

Werner Bosch

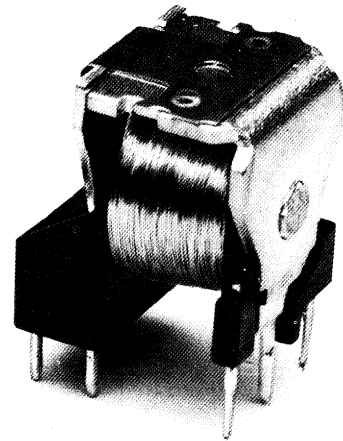
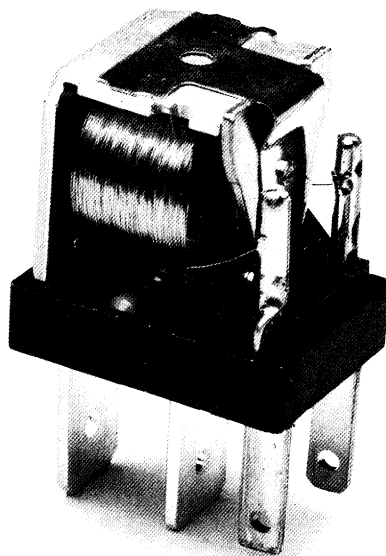
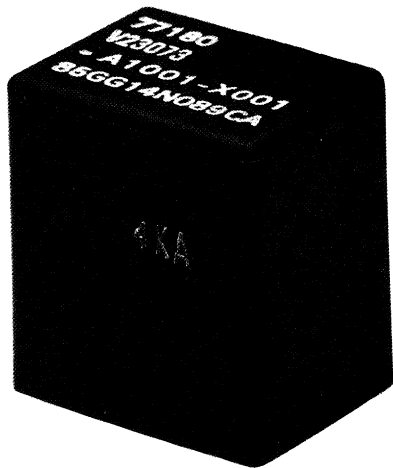


Bild 1 Mini-Schaltrelais F, V23073, (links) und Mini-Schaltrelais K, V23072, (rechts) für Anwendungen im Kraftfahrzeug (Maßstab etwa 2:1)

Miniaturrelais für Kraftfahrzeuge

Neue Automobile bestehen in der Regel durch ein ansprechendes Styling. Unter der Haube aber spielt der technische Fortschritt eine immer größere Rolle. Im Vordergrund stehen Maßnahmen zur Kraftstoffeinsparung, Erhöhung der Sicherheit, Erhöhung des Komforts und Reduzierung von Umweltproblemen. Viele dieser Aufgaben werden mit Hilfe elektronischer Steuerungen gelöst. Zum Ein- und Ausschalten des Verbrauchers dient das elektromechanische Relais. Es ist aufgrund seiner Baugröße, Zuverlässigkeit, Niederohmigkeit im Schaltkreis, Robustheit und Wirtschaftlichkeit unentbehrlich. Damit gewinnen Relaisanwendungen im Kraftfahrzeug immer mehr an Bedeutung. Es steigen aber nicht nur die benötigten Stückzahlen von Jahr zu Jahr, sondern es werden auch leistungsfähigere, zuverlässigere und kleinere Relais entwickelt und gefertigt.

Bezüglich der Anschlußtechnik werden im Auto hauptsächlich zwei Relaisausführungen eingesetzt: Zum einen sind es Relais mit Steckanschlüssen. Sie werden entweder im Fahrgastraum unter dem Armaturenbrett oder im Motorraum einzeln oder zusammen in einer Box untergebracht und schalten Verbraucher, z. B. Lampen, Horn, Heckscheibenheizung.

Zum anderen sind es Relais mit Leiterplattenanschlüssen, die in Steuergeräten zusammen mit der entsprechenden Elektronik eingesetzt werden. Beispiele sind Blinker, Wisch-Wasch-Intervallschalter, Benzinpumpenrelais, u. a.

Je mehr Elektronik in das Auto integriert wird, desto größer ist die Forderung nach kleineren Steuergeräten und kleineren Relais.

Im **Bild 1** sind zwei Relais gezeigt, die sich insbesondere durch ihr kleines Volumen auszeichnen.

