Mit freundlicher Genehmigung der Franckh-Kosmos Verlags-GmbH & Co.KG

Messpraxis

-Heinz Richter-

2. Prüfungen mit Rechteckspannungen

Dieses Verfahren bürgert sich vor allem deshalb mehr und mehr ein, weil es außerordentlich zeitsparend und anschaulich ist. Es gibt vor allen Dingen Aufschluß über das Verhalten eines Verstärkers, allgemein eines beliebigen Vierpols in Nähe seiner unteren und oberen Grenzfrequenz. Über das frequenzmäßige Verhalten des Vierpols innerhalb dieser Frequenzgrenzen sagt das Rechteckverfahren dagegen nicht viel aus. Das ist aber auch nicht erforderlich, weil bei vielen Anwendungen, z. B. beim Videoverstärker usw., gerade die Verhältnisse an den Grenzen des Frequenzbereiches interessieren, die häufig die praktische Brauchbarkeit des Verstärkers weitgehend bestimmen. Mit dem Rechteckverfahren kann man schon kleinste Amplituden- und Phasenfehler in den Grenzfrequenzbereichen deutlich feststellen, was diese Methode ganz besonders wertvoll macht.

Zur zahlenmäßigen Auswertung der Schirmbilder auf dem Leuchtschirm bedient man sich vor allem dreier Größen, der Anstieg-

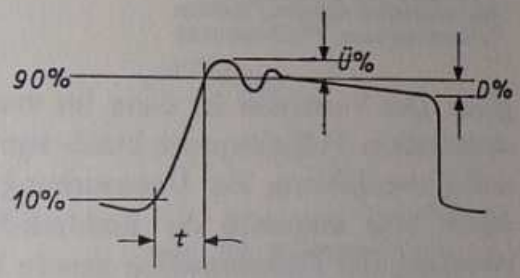
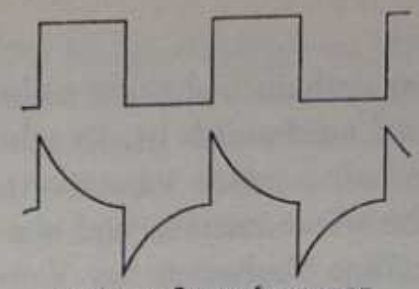


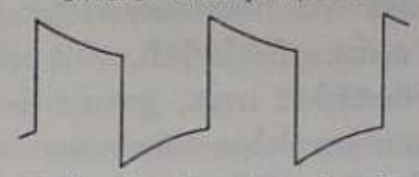
Abb. 122. Zur Definition von t, Ü und D

zeit t, dem Überschwingen Ü und der Dachschräge D nach Abb. 122 [48]. Die oszillographische zahlenmäßige Bestimmung dieser Werte setzt natürlich das Vorhandensein eines wirklich einwandfreien Oszillographen und eines Rechteckgenerators voraus, dessen Anstiegzeit, Überschwingen und Dachschräge klein gegenüber den entsprechenden Daten des Meßobjektes selbst sind. Gute Werte sind 0,01 Mikrosekunden Anstiegszeit, ein Überschwingen von nicht mehr als 2% und ein ebenso großer Wert für die Dachschräge [48, 49, 50].

Der Bereich der unteren Grenzfrequenz des Vierpols wird dadurch überprüft, daß man die Rechteck-Folgefrequenz so lange erniedrigt, bis sich ein schräges Impulsdach gerade einzustellen be-

Mit freundlicher Genehmigung der Franckh-Kosmos Verlags-GmbH & Co.KG





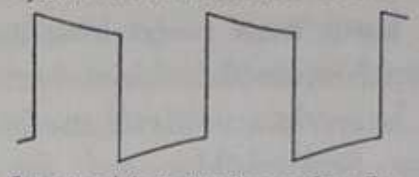
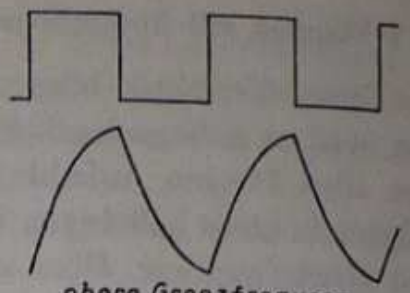
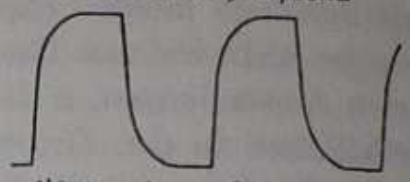


