

Test di resistenza d'isolamento e test elettrici per i motori dei compressori degli impianti di climatizzazione (HVAC)

Nota applicativa



Con una tensione applicata di 500 V, la misura rilevata al test di resistenza d'isolamento è $>550 \text{ M}\Omega$, il che significa che la resistenza è fuori portata. È stato effettuato un secondo test di resistenza d'isolamento con una tensione di 1.000 V e il risultato è stato di $1,1 \text{ G}\Omega$ ($1.100 \text{ M}\Omega$). Se non fosse stata rilevata alcuna corrente di dispersione, la misura sarebbe stata $>2,2 \text{ G}\Omega$. Il multimetro per test di isolamento Fluke 1587 unisce le caratteristiche di un multimetro digitale (volt, ohm, millivolt, milliampere, frequenza, capacità, temperatura) con quelle di un megohmetro per una manutenzione completa dei motori.

I tecnici HVAC raramente fanno affidamento su un unico test per verificare se uno strumento o un processo funzionano o meno. Quando si avvicinano ad un'unità di condensazione ascoltano, muovono la mano sopra l'uscita d'aria e prendono in mano la linea di aspirazione, la linea del liquido e la linea di scarico (e rimpiangono di averlo fatto). Tutto questo ancora prima di aprire la cassetta degli attrezzi.

Poi collegano dei manometri e usano dei termometri per effettuare una diagnosi più accurata. Tanti più controlli e verifiche effettuano, quanto più sicuri saranno del risultato e quanto più si avvicineranno alla verità. Per quanto riguarda i compressori, il test di resistenza d'isolamento, insieme ai test riguardanti l'umidità e l'acidità del refrigerante e dell'olio, è un ulteriore test la cui utilità è provata da tempo e che i tecnici HVAC stanno ora aggiungendo al loro armamentario.

Un tester della resistenza d'isolamento invia tensioni c.c. "non distruttive" agli avvolgimenti e ai punti di isolamento di un motore per misurare il tasso di dispersione di corrente. Non esistono isolanti perfetti, c'è sempre una dispersione. Ma la domanda è: quant'è la dispersione? E il tasso di dispersione di corrente cambia nel tempo a causa di guasti o contaminazioni dell'isolamento? Quest'ultimo punto è fondamentale per una manutenzione predittiva.

Il test di resistenza d'isolamento consente di controllare la continuità, la resistenza delle bobine o degli avvolgimenti, la resistenza degli elementi riscaldanti, i valori di resistenza del termistore, ecc. Tutte queste misure vengono effettuate su circuiti all'interno degli isolanti, eccetto quando si controlla l'eventuale presenza di un corto a massa.

Quando si rileva un corto a massa, significa che si è verificato un guasto critico del dispositivo ed è ormai troppo tardi per una manutenzione predittiva o per soluzioni proattive. Un guasto critico al motore di un compressore (semi-) ermetico che contiene olio e refrigerante richiede nel migliore dei casi una procedura di pulizia approfondita e, nel peggiore dei casi, può richiedere la sostituzione dell'intera apparecchiatura e non solo di alcuni componenti, oltre che causare una perdita di tempi di produzione e di guadagni. È quindi consigliabile controllare regolarmente i valori di isolamento e di registrarli per poter fare una comparazione in occasione dell'ispezione successiva, in modo da tale da rilevare immediatamente eventuali variazioni.

Cosa cercare

Non c'è una regola esatta del tipo "passa-non passa" su come interpretare i valori della resistenza d'isolamento, ma i produttori e gli enti competenti sembrano concordi nell'affermare che l'andamento del test di resistenza d'isolamento può dare indicazioni chiare sull'evoluzione futura dello stato di salute di un motore.

La normativa IEEE 43 sui test di resistenza d'isolamento per i motori elettrici stabilisce come valore minimo accettabile 1 megaohm + 1 megaohm per kilovolt di tensione di esercizio del motore. Per un motore da 460 volt, il valore soglia per stabilire se il test è superato o meno è pari a 1,46 megaohm, oppure un tasso di dispersione di corrente pari a 500 V c.c. / 1.460.000 ohm ≈ 342 microampere.

