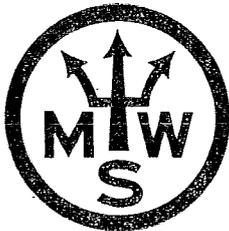


Bedienungsanleitung

XY-SCHREIBER

ENDIM 622.01

Ausgabe 1983



**VEB Meßapparatwerk  
Schlotheim**

im Kombinat VEB Elektrogeräte Apolda  
DDR-5706 Schlotheim, Dr.-Wilhelm-Külz-Straße 13  
Drahtanschrift: „Neptun“ Schlotheim  
Telefon: 3 47 Fernschreiber: 061 8732

*YCDI.net*

Änderungen, die dem technischen Fortschritt dienen,  
vorbehalten

# Inhaltsverzeichnis

	Seite		Seite	
1.	Anwendungsgebiet . . . . .	1	8.5.3. Interne Referenzspannung . . . . .	13
2.	Lieferumfang und Erweiterungs- baugruppen . . . . .	2	8.5.4. Externe Referenzspannung . . . . .	13
2.1.	Lieferumfang . . . . .	2	8.5.5. Hochspannung . . . . .	13
2.2.	Erweiterungsbaugruppen . . . . .	2	8.5.6. Chopperfrequenz . . . . .	13
3.	Technische Daten . . . . .	2	8.5.7. Nullpunkt . . . . .	14
3.1.	Meßtechnische und anwendungs- technische Kennwerte . . . . .	2	8.5.8. Unterdrückter Nullpunkt . . . . .	14
3.1.1.	Systemdaten . . . . .	3	8.5.9. Elektronische Begrenzung . . . . .	14
3.1.2.	Grundgerät . . . . .	4	8.5.10. Ablenkfaktor . . . . .	14
3.2.	Lager- und Transport- bedingungen . . . . .	4	8.5.11. Kontrolle des unterdrückten Nullpunktes . . . . .	14
3.3.	Schutzgüte . . . . .	4	8.5.12. Ansprechwert und Überschwingen	15
4.	Aufbau und Arbeitsweise . . . . .	5	9. Wartung . . . . .	15
4.1.	Mechanischer Aufbau . . . . .	5	9.1. Laufmechanik . . . . .	15
4.2.	Arbeitsweise . . . . .	5	9.2. Reinigen der Schreibplatte . . . . .	15
5.	Vorbereitung zum Betrieb . . . . .	6	9.3. Prüfen der Solleigenschaften . . . . .	15
5.1.	Anordnung und Zweck der Betätigungs-, Anzeige- und Anschlußelemente des Grund- gerätes (Bild 2 und 3) . . . . .	6	9.3.1. Nullpunkt . . . . .	15
5.2.	Einsetzen der Einschübe . . . . .	8	9.3.2. Unterdrückter Nullpunkt . . . . .	15
5.3.	Einsetzen des Schreibstiftes . . . . .	8	9.3.3. Nullpunktverschiebung . . . . .	15
5.4.	Aufstellen des Gerätes . . . . .	8	9.3.4. Ablenkfaktor . . . . .	16
5.5.	Sicherheitsmaßnahmen . . . . .	8	9.3.5. Ansprechwert . . . . .	16
5.6.	Anschluß des Gerätes an die Stromversorgung . . . . .	8	9.3.6. Linearität . . . . .	16
6.	Betriebsanleitung . . . . .	8	9.3.7. Maximale Schreibgeschwindigkeit, Zeitkonstante und Überschwingen	16
6.1.	Gemeinsame Bedienung der verschiedenen Varianten . . . . .	8	9.3.8. Elektronische Begrenzung . . . . .	16
6.1.1.	Einschalten . . . . .	8	9.3.9. Kontrolle des unterdrückten Nullpunktes . . . . .	16
6.1.2.	Einlegen des Papiers . . . . .	8	9.3.10. Quotientenregistrierung . . . . .	16
6.1.3.	Schreibstiftsteuerung . . . . .	8	9.3.11. Mitlaufspannung . . . . .	17
6.1.4.	Verschiebung und Kontrolle des Nullpunktes . . . . .	9	9.3.12. Externe Nullpunktverschiebung . . . . .	17
6.1.5.	Mitlaufspannung . . . . .	9	10. Anordnung und Zweck der Be- tätigungs-, Anzeige- und Anschlußelemente der Erweite- rungsbaugruppen (Bild E1 bis E6)	E0-1
6.1.6.	Quotientenregistrierung . . . . .	9	11. Einbereichseinschübe 0,1 V/cm . . . 10 V/cm (DC-Coupler 0,1 V/cm . . . 10 V/cm)	
6.1.7.	Dynamisches Verhalten . . . . .	9	635.01 . . . 641.01 . . . . .	E1-1
7.	Elektrische Schaltung des Grundgerätes . . . . .	10	11.1. Technische Daten . . . . .	E1-1
7.1.	Motorverstärker (622.01-01501 Sp)	10	11.1.1. Systemdaten . . . . .	E1-1
7.2.	Choppergenerator (622.01-01505)	11	11.1.2. Separate Daten . . . . .	E1-1
7.3.	Endstufe und Stromversorgung (622.01-01016) . . . . .	11	11.2. Betriebsanleitung . . . . .	E1-2
8.	Reparaturhinweise . . . . .	11	11.3. Elektrische Schaltung (635.01-00001 . . . 641.01-00001 Sp)	E1-2
8.1.	Sicherheitsmaßnahmen . . . . .	11	11.4. Abgleich . . . . .	E1-3
8.2.	Elektrische Instandsetzung . . . . .	11	11.5. Prüfen der Solleigenschaften . . . . .	E1-3
8.3.	Mechanische Instandsetzung . . . . .	12	12. Spannungsteilereinschub (DC-Attenuator) 627.01 . . . . .	E2-1
8.4.	Mechanische und elektro- mechanische Justage . . . . .	12	12.1. Technische Daten . . . . .	E2-1
8.4.1.	Justieren des Schreibstiftes . . . . .	12	12.1.1. Systemdaten . . . . .	E2-1
8.4.2.	Ausrichten des x-Schlittens . . . . .	12	12.1.2. Separate Daten . . . . .	E2-1
8.4.3.	Elektromechanische Einstellung der Meßpotentiometer . . . . .	12	12.2. Betriebsanleitung . . . . .	E2-1
8.5.	Elektrischer Abgleich . . . . .	12	12.3. Elektrische Schaltung (627.01-00001 Sp) . . . . .	E2-2
8.5.1.	Ungeregelte Spannungen . . . . .	13	12.4. Abgleich . . . . .	E2-2
8.5.2.	Geregelte Gleichspannungen . . . . .	13	12.5. Prüfen der Solleigenschaften . . . . .	E2-3

	Seite		Seite
13. Vorverstärker 100 $\mu$ V/cm (Pre-Amplifier) 629.01 . . . . .	E3-1	14.2.2. Beschalten der Eingänge . . . . .	E4-2
13.1. Technische Daten . . . . .	E3-1	14.2.3. Tiefpaßfilter . . . . .	E4-3
13.1.1. Systemdaten . . . . .	E3-1	14.2.4. Abgleich des Eingangsstromes . . . . .	E4-3
13.1.2. Separate Daten . . . . .	E3-1	14.3. Elektrische Schaltung (630.01-00001 Sp) . . . . .	E4-4
13.2. Betriebsanleitung . . . . .	E3-2	14.4. Abgleich . . . . .	E4-
13.2.1. Einstellen des Ablenkfaktors . . . . .	E3-2	14.5. Prüfen der Solleigenschaften . . . . .	E4-
13.2.2. Beschalten der Eingänge . . . . .	E3-2	15. Zeitbasis (Time-Base) 631.01 . . . . .	E5-1
13.2.3. Nullpunktkorrektur . . . . .	E3-3	15.1. Technische Daten . . . . .	E5-1
13.2.4. Betrieb mit Offset-Spannungs- quelle . . . . .	E3-3	15.2. Betriebsanleitung . . . . .	E5-1
13.3. Elektrische Schaltung (629.01-00001 Sp) . . . . .	E3-4	15.3. Elektrische Schaltung (631.01-00001 Sp) . . . . .	E5-2
13.4. Abgleich . . . . .	E3-5	15.4. Abgleich . . . . .	E5-3
13.4.1. Nullabgleich . . . . .	E3-5	15.5. Prüfen der Solleigenschaften . . . . .	E5-4
13.4.2. Dekadische einstellbare Ablenkfaktoren . . . . .	E3-6	16. Bandschreiberzusatz (Drive-Unit) 624.01 . . . . .	E6-1
13.4.3. Offset-Spannungsquelle . . . . .	E3-6	16.1. Technische Daten . . . . .	E6-1
13.5. Prüfen der Solleigenschaften . . . . .	E3-7	16.2. Betriebsanleitung . . . . .	E6-1
13.5.1. Dekadisch einstellbare Ablenkfaktoren . . . . .	E3-7	16.2.1. Montieren des Bandschreiber- zusatzes an das Grundgerät . . . . .	E6-1
13.5.2. Stetig einstellbare Ablenkfaktoren . . . . .	E3-7	16.2.2. Einlegen des Registrierpapiers und mechanische Justage der Papierführung . . . . .	E6-1
13.5.3. Offset-Spannungsquelle . . . . .	E3-8	16.2.3. Meßwertregistrierung . . . . .	E6-2
14. Vorverstärker 10 $\mu$ V/cm (Pre-Amplifier) 630.01 . . . . .	E4-1	16.2.4. Vor- und Zurückspulen des Papiers . . . . .	E6-3
14.1. Technische Daten . . . . .	E4-1	16.3. Elektrische Schaltung (624.01-00001 Sp) . . . . .	E6-3
14.1.1. Systemdaten . . . . .	E4-1	16.4. Abgleich . . . . .	E6-4
14.1.2. Separate Daten . . . . .	E4-1	16.5. Prüfen der Solleigenschaften . . . . .	E6-5
14.2. Betriebsanleitung . . . . .	E4-2		
14.2.1. Einstellen des Ablenkfaktors . . . . .	E4-2		

## 1. Anwendungsgebiet

Der xy-Schreiber endim 622.01 besitzt eine Reihe von Erweiterungsbaugruppen, die dem Gerät eine hohe Flexibilität und schnelle Umstellmöglichkeit für spezielle Anwendungen verleihen. Die Erweiterungsbaugruppen sind Einschübe für die x- und y-Richtung sowie ein Bandschreiberzusatz.

Der xy-Schreiber eignet sich zur Aufzeichnung einer Meßgröße in Abhängigkeit von einer anderen. Da die Einschübe in der Regel Gleichspannungseingänge besitzen, müssen die zu registrierenden physikalischen Größen zunächst durch Wandler in Gleichspannungssignale umgeformt werden. Solche Wandler sind z. B. Strom-Shunts, Thermoelemente, fotoelektrische Bauelemente, Dehnungsmeßstreifen, Tachogeneratoren oder Beschleunigungsaufnehmer. Auch eine Reihe von Meßgeräten besitzt einen Gleichspannungsausgang, z. B. Schallpegel-, Klirrfaktor-, Effektivwert-, Frequenz- oder Temperaturmeßgeräte sowie einige Analysegeräte in der Medizin, Chemie u. a. Gebieten.

Die Vielseitigkeit der Anwendungsmöglichkeiten im Forschungslabor und im Prüffeld zeigt sich an einigen Beispielen:

- Aufzeichnen von Kennlinien elektronischer Bauelemente wie Thyristoren, Dioden, Varistoren usw.
- Aufzeichnen von Verstärkerkennlinien
- Darstellung der Hysteresekennlinien von Magnetwerkstoffen
- Schreiben von Ortskurven
- Aufzeichnen der Kennlinien elektrischer Maschinen, z. B. der Drehzahl-Drehmomentkennlinie von Asynchronmotoren.
- Darstellung von Kraft-Dehnungsdiagrammen bei Abreißversuchen in der Werkstoffprüfung
- Registrieren von Analysewerten in der Medizin oder Chemie
- Aufzeichnen von langsamen Einschwingvorgängen analoger Schaltungen der Regelungstechnik
- Registrieren von Teilentladungen in Hochspannungsisolierungen
- Darstellung von Amplitudenfrequenzkennlinien elektrischer Systeme
- Überprüfung von mechanisch-elektrischen Parametern bei visuellen Erkennungssystemen in Robotern
- Aufzeichnen der Schallpegelverteilung
- Registrieren von Temperaturverteilungen oder Temperaturverläufen

Durch Zwischenschalten von Digital-Analogwandlern läßt sich der xy-Schreiber als Digitalschreiber (Plotter) betreiben. Dabei gibt es weitere Anwendungsmöglichkeiten, von denen nur einige genannt werden:

- Aufzeichnen der Lösungsfunktion von Digitalrechnern

- Anfertigung von Hardcopies eines grafischen Bildschirmterminals
- als Peripherie für rechnergestützte Verfahren, z. B. zur Fertigungsvorbereitung und NC-Fertigung von Werkzeugen
- Registrieren von Häufigkeitsverteilungen in der Datenverarbeitung und Statistik
- Reliefdarstellung von Bildern, z. B. bei automatisierter Mikroskopbildanalyse

Für einfachste Meßaufgaben stehen 7 verschiedene Einbereichseinschübe 635.01...641.01 mit einem Ablenkfaktor von 0,1 V/cm...10 V/cm und unsymmetrischem Eingang zur Verfügung. Das Bezugspotential (Common) ist galvanisch von der Gerätemasse bzw. der Schutzterde getrennt.

Beim Spannungsteilereinschub 627.01 ist der Ablenkfaktor in 1-2-5-Stufung von 0,1 V/cm bis 10 V/cm umschaltbar. Der Eingang ist unsymmetrisch, auf Common bezogen.

Zur Aufzeichnung der Differenz zweier auf Common bezogener Spannungen eignet sich der Vorverstärker 629.01. Der Ablenkfaktor läßt sich beliebig zwischen 100  $\mu$ V/cm und 11 V/cm einstellen. Der Nullpunkt kann bis zu 300 cm unterdrückt werden.

Für anspruchsvollste Aufgaben der Gleichspannungsregistrierung eignet sich der Vorverstärker 630.01. Der symmetrische, in Schutzschirmtechnik gestaltete Eingang ist galvanisch von allen anderen Schaltungsteilen getrennt, so daß der Anschluß hochliegender Meßquellen in x- und y-Richtung mit verschiedenem Bezugspotential keine Probleme bereitet. Durch eine neue Schaltungstechnik wird eine extrem hohe Gleichtaktunterdrückung auch für 50 Hz-Wechselspannungen erzielt. Der weite Bereich des beliebig zwischen 10  $\mu$ V/cm und 11 V/cm einstellbaren Ablenkfaktors ermöglicht eine vielseitige Anwendung.

Durch Verwendung der Zeitbasis 631.01 läßt sich eine Meßgröße als Funktion der Zeit aufzeichnen. Der Zeitfaktor ist in 1-2-5-Stufung oder beliebig durch Anlegen einer externen Spannung von 0,1 s/cm bis 50 s/cm einstellbar. Die Bedienfunktionen können fernbedient werden.

Der AC/DC-Wandler 634.01 formt den Effektivwert einer Wechselspannung in eine Gleichspannung um. Die Eingangsbuchsen HI und LO (erdfern und erdnah) sind potentialfrei. Die Registrierung des Effektivwertes kann wahlweise linear oder logarithmisch erfolgen.

Der F/DC-Wandler 632.01 formt die Frequenz einer Wechselspannung in eine Gleichspannung um. Die Eingangsbuchsen HI und LO (erdfern und erdnah) sind potentialfrei. Die Registrierung der Frequenz kann wahlweise linear oder logarithmisch erfolgen.

