

GERÄTE DER ELEKTRONISCHEN MESSTECHNIK

BEDIENUNGSANLEITUNG

Differenzverstärker M 61 DK



VEB Metra Meß- und Frequenztechnik Radebeul

im VE Kombinat Präcitronic

8122 Radebeul, Wilhelm-Pieck-Straße 58

I N H A L T

	Seite
1. Bild M 61 DK und Bedienelemente	4
2. Einleitung	6
3. Verwendungszweck	6
4. Lieferumfang und ergänzende Geräte	8
5. Technische Daten	9
Verstärkung, Frequenzbereich	9
Eingänge	10
Wandlerspeisespannung	10
Ausgang	11
Anzeigen (Leuchtdioden), Nullpunkteinstellbereich ..	12
Fehler	13
Arbeitsbedingungen	15
6. Wirkungsweise M 61 D	20
7. Wirkungsweise M 61 K	22
8. Betriebsanleitung	23
8.1 Inbetriebnahme	23
8.2 Nullpunktgleich	23
8.3. Verstärkung und Wandlerfaktor	24
8.4. Signalfilterung	26
8.4.a) Untere Grenzfrequenz	26
8.4.b) Obere Grenzfrequenz	26
8.4.c) Zusätzliche Filter	27
8.5. Gleichtaktunterdrückung	27
9. Signalquellen	28
9.1. Hochohmige Quellen	28
9.2. Kapazitive Quellen	28
9.3. Brückenschaltungen	30
10. Wartung, Schutzleiter- und Hochspannungsprüfung	31
11. Reparatur M 61 D	32
11.1. Abgleich der Gleichtaktunterdrückung (R 210, R 211)	32
11.2. Abgleich der Verstärkung (R 301)	33
11.3. Abgleich der Offsetspannungen	33
11.4. Abgleich der Wandlerspeisespannung 5 V	35
12. Reparatur M 61 K	35
13. Lager- und Transportbedingungen	36
14.1. Stückliste der elektrischen Bauelemente M 61 D	37
14.2. Stückliste der elektrischen Bauelemente M 61 K	43

Stromlaufplan M 61 D	44
Stromlaufplan M 61 K	48
Notizen	50
Schutzgütezeugnis	51

B i l d e r

Seite

Bild 1: M 61 DK und Bedienelemente	4
Bild 2: Frequenzgang	17
Bild 3: Gleichtaktunterdrückung als Funktion der Frequenz	17
Bild 4: Aussteuerbarkeit und Übersteuerungsanzeige	18
Bild 5: Blockschalbild	19
Bild 6: Kapazitive Signalquelle	29
Bild 7: Voll- und Halbbrücke	31
Bild 8: Stromlaufplan M 61 D - I	44
Bild 9: Stromlaufplan M 61 D - II	47
Bild 10: Stromlaufplan M 61 K	48

Aus unserem Fertigungsprogramm

- Wandler und Geräte zum Messen mechanischer Schwingungen
- Meßverstärker für Gleich- und Wechselspannungen
- Leistungsverstärker
- Ladungsverstärker
- Filter
- Voltmeter für Effektiv- und Spitzenwert und dessen Speicherung
- Magnetbandmodulator zum Speichern tiefstfrequenter Signale für deren spätere Auswertung
- Langzeitintegrator für die Ermittlung von Langzeiteffektivwert und Energiedosis, besonders in der Schall- und Schwingungsmeßtechnik
- Wandler und Geräte zum Messen des Sauerstoffpartialdruckes in Flüssigkeiten und Gasen
- Tonfilmverstärker für die Kintotechnik

VEB Metra Meß- und Frequenztechnik Radebeul

Wilhelm-Pieck-Straße 58, Radebeul, 8122

Tel. Dresden 7 50 88

1. Bedienelemente

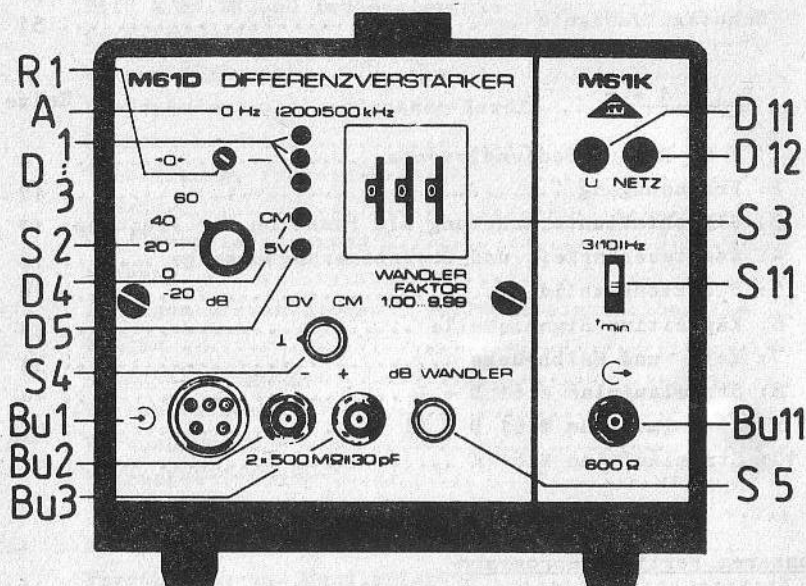


Bild 1: Vorderansicht

- A Frequenzangabe: obere Grenze für -3 dB,
 Klammerwert für -0,5 dB
- Bu 1 Eingangsbuchse für Wandler
 Obere Kontaktreihe von links:
 3 - invertierender Eingang, 2 - Masse, 1 - nichtin-
 vertierender Eingang.
 Untere Kontaktreihe von links:
 5 - Masse, 4 - Ausgang der Wandlerspeisespannung 5,00 V
- Bu 2 invertierender Eingang

Bu 3 nichtinvertierender Eingang

Bu 11 Ausgang, aussteuerbar bis ± 10 V Spitzenwert

Leuchtdioden

D 1	positive Ausgangsgleichspannung (gelb)	in Stellung
D 2	Ausgangsgleichspannung Null (grün)	$S 11 = f_{\min}$
D 3	negative Ausgangsgleichspannung (gelb)	$(f_u = 0 \text{ Hz})$
D 4	Gleichtaktübersteuerung der Eingänge (rot)	
D 5	Überlastung der Wandlerseisespannung (rot)	
D 11	Übersteuerungsanzeige (rot)	
D 12	Netzkontrolle (grün)	

R 1 Nullpunktabgleich bei $f_u = 0 \text{ Hz}$ (R 201, Rechtsdrehung bewirkt positive Ausgangsspannung,)

S 2 Schalter Verstärkung -20 bis $+60 \text{ dB}$ (S 22)

S 3 Schalter für die Vorwahl des Wandlerübertragungsfaktors; er ist nur wirksam in der Stellung S 5 "Wandler" (S 03)

S 4 Eingangswahlschalter (S 04); er schaltet die Eingänge des internen Differenzverstärkers folgendermaßen:

+ Bu 3 ist der Eingang eines nichtinvertierenden Verstärkers, Bu 2 ist offen,

- Bu 2 ist der Eingang eines invertierenden Verstärkers, Bu 3 ist offen,

1 beide Eingänge liegen an Masse, Bu 2 und Bu 3 sind offen (Nullpunkteinstellung),

DV beide Eingänge liegen an der zugehörigen Buchse - Differenzverstärkerbetrieb,

CM Beide Eingänge liegen an Bu 3 (CM = common node = Gleichtakt), Bu 2 ist offen (Prüfen der Gleichtaktunterdrückung).

S 5 Stellung "dB": die Verstärkung entspricht der Angabe von S 2; S 3 ist unwirksam.

Stellung "WANDLER": Der Übertragungsfaktor von angeschlossenen Wandlern wird an S 3 ziffernmäßig eingestellt. Das Übertragungsmaß vom Wandler plus M 61 D wird dann zur nächstkleineren dekadischen Zahl (z. B. 1, 10, 100 mV pro physikalischer Einheit).

S 11 Umschalter für die untere Grenzfrequenz ($f_{\min}$ = minimale untere Grenzfrequenz des Einschubs; 3 Hz = Frequenzgrenze für -3 dB, (10 Hz) = Frequenzgrenze für -0,5 dB).

S 21 3-stufiger Schiebeschalter im Inneren des M 61 D, Einstellung siehe Abschnitt 8.1. und 8.2. Im Normalfall hat er folgende Stellung: oberer und mittlerer Schieber zur Rückwand, unterer Schieber zur Frontplatte.

Auf der Rückseite des M 61 K befinden sich die beiden Netzsicherungen (50 mA träge) sowie eine mit dem Schutzleiter und eine mit der Gerätemasse (= Meßerde) verbundene Steckbuchse (Durchmesser 4 mm).

2. Einleitung

Der Differenzverstärker M 61 D ist ein Einschub des Meßverstärkersystems M 61 und wird hier gemeinsam mit dem Grundgerät M 61 K beschrieben. Diese Kombination heißt M 61 DK.

Das Grundgerät enthält die Stromversorgung, Grenzfrequenzumschaltung und Übersteuerungsanzeige für den Verstärkereinschub.

Der Einschub M 61 D kann aber auch in jedem anderen Grundgerät des Systems M 61 betrieben werden.

3. Verwendungszweck

Der Differenzverstärker M 61 D ist ein Präzisionsverstärker für genaue Messungen von Gleich- und Wechselspannungen. Er ist verwendbar bis in den unteren Hochfrequenzbereich. Infolge seiner Differenzeingangsstufe mit hohem Eingangswiderstand kann er auch bei hochohmigen und erdfreien Signalquellen eingesetzt werden.

Darüber hinaus ist er zum Anschluß der verschiedensten Wandler physikalischer Größen in elektrische Spannungen oder Widerstandsänderungen geeignet. Die hier oft erforderliche Speisespannung wird vom M 61 D bereitgestellt. Da der Wandlerübertragungsfaktor ziffernmäßig eingestellt werden kann, ergibt sich eine sehr leichte Auswertung der Meßergebnisse ohne zeitraubende Umrechnungen.

4. Lieferumfang und ergänzende Geräte

- Differenzverstärker M 61 DK,
bestehend aus Einschub M 61 D und Grundgerät M 61 K
- Bedienungsanleitung M 61 DK
- Garantieurkunde
- 2 Ersatzsicherungen 50 mA (träge)

Das EFFEKTIV- UND SPITZENWERTVOLTMETER VM 70 ist zur Signalauswertung im Bereich von 1 Hz bis 200 kHz vorgesehen. Es mißt den echten Effektivwert von Wechselspannungen beliebiger Kurvenform und den Spitzenwert. Dieser kann auch gespeichert werden, was besonders bei einzelnen Impulsen wichtig ist.

Es besitzt zwei Eingänge mit einem Meßstellenumschalter, Filteranschlüsse, sowie einen Gleich- und einen Wechselspannungsausgang zur weiteren Signalverarbeitung.

Das NIEDERFREQUENZFILTER VF 30 ermöglicht eine Frequenzbewertung der Meßsignale. Es hat die Betriebsarten Hoch- und Tiefpaß, Bandpaß und Bandsperre im Frequenzbereich von 10 Hz bis 110 kHz. Der Durchlaßfrequenzbereich beträgt 0 Hz (Gleichspannung) bis 500 kHz.

