

LEITWERTMESSER

1,5 ... 30 MHz



Hochfrequenzmeßbrücke zur Bestimmung von

Zweipol-Admittanzen

Vierpol-Kennwerten

Reflexionsfaktoren

unsymmetrisch oder symmetrisch, bei hohen oder niedrigen Objektspannungen

Aufgaben und Anwendung

Der Leitwertmesser ZPK dient zur Bestimmung des Leitwertes von Zweipolen oder der Kenngrößen von Vierpolen. Als Ersatzschaltbild für den zu messenden komplexen Widerstand wird, wie auch der Name des Gerätes andeutet, die Parallelschaltung eines Wirkwiderstandes mit einem Blindwiderstand (Induktivität oder Kapazität) verwendet. Es ist dabei gleichgültig, wie der zu messende Zwei- oder Vierpol im einzelnen aufgebaut ist. Die Messung ergibt also getrennt die beiden Leitwertkomponenten. Soll nicht nur unsymmetrisch gemessen werden, so wird hierzu ein symmetrierender Impedanzwandler, der Symmetrierzusatz BN 35652/2, an das Gerät angeschlossen.

Mit dem Leitwertmesser ZPK können außer den beschriebenen Messungen auch Reflexionsfaktormessungen vorgenommen werden; ein besonderer Zusatz ist hierfür nicht erforderlich.

Zum Betrieb des Leitwertmessers ZPK ist ein Meßsender und ein Anzeigeverstärker mit einem Nullspannungsinstrument erforderlich (geeignete R&S-Typen siehe unter „Empfohlene Ergänzungen“).

Der Anzeigeverstärker soll selektiv (abstimmbar) sein, damit eine ungünstige Beeinflussung des Abgleichvorganges durch Störspannungseinstreuungen oder evtl. Klirrfaktor des Meßsenders vermieden wird. Die Empfindlichkeitseinstellung erfolgt entsprechend der verwendeten Senderspannung.

Aufgaben und Anwendung (Fortsetzung)

Die Eingangsimpedanz des ZPK-Meßsendereinganges liegt hinsichtlich ihres Wirk- und Blindanteils in der Größenordnung von 10Ω bis 60Ω und fällt mit der Betriebsfrequenz. Der maximal auftretende Eingangsspannungsbedarf bleibt beispielsweise bei Verwendung des R&S-Meßempfängers USVH unter 200 mV . Für Leitwertmessungen genügt zum Nullabgleich ein ungeeichtes Anzeigeinstrument. Dagegen kommt es bei der Reflexionsfaktormessung auf die Feststellung von Spannungsverhältnissen an. Es ist also ein Spannungsmeßgerät erforderlich. Steht jedoch nur ein ungeeichtes Anzeigeinstrument zur Verfügung, so muß gleichzeitig eine Eichleitung verwendet werden.

Während für Untersuchungen an Antennen, die ja immer Störspannungen aufnehmen, größere Meßspannungen nötig sind, setzen Leitwertmessungen an Transistoren normalerweise kleinere Spannungen am Meßobjekt voraus. Diese Forderung ist leicht zu erfüllen: Beim Anschalten des ZPK werden Eingang und Ausgang vertauscht (siehe auch Text neben dem Prinzipschaltbild). Das ist ohne weiteres möglich, da es sich hier um eine Brückenschaltung handelt, die bekanntlich in beiden Richtungen betrieben werden kann. Die Spannung am Meßobjekt wird dadurch praktisch um die Auskoppeldämpfung der Koppelschleifen, das heißt um 50 bis 70 dB , abgesenkt. Bei dieser Betriebsart ist die Eingangsimpedanz im wesentlichen induktiv, also proportional der Betriebsfrequenz, und liegt bei der niedrigsten Frequenz in der Größenordnung von einigen Ohm. Die nebenstehende Tabelle gibt für die Frequenzen $1,5 \text{ MHz}$ und 30 MHz die kleinste Sender-EMK an, die benötigt wird, um bei wiederholten Messungen eine Reproduzierbarkeit der Ergebnisse mit einer Streuung unter $\pm 1\%$ zu gewährleisten (bei Verwendung der R&S-Type USVH als Meßempfänger). Daneben sind die Spannungen aufgeführt, die jeweils am Meßobjekt auftreten.