## 2. Lieferumfang und Erweiterungsbaugruppen

### 2.1. Lieferumfang

- 1 Kugelschreibersortiment
- 1 Faserschreibersortiment
- 1 Feinschreibersortiment  
(jedes Sortiment 2 schwarz, 2 rot, 2 grün,  
2 blau)
  
- 1 Block Millimeterpapier A 3
- 1 Geräteanschlußleitung 22644.0/31.1/053051
- 5 Lampen MSKA 24 V/0,025 A TGL 10449
- 2 Lampen MSKC 24 V/2 W TGL 10449
- 5 G-Schmelzeinsätze T 630 TGL 0-41571
- 5 G-Schmelzeinsätze T 2 TGL 0-41571
- 1 Steckverbinder  
Griffschale 120 TGL 29331/08  
Kenn-Nr. 33 917 120 0300  
Ausgleichsstück 1 TGL 29331/08  
Kenn-Nr. 33 917 000 1044  
Abdichtgummi 3 TGL 29331/08  
Kenn-Nr. 33 917 000 1042  
Steckerleiste SL 122-26 TGL 29331/04,  
ELN 137 73 32 46 122 2020  
Befestigungselement Form 7
  
- 1 Schraubendreher mit Formstoffgriff a 0,8 x 100  
TGL 48-73503
- 1 Lampenzieher 622.01-01601
- 1 Abdeckhaube 622.01-11602
- 1 Flachbeutel 200 x 300 TGL 22115
- 1 Kuponring  $\varnothing$  70
- 1 Bedienungsanleitung xy-Schreiber endim 622.01  
(Grundgerät und Erweiterungsbaugruppen)
- 1 Garantieurkunde xy-Schreiber endim 622.01

Bei Bestellung des Bandschreiberzusatzes 624.01:

- 1 Schiene 624.01-01101
- 1 Führung 624.01-01104
- 1 Führung 624.01-01105
- 2 Zylinderschrauben M 4 x 25 TGL 0-84-5.8
- 5 Schreibrollen B 4-250-18 TGL 2786
- 1 Garantieurkunde Bandschreiberzusatz 624.01

Bei Bestellung eines Einschubs:

- 1 Garantieurkunde des Einschubs

### 2.2. Erweiterungsbaugruppen

Bandschreiberzusatz 624.01

Einschübe:

- Spannungsteilereinschub 627.01
- Vorverstärker 100  $\mu$ V/cm 629.01
- Vorverstärker 10  $\mu$ V/cm 630.01
- Zeitbasis 631.01
- F/DC-Wandler 632.01
- AC/DC-Wandler 634.01
- Einbereichseinschub 0,1 V/cm 635.01
- Einbereichseinschub 0,2 V/cm 636.01
- Einbereichseinschub 0,5 V/cm 637.01

- Einbereichseinschub 1 V/cm 638.01
- Einbereichseinschub 2 V/cm 639.01
- Einbereichseinschub 5 V/cm 640.01
- Einbereichseinschub 10 V/cm 641.01

## 3. Technische Daten

### 3.1. Meßtechnische und anwendungstechnische Kennwerte

Die Systemdaten geben die allgemeinen Eigenschaften aller Varianten des Systems Grundgeräteeinschub an.

Die Daten des Grundgeräts gelten für den xy-Schreiber ohne Einschub bzw. mit dem Einbereichseinschub 0,1 V/cm 635.01.

In den technischen Daten der Einschübe sind separate Daten angegeben. Diese gelten unabhängig von den Daten des Grundgeräts. Die in den separaten Daten angegebenen Fehler können sich im ungünstigsten Fall zu denen des Grundgeräts addieren.

Bei Erweiterungsbaugruppen mit im wesentlichen neutralen Daten ist auf die Unterscheidung in Systemdaten und separate Daten verzichtet worden.

### 3.1.1. Systemdaten

Nutzbare Schreibfläche . . . . .	280 mm x 380 mm (Format A 3)
Begrenzung des Schreibbereichs . . . . .	elektronisch mit Übersteuerungsanzeige, umschaltbar auf 250 mm x 380 mm bei Bandschreiberbetrieb
Papierhalterung . . . . .	elektrostatisch
Schreibstift . . . . .	Kugel-, Faser- oder Feinschreiber
Schreibstiftsteuerung . . . . .	durch Taste oder extern durch Kontakt (30 V, 10 mA) oder Spannung +2...+30 V, $R_i = 10\text{ k}\Omega$
Aufsetzverzögerung . . . . .	<50 ms
Abhebverzögerung . . . . .	<50 ms
max. Schreibgeschwindigkeit . . . . .	>100 cm/s
Zeitkonstante in x-Richtung . . . . .	<30 ms
Zeitkonstante in y-Richtung . . . . .	<25 ms
Überschwingen . . . . .	$\leq 1\text{ mm}$
Anspredwert . . . . .	0,1 % v. E.
Max. Spannung Common gegen Masse . . . . .	60 V
Mitlaufspannung . . . . .	0,1 V/cm $\pm 2\%$ , $R_i < 1\ \Omega$ kurzschlußfest
Quotientenregistrierung durch externe	
Referenzspannung	
Nennspannung . . . . .	1,000 V
Arbeitsspannungsbereich . . . . .	0,5... 1,5 V
Eingangswiderstand . . . . .	10 M $\Omega$
Eingangsstrom . . . . .	<2 $\mu\text{A}$
Max. Eingangsspannung . . . . .	50 V
Netzanschluß . . . . .	220 V, 50/60 Hz
Leistungsaufnahme . . . . .	150... 210 VA je nach Schreibbetrieb
Anheizzeit . . . . .	30 min
Arbeitslage . . . . .	zwischen senkrecht und waagrecht beliebig
Abmessungen (B x T x H) . . . . .	500 mm x 515 mm x 140 mm
Einsatzklasse . . . . .	+5/+40/+30/60/1101 TGL 9200/03
Einsatzgruppe . . . . .	1 TGL 14283/05
Referenzbedingungen nach TGL 14283/05, 08	
Umgebungstemperatur . . . . .	23 °C $\pm 2\text{ °C}$
Rel. Luftfeuchte . . . . .	40... 60 %
Globalstrahlung . . . . .	indirekt
Luftdruck . . . . .	650... 800 Torr
Speisespannung . . . . .	220 V $\pm 2\text{ V}$
Frequenz der Speisespannung . . . . .	50 Hz $\pm 0,5\text{ Hz}$
Klirrfaktor . . . . .	$\leq 5\%$
Nennarbeitsbedingungen nach	
TGL 14283/05, 08, 09	
Umgebungstemperatur . . . . .	5... 40 °C
Rel. Luftfeuchte . . . . .	10... 80 %, Jahresmittel 65 %, max. 75 % an
Globalstrahlung . . . . .	60 Tagen und 80 % an 30 Tagen, Betauung nicht
Luftdruck . . . . .	zulässig
Speisespannung . . . . .	indirekt
Frequenz der Speisespannung . . . . .	450... 800 Torr
Klirrfaktor . . . . .	220 V $\pm 22\text{ V}$
Schwingungen und Stöße . . . . .	50 Hz $\pm 1\text{ Hz}$ $\leq 10\%$ entspr. Einsatzgruppe GI TGL 200-0057/04. Stoßfolge Eb-6-15-1000 TGL 200-0057/06
Grenzarbeitsbedingungen . . . . .	wie Nennarbeitsbedingungen

### 3.1.2. Grundgerät

Ablenkfaktor	0,1 V/cm
Grundfehler	$\pm 0,2 \%$
Temperaturfehler	$\pm 0,02 \%/K$
Linearität	$\pm 0,1 \%$ v. E.
Eingangsschaltung	direkter Eingang mit gemeinsamer hochliegender Masse (Common) für x und y
Max. Eingangsspannung	100 V
Eingangswiderstand	$20,5 \text{ k}\Omega \pm 0,1 \%$
50 Hz-Serientaktunterdrückung	$>18 \text{ dB}$
Max. zulässige Serientaktwechselspannung (Effektivwert)	0,04 V kontinuierlich
Nullpunktverschiebung	$\pm 1$ Schreibbreite
Externe Nullpunktverschiebung	$0,1 \text{ V/cm} \pm 2 \%$ , max. 50 V
Nullpunktdrift	$<0,1 \text{ mm/K}$
Masse	18 kg

### 3.2. Lager- und Transportbedingungen

Kurzzeitlagerung, Transport nach TGL 14283/08	$-40 \dots +70 \text{ }^\circ\text{C}$ , 95 % rel. Luftfeuchte, Verpackung entspr. TGL 14283/10
Langzeitlagerung ohne Verpackung	wie Nennarbeitsbedingungen

### 3.3. Schutzgüte

Schutzgrad	IP 10 TGL RGW 778
Schutzklasse	I TGL 21366

Die Vorschriften der 3. DB zur ASVO/Schutzgüte und der TGL 14283 sind eingehalten. Das Gutachten der beratenden Schutzgütekommision liegt vor. Die erforderliche Schutzgüte ist gemäß dem Kontrollschema der 3. DB zur ASVO/Schutzgüte nach neuesten arbeitsschutz- und brandschutztechnischen sowie arbeitshygienischen Erkenntnissen festgestellt. Die dem Arbeitsschutz dienenden Anforderungen sind in der Bedienungsanleitung angeführt.

Verbleibende Gefährdungen bzw. Erschwernisse:

Das Gerät darf nur an einem mit Schutzkontakt versehenen Netzanschluß betrieben werden.

Die Eingangsbuchsen dürfen nicht mit Stromkreisen verbunden werden, die unzureichend vom Netz isoliert sind. Nach Anlegen einer berührungsfährdenden Spannung kann an allen Ein- und Ausgangsbuchsen über die innere Schaltung Berührungsfahrer entstehen. Beim Anlegen gefährlicher Spannungen muß daher die Common-Buchse mit der Masse-Buchse verbunden werden.

## 4. Aufbau und Arbeitsweise

### 4.1. Mechanischer Aufbau

Tragendes Element des in Flachbauweise ausgeführten Gerätes ist der im wesentlichen aus Winkelmaterial geschweißte Rahmen.

Auf der Bedienseite des Rahmens sind drei Buchsenleisten für die steckbaren Einschübe angeordnet. In der Mitte befindet sich der Grundeinschub für die grundlegenden Bedienfunktionen. Die beiden äußeren Buchsenleisten stehen für die entsprechend der Meßaufgabe zu wählenden Einschübe zur Verfügung. Die linke Seite entspricht der x-Richtung, die rechte Seite der y-Richtung.

Über zwei Streben auf der Frontseite sowie über drei Winkel und die U-förmig gestaltete Rückwand auf der Rückseite des Rahmens wird der Einsatz getragen. Kernstück des Einsatzes ist die Montageplatte als Träger der Schreibplatte mit der elektrostatischen Papierhalterung auf der Oberseite sowie elektrischer und mechanischer Baugruppen auf der Unterseite. Die wesentlichen Baugruppen sind Endstufe und Stromversorgung, Motorverstärker, Choppergenerator, Netztrafo, x- und y-Antrieb. Jeder Antrieb enthält zwei Gleichstrom-Servomotoren, das Meßpotentiometer und das Abtriebs-Seilrad.

Die beiden runden x-Führungsstangen werden von je zwei Winkeln gehalten, die an den vier Ecken der Montageplatte befestigt sind. Auf den x-Führungsstangen gleitet kugelgelagert der x-Schlitten, der gleichzeitig die Führungsschiene für den y-Schlitten darstellt.

Die kugelgelagerten Plasterollen des y-Schlittens gleiten, von oben nicht sichtbar, in den Biegeradien der aus Aluminiumblech gebogenen y-Führungsschiene. Zwei Plasterollen im linken Biegeradius fixieren die Lage des y-Schlittens gegenüber der y-Führungsschiene. Eine federnd gelagerte Plasterolle im rechten Biegeradius sorgt dafür, daß die Rollen mit mäßiger Kraft nach außen gedrückt werden und dadurch spielfrei gleiten. Der y-Schlitten trägt den Schreibstiftmagnet und die Schreibstifthalterung.

Der Netzstecker, zwei Buchsenleisten, vier Sicherungshalter, drei Schiebeschalter sowie ein Einstellregler befinden sich an der Geräterückwand, die neben tragender Funktion auch Verkleidungsfunktion besitzt.

Die Verkleidung besteht aus zwei Plaste-Seiten-teilen mit verchromter Griffstange, vorderer Abdeckschiene mit „Snap-in-Befestigung“, hinterer Abdeckschiene, Bodenwanne und Bodenblech sowie der Gehäuseverkleidung der drei Einschübe.

Durch den Anbau des Bandschreiberzusatzes 624.01 wird der xy-Schreiber in einen yt-Schreiber verwandelt. Der quarzstabilisierte Papiervorschub läßt sich in je neun Stufen von 1 bis 600 mm/min bzw. mm/h einstellen. Der Bandschreiberzusatz eignet sich auch zur Automatisierung des Papierwechsels im xy-Betrieb.

Der xy-Schreiber „endim 622.01“ besitzt eine elektronische Schreibbereichsbegrenzung. Das Registrierpapier bis zur Größe A 3 wird nach zwei auf der Schreibplatte angeordneten Lichtmarken ausgerichtet und elektrostatisch festgehalten. Die Registrierung erfolgt mit Kugelschreiber, Faserschreiber oder Feinschreiber, die in jeweils vier verschiedenen Farben lieferbar sind.

Eine Buchsenleiste an der Rückwand des Gerätes enthält Anschlüsse für die Fernbedienung der Schreibstiftabhebung und der Zeitbasisfunktionen. Weiterhin enthält sie Eingänge für externe Referenzspannungen zur Quotientenregistrierung und für Spannungen zur Nullpunktverschiebung sowie Ausgänge für auslenkungsproportionale Spannungen (Mitlaufspannungen) in x- und y-Richtung.

### 4.2. Arbeitsweise

Der xy-Schreiber „endim 622.01“ arbeitet nach dem Prinzip des selbstabgleichenden Kompensators. Die Wirkungsweise geht aus Bild 1 hervor. Der Soll-Istwertvergleich des Regelkreises findet am Eingang des Regelverstärkers statt. Der Motorverstärker treibt zwei Gleichstrommotoren je Schreibrichtung (im Blockschaltbild ist nur ein Motor dargestellt), an dessen Antriebswelle über ein Getriebe das Meßpotentiometer und der Seil-antrieb für den Schreibstift angekuppelt sind. Der Regelkreis wird bei hoher Kreisverstärkung zur Erzielung eines geringen Ansprechwertes dynamisch stabilisiert durch die zusätzliche geschwindigkeitsproportionale Rückführung. Der Ausgang für die Mitlaufspannung ist vom Meßpotentiometer durch einen Impedanzwandler elektrisch entkoppelt, so daß bei versehentlichem Kurzschluß am Ausgang die Funktion des Servosystems nicht beeinträchtigt wird.

Der Eingang des Summierverstärkers entspricht dem Eingang des Grundgerätes und ist durch den Ablenkfaktor 0,1 V/cm charakterisiert. Für die Nullpunktverschiebung wird ein anderer Eingang des Summierverstärkers verwendet. Die Sollspannung des Regelkreises wird begrenzt, so daß auch bei extremen Änderungen der Schreibereingangsspannung keine mechanischen Anschläge berührt werden.

Über Impedanzwandler und Invertierer wird eine positive und eine negative starre Referenzspannung erzeugt. Für den Fall der Quotientenregi-

strierung kann von interner auf externe Referenzspannung umgeschaltet werden.

Für Einschübe mit galvanischer Trennung zum Grundgerät stellt der Choppergenerator verschiedene rechteckförmige Hilfsspannungen zur Verfügung.

## 5. Vorbereitung zum Betrieb

### 5.1. Anordnung und Zweck der Betätigungs-, Anzeige- und Anschlußelemente des Grundgerätes (Bild 2 und 3)

Pos. Nr.	Beschriftung	Funktion
1	0 ... 38	x-Skala
2	0 ... 28	x-Schlitten mit y-Skala
3		y-Schlitten mit Schreibstiftmagnet
4		Schreibstift
5 6		Lichtpunkte zum Justieren des Registrierpapiers (auf dem Bild durch das Papier verdeckt)
7		Beim Wechseln der Einschübe nach oben herausziehende Abdeckschiene
8		Buchsenleiste für y-Einschub
9	ZERO CHECK	„Null-Kontrolle“. Rastende Taste zum Überprüfen des eingestellten Nullpunktes in y-Richtung. Ist der Nullpunkt unterdrückt, dann liegt er 28 cm unterhalb des angezeigten Wertes.
10		Anzeigelampe in Taste 9 leuchtet auf, wenn mit Potentiometer 12 der Nullpunkt unterdrückt wurde.
11	OVERDRIVEN	„Übersteuert“. Licht-Emitter-Diode leuchtet, wenn der Abgleichpunkt in y-Richtung außerhalb des Schreibbereichs liegt.
12	Y-RANGE	„Y-Bereich“. Potentiometer zum Verschieben und Unterdrücken des Nullpunktes in y-Richtung.
13	PAPER	„Papier“. Taste zur Betätigung der elektrostatischen Papierhalterung
14	PEN ♂	Bei Betätigung dieser Taste fährt der Schreibstift in die rechte obere Ecke
15	PEN ♀	Bei Betätigung dieser Taste setzt der Schreibstift auf. Bei Betätigung der Taste 14 ist sie außer Funktion.