Für die rauscharme Verstärkung von Wechselspannungen im Bereich von 0,1 Hz bis 500 kHz ist der WECHSELSPANNUNGSVERSTÄRKER M 61 wK bzw. der Einschub M 61 W mit -20 bis +70 dB Verstärkung sehr gut geeignet. Er besitzt einen Eingangswiderstand von 1 GOhm parallel 5 pF, seine Eingangsstörspannung bei 60 dB Verstärkung beträgt nur 1,5 μ V bei einer Bandbreite von 30 kHz bzw. 4 μ V bei 500 kHz Bandbreite.

Für Anwendungen in der Schwingungsmeßtechnik empfiehlt sich der LADUNGSVERSTÄRKER M 61 LK bzw. der Einschub M 61 L zur Messung mechanischer Vibrationen in Verbindung mit unseren piezoelektrischen Beschleunigungsaufnehmern.

Darüber hinaus ist der M 61 L zum Anschluß von piezoelektrischen Quarzwandlern und zur Messung kleinster Kapazitäten geeignet.

5. Technische Daten

Verstärkung

Gültig in Stellung "dB" (S 5)

Stellung S 2 bzw.

Verstärkung in dB Spannungsverhältnis

-20	0,1
0	1
20	10
40	100
60	1000

S 5 in Stellung "Wandler":

Das mit S 2 eingestellte Spannungsverhältnis gemäß der Tabelle wird durch den Wandlerfaktor dividiert. Eine Einstellung Wandlerfaktor = 3,16 ergibt die Verstärkungen -30, -10, 0, 10, 30, 50 dB.

Frequenzbereich

Zum typischen Verlauf siehe Bild 2, S. 17.

Die Tabelle gilt bei einem Lastwiderstand von mindestens 30 kOhm am Ausgang des M 61 DK.

±0,2 dB	0 Hz bis 50 kHz
-0,5 dB	0 Hz bis 150 kHz
-3 dB	0 Hz bis 400 kHz (typisch bis 500 kHz)

Grenzfrequenzumschaltung $f_{\min} / 3 (10) \text{ Hz}$

±0,2 dB	0 / 20 Hz
-0,5 dB	0 / 10 Hz
-3 dB	0 / 3,4 Hz

Eingänge

Anschlüsse	Bu 1	NF-Steckdose 5-polig
		5/21 063-02:00 TGL 31428
	Bu 2, Bu 3	BNC (2/6,6)

typ. Wert	Garantiewert
-----------	--------------

Maximal verarbeitbare Eingangs-
spitzenspannung (Differenz-
und Gleichtaktspannung, Kon-
trolle durch Übersteuerungs-
anzeigen)

$$f_u = 0 \text{ Hz}$$

$$f_u = 3 \text{ Hz}$$

min. 10 V

10 V ¹⁾

min. 4 V

Zulässige Eingangsspannung U_e

Effektivwert

30 V

Spitzenwert

$\pm 42 \text{ V}$

Leuchtbeginn der Gleichtakt-
Übersteuerungsanzeige bei
einer Gleichtakt-Eingangs-
spannung U_{CM}

5 V

Eingangsspannung im empfindlich-
sten Bereich, bei der die Ei-
genstörspannung 0,5 dB Meß-
fehler verursacht

(Effektivwertmessung)

$$f = 0,5 \text{ Hz bis } 500 \text{ kHz} \quad U_e$$

120 μV

$$f = 3 \text{ Hz bis } 30 \text{ kHz} \quad U_e$$

40 μV

$$f = 0,5 \text{ Hz bis } 20 \text{ Hz} \quad U_e$$

20 μV

(Quellwiderstand max. 10 kOhm)

Eingangswiderstand (jeweils ge-
gen Masse)

500 MOhm

300 MOhm ¹⁾

¹⁾ bei Referenzklima

	typ. Wert	Garantiewert
Eingangskapazität (jeweils gegen Masse)	30 pF	
Eingangsstrom (Größtwert)		
$f_u = 0$ Hz (siehe auch Abschnitt 9.1.)		$\pm 0,4$ nA ¹⁾
$f_u = 3$ Hz		$\pm 0,02$ nA ¹⁾
Kompensation der Brückenunsymmetrie von Wandlern (Nullpunkt-einstellbereich umschaltbar, siehe Abschnitt 8.2.)	± 12 mV, ± 50 mV, ± 250 mV	
Wandlerspeisespannung		$5\text{ V} \pm 0,3\%$
Temperaturkoeffizient	$\pm 0,05\%/10\text{ K}$	$\pm 0,3\%/10\text{ K}$
Belastbarkeit		60 mA
Kurzschlußstrom	100 mA	
Kontaktbelegung Bu 1 siehe S. 4		

Ausgang

Anschluß	BNC (2/6,6)	
	typ. Wert	Garantiewert
Maximale Ausgangsspitzenspannung (R_L min. 60 kOhm, V min. 2 dB)	13 V	min. 10 V
Maximaler Ausgangsspitzenstrom ($R_L = 0$ Ohm)	13 V	min. 10 V
Innenwiderstand (M 61 K)	17 mA	min. 10 mA
Kapazität in Reihe zum Innenwiderstand	600 Ohm	
$f_u = 0$ Hz	-	
$f_u = 3$ Hz	10 pF	
Spannungsanstiegsgeschwindigkeit	siehe Bild 4, S. 18	

¹⁾ bei Referenzklima

Anzeigen

Übersteuerungsanzeige Ü (D 11)

Signalisiert Übersteuerungen der Eingänge innerhalb des Verstärkers. Bewertung oberhalb von 30 kHz frequenzabhängig, siehe Bild 4, S. 18.

Übersteuerungsanzeige CM (D4)

Signalisiert Übersteuerungen innerhalb des Verstärkers infolge zu hoher Gleichtakteingangsspannung.

Leuchtbeginn bei $U_{CM} = 5 \text{ V}$.

Überlastungsanzeige 5 V (D 5)

Signalisiert Überlastung der Wandlerseitespannung.

Nullpunktanzeige D 1 bis D 3

Signalisiert eine eventuelle Ausgangsruhespannung bei einer unteren Grenzfrequenz von 0 Hz. Der Ansprechwert beträgt $\pm 18 \text{ mV}$ (max. $\pm 40 \text{ mV}$).

Bei tiefstfrequenten Signalen ist ein Ansprechen von D 1 und D 3 entsprechend dem Momentanwert der Ausgangsspannung möglich.

Bei der unteren Grenzfrequenz 3 Hz ist die Nullpunktanzeige ausgeschaltet.

Nullpunkteinstellung

Abgleichbereich entsprechend der Stellung von S 21 (siehe Abschnitt 8.2., Seite 23) $\pm 12 \text{ mV}$ ("Intern"), $\pm 50 \text{ mV}$ oder $\pm 250 \text{ mV}$ Eingangsoffsetspannung.

Fehler

typ. Wert

Garantiewert

Fehler der Verstärkung

Grundfehler der Verstärkungs-	-20 dB	±0,3 %
stufen von S 2 in Stellung	0 dB	±0,1 %
S 5 = "dB" bei Referenzbe-	20 dB	±0,3 %
dingungen,	40 dB	±0,5 %
f = 1 kHz, RL = 1 MOhm)	60 dB	±0,5 %

Netzspannungseinfluß

200 bis 240 V / 48 bis 62 Hz

nicht nachweisbar

Temperatureinfluß

±0,05 %/10 K

±0,2 %/10 K

Zusatzfehler in Stellung S 5 = "Wandler"

Wandlerfaktor 1,00	±0,05 %
1,01 bis 1,05	±0,15 %
1,06 bis 1,35	±0,3 %
1,36 bis 2,00	±0,4 %
2,01 bis 3,50	±0,5 %
3,51 bis 9,99	±0,7 %

Zusatztemperatureinfluß

in Stellung S5 = "Wandler"

±0,1 %/10 K

Frequenzeinfluß siehe Tafel "Frequenzbereich", S. 9 und
Bild 2, S. 17

typ. Wert

Garantiewert

Gleichtaktunterdrückung

 $U_{CM} = 3 \text{ V}$, $f = 60 \text{ Hz}$

Verstärkung	-20, 0 dB	100 dB	min. 80 dB
	20, 40, 60 dB	110 dB	min. 80 dB

Frequenzabhängigkeit siehe

Bild 3, S. 17

Klirrfaktor

$f = 20 \text{ Hz bis } 200 \text{ kHz}$

$V = -20 \text{ bis } 0 \text{ dB: } U_e = 1 \text{ V}$

$V = 0 \text{ bis } 60 \text{ dB: } U_a = 1 \text{ V}$

Effektivwerte der Oberwellen

selektiv gemessen

typ. Wert

Garantiewert

unter 0,1 %

Störspannung und Nullpunktdrift

Nullpunktdrift (bei $V = 60 \text{ dB}$
auf den Eingang bezogen)

10 $\mu\text{V/K}$

Netzspannungseinfluß auf den
Nullpunkt (Größtwert)

1 $\mu\text{V}/10 \text{ V}$

100 $\mu\text{V}/10 \text{ V}$

(auf den Eingang bezogen

bei $V = 60 \text{ dB}$, S 21 in

Stellung "Intern", Nullpunkt
abgeglichen)

Äquivalente Eingangsstörspannung bei $V = 60 \text{ dB}$, Quellimpedanz
bis 10 k Ω m

Bandbreite	0,4 Hz - 500 kHz	3 Hz - 30 kHz	0,4 Hz - 20 Hz
Eing.-Störspannung	30 μV	10 μV	0,8 μV

Ausgangsstörspannung siehe S. 15.

Störspannung am Ausgang bei einer Quellimpedanz von 1 kOhm

Verstärkung	0,4 Hz - 500 kHz		3 Hz - 30 kHz		0,4 - 20 Hz	
	mV	dB unter 1 V	mV	dB unter 1 V	mV	dB unter 1 V
60 dB 1)	30	30	10	40	0,75	62
9,99 2)	3	50	1	60	0,08	82
40 dB 1)	3	50	1	60	0,08	82
9,99 2)	0,5	66	0,15	76	0,015	96
20 dB 1)	0,8	62	0,25	72	0,03	90
9,99 2)	0,4	68	0,12	78	0,01	100
0 dB 1)	0,75	62	0,25	72	0,03	90
9,99 2)	0,4	68	0,12	78	0,01	100
-20 dB 1)	0,75	62	0,25	72	0,03	90
9,99 2)	0,4	68	0,12	78	0,01	100

1) S 5 in Stellung "dB" bzw. Wandlerfaktor 1,00

2) S 5 in Stellung "Wandler", Wandlerfaktor 9,99

Arbeitsbedingungen entsprechend TGL 14 283 (ST RGW 3206-81)

Einlaufzeit

- für die Betriebsbereitschaft 2 Minuten
- bis das thermische Gleichgewicht erreicht ist 2 Stunden

Stromversorgung durch Grundgerät

Bei Verwendung des M 61 K 200 bis 240 V / 48 bis 62 Hz/ 5 VA

M 61 K - Sicherungen:

Netzsicherungen (Rückwand) 2 x 50 mA träge

±15 V (Leiterplatte 1) 2 x 125 mA träge

5 V (Leiterplatte 1) 400 mA träge

Klimatische Bedingungen

TGL 14 283/05, Einsatzgruppe B

Referenzbedingungen

Temperatur	20 bis 25 °C
relative Luftfeuchte	40 bis 60 %
keine direkte Sonnenbe- strahlung	

Arbeitsbedingungen

Temperatur	5 bis 40 °C
relative Luftfeuchte	höchstens 80 % bis 25 °C
	höchstens 60 % bis 30 °C
	höchstens 45 % bis 35 °C
	höchstens 34 % bis 40 °C
Jahresmittel bis 25 °C	höchstens 65 %

