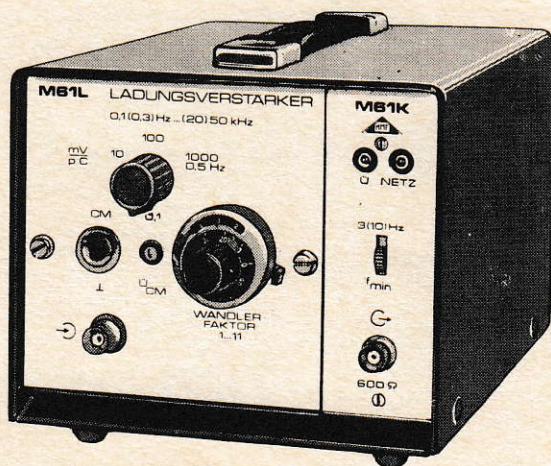


# GERÄTE DER ELEKTRONISCHEN MESSTECHNIK

---

## BEDIENUNGSANLEITUNG

### Ladungsverstärker M 61 LK



**VEB Metra Meß- und Frequenztechnik Radebeul**

**im VE Kombinat Präcitronic**

8122 Radebeul, Wilhelm-Pieck-Straße 58

VEB Metra Meß- und Frequenztechnik Radebeul  
im Kombinat Präcitronic  
Wilhelm-Pieck-Str. 58  
R a d e b e u l  
8 1 2 2

---

L a d u n g s v e r s t ä r k e r

M 6 1 L K

---

- B e d i e n u n g s a n l e i t u n g -

|         |
|---------|
| 4. 4.   |
| D D R   |
| 2 1 8 5 |

Ausgabe 11. 89

## 1. Bedienelemente M 61 LK

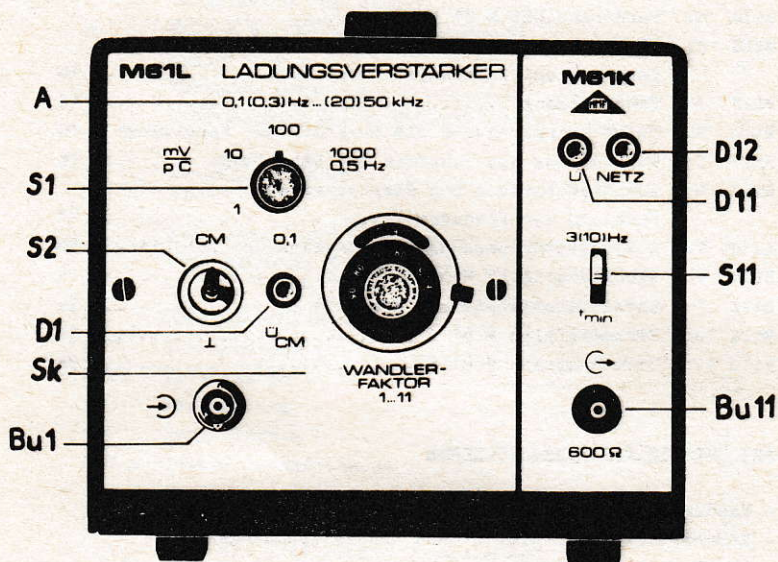


Bild 1 : Vorderansicht

- |       |                                                                                                                                                                                     |
|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| A     | Frequenzangabe: Grenzen für -30 %<br>(Klammerwerte für -6 %)                                                                                                                        |
| Bu 1  | Eingang                                                                                                                                                                             |
| Bu 11 | Ausgang                                                                                                                                                                             |
| D 1   | Kontrolle Gleichtaktübersteuerung (leuchtet, wenn die<br>Spannung des Außenleiters von Bu 1 einen Spitzenwert<br>von etwa 2,5 V gegenüber dem Außenleiter von Bu 11<br>übersteigt). |
| D 11  | Übersteuerungsanzeige                                                                                                                                                               |
| D 12  | Netzkontrolle                                                                                                                                                                       |
| F     | Fenster des Einstellgetriebes                                                                                                                                                       |
| R 1   | Wendelpotentiometer mit Getriebe zum Einstellen der Zif-<br>fernfolge des Wandlerübertragungsfaktors im Bereich von                                                                 |

1,00 über 9,99, 10,0 bis 11,0

(Achtung: Die Einstellung 000 bedeutet 10,0. Die Einstellung 1,00 ist doppeldeutig. Am Anschlag bei Linksdrehung bedeutet sie 1,00, am Anschlag bei Rechtsdrehung dagegen 11,0.)