Pos. Nr.	Beschriftung	Funktion
16	POWER	„Netz“. Netzschalter mit Signallampe
17	X-RANGE	„X-Bereich“. Potentiometer zum Verschieben und Unterdrücken des Nullpunktes in x-Richtung
18	OVERDRIVEN	„Übersteuert“. Licht-Emitter-Diode leuchtet, wenn der Abgleichpunkt in x-Richtung außerhalb des Schreibbereichs liegt
19	ZERO CHECK	„Nullkontrolle“. Rastende Taste zum Überprüfen des eingestellten Nullpunktes in x-Richtung. Ist der Nullpunkt unterdrückt, dann liegt er 38 cm links vom angezeigten Wert.
20		Anzeigelampe in Taste 19 leuchtet auf, wenn mit Potentiometer 17 der Nullpunkt unterdrückt wurde.
21		Buchsenleistung für x-Einschub
22	MOT X 0,63 A T	Motorsicherung 0,63 A T für x-Richtung
23	MOT Y 0,63 A T	Motorsicherung 0,63 A T für y-Richtung
24 25	POWER 2 A T	Netzsicherung 2 A T
26	POWER	Netzanschluß
27	EXTERN	26-polige Buchsenleiste zur Fernsteuerung der Zeitbasisfunktionen, des Papiertransports für Bandschreiberzusatz, der Federabsenkung und der Nullpunktverschiebung Eingänge zur Quotientenregistrierung und Ausgänge der Mitlaufspannungen
28	DRIVE UNIT	26-polige Buchsenleiste zum Anschluß des Bandschreiberzusatzes
29	4 f	Einstellwiderstand zur Verstimmung der Chopperfrequenz um $\pm 3\%$ . Dient bei Betrieb mit Vorverstärker 100 $\mu\text{V}/\text{cm}$ der optimalen Unterdrückung von Wechsellspannungen bestimmter Frequenzen
30	REFERENCE X INT. EXT.	Schiebeschalter zum Umschalten von Spannungsregistrierung (INT.) auf Quotientenregistrierung (EXT.) in x-Richtung
31	REFERENCE Y INT. EXT.	Schiebeschalter zum Umschalten von Spannungsregistrierung (INT.) auf Quotientenregistrierung (EXT.) in y-Richtung
32	280 mm 250 mm	Schiebeschalter zum Umschalten der Schreibhöhe in y-Richtung von 280 mm auf 250 mm bei Betrieb mit Bandschreiberzusatz. Dabei verschiebt sich die untere Grenze um 10 mm nach oben.

## 5.2. Einsetzen der Einschübe

Vor dem Einsetzen bzw. Wechseln der Einschübe wird die Abdeckschiene **7** (Bild 2) parallel nach oben herausgezogen. Zum Festschrauben bzw. Lösen des Einschubs dient der Gewindebolzen **33** (Bild E1 ... E5). Damit die sichere Verbindung des Einschubgehäuses zur Schutz Erde über das Metallchassis gewährleistet ist, muß der Gewindebolzen nach Stecken des Einschubs immer festgeschraubt werden.

## 5.3. Einsetzen des Schreibstiftes

Das Gerät wird mit einem Kugel-, Faser- und Feinschreiber-Sortiment ausgeliefert. Vor dem Einschrauben des Schreibstiftes in die Schreibstifthalterung wird seine Kappe abgezogen. Nach Gebrauch ist der Schreibstift wieder herauszuschrauben und durch Aufsetzen der Kappe gegen Austrocknen zu schützen.

## 5.4. Aufstellen des Gerätes

Das Gerät kann stehend, waagrecht liegend oder auf einer schrägen Unterlage liegend betrieben werden. Zu berücksichtigen ist, daß in senkrechter Aufstellung eine Aufzeichnung mit Kugelschreiber nicht möglich ist.

## 5.5. Sicherheitsmaßnahmen

Das Gerät besitzt die Schutzklasse I und darf nur an einem mit Schutzkontakt versehenen Netzanschluß betrieben werden (vgl. Abschn. 3.3. Schutzgüte).



Die Eingangsbuchsen sind bei einem großen Teil der Einschübe nicht galvanisch von der übrigen Schaltung getrennt. Sie dürfen nicht mit Stromkreisen verbunden werden, die nicht ausreichend vom Netz isoliert sind.

Beim Beschalten dieser Meßeingänge ist zu beachten, daß das angelegte Potential im Sinne der Berührungsgefahr an allen Ein- und Ausgangsbuchsen erwartet werden muß!

Beim Anlegen gefährlicher Spannungen ist daher die Common-Buchse **36** mit der Masse-Buchse **37** zu verbinden. Zwischen Common und Masse sind maximal 42 V Wechselspannung bzw. 60 V Gleichspannung zulässig.

## 5.6. Anschluß des Gerätes an die Stromversorgung

Der xy-Schreiber „endim 622.01“ ist für den Betrieb mit  $220\text{ V} \pm 10\%$  Netzwechselspannung vorgesehen. Falls die Netzfrequenz nicht 50 Hz, sondern 60 Hz beträgt, wird der DIL-Schalter S 501 im Choppergenerator 622.01-01505 auf die Einschaltstellung gebracht (Farbpunkt sichtbar).

## 6. Betriebsanleitung

### 6.1. Gemeinsame Bedienung der verschiedenen Varianten

#### 6.1.1 Einschalten

Vor dem Einschalten ist zu überprüfen, ob die Gewindebolzen der Einschübe festgeschraubt sind und die Schiebeschalter **30** und **31** (Bild 3) auf der Stellung INT. stehen.

Durch Drücken der Taste **16** (Bild 2) wird das Gerät eingeschaltet. Eine in der Taste eingebaute Lampe signalisiert den Einschaltzustand. Das Schreibsystem fährt langsam beschleunigend in seine Ausgangsstellung. Obwohl die volle Kraftwirkung sich erst in einigen Sekunden aufbaut, sollen wegen der Verletzungsgefahr die Hände während des Einschaltens nicht in die Nähe der Schreibplatte gebracht werden. Nach 60 s arbeitet das Gerät mit seiner maximalen Schreibgeschwindigkeit.

Hinweis: Wenn der xy-Schreiber in einer der beiden Richtungen nicht funktioniert, dann ist wahrscheinlich die Motorsicherung **22** bzw. **23** (Bild 3) defekt. Ersatzsicherungen sind im Lieferumfang enthalten.

#### 6.1.2. Einlegen des Papiers

Damit der Schreibstift beim Papiereinlegen nicht hinderlich ist, wird er durch Drücken der Taste **14** (Bild 2) in die rechte obere Ecke gefahren. Das Papier wird auf die Schreibplatte gelegt und nach den beiden Lichtpunkten **5** und **6** (Bild 2) justiert. Dann drückt man die Taste **13** zur Betätigung der elektrostatischen Papierhalterung. Bei starker Welligkeit des Papiers empfiehlt sich ein Ausschalten der Papierhalterung, Glattstreichen des Papiers und Wiedereinschalten.

#### 6.1.3. Schreibstiftsteuerung

Bei Betätigung der Taste **15** (Bild 2) setzt der Schreibstift auf. Diese Taste ist gegen die Taste **14** elektrisch verriegelt, so daß der Schreibstift nur dann aufgesetzt werden kann, wenn die Taste **14** nicht gedrückt ist.

Befindet sich die Taste **15** in Ruhelage (nicht gedrückt), dann kann das Aufsetzen und Abheben des Schreibstiftes auch extern gesteuert werden. Der Schreibstift setzt auf, wenn entweder ein Kontakt zwischen den Anschlüssen A 1 und A 13 – B 13 der Buchsenleiste **27** (Bild 3) eingeschaltet oder an den Anschluß A 2 gegen A 13 – B 13 (Common) eine Spannung von +2 ... +30 V angelegt wird.

#### 6.1.4. Verschiebung und Kontrolle des Nullpunktes

Der Nullpunkt läßt sich mit dem Potentiometer **17** (Bild 2) in x-Richtung um eine Schreibbreite nach rechts und eine Schreibbreite nach links (unterdrückter Nullpunkt) bzw. mit dem Potentiometer **12** um eine Schreibhöhe nach oben und eine Schreibhöhe nach unten (unterdrückter Nullpunkt) verschieben. Bei Mittelstellung der Potentiometer befindet sich der Schreibstift auf dem Lichtpunkt **5**, auf den sich die angegebene Verschiebung bezieht.

Wird der Nullpunkt unterdrückt, d. h. theoretisch aus der Schreibfläche heraus nach links bzw. unten verschoben, dann leuchtet die Anzeigelampe **20** in Taste **19** bzw. die Anzeigelampe **10** in Taste **9**.

Die Nullpunktkontrolle erfolgt durch Drücken der Taste **19** bzw. **9**. Dadurch wird die angelegte Eingangsspannung abgeschaltet. Bei Verschiebung des Nullpunktes außerhalb des Schreibbereichs, d. h. wenn die Anzeigelampe leuchtet, fährt der Schreibstift in x-Richtung um 380 mm nach rechts bzw. in y-Richtung um 280 mm (oder um 250 mm bei umgeschalteter Schreibhöhe, vgl. Abschn. 16.2.2.) nach oben. Der Bezugspunkt liegt nun bei  $x = 380$  mm und  $y = 280$  oder  $250$  mm. Steht der Schreibstift z. B. bei  $x = 300$  mm, dann ist der tatsächliche Nullpunkt auf  $300$  mm  $- 380$  mm =  $-80$  mm eingestellt. Durch nochmaliges Drücken wird die Taste **19** bzw. **9** entriegelt. Bei einer nun folgenden Registrierung ist der unterdrückte Nullpunkt wirksam.

Durch Anlegen einer Spannung an den Anschluß A 10 (x) oder A 11 (y) gegen A 13 – B 13 (Common) der Buchsenleiste **27** im Bild 3 läßt sich der Nullpunkt auch extern mit einem Faktor  $0,1$  V/cm  $\pm 2\%$  verschieben. Die Nullpunktkontrolle ist dann nicht wirksam. Eine Verschiebung über zwei Schreibbereiche in positiver und negativer Richtung hinaus ist nur bei Verwendung der Einbereichseinschübe 635.01 ... 641.01 sinnvoll, da der Aussteuerbereich der anderen Einschübe begrenzt ist. Die Spannung für die externe Nullpunktverschiebung darf zwischen  $-50$  V und  $+50$  V liegen.

#### 6.1.5. Mitlaufspannung

An den Anschlüssen A 6 (x) und A 7 (y) der Buchsenleiste **27** (Bild 3) steht gegen die Anschlüsse A 13 – B 13 (Common) eine der Auslenkung proportionale Gleichspannung zur Verfügung ( $0,1$  V/cm  $\pm 2\%$ )

#### 6.1.6. Quotientenregistrierung

Mit dem „endim 622.01“ kann in beiden Koordinatenachsen der Quotient zweier Spannungen

aufgezeichnet werden. Bei Verwendung von Einschüben mit potentialfreiem Eingang ist es möglich, zwei Spannungen mit nicht gleichem Bezugspotential zu dividieren. Bei gleichzeitigem Dividieren in beiden Achsen ist aber zu beachten, daß die massenahen Eingänge der beiden Referenzspannungsverstärker in x- und y-Richtung auf gleichem Potential (Common) liegen.

Werden Einschübe ohne potentialfreie Eingänge verwendet, dann ist das gemeinsame Common-Bezugspotential der Registrierspannungseingänge und der Referenzspannungseingänge bei deren Beschaltung zu berücksichtigen. Die positive oder negative Zählerspannung entspricht der üblichen Eingangsspannung. Die Nennerspannung, die positiv gegenüber Common sein muß, wird an den Anschluß A 8 (x) oder A 9 (y) gegen die Anschlüsse A 13 – B 13 (Common) der Buchsenleiste **27** (Bild 3) angelegt und der Schalter **30** (x) oder **31** (y) auf EXT. geschaltet. Die Nennerspannung sollte zwischen  $0,5$  V und  $1,5$  V liegen.  $1$  V entspricht der internen Referenzspannung, bei der der Schreiber alle dynamischen und statischen Werte aufweist, die in den technischen Daten (Abschn. 3.1.) festgehalten sind. Damit stellt sich auch die dem jeweiligen Meßbereich entsprechende Auslenkung ein. Bei einer von  $1$  V abweichenden Nennerspannung ergibt sich bei gleicher Zählerspannung eine Auslenkung, die um den Zahlenwert der Nennerspannung dividiert ist. So ist z. B. die Auslenkung bei einer Nennerspannung von  $0,5$  V doppelt so groß wie bei  $1$  V oder bei Betrieb mit interner Referenzspannung.

Wird die Nennerspannung kleiner als  $0,5$  V, dann vergrößert sich der Ansprechwert. Wird sie größer als  $1,5$  V, so können Regelschwingungen auftreten, außerdem gerät bei maximaler Auslenkung  $380$  mm bzw.  $280$  mm der Eingangsverstärker an seine Aussteuerungsgrenze. Bei einer Nennerspannung von ca.  $3$  V werden die Referenzspannungsverstärker übersteuert, und eine weitere Erhöhung hat keine Veränderung des zu registrierenden Quotienten zur Folge. Ein einwandfreies Registrieren ist daher nur innerhalb der angegebenen Grenzen möglich.

#### 6.1.7. Dynamisches Verhalten

Regelungstechnisch gesehen hat der Servokreis das dynamische Verhalten eines Schwingungsgliedes zweiter Ordnung mit der Dämpfung  $D \approx 0,7$  ( $D = 0$  : ungedämpfte Schwingung;  $D = 1$  : aperiodischer Grenzfall).

Das bedeutet, daß bei Sollwertänderung eine der Änderungsgeschwindigkeit proportionale Soll-Istwert-Differenz auftritt.

Nach Ablauf des Einschwingvorganges, d. h. bei linearer Änderung der Schreibstiftposition, läßt

sich der dynamische Registrierfehler bis zur maximalen Schreibgeschwindigkeit 100 cm/s durch die Zeitkonstante  $\tau$  beschreiben:

$$x_{\text{ soll }} - x_{\text{ ist }} = \tau \cdot \frac{\Delta x_{\text{ soll }}}{\Delta t};$$

$$\frac{\Delta x_{\text{ soll }}}{\Delta t} = 0 \dots 100 \text{ cm/s.}$$

Das gleiche gilt für die y-Richtung. Die Zeitkonstante  $\tau$  hängt im wesentlichen von der Dämpfungseinstellung (Überschwingen), der stellenweisen nicht linearen Kreisverstärkung und der mechanischen Zeitkonstante ab und liegt ungefähr in der Größenordnung der mechanischen Zeitkonstante, d. h. zwischen 20 ... 30 ms.

Bei nichtkonstanter Aufzeichnungsgeschwindigkeit kann eine allgemeingültige, exakte Aussage über die Größe des Fehlers nicht ohne weiteres gemacht werden. Der größte Fehler entsteht an Kurvenstücken mit großer Steilheit. Bei Sollwertänderungen, die über der maximalen Schreibgeschwindigkeit liegen, tritt das geregelte System vorübergehend außer Funktion, und nach einer e-Funktion mit der Zeitkonstante  $T = 30 \text{ ms}$  in x-Richtung bzw.  $T = 25 \text{ ms}$  in y-Richtung wird die maximale Schreibgeschwindigkeit erreicht. Ebenso gerät das geregelte System in die Begrenzung, wenn der steilste Anstieg einer Sinusfunktion die maximale Schreibgeschwindigkeit erreicht hat.

Die Grenzfrequenz bei 6 dB Abfall des nicht übersteuerten Regelungssystems beträgt ca. 13 Hz. Das ist für Auslenkungen bis zu 1 cm der Fall.

Bei der Verwendung von Einschüben mit Filter (z. B. Vorverstärker 100  $\mu\text{V/cm}$  629.01, Vorverstärker 10  $\mu\text{V/cm}$  630.01) ist die zusätzliche Dämpfung bei der Registrierung von sich schnell ändernden Eingangsgrößen zu berücksichtigen.

## 7. Elektrische Schaltung des Grundgerätes

### 7.1. Motorverstärker (622.01-01501 Sp)

Der Motorverstärker ist für die x- und y-Richtung prinzipiell gleich aufgebaut und unterscheidet sich nur durch die Umschaltung der Schreibhöhe in y-Richtung. Die Numerierung der Bauelemente beginnt für die x-Richtung mit 200 und für die y-Richtung mit 300. Die Bauelemente mit gleichen Endziffern haben jeweils die gleiche Funktion. Die folgende Beschreibung bezieht sich im wesentlichen auf die x-Richtung. Für die y-Richtung gilt, falls nicht gesondert beschrieben, sinngemäß das gleiche.

Im Eingangsverstärker N 202 werden das vom Einschub kommende Signal, die Spannungen für die Nullpunktverschiebung und eine Korrektur-

spannung aufsummiert. Im Falle der Nullpunktkontrolle bei unterdrücktem Nullpunkt kommt über VT 202 die Spannung für die Bereichsverschiebung hinzu. Diese Funktion sowie die Lampenanzeige für den unterdrückten Nullpunkt wird mit dem Nullindikator N 201 gesteuert. In y-Richtung sind je nach Schreibhöhe der Transistor VT 302 oder VT 303 bei unterdrücktem Nullpunkt in Funktion. Die gegenphasigen Umschaltssignale erzeugt der Transistor VT 304.

Die Ist-Spannung des Regelkreises wird mit dem Verstärker N 204 aus der Ausgangsspannung des Meßpotentiometers und der Kompensationsspannung für den Nullpunkt erzeugt. Die Umschaltung der Kompensationsspannung für die Schreibhöhe 280 mm bzw. 250 mm in y-Richtung erfolgt mit den Transistoren VT 308 und VT 309. Die Mitlaufspannung wird vom Impedanzwandler N 205 geliefert.

