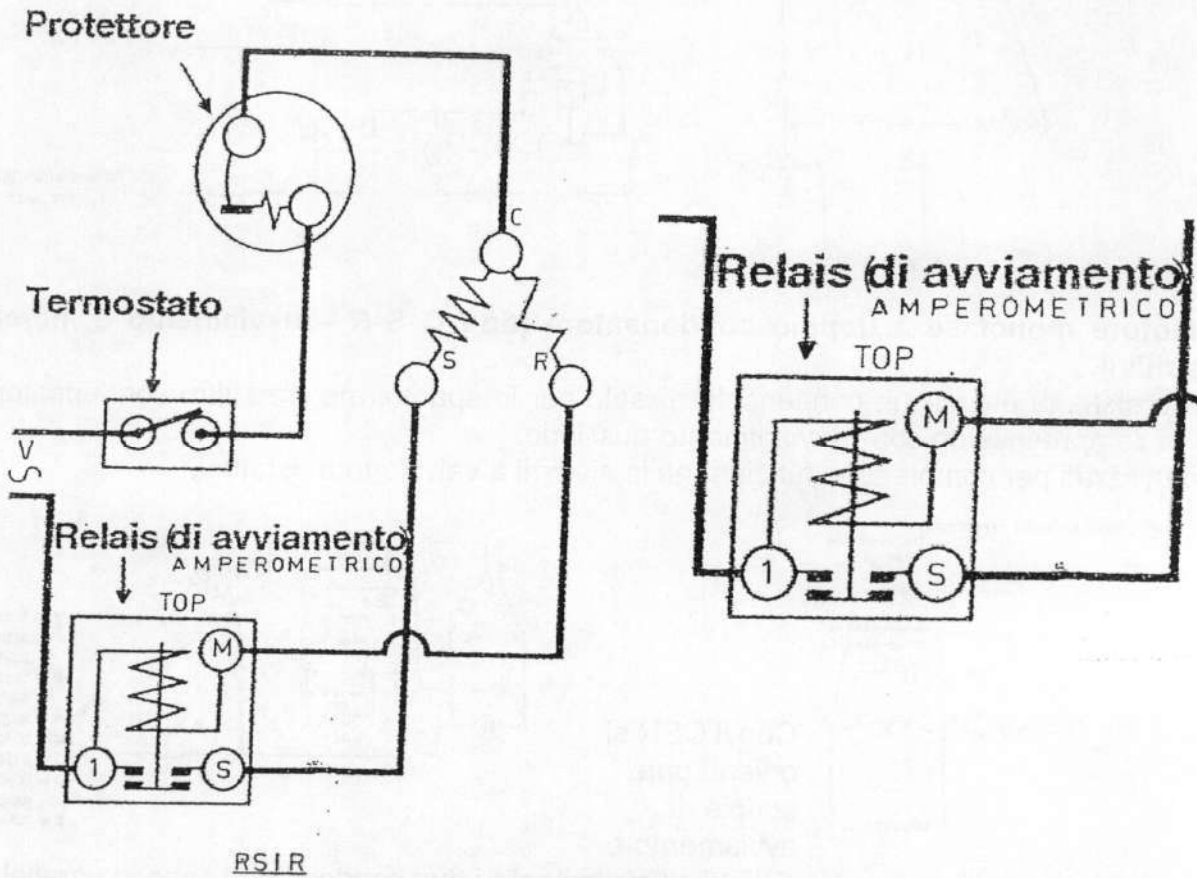
Di solito sono direttamente infilati sui morsetti del compressore (però non sempre sono montati in questo modo). Tale sistema di posizionamento impedisce l'eventualità di errori. Questi apparecchi portano delle scritte che servono di aiuto per il collegamento. Si possono trovare le seguenti scritte:

- M/P = main/principale = deve essere inserito all'avvolgimento principale (R)
- S/A = start/aux = deve essere inserito all'avvolgimento ausiliario (S)
- 1/L = linea

Il montaggio deve essere fatto obbligatoriamente con la scritta "TOP" rivolta verso l'alto perché, se si monta al contrario, il contatto potrà restare sempre chiuso con il pericolo di bruciare il motore.

IL TEST. Non deve presentare bruciature. Una volta scollegato dal motore e muovendolo, si sente il classico rumore dell'equipaggio mobile che scorrere nel suo interno (questo è il secondo indizio importante). Utilizzando l'ohmmetro e posizionando il relé con la scritta TOP verso l'alto ci sarà:

non continuità tra S/A e M/P e, tra S/A e 1/L  
 continuità tra 1/L e M/P



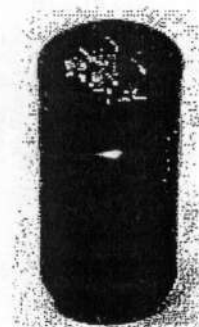
### CAUSA DI INTERVENTO

#### L'INTERVENTO DEL PROTETTORE TERMICO (SISTEMA MONOFASE C.A.)

Può dipendere da:

- Tensione di alimentazione troppo bassa (meno di 200 V) o troppo alta (maggiore di 240 V)
- Avvolgimento ausiliario interrotto (C-S) → la corrente elettrica assorbita è superiore a 4 volte di quella nominale e ciò determina l'intervento del protettore entro pochi secondi
- Blocco meccanico del compressore. La corrente elettrica assorbita è di molto superiore di quella nominale
- Circuito frigo "interrotto" vale a dire ostruito oppure scarico di refrigerante. Tutto questo comporta una mancanza di raffreddamento al compressore → per proteggerlo interviene il protettore
- Temperatura di condensazione troppo alta → la temperatura di condensazione, quella di scarico e la temperatura del compressore, sale come pure aumenta la corrente elettrica assorbita.
- Relé difettoso → provoca l'intervento del protettore
- Contatti elettrici "incerti" (il relé non fa bene contatto sui terminali del compressore)

## IL TEST AL CONDENSATORE



Nelle nostre applicazioni troviamo due tipi di condensatori:

- Di marcia (tipo carta olio). Grossomodo sino a circa 30  $\mu\text{F}$  e dimensioni relativamente più grandi rispetto agli elettrolitici.
- Di avviamento (elettrolitici).

La capacità indicata in microfarad può portare la scritta  $\mu\text{F}$ , o  $\text{uF}$ , o  $\text{MF}$ , o  $\text{MFD}$  e dipende dal costruttore.

La tensione riportata indica la tensione massima che può sopportare.

Ai capi dei condensatori elettrolitici ci può essere una resistenza di scarica (circa di 15  $\text{k}\Omega$ ) che è collegata tra i morsetti. Questa permette al condensatore di scaricarsi entro qualche minuto quando non è sotto tensione (è bene comunque, prima di un controllo cortocircuitare i morsetti con un cacciavite. Inoltre, sempre per il controllo con il tester, questa resistenza deve essere dissaldata da un lato).

### COSA AVVIENE COLLEGANDO I PUNTALI DEL TESTER PER LA PROVA

- Essendo stato il condensatore preventivamente scaricato, la tensione è nulla ai suoi morsetti  $\rightarrow$  collegando i puntali, c'è circolazione di corrente dal tester al condensatore  $\rightarrow$  e la lancetta del tester analogico si sposta a destra, verso lo zero.
- La tensione ai capi del condensatore aumenta sino a raggiungere l'equilibrio con il tester. Raggiunto l'equilibrio, non circola più corrente e l'ago si riporta verso il fondo scala di sinistra (infinito).

In definitiva, quando la differenza tra tensione  $V$  morsetti e,  $V$  pila dell'ohmmetro è alta, massimo è il passaggio della corrente da ohmmetro e condensatore. Quando la differenza è nulla, nulla è il passaggio di corrente elettrica. Tutto questo significa anche che quando il condensatore è carico, la tensione ai suoi morsetti è uguale alla tensione della pila del tester. Quando invece il condensatore è alimentato a 220  $V$  e, poi si stacca tensione, la tensione ai suoi morsetti può essere 220  $V$ . questo è il motivo che prima di un eventuale controllo, il condensatore deve essere scaricato, ad esempio cortocircuitando i morsetti con un cacciavite.

### IL TEST:

- Il primo controllo è l'esame visivo: un rigonfiamento è anormale
- Collegando un ohmmetro ai morsetti del condensatore (preventivamente scaricato e, con l'eventuale resistenza dissaldata da un lato), l'ago dovrà spostarsi verso lo zero e poi ritornare ad infinito. Invertendo polarità, si riproduce lo stesso fenomeno.

Con l'ohmmetro digitale l'effetto è meno appariscente.

N.B. utilizzare una scala da 20 K $\Omega$  (per condensatori attorno a 50  $\mu$ F) oppure da 200 K $\Omega$  (per condensatori intorno 20  $\mu$ F). Con una scala superiore a 2000 K $\Omega$ , il fenomeno sul digitale è molto lento.

Il test va completato con la misura della capacità reale del condensatore.

**ATTENZIONE PARTICOLARE** ai condensatori di spunto (elettrolitici), ricordarsi sempre che questi non possono restare sotto tensione per più di 5 secondi.