Objekt-widerstand	1,5 MHz		30 MHz	
	Sender-EMK	Objekt-spannung	Sender-EMK	Objekt-spannung
600Ω	20 mV	$10 \mu\text{V}$	1 mV	$10 \mu\text{V}$
60Ω	20 mV	$10 \mu\text{V}$	1 mV	$10 \mu\text{V}$
10Ω	50 mV	$5 \mu\text{V}$	1 mV	$5 \mu\text{V}$

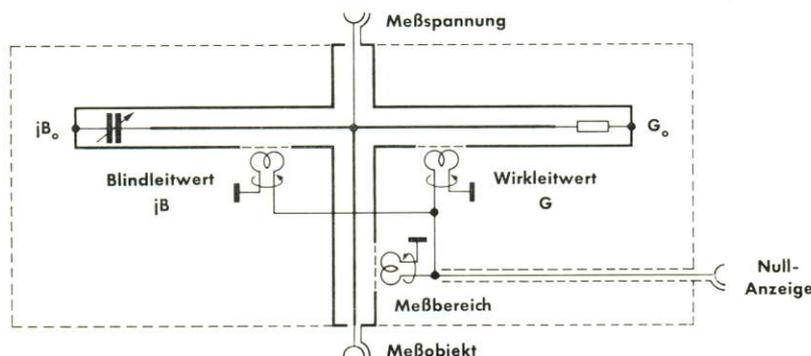
Arbeitsweise und Aufbau

Der Leitwertmesser ZPK besteht im wesentlichen aus drei coaxialen Leitungen mit einem Wellenwiderstand von 60Ω , die in einem gemeinsamen Punkt von einem Meßsender gespeist werden. Die erste dieser Leitungen (G-Zweig) ist mit einem Wirkleitwert $G_0 = 1/60 \text{ S}$ abgeschlossen, die zweite (B-Zweig) mit einem Blindleitwert von $jB_0 = j/60 \text{ S}$, der jeweils für die gewünschte Meßfrequenz eingestellt wird. Die dritte Leitung (Y-Zweig) ist mit dem zu messenden komplexen Leitwert Y abzuschließen.

Zum Nullabgleich werden die Koppelschleifen im G- und B-Zweig so lange verdreht, bis die dort induzierten Spannungen die der Koppelschleife im Meßzweig kompensieren. Der Drehwinkel der Koppelschleifen ist ein Maß für Wirk- und Blindkomponenten des Meßobjektes.

Bei Messungen symmetrischer Objekte wird ein Symmetrierzusatz zwischen ZPK und Meßobjekt geschaltet. Dieser Übertrager enthält in seinem Abschirmgehäuse drei symmetrische Bandleitungen mit einem Wellenwiderstand von 180Ω , die so verbunden sind, daß sie für die unsymmetrische, niederohmige Seite parallel, für die symmetrische, hochohmige Seite in Serie geschaltet sind. Als Eingangsanschluß (unsymmetrische Seite) dient ein Kurzhubstecker Dezifix B, das Meßobjekt wird auf der symmetrischen Seite an zwei Rändelklemmen angeschlossen. Der Symmetrierzusatz gibt dem ZPK nicht nur symmetrischen Charakter, sondern vergrößert auch seinen Bezugswellenwiderstand auf den 9fachen Wert, also von 60Ω auf 540Ω . Für Impedanzmessungen muß die elektrische Länge des Übertragers berücksichtigt werden.

Bei Reflexionsmessung liefert der ZPK zwei Spannungen, die der Differenz beziehungsweise der Summe eines dem Leitwert Y des Meßobjektes und eines dem Wirkleitwert G_0 proportionalen Stromes entsprechen. Diese beiden Spannungen ergeben – mit dem Anzeigeverstärker gemessen und ins Verhältnis gesetzt – den Reflexionsfaktor. Siehe hierzu die Definitionsgleichung des Reflexionsfaktors auf Seite 4.



Die Beschriftung der Anschlüsse „Meßspannung“ (Eingang) und „Nullanzeige“ (Ausgang) bezieht sich auf die normale Betriebsart mit größerer Spannung am Meßobjekt. Sollen am Meßobjekt nur sehr geringe Spannungen auftreten, so werden die Anschlüsse vertauscht. Das heißt, der Generator wird an den Anschluß rechts im Schaltbild, das Anzeigegerät an den oberen Anschluß gelegt.