Mechanische Bedingungen

TGL 200-0057

Einsatzgruppe	G 21
Prüfklasse	Eb 6 - 150 - 12 000/3

Transportbedingungen

siehe Abschnitt 13., S. 36

Schutzklasse

TGL 14283/07 und ST RGW 3768-82

Netzseite	SK I (Schutzleiter für Schutz- schirm)
Meßseite	SK II (Schutzisolation für Meß- erde = Gehäuse)

Schutzgrad

TGL 15 165 und ST RGW 778-77

M 61 D	IP 00
M 61 K, M 61 DK	IP 20

Abmessungen und MasseM 61 DM 61 K, M 61 DK

Breite	110 mm	160 mm
Höhe	115 mm	145 mm
Tiefe	205 mm	240 mm
Masse	0,8 kg	2,7 kg 3,5 kg

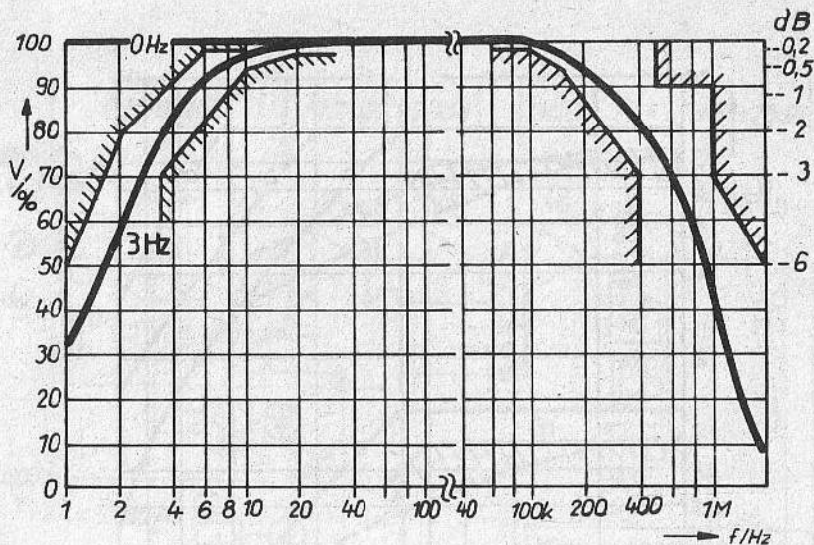


Bild 2: Frequenzgang ($R_L = 1 \text{ M}\Omega$, $C_L = 150 \text{ pF}$)

Parameter: untere Grenzfrequenz (0 Hz entspricht " $f_{\min}$ ")

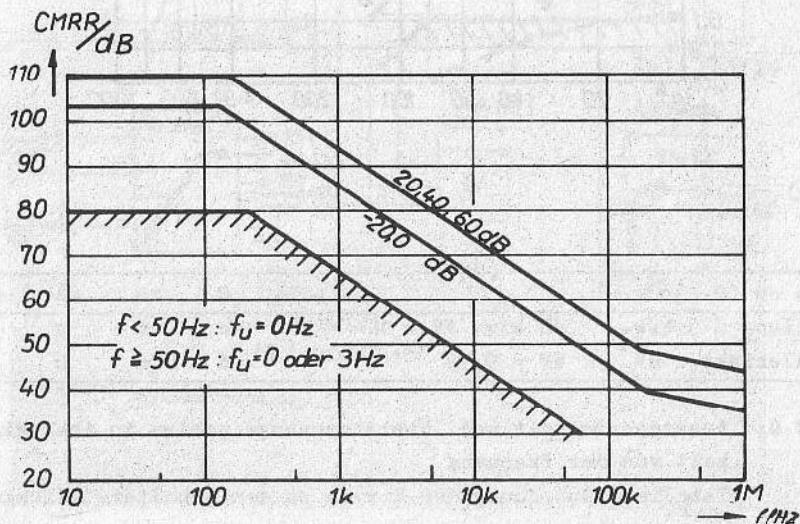
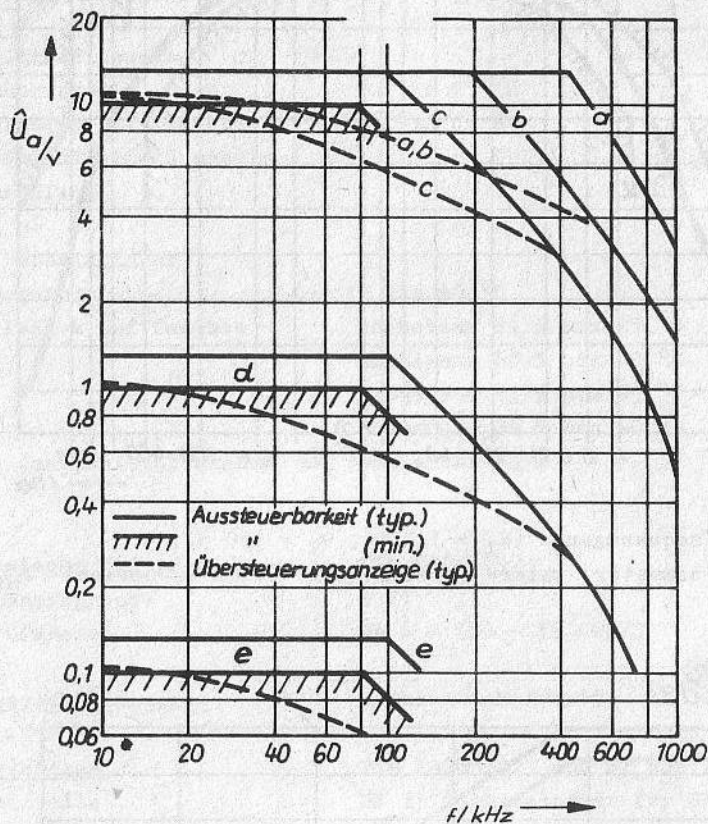


Bild 3: Gleichtaktunterdrückung als Funktion der Frequenz

$U_{CM} = 1 \text{ V}$; Parameter: Verstärkung



V in dB (S 2)		-20	0	20	40	60
Stellung S 5 bzw. dB bzw. WF = 1		d	c	c	a	a
Wandlerfaktor WF	WF = 9,99	e	d	d	c	b

Bild 4: Aussteuerbarkeit und Übersteuerungsanzeige in Abhängigkeit von der Frequenz

Tabelle: Zuordnung der Kurven zu den Schalterstellungen

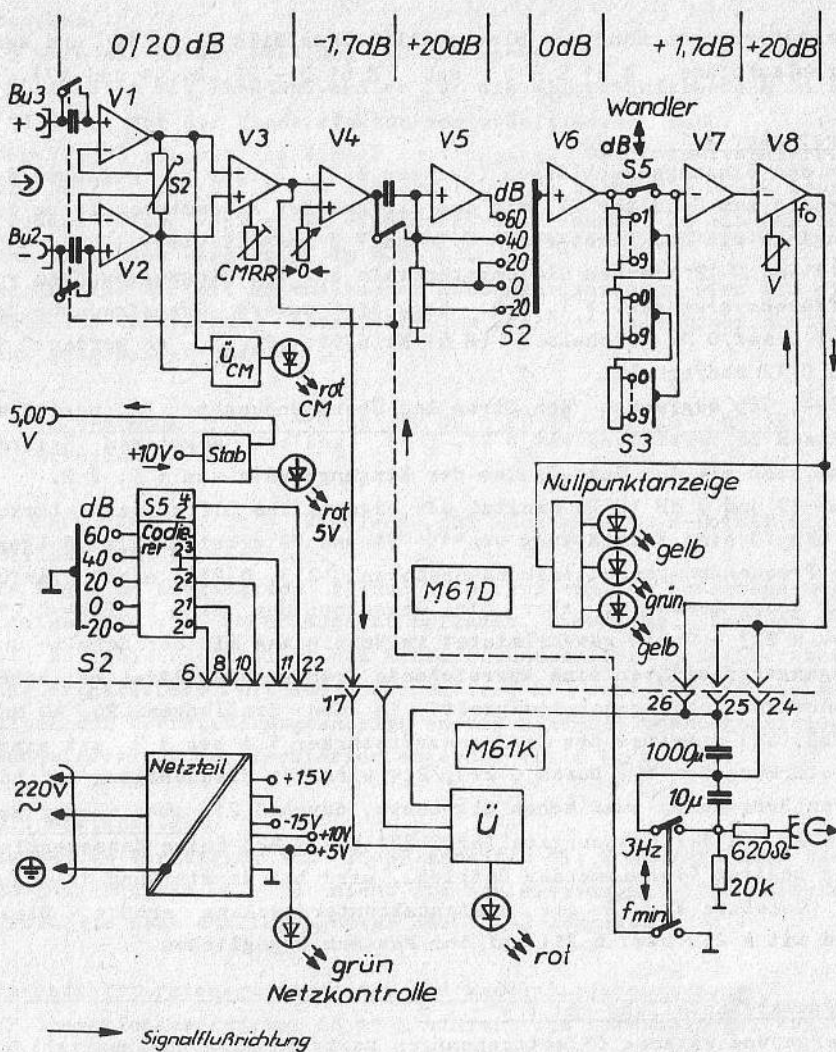


Bild 5: Blockschaltbild M 61 D und M 61 K

6. Wirkungsweise M 61 D

(Erläuterung an Hand des Blockschaltbildes Bild 5, S. 19 und der Stromlaufpläne M 61 D - I und M 61 D - II, S. 44 und 47).

Verstärker V 1 - V 3

Von den Eingangsanschlüssen (Buchsen Bu 1, 2 oder 3) gelangen die Signale zum Schalter S4, mit dem die Art der Zusammenschaltung der Eingänge mit den Verstärkern V 1 und V 2 gewählt wird.

C 11 und C 12 trennen Gleichpotentiale an den Eingangsbuchsen vom Differenzverstärker V 1, V 2. Wird die untere Grenzfrequenz des M 61 D auf 0 Hz geschaltet (M 61 K: $S_{11} = f_{\min}$), so werden C 11 und C 12 überbrückt.

R 224, 225 begrenzen den Strom bei Überspannungen: bei positiven Spitzen in Verbindung mit D 22, D 23, und bei negativen Spitzen gemeinsam mit den Gate-Dioden der Eingangs-FETs von V 1, V 2.

Bei -20 und 0 dB (S 2) besitzt der eigentliche Differenzverstärker V1 bis V3 eine Verstärkung von 1. V1 und V2 arbeiten als Folger. Die Frequenzkompensationskondensatoren C 213, C 214 sind hierfür sehr knapp bemessen, aber die Gegenkopplung über R 222 - C 212 bzw. R 223 - C 215 gewährleistet in Verbindung mit den Schalt- und Eingangskapazitäten eine ausreichende Frequenzstabilität bei hoher Spannungsanstiegsgeschwindigkeit. In den Stellungen 20, 40 und 60 dB (S2) arbeitet der Differenzverstärker V 1 bis V 3 mit einer Verstärkung von 10. Durch C 213, 214 wird der Frequenzgang bei höheren Frequenzen zwar schon abgesenkt, durch C 211 aber wieder angehoben. Da der Spannungsteiler R 221 bis R 223 keine Masseverbindung besitzt (schwimmender Betrieb), wird bei Verstärkung 10 durch die Vorstufe V1, V2 die Gleichtaktunterdrückung erhöht. Diese wird mit R 210 bzw. R 211 auf ihr Maximum abgeglichen.

