

Danfoss

Kontaktsysteme



REGELAPPARATE FÜR
KÄLTEANLAGEN

KOMPONENTEN FÜR
BRENNER UND
KESSEL

REGELAPPARATE FÜR
HEIZUNGSANLAGEN

MOTORSCHUTZ-
SCHALTER UND
SCHÜTZE

ÖLHYDRAULISCHE
KOMPONENTEN

KOMPONENTEN FÜR
KÜHLMÖBEL



Danfoss 011

Literaturarchiv des HKK
Historische Kälte- und Klimatechnik e.V.
Website: www.vhkk.org

01.A1.03

In den zurückliegenden Jahren hat man bei Danfoss an der Entwicklung eines neuen Kontaktsystems gearbeitet, das Bestandteil einer ebenfalls neuen Thermostat- und Pressostatserie für Kälte- und Klimaanlage sein wird. Das neue Kontaktsystem beruht auf neuesten Erkenntnissen und ist in mancherlei Hinsicht besser als Kontaktsysteme herkömmlicher Bauart. Zum besseren Verständnis wollen wir nachstehend einige Grundmerkmale von Kontaktsystemen näher erläutern.

EINLEITUNG

Die Kontaktsysteme in Thermo- und Pressostaten müssen recht starke elektrische Ströme ein- und ausschalten können, und dabei steht zu ihrer Betätigung nur eine geringe Energie zur Verfügung. Energiespender können sein entweder ein Wellrohrelement, in welchem der Druck um Zehntel Atmosphären schwankt oder auch ein Fühler oder ein Stück Thermobimetall mit Temperaturschwankungen von wenigen Graden Celsius. Um kleine Gerätedifferenzen zu erreichen verwendet man Schalter oder Umschalter mit einem Kontaktabstand von 0,2–0,4 mm. Der Abstand zwischen den Kontakten muss eben noch so gross sein, dass die vorgeschriebene Spannungsprüfung über offene Kontakte bestanden werden kann. Selbstverständlich müssen auch sonstige Vorschriften und Bestimmungen massgebender Gutheissungsbehörden erfüllt werden können.

WECHSELSTROM

Einschaltung – Prellen

Wenn der bewegliche Kontakt mit hoher Geschwindigkeit auf den feststehenden Kontakt auftrifft, wird der bewegliche Kontakt noch einige Male zurückschnellen. Jedesmal wenn sich die Kontakte voneinander entfernen, bildet sich ein Lichtbogen. Durch die dabei erzeugte starke Hitze schmelzen die Schaltstücke an der Oberfläche und können somit verschweissen. Diese winzig kleinen während der Einschaltung auftretenden Schweissvorgänge sind die am häufigsten vorkommende Ursache für ein Versagen des Kontaktsystems. Der bewegliche Kontakt kann bis 20-Mal zurückschnellen, bis der Schaltvorgang beendet ist. Die dafür beanspruchte Zeit nennt man Prelldauer; sie kann zwischen 0,5 und 5 Millisekunden, bei einigen Kontaktsystemen sogar zwischen 10 und 15 Millisekunden schwanken.

(1 Millisekunde = $\frac{1}{1000}$ Sekunde)

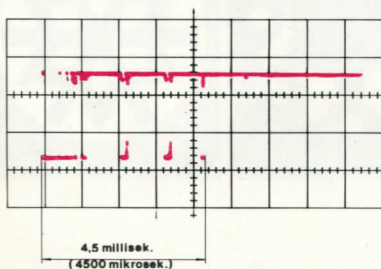


Abb. 1 Prellkurve für MP-Kontakt

Wenn z.B. 100 Ampere eingeschaltet werden sollen, muss eine möglichst kurze Prelldauer angestrebt werden. Dabei genügt eine Prelldauer von 0,1–1 Millisekunde allerdings noch nicht, da dadurch die Gefahr eines Verschweissens noch nicht gebannt ist.

