

BESCHREIBUNG

TOLERANZZEIGER

Type KZS

BN 5500

Anmerkung: Wir bitten, bei technischen Anfragen, insbesondere bei einer Anforderung von Ersatzteilen, außer der Type und Bestellnummer (BN) immer auch die Fabrikationsnummer (FNr.) des Gerätes anzugeben.

Ausgabe 5500 A/860

Inhaltsübersicht

1	Eigenschaften	3
2	Anwendung	4
3	Inbetriebnahme	7
3.1	Einstellen des mechanischen Instrument-Nullpunktes	7
3.2	Einstellen auf die gegebene Netzspannung und Einschalten	7
3.3	Einstellen des elektrischen Instrument-Nullpunktes	7
3.4	Einstellen der kapazitiven Symmetrie	7
3.5	Eichen	7
4	Bedienung	8
4.1	Normal und Meßobjekt anschließen, Anschluß „Taste“	8
4.2	Toleranzmarken	8
4.3	C-Toleranzmessung	9
4.4	R-Toleranzmessung	10
4.5	L-Toleranzmessung	11
4.6	Ausgang (Fernanzeige, Fernsteuerung)	11
5	Wirkungsweise und Aufbau	13
6	Röhrenwechsel und Funktionskontrolle mittels Eichnormal	17
7	Schaltteilliste	18
	Garantieverpflichtung	21
	Stromlauf zum KZS	

1 Eigenschaften

Verwendungsbereich	
für Widerstände	10 Ω ... 1 M Ω
für Induktivitäten	100 μ H ... 2 mH
für Kapazitäten	10 pF ... 1 μ F
Toleranz-Meßbereiche	-2,5 ... +2,5%, - 6 ... + 6% -12 ... +12 %, -25 ... +25%
Fehlergrenzen der Anzeige	\pm 5% v. E. bei einer maximalen Phasenwinkeldifferenz von 1° zwischen Normal und Meßobjekt
Einfluß von \pm 10% Netzspannungsschwankung auf die Anzeige	\pm 1,5% (vermeidbar durch Nacheichen mit eingebauter Eicheinrichtung)
Meßspannung	etwa 1 V
Meßfrequenz	17 kHz
Anschlüsse für Normal und Meßobjekt	3 Rändelklemmen mit 4 mm Bohrung und Sortierklammern
Anschluß für Fußtaste zur Steigerung der Sortiergeschwindigkeit	2 Telefonbuchsen
Anschluß für ein äußeres Anzeige-, Registrier- oder Steuergerät	2 Telefonbuchsen; angeschlossenes Gerät muß erdfrei sein; Anstieg des Stromes auf 95% des Endwertes in 10 ms bei $R_a = 3$ k Ω
Netzanschluß	115/125/220/235 V, 47 ... 63 Hz (30 VA)
Bestückung	2 Röhren EB 41 1 Röhre EF 40 1 Röhre EF 80 1 Röhre EL 41 1 Röhre EZ 80 1 Stabilisator 150 C 2 1 Schmelzeinsatz 0,25 C DIN 41571 1 Zwergglühlampe 220 V
Abmessungen	286 x 227 x 226 mm (R&S-Normkasten Größe 35)
Gewicht	7 kg
Zubehör	Eichnormal zum KZS

2 Anwendung

Bei der serienmäßigen Herstellung von Kondensatoren, Widerständen und Spulen muß in erster Linie geprüft werden, ob die einzelnen Stücke den gewünschten Wert einhalten, oder man muß sie, entsprechend der Abweichung vom Sollwert, in verschiedene Toleranzklassen (Preisklassen) sortieren. In der Regel wird die Toleranzprüfung dann in den Betrieben, die diese Einzelteile verarbeiten, von der Warenprüfstelle wiederholt. Oft muß man auch für einen bestimmten Verwendungszweck aus einer größeren Menge vorhandener Kondensatoren (Widerstände oder Spulen) solche mit einer bestimmten Toleranz aussuchen. Für alle diese Reihenprüfungen sind die für C-, R- und L-Messungen üblichen Meßgeräte unwirtschaftlich, da diese für eine Messung meist mehrere Einstellungen erfordern und demzufolge eine rationelle Stückprüfung nicht ermöglichen. Für eine wirtschaftliche Reihenprüfung benötigt man ein Gerät, das nach dem Anklemmen eines Stückes den jeweiligen Toleranzwert sofort anzeigt.



Ein speziell für diesen Verwendungszweck gebautes Gerät ist der Toleranzzeiger Type KZS. Er zeigt z. B. die Kapazitätsabweichung gegenüber einem C-Normal ($10 \text{ pF} \dots 1 \text{ }\mu\text{F}$) unmittelbar in Prozent an. Dasselbe gilt für Widerstände ($10 \text{ }\Omega \dots 1 \text{ M}\Omega$) und Spulen ($100 \text{ }\mu\text{H} \dots 2 \text{ mH}$). Der Toleranzmeßbereich ($-25 \dots +25\%$) ist so in vier Bereiche unterteilt, daß alle genormten und in der Praxis interessierenden Toleranzen

optimal meßbar sind. Es wird hierbei auch die Forderung erfüllt, daß beim Sortieren von Kondensatoren und Spulen die Güteunterschiede zwischen Normal und Meßobjekt innerhalb normaler Grenzen auf die Toleranzanzeige ohne Einfluß sind. Mit dem Toleranzzeiger KZS können auch Anlernkräfte eine sehr hohe Sortiergeschwindigkeit erzielen oder Bauelemente nach einem Normal auf eine vorgeschriebene Toleranz abgleichen.

Sehr vorteilhaft verwendbar ist das Gerät KZS zum Beispiel auch bei der Reihenprüfung von Mehrfach-Drehkondensatoren auf Gleichlauffehler. Hierbei braucht z. B. ein Zweifach-Drehkondensator nur einmal durchgedreht und die prozentuale Kapazitätsabweichung am Instrument beobachtet zu werden. Entsprechend einfach und bequem ist die Justierung auf einen zugelassenen Gleichlauffehler.

Ferner ist das Gerät auch zur Messung des Temperatur-Koeffizienten (z. B. von Kondensatoren) verwendbar. So entspricht zum Beispiel ein TK von $200 \cdot 10^{-6}$ bei einer Temperaturänderung von 50°C einer Kapazitätsänderung von 1%, die sich im 2,5-%-Bereich mit einer Genauigkeit von $\pm 10\%$ messen läßt. Selbstverständlich lassen sich TK-Messungen auch an Widerständen und Spulen ausführen. Dabei kann der TK auch registriert werden, indem man an dem hierzu vorgesehenen Ausgang einen geeigneten Gleichspannungsschreiber anschließt (siehe unter 4.6). Man kann auch (z. B. zur Fernanzeige) einen empfindlichen Drehspulstrommesser anschließen. So läßt sich beispielsweise für TK-Messungen mit einem Instrument mit $\pm 10 \mu\text{A}$, $R_i \approx 2000 \Omega$ und ± 50 Skalenteilen eine Meßempfindlichkeit von etwa $1 \cdot 10^{-4}$ pro Skalenteil erreichen.