Nullpunkteinstellung und V 4 - V 8

Interne und externe Offsetspannungen bewirken eine Nullpunktablage am Ausgang von V 3. Im Widerstandsnetzwerk R 201 bis 209 wird eine Kompensationsspannung erzeugt.

V 4 subtrahiert beide Werte voneinander, so daß an seinem Ausgang der Wert Null eingestellt werden kann. Das Netzwerk ist so dimensioniert, daß ein Nullabgleich bei V = 60 dB auch für die anderen Bereiche gilt.

C 13 wirkt wie C 11, 12 und bestimmt wesentlich die untere Grenzfrequenz.

V 5 wird nur in der Stellung "60 dB" genutzt.

V 6 arbeitet als Impedanzwandler für die Widerstandskette R 01 bis R 012, mit der der Wandlerfaktor vorgewählt werden kann.

Über V7, V8 gelangt das Signal zum Ausgang. Die Gesamtverstärkung wird bei "40 dB" mit R 301 kalibriert. C 34 setzt die obere Grenzfrequenz herab, wenn er im Grundgerät über Kontakt 26 mit dem Ausgang verbunden wird (z.B. im M 61 K).

Für Grundgeräte mit automatischer Meßbereichsanzeige wird die eingestellte Verstärkung nach folgendem Schlüssel als binär codierte Zahl ausgegeben:

Verstärkung	-20 dB	0 dB	20 dB	40 dB	60 dB
Binärzahl	1	2	3	4	5

In der Stellung S5 = "Wandler" hat Kontakt 24 H-Potential, in Stellung "dB" L-Potential.

Die Pegel am Ausgang von V3 und V8 werden von der Übersteuerungsanzeige, die sich im Grundgerät befindet, überwacht. Dadurch wird bei beliebiger Stellung des Meßbereichsschalters jede Übersteuerung signalisiert. Mit dem Kondensator C 219 wird das Ansprechverhalten der Übersteuerungsanzeige an die maximale Spannungsanstiegsgeschwindigkeit der Verstärker angepaßt (Bild 4, S. 18).

Nullpunktanzeige

Die beiden Verstärker von IS 33 arbeiten als Komparatoren. Damit die Leuchtdioden D1 - D3 nicht die Speisespannung -15 V belasten, werden sie über die Logikgatter der IS 13 gespeist.

Gleichtaktübersteuerungsanzeige und Wandlerspeisespannung

Der Operationsverstärker IS 11-2 addiert die Ausgangspegel von V1, V2 und speist über die Graetzbrücke D 11, 12 die Gleichtaktübersteuerungsanzeige CM (I 4).

Der andere Teil von IS 11 dient als Regelverstärker für die Ausgangsspannung 5,00 V. Die LED D 5 bewirkt gleichzeitig mit der Überlastanzeige die Strombegrenzung. R 107 schützt IS 22 vor thermischer Überlastung für den Fall, daß D 4 und D 5 gleichzeitig leuchten.

7. Wirkungsweise M 61 K

Das Grundgerät M 61 K (Bild 5 und 10) enthält die Stromversorgung, Übersteuerungsanzeige und Grenzfrequenzumschaltung.

Der Netzteil enthält keinen Netzschalter. Um eine hohe Sicherheit gegen Störfälle zu erreichen, ist der Netztransformator primär zweipolig und sekundär an jeder Wicklung einpolig abgesichert. Die Betriebsspannungen werden mit drei integrierten Spannungsreglern stabilisiert. Die unstabilisierte 10 V - Spannung wird ebenfalls auf den Steckanschluß für den Einschub gegeben.

Die Eingänge der Übersteuerungsanzeige sind über Dioden entkoppelt. Der Operationsverstärker IS 4 ist über C 210 zu einer monostabilen Kippstufe rückgekoppelt, deren Referenzspannung durch R 201 , R 202 bestimmt wird.

Übersteigt eine positive Eingangsspannung den Wert von etwa 3 V, so wird der Offen-Kollektor-Ausgang von IS 4 leitend und schaltet die rote LED D 11 ein. Handelt es sich um eine Gleichspannung, dann wirkt IS 4 in stationärem Zustand als Komparator. Bei einem Spannungsimpuls kommt zur Komparatorfunktion das monostabile Verhalten hinzu, so daß Impulse mit mehr als 0,5 μ s Dauer deutlich erkannt werden können.

Für negative Eingangsspannungen wirkt IS 5 als Komparator. Übersteigt ihr Betrag 3 V, wird der Ausgang von IS 5 leitend, schaltet D 11 ein und triggert gleichzeitig über C 210 die monostabile Kippstufe IS 4.

Die negative Betriebsspannung für IS 4, 5 wird gegen die steilflankigen Stromimpulse mit R 205, C 212 gepuffert, damit das Ansprechen der Übersteuerungsanzeige keine Störungen des Nutzsignales bewirkt.

Die Grenzfrequenz wird mit S 11 umgeschaltet. Dieser legt in der Stellung "3 Hz" eine Kapazität von 10 μ F in den Ausgangssignalweg und verbindet den Steuerkontakt 4 des Einschubs mit Masse.

8. Betriebsanleitung

8.1. Inbetriebnahme

Das Grundgerät M 61 K hat keinen Netzschalter, es kann ständig mit dem Netz verbunden bleiben. Als Netzkontrolle dient die grüne Leuchtdiode D 12.

Das Gehäuse des M 61 K ist gegen das Netz schutzisoliert und erdfrei. Durch Verbinden der beiden Rückwandbuchsen kann das Gehäuse (Meßerde) an den Schutzleiter angeschlossen werden.

Es ist darauf zu achten, daß im Normalfall die Schieber des Schalters S 21 (auf der linken Steckkarte oben hinter dem Wendelpotentiometer R1) die Stellung "Intern" haben: S 21-1 (oben) zur Rückwand, S 21-2 (Mitte) zur Rückwand, S 21-3 (unten) zur Frontplatte (siehe Abschnitt 8.2., Seite 23).

Der Einschub wird in das Grundgerät eingeführt und durch Drehen der Schrauben wird die Steckverbindung geschlossen.

Bei einer Netzspannung um 240 V ist es möglich, daß bei Betrieb des M 61 K ohne Einschub die Schutzschaltung der Spannungsregler anspricht und die Betriebsspannungen abschaltet.

In diesem Fall genügt es, nach Stecken des Einschubs die Netzspannung kurzzeitig zu unterbrechen.

8.2. Nullpunktgleich

Wird die untere Grenzfrequenz des Differenzverstärkers auf 3 Hz geschaltet, ist ein Nullpunktgleich nicht erforderlich und die Nullpunktanzeige ist ausgeschaltet. Im Interesse einer größtmöglichen Aussteuerbarkeit ist es günstig, wenn S 21 wie unter 8.1. beschrieben auf Stellung "Intern" geschaltet wird.

Bei einer unteren Grenzfrequenz des M 61 D von 0 Hz ist ein Nullpunktgleich erforderlich. Im Normalfall verwendet man die o.g. Stellung von S 21. S 4 wird auf 1 geschaltet. Der Abgleichbereich des Nullpunktes beträgt ± 12 mV auf den Eingang bezogen und dient zum Ausgleich der internen Offsetspannungen. Der Nullpunktindikator mit den Leuchtdioden D1 bis D3 signalisiert Nullpunktabweichungen von etwa ± 18 mV (maximal ± 40 mV) an Ausgang.

Besitzt das Meßobjekt eine unerwünschte Nullpunktanlage, z.B. beim Anschluß unsymmetrischer Brückenschaltungen (Abschnitt 9.3.), kann

diese mit R 1 kompensiert werden. Falls das in der Stellung "Intern" (unterer Schieber S 21-3 zur Frontplatte, die beiden anderen zur Rückwand) nicht möglich ist, gibt es zusätzlich folgende Kompensationsmöglichkeiten (auf den Eingang bezogen):

- ± 50 mV: mittlerer Schieber S 21-2 zur Frontplatte,
die beiden anderen zur Rückwand,
- ± 250 mV: oberer Schieber S 21-1 zur Frontplatte,
die beiden anderen zur Rückwand.

Ein größerer Kompensationsbereich hat den Nachteil der geringeren Auflösung der Nullpunkteinstellung mit R 1.

Wird der Nullpunkt bei großer Verstärkung abgeglichen, bleibt er beim Umschalten auf eine kleinere Verstärkung (S 2) erhalten.

8.3. Verstärkung und Wandlerfaktor

S 5 wird auf "dB" geschaltet. Mit dem Bereichsschalter S 2 stellt man die gewünschte Verstärkung ein. Je nach Stellung von S 4 und Anschluß der Eingänge Bu 1 bis 3 arbeitet der M 61 D als invertierender, nichtinvertierender oder Differenzverstärker (siehe Abschnitt 1., S. 4 und 5).

Beim Normieren einer Meßkette ist es oft erforderlich, Zwischenwerte innerhalb der 20-dB-Stufen einzustellen. Hierzu wird S 5 auf "WANDLER" geschaltet. Das lineare Verstärkungsmaß wird dann durch den an S 3 eingestellten Wandlerfaktor dividiert.

$$S\ 5 = \text{"dB"} \qquad V = 10^{(A/20)} \qquad (1)$$

$$S\ 5 = \text{"WANDLER"} \qquad V = \frac{10^{(A/20)}}{WF} \qquad (2)$$

V - Verstärkung im linearen Maßstab

A - Verstärkung im logarithmischen Maßstab in dB

WF - Wandlerfaktor

Beispiel 1:

Im Bereich "60 dB" wird ein Wandlerfaktor von 2 eingestellt.

Schalter S 5 in Stellung "dB": Verstärkung $V = 1000$.

Schalter S 5 in Stellung "WANDLER": $V = 1000 : 2 = 500$.

Wandler ohne Hilfsenergie

Diese Wandler liefern ein Spannungssignal ohne Anschluß einer äußeren Spannungsquelle.

Für das Übertragungsmaß $\ddot{U}$ der Meßkette gilt

$$\ddot{U} = \frac{B \cdot V}{WF} \quad (3)$$

$\ddot{U}$ - Übertragungsmaß der Kombination Wandler plus M 61 DK

B - Übertragungsmaß des Wandlers

WF - Ziffernfolge des Wandlerfaktors, d. h. von B

V - Verstärkung im linearen Maßstab entsprechend Gleichung (1)

Wandler mit Hilfsenergie

Diese Wandler benötigen eine Hilfsspannung, die vom M 61 DK bereitgestellt wird. Hierzu gehören Dehnungsmeßstreifen und Widerstandsthermometer.

Das Übertragungsmaß des Wandlers wird folgendermaßen berechnet:

$$B = B' \cdot U_{sp} \quad (4)$$

B - Übertragungsmaß des Wandlers

B' - Bezogenes Übertragungsmaß des Wandlers (bezogen auf die Speisespannung in Volt)

U_{sp} - Speisespannung (5,00 V im M 61 D bzw. M 61 DK)

Beispiel 2:

Ein Druckwandler wird mit der Wandlerspeisespannung 5,00 V betrieben. Sein vom Hersteller angegebenes Bezogenes Übertragungsmaß sei $B' = 0,04 \text{ mV pro V und Pa.}$

Damit wird $B = 0,04 \text{ mV} / (\text{V} \cdot \text{Pa}) \cdot 5 \text{ V} = 0,2 \text{ mV/Pa.}$

Der Wandlerfaktor hat dann die Ziffernfolge 2 0 0.

