

Măsurarea rezistenței de izolație și testarea electrică pentru motoarele cu compresor HVAC

Notă privind aplicația



La o tensiune aplicată de 500 V, această citire TRI arată > 550 MΩ, indicând faptul că rezistența este în afara intervalului. Un al doilea test de rezistență a izolației a fost efectuat la 1000 V și a arătat 1,1 GΩ (1100 MΩ). Dacă nu ar fi fost detectat curent de scurgere, o citire ar fi fost > 2,2 GΩ. Multimetrul pentru rezistența de izolație Fluke 1587 combină caracteristicile unui multimetru digital (volți, ohmi, milivolți, miliamperi, frecvență, capacitanță, temperatură) cu un aparat de măsurat rezistența de izolație pentru întreținerea cuprinzătoare a motorului.



Mecanicii HVACR se bazează rar pe un singur test pentru a declara admis sau respins un proces tehnologic sau o funcție. Atunci când ajung la o unitate de condensare, ei ascultă, trec cu mâna peste aerul evacuat al condensatorului și apoi prind cu mâna conducta de aspirație, conducta cu lichid și conducta de evacuare (și își doresc să nu fie necesar să facă acest lucru). Toate acestea înainte de a-și deschide trusa de scule.

Apoi, ei inserează manometre și atașează termometre pentru un diagnostic mai exact. Cu cât fac mai multe verificări și reverificări, cu atât se simt mai bine și cu atât sunt mai aproape de adevăr. Când este vorba de compresoare, testul de rezistență a izolației (TRI), împreună cu testele de umezeală a agentului frigorific și a uleiului și testele de acid, mai este un alt test confirmat în timp pe care îl adaugă acum în colecția lor de trucuri.

Un tester pentru rezistența de izolație furnizează tensiuni CC „nedestructive” între bobine și izolația motorului, pentru a măsura rata curentului de scurgere. Nu există izolații perfecte, toate au scurgeri. Dar întrebarea este cât de mare este scurgerea de curent și dacă valoarea curentului de scurgere prin izolație se modifică în timp din cauza avariei sau contaminării izolației? Acest ultim punct este cheia pentru o întreținere predictivă.

TRI poate verifica continuitatea, rezistențele bobinelor sau bobinajelor, rezistențele elementelor de încălzire, valorile rezistenței termistorului și așa mai departe. Toate aceste măsurători sunt prin circuite din interiorul izolațiilor, cu excepția cazurilor în care se caută o scurtcircuitare la masă.

Odată ce a fost detectată o scurtcircuitare la masă, s-a produs un defect major al dispozitivului și este prea târziu pentru întreținere preventivă sau pentru remedii proactive. O defecțiune majoră a motorului electric aflat în interiorul unui compresor (semi-)ermetic care conține ulei și agent frigorific, în cel mai bun caz implică o procedură extinsă de curățare și, în cel mai rău caz, poate necesita înlocuirea echipamentului, și nu a componentei, ceea ce implică timp de producție și bani pierduți. Este mai bine să verificați regulat valorile rezistenței de izolație și să le înregistrați pentru comparație la următoarea vizită, astfel încât orice schimbări să poată fi observate ușor.

Ce trebuie urmărit

Nu există o regulă clară de admis/respins la interpretarea valorilor rezistenței de izolație, dar producătorii și agențiile par a fi de acord că tendința TRI poate fi un indicator clar al prognozei privind sănătatea unui motor.

Standardul IEEE 43 pentru testarea rezistenței de izolație a motoarelor electrice oferă o valoare minimă acceptabilă de 1 megohm plus 1 megohm per kilovolt din tensiunea de funcționare a motorului. Pentru un motor de 460 volți, valoarea pragului de admis/respins ar fi 1,46 megohmi sau o rată de scurgere a curentului de 500 V c.c. / 1.460.000 ohmi ≈ 342 microamperi.

Dar acest standard este pentru motoare care nu sunt sigilate ermetic cu ulei și agent frigorific. Un motor scufundat în lichid poate necesita utilizarea unor valori mai mici, după cum este recomandat de către producător. Un motor scufundat într-un lichid poate fi acceptabil la 600.000 ohmi cu o tensiune de 500 V c.c. aplicată sau o viteză de scurgere a curentului de 500 volți / 600.000 ohmi ≈ 833 microamperi.