◀ Prinzipschaltbild des Leitwertmessers ZPK

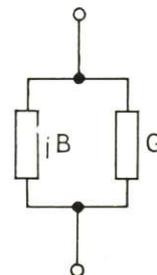
Eigenschaften

Frequenzbereich für alle Messungen	1,5 ... 30 MHz
unterteilt in 6 Bereiche	1,5 ... 2,9/2,9 ... 5,3/5,3 ... 9,5/9,5 ... 16,2/ 16,2 ... 24,2/24,2 ... 30 MHz

Als Scheinleitwertmesser (unter Zugrundelegung des Parallel-Ersatzschaltbildes)

Für unsymmetrische Messungen

Meßbereich des Wirkleitwertes (G)	1 ... 600 mS (1000 ... 1,66 Ω)
(bezogen auf den Meßort)	
Skaleneichung in G (4 Bereiche)	0 ... 20/60/200/600 mS
Skaleneichung in $\frac{G}{G_0}$ (4 Bereiche, $G_0 = \frac{1}{60}$ S)	0 ... 1,2/3,6/12/36
Meßbereich des Blindleitwertes jB	$\pm(1 \dots 600)$ mS $\underline{\Delta} \pm(1000 \dots 1,66)$ Ω
(bezogen auf den Meßort)	
Skaleneichung in jB (4 Bereiche)	$\pm 0 \dots 20/60/200/600$ mS
Skaleneichung in $\frac{jB}{G_0}$ (4 Bereiche, $G_0 = \frac{1}{60}$ S)	$\pm 0 \dots 1,2/3,6/12/36$
Fehlergrenzen in den einzelnen Bereichen	$\pm 3\%$ $\pm 0,3$ mS / $\pm 5\%$ ± 1 mS / $\pm 8\%$ ± 3 mS / $\pm 15\%$ ± 10 mS



Für symmetrische Messungen (mit Symmetrierzusatz BN 35652/2)

Meßbereich des Wirkleitwertes (G)	0,15 ... 60 mS $\underline{\Delta} 6600 \dots 16,6$ Ω
Meßbereich des Blindleitwertes (jB)	$\pm 0,15 \dots 60$ mS $\underline{\Delta} \pm(6600 \dots 16,6)$ Ω
Fehlerkreisradius $ \underline{r} $ des Symmetrierzusatzes	$< 0,025 \pm 0,125$ \underline{r} (Erklärung siehe Seite 4)
Symmetrierfehler	$< 10\%$
Elektrische Länge des Symmetrierzusatzes	ca. 2 m (wird jeweils genau angegeben)

Als Reflexionsfaktormesser

Meßbereich für den Reflexionsfaktor $ \underline{r} $	0,015 ... 1
Ablesung	durch Vergleich zweier Spannungen
Fehlergrenzen (unsymmetrisch)	$< \pm(0,1 \underline{r} + 0,02)$
(Bei symmetrischen Reflexionsmessungen addiert sich hierzu der Fehler des Symmetrierzusatzes)	
Benötigte Meßspannung	etwa 200 mV bei 1,5 MHz etwa 30 mV bei 30 MHz
Maximal zulässige Eingangsspannung	7 V

Anschlüsse

Eingang (Meßsenderanschluß)	umrüstbare HF-Buchse 4/13 DIN 47284 ¹⁾
Ausgang (Anzeigeverstärker-Anschluß)	umrüstbare HF-Buchse 4/13 DIN 47284 ¹⁾
Meßobjekt-Anschluß	Dezifix B (Kabelsockel), umrüstbar ¹⁾
Beschriftung	zweisprachig: deutsch/englisch
Farbe	grau, RAL 7001
Abmessungen (B x H x T)	470 x 275 x 260 mm (R&S-Normkasten Größe 46)
Gewicht	14 kg

Bestellbezeichnung \blacktriangleright Leitwertmesser Type ZPK BN 3565/2

Mitgeliefertes Zubehör (im Preis eingeschlossen)

1 Kurzhubstecker Dezifix B R&S-Sachnummer FS 435

Empfohlene Ergänzungen und Zusatzgeräte (gesondert zu bestellen)

Symmetrierzusatz zum ZPK BN 35652/2 (technische Daten und Bestellbezeichnung siehe nächste Seite)

Leistungsmeßsender SMLR BN 41001 (0,1 ... 30 MHz)