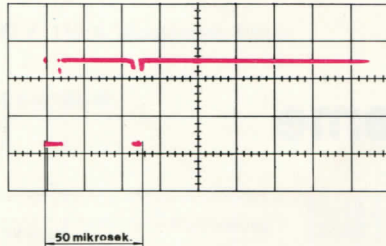


Abb. 2 Prellkurve für das neue Kontaktsystem

Danfoss ist es nunmehr nach umfassenden Versuchen gelungen, in Serienfertigung Thermostate und Pressostate herzustellen, deren Kontaktsysteme eine Prelldauer von nur ca. 50 Mikrosekunden aufweisen

(1 Mikrosekunde = $\frac{1}{1000\ 000}$ Sekunde).

Es ist dadurch möglich geworden, sowohl den Einschaltstrom als auch die elektrische Lebensdauer zu vervielfachen. Abb. 1 zeigt die Prelldauer für ein MP-Kontaktsystem in Millisekunden, Abb. 2 die Prelldauer für das neuentwickelte Kontaktsystem in Mikrosekunden gemessen.

(Wenn man die MP-Prelldauer mit der gleichen Zeiteinheit gemessen hätte wie das Prellen des neuen Kontaktsystems, hätte sich ein Prellbild von 1,2 m Länge ergeben).

Einschaltstrom

Um nun das Entstehen der erwähnten Lichtbogen und Verschweissungen beim Prellen des Kontaktsystems näher zu erläutern wollen wir uns den Stromverlauf in der ersten Halbperiode eines Wechselstroms ansehen. Diese Halbperiode wird bei einer Wechselspannung von 50 Hz 10 Millisekunden dauern. Je stärker die Lichtbogen sind, desto grösser werden die Verschweissungen, und die Stärke der Lichtbogen richtet sich wiederum nach der Grösse des durchfliessenden Stroms.

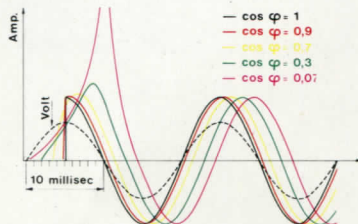


Abb. 3 Stromverlaufkurven

Aus der Abb. 3 geht der Unterschied zwischen ohmscher ($\cos \varphi = 1$) und induktiver ($\cos \varphi < 1$) Belastung hervor. Eine ohmsche Belastung tritt bei Heizkörpern, eine induktive bei Spulen und Motoren auf. Der Einschaltzeitpunkt am Anfang der Kurven liegt bei dem Spannungswert, der in der ersten Halbperiode den höchsten Stromwert ergibt, und stellt also den ungünstigsten Zeitpunkt dar. Es ist ersichtlich, dass bei ohmscher Belastung – $\cos \varphi = 1$ – (schwarze Kurve) der Strom seinen normalen Höchstwert im Einschaltaugenblick annimmt. Bei

KONTAKTS

einer Phasenverschiebung und einem Anwachsen derselben ($\cos \varphi$ wird kleiner) wird die Stromstärke langsamer ansteigen, der erste Spitzenwert jedoch grösser sein (farbige Kurven).

Bedeutung der Prelldauer

Wenn man die Prelldauer reduziert, ergibt sich folgendes:

1. Bei ohmscher Belastung wird die Zeit, während welcher der starke Strom durch den Lichtbogen fliesst, abgekürzt.
2. Bei induktiver Belastung hört das Prellen auf, bevor der Strom wesentlich ansteigen kann. Das ergibt einen kleinen Lichtbogen von nur kurzer Dauer.

Bei langen Prellzeiten von 10–15 Millisekunden werden Ströme mit grosser Phasenverschiebung ($\cos \varphi = \text{ca. } 0,1$) gefährlich, weil nach 10 Millisekunden die Stromstärke so hoch ansteigt, dass eine grosse Gefahr für das Verschweissen der Kontakte besteht (Abb. 3). Wenn die Belastung aus einem gewöhnlichen Einphasenmotor besteht, wird der Strom im Einschaltmoment fast ganz ohmsch sein ($\cos \varphi \sim 0,8$ bis annähernd 1). Das ergibt sich, weil sowohl die Start – als auch die Hauptwicklung gleichzeitig eingeschaltet werden und weil die Startwicklung während der Einschalt-dauer die Phasenverschiebung reduziert. Sobald die volle Motorendrehzahl erreicht und die Startwicklung ausgeschaltet ist, wird der Strom auf etwa 1/7 des Startstroms reduziert sein (Abb. 4).