Das Mini-Schaltrelais K ist eine sehr einfache Konstruktion. Sie entspricht im Prinzip der bereits bewährter herkömmlicher Kfz-Relais. Der Spulenkörper mit seitlich angebrachter Kontaktkammer trägt das Magnetsystem und die festen Kontaktteile. Die bewegliche Kontaktfeder ist auf den Anker genietet und mit ihrem dem Kontaktniet entgegengesetzten Ende auf das Joch geschweißt. Diese Feder hat einige Funktionen. Sie erzeugt mit ihrem kontaktseitigen Ende die Schließerkontaktkraft, mit dem geboge-

nen Teil verursacht sie die Rückstellkraft und damit die Öffnerkontaktkraft. Außerdem führt sie den Strom vom beweglichen Kontakt über das Joch zum Anschluß. Die Kontaktkammer kann bis zu vier feste Kontaktstücke aufnehmen. Damit lassen sich eine Reihe verschiedener Kontaktvarianten verwirklichen: Schließer, Öffner, Wechsler, Brückenschließer, Doppelschließer und Doppelföffner. Das Relais hat Anschlüsse für den Einbau in Leiterplatten. Die Grundfläche des Relais beträgt 13 mm × 16 mm, die Bauhöhe max. 18 mm.

Das Mini-Schaltrelais F ist im Prinzip wie das Mini-Schaltrelais K aufgebaut, ist aber mit Flachsteckern ausgerüstet und mit einer Kunststoffkappe abgeschlossen. Neben der Standardausführung mit einem Schließer gibt es eine Variante mit einem Wechsler und eine Sonderausführung mit Leiterplattenanschlüssen. Das Relais hat eine Grundfläche von 15,5 mm × 20,5 mm und eine Bauhöhe von max. 23 mm.

Der Zusammenbau, die Justierung und die Prüfung dieser Miniaturrelais erfolgt in hochautomatisierten Fertigungslinien. Dies ist eine wichtige Voraussetzung für eine gute und gleichmäßige Qualität der Produkte.

Technische Daten der Mini-Schaltrelais

Einige typische Kenndaten enthält die **Tabelle 1**. Die Ansprechspannung liegt bei den Standardausführungen bei etwa 0,7facher Nennspannung U_N . Es gibt aber auch Sonderausführungen mit Nenn-Ansprechspannungen von $0,5 \cdot U_N$. Derart niedrige Werte sind erforderlich, wenn entweder in Reihe zur Relaiswicklung noch ein Halbleiter liegt, an dem eine Spannung abfällt oder wenn gefordert wird, daß bei einer Umgebungstemperatur von z. B. 85 °C das Relais mit Unterspannung der Batterie noch sicher anspricht. Bekanntlich steigt die Ansprechspannung der hier besprochenen neutralen Relais mit zunehmender Temperatur der Wicklung an. Der Anstieg erfolgt entsprechend dem Temperaturkoeffizienten des Kupfers der Erregerwicklung von $4 \cdot 10^{-3} \text{ K}^{-1}$. Die Nenn-Ansprechspannung der empfindlichen Ausführung des Mini-Schaltrelais K steigt also von 6 V bei 20 °C auf 7,6 V bei 85 °C an.

Für den zuverlässigen Einsatz eines Kfz-Relais wird gefordert, daß sich die Ansprech- und Rückfallwerte bei einer höheren Lebensdauer nicht unzulässig verändern. Bei dem Mini-Schaltrelais K bleibt die Konstanz dieser Merkmale bis

zu 10^7 Schaltspielen erhalten (**Bild 2**). In einer rechnergesteuerten Dauerversuchsanlage wurde jedes Schaltspiel überwacht und in festgelegten Zeitabständen die Ansprech- und Rückfallspannungen und die Kontaktwiderstände gemessen.

Eine sehr gute Stabilität der wichtigsten Relaismerkmale zeigte sich auch bei einer Umgebungstemperatur von 85 °C über eine Zeit von 1000 Stunden. Bei Lagerung der Mini-Schaltrelais K ändern sich die Ansprech- und Rückfallwerte praktisch nicht. Sind die Spulen zusätzlich mit 1,15facher Nennspannung und die Kontakte mit dem maximal zulässigen Dauerstrom von 10 A belastet, verändern sich die Kennwerte nur minimal in zulässigen Grenzen, trotz dieser extremen Belastung, die im Auto nur sporadisch auftreten kann (**Bild 3**).