Le condizioni di guasto del condensatore:

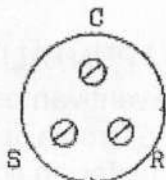
- Dall'esame visivo il condensatore risulta rigonfio o presenta segni di bruciatura
- Interrotto
- A massa
- In corto
- Scarsa capacità

### MOTOCOMPRESSORE ERMETICO MONOFASE IL CONTROLLO ELETTRICO

Identificazione degli avvolgimenti del motore compressore monofase:

- Assicurarsi che l'interruttore generale sia spento. Procedere alla messa in sicurezza
- Si liberano i morsetti dalle connessioni
- Con ohmetro (idoneo al tipo di valore da misurare) provare i valori di resistenza di ogni avvolgimento e tra ogni morsetto e gli altri. Il valore più basso definisce la resistenza dell'avvolgimento di marcia – In ordine crescendo il secondo definisce la resistenza dell'avvolgimento ausiliario (avviamento) – Il terzo deve dare la somma degli altri due. In base ai risultati è facile determinare C, R, S come sono disposti fisicamente.

Si osservi la morsettiera di un compressore ermetico monofase:



con tutti i fili disinseriti, l'ohmetro indica ad esempio i seguenti valori:

tra "C" ed "S" = 13 ohm

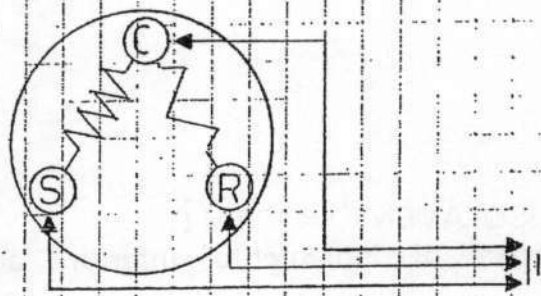
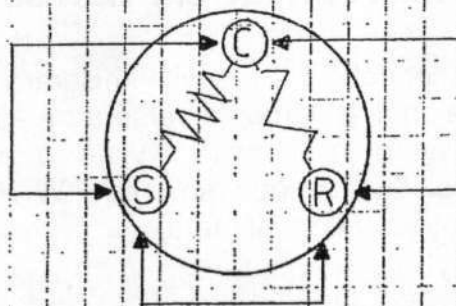
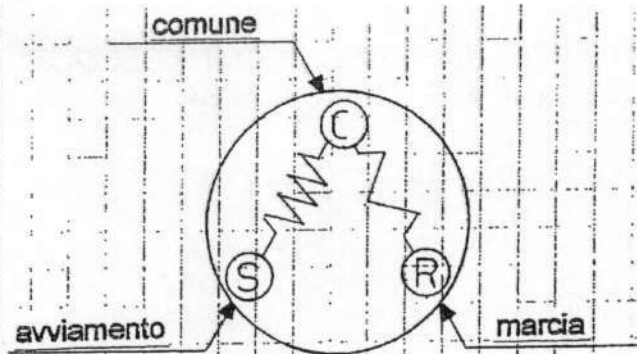
tra "C" ed "R" = 3 ohm

tra "R" ed "S" = 16 ohm

Da notare: se il motore fosse stato trifase (N.B. non ci sarebbero state le lettere C – R – S), l'Ohmetro avrebbe indicato tre resistenze identiche tra i tre morsetti. Quindi non ci si può sbagliare. In tutti i casi occorre sempre leggere le targhette segnaletiche dei motori, osservare le lettere sui terminali e guardare all'interno del coperchio della morsettiera: solitamente lo schema è riportato.

Il test si completa controllando il valore di resistenza di isolamento tra ciascuno dei terminali e la carcassa, utilizzando un misuratore di isolamento. Se il valore trovato risulta inferiore ad 1 megaohm, sostituire il motore.

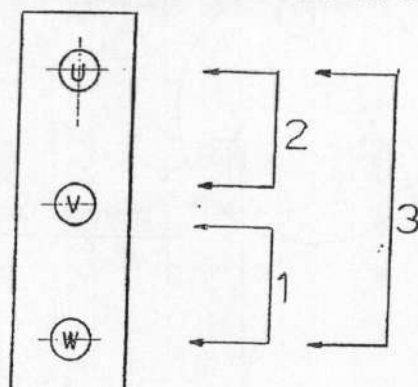




**LA SEQUENZA E I PUNTI DI CONTROLLO ELETTRICO SU MOTO-COMPRESSORE ASINCRONO MONOFASE**

**AZIONE:** togliere alimentazione generale e applicare la procedura di messa in sicurezza – scollegare cavi in morsettera motore.  
 test 1: utilizzare misuratore di isolamento e misurare il valore di resistenza di isolamento tra ciascuno dei terminali e la carcassa del motore: deve risultare infinito (mai inferiore ad 1 megaohm, se inferiore a 1 megaohm sostituire motore)  
 test 2: utilizzare ohmetro idoneo alle caratteristiche del motore. il valore di resistenza trovato tra i terminali in prova R e S deve risultare uguale alla somma dei due avvolgimenti.

**MOTORE C.A. TRIFASE**  
VERIFICARE LE RESISTENZE – IL BILANCIAMENTO DELLA CORRENTE –  
ISOLAMENTO VERSO MASSA



**VERIFICA MOTORE VENTILATORE TRIFASE**

**AZIONE**

Togliere alimentazione – scollegare connettore / o cavi – misurare con tester i valori di resistenza – misurare con megger valori di isolamento verso terra – ricollegare (se tutto in ordine), dare alimentazione (verificando la stessa) avviare e controllare con pinza amperometrica i valori di corrente elettrica attraverso i cavi W / V / U (deve essere bilanciata e non deve risultare superiore al valore di targa)

Le misure di resistenza:

1 = W – V = rilevare valore misurato in ohm

2 = V – U = deve essere dello stesso valore trovato nel punto "1"

3 = W – U = deve essere sempre dello stesso valore trovato nelle misure precedenti.

Esempio:

W – V = 52  $\Omega$ ;

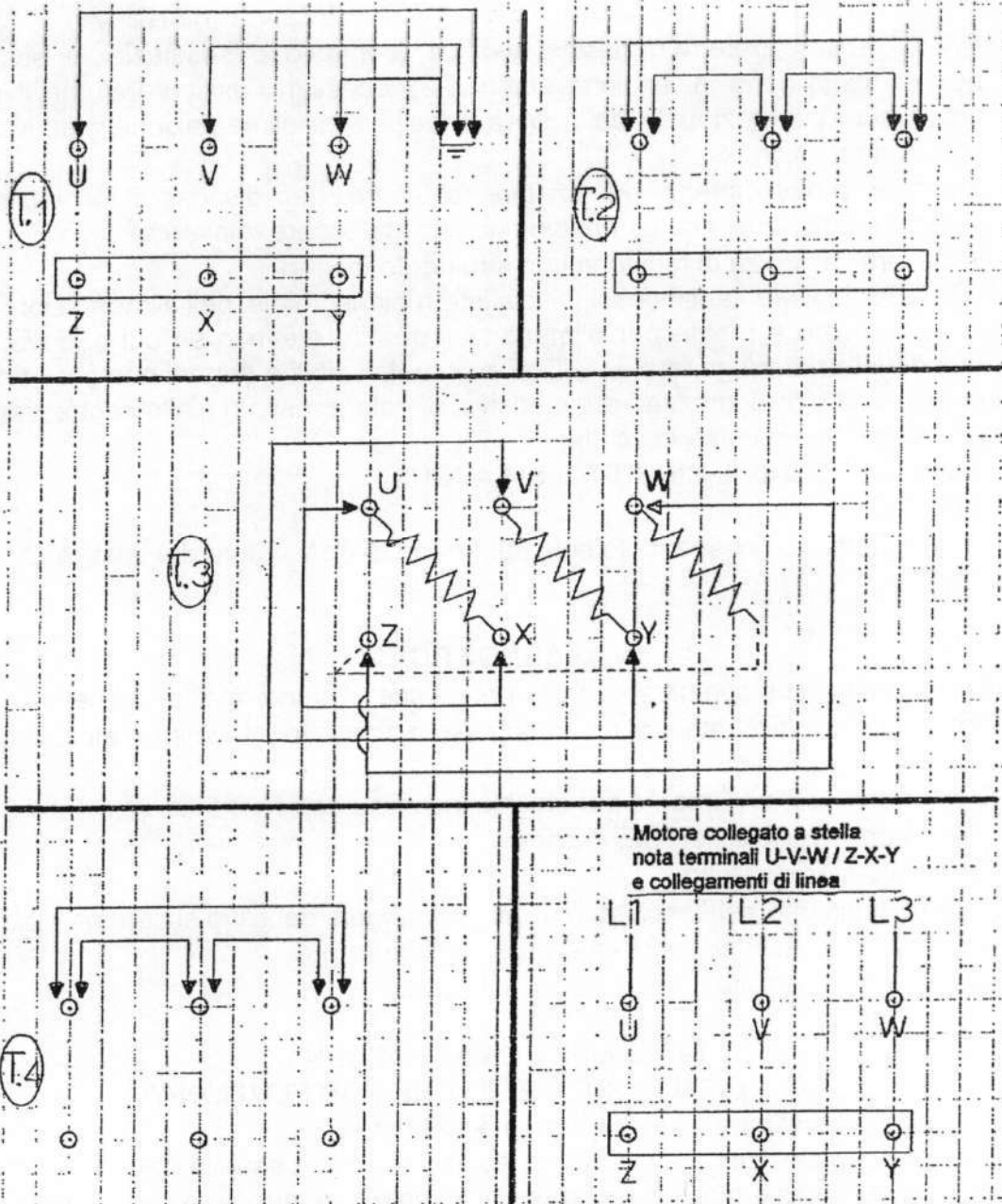
V – U = 52  $\Omega$ ;

W – U = 52  $\Omega$ ;

MISURA RESISTENZA DI ISOLAMENTO = 100 M  $\Omega$

Per valori di resistenza di isolamento inferiori ad 1 M $\Omega$ , sostituire il motocompressore

MISURA CORRENTE ELETTRICA ATTRAVERSO "W – V – U" = STESSO VALORE E NON SUPERIORE AL VALORE DI TARGA.



