

# ELV-Serie 7000:

## Gleichlaufprüfgerät GLP 7000



*Gute Gleichlaufeigenschaften sind ein wesentliches Qualitätsmerkmal für Kassetten-Recorder, Spulen-Tonbandgeräte und auch Video-Recorder.*

*Mit dem hier vorgestellten Gleichlauf-Prüfgerät können sowohl die Schwankungen (Wow und Flutter) als auch die absoluten Abweichungen (Drift) genau und schnell gemessen werden.*

### Allgemeines

Bei der Beurteilung und Einstellung von Speichergeräten des Audio- und Video-Bereiches spielen die Gleichlaufeigenschaften neben dem Frequenzgang und dem Geräuschspannungsabstand eine herausragende Rolle. Diese werden verursacht durch den nicht vollkommen gleichmäßigen Transport des Magnetbandes, was sich durch mehr oder weniger Tonhöhen-schwankungen bemerkbar macht.

Grundlage der Gleichlaufmessungen ist die nach DIN genormte Referenzfrequenz von 3150 Hz. Eine zweite nach CCIR genormte Referenzfrequenz beträgt 3000 Hz. Diese ist jedoch zumindest in Europa wenig gebräuchlich. Durch einen Umschalter kann das ELV-Gleichlauf-Prüfgerät GLP 7000 auf beiden Grundfrequenzen arbeiten.

Grundsätzlich wird nun zwischen 2 Meßarten unterschieden:

1. Abweichung von der Soll-Geschwindigkeit und Drift:

Für diese Messung ist eine Testkassette erforderlich, auf der sich mit hinreichender Genauigkeit die Referenzfrequenz (3150 Hz bzw. 3000 Hz) befindet. Es kann sowohl die absolute Geschwindigkeitsabweichung als auch die Drift gemessen werden. Letztere kommt z. B. durch unterschiedliche Reibung des Antriebssystems über längere Zeit (zwischen Anfang und Ende des Bandwickels) und dem damit verbundenen unterschiedlichen Schlupf gegenüber dem Antriebsmotor zustande. Die genaue Bedienung des Gerätes wird im folgenden Kapitel noch ausführlich beschrieben.

2. Gleichlaufschwankungen (Wow und Flutter):

Hierbei werden sowohl sehr langsam ablaufende Tonhöhen-schwankungen im Bereich von 0,3 Hz bis 6 Hz, die als Jaulen (Wow) empfunden werden, gemessen

als auch höherfrequente Anteile bis hin zu 100 Hz, die sich durch Rauigkeit des Tones (Flutter) bemerkbar machen. Beim GLP 7000 stehen hierfür 3 Meßbereiche zur Verfügung.

Je nach eingeschaltetem Meßbereich mißt das Gerät die prozentuale Abweichung der Momentangeschwindigkeit (Wow und Flutter) bzw. die prozentuale Abweichung der Durchschnittsgeschwindigkeit (Drift) vom Soll-Wert, wobei letzteres, wie bereits erwähnt, nur mit Hilfe eines entsprechenden Testbandes möglich ist.

### Bedienungsanleitung

Die Stromversorgung des ELV-Gleichlauf-Prüfgerätes GLP 7000 erfolgt über ein handelsübliches 9 V/200 mA-Steckernetzteil, das auf der Rückseite des Gehäuses angeschlossen wird.

Rechts auf der Frontplatte befindet sich ein Schalter zum Einschalten des Gerätes. Eine darüber angeordnete Kontroll-LED zeigt die Betriebsbereitschaft an.

In der Mitte der Frontplatte wird jetzt mit dem entsprechenden Wahlschalter die gewünschte Betriebsart eingestellt (3150 Hz nach DIN oder 3000 Hz nach CCIR).

Darunter sind die Eingangs- und Ausgangsbuchsen angeordnet. Es steht wahlweise eine Dioden-Buchse, die Anschlüsse für Aufnahme und Wiedergabe besitzt oder 2 Cinch-Buchsen für Aufnahme und Wiedergabe getrennt zur Verfügung.

### Gleichlaufschwankungen (Wow und Flutter)

Bei einer Messung ohne Testkassette ist zunächst die Aufzeichnung der Referenzfrequenz mit dem zu überprüfenden Gerät auf ein beliebiges Band erforderlich. Hierzu liefert das GLP 7000 eine hochstabile Referenzfrequenz von 3150 Hz (bzw. 3000 Hz), die aus einem Quarzoszillator hergeleitet wird. Durch ein aufwendiges Filter wird aus der ursprünglichen Rechteckkurvenform ein Sinus mit einem Klirrfaktor von typ. kleiner 1% erzeugt.