Abb. 123. Grundsätzlich wichtige Oszillogrammformen bei Prüfung mit Rechteckspannungen, untere Grenzfrequenz (Telefunken)





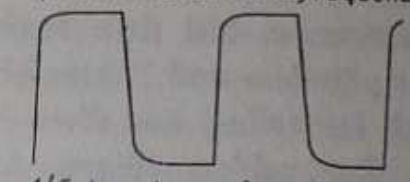


Abb. 124. Grundsätzlich wichtige Oszillogrammformen bei Prüfungen mit Rechteckspannungen, obere Grenzfrequenz (Telefunken)

ginnt. Der Verstärker ist dann bis zum zehnten Teil der nunmehr eingestellten Folgefrequenz hinab annähernd frei von Amplituden- und Phasenfehlern. Bei Untersuchung der oberen Frequenzgrenze erhöht man singemäß die Rechteck-Folgefrequenz, bis eine Verschleifung der Umkehrpunkte gerade bemerkbar wird. Dann arbeitet der Verstärker noch bis etwa zum Zehnfachen der eingestellten Rechteckfrequenz einwandfrei. Abb. 123 und 124 zeigen den Einfluß der Frequenzbandgrenzen auf die Form der Rechteckkurve ganz besonders deutlich; so treten schon beim sechsfachen Wert der unteren Grenzfrequenz bzw. bei einem Sechstel der oberen Grenzfrequenz ganz erhebliche Verzerrungen der Rechteckform auf. Die Definition der Frequenzgrenzen ergibt sich aus Abb. 125; zu dieser Abbildung gehören auch die Abb. 123 und 124.

Das Überschwingen äußert sich so, wie es die Abb. 126 und 127 zeigen. Ist die Einschwingfrequenz hoch, so gilt Abb. 126, während für kleinere Einschwingfrequenzen Abb. 127 Gültigkeit hat. Erwähnt sei bei der Gelegenheit, daß man auch mit Sinusspannungen