Motore collegato a stella  
nota terminali U-V-W / Z-X-Y  
e collegamenti di linea

**LA SEQUENZA E I PUNTI DI CONTROLLO ELETTRICO SU MOTORE ASINCRONO TRIFASE (collegato a stella)**  
**AZIONE:** togliere alimentazione generale e applicare la procedura di messa in sicurezza – scollegare cavi in morsettiera motore.  
 I primi due test sono fondamentali  
 test 1: utilizzare misuratore di isolamento e misurare il valore di resistenza di isolamento tra ciascuno dei terminali e la carcassa del motore: deve risultare infinito (mai inferiore ad 1 megaohm, se inferiore a 1 megaohm sostituire motore)  
 test 2: utilizzare ohmetro idoneo alle caratteristiche del motore. Il valore di resistenza trovato tra tutti i terminali in prova deve risultare precisamente lo stesso.  
 Test 3 e test 4: servono a mettere in evidenza il tipo di disservizio elettrico del motore (in corto o massa o valore diverso).

## REGOLE PRINCIPALI PER LA SICUREZZA ELETTRICA

- ⇒ Prima di procedere a qualsiasi verifica (controllo o sostituzione) su parti che normalmente sono in tensione elettrica è necessario assicurarsi che il circuito in prova sia stato sezionato dalla linea principale di alimentazione elettrica e quindi non vi sia tensione.
- ⇒ Adottare provvedimenti per evitare chiusure dei dispositivi di sezionamento (assicurandosi cioè, che la tensione non possa essere reinserita)
- ⇒ Verificare l'assenza di tensione con strumento idoneo

**AVVERTENZA:** togliere tensione significa interruzione totale dell'alimentazione agendo sull'interruttore posto a monte per alimentare il quadro elettrico su cui si deve lavorare. Aprire, quindi, interruttore generale, svitare eventuali fusibili e portarli con se. Applicare un cartellino di avviso e di sicurezza, autoadesivo, di colore rosso o giallo contrassegnato dal simbolo della saetta e recante la scritta:

- NON CHIUDERE IL CIRCUITO! SI LAVORA
- LUOGO: ....
- La targhetta può essere tolta solo da: (nome dell'esecutore del lavoro).....
- Data....

## DIAGNOSTICA

- ⇒ Cupo ronzio di un compressore che non riesce a spuntare all'avviamento
- ⇒ Battito in testa (ticchettio) di un compressore soggetto ad aspirare piccole quantità di refrigerante liquido
- ⇒ Breve fischio all'avviamento per cinghia insufficientemente tesa
- ⇒ Perdita dalle valvole del compressore
- ⇒ Filtro deidratare ostruito
- ⇒ linea elettrica, morsetti ossidati o allentati: l'isolante del cavo si contrae e arretra per eccesso di riscaldamento e scopre il conduttore
- ⇒ condensatore ostruito dalla polvere tra le alette

## UN SEMPLICE VADEMECUM

### "L'INTERVENTO SUL FRIGO CHE NON FUNZIONA"

- Assicurarsi che alla presa vi sia tensione elettrica
- Termostato (si posiziona a massimo freddo o si apre la scatola del motocompressore dove ci sono i due fili che vanno al termostato e si fa un ponticello elettrico)
- Protettore termico
- Relé amperometrico
- Controlli terminali (pioli) del motore in morsettiera.

### SE IL FRIGO NON RAFFREDDA

Tre possono essere le cause principali:

- Scarico
- Ostruzione
- Valvole compressore rotte

## I DISSERVIZI

### ANOMALIE DI FUNZIONAMENTO DEL CIRCUITO FRIGORIFERO

Per capire se un circuito frigorifero funziona in modo corretto è necessario riferire i \*parametri di funzionamento sempre sui valori relativi, mai su quelli assoluti. E faccio un esempio: un gruppo frigorifero condensato ad aria la temperatura di condensazione di 50 °C è corretta se la temperatura dell'aria esterna è di 35 °C, è eccessiva se la temperatura

dell'aria è di 20 °C, è bassa se l'aria supera i 40 °C. Quindi per comprendere se un circuito frigorifero funziona correttamente, occorre per prima cosa confrontare il parametro interno della macchina col parametro esterno, cioè con le condizioni del fluido di scambio.

Stesso discorso vale dal lato dell'evaporatore:

⇒ per un refrigeratore di liquido (con regolazione sul ritorno) una temperatura di evaporazione di 2 °C può essere corretta se la temperatura dell'acqua di ritorno è 10 °C, è bassa se la temperatura dell'acqua di ritorno è di 30 °C

⇒ per un evaporatore ad aria una temperatura di evaporazione di 5 °C è corretta se la temperatura ambiente è di 25 °C, è bassa se la temperatura ambiente è di 35°C.

\*PARAMETRO si intende una grandezza il cui variare influenza altre grandezze; è punto di riferimento stabilito da progetto ed ha influenza sulle prestazioni. In un circuito frigorifero ci si riferisce spesso ai parametri interni (esempio: pressioni di condensazione, pressioni di evaporazione ecc.) e parametri esterni (ad esempio l'aria che lambisce uno scambiatore ad aria). Quindi, quando si deve controllare un impianto, i parametri interni non vanno considerati in assoluto ma vanno considerati relativi (cioè vanno confrontati) ai parametri esterni.

In conclusione, le pressioni da sole (anche se nella norma) non bastano a determinare un buon funzionamento: occorre rilevare anche le temperature, e quindi surriscaldamento e sottoraffreddamento.

N.B. Quando si avvia un gruppo (dopo parecchio tempo di inattività), bisogna aspettare anche fino a 20 minuti (in particolare per refrigeranti zeotropi), affinché l'impianto si **stabilizzi**, cioè si deve attendere il tempo necessario affinché le pressioni si equilibrino, ed il consumo di energia serve quasi esclusivamente a vincere l'inerzia del circuito frigorifero. Questo comporta perdita di efficienza. Maggior numero di avviamenti significa maggiori perdite di efficienza.

### INTERPRETAZIONE DEI SEGNALI

Fondamentale è saper interpretare correttamente i segnali.

Non uno, non due, ma almeno tre segnali!

UNA TRIPLETTA DI SINTOMI!

Ad esempio un deficit della carica di frigorifero è caratterizzato da almeno questa tripletta di sintomi: pressione ai manometri ↓, surriscaldamento ↑, sottoraffreddamento ↓.

Se compaiono contemporaneamente tutti e tre questi sintomi, la nostra attenzione dovrà essere rivolta alla carenza della carica del refrigerante nel sistema.

QUINDI

- UNA **TRIPLETTA** DI DATI CHE COMPAIONO ALLO STESSO TEMPO
- La "**Triade**" sulla quale tutto si basa.
- È l'insieme dei dati che fornisce la risposta al problema!
- Un messaggio non va bene in assoluto, ma deve essere preso relativo ad altre informazioni (ad esempio un sottoraffreddamento elevato, preso da solo, non è sufficiente a far capire da cosa dipende).

N.B. Quando si avvia un gruppo (dopo parecchio tempo di inattività), bisogna aspettare anche fino a 20 minuti (in particolare per refrigeranti zeotropi), affinché l'impianto si **stabilizzi**, cioè si deve attendere il tempo necessario affinché le pressioni si equilibrino, cioè si blocchino secondo il funzionamento specifico, ed il consumo di energia serve quasi esclusivamente a vincere l'inerzia del circuito frigorifero. Questo comporta perdita di efficienza. Maggior numero di avviamenti significa maggiori perdite di efficienza.

**Le principali possibili cause delle anomalie di funzionamento dipendono da:**

⇒ carica di refrigerante

- ⇒ anomalie al condensatore
- ⇒ presenza di in condensabili
- ⇒ anomalie della valvola termostatica
- ⇒ anomalie dell'evaporatore
- ⇒ anomalie del compressore
- ⇒ problemi di ritorno dell'olio al compressore.