Der Toleranzzeiger KZS läßt sich grundsätzlich überall dort einsetzen, wo die Änderung einer Werkstoffeigenschaft auf eine Widerstands-, Kapazitäts- oder Induktivitätsänderung zurückgeführt werden kann. Bei der Herstellung von Eisenteilen (Bleche, Bänder, Stäbe, Zahnräder u. dgl.) ist oft laufend zu überwachen, wie sich deren Permeabilität bei einer Änderung der Temperatur oder der Härte verändert. Hat man ein Musterstück, z. B. ein Transformatorblech, dem die in Serie zu fertigenden Stücke hinsichtlich Permeabilität möglichst gleichen sollen, so kann man dies über den Weg der L-Toleranzmessung auf verhältnismäßig einfache Weise überwachen. Verwendet man zum Beispiel zwei gleiche E-Eisenkerne ohne Joch und bringt auf beiden je eine gleiche Wicklung auf, so darf der KZS keine Toleranz anzeigen. Bedeckt man nun (bei Vorhandensein geeigneter und gleicher Luftspalte) den einen Kern mit dem Musterblech und den anderen mit dem Prüfling, so ist die Anzeige ein Maß für den Unterschied der Permeabilitäten.

Auch die unterschiedliche Härtung von Eisenteilen kann man serienmäßig überwachen, so z. B. an Zahnrädern, bei denen wegen ihrer Form eine zerstörungsfreie Härteprüfung oft nicht möglich ist. Für solche Prüfungen kann man z. B. zwei gleiche Luftspulen

verwenden und in diese die zu vergleichenden Stücke einführen. Hiermit ist die Anzeige ein relatives Maß für den Härteunterschied.

Ebenso zahlreiche Anwendungsmöglichkeiten ergeben sich in der eisenverarbeitenden Industrie, wenn sich die Veränderung eines Stückes auf eine R-Toleranzmessung zurückführen läßt, so zum Beispiel bei statischen oder auch dynamischen Dehnungsmessungen an Schienen, Trägern, Schrauben usw. mit Hilfe geeigneter Dehnungsmeßstreifen. Auch hierbei kann man eine äußere Anzeigeeinrichtung anschließen und diese, je nach Bedarf, in den anzuzeigenden Maßeinheiten direkt eichen. Solche Dehnungsmessungen lassen sich oft ebensogut oder noch günstiger über den Weg der L-Toleranzmessung ausführen. Hierbei bleibt eine Spule fest, bei der anderen dagegen ist die Induktivitätsänderung ein Maß für die Dehnung. Diese Methode wird man z. B. dann bevorzugen, wenn die beiden Spulen in einem relativ kleinen Raum, z. B. in einer ausgebohrten Schraube, untergebracht werden müssen. Bei der Verarbeitung von Nicht-Eisenmetallen kann sich die C-Toleranzmessung zahlreiche Anwendungsmöglichkeiten erschließen. So läßt sich beispielsweise an einem Walzwerk mit Hilfe geeigneter Elektrodenanordnungen die Welligkeit oder Toleranz von Bändern und Folien überwachen.

Bei allen diesen Toleranz- bzw. Veränderungsmessungen kann man den Ausgang des KZS, der ja eine der Toleranzanzeige proportionale Gleichspannung liefert, auch dazu verwenden, z. B. eine elektroakustische Signaleinrichtung zu steuern, von der die Überschreitung einer vorbestimmten Toleranz bzw. Änderung durch einen Summertone gemeldet wird. So könnte man z. B. mit dem Sortieren von Kondensatoren und Widerständen auch Blinde beschäftigen. Mit der Ausgangsspannung des KZS ließe sich aber auch eine automatische Sortiereinrichtung steuern.

Dabei kann es je nach dem Leistungsbedarf der zu steuernden Einrichtung erforderlich sein, zwischen dieser und dem KZS-Ausgang einen Röhrenverstärker oder einen magnetischen Verstärker mit hoher zeitlicher Nullpunkt Konstanz einzufügen. Mit dessen Ausgangsleistung läßt sich dann ein Relais steuern und mit diesem wiederum z. B. ein Hochleistungsschalter auslösen, der bei Überschreitung der zugelassenen Fertigungstoleranz den Antriebsmotor der Maschine abschaltet.

Hier konnten von den Anwendungsmöglichkeiten des Gerätes KZS verständlicherweise nur einige angedeutet werden. Sollten sich irgendwelche Überwachungsaufgaben ergeben, bei denen man annimmt, daß sie sich auf den Vergleich von Widerständen, Kapazitäten oder Induktivitäten zurückführen lassen, so bitten wir um Anfrage.

3 Inbetriebnahme

3.1 Einstellen des mechanischen Instrument-Nullpunktes

Bei ausgeschaltetem Gerät muß der Instrumentzeiger auf dem mechanischen Nullpunkt stehen; das ist der Nullstrich aller vier Skalen. Zur Korrektur dieser Einstellung dient die im Instrumentgehäuse eingelassene Schlitzschraube.

3.2 Einstellen auf die gegebene Netzspannung und Einschalten

Ab Werk ist das Gerät für 220 V Netzspannung eingestellt. Zur Umstellung für 115, 125 oder 235 V muß man zunächst am linken und rechten Rand der Frontplatte die Zylinderkopfschrauben lösen und das Gerät aus seinem Gehäuse ziehen. Dann wird auf dem Spannungswähler, an der rechten Stirnseite vor dem Netztransformator, das mit der gegebenen Netzspannung bezeichnete Federnpaar mit einer geeigneten Feinsicherung überbrückt. Bei 235 V ist der für 220 V eingesetzte 0,25-A-Schmelzeinsatz geeignet. Für 115 V oder 125 V muß ein 0,4-A-Schmelzeinsatz (0,4 C DIN 41571) eingesetzt werden. Hierauf wird das Gerät wieder eingebaut, an das Netz angeschlossen und mit dem Netzschalter (an der Frontplatte ganz rechts) eingeschaltet. Das Glimmlämpchen über dem Netzschalter dient zur Kontrolle des Einschaltzustandes.

3.3 Einstellen des elektrischen Instrument-Nullpunktes

Diese Einstellung erfolgt einige Minuten nach dem Einschalten. Der Kippschalter zwischen Netzschalter und Meßklemmen muß hierbei auf Mittelstellung „El. Nullst./Eichen“ stehen, und eine an den Buchsen „Taste“ angeschlossene Fußtaste muß offen sein. Die Einstellung des Zeigers auf den elektrischen Nullpunkt (dessen Lage mit dem mechanischen identisch ist) erfolgt an der links vom Kippschalter eingelassenen Schlitzschraube.

3.4 Einstellen der kapazitiven Symmetrie

Hierzu ist der Toleranzbereichschalter auf den 2,5-%-Bereich zu stellen, der Kippschalter auf „Messen Dauer“ zu legen und mit der unter der mittleren Meßklemme eingelassenen Schlitzschraube der Zeiger auf den 0-Punkt zu regeln. Normal und Meßobjekt dürfen hierbei nicht angeschlossen sein. Beim Sortieren kleiner Kapazitäten, etwa unter 100 pF, empfiehlt es sich, die kapazitive Symmetrie von Zeit zu Zeit nachzuprüfen.