Nach erfolgter Aufnahme wird das Band zurückgespult und im Wiedergabemodus gestartet. Die Gleichlaufmessung kann nun wahlweise mit dem Testband oder dem selbst aufgenommenen Band durchgeführt werden. Beim Abspielen der Eigenaufnahme sind die Meßergebnisse im Mittel ca. 40% höher, als beim Abspielen einer professionellen Testkassette, da auch die Gleichlaufschwankungen bei der Aufnahme mitbewertet werden.

Der Kippschalter „Test/Messen“ wird in Stellung „Messen“ gebracht und der Meßbereichswahlschalter in Stellung „1%“. Das Poti-„Kalibrieren“ ist hierbei ohne Einfluß.

Auf dem gut ablesbaren, großen Zeigermeßwerk können jetzt die Gleichlaufschwankungen (Wow und Flutter) abgelesen werden, wobei der Meßbereichswert 1% entspricht. Bei hochwertigen Kassetten-Recordern mit geringen Gleichlaufschwankungen kann je nach Erfordernis auf einen kleineren Meßbereich mit einem Endwert von 0,3% bzw. 0,1% umgeschaltet werden.

### Geschwindigkeitsabweichungen und Drift

Für diese Messungen ist in jedem Fall eine Testkassette erforderlich, auf der die Referenzfrequenz von 3150 Hz (bzw. 3000 Hz) mit hinreichender Genauigkeit aufgezeichnet wurde.

Zur Messung der absoluten Geschwindigkeitsabweichung wird zunächst der Schalter „Test/Messen“ in Stellung „Test“ gebracht.

Der Meßbereichswahlschalter wird in Stellung „Drift 5%“ gebracht.

Mit dem Einstellregler „Kalibrieren“ wird das Meßwerk genau in Mittelstellung gedreht (Drift: 0%).

Nachdem der Schalter „Test/Messen“ in Stellung „Messen“ gebracht wurde, kann auf

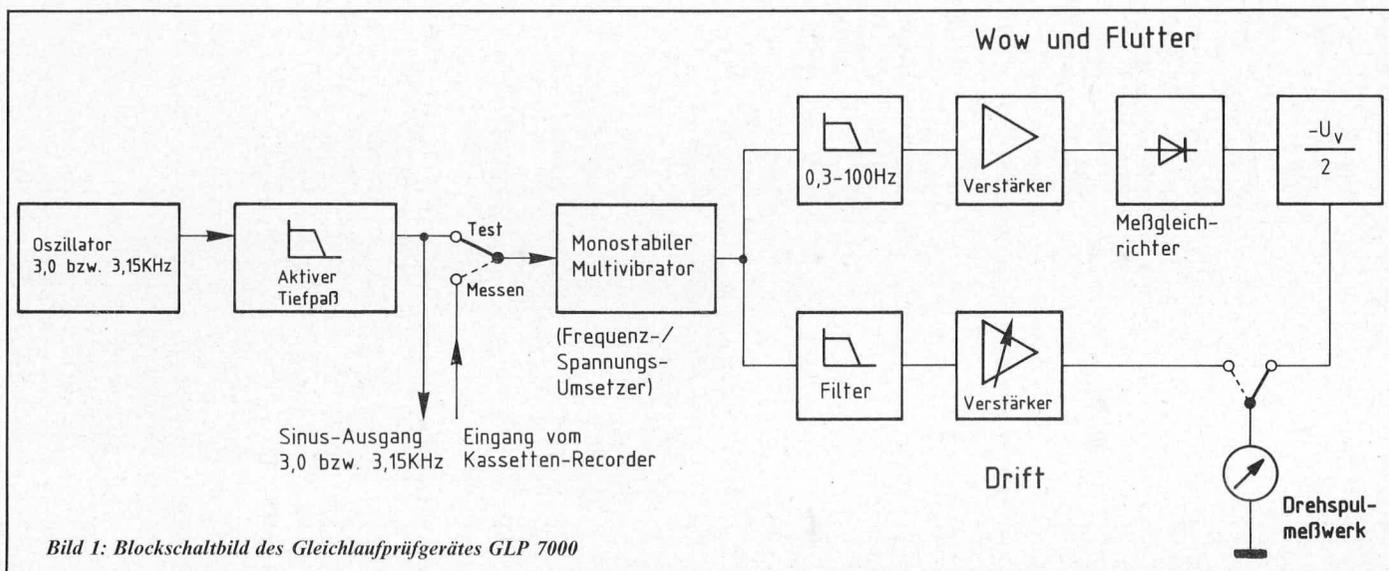


Bild 1: Blockschaltbild des Gleichlaufprüfgerätes GLP 7000

dem Meßwerk die absolute Geschwindigkeitsabweichung des Testgerätes im Bereich von  $\pm 5\%$  abgelesen werden.