Unele izolații moderne aflate în uz încă din jurul anului 1975 au o rezistență de izolație îmbunătățită, care ar putea să nu permită ușor un curent de scurgere, și pot avea valori ale rezistenței de izolație de aproximativ 20.000 megohmi (20 gigaohmi), putând fi acceptate la utilizare dacă valorile TRI sunt sub 100 megohmi, indiferent dacă au sau nu contaminanți pe suprafața bobinelor.

Mediul motorului ermetic și consecințe

Aplicarea TRI compresoarelor ermetice este o procedură în doi pași, datorită naturii mediului de funcționare a motorului compresorului.

1. Testarea rezistenței de izolație pentru a depista degradarea izolației bobinajului motorului
2. Verificarea prezenței contaminanților care afectează rezultatele testului de rezistență a izolației.

Primul test de rezistență de izolație este efectuat cu compresorul oprit, al doilea test este după ce compresorul a funcționat timp de cinci sau zece minute. Este mai probabil ca primul test să arate contaminanții din ulei sau din agentul frigorific.

Al doilea test, chiar dacă este afectat de contaminanți, este orientat mai mult către adevăratul test de rezistență a izolației motorului, cea mai mare parte a agentului frigorific, uleiului și umezelii fiind eliminată de pe bobinaje.

Cum HCFC-urile sunt scoase treptat din uz și HFC-urile de înlocuire care necesită utilizarea de lubrifianți POE (ester poliol) se utilizează din ce în ce mai mult, importanța TRI la motoarele compresoarelor, datorită higroscopicității lubrifianților POE. În afară de utilizarea ferestrelor de vizitare ce oferă informații despre nivelul de ulei și umiditatea agentului de răcire cu ajutorul unui TRI, avem altă metodă de estimare a umidității din ulei. Acesta este un lucru bun.

Procedura TRI

Nu efectuați niciodată testarea rezistenței de izolație și nu operați compresorul atunci când sistemul este sub vid.

1. Îndepărtați toate racordurile de la bornele motorului electric al compresorului pentru a-l izola.
2. Îndepărtați regletele compresorului dacă acesta este astfel echipat.
3. Curățați bornele cu un prosop de atelier curat și uscat.
4. Legați bornele compresorului împreună, în paralel, dacă este posibil.*
5. Curățați locul punerii la pământ al compresorului de oxidare și ștergeți cu un prosop curat, uscat, de atelier.

* Cele mai multe bobinaje ale motoarelor cu compresor au o conexiune comună internă în compresor, astfel încât bobinajele nu pot fi izolate. Dacă bobinajele motorului pot fi izolate, este de preferat să împământați două seturi de bobinaje în timp ce testați al treilea set. Acest pas va fi repetat de trei ori, o dată pentru fiecare set de bobinaje. Aceasta nu va testa numai rezistența prizei de pământ, dar și rezistența dintre bobina testată și celelalte două bobine, căutând să depisteze o posibilitate ridicată a unui scurtcircuit între bobinaje.

Factorii care afectează rezistența de izolație și durata de viață a compresorului

- Sistemul nu este deshidratat corespunzător
 - Hidroliza umezelii de agent frigorific poate avea ca rezultat acid fluorhidric. Acidul fluorhidric poate coroda sticla. Ce efect are acesta asupra izolației de pe bobinajele motorului?
 - Acidul poate eroda cuprul de pe pereții tuburilor. Cuprul este conductiv și va reduce puterea dielectrică (neconductivă) a uleiului. Placarea cuprului poate avea loc și pe rulmenții motorului și în final contribuie la pornirea grea, consumul mai mare de funcționare sau la situația blocării unui rotor.
 - Umezeala în prezența lubrifianților POE va fi absorbită.
- Neajustarea tuburilor înainte de asamblare
 - Aceasta poate avea ca rezultat aşchii de cupru în uleiul compresorului. Cuprul este conductiv și reduce caracterul dielectric al uleiului.
- Nedislocarea oxigenului cu un gaz inert cum ar fi azot sau argon în timpul procesului de sudură
 - Oxizii de cupru sunt conductivi și vor reduce caracterul dielectric al uleiului.
- Scurgeri de agent frigorific
 - Încărcarea mică cu agent frigorific are ca rezultat temperaturi de operare ridicate ale motorului și pune presiune pe izolația bobinajelor motorului.