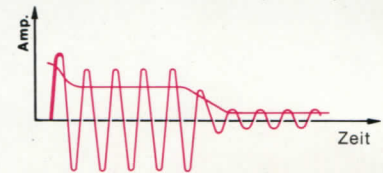


Abb. 4 Schweranlauf

Gleichzeitig hat die Phasenverschiebung den am Motor eingestempelten Wert angenommen. Diesen niedrigeren Strom soll das Kontaktsystem unterbrechen. Man wird bemerken, dass der Strom in der ersten Halbperiode etwas höhere Werte annehmen kann als den der normalerweise Startstrom genannt wird. Ausserdem interessiert hier der jeweilige Augenblickswert des Stroms und nicht der Effektivwert.

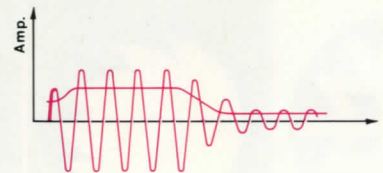


Abb. 5 Leichtanlauf

Wenn der Motor mit einem Stromrelais ausgerüstet ist, das die Startwicklung ca. 30 Millisekunden nach dem Schliessen des Motorstroms einschaltet (Abb. 5), so wird der während der Prelldauer durch das Kontaktsystem fliessende Strom nur von der Hauptwicklung stammen und daher nur einen halb so grossen Wert als

SYSTEME

der des vollen Startstroms haben. Im Einschalt Augenblick wird $\cos \varphi$ 0,5-0,7 betragen, - der erste Spitzenwert wird aber davon nicht beeinflusst. Die »Arbeit« ist also für das Kontaktsystem leichter geworden.

Ausschaltung

Das Unterbrechen eines Wechselstroms mit Hilfe von Mikroschaltern vom

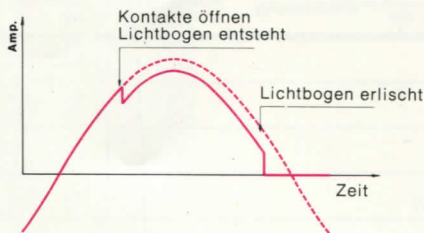


Abb. 6. Lichtbogen wird unterbrochen

»snap-action«-Typ (Sprungschaltung) stellt kein grösseres Problem dar.

Abb. 6 zeigt eine Stromverlaufkurve, bei der zu einem beliebigen Zeitpunkt die Kontakte geöffnet werden. Vom Öffnungszeitpunkt an wird zwischen den Kontakten ein Lichtbogen bestehen, bis der Strom kurz vor dem nächsten Nulldurchgang einen gewissen niedrigen Wert annimmt. Erst jetzt erlischt der Lichtbogen, und der Strom wird unterbrochen,

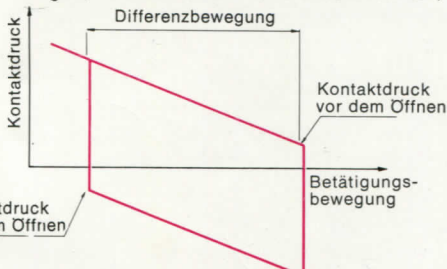


Abb. 7. Kontaktdruck f. RT-Kontaktsystem (Snap-action = Sprungschaltung)

weil die Voraussetzungen für eine Lichtbogenbildung nicht mehr gegeben sind.

