



ELV-203-2-Kanal-Oszilloskop-Bausatz

In Zusammenarbeit mit HAMEG stellt ELV einen 2-Kanal-Oszilloskop-Bausatz vor, dessen technische Daten dem in Europa meistverkauften Gerät HM 203 entsprechen. Unter der Bezeichnung ELV 203 ist dieses 20 MHz-Oszilloskop exklusiv bei ELV als Bausatz verfügbar. Der Artikel behandelt ausführlich die Technik, den Nachbau, die Inbetriebnahme und den Abgleich.

Allgemeines

Auch im Computer-Zeitalter ist das Oszilloskop nach wie vor das Meßgerät Nummer 1. ELV bietet mit diesem Bausatz nicht nur Preisvorteile, sondern auch die Möglichkeit, durch den Selbstbau tiefer in die Technik der Oszilloskope einzusteigen. Die daraus resultierenden Erkenntnisse werden vor allem eine große Hilfe beim späteren Umgang mit solchen Geräten sein.

Mit dem ELV 203 wurden hinsichtlich Preis-/Leistungsverhältnis und Nachbausicherheit wirklich neue Maßstäbe gesetzt. Eine gewisse Garantie für das Funktionieren des ELV 203 ergibt sich allein schon aus der Tatsache, daß von der Entwicklerfirma, nämlich HAMEG, Hunderttausende von Fertiggeräten mit den gleichen technischen Daten gebaut und verkauft wurden.

Doch dieser Tatbestand allein genügt noch nicht, um auch mit dem Bausatz ELV 203 den gleichen Leistungsstandard zu erreichen. Zur Erzielung einer größtmöglichen Nachbausicherheit werden die beiden mit SMD-Bauteilen bestückten Eingangsteiler als fertig abgeglichene Einheit geliefert. Hinzu kommt ein weiterer Pluspunkt, welcher aus der Serienfertigung resultiert. Das Aussortieren einer Vielzahl axialer Bauelemente von Hand ist bedeutend aufwendiger als das maschinelle Bestücken. Aufgrund der Komplexität dieses Bausatzes sind daher alle Leiterplatten mit

Widerständen und Dioden bereits bestückt, so daß hier kein Fehler möglich ist. Ebenfalls ist das Metall-Chassis bereits komplett montiert und die Strahlröhre eingebaut, so daß Transportschäden so gut wie ausgeschlossen sind.

Besonders für die exakte Darstellung von impulsartigen Signalen ist es unumgänglich, den Meßverstärker vor allem im höheren Frequenzbereich korrekt abzugleichen. Um dies sicherzustellen, wird daher dem Bausatz ELV 203 eine fertig

Tabelle 1:

Inhaltsübersicht

Teil 1:	ELVjournal 5/91
I.	Das ELV-203-Oszilloskop
II.	Blockschaltbild
III.	Technische Einzelheiten
III.1.	Vertikal-Ablenkung
III.2.	Zeitablenkung
III.3.	CRT-Kreis und -Netzteil
III.4.	Komponententester
Teil 2:	ELVjournal 6/91
IV.	Schaltungsbeschreibung
IV.1.	Vertikal-Verstärker
IV.2.	Zeitablenkung
Teil 3:	ELVjournal 1/92
IV.3.	Bildröhrenkreis
IV.4.	Netzteil
Teil 4:	ELVjournal 2/92
V.	Bauanleitung
Teil 5:	ELVjournal 3/92
VI.	Inbetriebnahme
VII.	Abgleich

bestückte Leiterplatte mit einem quarzstabilen Rechteck-Generator mit schneller Anstiegszeit ($<5\text{ns}$) beigelegt. Dieser ist ebenfalls für den unbedingt erforderlichen Abgleich der Zeitbasis verwendbar. Später kann derselbe auch jederzeit für die ständige Kontrolle des Gerätes oder einen manchmal erforderlichen Nachgleich aufgrund alternder Bauteile eingesetzt werden.

Aus den vorstehend beschriebenen Details wird der sachkundige Elektroniker sicher erkennen, daß alles getan wurde, den Nachbau sowie den Abgleich und die Prüfung des ELV 203 so problemlos wie möglich zu gestalten. Für den engagierten Elektroniker, der im Aufbau elektronischer Geräte bereits etwas Erfahrung besitzt, wird der Nachbau ohnehin keine Schwierigkeiten bereiten.