- Sk      Skalenscheibe des Einstellgetriebes
- S 1      Bereichsschalter (besteht aus den Schaltebenen S 21, S 31, S 41 und S 51).
- S 2      Umschalter für die Eingangsmasse  
         CMR schwimmender Betrieb  
          Eingangs- und Ausgangsmasse sind miteinander verbunden (Abschnitt 8.5., S. 27).
- S 11      Umschalter für die untere Grenzfrequenz  
          $f_{\min}$       = minimale untere Grenzfrequenz des Einschubs  
         3 Hz      = Frequenzgrenze für -30 %  
         (10) Hz = Frequenzgrenze für -6 %

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 Ladungsverstärker M 61 L ist ein Einschub des Meßverstärkersystems M 61 und wird hier gemeinsam mit dem Kleinen Grundgerät M 61 K beschrieben. Diese Kombination heißt M 61 LK.

Das Kleine Grundgerät enthält die Stromversorgung, Grenzfrequenzumschaltung und Übersteuerungsanzeige für den Verstärkereinschub. Der Einschub M 61 L kann aber auch in jedem anderen Grundgerät des Systems M 61 betrieben werden.

### 3. Verwendungszweck

Der Einschub "Ladungsverstärker M 61 L" dient der genauen Messung von Ladungen im Tieftstfrequentz- und Niederfrequenzbereich. Er wandelt die Eingangsladung in eine proportionale Ausgangsspannung um. Infolge seines Wirkungsprinzips ist er für den Anschluß kapazitiver Quellen, wie z. B. piezoelektrischer Wandler, vorgesehen. Gegenüber einem Spannungsverstärker hat er den Vorteil, daß sich lange Meßkabel und niedrige Isolationswiderstände auf das Meßergebnis kaum auswirken.

Durch Umschalten der unteren Grenzfrequenz können pyroelektrische Störungen von Wandlern, andere tiefstfrequente Störspannungen und das tiefstfrequente Funkelrauschen wirkungsvoll herabgesetzt werden. Der 600-Ohm-Ausgang ermöglicht bei Bedarf das Abschneiden der oberen Grenzfrequenz durch einfaches Parallelschalten eines Kondensators. Meßfehler bei zu hohen Pegeln werden durch die Übersteuerungsanzeige signalisiert.

Auf Grund seiner guten Eigenschaften kann der Ladungsverstärker M 61 L bzw. M 61 LK in Laboratorien, Prüffeldern und bei industriellen Meßaufgaben in der Schwingungs-, Kraft- und Druckmeßtechnik, Regelungstechnik und überall dort eingesetzt werden, wo Wechselladungen und Ladungsimpulse definiert in eine Spannung umgewandelt werden sollen. Darüber hinaus ist die genaue Messung kleinster Kapazitäten möglich.

Die wichtigsten Eigenschaften des Ladungsverstärkers M 61 LK sind

- Sehr konstante Verstärkung von 0,01 bis 1000 mV/pC dekadisch umschaltbar
- Ziffernmäßiges Einstellen des Wandlerübertragungsfaktors, dadurch stets Zehnerpotenzen als Verstärkung der Meßkette
- Große Eingangskapazität: 500 m Meßkabel zwischen Wandler und Verstärker bewirken nur 2 % Zusatzfehler
- Unempfindlichkeit gegen niedrige Isolationswiderstände von Wandler und Meßkabel
- Frequenzbereich 0,1 Hz bis 50 kHz. Die untere Grenzfrequenz ist unabhängig von der Wandlerkapazität.
- Geringe Eigenstörspannung bzw. -ladung
- Saubere Impulswiedergabe ohne nennenswertes Überschwingen

- Geringer Klirrfaktor 0,1 %
- Interner Differenzverstärker unterdrückt Störspannungen bei Erdschleifenbildung
- Schutzisolation der Meßerde

Das Gehäuse (Meßerde) ist gegen die Netzanschlüsse schutzisoliert. Am Schutzleiter liegen lediglich der Transformatorkern und ein Schutzschirm. Dadurch werden Erdschleifenprobleme vermieden.

#### 4. Lieferumfang und ergänzende Geräte

- LADUNGSVERSTÄRKER M 61 LK,  
bestehend aus Einschub M 61 L und Grundgerät M 61 K
- Bedienungsanleitung M 61 LK
- 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 Ver-

stärkung beträgt nur 1,5  $\mu$ V bei einer Meßbandbreite von 30 kHz bzw. 4  $\mu$ V bei 500 kHz Bandbreite.