Anhand der Service-Unterlagen des zu überprüfenden Gerätes kann die Geschwindigkeit bei den meisten Geräten nachgestellt werden, und zwar so, daß die Abweichungen möglichst gering werden (ca.  $0,5\%$  und besser).

Neben der absoluten Geschwindigkeitsmessung kann die Drift eines angeschlossenen Gerätes überprüft werden. Hierzu bringt man das Band an den Anfang und stellt in Stellung „Messen“ mit dem Einstellregler „Kalibrieren“ das Meßwerk auf  $0\%$  ein. Über den gesamten Bereich der Testkassette kann beobachtet werden, wie sich die Bandgeschwindigkeit verhält. Durch unterschiedlichen Bandzug, bedingt durch sich ändernde Wickelgrößen des Tonträgers, kann sich ein mehr oder weniger großer Driftfehler einstellen. Durch geeignete Korrekturen an Tonrolle bzw. Wickelteller läßt sich hier anhand der Service-Unterlagen ggf. eine Verbesserung vornehmen.

### Zur Schaltung

Zur Veranschaulichung des Meßprinzips ist in Bild 1 das Blockschaltbild dargestellt.

Ein Quarzoszillator mit nachfolgendem Digital-Teiler gibt eine Frequenz von  $3150\text{ Hz}$  bzw.  $3000\text{ Hz}$  ab. Der nachgeschaltete Tiefpaß vierter Ordnung erzeugt daraus ein Sinussignal mit einem Klirrfaktor von typ. kleiner  $1\%$ . Für die hier vorliegenden Messungen ist dies mehr als ausreichend, da im wesentlichen die Frequenzgenauigkeit und Stabilität im Vordergrund steht.

In Stellung „Test“ gelangt das stabile Oszillatorsignal auf einen monostabilen Multivibrator, der in Verbindung mit den nachgeschalteten Filtern als Frequenz-/Spannungs-Umsetzer arbeitet.

Das Impulsverhältnis ist so gewählt, daß sich bei der Driftmessung mit Hilfe des Kalibrier-Potis der Meßbereichsmittelpunkt einstellen läßt.

Wird anschließend der Kippschalter in Stellung „Messen“ gebracht, gelangt die tatsächliche vom zu überprüfenden Gerät

kommende Frequenz auf den monostabilen Multivibrator. Ist die absolute Bandgeschwindigkeit größer als der Nennwert, so liegt in gleichem Verhältnis die Ausgangsfrequenz höher, als der eingestellte Sollwert von  $3150\text{ Hz}$  (bzw.  $3000\text{ Hz}$ ). Der monostabile Multivibrator wird häufiger getriggert, d. h. in Verbindung mit dem nachgeschalteten Tiefpaß ergibt sich eine höhere Ausgangsspannung. Das Meßwerk schlägt nach rechts aus und die prozentuale Abweichung kann abgelesen werden. Analog dazu bewegt sich der Zeiger nach links, bei Bandgeschwindigkeitsabweichungen nach unten.

Die Wow- und Flutter-Messungen werden in ähnlicher Weise durchgeführt, lediglich mit dem wesentlichen Unterschied, daß ein zusätzlicher Meßgleichrichter die kurzfristigen Frequenz- und damit Geschwindigkeitsschwankungen festhält. Da hierbei keine positiven und negativen Abweichungen zu erfassen sind, kann die gesamte Skala von  $0$  beginnend genutzt werden (also kein Skalenmittelpunkt). Hierzu dient ein Differenzverstärker, der einen entsprechenden Spannungsabzug vornimmt.

Im einzelnen sieht die Schaltung wie folgt aus:

Ein Quarzoszillator, der mit dem Gatter N1 und Zusatzbeschaltung aufgebaut ist, schwingt auf einer Frequenz von  $3,2768\text{ MHz}$ . Über den Inverter N2 gelangt diese Frequenz auf den Eingang (Pin 10) des Teiler-ICs 2 des Typs CD 4040. In Verbindung mit den Gattern N5 bis N7 sowie dem Schalter S1a kann das Teilungsverhältnis von  $1040$  auf  $1092$  umgeschaltet werden. Im ersten Fall beträgt die an Pin 14 des IC 2 abgegebene Ausgangsfrequenz  $3150\text{ Hz}$ , und im zweiten Fall  $3000\text{ Hz}$ .

R4, R5, R6 sowie C3 bilden einen passiven Tiefpaß erster Ordnung, während R7, R8, R9 sowie C4 bis C6 in Verbindung mit OP1 einen aktiven Tiefpaß dritter Ordnung mit einer Grenzfrequenz von ca.  $3,5\text{ kHz}$  darstellen. Hierdurch erfolgt ein starkes Herausfiltern der Oberwellenanteile, so daß an Pin 7 des OP 1 ein „ordentliches“ Sinussignal mit einer Frequenz von  $3000\text{ Hz}$  bzw.  $3150\text{ Hz}$  zur Verfügung steht. Mit OP 1 und Zusatzbeschaltung wird eine

Pegelanpassung auf  $0\text{ dBm} = 775\text{ mV}$  ( $2,2\text{ V}_{SS}$ ) vorgenommen. Die Einstellung erfolgt mit R11.