In diesem Zusammenhang soll nicht unerwähnt bleiben, daß im Falle „unlösbarer“ Probleme selbstverständlich der ELV-Reparaturservice für eine schnelle und kostengünstige Instandsetzung die beste Garantie ist.

Die Aufteilung dieses recht umfangreichen Artikels ist anhand markanter Zwischenüberschriften gut strukturiert und als Übersicht in Tabelle 1 zusammengefaßt.

I. Das ELV-203-Oszilloskop

Das vorliegende Oszilloskop-Konzept mit dem Namen ELV 203 wurde von Fachleuten entwickelt, die seit mehr als 25 Jahren innovativ auf diesem Gebiet tätig sind. Es entspricht dem neuesten Stand der Technik in jeder Hinsicht.

Das ELV 203 ist im Frequenzbereich von 0 bis 20 MHz auf allen Gebieten der Elektrotechnik bzw. der Elektronik anwendbar. Begnügt man sich mit kleineren Bildhöhen, können sogar Signale mit Frequenzen über 40 MHz dargestellt werden. Dies ist nicht zuletzt durch die ausgezeichneten Triggereigenschaften, die seit Jahren allen Hameg-Oszilloskopen eigen sind, möglich.

Das ELV 203 besitzt zwei Y-Eingänge mit einer maximalen Eingangsempfindlichkeit von 1 mV/cm. Der Eingang von Kanal 2 dient im XY-Betrieb, in dem z. B. lissajous'sche Figuren dargestellt werden können, als X-Eingang. Außerdem steht ein Eingang zur Einspeisung eines externen Triggersignals zur Verfügung.

Durch den eingebauten Komponententester wird die universelle Anwendbarkeit des Gerätes noch beträchtlich erhöht. Besonders für den Test von Halbleitern hat sich diese Einrichtung in den letzten Jahren hervorragend bewährt. Vor allem sind auch sogenannte IN CIRCUIT-Tests möglich. Dabei sind komplette Schaltungsteile sehr gut durch Vergleichsmessungen zu analysieren. Die Bestimmung der Spulen-, Kon-

denatoren- und Widerstandswerte ist jedoch nur relativ grob möglich.

Trotz des hohen Bedienungskomforts ist das ELV 203 sehr einfach zu handhaben. Auch dem Newcomer auf dem Gebiet der Oszilloskopie wird es nicht schwerfallen, sich in kurzer Zeit mit dem Gerät vertraut zu machen.

Wie aus dem in der Abbildung dargestellten Frontbild ersichtlich ist, sind die Bedienfelder übereinander angeordnet. Die für die X-Ablenkung wichtigen Bedienelemente befinden sich im oberen Bereich, die Y-Ablenkung wird mit den darunter angeordneten Einstellelementen beeinflusst. Die Signaleingänge sind als BNC-Buchsen ausgeführt.

An dem Gehäuse befindet sich ein Griff, der in unterschiedliche Raststellungen geschwenkt werden kann. Nachdem die Rückdeckel-Befestigungsschrauben entfernt wurden, kann das Gehäuse nach hinten abgezogen werden.

Das Bestreben, auch komplizierte Geräte relativ einfach aufzubauen, wurde beim ELV 203 in einer Form realisiert, die als beispielhaft gelten kann.

II. Blockschaltbild (Bild 1)

Das ELV 203 besteht im wesentlichen aus 4 Funktionsgruppen:

1. Vertikalablenkung
2. Zeitablenkung
3. Bildröhre
4. Netzteil

Der Vertikalablenkteil besteht aus Eingangskopplung, Teilerschaltern und Vorverstärkern sowie den Zwischenverstärkern. Über den Y-Kanalschalter gelangt das Y-Signal auf den Y-Endverstärker und die Vertikal-Ablenkplatten.

Die Anpassung der Signalamplitude an die gewünschte Bildhöhe ist mit Hilfe der Eingangsteiler und den Y-Ampl.-Feinreglern möglich. Die Positionierung der Signale in vertikaler Richtung ist mit den Y-Pos.-Reglern einstellbar. Alle für die Vertikalablenkung verantwortlichen Baugruppen sind im Blockschaltbild mit dem Buchstaben Y vor der Bezeichnung gekennzeichnet.

Mit der Zeitablenkung wird die Anzahl der Kurvenbilder bzw. deren Länge in horizontaler (X)-Richtung eingestellt. Die entsprechenden Baugruppen befinden sich in der unteren Hälfte des Blockschaltbildes.