Einstellungen:

S 5 = "WANDLER", S 3 = 200

Bei einer Stellung S 2 = 60 dB beträgt die Verstärkung

$$V = 1000 / 2 = 500$$

und das Übertragungsmaß der Kette Wandler + M 61 DK lautet

$$\bar{U} = 0,2 \text{ mV/Pa} \cdot 500 = 100 \text{ mV/Pa} = 0,1 \text{ V/Pa.}$$

8.4. Signalfilterung

8.4.a) Untere Grenzfrequenz

Die Frequenzangaben auf den Gerätefrontplatten bedeuten:

- nicht eingeklammerter Wert - Frequenz für -3 dB (30 % Abfall),
- eingeklammerter Wert - Frequenz für -0,5 dB (6 % Abfall).

Im allgemeinen sollte der Schalter S 11 auf 3 (10) Hz stehen. Nur wenn der Frequenzbereich unterhalb dieser Werte auch benötigt wird, schaltet man S 11 auf die Stellung $f_{\min}$. Die untere Grenzfrequenz ist dann Null - es können Gleichspannungen übertragen werden.

8.4.b) Obere Grenzfrequenz

Soll der volle Frequenzbereich bis 500 kHz ausgenutzt werden, sind die BNC-Eingangsbuchsen Bu 2 und Bu 3 zu verwenden. Bu 1 ist ein NF-Steckerbinder und hat im M 61 D einen anderen Massepunkt als Bu 2 und 3.

Die obere Grenzfrequenz ist durch den Einschub vorgegeben. Soll sie herabgesetzt werden, z. B. um das Störspektrum einzuengen, kann an den 600-Ohm-Ausgang des Grundgerätes ein Kondensator angeschlossen werden. Praktisch bewährt hat sich hierfür der Anschluß des Meßkabels über ein BNC-T-Stück. An dessen freie

Buchse wird ein BNC-Stecker mit eingebautem Kunststoffolienkondensator angeschlossen.

Für dessen Kapazität gilt etwa

$$\begin{aligned} C &= 260/f_g && \text{für die Grenzfrequenz } f_g \text{ (3 dB Abfall),} \\ \text{bzw. } C &= 87/f_{0,5} && \text{für 0,5 dB Abfall} \\ \text{und } C &= 55/f_{0,2} && \text{für 0,2 dB Abfall} \end{aligned}$$

mit den Dimensionen nF und kHz.

Es ist zu beachten, daß die Kapazität am Ausgang angeschlossener Kabel und Geräte ebenfalls wirksam ist und der Abfall zusätzlich zum Frequenzgang des M 61 DK auftritt (Bild 2, S. 17).

Außerdem kann bei großen Werten und $f_u = 3 \text{ Hz}$ die zusätzliche Lastkapazität mit der Innenkapazität des M 61 D von $10 \mu\text{F}$ eine Spannungsteilung bewirken.

8.4.c) Zusätzliche Filter

Werden weitere untere und obere Grenzfrequenzen, eine 50-Hz-Sperre oder andere Frequenzbewertungen gewünscht, ist es oft zweckmäßig, das NIEDERFREQUENZFILTER VF 30 zu verwenden (Abschnitt 4.).

8.5. Gleichtaktunterdrückung CMR

Der typische Verlauf in Abhängigkeit von der Frequenz ist im Bild 3, S. 17 dargestellt.

Sie wird bei höheren Gleichtaktspannungen U_{CM} geringer. Zur Kontrolle schaltet man S 4 auf "CM". Dadurch werden beide Eingänge der inneren Schaltung mit Bu 3 verbunden und am Ausgang erscheint eine Spannung U_{aCM} . Das Gleichtaktunterdrückungsverhältnis CMRR beträgt in dB

$$\text{CMRR} = \left\{ 20 \lg (U_{aCM}/U_e) \right\} + A$$

mit U_e = Eingangsspannung und A = Verstärkung in dB.

Beim Messen von U_{aCM} ist unbedingt eine oszillografische Kontrolle und eventuell eine schmalbandige Filterung des Ausgangssignales erforderlich.

9. Signalquellen

9.1. Hochohmige Quellen

(Zum Anschluß kapazitiver Quellen siehe Abschnitt 9.2.)

a) $f_u = 3 \text{ Hz}$

Die Eingänge sind durch die Kondensatoren C 11 und C 12 gleichstrommäßig abgetrennt. Der Eingangswiderstand für Gleichspannungen wird nur durch Isolationswiderstände der Größenordnung 10^{10} Ohm bestimmt.

Bei Wechselspannungen mit einer Frequenz über 0,005 Hz beträgt er etwa 500 MOhm.

b) $f_u = f_{\min} = 0 \text{ Hz}$

Der Eingangsstrom der inneren Schaltung des M 61 D kann maximal $\pm 0,4 \text{ nA}$ bei 25°C bis $\pm 1,2 \text{ nA}$ bei 45°C betragen. Er wird über R 103 bzw. R 104 (560 MOhm) gegen Masse abgeleitet, so daß am Eingang eine Gleichspannung bis zu $\pm 0,7 \text{ V}$ bei einem Innenwiderstand von 560 MOhm entstehen kann, die durch den Innenwiderstand des Meßobjektes kurzgeschlossen wird.

9.2. Kapazitive Quellen

Zu den kapazitiven Signalquellen gehören piezoelektrische Wandler wie z.B. Beschleunigungsaufnehmer, Mikrofone und Tonabnehmer mit Keramik- oder Quarzelementen. Sie besitzen einen kapazitiven Innenwiderstand (Bild 6, S. 29). Eine kapazitive Belastung (geschirmtes Kabel) verändert die Ausgangsspannung U_a , eine ohmsche die untere Grenzfrequenz f_u .

$$U_a = E \frac{C_i}{C_i + C_k + C_e} \quad (5)$$

$$f_u = \frac{1}{6,28 R_e (C_i + C_k + C_e)} \quad (6)$$

Infolge des hohen Eingangswiderstandes des Differenzverstärkers M 61 DK kann an kapazitiven Quellen bis zu sehr tiefen Frequenzen gemessen werden. Der durch Quellkapazität und Eingangswiderstand verursachte Fehler F beträgt

$$F = \left(\frac{1}{\sqrt{(f_g/f)^2 + 1}} - 1 \right) \cdot 100 \% \quad (7)$$

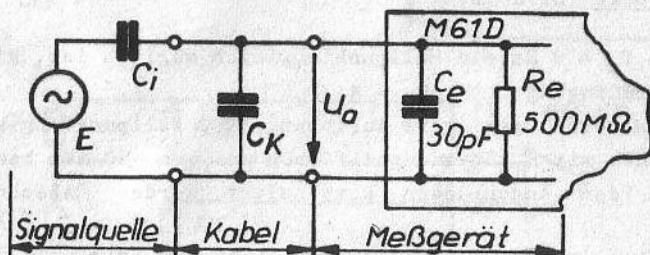


Bild 6: Kapazitive Signalquelle

Beispiel

Bei unsymmetrischem Betrieb, $C_i + C_k = 1000 \text{ pF}$ und $f = 1 \text{ Hz}$ bewirkt die Eingangskapazität etwa -3 % Zusatzfehler. Der durch den Eingangswiderstand verursachte Zusatzfehler beträgt bei 1 Hz nur knapp -5 %, so daß insgesamt etwa -8 % Fehler von der Eingangsimpedanz des Verstärkers hervorgerufen werden.

In der Stellung $f_u = 3 \text{ Hz}$ kann der M 61 D an kapazitiven Quellen als invertierender oder nichtinvertierender Verstärker oder bei symmetrischen Quellen als Differenzverstärker arbeiten.

Soll der M 61 D in der Stellung $f_{\min} = 0 \text{ Hz}$ an einer unsymmetrischen Quelle betrieben werden, so ist S 4 auf "DV" zu schalten. Der unbenutzte Eingang wird mit einer Kapazität abgeschlossen, die mindestens so groß ist, wie die Kapazität von Wandler und Meßkabel.

Bei sehr langen Meßkabeln und Wandlern mit kleiner Innenkapazität

(C_i ist viel kleiner als C_k oder C_e) ist die Verwendung eines Ladungsverstärkers M 61 L bzw. M 61 LK vorzuziehen.

Ist dagegen C_i größer als C_k und kommt es auf äußerste Rauscharmut an, sollte der WECHSELSPANNUNGSVERSTÄRKER M 61 W oder M 61 WK verwendet werden.

9.3. Brückenschaltungen

a) Vollbrücke (Bild 7a)

Damit bei $f_u = 0$ Hz ein Nullpunktabgleich möglich ist, gilt

folgende Bedingung: $R_1/R_2 = R_3/R_4$

Nimmt man eine geringere Auflösung des Nullpunktabgleiches in Kauf, können mit R_1 Spannungsdifferenzen von ± 50 mV bzw. ± 250 mV zwischen den Anschlüssen kompensiert werden (Abschnitt 8.2., S. 23).

Besteht bei Verwendung langer Meßkabel die Gefahr, daß Stör- bzw. Brummspannungen eingestreut werden, soll im Interesse einer hohen Gleichtaktunterdrückung

$$R_1 = R_3; \quad R_2 = R_4$$

gewählt werden.

b) Halbbrücke (Bild 7b)

Bei $f_u = 3$ Hz des M 61 D können Halbbrücken in den Betriebsarten invertierender oder nichtinvertierender Verstärker (S 4) verwendet werden.

Bei $f_u = 0$ Hz sind eine Ergänzung zur Vollbrücke und Differenzverstärkerbetrieb notwendig. Für die Dimensionierung gelten die unter a) genannten Bedingungen. Bei kurzen Meßkabeln können die beiden Ergänzungswiderstände im Anschlußstecker untergebracht werden, bei langen Meßkabeln und der Gefahr von Störspannungseinstreuungen sollten sie räumlich dicht an der Halbbrücke angeordnet werden. Bei hohen Anforderungen an die Temperaturstabilität sind gleiche Temperaturkoeffizienten (TK) erforderlich:

$$TK_{R1} = TK_{R3}; \quad TK_{R2} = TK_{R4}.$$

Bereits die Differenz zweier Temperaturkoeffizienten von

$4 \cdot 10^{-6}/K$ verursacht eine zusätzliche Temperaturdrift von $10 \mu V/K$ am Eingang.

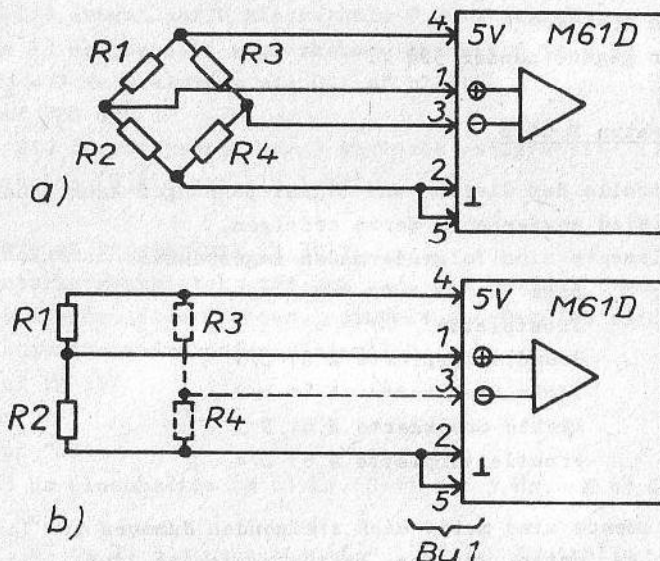


Bild 7: a) Vollbrückenbetrieb,

b) Halbbrückenbetrieb

10. Wartung, Schutzleiter- und Hochspannungsprüfung

Die Geräte M 61 D und M 61 K arbeiten wartungsfrei. Die Eingangsbuchsen sind vor Verschmutzung zu schützen und können notfalls mit reinem Alkohol gereinigt werden.