Veröffentlicht im Tube-Town Forum

Mit freundlicher Genehmigung der Franckh-Kosmos Verlags-GmbH & Co.KG

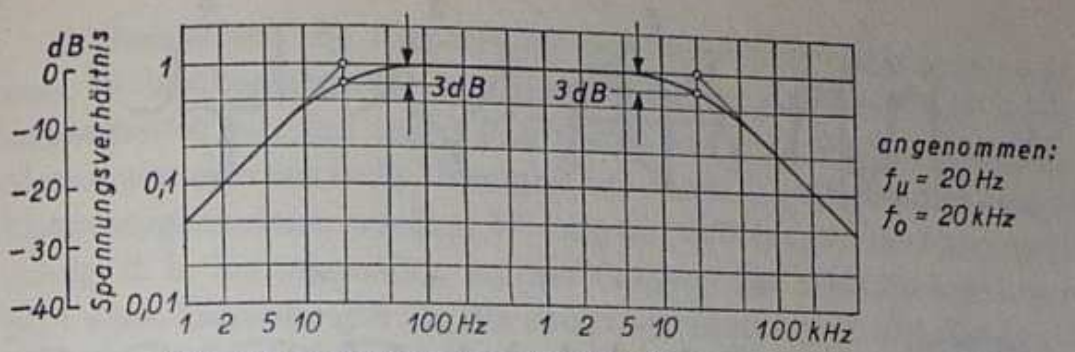


Abb. 125. Frequenzgang eines Tonfrequenzverstärkers

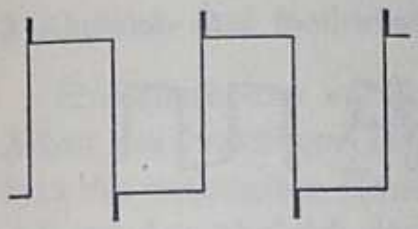


Abb. 126. Rechteckspannung mit Überschwingen bei hoher Folgefrequenz

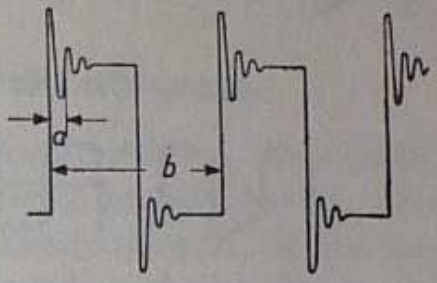


Abb. 127. Rechteckspannung mit Überschwingen bei tiefer Folgefrequenz

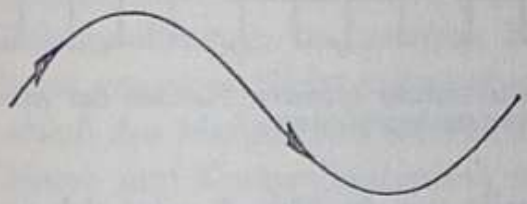


Abb. 128. Eigenschwingen von Verstärkern, verursacht durch Ausgangstransformator-Streuresonanz

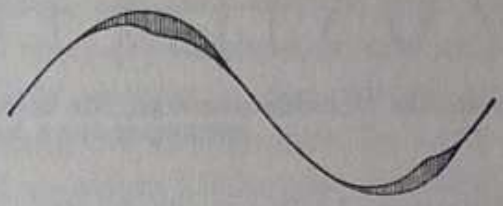


Abb. 129. Eigenschwingen von Verstärkern, verursacht durch Mitkopplung

interessante Untersuchungen über die Stabilität des Verstärkers machen kann. Zeigt sich z. B. in einem transformatorisch gekoppelten Verstärker bei bestimmten Augenblickswerten der Aussteuerung ein Selbstschwingen, das durch die Streuresonanz des Transformators verursacht wird, so ergibt sich ein Bild nach Abb. 128. Dagegen gilt Abb. 129, wenn das Selbstschwingen durch eine unbeabsichtigte Mitkopplung im Gegenkopplungskreis entsteht.

Abb. 130 gibt eine Zusammenstellung möglicher Kurvenformverzerrungen [50]. Fig. 1 zeigt die ideale Rechteckkurve, Fig. 2—4 zeigen zunehmend steigende Phasenfehler bei der unteren Grenz-