Um überhaupt stehende Bilder zu erhalten, muß die Zeitbasis getriggert werden. Zu diesem Zweck befindet sich vor der Zeitbasis ein Spannungscomparator. Dieser hat die Aufgabe, alle ankommenden Signale in Rechteckimpulse mit TTL-Pegel umzuwandeln, mit denen dann die

Technische Daten (21° C, 15 Min.)		Horizontal-Ablenkung	
Bandbreite:	typ. 25 MHz (-3 dB), garantiert 20 MHz	Zeitkoeffizienten:	18 kalibrierte Stellungen von 0,2 µs/cm bis 0,1s/cm mit 1-2-5 Teilung,
Eingangsempfindlichkeit:	1 mV/cm	Genauigkeit der kalibrierten Stellungen:	±3 %; variabel 2,5 : 1 bis maximal 0,25 s/cm, mit X - Dehnung x 10 bis 20 ns/cm ± 5 %, Holdoff-Zeit: variabel bis ca. 10 : 1
Vertikal-Ablenkung		Bandbreite X-Verstärker:	0 - 3 MHz (-3 dB) Eingang X-Verstärker über Kanal II, Empfindlichkeiten wie K II
Betriebsarten:	Kanal I oder Kanal II einzeln, Kanal I und II: altern. oder chop. (Chopperfrequenz ca. 0,4 MHz) Summe oder Differenz von K I und K II, (Kanal II invertierbar) über Kanal I (Y) und Kanal II (X)	X-Y-Phasendifferenz:	<3° unter 220 kHz
XY-Betrieb:		Komponententester	
Frequenzbereich:	2 x DC bis 20 MHz (-3 dB)	Testspannung:	ca. 8,5 V ϵ r (Leerlauf)
Anstiegszeit:	ca. 17,5 ns	Teststrom:	ca. 8mA ϵ r (Kurzschluß)
Überschwingen:	≤1 %	Testfrequenz:	= Netzfrequenz
Ablenkkoeffizienten:	10 kalibrierte Stellungen von 5 mV/cm bis 5 V/cm mit 1-2-5 Teilung	Testkabelanschluß:	2 Steckbuchsen 4 mm Ø. Prüfkreis liegt empfindlich an Masse (Schutzleiter)
Genauigkeit der kalibrierten Stellungen:	±3 %; variabel 2,5:1 bis mindestens 12,5 V/cm. Y-Dehnung x 5 (kalibriert) bis 1m V/cm ± 5 % im Frequenzbereich 0 bis 3,5 MHz (-3 dB)	Verschiedenes	
Eingangsimpedanz:	1 MΩ 25 pF	Röhre:	ER140 GH/-, Rechteckform, Innenraster, 8 x 10 cm
Eingangskopplung:	DC - AC - GD (Ground)	Beschleunigungsspannung:	2000 V
Eingangsspannung:	max. 400 V (DC + Spitze AC)	Strahlendrehung:	auf Frontseite einstellbar
Triggen		Kalibrator:	Rechteckgenerator ca. 1 kHz für Tastkopfabgleich
Mit Automatik:	10 Hz - 40 MHz; ≥ 5 mm	Ausgang:	0,2 V u. 2 V ± 1 %
Normal mit Pegel-einstellung:	DC - 40 MHz	Netzanschluß:	110, 125, 220, 240 V - ± 10 %
Flankenrichtung:	positiv oder negativ	Netzfrequenzbereich:	50 Hz bis 400 Hz
ALT.-Triggen:	LED-Anzeige für Triggenersatz	Leistungsaufnahme:	ca. 37 Watt bei 50 Hz
Quellen:	K I, K II, Netz, extern	Umgebungstemperatur:	+ 10 °C... + 40 °C
Kopplung:	AC (10 Hz - 10 MHz), DC (0 - 10 MHz), LF (0 - 50 kHz), HF (1,5 kHz - 40 MHz) extern ≥ 0,3 V. Aktiver TV-Sync-Separator für Zeile und Bild	Schutzart:	Schutzklasse I (VDE 0411)
Triggerschwelle:		Gewicht:	ca. 7,5 kg
		Gehäusemaße:	B 285, H 145, T 380 mm Mit verstellbarem Aufstell-Tragegriff

Zeitbasis getriggert wird.