3.5 Eichen

Hierzu ist der Kippschalter in die Stellung „El. Nullst./Eichen“ zu bringen, der Toleranzbereichschalter auf „Eichen“ zu stellen und dann der Knopf „Eichen“ einzuregulieren, bis der Zeiger auf dem mit „Eichen“ bezeichneten Eichstrich steht. Während dieses Eichvor-

gangs müssen die Buchsen „Ausgang“ und „Taste“ frei sein. Vor dem Messen niederohmiger Objekte ($C > 0,1 \mu\text{F}$, $R < 50 \Omega$, $L < 500 \mu\text{H}$) empfiehlt es sich, die Eichung bei angeschlossenem Normal und Meßobjekt vorzunehmen. Dies ist natürlich beim Sortieren von Meßobjekten gleicher Größe nur einmal notwendig.

4 Bedienung

4.1 Normal und Meßobjekt anschließen, Anschluß „Taste“

Beim Anschließen des Normals und Meßobjektes läßt man den Kippschalter auf „El. Nullst./Eichen“ stehen. Wie auf der Frontplatte gekennzeichnet, ist bei C-Toleranzmessungen das Normal zwischen die mittlere und rechte Meßklemme, das Meßobjekt zwischen die mittlere und linke Meßklemme zu legen. Bei R- und L-Toleranzmessungen erfolgt der Anschluß umgekehrt.

Zum Ablesen der Toleranz wählt man einen geeigneten Meßbereich und drückt den Kippschalter entweder auf „Messen Dauer“ oder auf „Messen Moment“. Die Stellung „Messen Dauer“ ist gerastet, so daß der Schalter und somit auch der Instrumentausschlag stehen bleiben. Die Stellung „Messen Moment“ dagegen ist nicht gerastet. Läßt man den Schalterhebel los, so kehrt er selbsttätig in die Mittelstellung zurück, und dabei geht auch der Instrumentausschlag wieder auf Null. Diese nicht gerastete Schaltstellung ist für Reihenprüfungen vorgesehen; denn durch die selbsttätige Schalterrückstellung wird der plötzliche und über den Skalenendwert gehende Zeigerausschlag, der bei vergessener Schalterrückstellung auftreten würde, unterbunden. Eine elektrische Überlastung des Meßwerks ist keinesfalls zu befürchten, da es durch den eingebauten Überlastungsschutz mit nicht mehr als dem zweifachen Nennstrom belastet werden kann.

Dieses Niederdrücken auf „Messen Moment“ erfordert allerdings einen Handgriff, der die Sortiergeschwindigkeit beeinträchtigt. Deshalb sind unter dem Kippschalter die mit „Taste“ benannten Buchsen eingebaut, an die eine Fußtaste angeschlossen werden kann. Diese Taste hat die beiden Buchsen zu verbinden und muß einschließlich Zuleitungen erdfrei sein.

4.2 Toleranzmarken

Mit dem Doppelknopf auf dem Instrumentgehäuse kann man die beiden Toleranzmarken der Skala beliebig verdrehen und auf die gewünschte Toleranz einstellen. Hiermit braucht man also bei Reihenmessungen nur darauf zu achten, daß für die Einhaltung der geforderten Toleranz der Instrumentzeiger nicht über die Toleranzmarken hinausgeht.

4.3 C-Toleranzmessung

Die Einstellung der kapazitiven Symmetrie ist um so genauer auszuführen, je kleiner die zu vergleichenden Kapazitäten sind. Bei Kapazitätswerten über 100 pF ist die Symmetrierung jedoch praktisch ohne Einfluß; hier genügt es, wenn der Zeiger (bei freien Meßklemmen) im 2,5-%-Bereich innerhalb $\pm 1\%$ steht. Diese Anzeige entspricht einer inneren Unsymmetrie von rund $\pm 0,01$ pF. Außerdem muß man beim Vergleichen kleiner Kapazitäten (< 100 pF) folgendes berücksichtigen: Jede der beiden äußeren

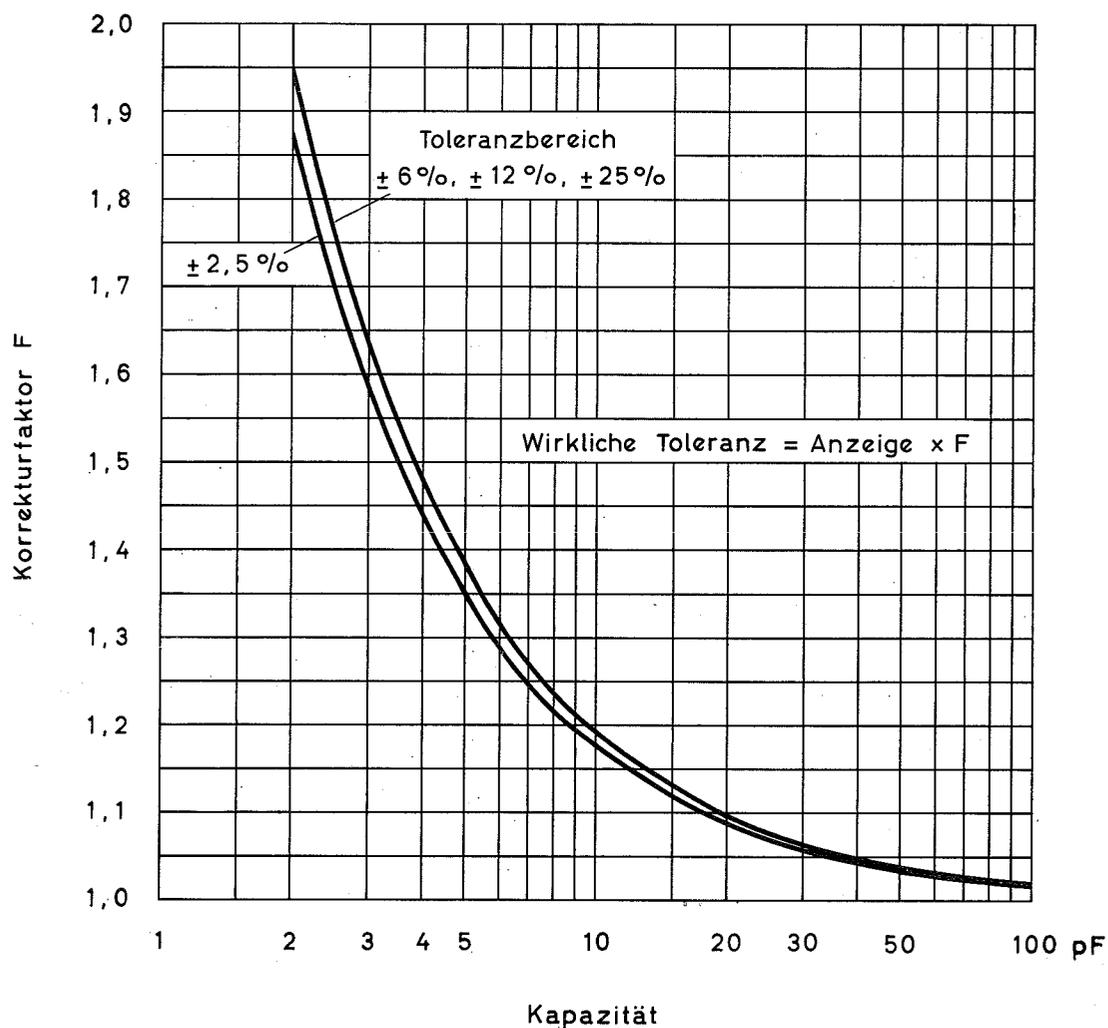


Bild 1. Korrekturkurven zur Messung von Kapazitäten unter 100 pF

Meßklemmen weist gegen die mittlere Klömmle, je nach Toleranzbereich, eine bestimmte innere Grundkapazität auf. Hierdurch entsteht, da sich die angezeigte Toleranz auf die Summe aus innerer Grundkapazität und äußerer Kapazität bezieht, ein geringer zusätzlicher Anzeigefehler. Das Gerät zeigt hierbei also eine etwas kleinere Toleranz an, als der Kondensator in Wirklichkeit hat. Aus Bild 1 kann man für den jeweiligen

Kapazitätswert und Toleranzmeßbereich den Korrektionsfaktor F entnehmen, mit dem der vom Gerät angezeigte Toleranzwert (T_a) multipliziert werden muß, um das korrigierte Meßergebnis (T_w) zu erhalten.

