

# Einstrahloszilloskop EO 211

PETER REICHERT und  
Ing. RAINER PFAHL

Mit dem Einstrahloszilloskop EO 211 steht ein kleines, handliches Gerät zur Verfügung, das auf Grund seiner technischen Daten in vielen Bereichen als Prüf- und Kontrollgerät eingesetzt werden kann. Mit dem Gerät können elektrische Spannungsverläufe im Frequenzbereich 0...10 MHz abgebildet und deren charakteristische Größen gemessen werden. Besonders geeignet ist dieses Gerät für den Service an Tonband-, Rundfunk- und Fernsehgeräten. Beim Fernsehservice ermöglicht ein zuschaltbares Integrationsglied die stabile Abbildung von BAS-Signalen. Im X-Y-Betrieb können Frequenzvergleiche durchgeführt werden.

Mitteilung aus dem VEB Radio und Fernseh  
Karl-Marx-Stadt

## Aufbau

Bei der Konstruktion des Einstrahloszilloskopes EO 211 wurde ein bewährter Weg in der Kombination von Gerätekern und Plattingehäuse des EGS beschritten. Der oben und unten umlaufende Al-Profilrahmen des Gehäuses gibt mit der vorderen und hinteren Montageplatte und der Halterung der Oszillografenröhre dem Gerät die Stabilität und Festigkeit. Dadurch senkt sich der mechanische Aufwand auf ein Minimum. An der vorderen Montageplatte sind alle Bedienelemente und der Abschwächer befestigt, s. Bild 1. Die Montageplatte und der Planschirm der Elektronenstrahlröhre werden durch eine Piacryl-Frontplatte abgedeckt. Zur blendfreien Beobachtung des Schirmbildes wird eine Blende auf die Frontplatte gesteckt, außerdem befindet sich hinter der Frontplatte eine Filterscheibe. Der Netzeingang, die Gerätesicherungshalter und der Netztrafo sind an der hinteren Montageplatte befestigt. Die Schaltung des EO 211 befindet sich auf drei Leiterplatten. Mit Ausnahme des Eingangsspannungsteilers und des Triggerver-

stärkers befindet sich die Schaltung auf der waagrecht und schwenkbar am Boden des Gerätes befestigten Leiterplatte.

## Schaltung

### Abschwächer

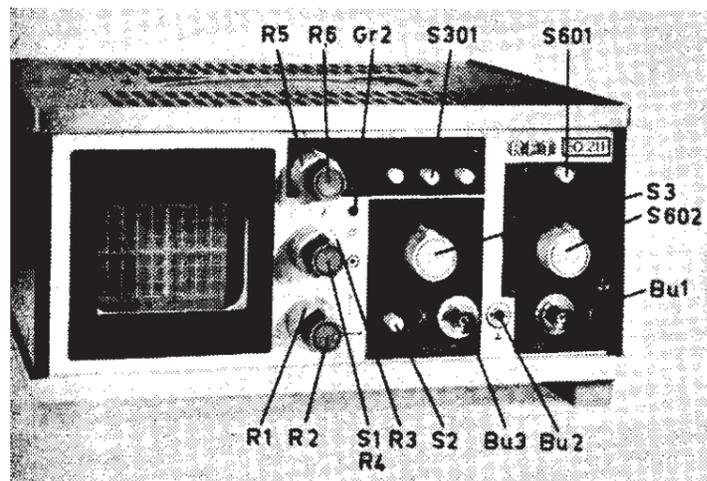
Die Y-Ablenkung erfolgt über einen symmetrischen gleichspannungsgekoppelten Differenzverstärker mit einer Bandbreite von 0...10 MHz und einer Verstärkung von etwa 50 dB. Vom Y-Eingang gelangt das Meßsignal wahlweise direkt oder über einen Koppelkondensator ( $C_{601}$ ) auf einen frequenzkompensierten Spannungsteiler. Er besteht aus den Teilern 2:1, 5:1, 10:1, 100:1, 1000:1. Diese werden mit dem Schalter  $S_{602}$  so kombiniert, daß der Ablenkoeffizient im Zyklus 1 - 2 - 5 zwischen 10 mV/T und 10 V/T ( $T \triangleq$  Teilung) variiert werden kann. Die Trimmer  $C_{603}$ ,  $C_{607}$ ,  $C_{612}$ ,  $C_{615}$ ,  $C_{618}$  dienen der Frequenzkompensation. Die Trimmer  $C_{602}$ ,  $C_{606}$ ,  $C_{610}$ ,  $C_{614}$ ,  $C_{617}$  werden so abgeglichen, daß jeder Teiler die gleiche Eingangskapazität besitzt. Das Signal gelangt weiterhin zum Eingang des FET  $T_{601}$ , dessen Eingang gegen nega-