Dem Regelverstärker werden die positive Ist-Spannung über R 255, R 256, ein geschwindigkeitsproportionaler Anteil über C 204 sowie die negative Soll-Spannung über R 243 und R 245 zugeführt. Die untere Begrenzung des Sollwertes wird im Eingangsverstärker N 202 durch die Diode VD 205 realisiert. Die obere Begrenzung erfolgt mit dem Komparator N 203. Der zwischen R 243 und R 245 abgegriffene Teil der Soll-Spannung wird über R 244 mit dem Begrenzungswert verglichen und über die Diode VD 211 begrenzt. Die Umschaltung des Begrenzungswertes für die Schreibhöhe 280 mm bzw. 250 mm in y-Richtung erfolgt mit den Transistoren VT 308 und VT 309.

Die Transistoren VT 205 und VT 206 erfassen den Zustand der unteren bzw. oberen Begrenzung. Ihre Signale steuern in logischer Oder-Verknüpfung den Transistor VT 207, der die Lichtemitterdiode für die Übersteuerungsanzeige schaltet.

Der Regelverstärker besitzt eine geknickte Kennlinie. Durch eine größere Verstärkung im Abgleichpunkt wird die Anlaufspannung der Motoren kompensiert. Eine Verzögerungsschaltung verhindert, daß die Motoren unmittelbar nach dem Einschalten ihre maximale Spannung und damit ihre maximale Beschleunigung erhalten. Die Ausgangsspannung des Regelverstärkers wird symmetrisch begrenzt und dem Verstärker N 207 zugeführt. Die Treibertransistoren VT 212 und VT 213 steuern die Endstufentransistoren an, die sich in der Baugruppe Endstufe und Stromversorgung befinden. Der eigentliche Motorverstärker arbeitet in Brückenschaltung. Die Phasenumkehrung erfolgt mit dem Verstärker N 208 sowie der zugehörigen Treiber- und Endstufe.

## 7.2. Choppergenerator (622.01-01505 Sp)

Der eigentliche Choppergenerator ist mit dem Verstärker N 500 aufgebaut. Die Ausgangsspannung des Generators wird über eine Triggerschaltung dem Frequenzteiler D 502 zugeführt. Der Frequenzteiler stellt dem Vorverstärker 629.01 drei Spannungen im TTL-Pegel mit verschiedenen Frequenzen zur Verfügung. Diese drei Spannungen werden außerdem zur Erzeugung von impulsverkürzten Rechteckspannungen für den Demodulator des Vorverstärkers 630.01 verwendet. Die Demodulatorspannungen werden an den Kollektoren der Transistoren VT 503 und VT 504 abgenommen und haben einen Pegel von +15 V/−15 V. Aus der TTL-Spannung mit der niedrigsten Frequenz von etwa 500 Hz wird die leistungsstarke Rechteckspannung mit dem Pegel +15 V/−15 V gewonnen, die der Erzeugung der isolierten Betriebsspannungen in den Einschüben Vorverstärker 630.01, F/DC-Wandler 632.01 und AC/DC-Wandler 634.01 dient. Zur Unterdrückung einer Gleichstromkomponente wird die Rechteckspannung über die Kondensatoren C 501 und C 502 ausgekoppelt.

Die Hochspannung für die elektrostatische Papierhalterung wird mit den Transistoren VT 600, VT 601 und VT 602, dem Übertrager T 600 und der nachgeschalteten Kaskade erzeugt. Der Choppergenerator liefert die erforderliche Rechteckspannung.

Der Schreibstiftmagnet wird durch die Transistoren VT 700 und VT 701 gesteuert.

## 7.3. Endstufe und Stromversorgung (622.01-01016 Sp)

Die stabilisierten Versorgungsspannungen +15 V und −15 V sowie die internen Referenzspannungen werden vom Referenzelement VD 904 abgeleitet. Die Regelschaltung für die Spannungen +15 V und −15 V besteht aus den Verstärkern N 900, N 901 und den Transistoren VT 800, VT 801, VT 802, VT 803, VT 804 und VT 805. Dabei dienen die Transistoren VT 802 und VT 805 zur Strombegrenzung bei Kurzschluß oder Überlastung. Die Hilfsspannungen für die Regelverstärker N 900 und N 901 werden mit den Z-Dioden VD 901, VD 903 und den Transistoren VT 900, VT 901 erzeugt.

Die belastungsunabhängigen positiven Referenzspannungen liefern die Verstärker N 902 und N 904. Bei Betrieb mit interner Referenzspannung arbeiten sie als Spannungsfolger, bei Betrieb mit externer Referenzspannung als Spannungsverstärker. Die als Invertierer geschalteten Verstärker N 903 und N 905 erzeugen die negativen Referenzspannungen.

YCDT.net

Die Versorgungsspannung +5 V für TTL-Schaltkreise wird mit dem Schaltkreis N 800 erzeugt.

Der Schreibstiftmagnet wird von der ungestabilisierten Gleichspannung +28 V gespeist.

Die Endstufe, bestehend aus den Leistungstransistoren VT 400 bis VT 407, ist funktionell Bestandteil des Motorverstärkers. Die Kollektoren der Transistoren liegen an den ungestabilisierten Gleichspannungen +28 V und −28V.

## 8. Reparaturhinweise

### 8.1. Sicherheitsmaßnahmen

Reparaturen dürfen nur von autorisiertem Fachpersonal und Fachpersonal für elektronische Anlagen im Sinne der ABAO 900/1 ausgeführt werden. Arbeiten unter Spannung sind nicht zulässig. Alle Veränderungen im Erzeugnis, insbesondere solche, die Schutzerdung und Leitungsführung betreffen, sind aus schutztechnischen Gründen verboten.

### 8.2. Elektrische Instandsetzung

Zur Reparatur des xy-Schreibers gehören im allgemeinen ein umfangreicher Meßmittelpark, eine detaillierte Kundendienstdokumentation sowie ein erfahrenes und geschultes Reparaturpersonal. Will der Anwender trotzdem selbst die Fehlerermittlung und eine eventuelle Reparatur vornehmen, dann stehen ihm die Beschreibungen der elektrischen Schaltung, die Stromlaufpläne sowie die Schaltteillisten zur Verfügung.

Nach einer Instandsetzung kann u. U. ein Abgleich notwendig werden. Das ist auch dann der Fall, wenn sich beim Prüfen der Solleigenschaften Abweichungen ergeben.

Hinweis: Wenn der xy-Schreiber in einer der beiden Richtungen nicht funktioniert, dann ist wahrscheinlich die Motorsicherung **22** bzw. **23** (Bild 3) defekt. Ersatzsicherungen sind im Lieferumfang enthalten. Führt das Wechseln der Sicherungen nicht zum Erfolg oder läuft einer der beiden Schlitten an den mechanischen Anschlag, wobei die Rutschkupplung einsetzt, dann sind im Falle der Störung in x-Richtung die Endstufentransistoren VT 402, VT 403, VT 406, VT 407 (Bild 4) und die Treibertransistoren VT 212 bis VT 215 (622.01-01501) oder im Falle der Störung in y-Richtung die Endstufentransistoren VT 400, VT 401, VT 404, VT 405 und die Treibertransistoren VT 312 bis VT 315 zu überprüfen und gegebenenfalls zu wechseln.

### 8.3. Mechanische Instandsetzung

Das Auswechseln oder Nachspannen der Antriebsseile sollte dem Service vorbehalten bleiben, da hierfür eine spezielle Anleitung erforderlich ist und die Nachstell- und Feststellschrauben z. T. nur schwer zugänglich sind. Ein Nachspannen der Seile hat zur Folge, daß der Nullpunkt sich verschiebt. Dann müssen das Meßpotentiometer nach Abschnitt 8.4.3. und der Nullpunkt nach Abschnitt 8.5.7. neu eingestellt werden. Eventuell genügt eine der beiden Einstellungen. Ein Nachspannen des x-Seiles erfordert außerdem ein Ausrichten des x-Schlittens nach Abschnitt 8.4.2.

Zum Prüfen der Seilspannung wird der mittlere Einschub (Grundeinschub) herausgenommen und soweit zur Seite gestellt, wie es das Anschlußkabel erlaubt bzw. daß die beiden Antriebsseile zugänglich sind. Den x-Schlitten schiebt man an den linken oder rechten mechanischen Anschlag. In die Mitte des zu prüfenden Seiles wird ein Gewicht mit der Masse 50 g eingehängt. Der Durchhang darf in x-Richtung 2,5 ... 5 mm und in y-Richtung 5 ... 10 mm betragen. Der kleinere Wert gilt für neu aufgelegte Seile.

Zum Spannen des x-Seiles muß die rechte Seitenwand durch Lösen der sechs Schrauben entfernt werden. Das Spannen erfolgt durch Verschieben des Lagers für eine Umlenkrolle entsprechend Bild 5. Zuerst werden die beiden Schrauben a gelockert. Durch Rechtsdrehen der Schraube b läßt sich das Seil spannen. Zum Schluß ist das Lager wieder mit den Schrauben a zu arretieren.

Das y-Seil ist mit der Schraube c (Bild 6) festgeklemmt und kann durch Straffziehen an dieser Stelle gespannt werden.

### 8.4. Mechanische und elektromechanische Justage

#### 8.4.1. Justieren des Schreibstiftes

Bei abgehobenem Schreibstift soll dessen Spitze etwa 1 mm von der Schreibplatte entfernt sein. Nach Abheben der Plastekappe für den Schreibstiftmagnet läßt sich dieser Abstand durch Verschieben des Magnetsystems in vertikaler Richtung einstellen. Dazu muß die Schraube für die Halterung des Magnetsystems gelöst bzw. anschließend wieder festgeschraubt werden. Eine Verschiebung des Magnetsystems in y-Richtung darf nicht erfolgen (räumliche Zuordnung von Schreibstifthalterung und Magnetanker beachten).

#### 8.4.2. Ausrichten des x-Schlittens

Der x-Schlitten muß ausgerichtet werden, wenn er nicht mehr senkrecht zur Verbindungslinie der beiden Lichtpunkte auf der Schreibplatte steht. Das ist z. B. nach dem Spannen des x-Seiles der Fall. Dazu muß ein Einschub herausgezogen werden. Nach Lösen der Klemmschraube d im Bild 6 kann der x-Schlitten senkrecht ausgerichtet werden.

#### 8.4.3. Elektromechanische Einstellung der Meßpotentiometer

Der Drehwinkel des Meßpotentiometers muß etwa symmetrisch zu den mechanischen Anschlüssen sein. Nach dem Wechseln eines Meßpotentiometers oder eines Seiles, eventuell auch nach dem Spannen eines Seiles, ist eine Neueinstellung des Meßpotentiometers erforderlich. Dazu muß die entsprechende Seitenwand entfernt werden. Die beiden Schrauben am Potentiometerflansch sind soweit zu lösen, daß sich das Zahnrad gegenüber dem Flansch mit mäßiger Kraft verschieben läßt.

Die Einstellung des Meßpotentiometers für die x-Richtung geschieht wie folgt: Der x-Schlitten wird an den linken mechanischen Anschlag geschoben und der Widerstand zwischen Bahnanfang und Schleifer gemessen (Potentiometeranschlüsse 1 und 2). Die Potentiometerachse ist bei festgehaltenem x-Schlitten gegenüber dem Zahnrad so zu verstellen, daß der Widerstandswert etwa 190  $\Omega$  beträgt. Dann wird der x-Schlitten an den rechten mechanischen Anschlag geschoben und der Widerstand zwischen Bahnende und Schleifer gemessen (Potentiometeranschlüsse 3 und 2). Der Unterschied zwischen beiden Widerstandswerten darf maximal 50  $\Omega$  betragen. Anderenfalls muß die Einstellung korrigiert werden. Danach beide Schrauben wieder festziehen.

Sinngemäß gilt die gleiche Einstellung für die y-Richtung, nur daß hier der Bahnanfang Anschluß 3 und das Bahnende Anschluß 1 des Meßpotentiometers ist.

### 8.5. Elektrischer Abgleich

Die Anordnung der Meß- und Abgleichpunkte geht aus Bild 7 und dem Bestückungsplan 622.01-01505 hervor. Alle Spannungen sind gegen Common, Meßpunkt X 2/4 ... 8, gemessen. Für einige Abgleicharbeiten am Grundgerät ist es zweckmäßig, in x- und y-Richtung Einbereichseinschübe 0,1 V/cm einzusetzen. Es können aber auch die Anschlüsse B 18 und B 14 – A 15 – B 16 (Common) der Buchsenleisten 8 und 21 (Bild 2) als Eingang benutzt werden.

Die Einstellregler der Einschübe sind erst nach Lösen des Bodenblechs zugänglich, so daß ein

Abgleich im gesteckten Zustand nicht möglich ist. Der Abgleich kann nur schrittweise erfolgen, oder es ist ein Adapter zu verwenden, der aber nicht zum Lieferumfang gehört.

### 8.5.1. Ungeregelte Spannungen

Diese Spannungen werden nur nachgemessen. Eine Abgleichmöglichkeit besteht nicht. Stark abweichende Werte würden auf einen Defekt im Netztransformator T 1, im Graetzgleichrichter VD 800 ... VD 803, in einem der Glättungskondensatoren C 800 ... C 805, im Zweiweggleichrichter VD 806, VD 807 oder im Glättungskondensator C 808 schließen lassen. Die in Tabelle 1 angegebenen Werte gelten für eine Netzspannung von  $220\text{ V} \pm 2\text{ V}$  und müssen gegebenenfalls umgerechnet werden.

**Tabelle 1**

Ungeregelte Spannungen

Meßpunkt	Sollwert
VD 800/K	$+28\text{ V} \pm 1,5\text{ V}$
VD 802/A	$+28\text{ V} \pm 1,5\text{ V}$
31	$+13\text{ V} \pm 0,7\text{ V}$

### 8.5.2. Geregelte Gleichspannungen

**Tabelle 2**

Meßpunkt	Sollwert	Abgleich mit
X 2/1	$+15\text{ V} \pm 10\text{ mV}$	R 906
X 2/2	$-15\text{ V} \pm 10\text{ mV}$	R 909
X 2/3	$+5\text{ V} \pm 0,25\text{ V}$	—

Die den Gleichspannungen  $+15\text{ V}$  und  $-15\text{ V}$  überlagerte Wechselfspannung darf einen Effektivwert von maximal  $2\text{ mV}$  besitzen.

### 8.5.3. Interne Referenzspannung

Die Schalter **30** und **31** (Bild 3) auf INT. stellen.

**Tabelle 3**

Meßpunkt	Sollwert	Abgleich mit
R 920/1	$+3,8\text{ V} \pm 3\text{ mV}$	R 912
R 921/1	$-3,8\text{ V} \pm 80\text{ mV}$	
R 926/1	$+2,8\text{ V} \pm 2\text{ mV}$	R 915
R 927/1	$-2,8\text{ V} \pm 60\text{ mV}$	

### 8.5.4. Externe Referenzspannung

An Buchsenleiste XB2 (27 im Bild 3) Anschluß A8 und A9 gegen Anschluß AB 13 eine Spannung von  $1\text{ V} \pm 0,5\text{ mV}$  einspeisen. Die Schalter **30** und **31** auf EXT. stellen.

**Tabelle 4**

Meßpunkt	Sollwert	Abgleich mit
R 920/1	$3,8\text{ V} \pm 4\text{ mV}$	R 918
R 926/1	$2,8\text{ V} \pm 3\text{ mV}$	R 924

Die externe Referenzspannung auf maximal  $50\text{ V}$  erhöhen, dabei die Spannung an VD 907/A und VD 910/A kontrollieren. Sie darf  $+10\text{ V}$  nicht überschreiten. Anderenfalls liegt ein Fehler vor, und die externe Referenzspannung darf nicht weiter erhöht werden.

Eine externe Referenzspannung von  $-50\text{ V}$  anlegen und die Spannung an R 920/1 und R 926/1 messen. An beiden Meßpunkten muß die Spannung größer  $0\text{ V}$  sein.

### 8.5.5. Hochspannung

Die Hochspannungsanschlüsse befinden sich auf der Leiterplatte 622.01-01505 (siehe Bestückungsplan), die durch die Leiterplatte 622.01-01501 im Bild 7 verdeckt ist.

Taste **13** (Bild 2) drücken. Spannung an Lötstift 3 gegen Lötstift 2 der Leiterplatte 622.01-01505 mit einem Voltmeter (Innenwiderstand  $10\text{ M}\Omega$ ) messen.

Sollwert:  $700 \dots 1000\text{ V}$

### 8.5.6. Chopperfrequenz

Die Lage der Bauelemente geht aus dem Bestückungsplan 622.01-01505 hervor.