6. Măsurati temperatura bornelor compresorului. Cum temperatura bobinajelor nu poate fi măsurată direct, temperatura bornelor compresorului, datorită conductivității directe de la bobinaje, este a doua cea mai bună metodă. Temperatura bornelor compresorului trebuie să fie mai mare decât temperatura punctului de rouă al aerului ambiental, altfel umezeala de pe borne poate afecta citirea.
7. Conectați borna de legare la pământ cu locul punerii la pământ al compresorului prin atașare cu cleștii de tip crocodil furnizați.
8. Comutați aparatul de măsură în poziția testului de izolație și selectați tensiunea de testare 500 V CC.
9. Atingeți sonda de testare de bornele compresorului legate în paralel.
10. Eliberați butonul de testare al sondei de testare (sau al aparatului de măsură) pe durata testului (60 de secunde).
11. Înregistrați valoarea rezistenței și temperatura bornei.
12. Dezlegați bornele compresorului și restabiliți conexiunile electrice corespunzătoare.
13. Puneți compresorul în funcțiune timp de 5 sau 10 minute.
14. Repetați pașii 1-11.

Valorile rezistenței de izolație măsurate trebuie integrate în raport și trebuie făcută compensarea temperaturii în conformitate cu temperatura inițială. Pentru fiecare deviație de 10 °C (18 °F) față de temperatura inițială, valoarea rezistenței se dublează. Pentru fiecare 10 °C (18 °F) sub temperatura inițială, valoarea rezistenței se înjumătățește. Dacă alegem să stabilim 40 °C (104 °F) ca valoare inițială, atunci toate măsurătorile privind tendințele, trecute, prezente și viitoare, vor trebui compensate cu această valoare. Pentru compensarea temperaturii, folosiți ecuația:

$$K_T = (0.5)^{(T_R - T_A)/10}$$

Unde K_T este factorul de corecție al temperaturii la T_A

T_R este temperatura de referință (°C) față de care sunt corectate toate măsurătorile

T_A este temperatura efectivă de testare (°C)

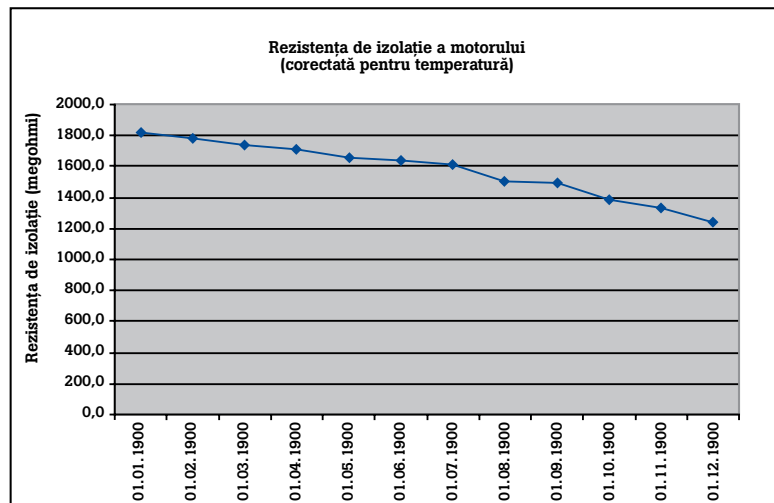
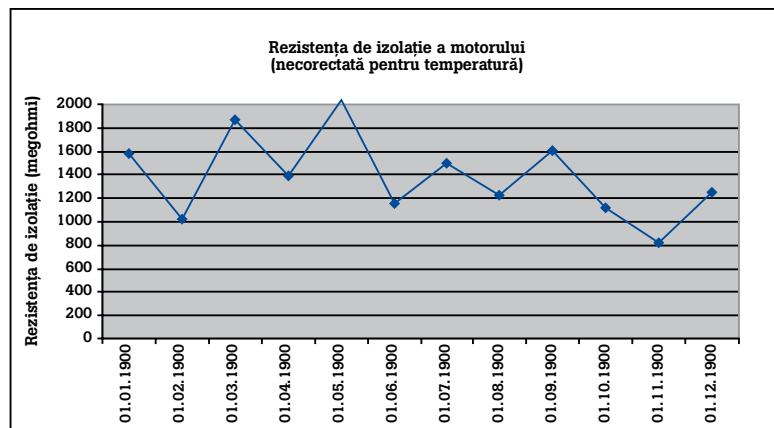
$T_R = 40\text{ °C}$