tive Spannungsspitzen durch die Diode  $Gr_{601}$  geschützt wird. Bei positiven Spannungsspitzen wirkt die Gate-Source-Diode als Begrenzer. Um die Drift des Meßverstärkers geringzuhalten, ist der Eingang symmetrisch mit den Feldeffekttransistoren  $T_{601}$ ,  $T_{602}$  aufgebaut. Diese müssen auf gleiche Gate-Source-Spannung ausgemessen werden.

Mit  $R_{2000}$  kann die Symmetrie eingestellt werden. Dazu wird zunächst der Arbeitspunkt des Meßverstärkers mit  $R_{2007}$  an Pkt. 3 des Abschwächers auf 8,5 V eingestellt. Mit  $R_{2009}$  kann anschließend die Spannung zwischen den Punkten 3 und 5 auf 0 V eingestellt werden.

### Vertikalverstärker

Das Meßsignal gelangt jetzt auf eine symmetrische Doppelstufe mit den Transistoren  $T_{2002}$ ,  $T_{2003}$ ,  $T_{2004}$  und  $T_{2005}$ , die zur Linearisierung des Frequenzganges mit Spannungs- und Stromgegenkopplung arbeitet. Die Stromgegenkopplung läßt sich mit  $R_{2013}$  verändern, wodurch die Verstärkung des Meßverstärkers eingestellt wird. Der Eingangs-



**Bild 1: Einstrahloszilloskop EO 211 mit Bezeichnung der Betätigungs- und Anschlüsselemente**

- S<sub>1</sub>** Netzschalter
- Gr<sub>2</sub>** Netzkontrolle
- R<sub>3</sub>** Fokussierung
- R<sub>4</sub>** Helligkeit
- Bu<sub>1</sub>** Eingang Vertikalkanal
- Bu<sub>2</sub>** Masse
- S<sub>601</sub>** Umschaltung Eingang AC-DC, Vertikalkanal
- S<sub>602</sub>** Abschwächer, in Stufen schaltbar
- R<sub>2</sub>** Lageverschiebung vertikal
- Bu<sub>3</sub>** Eingang Horizontalverstärker bzw. Eingang Triggerung extern
- R<sub>5</sub>** Dehnung 2,5fach (in Linksanschlag kalibriert)
- S<sub>301</sub>** AUTO Automatische Umschaltung der Triggerung
- TV Einschaltung Integrationsglied
- ± Umschaltung Triggerpolarität
- S<sub>2</sub>** Umschaltung der Triggerung Intern, Extern
- S<sub>3</sub>** Umschaltung der Kippzeit, X-Y-Betrieb
- R<sub>1</sub>** Lageverschiebung horizontal
- R<sub>6</sub>** Triggerpegel

Foto: Römer

widerstand der Differenzstufe  $T_{2002}$ ,  $T_{2003}$  ist durch die Stromgegenkopplung hoch genug, um die FETs nicht zu belasten. Mit  $R_2$  kann die Stromverteilung in den Transistoren  $T_{2002}$ ,  $T_{2003}$  gesteuert werden. Damit ist eine Verschiebung des Strahls auf dem Bildschirm möglich. Die zweite Differenzstufe mit den Transistoren  $T_{2004}$ ,  $T_{2005}$  ist über die Widerstände  $R_{2018}$  und  $R_{2020}$  spannungsgegenggekoppelt, dadurch wird der Ein- und Ausgangswiderstand niedriggehalten, außerdem wird eine Stromsteuerung dieser Stufe erreicht. Deshalb ist der frequenzabhängige Eingangswiderstand ohne Einfluß auf die Verstärkung der Doppelstufe.