Tuttavia, tale normativa riguarda motori non sigillati ermeticamente con olio e refrigerante. Un motore immerso in un liquido potrebbe richiedere valori inferiori rispetto a quelli raccomandati dal produttore. Per un motore immerso in un liquido, potrebbe essere accettabile un valore di 600.000 ohm con una tensione applicata di 500 V c.c., oppure un tasso di dispersione di corrente pari a 500 volt / 600.000 ohm ≈ 833 microampere.

Alcuni isolanti moderni introdotti a partire dal 1975 circa presentano valori di isolamento più elevati che possono non consentire il passaggio immediato di corrente di dispersione. Al test di resistenza d'isolamento, possono registrare valori prossimi ai 20.000 megaohm (20 gigaohm) e il loro uso può essere inaccettabile se i valori di resistenza d'isolamento sono inferiori a 100 megaohm, indipendentemente dalla presenza o meno di contaminanti di superficie sugli avvolgimenti.

L'ambiente ermetico del motore e le sue conseguenze

L'esecuzione di test di resistenza d'isolamento su compressori ermetici richiede una procedura in due fasi, vista la natura dell'ambiente operativo del motore del compressore.

1. Eseguire il test di resistenza d'isolamento per controllare il degrado dell'isolamento degli avvolgimenti del motore

2. Verificare l'eventuale presenza di contaminanti che influiscono sui risultati del test di resistenza d'isolamento.

Il primo test di resistenza d'isolamento va effettuato a compressore spento, mentre il secondo va effettuato dopo che il compressore è stato azionato per cinque o dieci minuti. Il primo test ha maggiori probabilità di rivelare la presenza di contaminanti nell'olio o nel refrigerante.

Il secondo test, seppur ancora influenzato dai contaminanti, si avvicina di più al vero test di resistenza d'isolamento del motore, in quanto la maggior parte del refrigerante, dell'olio e dell'umidità è stata rimossa dagli avvolgimenti.

Poiché gli HCFC vengono gradualmente eliminati e sempre più spesso sostituiti con HFC che richiedono l'uso di lubrificanti a base di esteri di polioli, vista la natura igroscopica di tali lubrificanti, aumenta l'importanza del test di resistenza d'isolamento per i compressori. Oltre agli indicatori di livello dell'umidità e ai reagenti o fluidi per il campionamento dell'olio e dell'umidità, con il test della resistenza d'isolamento abbiamo un altro metodo per stimare l'umidità all'interno dell'olio. Ottimo.

Procedura per il test di resistenza d'isolamento

Non effettuare mai il test di resistenza d'isolamento o attivare un compressore quando il sistema è sotto vuoto.

1. Rimuovere tutti i cavi dai terminali del compressore per isolarlo.
2. Rimuovere, se presenti, le barre dei terminali del compressore.
3. Pulire i terminali con un panno pulito e asciutto.
4. Se possibile, shuntare insieme i terminali del compressore.*
5. Eliminare eventuali ossidazioni dal punto di messa a massa del compressore e pulire con un panno pulito e asciutto.

* La maggior parte degli avvolgimenti dei motori di compressori ha un collegamento interno al compressore, così gli avvolgimenti non possono essere isolati. Se gli avvolgimenti del motore possono essere isolati, è preferibile mettere a massa due set di avvolgimenti e testare il terzo set. La procedura deve essere ripetuta tre volte, una per ogni set di avvolgimenti. Ciò consente di verificare non solo la resistenza a massa, ma anche la resistenza tra l'avvolgimento testato e gli altri due avvolgimenti, il che serve a controllare se c'è una elevata possibilità di corto tra gli avvolgimenti.

Fattori che influiscono sulla resistenza d'isolamento e sulla durata di un compressore

- Mancata eliminazione di tutta l'umidità all'interno di un impianto
 - L'idrolisi dell'umidità con il refrigerante può portare alla formazione di acido fluoridrico. L'acido fluoridrico può corrodere il vetro. Cosa può fare all'isolante sugli avvolgimenti del motore?
 - L'acido può erodere il rame dalle pareti dei tubi. Il rame è conduttivo e riduce la forza dielettrica (non conduttiva) dell'olio. La ramatura può verificarsi anche sui cuscinetti del motore e può causare difficoltà di avviamento, un aumento delle correnti di funzionamento o un blocco del rotore.
 - In presenza di lubrificanti a base di esteri di polioli, l'umidità viene assorbita.
- Mancata alesatura dei tubi prima del montaggio
 - Ciò può portare alla sbavatura di rame nell'olio del compressore. Il rame è conduttivo e riduce la forza dielettrica dell'olio.
- Mancata sostituzione dell'ossigeno con un gas inerte come l'azoto o l'argon durante il processo di brasatura
 - Gli ossidi di rame sono conduttivi e riducono la forza dielettrica dell'olio.
- Perdite di refrigerante
 - Un carico di refrigerante ridotto comporta temperature operative del motore elevate e sollecita l'isolante degli avvolgimenti del motore.