Dieses Signal wird sowohl zu Aufnahmezwecken auf die Ausgangsbuchsen gegeben (Pin 1 und Pin 4 der Diodenbuchse sowie auf die Cinch-Aufnahmebuchse) als auch zu Referenzzwecken bei der Driftmessung im Gerät weiterverarbeitet.

Mit S2a kann wahlweise auf das Meßsignal bzw. auf das interne Testsignal umgeschaltet werden. Über C9, R13 gelangt das Signal auf einen Verstärker (OP3 mit Zusatzbeschaltung), um anschließend mit Hilfe des Komparators OP4 mit Zusatzbeschaltung in ein sauberes Rechtecksignal umgewandelt zu werden.

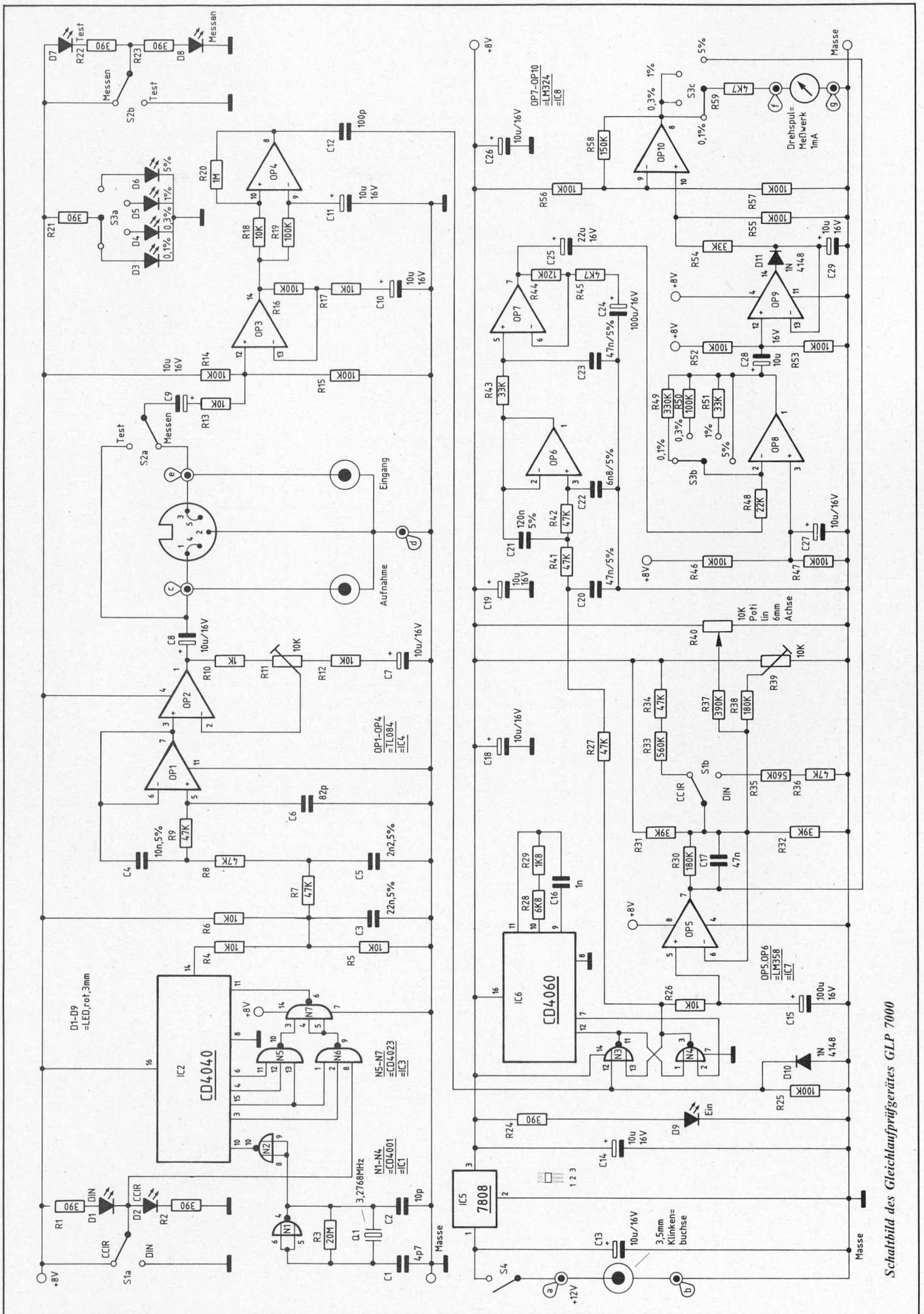
Mit C12, R25 wird daraufhin bei jeder steigenden Impulsflanke das Monoflop (monostabiler Multivibrator) über Pin 12 des Gatters N3 getriggert.