Sollen auch Gleichspannungen verarbeitet werden, oder ist die Spannungsdifferenz zwischen zwei heißen Punkten zu messen, so ist der DIFFERENZVERSTÄRKER M 61 DK bzw. der Einschub M 61 D zu verwenden. Sein Frequenzbereich beträgt 0 Hz (Gleichspannung) bis 500 kHz. Er ist für den Anschluß der verschiedensten Wandler geeignet und besitzt dafür eine interne Speisespannungsquelle.

## 5. Technische Daten

### Verstärkung

Gültig in Stellung 1,00 des Wendelpotentiometer-Einstellgetriebes R 1 (Anschlag bei Linksdrehung).

|              |                                                    |  |
|--------------|----------------------------------------------------|--|
| Stellung S 1 | Verstärkung bei einer Wandlerkapazität<br>von 1 nF |  |
|--------------|----------------------------------------------------|--|

| mV/pC | log. Maßstab | lin. Maßstab |
|-------|--------------|--------------|
| 0,1   | -20 dB       | 0,1          |
| 1     | 0 dB         | 1            |
| 10    | 20 dB        | 10           |
| 100   | 40 dB        | 100          |
| 1000  | 60 dB        | 1000         |

Mit R 1 wird die Verstärkung durch den am Einstellgetriebe (EG) ablesbaren Wert dividiert. In der Stellung 10,0 (Ziffernfolge 000 am EG) betragen die Verstärkungen 1/10 der Tabellenwerte (linearer Maßstab) bzw. Tabellenwert minus 20 dB (logarithmischer Maßstab).

### Frequenzbereich

Zum typischen Verlauf siehe Bild 3, S. 15.

Die Tabelle gilt für eine Quellkapazität (Wandler- und Kabelkapazität) von 1 nF und bei einem Lastwiderstand von mindestens 30 k $\Omega$  am Ausgang des M 61 LK in der Stellung "f<sub>min</sub>" von S 11.

| Toleranz   | M e ß b e r e i c h |                   |
|------------|---------------------|-------------------|
|            | 0,1 bis 100 mV/pC   | 1000 mV/pC        |
| $\pm 2 \%$ | 1 Hz bis 5 kHz      | 8 Hz bis 5 kHz    |
| - 6 %      | 0,3 Hz bis 20 kHz   | 1,5 Hz bis 20 kHz |
| -30 %      | 0,1 Hz bis 50 kHz   | 0,5 Hz bis 50 kHz |

### Grenzfrequenzumschaltung S 11 f<sub>min</sub> / 3 (10) Hz

|            |                         |
|------------|-------------------------|
| $\pm 2 \%$ | 1 bzw. 8 Hz / 20 Hz     |
| - 6 %      | 0,3 bzw. 1,5 Hz / 10 Hz |
| -30 %      | 0,1 bzw. 0,5 Hz / 3 Hz  |

Zusätzliche Einflußgrößen werden im Abschnitt 8.4 (S. 25) beschrieben und in den Bildern 4, 5 und 6 dargestellt (S. 16 und 17).

### Eingang

Maximal verarbeitbare Eingangsladung (Spitzenwert) im Meßbereich

|           |             |
|-----------|-------------|
| 0,1 mV/pC | R 1 = "1,0" |
|           | R 1 = "10"  |

### typ. Wert      Garantiewert

|            |
|------------|
| 10 000 pC  |
| 100 000 pC |

Minimale Eingangsladung im empfindlichsten Bereich, bei der die Eigenstörspannung 5 % Meßfehler verursacht (Effektivwertmessung bei f = 3 Hz bis 50 kHz, Einstellung Wandlerfaktor = 1)

0,025 pC

Eingangskapazität  
 Erforderlicher Isolationswiderstand  
 $R_{is}$  des Wandlers

| typ. Wert   | Garantiewert |
|-------------|--------------|
| 2,2 $\mu F$ |              |
|             | min.100 kOhm |

Geerdeter Betrieb (I): Die Eingangsmasse ist mit der Ausgangsmasse über einen Widerstand von 22 Ohm verbunden.

Schwimmender Betrieb (CMR): Die Eingangsmasse ist von der Ausgangsmasse durch eine Impedanz von 2 kOhm parallel 0,1  $\mu F$  getrennt. Ein Differenzverstärker subtrahiert die Spannungsdifferenz (Gleichtaktspannung  $U_{CM}$ ) vom Nutzsignal (Bild 2, S. 14).