## IN GENERALE

### Se il compressore non funziona:

Se l'impianto non funziona:

- Verificare V (tensione elettrica di alimentazione). Osservare le connessioni elettriche
- Ispezionare termostati, pressostati, termici (protettore, relé amperometrico, condensatore)
- Controllo motore

Causa di intervento protettore:

- V (tensione elettrica) troppo alta o troppo bassa
- Avvolgimento interrotto, a massa, in corto
- Blocco meccanico
- Ostruzione nel circuito frigorifero, o mancanza in parte di gas e conseguente non raffreddamento compressore
- Tk (temperatura di condensazione) troppo alta
- Relé difettoso

Causa di sostituzione motocompressore:

- Rotture interne. Il compressore gira, ma il gas non circola come dovrebbe
- Compressore bloccato meccanicamente
- Compressore rumoroso per problemi interni
- Motocompressore a massa, o interrotto, o in corto o blocco meccanico

### Se l'impianto funziona non stop, senza mai fermarsi, ma non "produce freddo", o ne produce poco, guardare attentamente:

- L'evaporatore che non sia coperto da un ingente strato di ghiaccio (in caso di aereoevaporatore, verificare primariamente la corretta circolazione dell'aria e lo stato dei filtri aria)
- Che ci sia la giusta quantità di refrigerante
- Che non ci sia una ostruzione nel circuito frigorifero (totale o parziale). Esaminare in primo luogo filtro deidratare, valvola elettromagnetica, capillare o valvola termostatica.
- Che il condensatore non sia vicino ad una sorgente di calore, o che abbia qualche difetto (sporco, ventilatore gira piano..)
- Che non ci sia una insufficiente compressione (compressore difettoso)
- Che nell'impianto non vi siano incondensabili
- Che il sistema non sia stato sovraccaricato di refrigerante
- Valvola termostatica difettosa → troppo aperta

### Osservazioni

Se sovraccarico di refrigerante, si condensa alto ed il liquido esce dal condensatore molto sottoraffreddato → esempio tk = 55 °C e la temperatura uscita del refrigerante dal

condensatore può risultare = 40 °C. Si può evaporare a +10 °C (la B.P. è in aumento) e quindi non si hanno parti ghiacciate. Solo se la condensazione è molto bassa (vedi problemi in inverno) ed allo stesso tempo il sistema dovesse essere erroneamente sovraccaricato di refrigerante, evaporando a 0 °C allora si possono osservare parti del circuito ghiacciate. Quindi se si evapora a 10 °C e temperatura ambiente è +27 °C,  $\Delta t_o = 17$  °C (surriscaldamento può essere 0, colpi di liquido al compressore) se invece  $T_o = 5$  °C,  $\Delta t_o = 22$  °C, lo scambio è ottimale.

**Scarico:** invece di  $T_o = 5$  °C (in caso condizionamento), si avrà per esempio  $T_o = -5$  °C, ma c'è meno liquido nell'evaporatore ed il surriscaldamento inizia prima, c'è pure meno liquido nel condensatore ed il sottoraffreddamento è minore oppure = 0 °C.

**Surriscaldamento basso** può avvenire per filtri aria sporchi, per ventilatore evaporatore fermo.

Se il ventilatore gira meno o il filtro è sporco il  $\Delta t$  dell'aria aumenta, se la batteria è sporca il  $\Delta t$  sull'aria diminuisce.

**L'inconveniente provocato dal condensatore** (con A.P. in aumento) è facile da capire perché è il solo che si manifesta con:

- Pressione di alta elevata
- Sottoraffreddamento basso

Conseguenze: alta temperatura eccessiva del compressore è nociva per il funzionamento meccanico e per l'olio, oltre naturalmente che la resa diminuisce.

### **I problemi alle valvole del compressore.**

La principale causa è il colpo di liquido (di refrigerante, ma anche di olio) e quella più soggetta a rompersi è la valvola di aspirazione.

Le cause più diffuse dei colpi di liquido possono essere dovute da valvola termostatica surdimensionata, o cattivo scambio all'evaporatore, o migrazioni oppure percorso delle tubazioni non corretto.

I sintomi essenziali sono → mancanza di potenza frigorifera – BP elevata – HP bassa – testate non alla stessa temperatura – assorbimento elettrico basso.

Come procedere per verifica → chiusa la valvola del liquido, fatto ponticello elettrico al pressostato di bassa, avviato il compressore, si osserva manometro BP e dopo aver svuotato il cilindro ad esempio a 0,5 bar, si ferma il compressore. La riduzione di pressione può far vaporizzare un po' di fluido refrigerante liquido miscelato all'olio del carter, provocando così una leggera risalita, ad esempio 0,7 bar:

- Se la valvola BP è rotta, la pressione non sale più
- Se la valvola HP è rotta, la pressione sale sino ad equilibrarsi con HP.

### **I guasti alla valvola termostatica**

di solito sono dovuti a

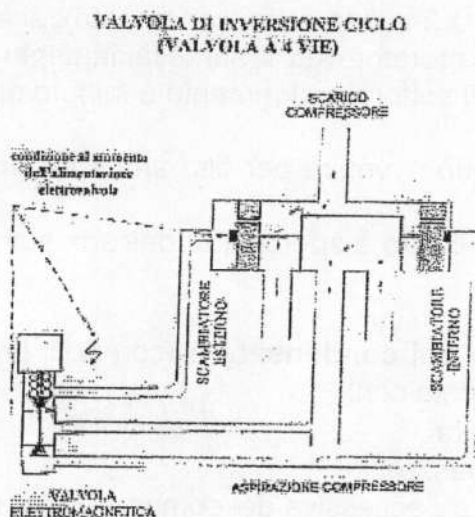
{	Filtrino intasato.
	Bulbo scarico
	Umidità

### **Problemi della valvola a quattro vie:**

se il gruppo scorrevole resta bloccato in posizione intermedia, restano collegate alta pressione e bassa pressione, che tendono a equilibrarsi. Gli effetti sono simili a quelli che

si hanno quando il compressore ha problemi alle valvole. Si potrebbe rimediare con dei colpettino sul corpo valvola. Le cause che possono provocare il bloccaggio possono essere:

- Eccessivo riscaldamento durante la brasatura
- Ostruzione di uno dei capillari
- Mancanza di alimentazione, bobina bruciata o canotto rovinato
- Inversione del ciclo durante la fase di avvio compressore
- Sporchie e depositi all'interno che bloccano il movimento



Il montaggio della valvola a quattro vie:

- Visto il regime di funzionamento del momento: in riscaldamento o in raffreddamento
- Vista la progettazione dell'impianto: valvola a riposo = riscaldamento o raffreddamento
- Verificare verso quale batteria il compressore dovrà scaricare il gas e quale dovrà essere la posizione del gruppo scorrevole (N.B. il colpettino a destra di lato alla V4V provoca lo spostamento del gruppo a destra. La temperatura di scarico può essere di 100 °C in certe condizioni di funzionamento)

#### VERIFICA DEL FUNZIONAMENTO DELLO SPLIT (R.407C)

Spesso un gruppo rumoroso è il risultato di parti allentate, di tubi che vibrano, oppure di una pala del ventilatore piegata, o di cinghie allentate. I cuscinetti possono diventare rumorosi denunciando segni di fatica. Un appunto importante per la linea di scarico della condensa: soffiare con aria compressa con flessibile ed opportuno adattatore.

Il problema della distribuzione dell'aria è uno dei più delicati tra quelli da affrontare. Si deve evitare che il flusso di aria vada a cadere nel punto in cui una persona soggiorna solitamente (letto, scrivania, poltrona, tavolo da pranzo eccetera): il flusso di aria deve cadere nelle zone di transito.

Una parete di fronte al flusso di aria, se più vicina di tre metri provoca un effetto rimbalzo. Dovendo usare il sistema anche a pompa di calore per unità a parete, tenere presente che il flusso va indirizzato verticalmente verso il basso alla massima velocità, e questo può essere di disturbo in quella zona. In genere nel soggiorno si installano di potenzialità maggiore rispetto a stanza da letto.

IL sistema di controllo e di regolazione consente di far partire ed arrestare il funzionamento e lo spegne se qualcosa non funziona e lo regola a temperatura voluta. Nella rappresentazione il sistema è semplicissimo: c'è un termostato che sente la temperatura ambiente, lo confronta con il valore impostato e, se l'aria ambiente è più calda



fa partire il compressore, altrimenti funziona solo la ventilazione. Altri controlli consentono di variare la velocità, i tempi (timer) eccetera. Il telecomando è di grande comodità.

In un normale split è definita installazione speciale quando si ha un dislivello oltre i 3 metri o una distanza oltre 7 e fino a 10 metri (consentito con aggiunta di R.) o percorso particolare o installazione pompa di condensa per superamento ostacolo.

### **Presupposti normali di funzionamento.**

Funzionamento a freddo: aria esterna 35 °C b.s., aria ambiente 27 °C bs. Funzionamento a caldo: aria esterna +7 °C b.s., +6 °C bu (u.r. 80%), aria ambiente 21 °C b.s..

I riferimenti durante il normale funzionamento a freddo secondo le specifiche ambiente interno/esterno, con buona approssimazione sono: temperatura all'aspirazione di circa 12 °C, pressione di aspirazione 4 ÷ 5 bar e temperatura di evaporazione intorno a 5 °C. I requisiti allo scarico sono: temperatura allo scarico 70 – 80 – 90 °C pressione allo scarico intorno ai 19 bar e temperatura di condensazione di circa 50 °C.