Zum Abgleich für Netzfrequenz  $50\text{ Hz}$  DIL-Schalter S 500.1 in Stellung „aus“ schalten (Punkt nicht sichtbar). Am Meßpunkt M 500 (Buchse X 500) Frequenz messen. Einstellwiderstand **29** (Bild 3) zum Linksanschlag drehen und mit R 502 eine Frequenz von ca.  $3625\text{ Hz}$  einstellen. Dann Einstellwiderstand zum Rechtsanschlag drehen und mit R 506 eine Frequenz von ca.  $3975\text{ Hz}$  einstellen. Der Einstellprozeß ist iterativ und muß so lange wiederholt werden, bis beim Linksanschlag des Einstellwiderstandes **29** eine Frequenz von  $3625 \pm 8\text{ Hz}$  und beim Rechtsanschlag eine Frequenz von  $3975 \pm 8\text{ Hz}$  gemessen wird.

Zum Abgleich für Netzfrequenz  $60\text{ Hz}$  DIL-Schalter S 500.1 in Stellung „ein“ schalten (Punkt sichtbar). Einstellwiderstand **29** zum Linksanschlag dre-

hen und mit R 503 eine Frequenz von etwa 4350 Hz einstellen.

Frequenz beim Rechtsanschlag messen. Der Mittelwert der beiden Frequenzen muß  $4560 \pm 10$  Hz betragen, anderenfalls ist die Einstellung mit R 503 zu korrigieren.

### 8.5.7. Nullpunkt

Voraussetzung für einen exakten Nullpunktvergleich ist ein geringer Ansprechwert (vgl. Abschnitt 8.5.12 und 9.3.5.)

Den Nullpunkt mit Potentiometer **17** bzw. **12** (Bild 2) nach links bzw. unten so einstellen, daß die Begrenzung durch die Lichtemitterdiode **18** bzw. **11** angezeigt wird. Der x- bzw. y-Schlitten darf den mechanischen Anschlag nicht berühren. Anderenfalls ist zuerst der Einstellregler R 248 bzw. R 348 (Bild 7) im Uhrzeigersinn zu verstellen.

R 248 bzw. R 348 so einstellen, daß die Schreibstiftspitze  $1,5 \pm 0,2$  mm links bzw. unterhalb vom Lichtpunkt **5** steht. Nach dem Umschalten der Schreibhöhe von 280 mm auf 250 mm mit dem Schiebeschalter **32** (Bild 3) R 349 so einstellen, daß die Schreibstiftspitze  $8,5 \pm 0,2$  mm oberhalb vom Lichtpunkt **5** steht.

Reicht der Einstellbereich nicht aus, dann ist die elektromechanische Einstellung des Meßpotentiometers nach Abschnitt 8.4.3. vorzunehmen.

### 8.5.8. Unterdrückter Nullpunkt

Bei kurzgeschlossenem Eingang den Nullpunkt nach links bzw. unten so einstellen, daß die Lampe **20** bzw. **10** (Bild 2) gerade leuchtet. Mit R 204 bzw. R 304 an VD 205/A bzw. 305/A (Bild 7) eine Spannung von  $-10 \pm 1$  mV einstellen.

Zur Kontrolle wird der Nullpunkt so verschoben, daß sich eine Spannung von  $-14 \pm 1$  mV einstellt. Die Lampe **20** bzw. **10** muß verlöschen. Anderenfalls ist die Einstellung zu korrigieren.

### 8.5.9. Elektronische Begrenzung

YCDT.net

Bei kurzgeschlossenem Eingang den Nullpunkt nach links bzw. unten so einstellen, daß die Lampe **20** bzw. **10** (Bild 2) gerade leuchtet oder an VD 205/A bzw. VD 305/A (Bild 7) eine Spannung von  $-10 \pm 1$  mV gemessen wird. An den Eingang eine Spannung von  $3,820 \text{ V} \pm 1 \text{ mV}$  bzw.  $2,820 \text{ V} \pm 1 \text{ mV}$  legen und R 238 bzw. R 338 so einstellen, daß die Lichtemitterdiode **18** bzw. **11** gerade leuchtet.

Wenn der x- bzw. y-Schlitten den mechanischen Anschlag berührt, dann ist der Ablenkfaktor durch

Drehen des Einstellreglers R 255 bzw. R 355 im entgegengesetzten Uhrzeigersinn zu vergrößern.

Nach dem Umschalten der Schreibhöhe von 280 mm auf 250 mm mit dem Schiebeschalter **32** (Bild 3) an den y-Eingang eine Spannung von  $2,520 \text{ V} \pm 1 \text{ mV}$  legen und R 339 so einstellen, daß die Lichtemitterdiode **11** gerade leuchtet.

### 8.5.10. Ablenkfaktor

Voraussetzung für eine exakte Eichung ist ein geringer Ansprechwert (vgl. Abschnitte 8.5.12. und 9.3.5.).

Bei kurzgeschlossenem Eingang den Schreibstift auf den Lichtpunkt **5** (Bild 2) stellen. Eine Eingangsspannung von  $3,8 \text{ V} \pm 0,5 \text{ mV}$  bzw.  $2,8 \text{ V} \pm 0,5 \text{ mV}$  anlegen. Mit R 255 eine Auslenkung von  $380 \pm 0,2$  mm bzw. mit R 355 eine Auslenkung von  $280 \pm 0,2$  mm einstellen. Die Begrenzung darf dabei nicht einsetzen, anderenfalls ist ein Abgleich nach Abschnitt 8.5.7. oder 8.5.9. vorzunehmen.

Achtung: Papiertoleranz überprüfen!

### 8.5.11. Kontrolle des unterdrückten Nullpunktes

Den Nullpunkt nach links bzw. unten so einstellen, daß die Lampe **20** bzw. **10** (Bild 2) gerade leuchtet. Taste **19** bzw. **9** drücken und die Auslenkung messen. In y-Richtung ist die Nullpunktkontrolle für beide Schreibhöhen, 280 mm und 250 mm (Schiebeschalter **32** im Bild 3), abzugleichen.

**Tabelle 5**

Abgleich der Nullpunktkontrolle

Nullpunktkontrolle in	Sollwert auslenkung	Abgleich mit
x-Richtung	380 ± 0,2 mm	R 212
y-Richtung 280 mm	280 ± 0,2 mm	R 312
y-Richtung 250 mm	250 ± 0,2 mm	R 313

**8.5.12. Ansprechwert und Überschwingen**

Den Ansprechwert nach Abschnitt 9.3.5. messen. Mit R 264 (x-Richtung) bzw. R 364 (y-Richtung) einen Wert von maximal 0,3 mm einstellen. Wenn das Servosystem unruhig läuft oder zittert, dann ist der Ansprechwert zu klein und muß durch Drehen des Einstellreglers im Uhrzeigersinn vergrößert werden.

Das Überschwingen nach Abschnitt 9.3.7. messen. Mit R 257 (x-Richtung) bzw. R 357 (y-Richtung) einen Wert von 0,5...1 mm einstellen. Durch Drehen im Uhrzeigersinn wird das Überschwingen vergrößert.

**9. Wartung****9.1. Laufmechanik**

Der „endim 622.01“ bedarf keiner regelmäßigen elektrischen oder mechanischen Wartung. Von Zeit zu Zeit sollte aber geprüft werden, ob die Leichtgängigkeit der x-Schlittenführung noch gewährleistet ist. Dazu schiebt man bei ausgeschaltetem Gerät den x-Schlitten langsam mit der Hand über den ganzen Schreibweg. Es dürfen dabei keine Ruckstellen spürbar sein. Gegebenenfalls reinigt man die obere und untere x-Führungsstange mit einem spiritusgetränkten Lappen. Dazu müssen vordere und hintere Abdeckschiene und zweckmäßig auch die Einschübe entfernt werden.

**9.2. Reinigen der Schreibplatte**

Ist die Schreibplatte nach längerem Gebrauch verschmutzt oder ist sie versehentlich durch eine Fehlbedienung mit dem Schreibstift verunreinigt worden, so reinigt man sie durch Abreiben mit Spiritus. Auf keinen Fall darf Tri, Azeton oder ein anderes Lösungsmittel verwendet werden, das den Lack der Schreibplatte angreift. Bei Verunreinigung mit dem Schreibstift sollte die Reinigung möglichst bald erfolgen, da die Farbe nach längerer Einwirkung nur noch schwer zu entfernen ist.

**9.3. Prüfen der Solleigenschaften**

Zum Prüfen der Eigenschaften des Grundgerätes ist es zweckmäßig, in x- und y-Richtung Einbereichseinschübe 0,1 V/cm einzusetzen. Es können aber auch die Anschlüsse B 18 und B 14 – A 15 – B 16 (Common) der Buchsenleisten **8** und **21** (Bild 2) als Eingang benutzt werden.

**9.3.1. Nullpunkt**

Den Nullpunkt mit Potentiometer **17** bzw. **12** (Bild 2) nach links bzw. unten so einstellen, daß die Begrenzung durch die Lichtemitterdiode **18** bzw. **11** angezeigt wird. Die Schreibstiftspitze muß 1 bis 2 mm links bzw. unterhalb vom Lichtpunkt **5** stehen. Nach dem Umschalten der Schreibhöhe von 280 mm auf 250 mm mit dem Schiebeschalter **32** (Bild 3) muß die Schreibstiftspitze 8 bis 9 mm oberhalb vom Lichtpunkt **5** stehen.

**9.3.2. Unterdrückter Nullpunkt**

Bei kurzgeschlossenem Eingang den Nullpunkt nach links bzw. unten so einstellen, daß die Lampe **20** bzw. **10** (Bild 2) gerade leuchtet. Die Schreibstiftspitze muß 0,3 bis 1 mm links bzw. unterhalb vom Lichtpunkt **5** stehen.

Den Nullpunkt auf ± 0,2 mm genau auf den Lichtpunkt **5** stellen. Die Lampe **20** bzw. **10** muß jetzt verlöschen.

**9.3.3. Nullpunktverschiebung**

Für die x-Richtung gelten die Angaben ohne Klammern, für die y-Richtung die in Klammern gesetzten.

Potentiometer **17** (**12**) bis zum Anschlag nach rechts drehen. Die Auslenkung muß mindestens 380 mm (280 mm) vom Lichtpunkt **5** (Bild 2) betragen.

Dann durch Zurückdrehen des Potentiometers den Schreibstift auf den Lichtpunkt **5** stellen. Taste **19**

(9) drücken. Beim Weiterdrehen nach links leuchtet die Anzeigelampe **20 (10)** und der Schreibstift fährt an das rechte (obere) Schreibbereichsende. Durch weiteres Drehen des Potentiometers nach links muß der Lichtpunkt **5** erreichbar sein.

#### 9.3.4. Ablenkfaktor

Papier einlegen, den Nullpunkt in x- und y-Richtung auf Lichtpunkt **5** (Bild 2) einstellen. An den x-Eingang eine Spannung von  $3,8 \text{ V} \pm 0,5 \text{ mV}$  legen. Die Auslenkung muß  $380 \pm 0,8 \text{ mm}$  betragen. An den y-Eingang eine Spannung von  $2,8 \text{ V} \pm 0,5 \text{ mV}$  legen. Die Auslenkung muß  $280 \pm 0,6 \text{ mm}$  betragen.

#### 9.3.5. Ansprechwert

Zwischen die x- und y-Eingangsklemmen je einen Kondensator von  $C = 10 \mu\text{F}$  schalten, Papier einlegen. An den x-Eingang eine Spannung von  $-0,1 \dots -0,3 \text{ V}$  legen und wieder wegnehmen. Wenn der Schreibstift zur Ruhe gekommen ist, wird mit der Nullpunktverschiebung in y-Richtung eine senkrechte Linie gezogen. An den x-Eingang eine Spannung von  $+0,1 \dots +0,3 \text{ V}$  legen und wieder wegnehmen. Wenn der Schreibstift zur Ruhe gekommen ist, wird parallel zur ersten eine zweite Linie gezogen. Die Entfernung zwischen beiden Linien ist der Ansprechwert in x-Richtung (siehe Bild 8) und darf maximal  $0,4 \text{ mm}$  betragen.

Der Ansprechwert in y-Richtung wird sinngemäß in gleicher Weise ermittelt, wobei das aufgezeichnete Diagramm um  $90^\circ$  gedreht ist. Die Entfernung zwischen beiden waagerechten Linien darf maximal  $0,3 \text{ mm}$  betragen.

#### 9.3.6. Linearität

Papier einlegen. An den x- bzw. y-Eingang eine Gleichspannung anschließen, die bei  $0 \text{ V}$  beginnend schrittweise um  $100 \text{ mV}$  bis zum Endwert  $3,8 \text{ V}$  bzw.  $2,8 \text{ V}$  gesteigert wird. Die zulässige Toleranz der angelegten Gleichspannung beträgt  $\pm 0,5 \text{ mV}$ . Mit der Nullpunktverschiebung der y- bzw. x-Richtung werden die Auslenkungen durch senkrechte bzw. waagerechte Linien aufgezeichnet. Die Abweichung von den idealen Werten ist die Summe aus dem Linearitätsfehler und dem Ansprechwert und darf in x-Richtung  $\pm 0,8 \text{ mm}$  und in y-Richtung  $\pm 0,6 \text{ mm}$  nicht überschreiten.

Um den Einfluß des Ansprechwertes auszuschließen, müßten jeweils zwei Linien entsprechend Abschnitt 9.3.5. aufgezeichnet und die Mitte ausgemessen werden. In der Praxis wird dieses Verfahren wegen des hohen Zeitaufwandes kaum angewendet.

#### 9.3.7. Maximale Schreibgeschwindigkeit, Zeitkonstante und Überschwingen

Den x-Eingang mit der Zeitbasis 631.01 bestücken und Bereich  $0,1 \text{ s/cm}$  einstellen oder linear ansteigende Spannung  $1 \text{ V/s}$  an den x-Eingang legen. Nullpunkt in Nähe des Lichtpunktes **5** stellen. Papier einlegen. Am y-Eingang einen Spannungssprung von  $0 \text{ V}$  auf  $+2,5 \text{ V}$  erzeugen (mit Rechteckgenerator oder prellfreiem Kontakt). Dieser wird mit dem Zeitfaktor  $0,1 \text{ s/cm}$  registriert. Es ergibt sich ein Diagramm ähnlich Bild 9, aus dem maximale Schreibgeschwindigkeit, Zeitkonstante und Überschwingen ermittelt werden können.

Die Kontrollmessung in x-Richtung wird sinngemäß in gleicher Weise durchgeführt. Dazu wird die y-Richtung mit dem Zeitfaktor  $0,1 \text{ s/cm}$  ausgelenkt, und das Diagramm ist um  $90^\circ$  gedreht.

#### 9.3.8. Elektronische Begrenzung

Das Prüfen der linken bzw. unteren Begrenzung ist identisch mit dem Prüfen des Nullpunktes entsprechend Abschnitt 9.3.1.

Zum Prüfen der oberen Begrenzung wird der Schreibstift von der linken zur rechten bzw. unteren zur oberen Begrenzung verschoben und die Strecke gemessen. Der Sollwert beträgt in x-Richtung  $382 \text{ bis } 384 \text{ mm}$  und in y-Richtung  $282 \text{ bis } 284 \text{ mm}$ . Nach dem Umschalten der Schreibhöhe von  $280 \text{ mm}$  auf  $250 \text{ mm}$  mit Schiebeschalter **32** (Bild 3) beträgt der Sollwert  $252 \text{ bis } 254 \text{ mm}$ .

#### 9.3.9. Kontrolle des unterdrückten Nullpunktes

Den Nullpunkt nach links bzw. unten so einstellen, daß die Lampe **20** bzw. **10** (Bild 2) gerade leuchtet. Die Taste **19** bzw. **9** drücken. In x-Richtung muß sich eine Verschiebung von  $380 \text{ mm} \pm 0,8 \text{ mm}$ , in y-Richtung von  $280 \text{ mm} \pm 0,6 \text{ mm}$  einstellen. Nach dem Umschalten der Schreibhöhe von  $280 \text{ mm}$  auf  $250 \text{ mm}$  mit Schiebeschalter **32** (Bild 3) muß sich eine Verschiebung von  $250 \text{ mm} \pm 0,6 \text{ mm}$  einstellen.

#### 9.3.10. Quotientenregistrierung

An Buchsenleiste XB2 (**27** im Bild 3) Anschluß A 8 und A 9 gegen Anschluß A 13 – B 13 (Common) eine Spannung von  $1 \text{ V} \pm 0,5 \text{ mV}$  einspeisen. Die Schalter **30** und **31** (Bild 3) auf EXT. stellen.

An den x- und y-Eingang eine Spannung von  $1 \text{ V} \pm 0,5 \text{ mV}$  einspeisen. Es muß sich in beiden Richtungen eine Auslenkung von  $100 \text{ mm} \pm 1,5 \text{ mm}$  ergeben. Die externe Referenzspannung auf  $0,5 \text{ V} \pm 0,25 \text{ mV}$  verringern. Die Auslenkung muß sich auf  $200 \text{ mm} \pm 1,5 \text{ mm}$  vergrößern.

Die externe Referenzspannung auf  $1,5 \text{ V} \pm 0,5 \text{ mV}$  erhöhen. Die Auslenkung muß sich auf  $66,7 \text{ mm} \pm 1,5 \text{ mm}$  verringern.