Gleichtaktspannung:

verarbeitbarer Spitzenwert  $U_{CM}$

2,5 V

zulässiger Effektivwert

10 V

Anzeige  $\bar{U}_{CM}$  (Spitzenwert)

min.2,5 V

Gleichtaktunterdrückung bei  
 50 Hz,  $U_{CM}$  max.1,4 V,  $C_i + C_k =$   
 1 nF,  $R_{is}$  minimal 100 MOhm und  
 Referenzklima,

$V = 1$  bis 1000 mV/pC

$f_u = 3$  Hz

60 dB

$f_u = 0,1$  Hz

50 dB

### Ausgang

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

Anschluß BNC (2/6,6)

Maximale Ausgangsspitzenspannung bei  $R_L$  min. 60 kOhm, interne Stufen nicht übersteuert (Übersteuerungsanzeige!), siehe Bild 6, S. 17

min. 10 V

Maximaler Ausgangsspitzenstrom ( $R_L = 0 \text{ Ohm}$ )

17 mA

min. 10 mA

Innenwiderstand (M 61 K)

600 Ohm

Innenkapazität (M 61 K)

$f_u = f_{\min}$  bzw. 0,1 Hz

1000  $\mu\text{F}$

$f_u = 3 \text{ Hz}$

10  $\mu\text{F}$

Spannungsanstiegsgeschwindigkeit

siehe Bild 6, S. 17

Klirrfaktor 20 Hz bis 20 kHz  
 $V = 1$  bis 1000 mV/pC,  $U_a = 1 \text{ V}$ , Effektivwerte der Oberwellen selektiv gemessen

0,1 %

### Störspannung

Äquivalente Eingangsstörladung bei

$C_i + C_k = 1 \text{ nF}$ ,  $V = 1000 \text{ mV/pC}$

3 Hz bis 50 kHz

$8 \times 10^{-3} \text{ pC}$

max.  $15 \times 10^{-3}$

3 Hz bis 1 kHz

$5 \times 10^{-3} \text{ pC}$

0,7 Hz bis 1 kHz

$8 \times 10^{-3} \text{ pC}$

Störspannung am Ausgang (siehe Bild 7, S. 18)

Die Werte gelten für den ungünstigsten Fall:  $R_1$  in Stellung Wandlerfaktor = 1. Bei anderen Wandlerfaktoren werden die Ausgangsstörspannungen durch den eingestellten Wandlerfaktor dividiert.

### Übersteuerungsanzeige

Sie signalisiert Übersteuerungen des Ausgangs und innerhalb des Verstärkers. Die Bewertung oberhalb von 5 kHz erfolgt frequenzabhängig, siehe Bild 6, S. 17.

Fehler der Verstärkung

typ. Wert

Garantiewert

Grundfehler (gültig für  $f = 125 \text{ Hz}$ ;  
 $R_1$  in Stellung 10,0;  $R_L = 1 \text{ M}\Omega$ ;  
Temperatur  $25^\circ\text{C}$ )

0,1; 1 mV/pC

 $\pm 2 \%$ 

10; 100; 1000 mV/pC

 $\pm 2,5 \%$ 

Zusatzfehler des Wendelpotentiometers  $R_1$

Stellung 10,0

 $\pm 1$  Teilstrich

Stellung 1,10 bis 11,0 (außerhalb von 10,0)

 $\pm 1 \%$   $\pm 1$  Teilstrich

Stellung 1,00 bis 1,09

 $\pm 3 \%$ 

Temperatureinfluß 0,1 bis 100 mV/pC

 $\pm 0,5 \%$  / 10 K

1000 mV/pC

 $\pm 1 \%$  / 10 K

Frequenzeinfluß

siehe Bilder 3, S. 15 und  
4, S. 16 sowie Abschnitt  
8.4., S. 25.