Die Schalter besitzen selbstreißende Kontakte. Nach längeren Betriebspausen sollten sie sicherheitshalber mehrmals betätigt werden.

Die Schutzleiterprüfung erfolgt zwischen Schutzkontaktstecker und Schutzkontaktbuchse auf der Rückwand, nicht am Gehäuse.

Nach Reparaturen im Netzbereich (Transformator, Sicherungshalter) ist eine Hochspannungsprüfung in folgender Reihenfolge durchzuführen:

- Durchgangsprüfung Netzsteckerstifte
- Rückwandbuchsen Masse-Schutzleiter verbinden
- Netzstifte gegen diese Buchsen 3 kV
- Buchsen trennen
- Buchsen gegeneinander 500 V.

11. Reparatur M 61 D

Eine Kontrolle der Gleich- und Signalspannungen kann anhand der im Stromlaufplan angegebenen Werte erfolgen.

Die Bauelemente sind folgendermaßen angeordnet:

1. Ziffer	Lage
0	Frontplatte
1	Grundleiterplatte M 61 D/1
2	linke Steckkarte M 61 D/2
3	rechte Steckkarte M 61 D/3
4	Frontleiterplatte M 61 D/4

Die Bauelemente sind meist nach steigenden Nummern von links oben nach rechts unten auf der Bestückungsseite der Leiterplatten geordnet.

Bei vollständigem Abgleich ist die Reihenfolge 11.1 bis 11.3 einzuhalten.

11.1. Abgleich der Gleichtaktunterdrückung (R 210, R 211)

a) $U = 3 \text{ V}$, $f = 60 \text{ Hz}$ an Bu 3 anlegen (Wechselspannung ohne überlagerte Gleichspannung. Tongeneratoren, wie z. B. GF 22, sind mit $R = 1 \text{ bis } 10 \text{ k}\Omega$ gegen Masse zu belasten).

b) S 2 auf "0 dB"

c) Selektives Millivoltmeter an Bu 11 anschließen. Hierfür wird das Voltmeter VM 70 mit an den Filterbuchsen eingeschleiftem Filter VF 30 verwendet.

d) S 4 auf "+"

e) Filter auf Bandpaß mit $f_0 = 60 \text{ Hz}$, Bandbreite 3 % schalten.

f) Frequenzfeinabgleich, bis Maximum (3 V) am Voltmeter

g) Filter auf $Q = 20$ schalten (Bandbreite 3 Hz)

h) S 4 auf "CM"

i) $f_u = 0 \text{ Hz}$

- j) Mit R 211 (linke Steckkarte, Dreiergruppe Mitte) auf Minimum am Voltmeter (kleiner als 0,1 mV) abgleichen.
- k) $f_u = 3 \text{ Hz}$
- l) Mit R 211 erneut auf U kleiner als 0,2 mV abgleichen
- m) i) bis l) abwechselnd wiederholen, bis bei $f_u = 0 \text{ Hz}$ und $f_u = 3 \text{ Hz}$ U kleiner als 0,1 mV bleibt.
- n) S 2 auf "20 dB"
- o) Mit R 210 (Dreiergruppe vorn) Abgleich entsprechend i) bis m) wiederholen (U kleiner als 1 mV).

11.2. Abgleich Verstärkung (R 301)

Ein Verstärkungsabgleich ist nur nach dem Wechsel von verstärkungsbestimmenden Widerständen, jahrelangem Betrieb oder Abgleich der Gleichtaktunterdrückung erforderlich.

- a) S 2 auf "0 dB"
- b) S 4 auf "+"
- c) S 5 auf "dE"
- d) $f_u = 3 \text{ Hz}$ einschalten (M 61 K: S 11 auf 3 Hz, M 61 G: S 71 auf 10 Hz)
- e) 900,0 mV in Bu 3 einspeisen ($f = 1 \text{ kHz}$), Kontrolle mit AC-Digitalvoltmeter (DVM) auf ausreichende Stabilität.
Der Innenwiderstand der verwendeten Signalquelle muß um den Faktor mind. 10^4 kleiner sein als der Eingangswiderstand des DVM (z.B. max. 100 Ohm - 1 MOhm).
- f) gleiches DVM an Bu 11, $R_L = 1 \text{ MOhm}$
(falls das DVM R_e größer als 1 MOhm hat, ist der Lastwiderstand mit Parallelwiderständen auf 1 MOhm einzustellen)
- g) mit R 301 (rechte Steckkarte hinten) auf 900,0 mV abgleichen.
- h) Eingangsspannung auf Null senken
- i) Kontrolle: Ausgangsspannung kleiner als 10 mV
Falls sich die Ausgangsspannung der Signalquelle nicht genügend fein einstellen läßt, genügt es, die Ausgangsspannung auf die Ziffernfolge der Eingangsspannung einzustellen.

11.3. Abgleich der Offsetspannungen

Der Offsetspannungsabgleich ist hauptsächlich nach einem Wechsel der Operationsverstärker oder nach einer Veränderung des Verstärkungsabgleiches (R 301) erforderlich. Im letzteren Fall

braucht nur R 305 (a bis e) abgeglichen zu werden.

R 305

- a) $f_u = 0$ Hz einschalten (M 61 K: S 11 auf $f_{\min}$)
- b) Leitung "i" auftrennen (rechts oben an S3)
- c) S 5 auf "Wandler"
- d) DC-Digitalvoltmeter oder DC-Millivoltmeter (z.B. MV 40) an Bu 11
- e) Mit R 305 (rechte Steckkarte, mittlerer Einstellregler) $U_a = 0$ einstellen ($\pm 0,2$ mV)
- f) Leitung "i" wieder schließen

Falls der Einstellbereich von R 305 nicht ausreicht, kann R 304 überbrückt werden.

R 309

- g) S 5 auf "dB" ($f_u = 0$ Hz)
- h) S 2 auf "-20 dB"
- i) MP 11 (Grundplatine, Lötfläche links hinter der Schaltkammer S5) mit (Abschirmhaube oder Außenleiter Bu 2,3) verbinden
- j) wie d)
- k) Mit R 309 (rechte Steckkarte, vorderer Einstellregler) $U_a = 0$ einstellen ($\pm 0,2$ mV)

Falls der Einstellbereich von R 309 nicht ausreicht, kann R 308 überbrückt werden.

R 216, R 220

- l) wie g)
- m) S 23 (linke Steckkarte, DIL-Schiebeschalter unterhalb der Drehschalterachse): Schieber nach unten.
- n) S 2 auf "40 dB"
- o) MP 22 an MP 21 (linke Steckkarte, MP 22 = Lötfläche schräg unter DIL-Schiebeschalter S 21, MP 21 hinter dem Wendelpotentiometer R 201)
- p) wie d)
- q) Mit R 216 (linke Steckkarte, Dreiergruppe hinten) $U_a = 0$ einstellen ($\pm 0,2$ mV)
- r) S 2 auf 60 dB
- s) Mit R 220 (linke Steckkarte, an der Rückwand) $U_a = 0$ ein-

stellen (± 2 mV)

- t) Millivoltmeter von Eu 11 trennen
- u) S 23: beide Schieber nach oben

11.4. Abgleich der Wandler-speisespannung 5 V

- a) Bu 1, Kontakte 4 und 5 über 470 Ohm verbinden
- b) Digitalvoltmeter zwischen Kontakt 2 (L0) und 4 (HI) anschließen.
- c) mit R 115 (Grundleiterplatte) eine Spannung $U = 5,000$ V einstellen
- d) Widerstand und DVM entfernen.

12. Reparatur M 61 K

Zum Öffnen des Gerätes werden die 4 seitlichen Schrauben des Gehäusemantels gelöst.

Die stabilisierten Betriebsspannungen werden mit den Trimmwiderständen R 224 bzw. R 221 auf +15,0 bzw. -15,0 V abgeglichen.

Bei Reparaturen im Netzbereich (Transformator) sind TGL 14283/07 und Abschnitt 10. unbedingt zu beachten.

12.1. Sicherungswechsel

Die Netzsicherungen befinden sich auf der Geräterückseite, die sekundärseitigen Sicherungen auf der Grundleiterplatte:

Si 11 hinten (125 mA T), Si 12 Mitte (125 mA T), Si 13 vorn (400 mA T).

12.2. Prüfen der Übersteuerungsanzeige

Bei einer Spannung von 2,59 bis 2,94 V an IS 4, pin 3 (positiv) oder an IS 5, pin 2 (negativ) muß die Übersteuerungsanzeige ansprechen; sowohl bei Gleichspannung, als auch bei Impulsen mit

einer Dauer von minimal 1 μ s. Bei einer Impulsdauer von 0,5 μ s kann sich die Ansprechschwelle um 10 bis 30 % erhöhen.

13. Lager- und Transportbedingungen

13.1. Lagerbedingungen (TGL 14 283/10 bzw. ST RGW 3405-81)

Die Kurzzeitlagerung des Gerätes soll in der Transportverpackung erfolgen. Bei Einhaltung folgender Bedingungen sind dabei maximal sechs Monate zulässig.

<u>Umgebungslufttemperatur</u>	<u>relative Luftfeuchtigkeit</u>
0 bis 35 °C	max. 80 %
40 °C	max. 60 %

Über längere Zeiträume wird das Gerät entsprechend den nachstehenden Bedingungen ohne Verpackung gelagert:

<u>Umgebungslufttemperatur</u>	<u>relative Luftfeuchtigkeit</u>
10 bis 25 °C	max. 80 %
30 °C	max. 60 %
35 °C	max. 45 %

13.2. Transportbedingungen (TGL 14 283/05 und /10 bzw. ST RGW 5125-85 und 3405-81)

Beim Transport in der Originalverpackung sind die folgenden Bedingungen einzuhalten:

<u>Umgebungslufttemperatur</u>	<u>relative Luftfeuchtigkeit</u>
-25 bis 25 °C	max. 95 %
30 °C	max. 70 %
35 °C	max. 54 %
40 °C	max. 40 %
45 °C	max. 33 %
50 °C	max. 25 %

Mechanische Einsatzgruppe	T 21 nach TGL 200-0057
Prüfklasse	Fb 6 - 150 - 4000/3 nach TGL 200-0057 und 14 283/10

14. Schaltteillisten

Erläuterungen

2x 2 Stück
BL Buchsenleiste
E Ersatzbestückung
Elko Elektrolytkondensator $\mu\text{F}/\text{V}$ TGL
KS Polystyrolkondensator $\text{pF}/\%/ \text{V}$ TGL
KT Polyesterkondensator $\mu\text{F}/\%-\text{V}$ TGL
MKT - " -, metallisiert $\mu\text{F}/\%-\text{V}$ TGL
SL Steckerleiste
SW Schichtwiderstand, Ω - % Bauform - TK in $10^{-6}/\text{K}$ TGL
MSW Metallschichtwiderstand, siehe SW
SWV Schichtwiderstand, veränderbar Ω - % Bauform TGL
(Trimmwiderstand oder Potentiometer)
Keramik-Scheibenkondensator Bauform Werkstoff - $\text{pF}/\text{Toleranz} - \text{V}$
Toleranz: bis 10 pF in pF, ab 12 pF in %.