Kontaktsysteme mit Sprungschaltung (»snap-action«) halten ihrer Konstruktion entsprechend bis zum Öffnungs Augenblick einen gewissen Kontaktdruck aufrecht (Abb. 7). Kontaktsprünge kurz vor dem Öffnen, z.B. von kleinen Erschütte-

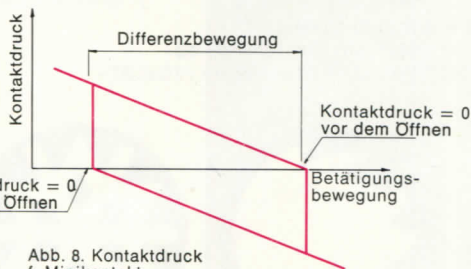


Abb. 8. Kontaktdruck f. Minikontakt

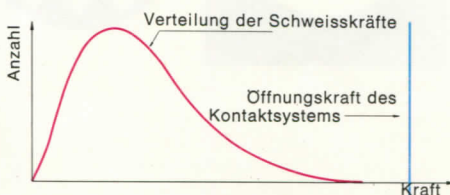


Abb. 9. Trennstärke - Schweissstärke

rungen herrührend, sind daher ausgeschlossen. Solche Kontaktsprünge können auf Grund des geringen Kontaktdruckes Rundfunk- und Fernsehstörungen, Lichtbogen und Verschweißungen der Schalt-Stücke ergeben (Abb. 8 zeigt den Kontaktdruck eines gewöhnlichen Minikontakts). Der kurz vor dem Ausschalten bestehende geringe Kontaktdruck kann ein Relaisklappern oder einen abgebrannten Motor zur Folge haben. »Snap-action« Kontaktsysteme werden auch dann »schnappen«, wenn während des Einschaltvorgangs ein Zusammenschweissen der Schaltstücke erfolgt sein sollte. Es entstehen dabei nämlich recht starke Kräfte, die die Kontakte zu trennen suchen und alle Verschweißungen unter einer gewissen Grösse sofort aufreissen (Abb. 9), und zwar ohne dass das Kontaktsystem wie bei Minikontakten mit geringer Trennstärke zusätzlich aktiviert werden muss, um eine der erfolgten Verschweißung entsprechenden Kraft zu erzeugen. Der Ausschalt punkt des Geräts und somit dessen in Temperatur oder Druck gemessene Differenz werden also bei Verwendung eines »snap-action«-Kontakt-

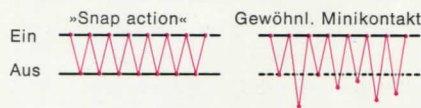


Abb. 10. Ausschalttemperatur f. snap-action- und Minikontakt

systems unabhängig von der Grösse des Belastungsstroms (Abb. 10).

Wechselstromkennzeichnung

Der Anwendungsbereich eines Kontaktsystems ist wie folgt begrenzt:

1. Die maximale Spannung wird von den Isoliereigenschaften bestimmt, d.h. von der Kriechstromfestigkeit der Isolierstoffe sowie von den Kriech-, Luft- und Kontaktabständen.
2. Das Prellen begrenzt den Strom, den die Kontakte einschalten können, ohne dass dabei Verschweißungen einer Grössenordnung entstehen, die das Kontaktsystem nicht allein kraft seiner »Sprungstärke« aufreissen kann.
3. Die Abmessungen der stromführenden Teile bestimmen die Stärke des Stroms, der ohne schädliche Erwärmung durch das Kontaktsystem fließen kann. Hier sei bemerkt, dass bei Spannungen von ca. 100V und darüber praktisch kein Zusammenhang zwischen Spannung und Lebensdauer bei gleichem Strom besteht, auch dann nicht, wenn man die Spannung reduziert. Andernfalls würde die Lebensdauer erheblich herabgesetzt. Aus dem gleichen Grund ist eine Leistungsaufnahme-Kennzeichnung in kW oder PS bei Wechselstrom nicht zweckmässig, weil dann die Grenze nach der bei niedrigster Spannung erreichten Leistungsaufnahme gesetzt werden müsste.

Ein Kontaktsystem von 10 Ampere kann bei 380V für 3800VA, bei 110V nur für 1100 VA verwendet werden.