Kabeleinfluß

siehe Bild 5, S. 16

Netzspannungseinfluß 200 bis 240 V

 $\pm 0,01 \%$ 

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

Einlaufzeit

15 min

Stromversorgung

durch Grundgerät

Bei Verwendung des M 61 K 200 bis 240 V / 48 bis 62 Hz / 6 VA

M 61 K - Sicherungen:

Netzsicherungen (Rückwand)

2 x 50 mA träge

 $\pm 15 \text{ V}$  (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 Sonnen-<br>bestrahlung |              |

## 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         | höchstens 65 % bei 25 °C |

Mechanische Bedingungen

TGL 200-0057

Einsatzgruppe

G 21

Prüfklasse

Eb 6 - 150 - 12 000/3

Transportbedingungen

siehe Abschnitt 13, S. 33

Schutzklasse

Netzseite

TGL 14283/07 und ST RGW 3768-82

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 Masse

Breite

M 61 DM 61 K, M 61 DK

110 mm

160 mm

Höhe

115 mm

145 mm

Tiefe

205 mm

240 mm

Masse

0,8 kg

2,7 kg 3,5 kg

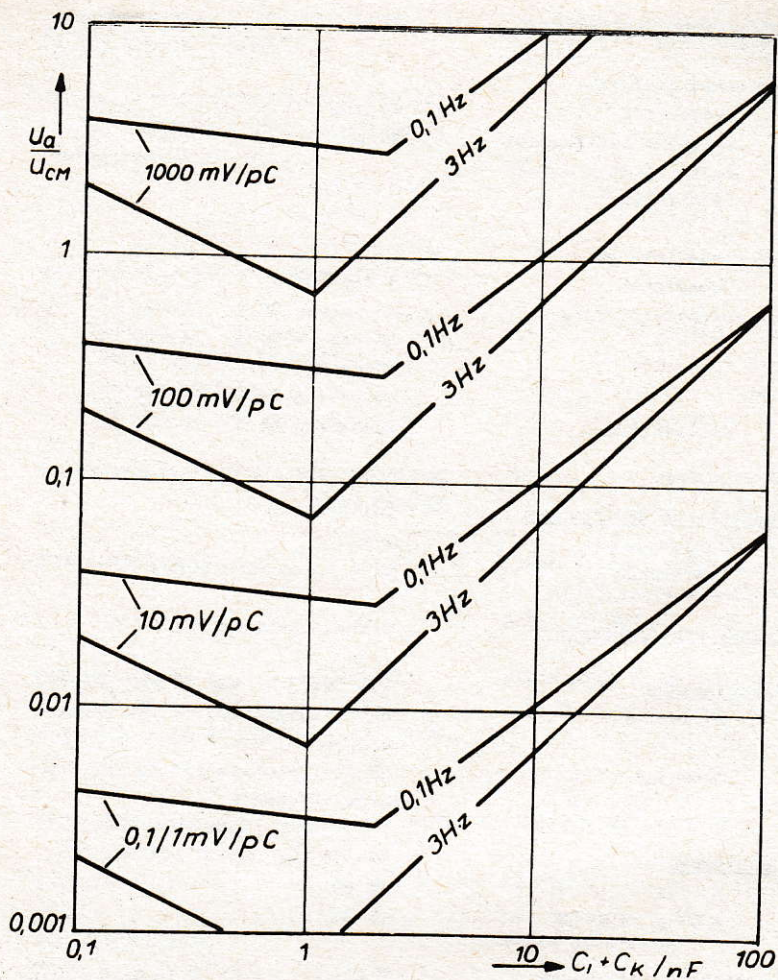


Bild 2: 50-Hz-Gleichtaktverstärkung als Funktion der Wandler- und Kabelkapazität ( $WF = 1$ ,  $R_{\text{Isolation}} \text{ min. } 100 \text{ MOhm}$ )