14.1. Schaltteilliste M 51 D

Frontplatte

				TGL	
Bu 1	NF-Steckdose	5/21	063-02:00	31428	(5polig)
Bu 2...3	HF- "	22/6	Ag/Sn	200-3800	BNC E: 22-7
2x	Isolierteil und Lötflanke				für BNC-Buchsen (MKD)
	Drehknopf BZ 18/6	gr/bl		200-7115	für S 22
	" DZ 15/6	gr		"	" S 04
	" DZ 15/4	gr		"	" S 15
S 03	Vorwahldrehschalter TS 213 montiert aus				CSSR/Luckenw.
	folgenden Einzelteilen:				
	1. (Äußeres) Seitenteil WF 25100				links
	2. Vorwahldrehschalter TS 213 00 01/1-9				
	3. " " " " "				/ohne Anschlag
	4. " " " " "				" "

5. (Äußeres) Seitenteil WF 25100 rechts
mit den Verbindungsteilen

6. 2 Stück Bolzen WA 086 06

7. 4 " Mutter WA 037 36

S 04 DS 8 A1E/12 A1E/1-9/6/A6x12 MK FP1 TGL 38670 Febana

R 01 Widerstandsnetzwerk 4537.8-3141.51 11x 1 kOhm KWH
Code 373115

R 02 " 4537.8-2143.56 11x 100 Ohm KWH
Code 372135

R 03...012 SW 10 Ohm 2 % 23.207 TK 200 TGL 36521

Grundleiterplatte M 61 D/1

TGL

R 101...102 SW 220 Ohm 5 % 25.207 8728

R 103...104 SW 560 MOhm 5 % 25.412 "

R 105 MSW 10 kOhm 2 % 23.207 TK 200 36521

R 106 SW 33 kOhm 20% 25.207 8728 E: 15...47
kOhm

R 107 SW 220 Ohm 5 % " " E:200...240 Ohm

R 109 SW 6,8 Ohm 10% " " E:5,6...7,5 Ohm

R 110 SW 680 Ohm 20% " "

R 111 SW 120 Ohm 10% 23.309 TK 200 36521 E: BR 25.311

R 112 MSW 17,8 kOhm 2 % 23.207 TK 50 "

R 113 MSW 10 Ohm 2 % " TK 200 " E: 25.207

R 114 MSW 5,62 kOhm 2 % " TK 50 36521

R 115 SWV 1 kOhm 20% 513.610 27423 Cermet Fein-
trieb "S"

R 116 SW 22 Ohm 20% 25.311 8728

C 11...12	KT-Kond. 0,12/5/160	39013	120 nF
C 13	MKT-Kond. 6,8/20/100	38675	6,8 µF
C 14	Elko 1/40	7198	1 µF
C 15...16	Elko 220/25	38928	220 µF
C 17	Elko 2200/25	"	2200 µF
D 11...12	Diode SAL 41 B		
D 13	Diode SAY 20	E: SAY 18,17,16,12	
T 11	Transistor SC 236 c	E: SC 236...239	
		c,d,e,f	
T 12	" SD 335	E: SD 335, 337, 339	
		A, B, C	
IS 11	Schaltkreis B 082 D		
IS 12	" B 589 Nm		
IS 13	" DL 037 D		
S 15	MDS 5/01-02//1//13/1 TGL 32422-1	Miniaturdrehshal-	
	(vor der Montage die Mitnehmer-	ter Luckenwalde	
	welle auf 75 mm kürzen, wobei	(blau)	
	der Nippel erhalten bleiben		
	muß)		
Rs 11...13	Reed-Relais RGT 13/1-03/005/01 TGL 42699		
		E: RGI -03/005/01	
		-13/006/01	
		-13/005/01	
SL 11	EFS-SL 1377 33247 103 4020	TGL 29331/03 (29-polig)	
BL 12	EFS-BL 1377 33247 213 4020	TGL 29331/03 (29-polig)	
BL 13	EFS-BL 1377 33246 213 6020	TGL 29331/04 (13-polig)	

linke Steckkarte M 61 D/2TGL

R 201	Wendelpotentiometer					
	DWV	27 kOhm	- 1 -	490.1238	26906/01	E: 10 kOhm
R 202	MSW	215 kOhm	2 %	23.207 TK 200	36521	E: 226kOhm
						1 %
R 203	MSW	64,9 kOhm	0,5%	"	"	"
R 204	"	825 kOhm	2 %	"	"	"
R 205	"	56,2 kOhm	0,5%	"	"	"
R 206	"	14,7 kOhm	0,5%	"	"	"
R 207	MSW	3,32 kOhm	2 %	23.207 TK 200	36521	
R 208	"	64,9 kOhm	0,5%	"	"	"
R 209	"	7,5 kOhm	0,5%	"	"	"
R 210...211	SWV	100 Ohm	20%	513.1010	27423	Cermet
						Feintrieb "P"
R 212...213	Widerstandsnetzwerk 4538.8-9849.36				2x 7,5 kOhm KWH	
						Code 3898
R 214	MSW	10 kOhm	2%	21.309 TK 50	43052	E: BR 11.310
						TGL 26976
R 215	"	12,1 kOhm	2%	"	"	"
R 216	SWV	22 kOhm	20%	513.1010	27423	Cermet
						Feintrieb "P"
						E:10...47 kOhm
R 217	MSW	1,3 kOhm	0,1%	21.309 TK 50	43052	E:BR 11.310
						TGL 26976
R 218	"	11,7 kOhm	0,1%	"	"	"
R 219	"	2,2 MOhm	5 %	23.207 TK 200	36521	
R 220	SWV	100 kOhm	20 %	513.1010	27423	Cermet
						Feintrieb
						E:22k...4,7 MOhm
R 221	MSW	1,02kOhm	0,1%	21.309 TK 25	43052	E:BR 11.310
						TGL 26976
R 222...223	"	4,59 kOhm	"	"	"	"
R 224...225	"	3,32 kOhm	2 %	23.207 TK 200	36521	
R 226	"	44,2 kOhm	1 %	"	"	"
R 227	"	17,8 kOhm	"	"	"	"

R 228	" 9,09 kOhm 0,1% 21.309 TK 25	43052 E:BR 11.310	
			TGL 26976
R 229	" 909 Ohm " " " "		"
R 230	" 101 Ohm " " TK 50		"
R 231	" 2,2 MOhm 5 % 23.207 TK 200	36521	
R 232...233	" 44,2 kOhm 1 % " "	"	
C 20'	Scheibenkond. EDVU Z-100/80-63	35781	100 nF
C 202	" BDUU N-150-15/5-63	35780	15 pF
C 203...204	Scheibenkond. wie C 201		100 rF
C 205	" BDUU N-150-4,7/0,5-63		4,7 pF
		35780	±0,5 pF
C 211	" " N-470-220/5-63	"	220 pF
C 212 u.215	" " N-150-22/5-63	"	22 pF
C 213 u.214	" " N-150-10/1-63	"	10 pF
C 216...218	" wie C 201		100 nF
C 219	" BDUU N-470-100/5-63	35780	100 pF
C 220	" " N-750-150/5-63	"	150 pF
D 21	Diode	SAY 30	E: SAY 32,40,42
D 22, 23	"	SA 418	
D 24, 25	"	SAM 63	
D 26	"	SAM 62	
IS 21	Schaltkreis	B 082 Dm	
IS 22...24	"	B 080 Dm	
S 21a	Kleinschalter KSD 11	39058	DIL-Schalter 1-fach aus
S 21b	" KSD 12	"	DIL-Schalter 2-fach aus
S 22	MDS 2/02-06//11/2/11/2/11/2/2/11//13/13		Miniatur- TGL 32422-2 drehschal- ter Luckenwalde (rot)
S 23	Kleinschalter KSD 32	TGL 39058	DIL-Schalter 2fach um

SL 2

EFS-SL 1377 33247 103 4020 TGL 29331/03 (29-polig)

rechte Steckkarte M 61 D/3, Frontleiterplatte M 61 D/4

TGL

R 301 SWV 220 Ohm 10% 513.1010 27423 Cermet Fein-
trieb "P"

R 302 u.306 MSW 1,21 kOhm 2% 21.309 TK 50 43052

R 303 " 13 kOhm 1% " TK 25 "

R 304 " 15 kOhm 10% 23.207 TK 200 36521

R 305 u.309 SWV 100 kOhm 20% 513.1010 27423 Cermet Fein-
trieb "P"
E: 220 kOhm

R 307 MSW 1 kOhm 0,1% 21.309 TK 25 43052

R 308 " 33 kOhm 10% 23.207 TK 200 36521

R 310 u.311 SW 22 kOhm 20% 25.207 8728

R 312 u.315 MSW 3,32 kOhm 2% 23.207 TK 200 36521 E:3,3kOhm 5%
E:BR 25.207
TGL 8728

R 313 u.314 SW 2,7 MOhm 10% 25.207 8728

R 316 " 150 kOhm 20% " "

C 31 Scheibenkond. EDUU N-150-4,7/0,5-63 4,7 pF
TGL 35780

C 32,33,35,36 " EDVU Z-100/80-63 35781 100 nF

C 34 " EDUU N-150-15/5-63 35780 15 pF

C 37 " EDUU N-470-82/2-63 " 82 pF

E: 82/5

C 38 Elko 1/40 7198 1 µF

D 31, 32 Diode SA 403

IS 31 Schaltkreis B 080 Dm

IS 32 " B 083 Dm

IS 33 " B 082 D³

SL 3 EFS-SL 1377 33246 103 6720 TGL 29331/04 (13-polig)

D 41, 43	LED VQA 33 ohne Montageeinheit	gelb
D 42	" VQA 23 " "	grün
D 44, 45	" VQA 13 " "	rot

14.2. Schaltteilliste M 61 K

Frontplatte M 61 K

TGL

D 11	LED	VQA 13 mit Fassung	
D 12	"	VQA 23 " "	
S 11	Schiebeschalter	U 2/2	Simeto
Bu 11	HF-Steckdose	22-6	TGL 200-3800 BNC

Gestell M 61 K

TGL

Bu 12, 13	Telefonbuchse 13 mm	61401	
St 1	Netzleitung 3x 0,75 mm ² ; 1,5 m mit Schukostecker		
Si 1, 2	G-Schmelzeinsatz T 50	0-41571	50 mA träge
Sih 1, 2	Sicherungshalter A2	7605/06	
Tr 1	Netztransformator Bv 9		

Grundplatine M 61 K/1

TGL

R 11	SW 100 Ohm 5 %	25.207	8729	
D 13 ... 16	Diode SAY 17 B			
BL 11	EFS-BL 1377 33247 223 4020	TGL 29331/03 (29-polig)		
BL 12	" " " " "	" " " "		
Si 11, 12	G-Schmelzeinsatz T 125	0-41571	125 mA träge	
Si 13	" T 400	"	400 mA "	
Sih 11...13	Kontaktfeder B 1	200-3623		