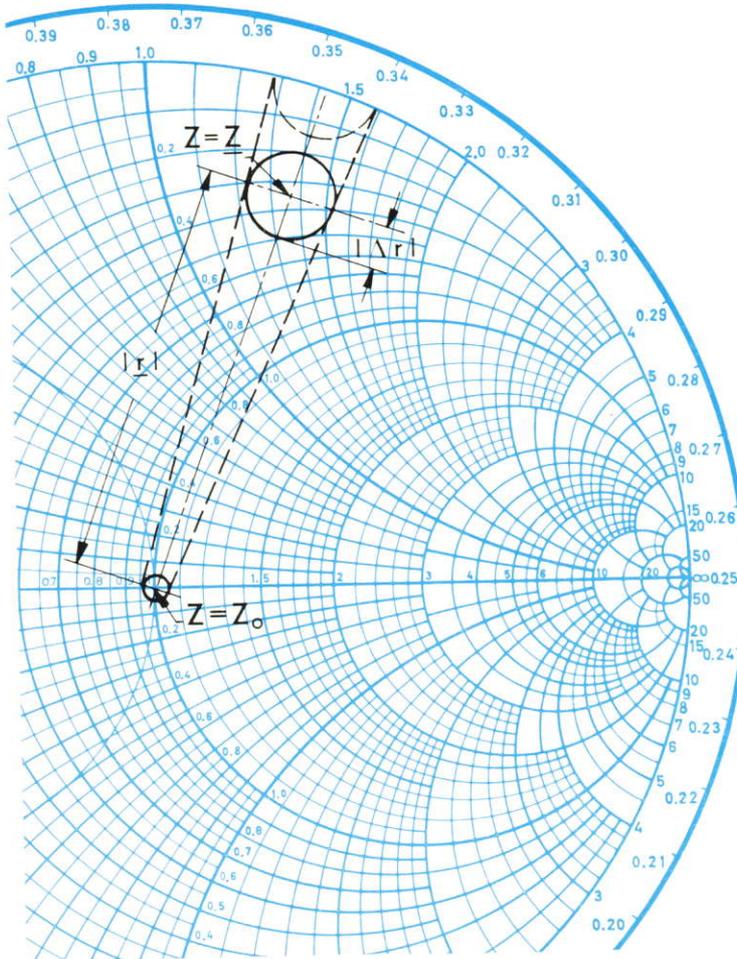
Selektives Mikrovoltmeter USVH BN 1521 (0,01 ... 30 MHz)

¹⁾ Dieser Anschluß läßt sich vom Benutzer durch Einschrauben von Umrüstsätzen bzw. -einsätzen leicht auf viele andere Systeme umstellen; siehe Datenblatt Nr. 902100.

LEITWERTMESSER ZPK

Symmetrierzusatz

Anschlüsse		
unsymmetrischer Anschluß	Dezifix B	
symmetrischer Anschluß	2 Rändelklemmen	
Z-Transformationsverhältnis	1 : 9	
Anschlußwiderstand		
unsymmetrisch	60 Ω	
symmetrisch	540 Ω	
Beschriftung	zweisprachig: deutsch/englisch	
Farbe	grau, RAL 7001	
Abmessungen	90 φ x 125 mm	
Gewicht	0,5 kg	
Bestellbezeichnung	► Symmetrierzusatz zum ZPK BN 35652/2	



Fehlergrenzen des Symmetrierzusatzes

Bei der Übertragung beliebiger Impedanzen durch den Symmetrierzusatz ist mit Fehlern zu rechnen, die teils von der Meßgröße unabhängig sind, teils mit ihr proportional anwachsen. Beide ergeben zusammen einen „Fehlerkreis“ im Smith-Diagramm, dessen Radius dem Wert $|r|$ um den gemessenen Impedanzwert entspricht (siehe nebenstehende Abbildung). Dieser Fehlerkreisradius ist im Abschnitt Eigenschaften angegeben, wobei der Reflexionsfaktor r

$$r = (Z - Z_0) : (Z + Z_0)$$

im Smith-Diagramm durch den Radiusvektor vom Diagramm-Mittelpunkt Z_0 zu der gemessenen Impedanz Z dargestellt wird. Unter Z_0 ist hier der symmetrische Wellenwiderstand des Symmetrierzusatzes zu verstehen.

Änderungen, insbesondere solche, die durch den technischen Fortschritt bedingt sind, vorbehalten!