Wie durch die bis 2 pF verlängerten Kurven zum Ausdruck gebracht, können mit dem Gerät auch Kapazitäten unter 10 pF verglichen werden. Man muß hierbei nur wegen der inneren Grundkapazität den entsprechend größeren Faktor F in Rechnung setzen. So kann man auch 2-pF-Kondensatoren sortieren, wenn man berücksichtigt, daß einer bestimmten angezeigten Toleranz T_a eine größere wirkliche Toleranz T_w entspricht. Gemäß der Korrektur nach Bild 1 darf also das Gerät für eine zugelassene Toleranz T_w nur den Wert $T_a = T_w/F$ anzeigen.

Der angegebene Kapazitätswert von 1 μF ist nicht unbedingt als oberste Meßbereichsgrenze anzusehen. Entscheidend für die Vergleichbarkeit größerer Kapazitäten ist, daß sich die Spannung des eingebauten Oszillators bei angeschlossenem Normal und Meßobjekt auf die Instrumentmarke „Eichen“ einregeln läßt. Die nicht zu überschreitende Phasenwinkeldifferenz von 1° zwischen Normal und Meßobjekt ist für den Vergleich von Kapazitäten ziemlich unkritisch, da der Phasenwinkel guter Kondensatoren bei der hier angewandten Meßfrequenz von 17 kHz in der Regel kleiner ist als die angegebene Höchstdifferenz.

Beim Vergleich zweier Kondensatoren, die in einem Gerät eingebaut sind und die zur Messung Zuleitungen erfordern, muß man berücksichtigen, daß sich die angezeigte Toleranz auf die gesamte Kapazität bezieht, die zwischen jeder der beiden äußeren Meßklemmen und der mittleren Meßklemme (Erde) besteht. Wenn also jede der beiden Zuleitungen, die die äußeren Meßklemmen mit den beiden zu vergleichenden Kondensatoren verbinden, gegen Erde eine Kapazität z. B. von 20 pF aufweist und die beiden Kondensatoren selbst eine Kapazität von je 20 pF haben, so zeigt das Gerät nur die Hälfte der tatsächlichen Kapazitätsdifferenz an, die zwischen den beiden Kondensatoren besteht.

4.4 R-Toleranzmessung

Beim Vergleich ohmscher Widerstände ist besonders zu beachten, daß die Phasenwinkeldifferenz von 1° zwischen Normal und Meßobjekt bei der hier angewandten Meßfrequenz von 17 kHz nicht überschritten wird. Es ist demnach nicht ohne weiteres möglich, beim Sortieren hochohmiger Schichtwiderstände (über etwa 10 k Ω) als Normalwiderstand eine der üblichen R-Dekaden zu verwenden, da deren Eigenkapazität viel zu groß wäre. So darf beim Sortieren von Schichtwiderständen von 1 M Ω der Kapazitätsunterschied zwischen R-Normal und R-Meßobjekt nur etwa 0,2 pF betragen,

was bei Verwendung einer R-Dekade keinesfalls erfüllt wäre. In solchen Fällen, d. h. beim Sortieren von Schichtwiderständen über etwa $10\text{ k}\Omega$, ist es also erforderlich, als R-Normal einen gleichartigen Schichtwiderstand zu verwenden, den man z. B. auf einer Brücke genau abgleicht. Für den Vergleich von Widerständen z. B. von $10\text{ k}\Omega$ darf die Kapazitätsdifferenz zwischen Normal und Meßobjekt etwa 20 pF betragen, bei kleineren Widerstandswerten entsprechend mehr, so z. B. 200 pF bei $1\text{ k}\Omega$, 2000 pF bei $100\ \Omega$ usw., so daß also eine R-Dekade, die bei 17 kHz geeignet ist, als Normal ohne weiteres verwendet werden kann.

Vor dem Vergleich niederohmiger Widerstände ($< 50\ \Omega$) ist es erforderlich, das Gerät bei angeschlossenem Normal und Meßobjekt nachzueichen (siehe Abschnitt 3.5). Dies ist natürlich nur einmal nötig, wenn Widerstände gleicher Größe sortiert werden. Auch hier ist es so, daß der angegebene Widerstandswert von $10\ \Omega$ nicht unbedingt als unterste Meßbereichsgrenze anzusehen ist. Man kann auch, solange sich die Senderspannung bei angeschlossenem Normal und Meßobjekt auf die Instrumentmarke „Eichen“ nachregeln läßt, kleinere Widerstände sortieren, und zwar ohne weitere Korrektur des angezeigten Toleranzwertes. Zu beachten ist ferner, daß vor dem Vergleich hochohmiger Widerstände die kapazitive Symmetrie nach Abschnitt 3.4 vorgenommen wird. Bei niederohmigen Widerständen dagegen ist die kapazitive Symmetrierung ebenso unkritisch wie bei größeren Kapazitätswerten.

4.5 L-Toleranzmessung

Für die Vergleichbarkeit von Spulen ist (ebenso wie bei ohmschen Widerständen) entscheidend, daß die Phasenwinkeldifferenz von 1° zwischen Normal und Meßobjekt bei der hier vorliegenden Meßfrequenz von 17 kHz nicht überschritten wird. Insbesondere für den Vergleich von Spulen mit kleinem Induktivitätswert ist als Normal eine Spule zu verwenden, deren Verlustwiderstand (bei 17 kHz) möglichst gleich dem der zu messenden Spule ist. Gleiche Güten bei der Betriebsfrequenz der Spulen sind hierbei nicht maßgebend, sondern im wesentlichen die Gleichheit der ohmschen Widerstände der Wicklungen von Normal und Meßobjekt.

4.6 Ausgang (Fernanzeige, Fernsteuerung)

Steckt man in jede der beiden mit „Ausgang“ benannten Buchsen einen 4-mm-Stecker ein, so wird der innere Instrumentkreis aufgetrennt (siehe Stromlauf). Hiermit besteht die Möglichkeit, an diesen Buchsen dem eingebauten Drehspulstrommesser ein anderes (z. B. empfindlicheres) Instrument in Reihe zu schalten, das man zum Beispiel zur Fernanzeige verwenden kann oder das man für eine besondere Meßaufgabe (z. B. TK-Messung) in der hierbei in Betracht kommenden Maßeinheit eichen kann. Verständlicher-

weise bleibt die Eichung des eingebauten Instrumentes (nach Ausführung der unter 3.5 beschriebenen Eichung) nur dann erhalten, wenn das in Reihe geschaltete Instrument einen hinreichend kleinen Innenwiderstand aufweist.