Eine sinnvolle Wechselstromkennzeichnung könnte daher folgendermassen aussehen (nach dem Beispiel des neuen Kontaktsystems):

16 (16)A 380V~ AC.
Blockierter Läufer 112A.

Dabei bedeuten:

16: Max. ohmsche Belastung in Ampere
(16): Max. Nennstrom bei induktiver Belastung.

Blockierter Läufer 112A: Max. zulässiger Startstrom für Motoren.

380V: Max. zulässige Spannung.

GLEICHSTROM

Ausschaltung

Bei Gleichstrom besteht das Problem darin, den Lichtbogen zu löschen, der dann entsteht, wenn die Kontakte sich während des Öffnungsvorgangs voneinander entfernen. Es gibt hier ja nicht, wie bei Wechselstrom, einen Nulldurchgang zum Löschen des Lichtbogens. Man muss sich also unter der durch Kontaktabstand und Öffnungsgeschwindigkeit gesetzten Grenze halten.

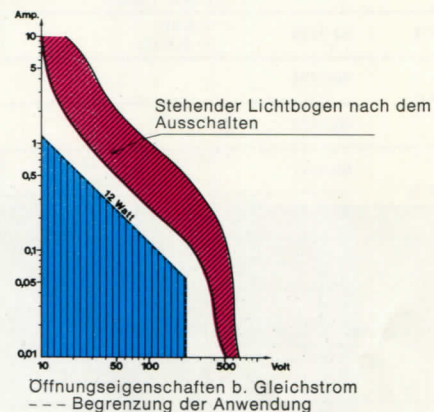


Abb. 11. Gleichstrom Ausschaltkurve (12 W)

Bei Gleichstrom ist die Grenze eines stehenden Lichtbogens stark vom Strom und von der Spannung abhängig (Abb. 11). Die aus Messungen abgeleitete Kurve zeigt, dass hier eine Leistungsaufnahme-Kennzeichnung der einfachste Ausdruck für den Anwendungsbereich sein würde, wenn zugleich die Spannung nach oben begrenzt wird. Bei Spannungen unter 10V kann sich kein Lichtbogen bilden, so dass hier der Strom lediglich von der Erwärmung, d.h. von den Abmessungen der leitenden Teile, begrenzt wird.

Einschaltung

Da die Ströme, die unterbrochen werden können, nur schwach sind, werden die entsprechenden Einschaltströme ebenfalls schwach sein und somit keine Probleme ergeben.

Gleichstrom - Kennzeichnung

Eine sinnvolle Gleichstromkennzeichnung sieht gemäss den vorstehenden Ausführungen so aus:

12W 220V = DC. pilot

Die relativ kleinen Werte für die Leistungsaufnahme sind fast nur als Steuerstrom verwendbar. Die Kennzeichnung gleicht sich daher passend denjenigen für Relais- und Magnetventilsolen mit Angaben in W oder VA an.

Schlussbemerkung

Dies war selbstverständlich nur ein kurzgefasster Abriss über Kontaktsysteme und deren Verwendung.

Wenn die Kontaktsysteme zweckmässig abgedeckt oder gekapselt gegen Staub und Schmutz geschützt und im übrigen keiner Überlast ausgesetzt werden, sollte ihnen eine lange mechanische und elektrische Lebensdauer gesichert sein.

Danfoss KP Pressostate

Mit einpoligem Umschaltkontaktsystem 16 A, 380 V, 112 A blockierter Rotor.

Kältemittel: R 12, R 22, R 500 und R 502.

Schutzart: IP 33 laut DIN 40050.

Umgebungstemperatur: -25°C bis 80°C (248 K bis 353 K).