### **9.3.11. Mitlaufspannung**

Den Schreibstift auf Lichtpunkt **5** (Bild 2) stellen. An Buchsenleiste XB2 (**27** im Bild 3) Anschluß A 6 bzw. A 7 gegen Anschluß A 13 – B 13 muß eine Spannung von  $0 \text{ V} \pm 10 \text{ mV}$  zu messen sein.

Mit der Nullpunktverschiebung in beiden Richtungen eine Auslenkung von  $200 \text{ mm} \pm 0,5 \text{ mm}$  einstellen. Die Mitlaufspannung muß jetzt  $2 \text{ V} \pm 40 \text{ mV}$  betragen.

### **9.3.12. Externe Nullpunktverschiebung**

Den Schreibstift auf Lichtpunkt **5** (Bild 2) stellen. An Buchsenleiste XB2 (**27** im Bild 3) Anschluß A 10 und A 11 gegen Anschluß A 13 – B 13 eine Spannung von  $2 \text{ V} \pm 4 \text{ mV}$  anlegen. Die Auslenkung in beiden Richtungen muß  $200 \text{ mm} \pm 4 \text{ mm}$  betragen.

10. Anordnung und Zweck der Betätigungs-,  
Anzeige- und Anschlußelemente der Er-  
weiterungsbaugruppen (Bild E1 . . . E6)

Pos.- Nr.	Beschriftung	
33		Gewindebolzen zum Festschrauben des Einschubs
34	+	Meßbuchse für die Eingangsspannung
35	-	Meßbuchse für die Eingangsspannung
36	COMMON	Meßbuchse für die Eingangsspannung, LO-Potential (massenah), galvanisch von Masse getrennt. Bei Zeitbasis Meßbuchse für die Aus- gangsspannung
37		Massebuchse
38	mV/cm V/cm	Drehschalter zum Einstellen des Ablenkfaktors
39	$\mu$ V/cm mV/cm V/cm	Drehschalter zum Einstellen des Ablenkfaktors
40		Einstellregler am Vorverstärker 100 $\mu$ V/cm zur Nullpunktkorrektur
41	x1 . . . x11	Präzisionspotentiometer zum kontinuierlichen Einstellen des Ablenkfaktors
42	OFFSET	Drehschalter zum Einstellen der Offsetspan- nungsquelle für den Betrieb mit zusätzlicher Nullpunktunterdrückung
43	0 FILTER	Drehschalter zum Einschalten eines Tiefpaßfil ters
44	GUARD	Schutzschirm
45		Einstellregler am Vorverstärker 10 $\mu$ V/cm zum Abgleich des Offsetstromes
46	START/STOP	Taste zum Starten und Stoppen des Papiervorschubs
47		Kurbel für manuellen Papiertransport, kann nach Auskuppeln mit dem Druckdrehknopf 50 bedient werden.

Pos.- Nr.	Beschriftung	Funktion
48		Drehschalter zur Wahl des Papiervorschubs, Einheit der Geschwindigkeit wird mit Drehschalter 49 eingestellt
49	mm/h mm/min	Drehschalter zum Umschalten von mm/h auf mm/min, Zahlenwert der Geschwindigkeit wird mit Drehschalter 48 eingestellt
50		Druck-Drehknopf zum Umschalten von manuellem auf automatischen Papiertransport. Durch Niederdrücken und Rechts-Arretieren wird der Antriebsmotor ausgekuppelt
51		Hebel zum Hoch- und Herunterklappen des Führungsbügels
52		Gewindebolzen zum Festschrauben des Bandschreiberzusatzes am Grundgerät
53		Sechskantschraube mit Schlüsselweite 7 mm zum Verstellen der Lagerung für Aufwickelrolle 55 und Antriebswalze 56. Nach Entfernen von Seitenwand und Deckblech zugänglich. Vor Verstellen Zylinderschraube 54 lockern und danach wieder festschrauben
54		Zylinderschraube zum Arretieren der mit 53 verstellbaren Lagerung für Aufwickelrolle 55 und Antriebswalze 56. Nach Entfernen von Seitenwand und Deckblech zugänglich
55		Aufwickelrolle
56		Antriebswalze für den Papiertransport
57		Anschlußstecker
58		Zylinderschrauben (M 4 x 25 TGL 0-84-5.8) zum Befestigen der Schiene 59
59		Schiene (624.01-01101)
60		Führung (624.01-01104)

Pos.-Nr.	Beschriftung	Funktion
61		Führung (624.01-01105)
62		Hülse mit Zentrierbund
63		Kurbel zum Zurückspulen des Papiers
64	START/STOP	Taste zum Starten und Stoppen der Zeitbasis. Die Funktion Start wird durch Leuchten der Lampe in 64 angezeigt. Bei nochmaligem Drücken wird der Vorgang gestoppt.
65	RESET	Taste zum Zurücksetzen der Zeitbasis
66	s/cm	Drehschalter zur Wahl des Zeitfaktors. In Stellung EXT. kann der Zeitfaktor über die Buchsenleiste 27 extern gesteuert werden.
67		Ausgangsbuchse für die linear ansteigende Spannung der Zeitbasis

## 11. Einbereichseinschübe

0,1 V/cm ... 10 V/cm  
(DC-Coupler 0,1 V/cm ... 10 V/cm)  
635.01 ... 641.01

### 11.1. Technische Daten

#### 11.1.1. Systemdaten

Eingangsschaltung . . . . . Vorwiderstand am direkten Eingang des Grundgerätes

Temperaturfehler des Ablenkfaktors . . .  $\pm 0,02 \text{ ‰/K}$

	Ablenkfaktor	Grundfehler <sup>1</sup>	Eingangswiderstand	Max. Eingangsspannung
635.01	0,1 V/cm	0,2 ‰	20,5 k $\Omega$	100 V
636.01	0,2 V/cm	0,3 ‰	41 k $\Omega$	100 V
637.01	0,5 V/cm	0,3 ‰	102 k $\Omega$	400 V
638.01	1 V/cm	0,4 ‰	205 k $\Omega$	400 V
639.01	2 V/cm	0,4 ‰	410 k $\Omega$	400 V
640.01	5 V/cm	0,4 ‰	1025 k $\Omega$	400 V
641.01	10 V/cm	0,4 ‰	2050 k $\Omega$	400 V

<sup>1</sup> durch nachträgliches Abgleichen im Grundgerät läßt sich bei den Einbereichseinschüben 636.01 ... 641.01 der Grundfehler auf 0,2 ‰ verringern (siehe Abschn. 11.4.).

### 11.1.2. Separate Daten

Vorwiderstand

635.01	. . . . .	0 k $\Omega$
636.01	. . . . .	20,5 k $\Omega$
637.01	. . . . .	82 k $\Omega$
638.01	. . . . .	184,5 k $\Omega$
639.01	. . . . .	389,5 k $\Omega$
640.01	. . . . .	1004,5 k $\Omega$
641.01	. . . . .	2029,5 k $\Omega$
Toleranz	. . . . .	$\pm 0,05$ %
Temperaturkoeffizient	. . . . .	$\pm 50 \cdot 10^{-6}/K$
Masse	. . . . .	0,7 kg

### 11.2. Betriebsanleitung



Verbleibende Gefährdungen  
und Schutzmaßnahmen  
siehe Abschnitte 3., 5.2. und 5.5.

Die Einbereichseinschübe haben feste Ablenkfaktoren von 0,1 V/cm bis 10 V/cm je nach Ausführung. Die Eingänge sind erdfrei, es ist aber zu beachten, daß die Common-Buchsen in x- und y-Richtung miteinander verbunden sind, falls nicht in einer Richtung ein Einschub mit potentialfreiem Eingang ohne Common-Buchse verwendet wird. Das Common-Potential kann durch eine Verbindung zwischen Buchse **36** und **37** (Bild E 1) auf Gehäusemasse gelegt werden.

Der Eingangswiderstand ist dem Ablenkfaktor proportional und beträgt 20,5 k $\Omega$  bei 0,1 V/cm. Falls einer der Einschübe 636.01 . . . 641.01 nicht mehr gegen einen anderen ausgetauscht werden soll, besteht die Möglichkeit, durch Nacheichen entsprechend Abschnitt 11.4. den Vorwiderstand im Einschub exakt an den Eingangswiderstand 20,5 k $\Omega \pm 0,1$  % des Grundgerätes anzupassen und damit den Grundfehler von 0,3 % bzw. 0,4 % auf 0,2 % zu verringern.

Der Nullpunkt läßt sich intern um  $\pm 1$  Schreibbreite und extern um  $\pm 500$  cm verschieben. Dabei ist auf die maximal zulässige Eingangsspannung der Einbereichseinschübe zu achten.

### 11.3. Elektrische Schaltung

(635.01-00001 . . . 641.01-00001 Sp)

Der Einbereichseinschub 0,1 V/cm 635.01 stellt nur die Verbindung vom Eingang des Grundgerätes 622.01 zu den Meßbuchsen XB1 (+) und XB2 (Common) her. Die Einbereichseinschübe 0,2 V/cm 636.01 . . . 10 V/cm 641.01 enthalten einen abgleichbaren Vorwiderstand.

### 11.4. Abgleich

Anschlüsse B 18 und B 14 – A 15 – B 16 der Einschubsteckerleiste kurzschließen. Mit R 2 (Bestückungsplan 636.01-01003) ist der im Abschnitt 11.1.2. angegebene, zwischen den Eingangsbuchsen gemessene Widerstand einzustellen.

Soll ein Grundeinschub fest im Grundgerät verbleiben bzw. wird er der x- oder y-Richtung fest zugeordnet, dann ist es zweckmäßig, den Ablenkfaktor für diese Schreibrichtung einzustellen. Dabei läßt sich der Fehler auf  $\pm 0,2$  % verringern. Die Einstellung erfolgt bei einer Eingangsspannung, die der Sollwertauslenkung 380 mm bzw. 280 mm entspricht. Die zulässige Toleranz der Eingangsspannung ist  $\pm 0,02$  %. Mit R 2 wird eine Auslenkung von  $380 \pm 0,2$  mm bzw.  $280 \pm 0,2$  mm eingestellt.

### 11.5. Prüfen der Solleigenschaften

Den Nullpunkt auf Lichtpunkt **5** (Bild 2) einstellen. Das Prüfen des Ablenkfaktors erfolgt nach Tabelle 6 durch Anlegen der Eingangsspannung und Messen der Auslenkung.

**Tabelle 6**

Prüfen der festen Ablenkfaktoren

Ablenk- faktor	Eingangsspannung		Auslenkung	
	x	y	x	y
0,2 V/cm	7,6 V ± 1,5 mV	5,6 V ± 1,1 mV	380 ± 1,1 mm	280 ± 0,8 mm
0,5 V/cm	19 V ± 4 mV	14 V ± 3 mV	380 ± 1,1 mm	280 ± 0,8 mm
1 V/cm	38 V ± 8 mV	28 V ± 6 mV	380 ± 1,5 mm	280 ± 1,1 mm
2 V/cm	76 V ± 15 mV	56 V ± 11 mV	380 ± 1,5 mm	280 ± 1,1 mm
5 V/cm	190 V ± 40 mV	140 V ± 30 mV	380 ± 1,5 mm	280 ± 1,1 mm
10 V/cm	380 V ± 80 mV	280 V ± 60 mV	380 ± 1,5 mm	280 ± 1,1 mm

**12. Spannungsteilereinschub  
(DC-Attenuator) 627.01**

**12.1. Technische Daten**

**12.1.1. Systemdaten**

Eingangsschaltung	unsymmetrisch, auf hochliegende Masse (Common) bezogen
Ablenkfaktor	umschaltbar: 0,1 V/cm; 0,2 V/cm; 0,5 V/cm; 1 V/cm; 2 V/cm; 5 V/cm; 10 V/cm
Eingangswiderstand	Von 2 MΩ bei 0,1 V/cm abnehmend bis 1 MΩ bei 10 V/cm
Max. Eingangsspannung	420 V
Nullpunktverschiebung	± 1 Schreibbreite, einstellbar am Grundgerät

**12.1.2. Separate Daten**

Grundfehler des Ablenkfaktors	± 0,05 %
Temperaturfehler	± 0,005 %/K
Nullpunktdrift	< 0,05 mm/K
Ausgangsspannung	-10 ... +10 V
Masse	0,8 kg

**12.2. Betriebsanleitung**



Verbleibende Gefährdungen und Schutzmaßnahmen  
siehe Abschnitte 3., 5.2. und 5.5.

Mit dem Drehschalter **38** (Bild E 2) kann der Ablenkfaktor in einer 1-2-5-Stufung von 0,1 V/cm bis 10 V/cm eingestellt werden.

Der Eingang ist erdfrei, es ist aber zu beachten, daß die Common-Buchsen in x- und y-Richtung miteinander verbunden sind, falls nicht in einer Richtung ein Einschub mit potentialfreiem Eingang verwendet wird. Das Common-Potential kann durch eine Verbindung zwischen Buchse **36** und **37** auf die geerdete Gehäusemasse gelegt werden.

**12.3. Elektrische Schaltung (627.01-00001 Sp)**

Die elektrische Schaltung besteht aus dem umschaltbaren Eingangsspannungsteiler und dem nichtinvertierenden Verstärker, der wegen des FET-Eingangs extrem hochohmig ist. Zur Eingangsspannungsbegrenzung dienen die als Dioden geschalteten Sperrschicht-Feldeffekt-Transistoren VT 1 und VT 2.

## 12.4. Abgleich

Die Ausgangsspannung wird an R 217/1 bzw. R 317 /1 gegen X 2/4 . . . 8 (Bild 7) gemessen. Bei kurzgeschlossenem Eingang wird mit R 18 (Bestückungsplan 627.01-01003) eine Ausgangsspannung von  $0 \pm 0,5$  mV eingestellt. Der Abgleich des Ablenkfaktors erfolgt nach Tabelle 7. Zu jedem Ablenkfaktor wird die angegebene Eingangsspannung angelegt, die Ausgangsspannungsänderung (Berücksichtigung des Ausgangs-Offset) gemessen und mit den angegebenen Einstellreglern korrigiert.

**Tabelle 7**

Einstellung der Ablenkfaktoren

Ablenkfaktor	Eingangsspannung	Ausgangsspannungs- änderung	Abgleich mit
100 mV/cm	4 V $\pm$ 0,4 mV	4 V $\pm$ 0,4 mV	R 3
200 mV/cm	8 V $\pm$ 0,8 mV		R 5
500 mV/cm	20 V $\pm$ 2 mV		R 7
1 V/cm	40 V $\pm$ 4 mV		R 9
2 V/cm	80 V $\pm$ 8 mV		R 11
5 V/cm	200 V $\pm$ 20 mV		R 13
10 V/cm	400 V $\pm$ 40 mV		R 15

## 12.5. Prüfen der Solleigenschaften

Die Ausgangsspannung wird an R 217/1 bzw. R 317/1 gegen X 2/4 . . . 8 (Bild 7) gemessen. Bei kurzgeschlossenem Eingang muß die Ausgangsspannung  $0 \pm 1$  mV betragen. Das Prüfen des Ablenkfaktors erfolgt nach Tabelle 8 durch Anlegen der vorgegebenen Eingangsspannung und Messen der Ausgangsspannungsänderung.