Mit freundlicher Genehmigung der Franckh-Kosmos Verlags-GmbH & Co.KG

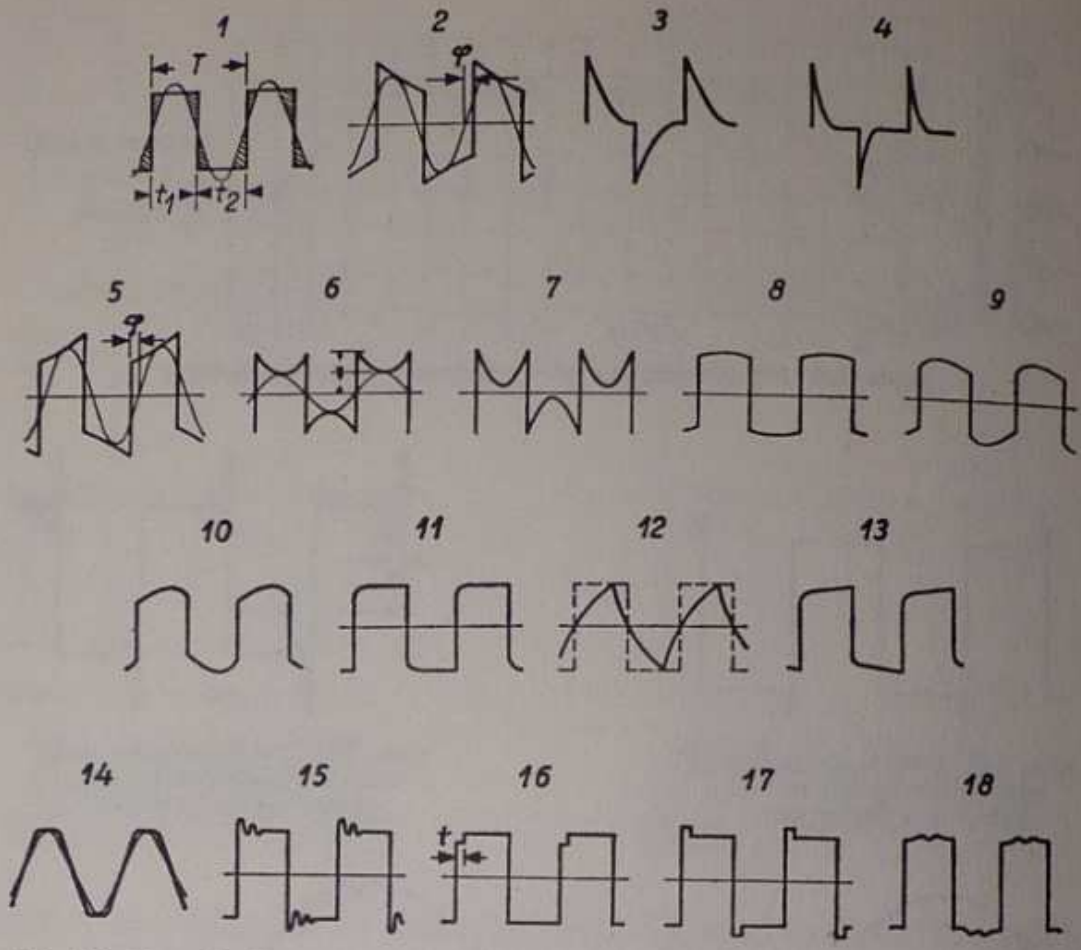


Abb. 130. Verschiedenartige, für bestimmte Fehler typische Formen der Ausgangsspannung bei Rechteckprüfungen

frequenz. In Fig 5 eilt die Grundwelle vor, in Abb. 6 zeigt sich ein Amplitudenfehler (Abfall bei tiefen Frequenzen, Grundwelle zu klein). Auch Fig. 7 stellt einen Amplitudenfehler (fehlende Grundwelle) dar. Fig. 8 bedeutet eine Hervorhebung der tiefen Frequenzen, in Fig. 9 kommen Phasenverzerrungen hinzu. Fig. 10 zeigt einen Amplitudenfehler wie vorher, der jedoch überkompensiert ist. Fig. 11 deutet auf einen typischen Phasenfehler mit voreilender Grundwelle, Fig. 12 beweist ebenfalls einen Phasenfehler mit starkem Abfall der hohen Frequenzen. Fig. 13 zeigt, daß der Abfall des Frequenzganges in Richtung hoher Frequenzen zu früh beginnt, in Fig. 14 ist der Oberwellenanteil zu klein. Fig. 15 ist typisch für Überschwingen, Fig. 16 für eine Kabelfehlanpassung. Auch Fig. 17 zeigt ebenso wie Fig. 18 einen Anpassungsfehler, der z. B. bei Kabelanpassungen usw. vorkommen kann.

Mit freundlicher Genehmigung der Franckh-Kosmos Verlags-GmbH & Co.KG

So kompliziert die Auswertung der Figuren zunächst erscheinen mag, so dankbar begrüßt man diese Methode, wenn man sich etwas eingearbeitet hat. Auf jeden Fall sollten vor dem Beginn wirklicher Messungen orientierende Übungen an einem Objekt mit bekannten Daten vorgenommen werden. Wichtig ist, daß der Rechteckgenerator richtig, d. h. betriebsmäßig, an den Eingang des Meßobjektes angepaßt wird. Dasselbe gilt für die Ausgangsbelastung. Anfänglich wird man die Rechteck-Folgefrequenz etwa so legen, daß sie in die geometrische Mitte des Gesamtbereiches fällt.