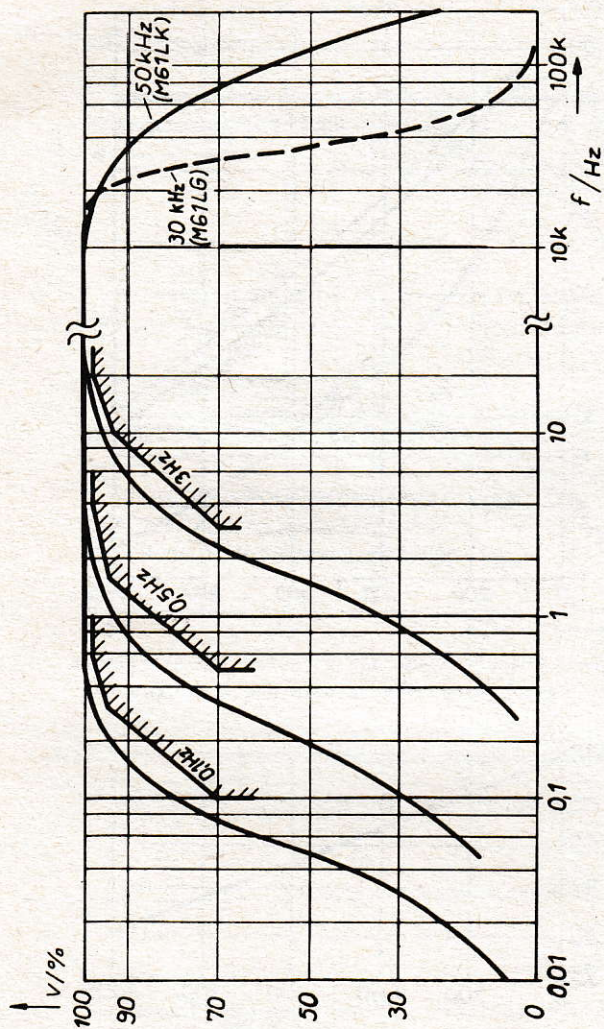


Bild 3: Frequenzgang Parameter: untere Grenzfrequenz  
(Quellkapazität 1 nF, Ausgangslast 1 MOhm, 150 pF)

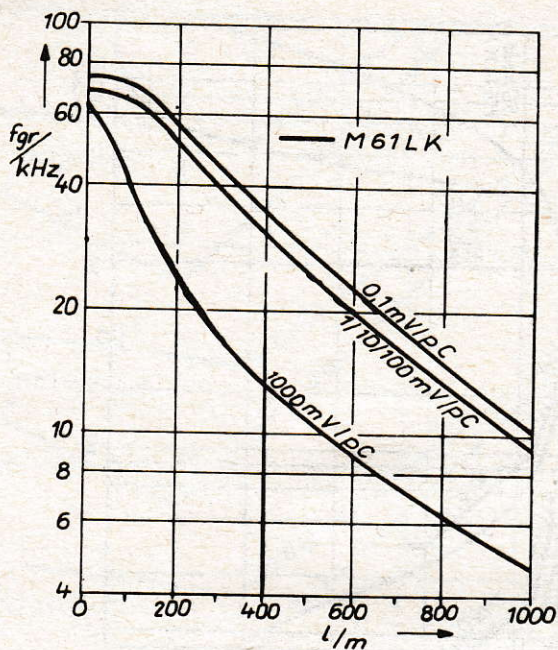


Bild 4: Obere Grenzfrequenz als Funktion der Kabellänge  
 $C_i = 1 \text{ nF}$ , Kabel mit  $90 \text{ pF/m}$  und  $0,3 \text{ Ohm/m}$

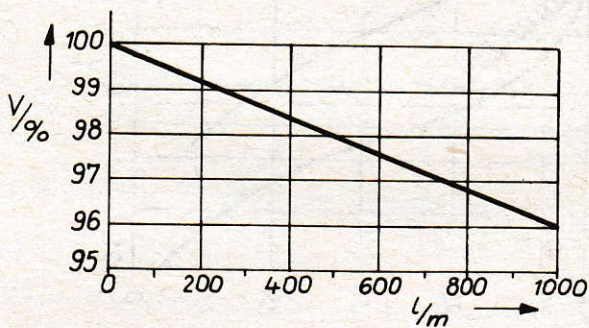
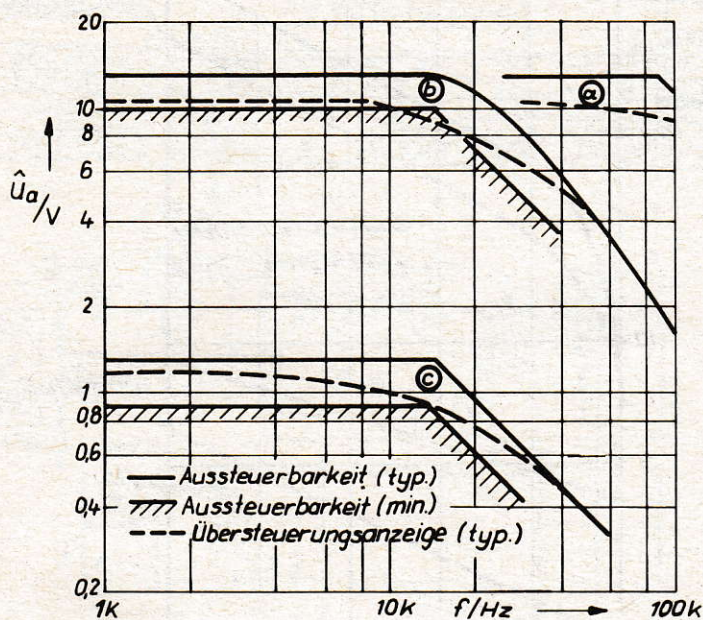