Das Meßsignal gelangt nun auf die symmetrische stromgegenggekoppelte Kaskodestufe. Die Gegenkopplung wird bei hohen Frequenzen mit  $R_{2034}$  und  $C_{2010}$  reduziert, um einem Verstärkungsabfall an der oberen Frequenzgrenze durch den sinkenden Außenwiderstand der Kaskode entgegenzuwirken. In Reihe zu den Außenwiderständen  $R_{2035}$ ,  $R_{2036}$  befinden sich die Drosseln  $Dr_{2001}$  und  $Dr_{2002}$ , die ebenfalls der Frequenzgangentzerrung dienen. Von den Kollektoren der Transistoren  $T_{2007}$  und  $T_{2009}$  gelangt das Signal symmetrisch zu den Vertikalablenkplatten der Oszillografenröhre.

#### Triggerverstärker und Impulstomer

Am Emitter von  $T_{2006}$  wird über  $R_{2106}$  das Triggersignal ausgekoppelt und gelangt über den Schalter  $S_2$  (INT, EXT) sowie über  $S_{301}$  ( $\pm$ ) wahlweise auf die Basis von  $T_{302}$  oder  $T_{303}$ . Dieser Differenzverstärker arbeitet als Begrenzerverstärker, dessen Begrenzungspegel sich mit  $R_6$  (Triggerpegel) einstellen läßt. Parallel zum Außenwiderstand  $R_{310}$  läßt sich mit  $S_{301}$  (TV) ein Kondensator schalten, so daß sich ein Integrationsglied mit einer Zeitkonstanten  $\tau \approx 0,1$  ms zur Abtrennung der Bildimpulse vom BAS-Signal ergibt. Das Triggersignal gelangt weiterhin

zum Stromtrigger mit den Transistoren  $T_{2011}$  und  $T_{2012}$ , dessen Arbeitspunkt mit  $R_{313}$  eingestellt wird.

#### Kippschaltung

Der Kippgenerator besteht aus dem Steuermultivibrator  $T_{2015}$  und  $T_{2016}$  mit dem Impedanzwandler  $T_{2014}$ , dem Entladetransistor  $T_{2017}$  und der Bootstrapstufe  $T_{2019}$  und  $T_{2020}$ . Die an MP 1 liegende Rechteckspannung wird durch den Kondensator  $C_{2015}$  und die Basis-Emitter-Diode von  $T_{2014}$  differenziert und der Basis von  $T_{2015}$  zugeführt. Diese positiven Triggerimpulse bewirken ein Umkippen des Steuermultivibrators, und der Entladetransistor  $T_{2017}$  geht in den gesperrten Zustand über.