Der Innenwiderstand des Ausgangs beträgt etwa $33\text{ k}\Omega$, und der durch das eingebaute Instrument fließende Strom beträgt etwa $50\text{ }\mu\text{A}$ beim negativen und positiven Vollausschlag. Daran kann man ermessen, in welchem Maße die Anzeige des eingebauten Instrumentes durch das Einschalten eines äußeren Instrumentes zurückgeht. Die Kenntnis dieses Einflusses ist jedoch nicht unbedingt erforderlich; denn man kann das äußere Instrument mit Hilfe des dem Gerät beigegebenen Eichnormals eichen (siehe unter 6).

Dieses Normal ermöglicht zwar nur die Festlegung des Eichpunktes für 2% bzw. 1,96% Toleranz, damit kann man aber, da der Strom linear mit der Toleranz zurückgeht, auch kleinere Werte festlegen. Ergibt sich zum Beispiel bei 2% Toleranz ein Strom von $40\text{ }\mu\text{A}$, so entspricht einer Toleranz von 0,1% ein Strom von $2\text{ }\mu\text{A}$. Der zeitliche Verlauf des Stromanstiegs im äußeren Instrument bzw. im Eingangswiderstand einer Steuereinrichtung hängt von der Eigenzeitkonstante des KZS und des äußeren Stromkreises ab. Bei einem praktisch rein ohmschen äußeren Stromkreis von beispielsweise $3\text{ k}\Omega$ steigt der Strom in rund 10 ms auf 95% des Endwertes an. Bei einem Widerstand von $30\text{ k}\Omega$ erhöht sich die Zeit auf 20 bis 25 ms.

Anstelle eines Strommessers kann auch ein Spannungsmesser angeschlossen werden, so zum Beispiel ein Gleichspannungsschreiber zur Registrierung irgend einer Toleranz oder eines Temperatur-Koeffizienten. Natürlich ergibt sich im eingebauten Instrument nach dem Anschließen eines hochohmigen Spannungsmessers keine Anzeige mehr, da fast die ganze erzeugte Richtspannung am Eingangswiderstand des äußeren Instrumentes abfällt. Wenn das eingebaute Instrument (bei kurzgeschlossenem Ausgang) in einem der vier Meßbereiche bis zum negativen oder positiven Endwert ausschlägt, so liefert der Ausgang (nach dem Lösen des Kurzschlusses) eine Leerlaufspannung von etwa 1,75 V. Auch hier kann man, da die Spannung linear mit der Toleranz zurückgeht, zur Eichung des äußeren Instrumentes das Eichnormal verwenden. Ergibt sich zum Beispiel bei 2% Toleranz ein Spannungsmesser-Ausschlag von 1,4 V, so entspricht einem Ausschlag von 0,14 V eine Toleranz von 0,2%.

Diese Hinweise werden für die Praxis genügen, um zu ermessen, daß das Gerät KZS auch in Verbindung mit äußeren und rasch arbeitenden Anzeige- und Steuergeräten (siehe auch unter „2 Anwendung“) vielseitig eingesetzt werden kann.

Zur besonderen Beachtung: **Der am „Ausgang“ angeschlossene Stromkreis muß erdfrei sein.**

5 Wirkungsweise und Aufbau

Den Kern der Schaltung bildet eine Differentialmeßbrücke, deren Null-Spannung über einen zweistufigen Verstärker einem phasengesteuerten Gleichrichter zugeführt und von einem Drehspulinstrument angezeigt wird. Bild 2 zeigt die vereinfachte Schaltung des Gerätes. Die vom Generator G gespeiste Brücke besteht aus den symmetrischen

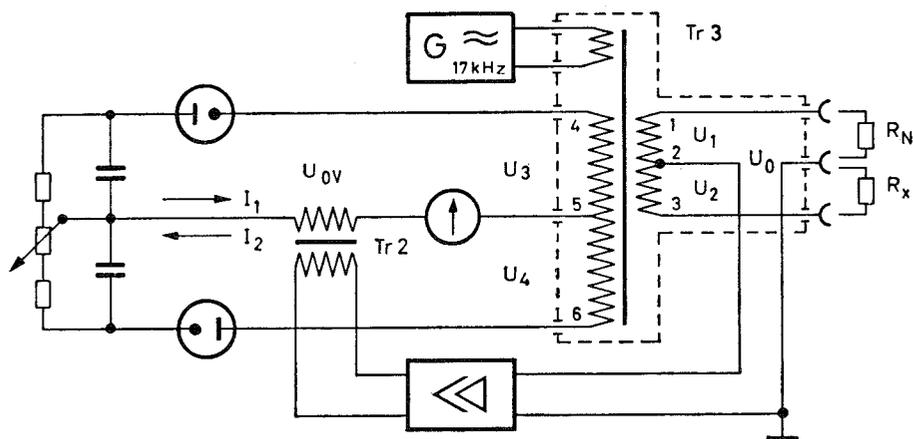


Bild 2. Vereinfachter Stromlauf des Toleranzzeigers Type KZS

Wicklungshälften 1-2 und 2-3 des Übertragers Tr3 und den äußeren zu vergleichenden Widerständen R_N und R_x (oder L_N und L_x oder C_N und C_x). Die Anschlußklemme der Meßdiagonale (d. i. die mittlere der drei Meßklemmen) ist an Masse gelegt.

Bei $U_1 = U_2$ und $U_1 + U_2 = U$ gilt für die in der Diagonale auftretende Leerlaufspannung:

$$U_o = \frac{U}{2} - U \left(\frac{R_N}{R_N + R_x} \right) = U \left(\frac{1}{2} - \frac{R_N}{R_N + R_x} \right)$$

Setzt man für $R_x = R_N (1 + \Delta)$, so ist

$$U_o = U \left(\frac{1}{2} - \frac{1}{2 + \Delta} \right) = U \frac{\Delta/2}{2 + \Delta}$$

Die Spannung U_o hängt also nur von der Abweichung Δ ab, nicht aber von der jeweiligen Größe von R_N und R_x . Dies gilt, wie erwähnt, nur bei unbelasteter Meßdiagonale.

Durch die Belastung der Meßdiagonale mit dem Eingangswiderstand und der Eingangskapazität des Verstärkers tritt am Innenwiderstand der Differentialbrücke, d. h. an der Parallelschaltung R_N R_x , ein Spannungsabfall auf, der mit Rücksicht auf die oben erwähnte Unabhängigkeit von Δ auch für die Vergleichbarkeit hochohmiger Objekte,

besonders also für den Vergleich kleiner Kapazitäten (10 pF), innerhalb tragbarer Grenzen gehalten werden muß. Hierzu ist ein entsprechend hoher Eingangswiderstand und insbesondere eine kleine wirksame Eingangskapazität des Verstärkers erforderlich. Erreicht wird dies u. a. dadurch, daß alle Wirk- und Blindkomponenten, die die Meßdiagonale belasten, durch eine starke Gegenkopplung auf einen kaum mehr störenden Betrag gebracht werden. Die Gegenkopplung erfolgt (siehe Stromlauf) von der Anode der zweiten Verstärkerröhre R65 auf die Katode der ersten Verstärkerröhre R64. Im Gegenkopplungsweg erfolgt gleichzeitig die Einstellung der vier Toleranzmeßbereiche durch Umschalten des Gegenkopplungsgrades mit dem Schalter S11V und den vier RC-Gliedern R3-C7, R4-C8, R5-C9 und R6-C10.