Im einfachsten Fall könnte dieses Monoflop aus zwei Gattern und einem RC-Glied bestehen. Dies hätte jedoch einen entsprechenden Phasen-Jitter zur Folge, so daß im empfindlichsten Meßbereich ( $0,1\%$  Meßbereichsendwert) bereits ein nennenswerter Ausschlag aufgrund der eigenen systembedingten Schwankungen erfolgen würde.

Wir haben uns daher für einen etwas aufwendigeren monostabilen Multivibrator entschieden, der aus den Gattern N3, N4 sowie dem IC6 mit Zusatzbeschaltung besteht. Die Funktionsweise ist wie folgt:

Sobald ein positiver Impuls an Pin 12 des Gatters N3 registriert wird, wechselt der Ausgang (Pin 11) von „high“ nach „low“, wobei dieser Zustand aufgrund der Speicherfunktion der Gatter N3, N4 zunächst erhalten bleibt. IC6 wird über Pin 12 freigegeben, d. h. der interne mit R28 und R29 sowie C16 aufgebaute Oszillator beginnt zu schwingen. Nach genau 8 Zyklen wechselt der Ausgang Pin 7 des IC6 von „low“ auf „high“ und der Speicher N3/N4 wird über Pin 2 zurückgesetzt. Der Ausgang des Gatters N3 (Pin 11) sperrt gleichzeitig das IC6 und die Schaltung befindet sich wieder in ihrem Grundzustand.

Exakt für die Zeit der Oszillatorschwingung steht an Pin 3 des Gatters N4 ein



Schaltbild des Gleichlaufprüfgerätes GLP 7000

„high“-Impuls an, der zur Weiterverarbeitung dient. Dieser Impuls zeichnet sich durch eine sehr hohe Gleichmäßigkeit in bezug auf die Impulsbreite aus.

In Verbindung mit dem nachgeschalteten, hochwertigen, aktiven Filter dritter Ordnung, bestehend aus R 27, R 41, R 42, C 20 bis C 22 sowie OP 6 und dem nachgeschalteten Tiefpaß erster Ordnung (R 43, C 23), wird die Möglichkeit eröffnet, selbst Gleichlaufschwankungen bis hinab zu 0,01 % (!) zu messen.

OP 7 sowie OP 8 nehmen mit ihrer Zusatzbeschaltung eine weitere Verstärkung vor. S 3 b schaltet hierbei die entsprechenden Meßbereiche um.

OP 9 ist mit D 11 und C 29 als Spitzenwertgleichrichter geschaltet, während OP 10 die Umsetzung des auf halber Betriebsspannung liegenden Signals auf die Schaltungsmasse vornimmt. Bei den Gleichlaufschwankungsmessungen beginnt daher die Anzeige am Skalenanfang bei 0 %.

Für die Messung der Absolutabweichung wird die Anzeige auf die Skalenmitte gezogen. Hierzu erfolgt mit R 26, C 15 eine Integration mit einer nachfolgenden Verstärkung durch OP 5 mit Zusatzbeschaltung. Mit R 39 (grob) und R 40 (fein) wird die Anzeige in Meßbereichsstellung „Test“ auf Mitte einjustiert. Der Meßbereich beträgt hier  $\pm 5\%$ .

### Zum Abgleich

Die Einstellung des Gerätes ist mit einfachen Mitteln durchführbar.

Zunächst wird an Pin 1 des OP 2 mit Hilfe des Trimmers R 11 die Ausgangsspannung auf 775 mV<sub>eff</sub> eingestellt. Je nach individuellen Erfordernissen kann selbstverständlich hier auch auf einen anderen Ausgangsspannungswert abgeglichen werden.

Nun wird der Einstellregler „Kalibrieren“ in Mittelstellung gebracht. In Stellung „Test“ des Schalters S 2 wird anschließend mit dem Trimmer R 39 die Anzeige des Meßwerkes auf  $\pm 0\%$  entsprechend Skalenmittelpunkt eingestellt. S 3 befindet sich hierbei in Stellung „Drift 5 %“.