**Tabelle 8**

Prüfen der einstellbaren Ablenkfaktoren

Ablenkfaktor	Eingangsspannung	Ausgangsspannungsänderung
100 mV/cm	4 V $\pm$ 0,4 mV	4 V $\pm$ 2 mV
200 mV/cm	8 V $\pm$ 0,8 mV	
500 mV/cm	20 V $\pm$ 2 mV	
1 V/cm	40 V $\pm$ 4 mV	
2 V/cm	80 V $\pm$ 8 mV	
5 V/cm	200 V $\pm$ 20 mV	
10 V/cm	400 V $\pm$ 40 mV	

## 13. Vorverstärker 100 $\mu\text{V}/\text{cm}$ (Pre-Amplifier) 629.01

### 13.1. Technische Daten

#### 13.1.1. Systemdaten

Eingangsschaltung . . . . .	Differenzverstärker, + und - auf Common bezogen
Ablenkfaktor . . . . .	Kalibrierte Einstellung in 5 Stufen: 100 $\mu\text{V}/\text{cm}$ ; 1 mV/cm; 10 mV/cm; 100 mV/cm; 1 V/cm und kontinuierlich durch Multiplikation mit Faktor 1... 11
Eingangswiderstand . . . . .	Bereiche 100 $\mu\text{V}/\text{cm}$ und 1 mV/cm: 3 M $\Omega$ , sonst: 1,3 M $\Omega$
Max. zul. Spannung zwischen Eingang und Common . . . . .	250 V
DC-Gleichtaktunterdrückung Bereiche 100 $\mu\text{V}/\text{cm}$ und 1 mV/cm, max. Quellwiderstandsunsymmetrie 2 k $\Omega$ . . . . .	> 80 dB
Bereiche 10 mV/cm, 100 mV/cm, und 1 V/cm, max. Quellwider- standsunsymmetrie 0,5 k $\Omega$ . . . . .	> 60 dB
AC-Gleichtaktunterdrückung (50 Hz) max. Quellwiderstandsunsymmetrie 2 k $\Omega$ . . . . .	> 60 dB
50 Hz-Serientaktunterdrückung . . . . .	> 54 dB
Max. Nullpunktunterdrückung . . . . .	30... 300 cm, abh. vom Ablenkfaktor
Nullpunktverschiebung . . . . .	$\pm$ 1 Schreibbreite, einstellbar am Grundgerät

#### 13.1.2. Separate Daten

Grundfehler des Ablenkfaktors . . . . .	$\pm$ 0,3 % bei Faktor 1 und 11 (Einstellpot. am Anschlag), sonst $\pm$ 0,65 %
Temperaturfehler des Ablenkfaktors . . . . .	$\pm$ 0,02 %/K
Linearität . . . . .	$\pm$ 0,1 % v. E.
Störauslenkung durch Rauschen, Meßfaktorumschaltung und Null- korrektur (Grundfehler) . . . . .	$\pm$ 0,5 mm
Temperaturfehler der Störauslenkung . . . . .	< 0,5... 0,15 mm/K, je nach Ablenkfaktor
AC-Gleichtaktunterdrückung (50 Hz) max. Quellwiderstandsunsymmetrie 2 k $\Omega$ . . . . .	> 40 dB
50 Hz-Serientaktunterdrückung . . . . .	> 34 dB
Ausgangsspannung . . . . .	-6... +6 V
Masse . . . . .	1 kg

### 13.2. Betriebsanleitung



Verbleibende Gefährdungen und  
Schutzmaßnahmen siehe Abschnitte 3.,  
5.2. und 5.5.

#### 13.2.1. Einstellen des Ablenkfaktors

Zum Einstellen des Ablenkfaktors dienen der Dreh-  
schalter **39** und das Präzisionspotentiometer **41**  
(Bild E3). Mit dem Drehschalter wird der Ablenk-  
faktor dekadisch von 100  $\mu\text{V}/\text{cm}$  bis 1 V/cm um-  
geschaltet. Mit dem Präzisionspotentiometer läßt  
sich für diesen dekadisch gewählten Ablenkfak-

tor ein Multiplikator kontinuierlich von 1 bis 11  
einstellen, wodurch sich eine Überlappung der  
Bereiche von 10 % ergibt. Der Drehknopf des Prä-  
zisionspotentiometers ist mit einer Skala zum Ab-  
lesen des Multiplikators versehen. Die Einstellung  
kann mit einem Hebel arretiert werden.

### 13.2.2. Beschalten der Eingänge

Der Vorverstärker besitzt einen Differenzeingang. Der nichtinvertierende Eingang und der invertierende Eingang (34 und 35 in Bild E3) sind auf Common (36) bezogen. Legt man an die Meßbuchsen 34 und 35 je eine Spannung gegen die Meßbuchse 36, dann wird die Differenz beider Spannungen vorzeichenrichtig aufgezeichnet. Der Verstärker kann auch unsymmetrisch betrieben werden, indem man den nichtinvertierenden oder den invertierenden Eingang mit Common kurzschließt.

Die Eingangsbuchsen 34, 35 und 36 sind zwar erdfrei, es ist aber zu beachten, daß die Common-Buchsen in x- und y-Richtung miteinander verbunden sind, falls nicht in einer Richtung ein Einschub mit potentialfreiem Eingang verwendet wird. Das Common-Potential kann durch eine Verbindung zwischen Buchse 36 und 37 auf die gedete Gehäusemasse gelegt werden.

### 13.2.3. Nullpunktkorrektur

Der Einsatz des Vorverstärkers 629.01 in einem beliebigen Exemplar des Grundgerätes 622.01 kann mit Veränderungen der Störauslenkung verbunden sein. Nach dem Einschleiben ist zu prüfen, ob bei kurzgeschlossenen Eingängen und Durchschalten der Meßfaktorstufen (dabei Multiplikator = 1) die Störauslenkung nicht größer als 0,5 mm ist. Gegebenenfalls ist, am Einstellregler zur Nullpunktkorrektur (40 in Bild E3) nachzustellen.

### 13.2.4. Betrieb mit Offset-Spannungsquelle

Will man eine bezüglich des Absolutwertes relativ kleine Änderung eines Meßwertes mit größerem Maßstab aufzeichnen, dann kann der Absolutwert durch Einschalten der Offset-Spannungsquelle unterdrückt werden. Die mit dem Drehschalter 42 (Bild E3) in 10 Stufen (Stufe 0 nicht mitgezählt) einstellbare Offset-Spannung ist, auf den nichtinvertierenden Eingang (34) bezogen, negativ.

YCDT.net

Der Betrag der eingestellten Offsetspannung errechnet sich aus dem Offsetfaktor (42), multipliziert mit 30 cm und dem dekadisch einstellbaren Ablenkfaktor (39). Die Genauigkeit der so errechneten Spannung beträgt 0,6 % beim Offsetfaktor 1 und nimmt linear mit größer werdendem Offsetfaktor ab. Beim Offsetfaktor 10 beträgt der Fehler nur noch 0,2 %.

Der durch die Offsetspannung nach links verschobene Nullpunkt (unterdrückter Nullpunkt) wird ermittelt aus dem Offsetfaktor (42), multipliziert mit 30 cm und dividiert durch den Multiplikator (41).

Es ist zu beachten, daß die Offsetspannung aus der x-Referenzspannung abgeleitet wird und die Berechnungsvorschrift zur Ermittlung der Offsetspannung nur gilt für interne x-Referenzspannung (3,8 V) bzw. für externe x-Referenzspannung 1 V. Bei Betrieb des Vorverstärkers in y-Richtung gilt die Vorschrift zur Berechnung des nach links verschobenen Nullpunktes nur für interne x- und y-Referenzspannungen (3,8 V und 2,8 V) bzw. für externe x- und y-Referenzspannungen 1 V. Bei variabler y-Referenzspannung verhält sich die durch die Offsetspannung hervorgerufene Verschiebung nach links wie ein zu registrierender Quotient, also umgekehrt proportional der Referenzspannung.

### 13.3. Elektrische Schaltung (629.01-00001 Sp)

Der Eingangsspannungsteiler ist gegen Common vollkommen symmetrisch aufgebaut. Die Eingangsspannungsbegrenzung erfolgt mit den als Z-Dioden geschalteten Transistoren VT 1 und VT 2 sowie den als Dioden geschalteten Sperrschichtfeldeffekt-Transistoren VT 13, VT 14, VT 15 und VT 16. Der Transistor VT 10 arbeitet als Modulator, der gegenphasig von den Transistoren VT 3 und VT 4 angesteuert wird. Der zweistufige Wechselspannungsverstärker besteht aus den Verstärkern N3 und N4. Die Verstärkung der zweiten Stufe ist zwischen 1 und 10 umschaltbar. Die dekadische Einstellung des Ablenkfaktors erfolgt durch folgende Kombinationen von Teilerfaktor und Wechselspannungsverstärker:

dekadischer Ablenkfaktor	Faktor des Eingangsspannungsteilers	Wechselspannungsverstärkung der 2. Stufe
100 $\mu$ V/cm	1 : 1	10
1 mV/cm	1 : 1	1
10 mV/cm	1 : 100	10
100 mV/cm	1 : 100	1
1 V/cm	1 : 1000	1

Das Netzwerk mit den Widerständen R 47, R 48, R 49, R 50 dient zur Kompensation der durch das Chopperprinzip bedingten Störwechselspannung. Das Netzwerk wird mit gegenphasigen Rechteckspannungen von den Transistoren VT 7 und VT 8 angesteuert.

Der Demodulator besteht aus den Transistoren VT 11, VT 12 und dem Verstärker N 5. Er wird gegenphasig von den Transistoren VT 5 und VT 6 angesteuert. Die für die Demodulation erforderliche Impulsverkürzung wird mit den Schaltkreisen N 1 und N 2 realisiert.

Die Ausgangsspannung des Demodulators wird dem Filterverstärker N 7 zugeführt, der zugleich Summierverstärker für die Offsetspannungsquelle ist. Die Offset-Spannungsquelle besteht aus dem Verstärker N 6 und dem umschaltbaren Widerstandsnetzwerk RI 1.

Mit dem Potentiometer R 73 am Verstärker N 8 wird der Multiplikator des Ablenkfaktors zwischen 1 bis 11 stetig eingestellt.

Die letzte Stufe mit dem Verstärker N 9 ist ein Filter und hat als Spannungsfolger die Verstärkung 1.

**Tabelle 9**

Abgleich der dekadisch einstellbaren Ablenkfaktoren

dek. Ablenkfaktor	Spannung am nichtinv. Eingang	Spannung am inv. Eingang	Ausgangsspannung	Abgleich mit
1 mV/cm	$40 \text{ mV} \pm 10 \mu\text{V}$	0	$4 \text{ V} \pm 4 \text{ mV}$	R 82
$100 \mu\text{V/cm}$	$4 \text{ mV} \pm 1 \mu\text{V}$	0	$4 \text{ V} \pm 4 \text{ mV}$	R 53
$10 \text{ mV/cm}$	$0,4 \text{ V} \pm 0,1 \text{ mV}$	0	$4 \text{ V} \pm 4 \text{ mV}$	R 17
$10 \text{ mV/cm}$	0	$0,4 \text{ V} \pm 0,1 \text{ mV}$	$-4 \text{ V} \pm 4 \text{ mV}$	R 18
1 V/cm	$40 \text{ V} \pm 10 \text{ mV}$	0	$4 \text{ V} \pm 4 \text{ mV}$	R 11
1 V/cm	0	$40 \text{ V} \pm 10 \text{ mV}$	$-4 \text{ V} \pm 4 \text{ mV}$	R 12

### 13.4.3. Offset-Spannungsquelle

Nichtinvertierenden und invertierenden Eingang mit Common verbinden und Multiplikator 11 einstellen. Die Ausgangsspannung wie in Abschnitt 13.4.2. messen. Mit Drehschalter 42 (Bild E3) Offsetfaktor 10 einstellen. Die Ausgangsspannung wie in Abschnitt 13.4.2. messen. Mit Drehschalter 42 (Bild E3) Offsetfaktor 10 einstellen. Mit R 71 (Bestückungsplan 629.01-01005) die Ausgangsspannung auf  $-2,73 \text{ V} \pm 0,1 \text{ mV}$  abgleichen.

## 13.4. Abgleich

Ein exakter Abgleich des Vorverstärkers ist aufwendig und erfordert spezielle Meßmittel, so daß er vom Service übernommen werden sollte. Einige Abgleicharbeiten können zwar selbst durchgeführt werden, aber möglichst nur bei Verwendung eines Adapters (vgl. Abschnitt 8.5.).

### 13.4.1. Nullabgleich

Nichtinvertierenden und invertierenden Eingang mit Common verbinden und dekadischen Ablenkfaktor 1 V/cm einstellen. Nach Drücken der Nullkontrolltaste 19 bzw. 9 (Bild 2) darf bei den Multiplikatoren 1 und 11 die Auslenkung höchstens 0,5 mm betragen. Der Abgleich erfolgt an R 90 (Bestückungsplan 629.01-01002).

### 13.4.2. Dekadisch einstellbare Ablenkfaktoren

Multiplikator 1 einstellen. Die Ausgangsspannung wird entweder am Anschluß B18 der Buchsenleiste 21 bzw. 8 (Bild 2) oder an R 217/1 bzw. R 317/1 (Bild 7) gegen Common gemessen. Der Abgleich erfolgt nach der in Tabelle 9 angeführten Reihenfolge. Die Werte für die Ausgangsspannung gelten für den Fall, daß der Ausgangs-Offset Null ist. Daher ist der Ausgangs-Offset durch Kurzschließen der Eingänge mit Common zu ermitteln und vom Meßwert vorzeichenrichtig zu subtrahieren.

## 13.5. Prüfen der Solleigenschaften

### 13.5.1. Dekadisch einstellbare Ablenkfaktoren

Mit Potentiometer 41 (Bild E3) Multiplikator 1 einstellen. Mit dem Schalter 39 nacheinander die in Tabelle 10 aufgeführten Ablenkfaktoren einschalten. Zu jedem Ablenkfaktor die angegebene Eingangsspannung anlegen, wobei jeweils der nicht zu prüfende Eingang gegen Common kurzzuschließen ist. Die Ausgangsspannung wird unter Be-

rücksichtigung des Ausgangs-Offset (Ausgangsspannung bei Eingangsspannung 0 V) an R 217/1 bzw. R 317/1 (Bild 7) gemessen. Der negative Wert gilt, wenn die gegen Common positive Eingangsspannung an den invertierenden Eingang angelegt wird.

**Tabelle 10**

Prüfen der dekadisch einstellbaren Ablenkfaktoren

dek. Ablenkfaktor	Eingangsspannung	Ausgangsspannung
100 $\mu\text{V}/\text{cm}$	4 mV $\pm$ 1 $\mu\text{V}$	
1 mV/cm	40 mV $\pm$ 10 $\mu\text{V}$	
10 mV/cm	0,4 V $\pm$ 0,1 mV	4 V $\pm$ 12 mV
100 mV/cm	4 V $\pm$ 1 mV	(-4 V $\pm$ 12 mV)
1 V/cm	40 V $\pm$ 10 mV	

## 15. Zeitbasis (Time-Base) 631.01

### 15.1. Technische Daten

Zeitfaktor . . . . .	: . . . . .
Fehler bei Nennarbeitsbedingungen . . . . .	: . . . . .
Zeitfaktor extern . . . . .	: . . . . .
Start, Stop, Rücklauf . . . . .	: . . . . .
Zeitbasisausgang . . . . .	: . . . . .
Masse . . . . .	: . . . . .

### 13.5.2. Stetig einstellbare Ablenkfaktoren

Mit Schalter **39** den dekadischen Ablenkfaktor 100 mV/cm wählen. Mit Potentiometer **41** Multiplikator 11 einstellen. Invertierenden Eingang mit Common verbinden. An den nichtinvertierenden Eingang eine Spannung von 4 V  $\pm$  1 mV anlegen. Ausgangsspannung wie in Abschnitt 13.5.1. messen. Sollwert: 0,3636 V  $\pm$  1 mV.

### 13.5.3. Offset-Spannungsquelle

Die Messung erfolgt wie im Abschnitt 13.4.3. Sollwert der Ausgangsspannung: -2,73 V  $\pm$  0,5 mV.

0,1; 0,2; 0,5; 1; 2; 5; 10; 20; 50 s/cm  
 $< 2 \%$   
 kontinuierlich durch externe Spannung einstellbar,  
 -1 V  $\pm$  0,5 % pro cm/s,  
 Ri ca. 370 k $\Omega$ , Min. 20 mV,  
 max. 10 V, sonst Überschreiten des Fehlers  
 durch Tastendruck und fernbedienbar bis zu 5 m  
 Leitungslänge durch Kontakte oder Transistor-  
 schalter (15 V; 0,5 mA)  
 0,1 V/cm, Ri  $< 1 \Omega$   
 0,8 kg

### 15.2. Betriebsanleitung



Verbleibende Gefährdungen und Schutzmaßnahmen siehe Abschnitte 3., 5.2. und 5.5.

Mit Hilfe der Zeitbasis kann die Abhängigkeit einer Meßgröße von der Zeit aufgezeichnet werden. Den Zeitfaktor, d. h. den reziproken Wert der Ablaufgeschwindigkeit, wählt man mit dem Drehschalter **66** (Bild E5). In der Stellung EXT. kann der Zeitfaktor durch Anschließen einer Spannung von -20 mV bis -10 V an den Anschluß A5 gegen A13 - B13 (Common) der Buchsenleiste **27** (Bild 3) beliebig variiert werden. Plus 10 V entspricht der schnellsten Ablaufgeschwindigkeit, d. h. dem Zeitfaktor 0,1 s/cm. Die Ablaufgeschwindigkeit ist proportional der angelegten Spannung. Bei Spannungen unter -20 mV und über -10 V werden die in den technischen Daten angegebenen Fehlergrenzen überschritten. Die maximale Spannung sollte -50 V nicht überschreiten.

Nach Drücken der Taste **64** wird der Zeitablauf gestartet. Durch das Leuchten der Taste **64** ist auch bei extrem langsamer Ablaufgeschwindigkeit der Start-Zustand zu erkennen. Bei nochmaligem Drücken wird der Zeitablauf gestoppt, ohne daß der Rücklauf eintritt. Das erneute Starten und Stoppen kann beliebig fortgesetzt werden. Dabei ist aber zu berücksichtigen, daß der Schreibstift in Stop-Position in Abhängigkeit von der Auslenkung bis zu 0,3 mm/min nach links oder rechts driften kann.