Naturalmente le condizioni in cui si dovranno collaudare, di solito sono sensibilmente diverse. Occorrono dei parametri di riferimento. In base all'esperienza pratica si è osservato nel funzionamento a freddo:

differenza di temperatura aria ambiente tra l'ingresso e l'uscita evaporatore, nelle condizioni più sfavorevoli sia sempre maggiore o uguale a 10 °C (10 ÷ 14 °C) alla massima velocità. Le tubazioni di collegamento dello split tra unità interna ed esterna devono essere fredde.

Per la condensazione si considera di solito una temperatura di condensazione di 15 °C (in alternativa 10 °C) sopra la temperatura ambiente. Si valuta attorno a 40 °C la minima temperatura di condensazione, in alternativa si realizza la condensazione flottante (nel senso di trattare più modesti quantitativi di fluido di raffreddamento).

### **Guasti o malfunzionamenti.**

Quando la carica è insufficiente  $\Delta t$  aria dell'unità interna è inferiore a 10 °C ; tubazione del liquido (piccola) tende a ghiacciare (nonostante ci siano le condizioni ambiente interno/esterno secondo le specifiche) – rubinetto del gas (grande) asciutto – un sottoraffreddamento basso – pressioni di aspirazione e scarico in diminuzione. Un funzionamento prolungato di impianto scarico di gas refrigerante può provocare la rottura del compressore.

Quando la carica è eccessiva – l'assorbimento è maggiore – tubazione di ritorno (grossa) più fredda di quella di mandata (piccola).

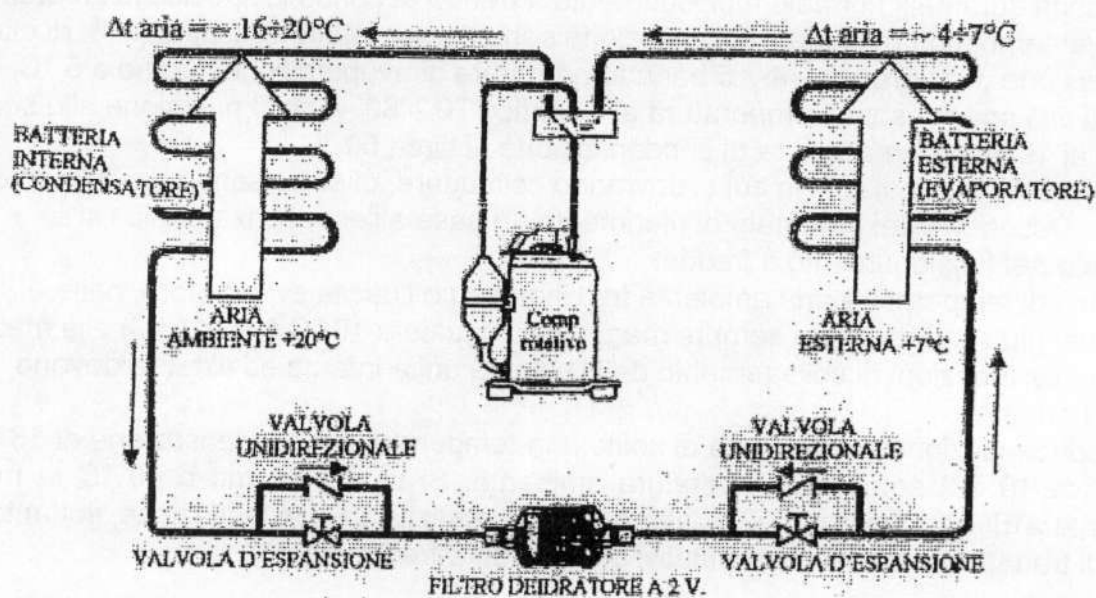
### **IN CONCLUSIONE NEL DETTAGLIO**

Funzionamento estivo: regola dominante come già detto, accertarsi che le condizioni di funzionamento sono quelle di progetto, quindi → verificare portata aria (alla massima velocità) il salto termico di temperatura all'evaporatore  $\Delta t = 12$  a  $14$  °C.; al condensatore  $\Delta t$  aria  $\approx 5$  °C.

Le verifiche successive → pulizia filtri e scambiatori → pressione olio (dove possibile), pressione di bassa pressione ( $\approx 5$  bar,  $T_o \approx 5$  °C ), salto termico di evaporazione pressione  $\Delta t_o = 20$  °C, pressione di alta ( $\approx 20$  bar,  $T_k \approx 50$  °C) o rilevare temperatura a contatto verso il centro del condensatore  $\approx 50$  °C → fare il punto sulla carica refrigerante e verifica rumorosità compressore ( controllo livello olio dove possibile), controllo ventilatori e eventuali vibrazioni. (pressostato di bassa regolato a 2 bar).

Funzionamento a pompa di calore: regola dominante, accertarsi che le condizioni di funzionamento sono quelle di progetto, quindi verificare portata di aria (alla massima velocità) il salto termico di temperatura allo scambiatore interno  $\Delta t \approx 20\text{ }^\circ\text{C}$  (16 a  $20\text{ }^\circ\text{C}$ ); scambiatore esterno  $\approx 4\text{ }^\circ\text{C}$ .

Le verifiche successive  $\rightarrow$  pulizia filtri e scambiatore  $\rightarrow$  pressione olio (dove possibile), pressione di bassa pressione ( $\approx 4\text{ bar}$ ,  $T_o \approx 0\text{ }^\circ\text{C}$ ) o rilevare temperatura a contatto verso il centro scambiatore  $\approx 0\text{ }^\circ\text{C}$ , salto termico di evaporazione  $\Delta t_o = 10\text{ }^\circ\text{C}$ , pressione di alta ( $\approx 21\text{ bar}$ ,  $T_k \approx 55\text{ }^\circ\text{C}$ )  $\rightarrow$  fare il punto sulla carica refrigerante e verifica rumorosità compressore ( controllo livello olio dove possibile), controllo ventilatori e eventuali vibrazioni. (Pressostato di bassa 1 bar).



SCHEMA DI PRINCIPIO DI UNA POMPA DI CALORE ARIA/ARIA REVERSIBILE (SPLIT)

## LA SALDATURA

### INTRODUZIONE

La saldatura è il collegamento che rende possibile la continuità, in modo fisso e continuo, tra metallo di base (pezzi da unire) e metallo di apporto (lega utilizzata). Oggi quella maggiormente usata è la saldatura a caldo.

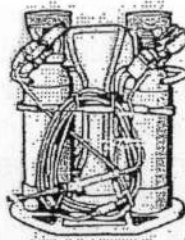
### A SALDATURA E' DETTA:

Autogena: quando per ottenerla è necessario che intervenga il metallo base portato a fusione o allo stato pastoso.

"Eterogena" o Brasatura: portando a fusione il solo metallo di apporto. Il metallo base resta inalterato.

### Saldatura a gas ossiacetilene o ossipropano.

saldatura a gas sfrutta il calore generato da una fiamma a gas. La fiamma viene applicata in modo diretto per fondere (nel caso di saldatura autogena) i bordi da unire insieme al metallo di apporto, filo o bacchetta dichiarati di saldatura. Questo procedimento è spesso effettuato con una attrezzatura portatile e non richiede alcuna sorgente di energia elettrica.



kit portatile saldatura ossiacetilenica

## L'EQUIPAGGIAMENTO

1. ossigeno in bombole
2. acetilene in bombole
3. propano in bombole
4. riduttori di pressione
5. tubazioni di collegamento
6. cannelli di saldatura
7. leghe per brasatura

### TUBAZIONI DI COLLEGAMENTO

Le tubazioni sono in gomma telata, di colore azzurro per l'ossigeno e rosso per l'acetilene (o propano). Devono essere esenti da olio grasso o altro combustibile.

N.B. dato che l'acetilene forma composti esplosivi con il rame e le sue leghe, deve essere evitato l'impiego di tubazioni di rame e relative leghe.

### COME OPERARE

- Ora vediamo dall'inizio come si opera e come preparare il tubo.
- Sporizia e umidità sono i principali nemici dell'impianto di refrigerazione. La prima regola di prevenzione è quella di chiudere immediatamente tutti gli attacchi sulle tubazioni dopo l'uso (ma non tutte restano chiuse quando si salda). Quando si taglia un pezzo di tubo di rame da un rotolo nuovo, il terminale del rotolo deve essere sigillato.

### PREPARAZIONE DEI TUBI

- Il punto fondamentale della questione sta nella preparazione del tubo, il quale deve presentare un taglio netto, fatto con un tagliatubi a coltello rotante.
- Durante la lavorazione l'apertura del tubo deve essere rivolta verso il basso, per evitare l'ingresso nel tubo di residui derivanti dalla lavorazione.
- Si taglia quindi il tubo con tagliatubi (si fa vedere) si liscia l'estremità con sbavatubo conico, quindi si opera con una curva o giunto diritto.
- In generale il tubo deve entrare nell'altro senza forzare troppo e senza ballarci dentro.