Wie die Spannung U_o der Meßdiagonale (Bild 2), so steigt auch die Ausgangsspannung U_{ov} des Verstärkers proportional mit der Abweichung Δ an. Damit das Anzeigeinstrument, dessen (mechanischer und elektrischer) Nullpunkt in der Mitte der Skala liegt, je nach positiver oder negativer Abweichung Δ einen positiven oder negativen Ausschlag zeigt, ist es in einer phasengesteuerten Brückengleichrichterschaltung angeordnet, die folgendermaßen arbeitet: Die zwei gleich großen, in ihrer Phase entgegengesetzten Spannungen U_3 und U_4 werden durch die beiden Dioden gleichgerichtet und erzeugen in der Brückendiagonale, in der das Instrument liegt, zwei gleich große, entgegengesetzt fließende Richtströme I_1 und I_2 . Das Instrument ist somit stromlos, solange die verstärkte Diagonalspannung U_{ov} gleich Null ist, d. h., solange die Differentialmeßbrücke mit $R_x = R_N$ abgeglichen ist. Wird dieses Gleichgewicht gestört, so wird über den Übertrager Tr2 in den Brückengleichrichter die zusätzliche Spannung U_{ov} eingespeist, die mit U_3 oder mit U_4 in Phase ist, je nachdem, ob R_x größer oder kleiner ist als R_N . Hierdurch überwiegt der eine (I_1) oder andere (I_2) Richtstrom und das Instrument zeigt einen positiven oder negativen Ausschlag, d. h., es wird an der in Prozent geeichten Skala die jeweilige Toleranz unmittelbar angezeigt.

Es ist hierbei gleichgültig, ob die zu vergleichenden Objekte rein ohmsche Widerstände oder Scheinwiderstände sind; sie können einen beliebigen Phasenwinkel zwischen -90° und $+90^\circ$ aufweisen. Gefordert wird jedoch, daß die Phasenwinkel des Normal- und des Meßobjektes (bei der hier angewandten Meßfrequenz von 17 kHz) annähernd gleich groß sind. Ein Phasenwinkelunterschied bis zu 1° ist jedoch zulässig; hierbei zeigt das Gerät innerhalb der angegebenen Fehlergrenzen die C-, R- oder L-Toleranz noch einwandfrei an. Bei einer größeren Winkeldifferenz wäre die verstärkte Diagonalspannung U_{ov} nicht mehr hinreichend genau in Phase mit der Gleichrichterspannung U_3 oder U_4 . Die Folge wäre eine zu kleine positive oder eine zu große negative Toleranzanzeige oder umgekehrt.

Die Meßbarkeit kleiner Toleranzen bei hochohmigen Objekten ($< 100 \text{ pF}$) setzt eine genaue innere Symmetrierung der Differentialmeßbrücke voraus. Eine kapazitive Unsymmetrie z. B. von $0,01 \text{ pF}$ würde bei freien Meßklemmen bereits eine Anzeige von 1% ergeben. Um eine kapazitive Unsymmetrie, die im Laufe der Zeit auftreten kann, ohne Eingriff in das Gerät jederzeit leicht ausgleichen zu können, ist der von der Frontplatte aus einstellbare Differentialtrimmer C18 eingebaut (siehe Stromlauf). Hiermit kann der Instrumentzeiger bei offenen Meßklemmen auf Null eingeregelt werden. Die Einstellschraube von C18 ist auf der Frontplatte mit „Kapazitive Symmetrie“ bezeichnet.

Der allseitig abgeschirmte Generator besteht aus der Oszillatordröhre R02, dem mittels C3 auf 17 kHz abgestimmten Schwingübertrager Tr1 und der Diode R01 zur Stabilisierung der erzeugten Spannung. Durch die an dem Regler R35 abgegriffene Diodenvorspannung wird die Generatorausgangsspannung auf einem bestimmten Betrag gehalten. Netzspannungsschwankungen bis zu $\pm 10\%$ sind praktisch ohne Einfluß auf die Höhe der Meßspannung.

Die Festlegung der Meßfrequenz auf 17 kHz stellt einen günstigen Kompromiß dar für die Meßbarkeit nieder- oder hochohmiger Widerstände, insbesondere für die Kapazitätswerte zwischen 10 pF und $1 \text{ }\mu\text{F}$, entsprechend den Blindwiderstandswerten zwischen $950 \text{ k}\Omega$ und $9,5 \text{ }\Omega$ bei dieser Frequenz.

Zur genauen Einstellung der Generatorspannung, d. h. zur Nacheichung des Gerätes ohne weitere Hilfsmittel, wird (in der Schaltstellung „Eichen“) durch Kurzschließen der Widerstände R8 und R9 eine bestimmte Unsymmetrie der Phasenbrücke bewerkstelligt, so daß der eine Richtstrom größer ist als der andere und das Instrument den mit der Marke „Eichen“ gekennzeichneten Ausschlag zeigt. Die Ausgangsspannung des Verstärkers muß hierbei gleich Null sein. Dies wird durch Kurzschließen der Sekundärwicklung des Übertragers Tr2 bewirkt. Die Einstellung der Meßspannung auf die Instrumentmarke „Eichen“ geschieht durch Ändern der stabilisierten Diodenvorspannung von R01 mit dem an der Frontplatte bedienbaren Regler R35. Die Eichung wird bei freien Meßklemmen vorgenommen. Vor dem Vergleich niederohmiger Objekte, die den Generator über den Differentialübertrager stärker belasten, d. h. bei $C > 0,1 \text{ }\mu\text{F}$, $R < 50 \text{ }\Omega$ und $L < 500 \text{ }\mu\text{H}$, empfiehlt es sich jedoch, die Spannung bei angeschlossenem Normal und Meßobjekt auf die Instrumentmarke „Eichen“ nachzuregeln. Dies ist natürlich nur einmal erforderlich, wenn Meßobjekte gleicher Größe sortiert werden sollen.

Damit auch bei völliger Unsymmetrie der Differentialmeßbrücke keinesfalls eine Überlastung des Instrumentes auftreten kann, ist dem Meßwerk ein für positive und negative Überströme wirkender Überlastungsschutz, in Form zweier vorgespannter, gegenseitig gepolter Gleichrichter (G11–G12), parallelgeschaltet. Die Vorspannungen (je etwa

0,12 V) für die Gleichrichter werden an den zwei vom gesamten Anodenstrom durchflossenen Widerständen R12–R13 erzeugt. Als Gleichrichter sind zwei Kristalldioden eingesetzt. Überwiegt nun die am Meßwerk auftretende Spannung die Vorspannung des einen oder anderen Gleichrichters, so wird der eine oder andere Gleichrichter durchlässig und bildet für das Meßwerk einen sehr niederohmigen Nebenschluß, der den Strom keinesfalls über den etwa zweifachen Nennstrom des Instrumentes ansteigen läßt. Wenn also der Zeiger des Instrumentes beim An- und Abklemmen des Meßobjektes über das Skalenende hinaus ausschlägt, so ist dies lediglich eine Unschönheit, bedeutet aber keine Gefahr für das Instrument. Um aber die Überschreitung des Vollausschlages beim Abklemmen des Meßobjektes verhindern zu können, ist für gelegentliche Messungen der Schalter S2 und für Reihenmessungen der parallel zum Schalter liegende Anschluß für eine „Taste“ vorgesehen. Steht der Schalter S2 in seiner Mittelstellung oder ist die Taste nicht gedrückt, so ist das Relais RsA angezogen und schließt die Primärseite des Ausgangstransformators Tr2 kurz, so daß die vom Verstärker herangeführte Meßspannung nicht in die phasengesteuerte Brückengleichrichterschaltung eindringen kann.