Reicht der Einstellbereich von R 39 nicht aus, so ist die Abweichung der Oszillatorfrequenz des IC 6 zu groß. Sie muß typ. bei 49,2 kHz liegen mit einer maximalen Abweichung von  $\pm 10\%$ . Gemessen werden kann diese Frequenz an Pin 9 des IC 6, während gleichzeitig Pin 12 des Gatters N 3 über eine kurze Verbindungsleitung mit der positiven 8 V-Versorgungsspannung zu verbinden ist. Durch Verändern von R 29 und ggf. R 28 kann die Frequenz angepaßt werden. Wir haben an dieser Stelle bewußt auf einen Trimmer verzichtet, um den kapazitiven Einfluß so gering wie möglich zu halten, und anstelle dessen 2 in Reihe geschaltete Widerstände zur feineren Abstimmung vorgesehen. Der Minimalwiderstand dieser Reihenschaltung, bestehend aus R 28 und R 29, sollte 6,8 k $\Omega$  nicht unterschreiten und der Maximalwiderstand höchstens 22 k $\Omega$  betragen. Anschließend wird die Verbindung zur positiven Versorgungsspannung an Pin 12 des Gatters N 3 wieder entfernt.

Steht kein Frequenzzähler zur Verfügung, kann auch durch Verändern von R 28 bzw. R 29 in 1 k $\Omega$  Schritten die Frequenz in den gewünschten Einstellbereich des Trimmers R 39 verlegt werden.

Vorstehende Maßnahmen sind jedoch im allgemeinen nicht erforderlich, da die Schaltung so ausgelegt wurde, daß R 39 den erforderlichen Einstellbereich überstreicht. Wir haben aber die ergänzende Maßnahme der Frequenzeinstellung des IC 6 der Vollständigkeit halber angesprochen.

Damit ist der Abgleich dieses interessanten Meßgerätes bereits beendet.

### Zum Nachbau

Die gesamte Schaltung wird auf 2 übersichtlich gestalteten Leiterplatten aufgebaut. Anhand der beiden Bestückungspläne werden die Platinen in gewohnter Weise mit den niedrigen und anschließend mit den höheren Bauelementen bestückt, die auf der Leiterbahnseite zu verlöten sind.

Auf der Hauptplatine werden einige Bauelemente auf der Rückseite, d. h. auf der Leiterbahnseite angeordnet (IC 5, C 15, C 24, C 25 sowie sämtliche Lötstifte).

Nachdem die Bestückung beider Platinen nochmals sorgfältig kontrolliert wurde, kann die Oszillatorplatine im rechten Winkel an die Hauptplatine gesetzt werden, und zwar so, daß die zusammengehörenden Lötflächen aneinanderstoßen. Mit reichlich Lötzinn werden dann die elektrischen und damit auch gleichzeitig die mechanischen Verbindungen hergestellt. Da es sich bei der Oszillatorplatine um eine verhältnismäßig kleine und leichte Baugruppe handelt, ist eine zusätzliche mechanische Fixierung nicht erforderlich.

Die beiden Cinch- sowie die Diodenbuchse werden in die Frontplatte geschraubt.

Die Befestigung der Platine erfolgt an der Frontplatte. Hierzu wird über jeden der 3 Kippschalter 1 Mutter aufgeschraubt sowie 1 Unterlegscheibe darübersetzt. Nun kann die Platine von der Frontplattenrückseite aus angesetzt werden, d. h. die 3 Kippschalterhülse werden durch die dazugehörigen Bohrungen in die Frontplatte gesteckt. Die Verschraubung erfolgt auf der Frontseite.

Jetzt müssen nur noch die Achsen von Drehschalter und Einstellregler gekürzt und mit den passenden Drehknöpfen versehen werden.

Zum Abschluß wird die Verkabelung der Buchsen entsprechend dem Schaltbild vorgenommen sowie der Anschluß des Meßwerkes und der Versorgungsspannung. Für letztere befindet sich in der Gehäuserückwand eine 3,5 mm Klinkenbuchse zum Anschluß an ein 9 V Steckernetzteil.

Das Meßwerk wird von innen an die Frontplatte gesetzt. Hierzu muß zunächst der innere Gehäuserand von Gehäuseober- und -unterhalb im Bereich des Meßwertes gekürzt werden, damit das Meßwerk auch direkt an der Frontplatte anliegt. Die Befestigung erfolgt mit seitlich aufgebrachtem 2-Komponenten-Kleber.

## Stückliste: Gleichlauf-Prüfgerät GLP 7000

### Widerstände

390 $\Omega$ .....	R 1, R 2, R 21-24
1 k $\Omega$ .....	R 10
1,8 k $\Omega$ .....	R 29
4,7 k $\Omega$ .....	R 45, R 59
6,8 k $\Omega$ .....	R 28
10 k $\Omega$ .....	R 4-R 6, R 12, R 13, R 17, R 18, R 26
22 k $\Omega$ .....	R 48
33 k $\Omega$ .....	R 43, R 51, R 54
39 k $\Omega$ .....	R 31, R 32
47 k $\Omega$ .....	R 7-R 9, R 27, R 34, R 36, R 41, R 42
100 k $\Omega$ .....	R 14-R 16, R 19, R 25, R 46, R 47, R 50, R 52, R 53, R 55-R 57
120 k $\Omega$ .....	R 44
150 k $\Omega$ .....	R 58
180 k $\Omega$ .....	R 30, R 38
330 k $\Omega$ .....	R 49
390 k $\Omega$ .....	R 37
560 k $\Omega$ .....	R 33, R 35
1 M $\Omega$ .....	R 20
20 M $\Omega$ .....	R 3
10 k $\Omega$ , Trimmer, stehend	
.....	R 11, R 39
10 k $\Omega$ , Poti, 6 mm, lin .....	R 40