Für die interne Triggen werden die Y-Signale hinter den Y-Vorverstärkern zur Ansteuerung der jeweiligen Triggenverstärker ausgekoppelt. Mit dem Triggenkanalschalter wird bestimmt, welches Y-Signal auf den nachfolgenden Synchronverstärker gelangt und als Triggenersignal dient.

Durch den Triggen-LEVEL-Regler wird bei NORM.-Triggen bestimmt, bei welcher Amplitude des Triggenersignals der Start der X-Ablenkung erfolgt.

Vor dem Triggenkomparator befindet sich der Triggenflanken-Wahlschalter, mit dem bestimmt wird, ob steigende oder fallende Flanken die Triggen auslösen.

Die Triggen von Videosignalen wird mit dem TV-Separator erleichtert. Hierbei werden die Synchronimpulse vom Bildinhalt getrennt und als Triggenersignal verwendet. In Stellung V werden die Zeilensynchronimpulse unterdrückt.

Die beiden Ablenkeinrichtungen steuern die Ablenkplatten der Bildröhren, während die Helltastung des Strahls durch die Zeitbasis ausgelöst wird. Mit dem Helltastensignal wird die Kathode der Strahlröhre, die auf Hochspannungspotential liegt, über einen Optokoppler angesteuert. Im Hochspannungskreis befinden sich auch die Regler für Helligkeit und Schärfe des Kathodenstrahls.

Das Netzteil erzeugt die einstellbare stabilisierte +12 V-Niederspannung. Alle anderen Spannungen wie die -12 V sowie +135 V und +152 V (für die Ablenk-Endstufen) sind ebenfalls stabilisiert. Hierbei wird +12 V als Referenzspannung genutzt und die für die Logik-Schaltkreise benötigte Spannung von +5 V und +12 V abgeleitet. Ebenso wird mit der +5 V-Versorgungsspannung für die Y-Vorverstärker verfahren.

Für die Erzeugung der Hochspannung besitzt der Netztrafo eine 460V-Wicklung.

Die Spannung wird dann vervielfacht und über eine elektronische Stabilisierung dem Hochspannungskreis zugeführt. Netzschwankungen von ±10 % haben auf die stabilisierten Spannungen keinen Einfluß.

III. Technische Einzelheiten

III.1. Vertikal-Ablenkung

Die Vertikal-Verstärker bestehen aus symmetrisch aufgebauten Gegentaktstufen. Im Eingang befinden sich Trennverstärkerstufen, die eine Driftkompensation überflüssig machen.

Die Bandbreite des Vertikal-Verstärkers beträgt mindestens 20 MHz (-3 dB). Typisch sind jedoch Werte von 22 - 25 MHz. Ausgehend von 8 cm Bildhöhe für die niederen Frequenzen, bezieht sich der -3 dB-Wert auf 5,6 cm. Da dieser Wert hauptsächlich von der Aussteuerbarkeit der Y-Endstufe bestimmt wird, können bei kleineren Bildhöhen Signale mit noch wesentlich höherer Frequenz aufgezeichnet werden. Bei 40-MHz wird noch eine Bildhöhe von etwa 2 cm erreicht. Das maximale Überschwingen des gesamten Verstärkers liegt unter 1 %. Die vornehmlich in der Endstufe auftretenden Laufzeitunterschiede werden mit mehreren RC-Gliedern auf konstante Gruppenlaufzeit kompensiert.

Eine der kritischsten Baueinheiten eines Oszilloskops ist der Eingangsteiler. Er dient der Anpassung der Signalamplitude an den Meßverstärker und muß exakt frequenzkompensiert sein, andernfalls ist eine naturgetreue Übertragung z. B. von Rechtecksignalen unmöglich. Für den vorliegenden Fall ist das maximale Teilverhältnis 1000 : 1.

III.2. Zeitablenkung

Besonderes Qualitätsmerkmal ist die stabile Triggen bis mindestens zur dop-

pelten Grenzfrequenz des Meßverstärkers. Trotz der Verwirklichung kompromißloser Anforderungen ist die Schaltung durch Anwendung monolithisch integrierter Schaltkreise relativ einfach. Gegenüber der sonst üblichen Triggeraufbereitung wird das Synchronsignal einem Spannungs-Komparator mit TTL-Ausgang zugeführt. Der Spannungssprung wird dann als Triggerflanke für die nachfolgende Steuerlogik benutzt. Die hohe Empfindlichkeit des verwendeten Komparators erlaubt auch die Triggerung extrem kleiner Signale. Selbst bei einer Bildhöhe von nur 5 mm können diese noch einwandfrei stehend aufgezeichnet werden.