Elektrische Lebensdauer von Minischaltrelais K und F

Die Forderungen an die Lebensdauer und besonders an die Zuverlässigkeit von Relais in der Kfz-Technik sind sehr hoch. In zahlreichen Tests mit betriebsnahen Belastungsbedingungen aus Kraftfahrzeuganwendungen wurden diese Forderungen erfüllt. Bei einem Test wurden mit dem Mini-Schaltrelais K Benzinpumpen gesteuert. Der Einschaltstrom betrug 18 A und der Dauerstrom 6 A bei einer Betriebsspannung von 13,5 V. Die ersten 10^5 Schaltspiele liefen bei einer Umgebungstemperatur von 20 °C ab, die weiteren $1,5 \cdot 10^5$ Schaltspiele bei 100 °C. Bei jedem Schaltspiel wurden die Spannungsabfälle im Kontaktkreis der acht Prüflinge gemessen, in Klassen eingeteilt und gespeichert. **Bild 4** zeigt die Auswertung über die gesamte Versuchsdauer. Bei allen $2 \cdot 10^6$ Schaltspielen ($8 \text{ Prüflinge} \times 2,5 \cdot 10^5$ Schaltspiele) bleiben die Spannungsabfälle zwischen den Kontaktanschlüssen bei 6 A unterhalb von 75 mV.

Die Leistungsfähigkeit der Kontakte und die thermische Stabilität des Mini-Schaltrelais F wird durch das Ergebnis eines sehr harten Lebensdauer-Tests bei -40 °C und +125 °C unterstrichen. Bei einer Kontaktbelastung von 13,5 V und 20 A haben die Prüflinge 50000 Schaltspiele bei einer Umgebungstemperatur von 125 °C, anschließend je 25000 Schaltspiele bei -40 °C und

		Mini-Schaltrelais	
		K	F
Nennspannung U_N	V	6, 12, 24	
Ansprechspannung bei 20 °C	V	$\leq 0,7 \cdot U_N^*$ $\leq 0,7 \cdot U_N$	
Rückfallspannung bei 20 °C	V	$\geq 0,12 U_N$	
Zulässige Umgebungstemperatur	°C	-40 bis +85	
Ansprechzeit bei Nennspannung	ms	etwa 3	etwa 4
Rückfallzeit ohne Überspannungsschutz	ms	etwa 1,5	etwa 1
mit Widerstand 680 Ω parallel zur Spule	ms	-	etwa 1,5
mit Diode	ms	etwa 8	etwa 4
Schaltspannung, max	V./V _N	60/75	
Schaltstrom, max			
Öffner - Kontakt, Ein/Aus	A	20/10	-
Schließer - Kontakt, Ein/Aus	A	60/20	60/20
Grenzdauerstrom	A	10	15
Spannungsabfall zwischen den Kontaktanschlüssen bei 10 A	mV	typisch 40	typisch 20
Mechanische Lebensdauer	Schaltspiele	10^6	
Prüfspannung Wicklung/Kontakt	V (eff.)	500	
Volumen	cm ³	3,5	6,6
Schüttelfestigkeit 10 bis 200 Hz			
Öffner - Kontakt	9,81 ms ⁻²	10	-
Schließer - Kontakt	9,81 ms ⁻²	20	20

* Sonderausführung $0,5 \cdot U_N$

Tabelle 1 Kenndaten der Mini-Schaltrelais

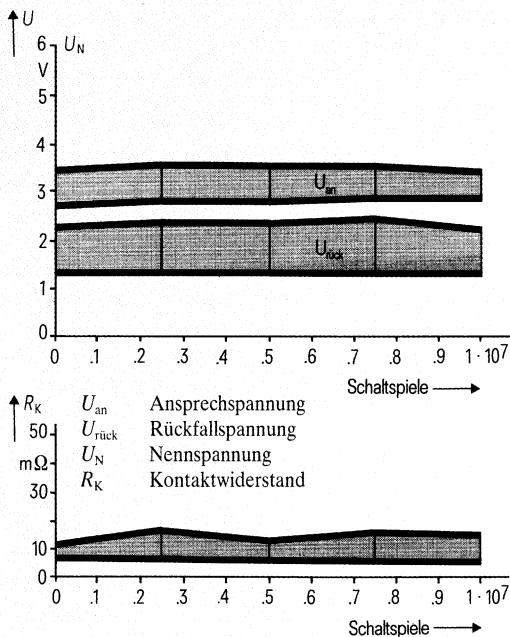
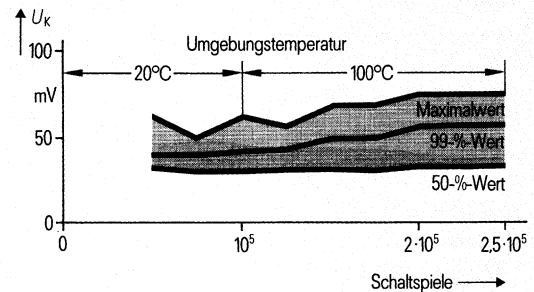
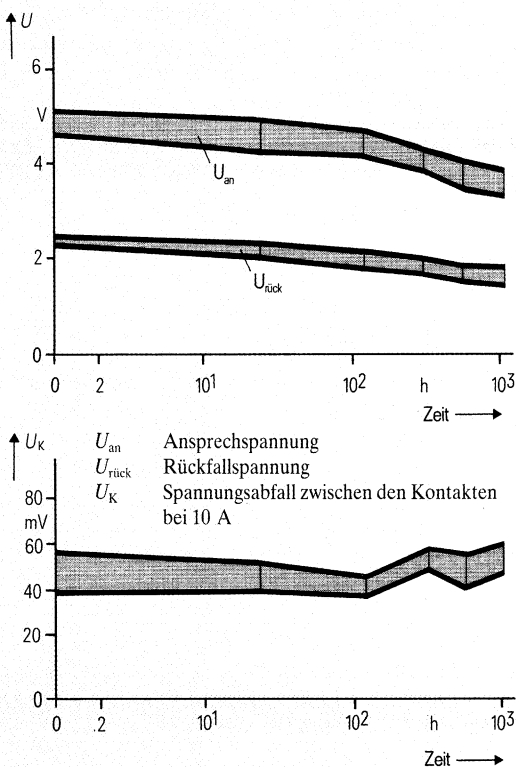