Damit der in der Differentialmeßbrücke auftretende Richtstrom bzw. die hier entstehende Richtspannung auch zur Steuerung einer außen anschließbaren Anzeigeeinrichtung ausnutzbar ist, sind in der Frontplatte die beiden Schaltbuchsen S5 und S6 eingebaut, an denen die Meßdiagonale aufgetrennt werden kann. Die Auftrennung findet statt, wenn in jede der beiden Buchsen ein 4-mm-Stecker eingeführt wird. Der Ausgang hat einen Innenwiderstand von etwa 33 k Ω und liefert in jedem der vier Meßbereiche eine Leerlaufspannung von etwa 1,75 V, wenn das eingebaute Instrument (bei nicht aufgetrennter Meßdiagonale) positiven oder negativen Vollausschlag zeigt. Die Ausgangsspannung ist der %-Anzeige verhältnismäßig. So erhält man also beispielsweise bei 0,1% Toleranz (im 2,5-%-Bereich) eine Leerlaufspannung von etwa 0,07 V.

Der Stromversorgungsteil ist primärseitig für die vier Netzwechselfspannungen 115, 125, 220 und 235 V eingerichtet. Sekundärseitig dienen die Gleichrichterröhre R $\bar{0}$ 7 zur Erzeugung der Anodenspannung und die Glimmröhre R $\bar{0}$ 6 zur Stabilisierung der Schirmgitterspannungen von R $\bar{0}$ 2 und R $\bar{0}$ 5 und der mit dem Regler R35 einstellbaren Diodenvorspannung von R $\bar{0}$ 1.

Das Gehäuse des Gerätes ist aus Stahlblech. Es hat auf der Oberseite einen aufklappbaren Traggriff eingelassen und ist (zum Schutz der Frontplatte beim Transport) mit einem abnehmbaren Stahlblechdeckel versehen. Sämtliche Bedienungsorgane befinden sich auf der Frontplatte: Links oben das Anzeigeelement mit zwei beliebig verstellbaren Toleranzmarken, rechts davon der Toleranzbereichsschalter S1 und der Regler R35

zur Einstellung der Senderspannung für die Nacheichung. Links unten sind die drei Meßklemmen eingebaut und darunter der Trimmer C18 mit Schlitzachse für die kapazitive Symmetrierung der Differentialbrücke. Für den Anschluß des Normals und des Meßobjektes, z. B. für das Sortieren von Kleinkondensatoren und Schichtwiderständen, sind die Rändelklemmen mit Sortierklammern ausgerüstet.

Rechts von diesen Anschlüssen befinden sich der Regler R8 mit Schlitzachse zur Einstellung des elektrischen Nullpunktes, der Schalter S2 mit den zwei gerasteten Stellungen „Messen Dauer“, „El. Nullp./Eichen“ und der nicht gerasteten Stellung „Messen Moment“. Links unter diesem Schalter befinden sich die beiden Schaltbuchsen S5–S6 („Ausgang“) zum Anschließen einer äußeren Anzeigeeinrichtung und daneben die beiden Buchsen zum Anschließen einer Fußtaste. Ganz rechts unten ist das Netzkabel eingeführt. Darüber befinden sich der Netzschalter S3 und die Glühlampe R11 zur Überwachung des Einschaltzustandes.

6 Röhrenwechsel und Funktionskontrolle mittels Eichnormal

Alle 7 Röhren des KZS kann man ohne irgendwelche Trimmarbeiten durch typengleiche Exemplare ersetzen. Nur nach dem Auswechseln der Duodiode Rö3 (EB 41) kann es vorkommen, daß sich wegen zu starker Streuung der Anlaufströme der beiden Diodensysteme der elektrische Nullpunkt nicht mehr einstellen läßt. In diesem Fall muß aus einigen Röhren ein geeignetes Exemplar ausgesucht werden.

Während die eingebaute Eichvorrichtung zur genauen Einstellung der Senderspannung dient, ermöglicht das dem Gerät beigegebene Eichnormal die Überprüfung der gesamten Geräteschaltung; es schließt also die Überprüfung des zweistufigen Verstärkers (Rö4–Rö5) mit ein.

Das Eichnormal enthält zwischen dem Mittelstift und dem einen äußeren Stift eine Kapazität von 100 pF, zwischen dem Mittelstift und dem anderen äußeren Stift eine von 102 pF. Damit muß sich, wenn 100 pF für C_N gewählt wird, ein Ausschlag von +2% ergeben, oder wenn man 102 pF für C_N wählt, ein Ausschlag von –1,96% einstellen. Geprüft wird im 2,5-%-Bereich. Weicht die Anzeige mehr als $\pm 0,2\%$ vom Sollwert (+2% bzw. –1,96%) ab, so muß man die Verstärkerröhren Rö4 und Rö5 prüfen und sie nötigenfalls auswechseln.

7 Schalteilliste

(Änd.-Zust. „g“ Nr. 5790)

Kenn- zeichen	Benennung	Wert	R&S-Sach-Nr.
C 1	Papierkondensator	10 000 pF/250 V	CPK 10 000/250
C 2	Keramikkondensator	560 pF	CCK 68/560
C 3	Kf-Kondensator	2500 pF/250 V 1000 pF/500 V	CKS 2500/250 CKS 1000/500 parallel
C 4	Papierkondensator	50 000 pF/250 V	CPK 50 000/250
C 5	MP-Kondensator	1 µF/250 V	CMR 1/250
C 7	Keramikkondensator	39 pF	CCH 68/39
C 8	Keramikkondensator	22 pF	CCG 68/22
C 9	Scheibentrimmer	4 ... 20 pF	CV 924
C 10	Scheibentrimmer	2 ... 10 pF	CV 914
C 12	Kf-Kondensator	10 000 pF ± 2 ^{0/0} /250 V	CKS 10 000/2/250
C 13	Kf-Kondensator	10 000 pF ± 2 ^{0/0} /250 V	CKS 10 000/2/250
C 14	MP-Kondensator	0,5 µF/250 V	CMR 0,5/250/2
C 15	Keramikkondensator	1 pF	CCG 11/1
C 16	Keramikkondensator	1 pF	CCG 11/1
C 17	Keramikkondensator	270 pF	CCH 68/270
C 18	Trimmer		5500 – 4.4
C 19	MP-Kondensator	0,5 µF/500 V	CMR 0,5/500
C 20	Kf-Kondensator	2500 pF/500 V	CKS 2500/500
C 21	Scheibentrimmer	2 ... 10 pF	CV 914
C 22	Papierkondensator	100 000 pF/250 V	CPK 100 000/250
C 24	Papierkondensator	100 000 pF/250 V	CPK 100 000/250
C 28	Kf-Kondensator	10 000 pF/500 V	CKS 10 000/500
C 30	MP-Kondensator	2 µF/500 V	CMR 2/500
C 31	Papierkondensator	100 000 pF/250 V	CPK 100 000/250
C 32	Kf-Kondensator	500 pF/500 V	CKS 500/500
C 33	Papierkondensator	100 000 pF/400 V	CPK 100 000/400
C 35	MP-Kondensator	4 µF/350 V	CMR 4/350
C 36	MP-Kondensator	4 µF/350 V	CMR 4/350
C 37	Lufttrimmer Keramikkondensator	4 ... 29 pF 82 pF	CV 8025 CCH 31/82 parallel
C 38	Lufttrimmer Keramikkondensator	4 ... 29 pF 82 pF	CV 8025 CCH 31/82 parallel
GI 1	Kristall-Diode		GK 2561
GI 2	Kristall-Diode		GK 2561