### Kondensatoren

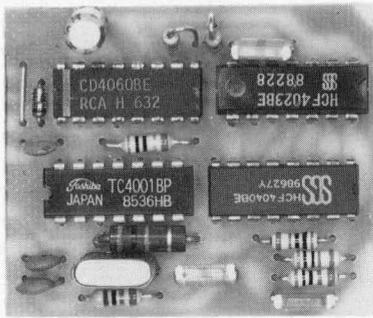
4,7 pF .....	C 1
10 pF .....	C 2
82 pF .....	C 6
100 pF .....	C 12
1 nF .....	C 16
2,2 nF/5 % .....	C 5
6,8 nF/5 % .....	C 22
10 nF/5 % .....	C 4
22 nF/5 % .....	C 3
47 nF/5 % .....	C 17, C 20, C 23
120 nF/5 % .....	C 21
10 $\mu$ F/16 V .....	C 7-C 11, C 13, C 14, C 18, C 19, C 26-R 28, C 29
22 $\mu$ F/16 V .....	C 25
100 $\mu$ F/16 V .....	C 15, C 24

### Halbleiter

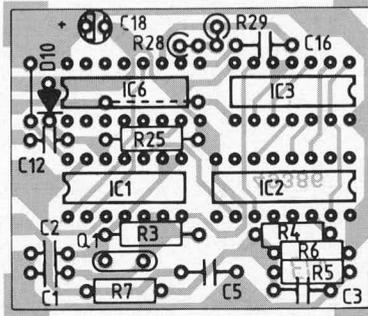
TL 084 .....	IC 4
LM 324 .....	IC 8
LM 358 .....	IC 7
CD 4001 .....	IC 1
CD 4023 .....	IC 3
CD 4040 .....	IC 2
CD 4060 .....	IC 6
7808 .....	IC 5
1 N 4148 .....	D 10, D 11
LED, 3 mm, rot .....	D 1-D 9

### Sonstiges

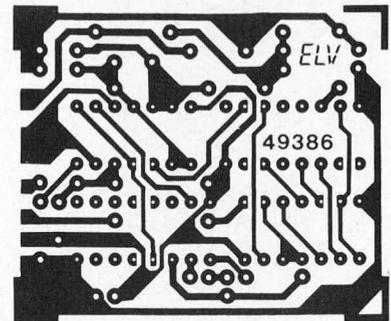
Quarz 3,2768 MHz .....	Q 1
Präzisionsdrehschalter 4.3 .....	S 3
Schalter 2 x um .....	S 1, S 2
Schalter 1 x um .....	S 4
10 Lötstifte	
30 cm Ladrig abgeschirmte Leitung	
20 cm 2adrige Leitung 0,4 mm <sup>2</sup>	



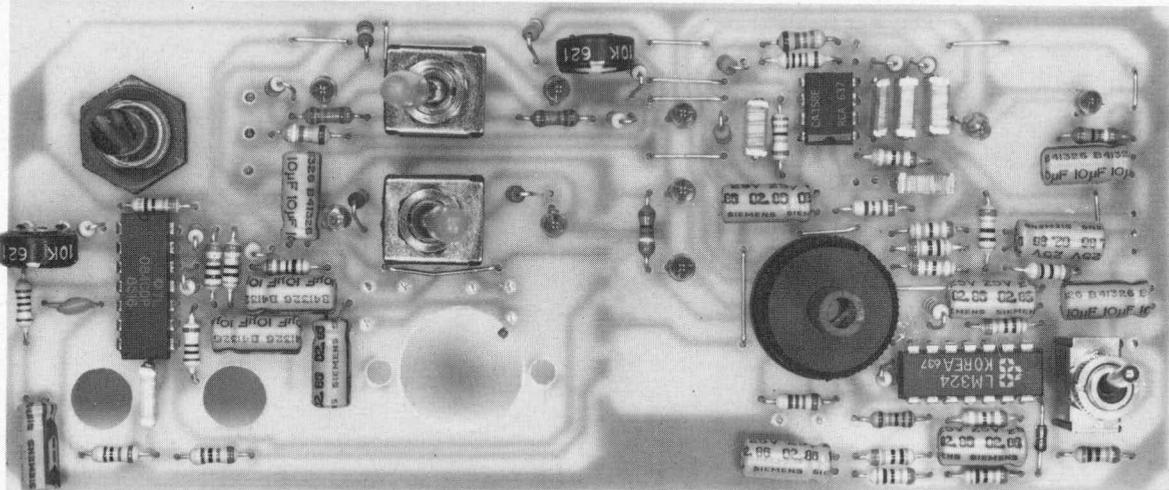
Ansicht der fertig bestückten Zusatzplatine