In Stellung „Automatische Triggerung“ ist die Darstellung einfacher Signale auch ohne Bedienung des „LEVEL“-Reglers möglich. In diesem Fall wird der Ablenkgenerator ständig ausgelöst, so daß auch ohne Signal am Eingang des Meßverstärkers auf dem Bildschirm immer eine Zeitlinie geschrieben wird. Die Auslösung des Ablenkgenerators kann, abhängig vom Triggerflankenschalter, durch steigende oder fallende Triggersignalfanken erfolgen.

Mit dem Triggerfilter können hoch- oder niederfrequente Anteile des Triggersignals vermindert bzw. unterdrückt werden (HF, LF). Gleichspannungsanteile werden mit AC- bzw. DC-Kopplung beeinflusst. Die Triggerung netzfrequenter Signale kann mit Netz-Triggerung erfolgen. Bei externer Triggerung ist ein Signal von etwa 0,3 V_{ss} erforderlich.

Die Zeitablenkung ist in 18 Bereiche

aufgeteilt. Bei maximaler Auflösung sind Signale mit einer Frequenz von 40 MHz noch auswertbar. Aufgrund der galvanischen Koppelmöglichkeit sind auch DC-Werte triggerbar.

Im XY-Betrieb erfolgt die Ansteuerung der X-Endstufe über Kanal II, den Triggerverstärker CH II und den Sync.-Verstärker.

III.3. CRT-Kreis und -Netzteil

Als Strahlröhre findet die ER140-GH mit einer Schirmfläche von ca. 80x100 mm Verwendung. Die Gesamtbeschleunigung beträgt ca. 2 kV. Diese im Verhältnis zum Schirmdurchmesser relativ hohe Spannung bewirkt ein helles und scharfes Bild. Die gesamte Röhre ist durch eine Mumetall-Abschirmung geschützt, so daß auch von außen einwirkende Störfelder den Strahl normalerweise nicht beeinflussen können. Als Besonderheit besitzt die Strahlröhre ein in cm aufgeteiltes Innenraster.

Da alle wichtigen Versorgungs-Spannungen elektronisch stabilisiert sind, haben auch größere Netzspannungs-Schwankungen auf die dargestellten Bilder kaum einen Einfluß.

Der Netzkreis ist vollkommen berührungssicher aufgebaut. Zu beachten ist jedoch, daß die im Gerät erzeugte Hochspannung lebensgefährlich ist. Das ELV 203 entspricht den VDE-Bestimmungen 0411 Schutzklasse I. Netzspannungs-Umschaltung und Netzsicherung sind ohne Ausbau des Gerätes von außen zugänglich.

III.4. Komponententester

Die Umschaltung von Oszilloskop-Betrieb auf Komponenten-Prüfung erfolgt mittels „CT“-Taste. Das Testergebnis wird auf dem Bildschirm angezeigt. Bildhöhe und Bildbreite sind fest eingestellt. Die Testspannung beträgt ca. 8,5 V. Normale Halbleiter können deshalb mit dem Komponenten-Tester nicht zerstört werden. Neben einzelnen Bauteilen können auch solche direkt in der Schaltung geprüft werden.

Besonders bei der Fehlersuche in komplex aufgebauten Schaltkreisen ist es durch Vergleich möglich, Fehler zu lokalisieren. Kurzgeschlossene Prüfbjekte werden durch einen senkrecht stehenden Strich angezeigt. Bei Unterbrechung oder ohne Prüfbjekt zeigt sich immer eine waagerechte Linie. Schräggehende Striche deuten auf Widerstände im Meßkreis hin. Bei überwiegend kapazitiven Einflüssen zeigen sich ellipsenförmige Bilder. Der Einfluß von Halbleitern wird durch Knicke in der Linienführung angezeigt.

Eine Veränderung der Oszilloskop-Einstellungen ist bei Testbetrieb nicht erforderlich. Daher kann sofort nach dem Auslösen der „CT“-Taste der Oszilloskop-Betrieb fortgesetzt werden. Für alle Prüfungen muß das Testobjekt stromlos und erdfrei sein.

Im zweiten Teil dieses Artikel folgt dann die Schaltungsbeschreibung, beginnend mit der Erläuterung des Vertikal-Verstärkers, gefolgt von der Zeitablenkung. **ELV**

Bild 1: Blockschaltbild des 2-Kanal-Oszilloskops ELV 203