Bild 5: Verstärkung als Funktion der Kabellänge bei  $f = 125 \text{ Hz}$   
 Kabel mit  $90 \text{ pF/m}$



| WANDLER-<br>FAKTOR | M e ß b e r e i c h |   |    |     |      |
|--------------------|---------------------|---|----|-----|------|
|                    | 0,1                 | 1 | 10 | 100 | 1000 |
| 1                  | b                   | b | a  | a   | a    |
| 11                 | c                   | c | b  | a   | a    |

Bild. 6: Aussteuerbarkeit und Übersteuerungsanzeige als  
 Funktion der Frequenz  
 Tabelle: Zuordnung der Kurven

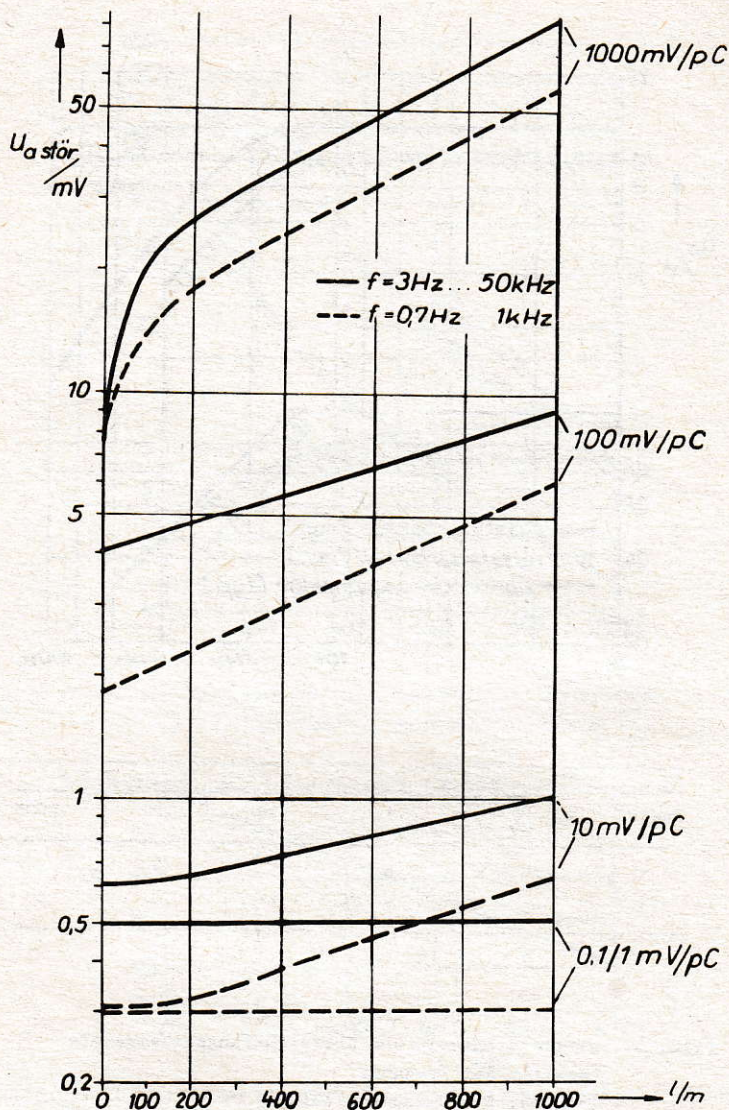


Bild 7: Ausgangsstörspannung als Funktion der Kabellänge  
 $WF = 1$ ,  $C_1 = 1 \text{ nF}$ , Kabel mit  $90 \text{ pF/m}$  und  $0,3 \text{ Ohm/m}$

| Meßbereich | Verstärkung |   |         |               | Ges. $C_i = 100$ |
|------------|-------------|---|---------|---------------|------------------|
|            | $C_i = 1nF$ |   |         |               |                  |
| 1000 mV/pc | + 17 dB     | 0 | + 17 dB | + 26...+ 5 dB | 60...39 dB       |
| 100 mV/pc  | - 3 dB      | 0 | + 17 dB | + 26...+ 5 dB | 40...19 dB       |
| 10 mV/pc   | - 3 dB      | 0 | - 3 dB  | + 26...+ 5 dB | 20...-1 dB       |
| 1 mV/pc    | - 3 dB      | 0 | - 23 dB | + 26...+ 5 dB | 0...-21 dB       |
| 0,1 mV/pc  | - 23 dB     | 0 | - 23 dB | + 26...+ 5 dB | -20...-41 dB     |