Max. zul. Druck: Niederdruckseite 20 bar (20 atü)

Hochdruckseite 33 bar (33 atü)

PRESSOSTATE Standardprogramm

Typ	Artikel-Nr.	Niederdruckseite			Hochdruckseite			Anschluss 6 mm Bördel	Gewicht kg
		Bereich p_e	Differenz Δp	Blockierung	Bereich p_e	Differenz Δp	Blockierung		
KP 1	60-1101	15 cm Hg-7.5 atü (-0.2-7.5 bar)	0.6-2.5 at (0.6-2.5 bar)				×	0.3	
	60-1103	70 cm Hg-7 atü (-0.9-7 bar)	0.6 at fest (0.6 bar fest)	min.			×	0.3	
KP 2	60-1120	0-5 atü (0-5 bar)	0.4-1.5 at (0.4-1.5 bar)				×	0.3	
KP 5	60-1171				6-32 atü (6-32 bar)	1.5-6 at (1.5-6 bar)	×	0.3	
	60-1173				6-32 atü (6-32 bar)	3 at fest (3 bar fest)	max. ×	0.3	
KP 15	60-1241	15 cm Hg-7.5 atü (-0.2-7.5 bar)	0.6-2.5 at (0.6-2.5 bar)		6-32 atü (6-32 bar)	4 at fest (4 bar fest)	×	0.46	
	60-1243	15 cm Hg-7.5 atü (-0.2-7.5 bar)	0.6-2.5 at (0.6-2.5 bar)		6-32 atü (6-32 bar)	4 at fest (4 bar fest)	max. ×	0.46	

PRESSOSTATE entsprechend der neuen Unfallverhütungsvorschrift für Kälteanlagen (VGB 20).

Typ	Bezeichnung	Artikel-Nr.	Niederdruckseite			Hochdruckseite			Anschluss 6 mm Bördel	Gewicht kg
			Bereich p_e	Differenz Δp	Blockierung	Bereich p_e	Differenz Δp	Blockierung		
KP 7W	Druckwächter TUV DWK 75	60-1190				6-32 bar	4-10 bar	×	0.3	
KP 7B	Druckbegrenz. TUV DBK 75	60-1191				10-32 bar	3 bar fest	max. ×	0.3	
KP 7S	Sicherheits- druckbegrenz. TUV SDBK 75	60-1192				10-32 bar	3 bar fest	max. ×	0.3	
KP 7BS	Druckbegrenz./ Sicherheits- druckbegrenz. TUV DBK/SDBK 75	60-1200				B: 10-32 bar S: 6-32 bar	B: 3 bar fest S: 4 bar fest	B: max. S: max. ×	0.46	
KP 17W	Kombinierter ND-Pressostat und HD-Druck- wächter TUV DWK 75	60-1267	-0.2 — 7.5 bar	0.6 — 2.5 bar		6-32 bar	4 bar fest	×	0.46	
KP 17B	Kombinierter ND-Pressostat und HD-Druck- begrenz. TUV DBK 75	60-1268	-0.2 — 7.5 bar	0.6 — 2.5 bar		6-32 bar	4 bar fest	max. ×	0.46	

KP 7 sind bauteilgeprüfte Hochdruck-Pressostate in den Ausführungen

W = Druckwächter, B = Druckbegrenzer, S = Sicherheitsdruckbegrenzer.

KP 17 sind kombinierte Nieder-Hochdruck-Pressostate mit bauteilgeprüftem Hochdruckteil.

Bei bauteilgeprüften Pressostaten kommt im Falle eines Bruches am Regelwellrohr der Kompressor zum Stillstand.

Im Falle eines Bruches am äusseren Wellrohr fällt der Abschalt-Druck des Gerätes auf etwa 5 bar unter den Einstellwert ab.

Siehe auch DANFOSS-BROSCHÜRE »Danfoss Pressostate und die neuen Unfallverhütungsvorschriften für Kälteanlagen (VGB 20)«.

Danfoss Handelsgesellschaft mbH
 6050 Offenbach/Main-Waldhof
 Carl-Legien-Str. 8 - 10
 Ruf 0611/8902-1
 2000 Hamburg 26 — Ruf 040/2500444
 1000 Berlin 33 — Ruf 030/8261590
 4300 Essen — Ruf 0201/717112
 8000 München 70 — Ruf 089/746197
 7000 Stuttgart — Ruf 0711/227001

Danfoss