### LEGHE

È bene utilizzare leghe con un intervallo di fusione molto basso, questo le conferisce una maggiore capacità a scorrere, un miglior effetto penetrante, creando quel piccolo collare all'interno (specie quando la lega è chiamata a salire nell'interno del giunto). Una lega con intervallo largo scorre meno, riesce a coprire di più giunti non molto ristretti, mal preparati o fori. In generale le leghe utilizzate sono tre:

Saldatura: leghe saldanti



**Rame/fosforo tale e quale**, da preferire quando c'è da tappare, oppure nelle curve o collettori degli scambiatori (lì non è richiesta elasticità). Per unione rame / rame l'uso è senza disossidante. Per unione rame / ottone si usa con disossidante, e anche se l'aspetto finale è buono, si preferisce non usare questa lega perché più fragile rispetto a rame/fosforo/argento 5%; meglio utilizzare, in questi casi, leghe ad alto tenore di argento, specie quando la parte brasata si deve poi modellare, adattare (vedi distributore).

**Rame/fosforo/argento5%**: fluidità, resistenza meccanica e allungamenti compatibili con le esigenze degli impianti di condizionamento (è la lega da preferire su tubi rame/rame). Per rame / rame l'uso è senza utilizzo di disossidante (vedi brasatura tubazioni in rame per i collegamenti VRV/VRF). È possibile utilizzare questa lega su unione rame / ottone però con disossidante (perde qualcosa in questo caso in elasticità); meglio utilizzare in questi casi leghe ad alto tenore di argento, specie se si interviene presso l'utenza. In queste situazioni è preferibile passare ad una lega ad alto tenore di argento (almeno 30% perchè più elastica, comportamento migliore su parti da modellare), specie quando non se ne fa un grande uso (quindi concludendo non è sbagliato utilizzarlo, in modo particolare da chi fa un grande uso: Sest o vedi esperienza personale).

Sul ferro, sull'acciaio, utilizzare una **lega quaternaria argento/rame/zinco/cadmio**. È sempre necessario l'impiego di disossidante (anche su rame/rame). Questo tipo di lega è adatta per giunzione rame/rame, rame/ottone, rame/ferro. L'uso del cadmio li rende idonee per brasatura sul ferro (rame/acciaio). N.B. leghe al 40% di argento e oltre, senza cadmio sono idonee anche per rame/acciaio (leggere comunque le indicazioni del costruttore).

N.B. Il cadmio non è che non si può usare: bisogna prendere i provvedimenti opportuni. (opportune aspirazioni). Senza cadmio occorre aumentare argento, almeno al 35% (con stagno meglio di no, la lega diventa più fragile a parità di altri componenti)

#### IL DISOSSIDANTE.

- Toglie gli ossidi superficiali, non toglie l'unto. Se c'è unto carbonizza con la fiamma, resta incluso, la lega in quella parte non scorre come dovrebbe. Potrebbe andare bene per un po', ma è facile che si crei successivamente la perdita.
- Il disossidante bisogna usarlo in quantità opportuna e non eccessiva. Esaurirlo ma non bruciarlo (è un po' un'alchimia). Anche se la teoria dice di spalmare il tubo che entra, io forse dalla mia esperienza non lo vedo molto, anche se non l'ho mai preferito fare sulle installazioni per motivi pratici, e quindi non ho potuto verificarne la tenuta nel tempo. Ho sempre infilato il tubo tale e quale e poi ho apportato la lega rivestita.

#### LA FIAMMA. DEFINIZIONE

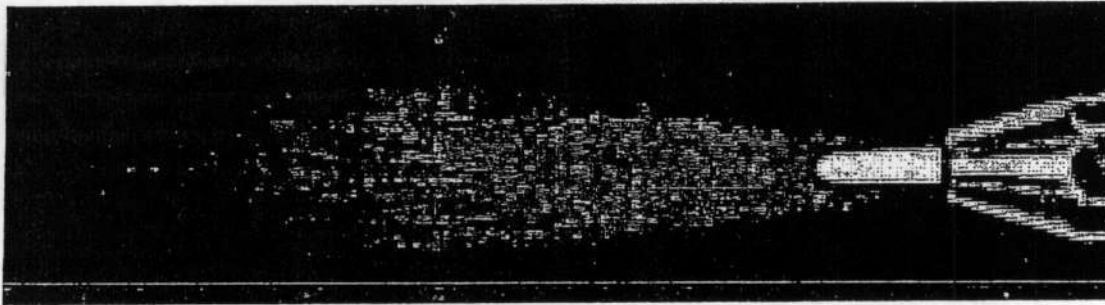
- è la combustione tra un elemento combustibile (propano – acetilene) e un elemento comburente (l'aria, l'ossigeno).
- A secondo del rapporto di miscelazione tra i due elementi si può avere:
- Fiamma neutra, quando abbiamo un dardo ben definito (non ha alcuna reazione chimica col materiale che andiamo a saldare)
- Carburante
- Ossidante (dardo appuntito)

Ora vediamo cosa abbiamo bisogno per ottenere questa fiamma.

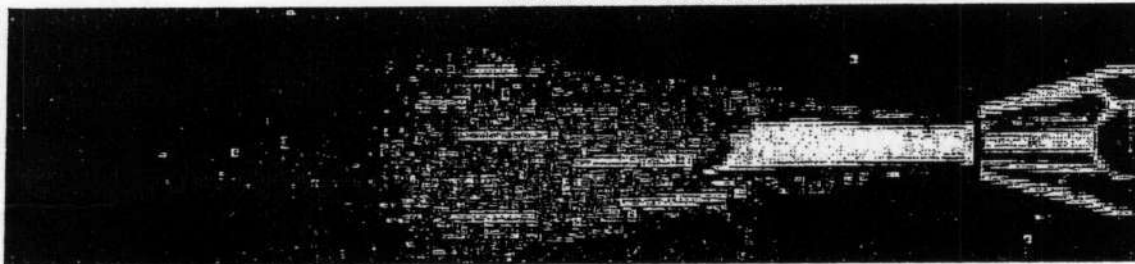
Fiamma ossidante



Fiamma neutra



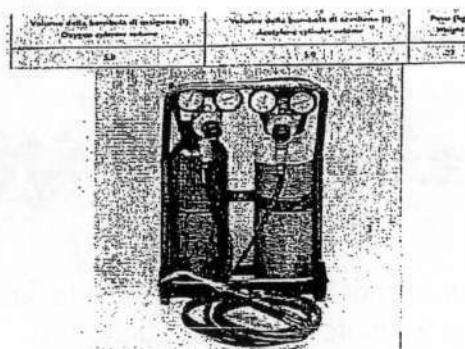
Fiamma carburante



### IL SET.

Ossi / propano & ossi / acetilene: con questi set possiamo fare tutte le saldatura che vogliamo nel nostro campo.

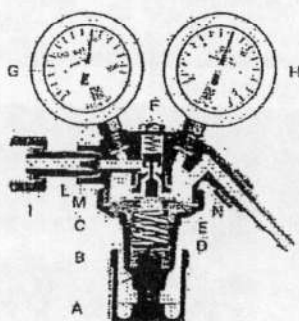
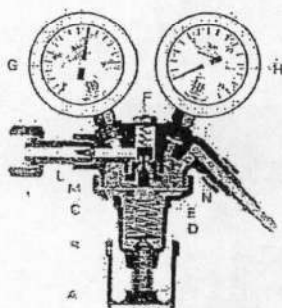
Set di saldatura (bombole di ossigeno - di acetilene da 5 litri)



PRESENTAZIONE SET.

- Aprendo la manopola sulla bombola (senso orario), l'attenzione v' inizialmente sul primo manometro che indica la pressione della bombola
- L'attenzione v' spostata al secondo manometro nel momento in cui effettuiamo la regolazione

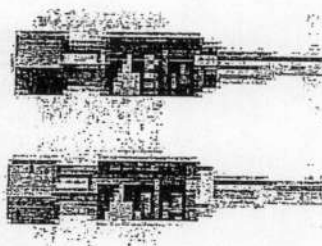
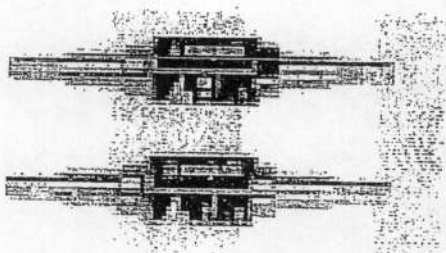
La regolazione la facciamo attraverso la manopola di regolazione: avvitando la si aumenta la pressione in uscita verso il cannello, svitando la si riduce, o addirittura svitando tutta si chiude il passaggio. Stiamo parlando del riduttore: si usa il termine "riduttore" ma, per l'esattezza, si dovrebbe dire "regolatore". Tale apparecchio è preposto alla riduzione e alla stabilizzazione della pressione dei gas impiegati (nel nostro caso ossigeno, acetilene). La loro funzione è duplice: portare il valore della pressione esistente nella bombola al valore necessario al buon funzionamento del cannello, e con il suo automatismo, fare in modo che le variazioni di pressione a monte non diano luogo a variazioni di pressione a valle. Ad ogni gas compete un particolare tipo di riduttore che differisce dal tipo di attacco alla bombola e per le scale dei due manometri di corredo.