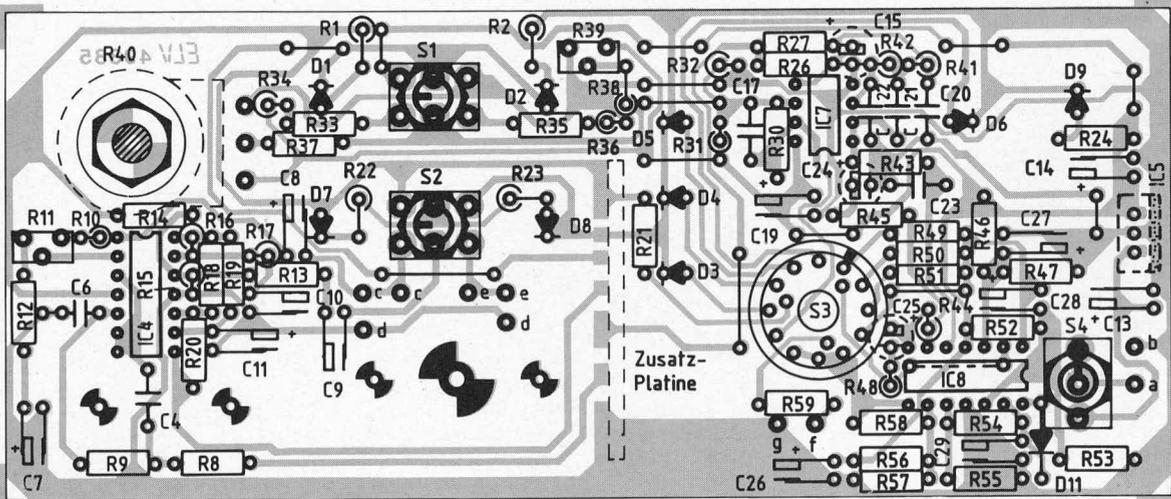
Bestückungsplan der Zusatzplatine



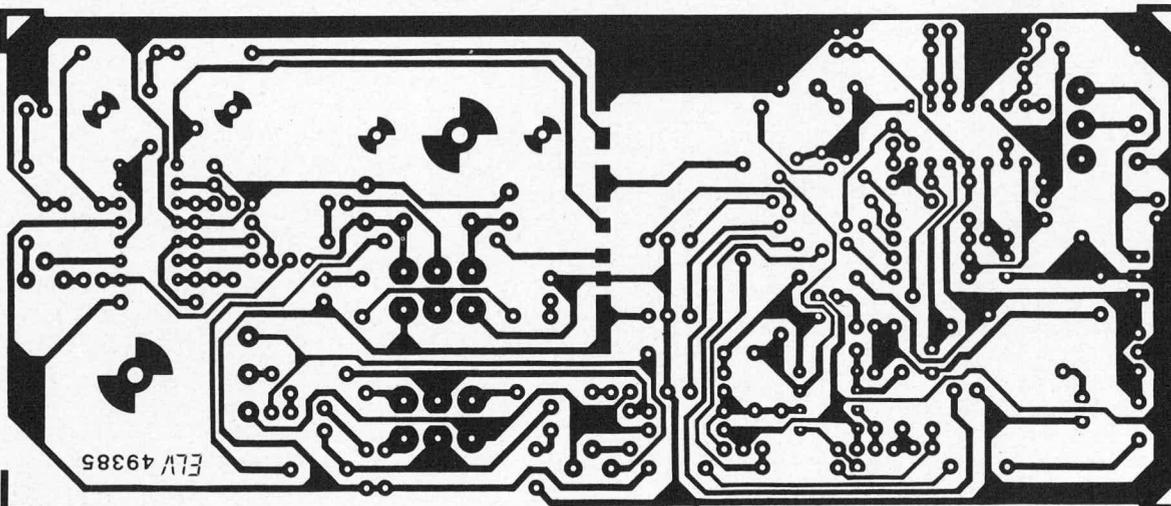
Leiterbahnseite der Zusatzplatine



Ansicht der fertig bestückten Basisplatine des Gleichlaufprüfgerätes GLP 7000



Bestückungsplan der Basisplatine des Gleichlaufprüfgerätes GLP 7000



Leiterbahnseite der Basisplatine des Gleichlaufprüfgerätes GLP 7000