6. Misurare la temperatura dei terminali del compressore. Poiché non è possibile misurare direttamente la temperatura degli avvolgimenti, il miglior modo possibile, vista la conduzione diretta dagli avvolgimenti, è misurare la temperatura dei terminali del compressore. I terminali del compressore dovrebbero essere al di sopra del punto di rugiada dell'aria, altrimenti la presenza di umidità sui terminali può influire sulla misura.
7. Collegare il cavo di massa al punto di messa a massa del compressore utilizzando l'attacco della pinnetta a coccodrillo fornita.
8. Portare l'interruttore del multimetro in posizione test d'isolamento e selezionare come tensione di prova 500 V c.c.
9. Toccare con la sonda i terminali del compressore shuntati.
10. Rilasciare il pulsante di test sulla sonda (o sul multimetro) per l'intera durata del test (60 secondi).
11. Annotare il valore della resistenza e la temperatura del terminale.
12. Rimuovere lo shunt dai terminali del compressore e ristabilire attentamente i collegamenti elettrici.
13. Attivare il compressore per 5 o 10 minuti.
14. Ripetere i punti 1-11.

Le misure annotate devono essere registrate e compensate in base alla temperatura partendo dalla temperatura di riferimento selezionata. Per ogni deviazione di 10 °C al di sopra della temperatura di riferimento, il valore della resistenza raddoppia. Per ogni deviazione di 10 °C al di sotto della temperatura di riferimento, il valore della resistenza si dimezza. Se si sceglie di stabilire una temperatura di 40 °C come valore di riferimento, tutte le misure passate, presenti e future andranno compensate in base a questo valore. Per la compensazione della temperatura utilizzare l'equazione seguente:

$$K_T = (0,5)^{(T_R - T_A)/10}$$

Laddove K_T è il fattore di correzione della temperatura a temperatura T_A

T_R è la temperatura di riferimento (°C) in base alla quale devono essere corrette tutte le misure

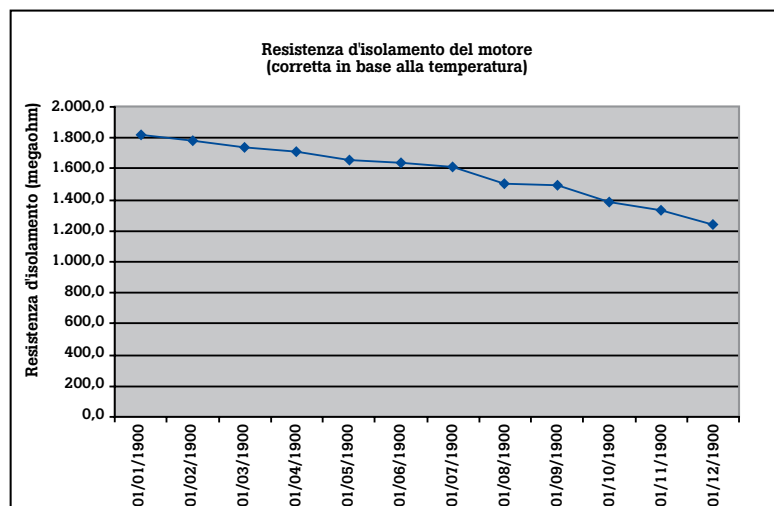
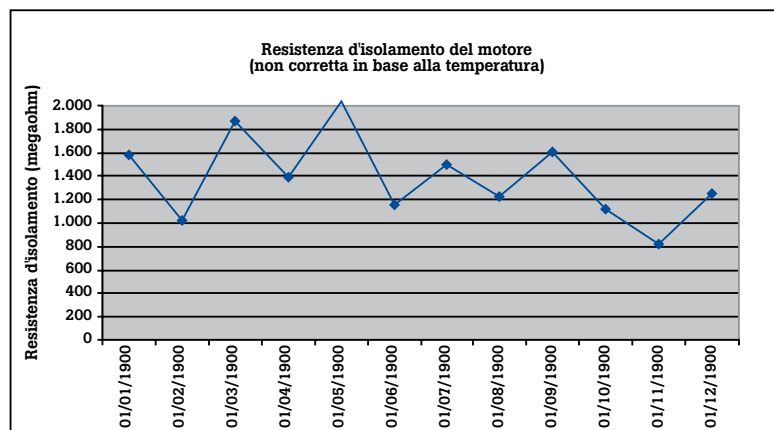
T_A è la temperatura effettiva a cui viene effettuato il test (°C)