Bild 2 Lebensdauererprobung beim Mini-Schaltrelais K, Kontaktlast 6 V, 100 mA



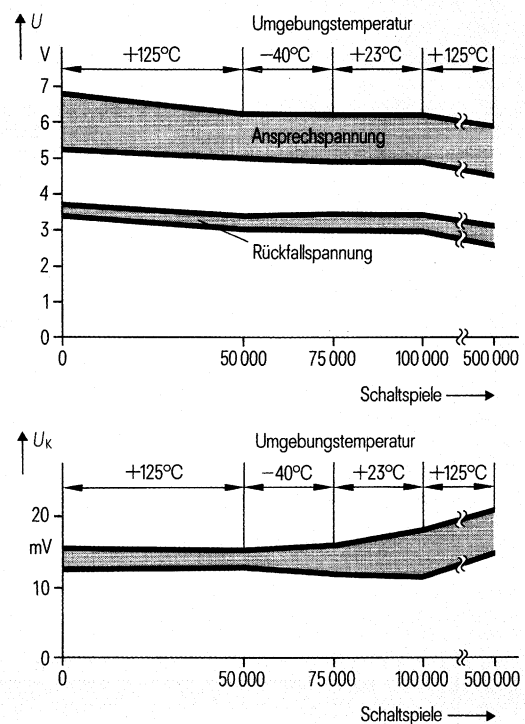
U_K Spannungsabfall zwischen den Kontaktanschlüssen bei 6 A.
Jede Messung umfaßt ein Intervall von 25000 Schaltspielen.
(25000 \times 8 Kontakte = 200000 Meßwerte)

Bild 4 Lebensdauererprobung beim Mini-Schaltrelais K mit einer Benzinpumpe, 13,5 V, 6 A, als Last



Betriebsspannung 14 V
Dauerstrom über die Kontakte 10 A
Zeit 1000 h

Bild 3 Lebensdauer beim Mini-Schaltrelais K bei Lagerung in trockener Hitze mit einer Umgebungstemperatur von 85°C



Schalzhäufigkeit: 1 s ein, 2 s aus
Umgebungstemperatur: -40°C ; $+23^\circ\text{C}$; $+125^\circ\text{C}$
 U_K Spannungsabfall zwischen den Kontaktanschlüssen bei 10 A

Bild 5 Lebensdauererprobung beim Mini-Schaltrelais F, Last 13,5 V, 20 A

Elektrische Lebensdauer						
Last	U V	I _{ein} A	I _{aus} A	Kontakt- art	Lebensdauer Schaltspiele Forderung	Ergebnis ¹⁾
Benzinpumpe	13,5	18	6	S	2 · 10 ⁵	10 · 10 ⁵ ³⁾
Magnetkupplung ⁴⁾	13,5	4	4	S	2 · 10 ⁵	2,5 · 10 ⁵ ³⁾
Magnetventil	13,5	1,4	1,4	S, Ö	2 · 10 ⁵	2,5 · 10 ⁵ ³⁾
Motor, blockiert	13,5	20	20	S	10 ⁵	7 · 10 ⁵
1 s ein, 4 s aus						
Motor-Reversierung	13,5	6	1	W	1,5 · 10 ⁶	2 · 10 ⁶
Blinker	13	58 ²⁾ /22	11	S	8 · 10 ⁵	3,6 · 10 ⁶
6 × 21 W + 3 W						