Dacă citirea este în afara intervalului de selecție al scalei aparatului de măsură TRI, va fi afișat un simbol „mai mare” (>) pentru a indica faptul că citirea, chiar dacă trebuie înregistrată și trecută în jurnal pentru a urmări modificările viitoare, nu are valoare pentru determinarea tendințelor. În cazul unor izolații moderne, vă puteți aștepta ca pe parcursul celei mai mari părți a duratei de funcționare a unui motor, citirile să fie în afara scalei (> 2000 MΩ) iar determinarea tendințelor va fi posibilă numai către sfârșitul perioadei de utilizare a motorului. În acest caz, atunci când

sunt observate valori efective în megohmi, trebuie luate în calcul proceduri de curățare.

Următorul exemplu arată valorile rezistenței de testare necompensate și valorile rezistenței compensate cu temperatura estimată a bobinajelor compensată la o valoare de bază de 40 °C. Cele două grafice care urmează arată datele de tendință necompensate comparativ cu datele compensate.

Data	Rezistența de izolație măsurată (MΩ)	Temperatura (°C)	Rezistența izolației ajustată cu temperatura (MΩ)	Factorul de compensare a temperaturii K_T
5-februarie-90	1584,3	42	1821,9	1,15
8-iulie-90	1025,3	48	1784,0	1,74
14-februarie-91	1867,2	39	1736,5	0,93
2-iulie-91	1388,4	43	1707,7	1,23
10-februarie-92	2035,3	37	1648,6	0,81
3-iulie-92	1156,4	45	1630,5	1,41
4-februarie-93	1503,2	41	1608,4	1,07
8-iulie-93	1224,3	43	1505,9	1,23
12-februarie-94	1604,9	39	1492,6	0,93
1-iulie-94	1123,6	43	1382,0	1,23
14-februarie-95	821	47	1330,0	1,62
10-iulie-95	1245,7	40	1245,7	1,00



Concluzie

În timp ce mecanicii HVACR admit regulile „acceptat”, „respins” pentru a le aplica diagnosticării de rutină, axiomele tehnologiei (examinarea entropiei) cer ca un aparat să înceapă starea sa finală de defecțiune din momentul în care este pus în funcțiune.

Cum gradul de întreținere și atenția la detalii cresc, ne putem aștepta la probabilitatea ca durata de viață a unui produs să crească. Cum costul defecțiunilor crește, avantajele testării regulate și urmării măsurătorilor în timp cresc.

Dar citirea de „Infinit”?

Infinitul nu este o citire. Infinitul înseamnă că rezultatele testului sunt în afara capacității intervalului aparatului de măsură. Folosind un aparat de măsură standard volt-ohm cu ieșire mai mică de 9 V c.c., o citire între punctul de conectare comună al compresorului și pământ poate indica „Infinit”. Folosind un tester de rezistență de izolație cu o ieșire de 500 V c.c., citirea dintre punctul de conectare comună al compresorului și pământ poate fi 20 megohmi. Considerați una dintre cele mai bune izolații naturale...atmosfera. Dacă există un potențial suficient de mare cu o diferență de polaritate, se va forma un arc electric. Gândiți-vă la bujii. Gândiți-vă la fulgere.

Fluke. *Keeping your world up and running.*

Fluke Europe B.V.

P.O. Box 1186
5602 BD Eindhoven
The Netherlands
Web: www.fluke.ro

©2015, Fluke Corporation. All rights reserved.
Printed in The Netherlands 02/2015.
Data subject to alteration without notice.

Pub_ID: 13370-rom

2524494 A-EN-N Rev A