- A Vite di regolazione
- B Molla di regolazione
- C Membrana
- D Pistoncino
- E Iniettore
- F Valvola di sicurezza
- G Manometro alta pressione
- H Manometro bassa pressione
- I Entrata alta pressione
- L Filtro sinterizzato
- M Camera di decompressione
- N Ombelatore

Valvola di sicurezza che fa da non ritorno. Il ritorno di fiamma è un fenomeno che assolutamente non deve capitare! Se accidentalmente dovesse verificarsi un ritorno di fiamma, quindi un innesco della fiamma all'interno del cannello, si genera un aumento di pressione nella tubazione; se questa supera la pressione impostata, succede che ritorna indietro; il dispositivo di non ritorno blocca e scarica la sovrappressione da una valvola apposita. Se si superano i 4 metri di tubo occorrono valvole di sicurezza anche sull'impugnatura. I tubi inoltre devono essere colorati: blu e arancione. Per ritorno di fiamma chiudere rubinetto bombola prima acetilene segue subito ossigeno, e poi non succede nulla.

### REGOLE



N.B. Per le tubazioni, se si superano i 4 metri, oltre alle valvole di sicurezza uscita regolatori vanno messe le valvole di sicurezza sull'impugnatura. Utilizzare sempre il collare sulle bombole per proteggere le valvole.

Le bombole vanno a revisione ogni 10 anni (sull'ogiva c'è la data).  
Tenere i regolatori e le manichette sempre in perfetto stato.

### LA SICUREZZA.

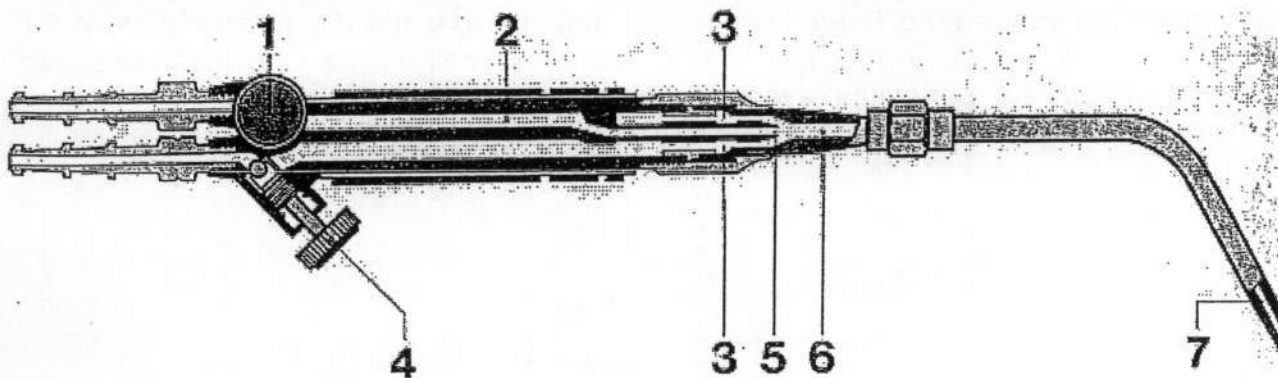
- L'ACETILENE allo stato gassoso non può essere compresso oltre 1,5 bar. L'acetilene disciolto con acetone può essere immagazzinato in bombole contenenti una massa porosa che assorbe la soluzione preservandola da urti. Le bombole hanno una pressione di carica di 15 bar (a 15 °C, per legge) ed hanno l'ogiva verniciata di marrone rossiccio (secondo la nuova colorazione – prima era arancione). Per la sicurezza non bisogna superare in uscita dal regolatore una pressione superiore ad 1,5 bar. Se si facesse uscire dal regolare acetilene a pressione sopra 1,5 bar diventerebbe pericoloso, è una bomba. È vietato travasare acetilene da un recipiente a un altro (rischio di esplosione).
- Va inserito riduttore per portare la pressione dal valore della bombola (15 bar in giù, dipende dallo stato di carica) a circa 0,3 bar occorrente al cannello.
- Le bombole di OSSIGENO hanno l'ogiva verniciata di bianco e hanno una pressione di carica di 200 bar. Grasso e olio non devono venire a contatto con ossigeno. Abbiamo detto che ossigeno è comburente, con un combustibile avviene la combustione e quindi l'esplosione. Il grasso, tutte le materie grasse sono combustibili, per cui non devono venire mai a contatto con ossigeno; ad esempio mai lubrificare il filetto del riduttore della bombola di ossigeno.
- LE BOMBOLE VANNO POSIZIONATE E FISSATE SOLO IN VERTICALE, quindi in piedi durante l'utilizzo. È opportuno non svuotarle completamente (uscita di depositi in generale, o acetilene in particolare per evitare uscita di acetone) ; è prudente aprire la valvola di erogazione sulle bombole lentamente.

### CANNELLO

- a lancia intercambiabile, in cui si può anche tagliare cambiando la lancia (strutturata in modo diverso). Il taglio avviene per ossidazione.
- Criterio per scelta lancia: 100 l/h per ogni millimetro di spessore; naturalmente dipende anche dalle masse collegate: se il tubo è collegato ad una grossa massa, vale a dire che assorbe molto calore, occorre una lancia più grande.

### CANNELLO OSSIACETILENICO

Il riscaldamento di un giunto con la fiamma rappresenta il più comune metodo di brasatura. Tale processo, effettuato da operatori opportunamente addestrati, costituisce la soluzione ideale per interventi di riparazione e di installazione presso le utenze



- 1: rubinetto di ossigeno
- 2: condotto dell'ossigeno
- 3: condotto dell'acetilene

- 4: rubinetto dell'acetilene
- 5: eiettore ossigeno
- 6: miscelazione
- 7: punta della lancia.

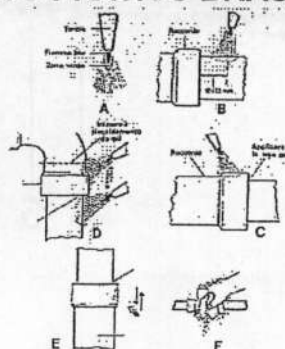
- **COME ACCENDERE O SPEGNERE IL CANNELLO EVITANDO CERTI PROBLEMI**
- Inseriamo per prima cosa la lancia giusta: la giuiera va stretta molto bene con le mani per evitare perdite di gas.
- Apertura valvole sulla bombole
- Apertura riduttori/regolatori (perché il riduttore non deve prendere il colpo) 0,3 bar acetilene – 2,5 bar ossigeno
- ACCENSIONE: se l'operazione si fa bene, la fiamma non fa fuliggine che respirarla non fa bene (oltre ad essere fastidiosa)
- Sul cannello aprire ossigeno appena, poi acetilene e accendere. La manovra di regolazione va fatta molto lentamente. Quando si fanno le manovre giuste non ci sono problemi: non sbagliamo un colpo.
- Si regola il dardo della giusta intensità (fiamma non morbida e non violenta, non forte). Questa è una fiamma giusta per la brasatura che andiamo a fare.

Ora cominciamo a scaldare sia l'uno che l'altro sino a portare la parte a rosso ciliegia (NOTA, leggermente più caldo verso la parte dove la lega deve scorrere per capillarità), e solo in questo istante si va ad appoggiare la lega sul punto, la quale cola liquida: quando abbiamo visto che il materiale è andato a sufficienza, si potrebbe anche fare un giro attorno alla saldatura per sottoporla tutta alla stessa temperatura, si dice omogenizzarla. Fatta la brasatura rame/fosforo, non ci sono residui del disossidante sulla parte esterna perché con questa lega sul rame / rame non si utilizza disossidante. Il colore scuro dovuto al riscaldamento che si vede esternamente, lo si ottiene anche all'interno con relativa scoria, pellicola nera.

Dobbiamo saper saldare in tutte le posizioni, perché quando si monta un impianto frigorifero possiamo avere il tubo da brasare in qualsiasi posizione.

Per esempio, in caso di brasatura da sotto verso su, bisogna scaldare di più leggermente la parte superiore per far sì che la lega (una volta giunti alla giusta temperatura sulla parte) vada su per capillarità (cioè risale facendo un collarino all'interno) verso il punto più caldo: deve prendere il colore rosso maggiormente la curva che la parte di sotto, a questo punto si va ad operare. ATTENZIONE la fiamma non deve essere troppo vicino alla parte ma ad una certa distanza. Terminata la distribuzione della lega, ora possiamo passare al raffreddamento con panno bagnato di acqua, ma mai per nessun motivo si deve far entrare acqua nel tubo. Si può fare raffreddare anche nell'aria da solo (caso esempio brasature su rubinetti, per evitare eventuali piccole deformazioni).