¹⁾ Die Versuche wurden bei dieser Schaltzahl abgebrochen (ohne Fehler)

²⁾ Einschaltstrom nach dem Einschalten des Blinkers

³⁾ 50% Schaltspiele bei 20 °C, 50% Schaltspiele bei 100 °C

⁴⁾ Klimaanlage

S Schließer; Ö Öffner; W Wechsler

Tabelle 2 Erprobungen mit dem Mini-Schaltrelais K

Elektrische Lebensdauer						
Last	U V	I _{ein} A	I _{aus} A	Lebensdauer Schaltspiele Forderung	Ergebnis	
Lampe, Induktivität ¹⁾	13,5	60	20	0,5 · 10 ⁵	0,5 · 10 ⁵	
Kompressormotor mit Pumpe	13,5	60	16	2 · 10 ⁵	6 · 10 ⁵	
Widerstandslast	13,5	20	20	10 ⁵ ²⁾	5 · 10 ⁵	

¹⁾ Kombinierte Prüflast

²⁾ 50% Schaltspiele bei 125 °C, 25% bei -40 °C, 25% bei 23 °C

Tabelle 3 Erprobungen mit dem Mini-Schaltrelais F

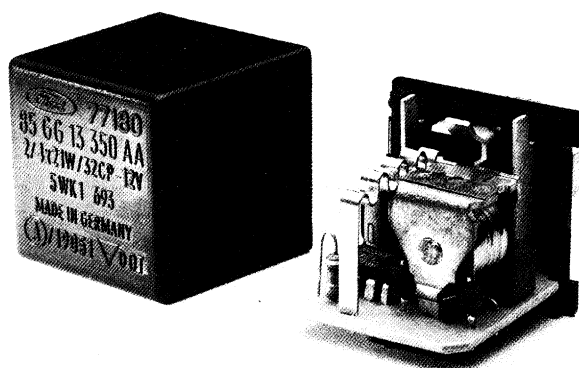


Bild 6 Miniaturisierter Blinker mit einem Mini-Schaltrelais K

+23 °C und dann weitere 400000 Schaltspiele bei 125 °C ausgeführt (**Bild 5**). Die Ansprech- und Rückfallspannungen sowie der Spannungsabfall an den Kontakten haben sich bei diesem Versuch kaum verändert.

In weiteren Tests (**Tabelle 2 und 3**) wurden Magnetkupplungen, Magnetventile, Motoren und Blinker gesteuert. In allen Applikationen haben sich die Mini-Schaltrelais K und F bewährt und damit die Forderungen mit Sicherheit erfüllt.

Anwendungen der Kfz-Relais

Der zunehmende Einfluß der Elektronik im Auto steigert die Anwendung von Relais. Aufgrund ihres kleinen Volumens und ihrer Zuverlässigkeit sind Mini-Schaltrelais K oder Mini-Schaltrelais F besonders geeignet. **Bild 6** zeigt als Beispiel einen Blinker, der durch die Miniaturisierung des Relais gleichermaßen verkleinert werden konnte.

Tabelle 4 weist auf weitere Anwendungen der Miniaturrelais im Auto hin. Der Vorteil des steckbaren Mini-Schaltrelais F liegt insbesondere dort, wo in einer Box viele Relais untergebracht werden müssen. Vorteile können sich aber auch bei neuen Systemkonzepten ergeben, z. B. bei dezentralen Leitungssystemen, bei denen jedes Relais nur einen Verbraucher zu schalten hat, statt mehrere Verbraucher gleichzeitig, wie bisher oft üblich. In diesen zukunftsorientierten Anwendungen werden Miniaturrelais auch verstärkt zum Einsatz kommen.

Anwendungen	Mini-Schaltrelais	
	K	F
Blinker	×	
Wisch-Wasch- Intervallschalter	×	
Motor-Reversierung	×	
Klimaanlage	×	
Türverriegelung (mit Motoren)	×	
Fensterheber	×	×
Benzinpumpe	×	
Scheinwerfer		×
Nebelscheinwerfer		×
Hupe		×
Lüftermotor		×

Tabelle 4 Anwendungen von Miniaturrelais in Kraftfahrzeugen