Fortsetzung S. 46

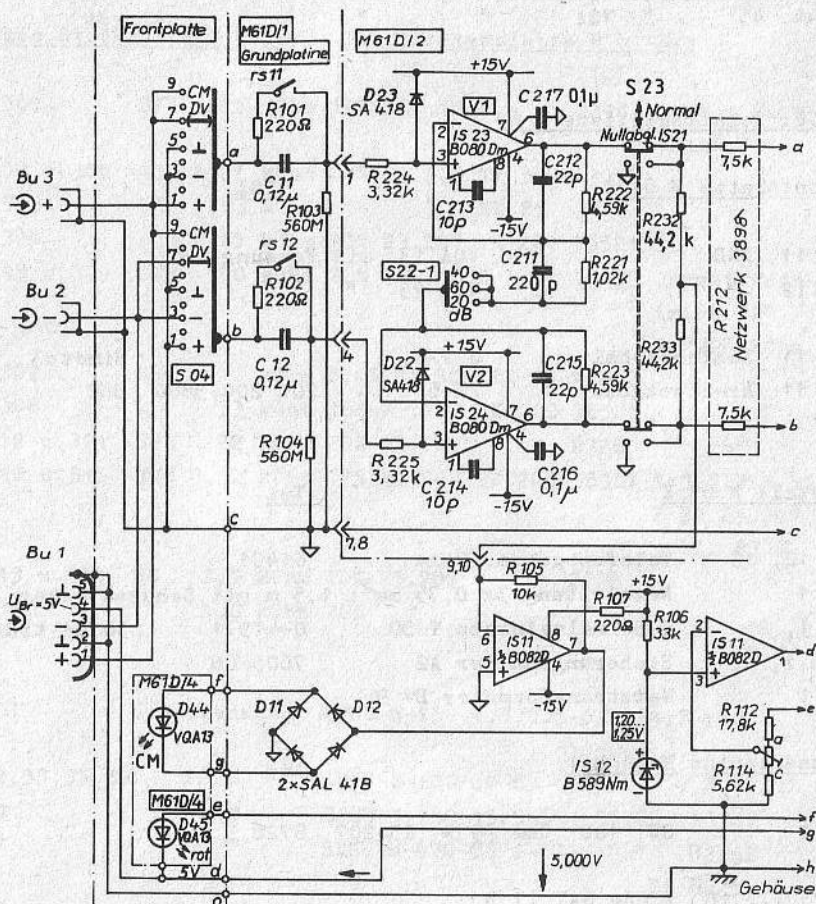
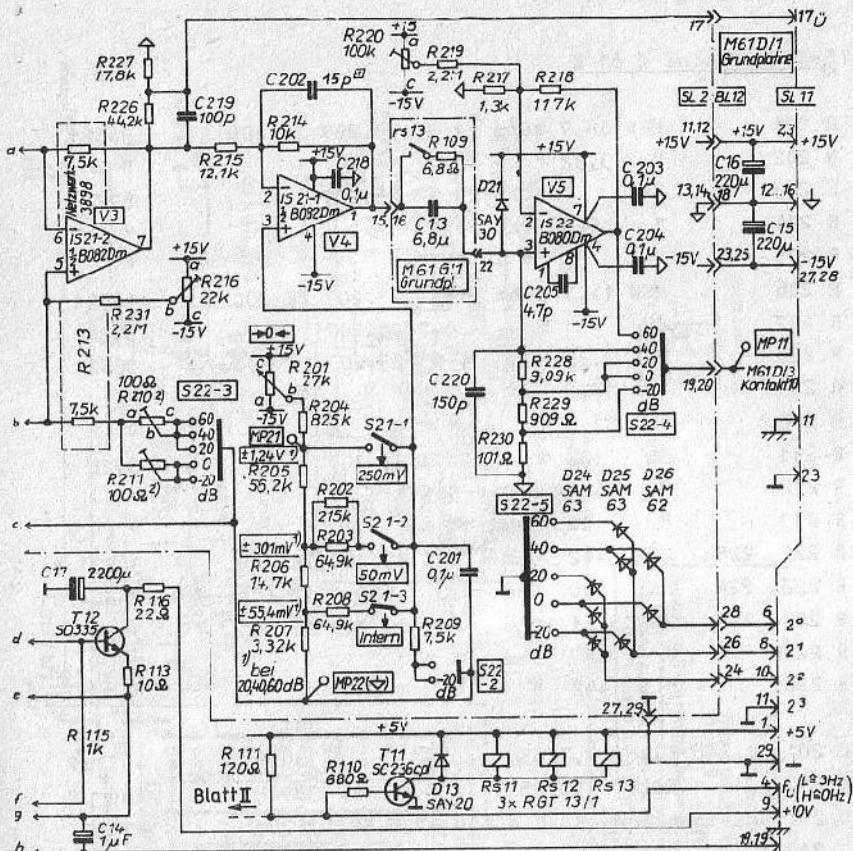
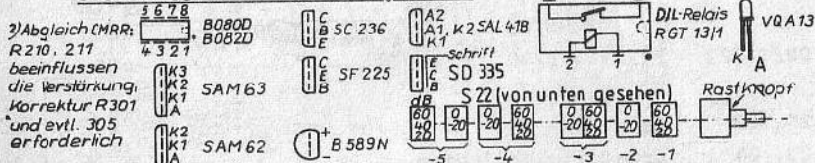


Bild 8: Stromlaufplan des Differenzverstärkers M 61 D - I



Socketanschlüsse (von unten gesehen)



(Fortsetzung von S. 43)

Seitenplatine M 61 K

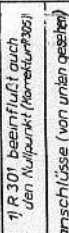
TGL

R 201	MSW 14,7 kOhm	1 %	23.207 TK 200	36521
R 202	" 3,32 "	" "	" "	"
R 203	SW 1 MOhm	20 %	25.207	8728
R 204	" 620 Ohm	5 %	"	" E: 680 Ohm
R 205	" 33 "	5 %	"	"
R 206	MSW 14,7 kOhm	1 %	23.207 TK 200	36521
R 207	SW 1 MOhm	20 %	25.207	8728
R 208	MSW 3,32 kOhm	1 %	23.207 TK 200	36521
R 209	" 13,3 "	" "	" "	"
R 210	" 33,2 "	" "	" "	"
R 211	SW 100 "	20 %	25.207	8728
R 212	" 620 Ohm	5 %	"	"
R 213	" 22 kOhm	10 %	"	"
R 221, 225	MSW 442 Ohm	1 %	23.207 TK 100	36521 E: 2 %
R 222, 224	SWV 100 Ohm	- 20	583.1012 (Cermet)	34064/01
R 223, 226	MSW 5,11 kOhm	2 %	23.207 TK 100	36521
R 227	" 147 Ohm	1 %	" "	"
R 228	" 442 "	" "	" "	"

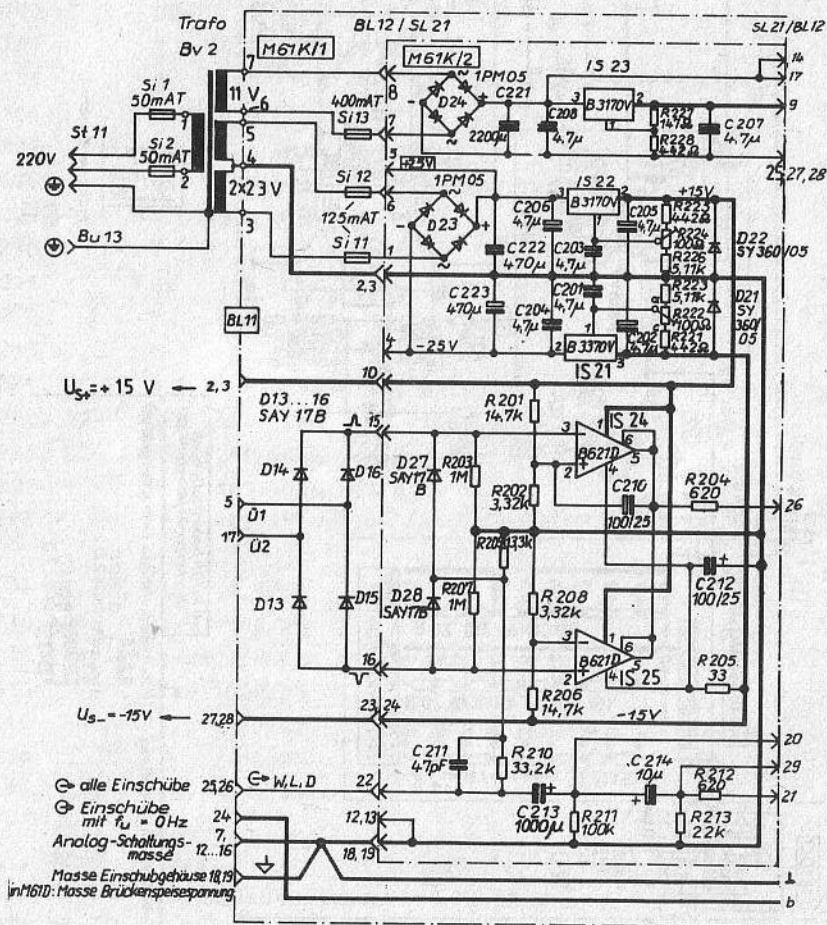
TGL

C 201 ...208	Elko 4,7/63	38928	4,7 µF
C 210, 212	Elko 100/25	38908	100 µF
C 211	Scheibenkond. EDUU N 150-47/5-63	35780	47 pF
C 213	Elko 1000/25	38908	1000 µF
C 214	" 10/40	38221	10 µF
C 221	" 2200/25	38908	2200 µF
C 222, 223	Elko 470/40	"	470 µF

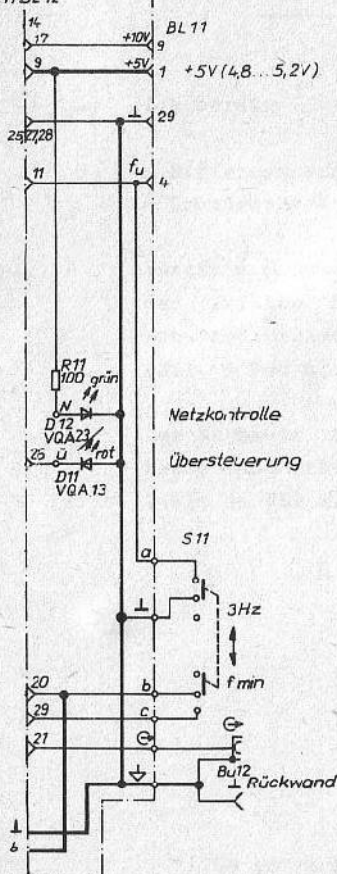
D 21, 22	Diode	SY 360/05	
D 23, 24	Graetzgleichrichter	1 PM 05	Rumänien
D 27, 28	Diode	SAY 17 B	
IS 21	Schaltkreis	B 3370 V	
IS 22, 23	Schaltkreis	B 3170 V	
IS 24, 25	Schaltkreis	B 621 D	
SL 21	EFS-SL 1377 33247 103 4020	TGL 29331/03 (29-polig)	



- 47 -



SL 21/BL 12



Kontaktbelegung BL 11 (Einschub)

- 1 +5V
- 2,3 +15V
- 4 f_U ($L \approx 3\text{Hz}$)
- 5 $\ddot{U}_1$
- 7 $\downarrow$
- 9 +10V
- 12...16 $\rightarrow$ (Analogmasse)
- 17 $\ddot{U}_2$
- 18,19 $\rightarrow$ für Brückenspeisespannung (nur M61D) und Einschubgehäuse
- 20...23 im M61k nicht verwendet
- 24 $\odot$ Gleichspannungsverstärker (M61D)
- 25,26 $\odot$ alle Einschübe
- 27,28 -15V
- 29 $\perp$ (Digitalmasse)

Sockelbilder (von unten gesehen)