#### PROCEDIMENTO PRATICO BRASATURA FORTE





B giunti orizzontali: cominciare a riscaldare il tubo ad una distanza da 12 a 25 mm, poi passare alla parte esterna C, facendo oscillare la fiamma

Giunti verticali all'ingiù D

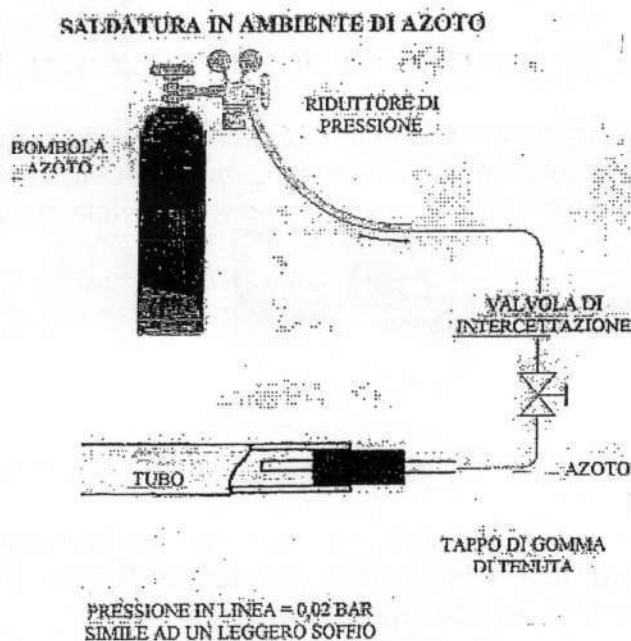
Giunti verticali all'insù E

Pulizia dopo brasatura F (con panno bagnato). Usare una spazzola metallica se necessario

- Ora passiamo alla brasatura a alto tenore di argento su rame / ottone o su rame / ferro e le differenze che ci sono. L'aspetto finale è diverso rispetto all'utilizzo della lega rame/fosforo. La lega ad alto tenore di argento, non è conveniente per brasature rame / rame. Usando disossidante in polvere, tutte le volte che dobbiamo lavorare con la bacchetta, dobbiamo riscaldarla e metterla nel disossidante. Finita la brasatura il disossidante ha lasciato sulla superficie una pellicola che dovrà essere pulita perché può corrodere. Ripeto sul rame / rame non è necessario usare lega ad alto tenore di argento, comunque lo faccio per dimostrazione (si fa vedere).
- Curva rovesciata. Si va a brasare tenendo la fiamma, sì sul punto che va saldato, ma col dardo un po' distante, quindi si scalda di più la parte superiore perché il calore si deve tirare la lega sopra per formare all'interno il piccolo collare.
- Quindi questi sono i due modi principali di saldare (ma non è tutto).
- Una volta terminata la saldatura si passa alla procedura di scarico tubazioni set.

### LE ATTENZIONI

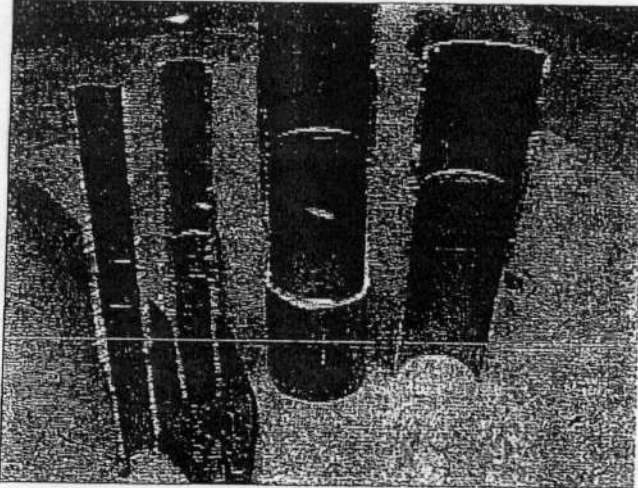
Il circuito frigorifero è composto da quattro componenti fondamentali che vanno collegati mediante tubazioni spesso saldate: occorre fare attenzione alle scorie formate all'interno, che poi vanno a finire nel carter. Per evitare problemi è bene utilizzare azoto durante le saldature, poi proseguire con pressatura – controllo perdite – scarico pressione – vuoto e carica. Solo operando in questo modo siamo sicuri che non abbiamo lasciato scorie all'interno. Quando si deve ripara una tubazione che perde tramite brasatura, ricordarsi che le tubazioni vanno tenute aperte da una parte, altrimenti vanno in pressione.



La saldatura in ambiente di azoto serve ad evitare la formazione di ossido all'interno delle tubazioni, che in caso di impianti estesi con molti punti di saldatura possono otturare filtri – capillari – valvole.

Pressione di azoto = 0,02 bar.

N.B. un flusso di azoto troppo alto non serve, anzi ostacola la saldatura perché tende maggiormente a raffreddare i tubi.



- La **brasatura** che richiede qualche attenzione in più è quella del tubo **con il capillare**. Nei domestici, nei commerciali piccoli, negli split, non vi sono valvole termostatiche ma l'organo di laminazione è a capillare. Per l'esempio pratico si inserisce un capillare in un tubo più grande e si schiaccia il tubo su punto di unione con il capillare. Il tubo è sempre una massa più grande e quindi assorbe più calore rispetto al capillare, il quale non dobbiamo fonderlo ma solo scaldarlo e non scaldarlo insistendo tanto perché potremmo renderlo fragile, e poi la lega per capillarità tenderebbe a scendere nel tubo e lo potrebbe anche otturare. Perciò dobbiamo fare molta attenzione e capire quando è caldo abbastanza per brasarlo senza danneggiarlo. Quindi bisogna fare queste attenzioni nella brasatura con capillare, il problema esiste: è di mano.
- Nel caso dovessimo dissaldare, cioè distaccare le due parti brasate, si opera allo stesso modo. In questo caso andremo a scaldare il rame cominciando dalla parte bassa, e quando vediamo che la lega si ammorbidisce cominciando a scorrere, distacciamo con una pinza tirando una delle due parti, mentre l'altra resta bloccata..
- L'importante è manovrare il cannello in modo che se vediamo che si scalda troppo, andiamo indietro o di lato, ma mai insistere, perché come insistiamo un attimo in più, abbiamo già fuso il materiale. Occorre allora materiale nuovo.

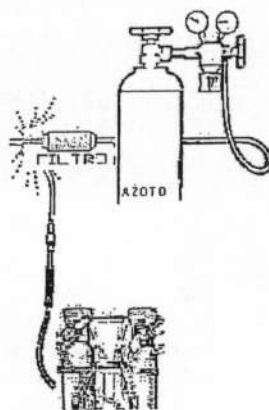


#### PUNTI DA RICORDARE

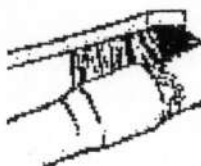
- le superfici di contatto devono presentarsi pulite prima di effettuare brasature (mai unte)
- per brasature su metalli misti ( cioè rame con ottone, bronzo) con l'uso di R/F e R/F/Ag usare sempre disossidante (R/F: escluderlo; R/F/Ag 5%: si potrebbe fare, ma meglio passare a lega ad alto tenore di argento).
- leghe ad alto tenore di argento sempre con disossidante (anche su rame / rame)

- gli occhi devono essere protetti adeguatamente durante il processo di saldatura e brasatura.
- sul posto di saldatura tenere a portata di mano un estintore.

Inviare attraverso le tubazioni una leggera corrente di azoto, per evitare ossidazione all'interno dei tubi



I disossidanti all'esterno vanno rimossi con acqua calda e spazzola



### REGOLAMENTO EUROPEO 842/2006

Riguarda il controllo delle emissioni dei gas per effetto serra e pone degli obblighi ai titolari di impianti di refrigerazione e di condizionamento, quello di provvedere a periodici controlli dei propri impianti.

Sono esenti dall'obbligo di ispezione TUTTI i sistemi al di sotto dei 3 chilogrammi di carica. Tale valore sale a 6 chilogrammi per unità sigillate solo ad HFC.

- CFC e HCFC, sistemi da 3 a 100 chilogrammi di carica vanno ispezionati ogni anno. Ogni sei mesi per valori superiori.

Sistemi HFC (da 04.07.07) possono essere ispezionati sia con sistemi diretti (cercafughe), sia indirettamente analizzando parametri di funzionamento come pressione, temperatura, assorbimento elettrico.

Impianti da 3 chilogrammi (da 6 se ermetici ad HFC) a 30 chilogrammi vanno verificati ogni anno. Da 30 a 300 chilogrammi ogni 6 mesi (se tali sistemi sono dotati di sistemi di rilevamento fisso, l'obbligo di ispezione è di 1 anno).

- Sopra i 300 chilogrammi il controllo è trimestrale (sei mesi se è installato un sistema di rilevamento fisso)
- Tutti gli esiti vanno annotati su libretto di impianto.

ATTENZIONE!

Regolamento Europeo 842/06 dice che per impianti con 120 kg di R.HFC bisogna verificare le perdite ogni 6 mesi.

I DPR 147 il libretto di impianto è obbligatorio per impianti che contengono CFC e HCFC

### MANUTENZIONE

La tenuta dell'impianto viene effettuata secondo due modalità, a seconda che il circuito frigorifero sia già carico di refrigerante modo indiretto (analizzando parametri di funzionamento durante l'intervento per manutenzione) o sia invece ancora vuoto, modo diretto (con cercafughe tipo - elettronico - UV - saponina - dopo pressatura dell'impianto)

La sensibilità degli apparecchi cercafughe deve essere almeno di 5 grammi/anno.

I circuiti riparati vanno ricontrrollati dopo 30 giorni dalla riparazione.

THE UNIVERSITY OF CHICAGO

DEPARTMENT OF CHEMISTRY



Reaction scheme showing the conversion of a starting material to a product, with reagents and conditions specified.

Reaction scheme showing the conversion of a starting material to a product, with reagents and conditions specified.

Reaction scheme showing the conversion of a starting material to a product, with reagents and conditions specified.

Reaction scheme showing the conversion of a starting material to a product, with reagents and conditions specified.

Reaction scheme showing the conversion of a starting material to a product, with reagents and conditions specified.

000

X