Die Diode  $Gr_{2008}$  bzw.  $Gr_{2009}$  sperrt, und über den jeweiligen Ladewiderstand  $R_9$  bis  $R_{18}$  laden sich die zeitbestimmenden Kondensatoren  $C_{2024}$ ,  $C_{2025}$  bzw.  $C_{2026}$  auf. Die Ladespannung wird mit  $R_{2078}$  eingestellt, sie bestimmt die Kippzeit. Am Emitter von  $T_{2020}$  liegt der Bootstrapkondensator, der bei jedem beendeten Rücklauf über  $Gr_{2010}$  aufgeladen wird. Beim Hinlauf wirkt  $C_{2029}$  als Konstantspannungsquelle und sorgt für einen konstanten Ladestrom der zeitbestimmenden Kondensatoren  $C_{2024}$  bis  $C_{2026}$  und somit für einen linearen Sägezahn, der am Emitter von  $T_{2020}$  zur Verfügung steht. Ab einem mit  $R_{2075}$  einstellbaren Wert der Sägezahnspannung wird  $Gr_{2007}$  leitend und kippt den Steuermultivibrator in seine Ausgangslage zurück,  $T_{2017}$  wird leitend und entlädt  $C_{2024}$  bis  $C_{2026}$ . Ein erneutes Auslösen des Kippgenerators vor vollständiger Entladung der Kondensatoren  $C_{2024}$  bis  $C_{2026}$  verhindern die Haltekondensatoren  $C_{2027}$  und  $C_{2021}$ . Sie werden über  $Gr_{2007}$  während des Hinlaufes aufgeladen und entladen sich nach beendetem Hinlauf und gesperrtem  $Gr_{2007}$  über  $R_{2056}$ . Der Steuermultivibrator wird solange in seiner Ruhelage gehalten, bis sich der Haltekondensator wieder auf seinen ursprünglichen Wert entladen hat. Erst dann ist eine erneute Triggerung möglich.

#### Automatischer Freilauf

Liegt kein Triggersignal an und ist  $S_{301}$  (AUTO) gedrückt, so schwingt der Kippgenerator frei. Das wird durch Umschalten des Arbeitspunktes des Steuermultivibrators mit dem Transistor  $T_{2013}$  erreicht. Über  $C_{2016}$  und  $R_{2049}$  gelangt das Triggersignal an die Basis von  $T_{2013}$ , wird dort gleichgerichtet und bewirkt ein Durchschalten des Transistors.  $Gr_{2006}$  entlädt  $C_{2016}$  während der negativen Halbwelle. Beim Durchschalten von  $T_{2013}$  wird  $C_{2020}$  entladen und behält diesen Zustand auch während der negativen Halbwelle bei, so daß der Arbeitspunkt des Steuermultivibrators über  $R_{2053}$  umgeschaltet wird. In diesem Arbeitspunkt läßt sich der Sägezahngenerator triggern. Liegt kein Triggersignal an  $T_{2013}$ , ist dieser gesperrt, und der Sägezahngenerator schwingt frei.

#### Dunkeltastung

In der Zeit des Rücklaufes des Leuchtflecks muß dieser dunkelgetastet werden. Dazu wird ein Signal aus dem Steuermultivibrator ausgekoppelt und über  $R_{2066}$ ,  $C_{2032}$  der Basis von  $T_{2018}$  zugeführt, dort verstärkt und über  $C_{2033}$  der am Steuergitter der Oszillografenröhre liegenden Gleichspannung überlagert. Die Diode  $Gr_{2005}$  dient der Klemmung dieses Impulses.

#### X-Endstufe

Die X-Endstufe hat die Aufgabe, die Sägezahnspannung auf den für die Bildröhre erforderlichen Wert zu verstärken. Dabei muß die Bandbreite so groß sein, daß die Linearität der Sägezahnspannung nicht beeinflußt wird. Dafür ist ein Differenzverstärker geeignet. Er besteht aus den Transistoren  $T_{2022}$ ,  $T_{2023}$  und  $T_{2021}$  als Stromquelle. In die Basis von  $T_{2022}$  wird die Sägezahnspannung eingespeist und in  $T_{2023}$  eine mit  $R_1$  variable Gleichspannung zur Strahlverschiebung. Mit  $R_5$  läßt sich die Verstärkung der X-Endstufe im Verhältnis 1:2,5 regeln, womit sich die Zeitbasis im selben Verhältnis dehnen läßt.