Kennzeichen	Benennung	Wert	R&S-Sach-Nr.
I 1	Drehspul-Strommesser	50 μ A	INS 30102 mit Skala nach 5500-16
K 1	Abgesch. Doppelleitung		2 x (2 x PrLS 0,5 verdreht) in LJ 2 ge + LA7 + LJ5 ge
K 2	Abgesch. Doppellitze		LFA 03022
K 3	Abgesch. Leitungslitze		LLA 0,95/2,2
K 4	Abgesch. Leitungslitze		LLA 0,95/2,2
K 5	Abgesch. Doppellitze		LFA 03022
K 6	Abgesch. Doppellitze		LFA 03022
K 7	Abgesch. Doppellitze		2 x (3 x PrL0,15 + LJ0,5 ge) in LJA 2,5 ge + LJ4 ge
K 8	Abgesch. Leitungslitze		LLA 0,95/2,2
K 10	Abgesch. Leitungslitze		LLA 0,95/2,2
K 11	Anschlußkabel		LK 303
L 2	Drossel		DB 20/2
R 1	Schichtwiderstand	2 M Ω /0,5 W	WF 2 M/0,5
R 3	Schichtwiderstand	28 k Ω \pm 1%/0,5 W	WF 28 k/1/0,5
R 4	Schichtwiderstand	66,5 k Ω \pm 1%/0,5 W	WF 66,5 k/1/0,5
R 5	Schichtwiderstand	137 k Ω \pm 1%/0,5 W	WF 137 k/1/0,5
R 6	Schichtwiderstand	345 k Ω \pm 1%/0,5 W	WF 345 k/1/0,5
R 7	Schichtwiderstand	50 k Ω \pm 1%/0,5 W	WF 50 k/1/0,5
R 8	Schicht-Drehwiderstand	5 k Ω lin.	WS 9122 F/5 k
R 9	Schichtwiderstand	21,5 k Ω \pm 1%/0,5 W	WF 21,5 k/1/0,5
R 10	Schichtwiderstand	28,5 k Ω \pm 1%/0,5 W	WF 28,5 k/1/0,5
R 11	Schichtwiderstand	80 k Ω /0,5 W	WF 80 k/0,5
R 12	Schichtwiderstand	5 Ω /0,5 W	WF 5/0,5
R 13	Schichtwiderstand	5 Ω /0,5 W	WF 5/0,5
R 14	Schichtwiderstand	40 k Ω /0,5 W	WF 40 k/0,5
R 15	Schichtwiderstand	10 M Ω /0,5 W	WF 10 M/0,5
R 17	Schichtwiderstand	3 M Ω /0,5 W	WF 3 M/0,5
R 18	Schichtwiderstand	2 k Ω /0,5 W	WF 2 k/0,5
R 19	Draht-Drehwiderstand Schichtwiderstand	100 Ω lin. 1 k Ω /0,5 W	WR 4 F/100 WF 1 k/0,5 in Serie
R 22	Schichtwiderstand	500 k Ω /0,5 W	WF 500 k/0,5
R 23	Schichtwiderstand	12,5 k Ω /0,5 W	WF 12,5 k/0,5
R 26	Schichtwiderstand	1 M Ω /0,5 W	WF 1 M/0,5
R 28	Schichtwiderstand	1,6 k Ω /0,5 W	WF 1,6 k/0,5
R 29	Schichtwiderstand	200 Ω /0,5 W	WF 200/0,5
R 30	Schichtwiderstand	60 k Ω /0,5 W	WF 60 k/0,5
R 31	Schichtwiderstand	5 k Ω /0,5 W	WF 5 k/0,5

Kennzeichen	Benennung	Wert	R&S-Sach-Nr.
R 32	Schichtwiderstand	5 k Ω /0,5 W	WF 5 k/0,5
R 34	Schichtwiderstand	50 k Ω /0,5 W	WF 50 k/0,5
R 35	Schicht-Drehwiderstand	25 k Ω lin.	WS 7126/25 k
R 36	Drahtwiderstand	5 k Ω /4 W	WD 5 k/4
RI 1	Zwergglimmlampe	220 V	RL 210
Rö 1	Duo-Diode		EB 41
Rö 2	End-Pentode		EL 41
Rö 3	Duo-Diode		EB 41
Rö 4	Pentode		EF 40
Rö 5	Pentode		EF 80
Rö 6	Stabilisator		150 C 2
Rö 7	Vollweg-Gleichrichter		EZ 80
RsA	Hochfr.-Relais		RSH 116043
S 1	Scheibenschalter		SRN 314/32
S 2	Kippschalter		SR 51301
S 3	Netzschalterkombination		SRK 2
S 4	Spannungswähler		FD 60500
S 5	Schaltbuchse		SR 632/1
S 6	Schaltbuchse		SR 632/1
Si 1	Schmelzeinsatz	250 mA (für 220/235 V)	0,25 C DIN 41571
Tr 1	Schwingübertrager		5500 – 22
Tr 2	Ausgangsübertrager		5500 – 23
Tr 3	Differentialübertrager		5500 – 4.7
Tr 4	Netztransformator		TN 04481

Garantieverpflichtung

Wir übernehmen für Mängel, die in unseren Geräten als Folge von Fertigungs- oder Materialfehlern auftreten,

1 JAHR GARANTIE,

und zwar nach Maßgabe der Ziffer 5 unserer Lieferungs- und Zahlungsbedingungen.

Ein Anspruch auf Wandlung oder Minderung ist ausgeschlossen. Die Gewährleistung geht nach unserer Wahl auf Instandsetzung oder Ersatz des beanstandeten Werkstückes oder Werkstückteiles. Unsere Gewährspflicht wird nur dann ausgelöst, wenn ein Mangel uns unverzüglich, spätestens innerhalb einer Woche nach Kenntnis schriftlich mitgeteilt ist und wenn innerhalb einer Woche nach Aufforderung durch uns das Werkstück frachtfrei an unser Werk abgesandt ist. Die Rückfracht vom Werk geht ebenfalls zu Lasten des Bestellers. Der Ersatz unmittelbaren oder mittelbaren Schadens ist ausgeschlossen. Die Gewährleistung erlischt, wenn von dritter Seite Veränderungen an dem Werkstück vorgenommen werden.

Plomben und Siegel des Gerätes dürfen nicht verletzt sein. Für Röhren, zu denen Sie keine Garantieunterlagen erhielten, übernehmen wir die Garantieverpflichtung. Schadhafte Röhren, für die Ihrer Meinung nach ein Garantieanspruch besteht, wollen Sie uns zur Prüfung desselben einsenden. Dabei bitten wir, unbedingt anzugeben:

Nummer, Datum und Diktatzeichen der Rechnung;

Type und Fertigungsnummer (FNr.) des Gerätes;

Bezeichnung des Röhrenschadens.

ROHDE & SCHWARZ · MÜNCHEN 9 · TASSILOPLATZ 7