$$T_R = 40 \text{ °C}$$

Se la misura è al di fuori della portata della scala selezionata nel multimetro usato per il test, verrà visualizzato il simbolo "maggiore di" (>) per indicare che la misura, per quanto debba essere annotata e registrata per rilevare eventuali variazioni future, non ha valore ai fini dell'analisi degli andamenti. Con alcuni isolanti moderni, non è irragionevole prevedere che per la maggior parte della durata del motore le misure saranno fuori scala (> 2.000 MΩ) e che sarà possibile analizzare gli andamenti solo verso la fine della vita del motore. In questo caso, nel momento in cui si rilevano valori utili in megaohm, bisogna prendere in considerazione l'opportunità di effettuare procedure di pulizia.

L'esempio seguente mostra valori della resistenza non compensati e i valori della resistenza compensati in base alla temperatura stimata degli avvolgimenti partendo da un valore di riferimento di 40 °C. I due grafici seguenti mostrano il confronto tra i dati di andamento non compensati e i dati compensati.

Dati	Resistenza d'isolamento misurata (MΩ)	Temperatura (°C)	Resistenza d'isolamento corretta in base alla temperatura (MΩ)	Fattore di compensazione della temperatura K_T
5-feb-90	1.584,3	42	1.821,9	1,15
8-lug-90	1.025,3	48	1.784,0	1,74
14-feb-91	1.867,2	39	1.736,5	0,93
2-lug-91	1.388,4	43	1.707,7	1,23
10-feb-92	2.035,3	37	1.648,6	0,81
3-lug-92	1.156,4	45	1.630,5	1,41
4-feb-93	1.503,2	41	1.608,4	1,07
8-lug-93	1.224,3	43	1.505,9	1,23
12-feb-94	1.604,9	39	1.492,6	0,93
1-lug-94	1.123,6	43	1.382,0	1,23
14-feb-95	821	47	1330,0	1,62
10-lug-95	1245,7	40	1245,7	1,00



Conclusione

Mentre ai tecnici HVACR piace applicare regole precise del tipo pass/fail nel loro lavoro di diagnostica, in base agli assiomi della tecnologia (si pensi all'entropia) una macchina comincia a sviluppare un guasto dal momento in cui è messa in produzione.

Con la maggior manutenzione e attenzione ai dettagli, ci possiamo aspettare che la durata probabile di un prodotto aumenti. Con l'incremento dei costi dovuti a guasti, diventano sempre più tangibili i vantaggi di effettuare test regolari e di monitorare le misure nel tempo.

Come interpretare una misura di "infinito"?

"Infinito" non è una misura. "Infinito" significa che i risultati del test sono oltre la capacità di portata del multimetro. Utilizzando un multimetro volt-ohm standard con un'uscita da meno di 9 V c.c., la misura tra compressore e massa può essere "infinito". Utilizzando un tester della resistenza d'isolamento con un'uscita da 500 V c.c., la misura tra compressore e massa può essere di 20 megaohm. Considerate uno degli isolanti naturali migliori... l'atmosfera. Se c'è un potenziale abbastanza elevato con una differenza di polarità, si può formare un arco elettrico. Considerate le candele o un fulmine.

Fluke. *Keeping your world up and running.*

Fluke Italia S.r.l.

Viale Lombardia 218
20861 Brugherio (MB)

Tel: (39) 02 3600 2000
Fax: (39) 02 3600 2001
E-mail: fluke.it.cs@fluke.com
www.fluke.it

© Copyright 2015 Fluke Corporation. Tutti i diritti riservati.
Stampato nei Paesi Bassi 02/2015. Dati passibili di modifiche senza preavviso.

Pub_ID : 13370-ita

2524494 A-EN-N Rev A