Durch Drücken der Taste **65** wird der Schreibstift in seine Ausgangslage zurückgesetzt. Das Zurücksetzen kann sowohl aus dem Start- als auch aus dem Stop-Zustand erfolgen. Der Schreibstift ist dabei vorher abzuheben.

Außer der Ablaufgeschwindigkeit lassen sich auch die drei Steuerfunktionen Start, Stop und Rück-

lauf über mindestens 5 m Leitungslänge fernbedienen. Das geschieht durch Anschließen von Kontakten oder Transistorschalter (+ 15 V; 0,5 mA) an den Anschluß A3 für Start/Stop und an den Anschluß A4 für den Rücklauf gegen die Anschlüsse A13 – B13 (Common) der Buchsenleiste **27** (Bild 3). Die Funktionen werden durch kurzzeitiges Schließen der Kontakte oder Transistorschalter ausgelöst und dann in der Zeitbasis gespeichert. Bei größeren Leitungslängen oder starken elektromagnetischen Störfeldern muß u. U. geschirmte Leitung verwendet werden.

Zwischen den Buchsen **67** und **36** (Bild E5) steht die linear ansteigende Ausgangsspannung der Zeitbasis für spezielle Meß- und Steuerzwecke zur Verfügung. Sie entspricht mit dem Faktor 0,1 V/cm der Auslenkung des Schreibstiftes und unterscheidet sich davon nur durch die bekannten Registrierfehler. Der Spannungsanstieg läßt sich ermitteln, indem der Wert 0,1 V/cm durch den eingestellten Zeitfaktor dividiert wird. So beträgt z. B. der Spannungsanstieg 0,1 V/s, wenn der Zeitfaktor 1 s/cm eingestellt ist.

### 15.3. Elektrische Schaltung (631.01-00001 Sp)

Der Zeitbasisgenerator ist als chopperstabilisierter Integrator aufgebaut und ermöglicht dadurch die Realisierung extrem langsamer Ablaufgeschwindigkeiten.

Die Ablaufgeschwindigkeit ist proportional der Integrator-Eingangsspannung, die von dem Spannungsteiler R6 bis R19 mit dem Schalter S1 abgegriffen wird. Der Integrationswiderstand besteht aus R21 und R22. Der Parallel-Serienschalter VT1 zur Realisierung der Funktionen Start und Stop wird von dem Flip-Flop mit dem Transistor VT6 angesteuert. Den Start-Zustand signalisiert die vom Transistor VT4 geschaltete Lampe H1.

Der Wechselspannungsverstärker ist mit dem Verstärker N3 aufgebaut. Der Modulator VT2 und der Demodulator VT3 werden synchron von dem instabilen Multivibrator mit den Transistoren VT8 und VT9 angesteuert. Die Gleichspannung wird anschließend mit N4 verstärkt. Der Kondensator C9 dient zur Stabilisierung des geschlossenen Kreises. C7 ist der Integrationskondensator, der zusammen mit dem Integrationswiderstand und der Eingangsspannung die Ablaufgeschwindigkeit bzw. den Zeitfaktor bestimmt.

Das Rücksetzen erfolgt mit dem Transistor VT5, der durch den Flip-Flop mit dem Transistor VT7 angesteuert wird. Beim Rücksetzen wird gleichzeitig der Start/Stop-Flip-Flop in die Stellung Stop gebracht.

Die Ausgangsspannung des Integrators wird dem

Spannungsteiler R3, R4 zugeführt, der die maximale Aussteuerung von 12 V auf ca. 5 V reduziert. Die Spannungsfolger N2 und N1 stellen die Ausgangsspannung für den Zeitbasisbetrieb des Grundgerätes bzw. die kurzschlußfeste Ausgangsspannung für spezielle Meß- und Prüfw Zwecke zur Verfügung.

### 15.4. Abgleich

Digitalvoltmeter an Buchse **67** und **36** (Bild E5) anschließen. Anschluß A5 mit Anschluß A13 – B13 der Buchsenleiste XB2 (**27** im Bild 3) verbinden. Drehschalter **66** (Bild E5) auf 0,1 s/cm schalten, starten und dann stoppen, wenn der Schreibstift einen Weg von  $19 \pm 2$  cm zurückgelegt hat. Drehschalter **66** auf EXT. schalten und Zeitbasis starten. Die Ausgangsspannung darf sich in 10 s um nicht mehr als 0,2 mV ändern. Der Abgleich erfolgt mit R33 (Bestückungsplan 631.01-01003). Den Zeitfaktor nach Abschnitt 15.5. messen und mit R21 korrigieren.

### 15.5. Prüfen der Solleigenschaften

Messen der Drift:

Anschluß A5 mit Anschluß A13 – B13 der Buchsenleiste XB2 (**27** im Bild 3) verbinden. Drehschalter **66** (Bild E5) auf 0,1 s/cm schalten, starten und dann stoppen, wenn der Schreibstift einen Weg von  $19 \pm 2$  cm zurückgelegt hat.

Drehschalter **66** auf EXT. schalten und Zeitbasis starten. Nach einer Zeit von 5 min darf der Schreibstift maximal um  $\pm 0,6$  mm driften.

Messen des Zeitfaktors:

An Buchsenleiste XB2 (**27** im Bild 3) Anschluß A5 gegen Anschluß A13 – B13 eine Spannung von  $-0,2 \text{ V} \pm 0,1 \text{ mV}$  einspeisen. Zeitbasis vom Lichtpunkt **5** (Bild 2) aus starten, nach maximal 10 s den Schreibstift aufsetzen und gleichzeitig den Zeitpunkt auf  $\pm 0,05$  s genau stoppen (Stoppuhr, Universalzähler). Schreibstift wieder abheben. Nach ca. 100 s Schreibstift nochmals aufsetzen und gleichzeitig den Zeitpunkt auf  $\pm 0,05$  s genau stoppen. Die gemessene Zeitdifferenz dividiert durch den Zeitfaktor 5 s/cm ergibt den Sollwert für die Strecke zwischen dem ersten und zweiten Aufsetzen des Schreibstiftes.

Zulässige Abweichung:  $\pm 1$  mm.

Achtung: Bei größerer Abweichung Ablenkfaktor des Grundgerätes prüfen.

Bei der Wahl des internen Zeitfaktors mittels Drehschalter **66** kommt der Fehler des umschaltbaren Spannungsteilers hinzu. Die negative Spannung wird an der Brücke zwischen Lötstift 2 der Leiterplatte 631.01-01004 und Lötstift 12 der Leiterplatte 631.01-01003 gegen Common gemessen.

**Tabelle 13**

Prüfen der Teilerspannungen für internen Zeitfaktor

Zeitfaktor	negative Teilerspannung
0,1 s/cm	9,96 ... 10,04 V
0,2 s/cm	4,976 ... 5,023 V
0,5 s/cm	1,990 ... 2,010 V
1 s/cm	0,995 ... 1,005 V
2 s/cm	0,4972 ... 0,5028 V
5 s/cm	0,1986 ... 0,2014 V
10 s/cm	0,0992 ... 0,1001 V
20 s/cm	0,04958 ... 0,05008 V
50 s/cm	0,01980 ... 0,02006 V

## 16. Bandschreiberzusatz (Drive-Unit) 624.01

### 16.1. Technische Daten

Registrierpapier . . . . .	B 4 – 250 – 18 TGL 2786
Papiervorschub . . . . .	1; 2; 5; 12; 30; 60; 120; 300; 600 mm/min, von mm/min umschaltbar auf mm/h
Fehler bei Nennarbeitsbedingungen . . . . .	< 0,2 %
Start, Stop . . . . .	durch Tastendruck und fernbedienbar bis zu 5 m Leitungslänge durch Kontakt oder Transistorschalter (30 V, 30 mA)
Masse . . . . .	3 kg

### 16.2. Betriebsanleitung

#### 16.2.1. Montieren des Bandschreiberzusatzes an das Grundgerät

Der Bandschreiberzusatz wird mit den Gewindebolzen **52** und die Schiene **59** mit den Zylinderschrauben **58** (Bild E6) am Grundgerät befestigt. Die entsprechenden Schrauben sind vorher aus den Seitenteilen des Grundgerätes zu entfernen. Für die eventuell erforderliche Justage von Bandschreiberzusatz und Schiene in Längsrichtung der Seitenteile (y-Richtung) werden Gewindebolzen und Zylinderschrauben zunächst nur leicht angezogen. Die elektrische Verbindung zum Grundgerät wird mit dem Anschlußstecker **57** hergestellt.

#### 16.2.2. Einlegen des Registrierpapiers und mechanische Justage der Papierführung

Entsprechend Bild E6 werden die Führungen **60** und **61** in die Schreibrolle eingedrückt. Zum Einhängen der Schreibrolle in die Schiene **59** muß die Hülse **62** in Richtung der Kurbel **63** gedrückt werden. Es ist darauf zu achten, daß der Zentrier-

bund der Hülse in das Loch der Schiene einrastet.

Der Papieranfang sollte keglig zugeschnitten werden, um das Einlegen zu erleichtern. Dazu wird an beiden Seiten ein gleichseitiges Dreieck herausgeschnitten, oben mit der Schenkellänge 9 cm und unten mit der Schenkellänge 4 cm. Das Papier wird unter den Griffstangen und unter dem x-Schlitten bis zum Bandschreiberzusatz gezogen, dort zwischen die Rundstäbe des mit dem Hebel **51** hochgeklappten Führungsbügels geführt, in den Schlitz der Aufwickelrolle **55** gesteckt und mit der Hand um ein bis zwei Umdrehungen nach links aufgewickelt. Durch Herunterklappen des Führungsbügels legt sich das Papier auf die Antriebswalze **56**, deren Stifte in die Löcher des Papiers greifen müssen.

Der Bandschreiberzusatz und die Schiene mit der Schreibrolle werden nun so in y-Richtung verschoben, daß die Nulllinie des Papiers  $10\text{ mm} \pm 0,2\text{ mm}$  über dem Lichtpunkt **5** (Bild 2) liegt. Danach werden die Gewindebolzen **52** und die Zylinderschrauben **58** festgeschraubt.

Wenn die oberen und unteren Stifte der Antriebswalze **56** ohne seitlichen Versatz in die richtigen Löcher des Registrierpapiers eingreifen, muß das straff gezogene Papier glatt auf der Schreibfläche liegen. Ist das nicht der Fall, dann stehen Antriebswalze und Aufwickelrolle nicht exakt senkrecht zur Papierzugrichtung und müssen in ihrer Lage korrigiert werden. Das geschieht mit Hilfe der Schrauben **53** und **54**, die nach Abschrauben der Seitenwand und Abnehmen des Deckbleches zugänglich sind.

Nachdem die Zylinderschraube **54** gelockert ist, kann mit der Sechskantschraube **53** (Schlüsselweite 7 mm) die Lagerung für die Aufwickelrolle und die Antriebswalze so verstellt werden, daß das Papier glatt aufliegt. Danach wird die Zylinderschraube **54** wieder festgezogen sowie das Deckblech und die Seitenwand wieder befestigt.

Vor der Meßwertregistrierung wird mit dem Schiebescalter **32** (Bild 3) die Schreibhöhe auf 250 mm umgeschaltet. Dabei verschiebt sich die untere Grenze um 10 mm nach oben und die obere Grenze um 20 mm nach unten.

### 16.2.3. Meßwertregistrierung

Zum Betrieb als yt-Schreiber wird der x-Schlitten mit Hilfe der Nullpunktverschiebung an eine beliebige Stelle gebracht und die Meßgröße an die Eingangsbuchsen des y-Einschubs angeschlossen. Mit dem Drehschalter **48** wird der Zahlenwert des gewünschten Papiervorschubs in 9 Stufen von 1 bis 600 eingestellt und mit dem Drehschalter **49** die Geschwindigkeits-Einheit mm/h oder mm/min gewählt. Das Papier muß bei heruntergeklapptem Führungsbügel auf die Stifte der Antriebswalze **56** ausgerichtet sein. Steht der Druck-Drehknopf **50** in der Stellung des Motors-Symbols, dann kann durch Drücken der Taste **46** der Papiertransport gestartet bzw. durch nochmaliges Drücken (Entriegeln) gestoppt werden.

Die Funktion Start/Stop läßt sich über mindestens 5 m Leitungslänge fernbedienen. Das geschieht durch Anschließen eines Kontaktes oder Transistorschalters mit der Beanspruchung 30 V/30 mA zwischen den Anschlüssen B 12 (+15 V) und A 12 (-15 V) der Buchsenleiste **27** (Bild 3).

Durch Schließen der Verbindung wird der Papiertransport gestartet und durch Öffnen gestoppt.

### 16.2.4. Vor- und Zurückspulen des Papiers

Durch Drücken des Druck-Drehknopfes **50** läßt sich der Antriebsmotor für den Papiertransport auskuppeln. Das Arretieren erfolgt durch Rechtsdrehen des Knopfes in Stellung des Hand-Symbols. Wenn der Führungsbügel mit dem Hebel **51** hochgeklappt wird, kann das Papier manuell mit der Kurbel **47** durch Drehen im entgegengesetzten Uhrzeigersinn vorgespult und mit der Kurbel **63** zurückgespult werden.

Hat man wieder auf automatischen Papiervorschub umgeschaltet, dann ist die Kurbel **47** so lange zu drehen, bis die Kupplung einrastet.

### 16.3. Elektrische Schaltung (624.01-00001 Sp)

Der Generator liefert am Meßpunkt M 1 eine Frequenz von 75,191 kHz. Diese Frequenz wird in zwei Teilstufen, deren Ausgänge D 2.5/12 und D 2.7/3 sind, in einem Verhältnis von je 1 : 25 heruntergeteilt, so daß an D 2.7/3 die Frequenz 120,305 Hz zur Verfügung steht.

Das ist die Bezugsfrequenz für alle Papiervorschübe mit der Einheit mm/min. Für die Papiervorschübe mit der Einheit mm/h wird diese Frequenz mit einem weiteren Teiler im Verhältnis 1 : 60 auf einen Wert von 2,005 Hz heruntergeteilt. Je nach Wahl der Vorschubeinheit mit Schalter S 1/1 wird eine der beiden Bezugsfrequenzen weiter verarbeitet. Es erfolgt mit D 6.1 eine Teilung 1 : 2 und parallel dazu eine Teilung 1 : 5 (Ausgang D 6.7/3). Nach der 1 : 5-Teilung werden parallel zwei Teilerketten angesteuert. Die erste besteht aus den Teilern 1 : 10 (Ausgang D 10.5/12), 1 : 6 (Ausgang D 8.7/3), 1 : 2 (D 10.3) und die zweite aus den Teilern 1 : 2 (D 6.3), 1 : 2 (D 8.1) und 1 : 6 (Ausgang D 8.5/12).

Je nach Wahl des Papiervorschubs mit Schalter S 2/1 ... 3 wird das Signal mit der entsprechend geteilten Frequenz dem UND-Gatter D 9.1 zugeführt, das mit dem Start/Stop-Schalter S 3 geöffnet oder gesperrt wird. Bei geöffnetem Gatter gelangt das Signal an den 4-bit-Ringzähler, bestehend aus den Teilern D 10.6, D 10.7, den Negatoren D 12.1, D 12.2 und dem Diodengatter VD 2 ... VD 9. Die Ausgänge des Ringzählers liegen an den Widerständen R 13 ... R 16 bzw. R 17 ... R 20. Ein Ausgang führt immer L-Pegel, die anderen drei H-Pegel. Bei Ansteuerung mit L-Pegel wird über den zweistufigen Transistorverstärker die entsprechende Wicklung des Schrittmotors erregt.

#### 16.4. Abgleich

Wenn der Schwingquarz ausgewechselt werden mußte, ist u. U. ein Neuabgleich der Generatorfrequenz erforderlich.

Nach Lockern von vier Schrauben läßt sich das Bodenblech abnehmen und nach Lösen von drei Schrauben die Leiterplatte herausklappen. Am Meßpunkt M 1 Frequenz messen und mit dem Trimm-Kondensator C 1 auf  $75,191 \text{ kHz} \pm 10 \text{ Hz}$  einstellen.

#### 16.5. Prüfen der Solleigenschaften

Papiervorschub mit Drehschalter **48** und **49** (Bild E 6) auf  $60 \text{ mm/min}$  stellen. Papiervorschub starten. Den Schreibstift aufsetzen und gleichzeitig den Zeitpunkt auf  $\pm 0,05 \text{ s}$  genau stoppen (Stoppuhr, Universalzähler). Schreibstift wieder abheben. Nach ca.  $500 \text{ s}$  Schreibstift nochmals aufsetzen und gleichzeitig den Zeitpunkt auf  $\pm 0,05 \text{ s}$  genau stoppen. Die gemessene Zeitdifferenz multipliziert mit dem Papiervorschub  $1 \text{ mm/s}$  ergibt den Sollwert für die Strecke zwischen dem ersten und zweiten Aufsetzen des Schreibstiftes. Zulässige Abweichung:  $\pm 1 \text{ mm}$

Achtung: Bei größerer Abweichung Lochabstand des Registrierpapiers prüfen.