#### X-Eingangsschaltung

Wird an  $Bu_3$  eine Wechselfspannung angelegt, so gelangt diese über  $C_1$ ,  $R_{302}$ ,  $C_{301}$  und  $R_{303}$  an das Gate des FET  $T_{301}$ , der gegen Überspannung durch die Doppeldiode

#### Technische Daten

<b>Oszillografenröhre</b>	
Typ	B 7 S 2 G 5
Arbeitsbereich des Schirmes	
vertikal	24 mm $\triangleq$ 4 T
horizontal	60 mm $\triangleq$ 10 T
<b>Vertikalablenkkanal</b>	
Wertebereich des Ablenkoeffizienten	10 mV/T...10 V/T in zehn Stufen
Bandbreite	
DC	0...10 MHz
AC	2 Hz...10 MHz
Anstiegszeit	$\leq 35$ ns
Überschwingen	$\leq 2,5\%$
Signaleingang des Vertikalverstärkers	
Eingangswirkwiderstand	1 M $\Omega$
Eingangskapazität	32 pF
Wertebereich des Zeitablenkoeffizienten	30 ms/T...0,3 $\mu$ s/T in elf Stufen
<b>Horizontalverstärker</b>	
Ablenkoeffizient	0,5 V/T (unkalibriert)
Dehnungsfaktor	1...2,5 (kontinuierlich)
Bandbreite	2 Hz...0,5 MHz
Eingangswirkwiderstand	1 M $\Omega$
Eingangskapazität	32 pF
<b>Anzeigestabilisierung</b>	
Art der Anzeigestabilisierung	Triggerung abschaltbar
automatischer Freilauf	Integrationsglied zur Triggerung auf die Bildimpulse ( $\tau \approx 0,1$ ms)
TV-Triggerung	intern/extern umschaltbar
Triggerauslösung	kontinuierlich einstellbar
Triggerpolarität	
Triggerpegel	
<b>Grenzwerte der Anzeigestabilisierung</b>	
intern	$\leq 1$ T
extern	$U_{SS} = 0,15...2$ V
Frequenzbereich der Anzeigestabilisierung	10 Hz...10 MHz
Zusatzeinrichtung	Meßrastrer
<b>Nennarbeitsbedingung</b>	
Nennspannung	220 V $\pm 10\%$
Nennfrequenz	48...64 Hz
Klimaeignung nach TGL 14 283	
Referenzbedingungen	23 °C $\pm 2$ K
	40...60% relative Luftfeuchte
<b>Grenzarbeitsbedingungen</b>	
	5...40 °C
	10...80% relative Luftfeuchte
Leistungsaufnahme	25 VA
Schutzklasse	I TGL 21 366
<b>Mechanische Eigenschaften</b>	
Konstruktion	Plattengehäuse mit Aufstellbügel
Abmessungen	258 mm $\times$ 130 mm $\times$ 280 mm
Masse	4,5 kg

*Fortsetzung von Seite 731*

Gr<sub>301</sub> und die Gate-Source-Diode geschützt ist. Von der Sourceelektrode gelangt das Signal über einen Emitterfolger an den Schalter S<sub>3/1</sub> (Kippstufenschalter) und wird von dort wahlweise über S<sub>2INT/EXT</sub> an den Triggerverstärker oder über die Phasenumkehrstufe T<sub>1</sub> an die X-Endstufe geschaltet. Mit R<sub>2009</sub> wird der Arbeitspunkt der X-Eingangsschaltung einschließlich T<sub>1</sub> eingestellt.

### *Netzteil*

Der im Netzteil eingesetzte Transformator M 65 besitzt sekundärseitig mehrere Anzapfungen zur Gewinnung der verschiedenen erforderlichen Spannungen durch Einweggleichrichtung. Die Versorgungsspannung für den Kippenteil und einen Teil des Meßverstärkers werden mit T<sub>2024</sub> stabilisiert. Die Betriebsspannung des Stromtriggers wird mit T<sub>2025</sub> und den Dioden Gr<sub>2015</sub> bis Gr<sub>2018</sub> stabilisiert. Die Versorgungsspannungen der Oszillografenröhre und der Ablenkstufen sind nicht stabilisiert.