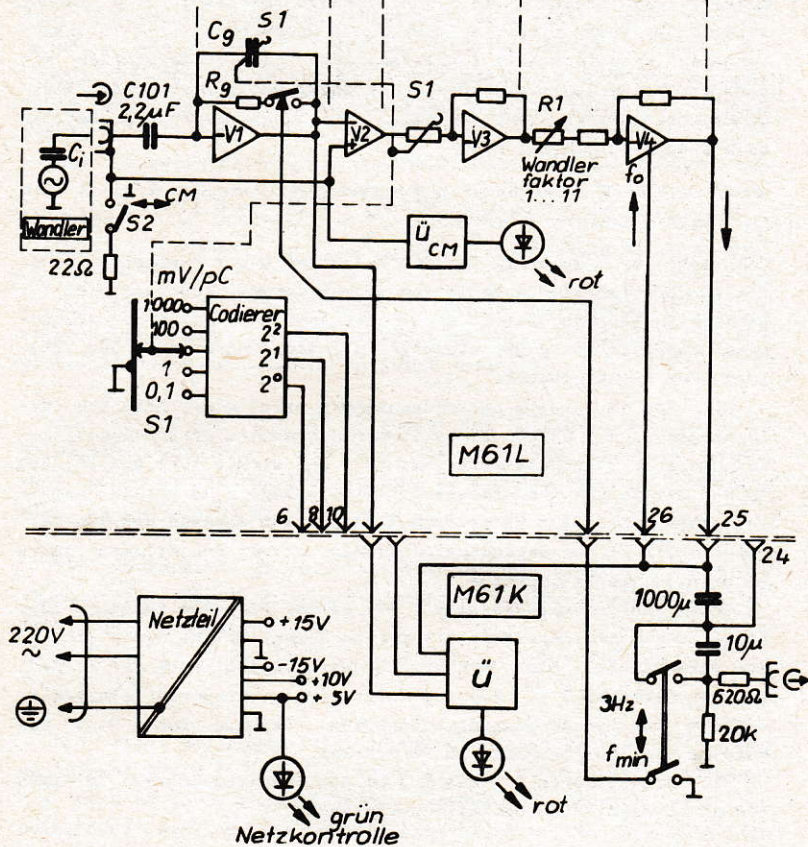


Bild 8: Blockschaltbild M 61 LK

## 6. Wirkungsweise M 61 L

(Erläuterung anhand des Blockschaltbildes Bild 8, S. 19 und des Stromlaufplanes M 61 L, S. 34)

Die Eingangsstufe mit V 1 arbeitet als Ladungs-Spannungs-Umsetzer. Die vom Wandler abgegebene Ladung steuert den Umsetzer so, daß der im Gegenkopplungszweig liegende Kondensator  $C_g$  vom Ausgang eine gleich große, aber entgegengesetzt gepolte Ladung erhält. Dadurch wird die Spannung am Summenpunkt (= Verstärkereingang) praktisch Null (Voraussetzung: idealer Verstärker mit sehr großer Verstärkung). Diese Anordnung hat gegenüber dem Elektrometerverstärker zwei Vorteile: Die Ausgangsspannung beträgt beim Ladungsverstärker etwa

$$U_a = - Q/C_g \quad \text{mit } C_g = C_{21} \text{ bis } C_{23}$$

Sie ist also unabhängig von der Kapazität des verwendeten Wandler-Anschlußkabels und damit von dessen Länge. Außerdem wird der Wandler im Kurzschluß betrieben. Die Anordnung ist daher weitgehend unempfindlich gegen niedrige Isolationswiderstände des Wandlers oder Anschlußkabels.

Die den Gegenkopplungskondensatoren parallelgeschalteten Widerstände  $R_g = R_{23} \text{ bis } R_{27}$  bestimmen die untere Grenzfrequenz des Ladungs-Spannungs-Umsetzers. Bei "0,1 Hz" wirken  $R_{22} \text{ bis } R_{24}$ , bei "3 Hz" werden mit Reed-Relais die Widerstände  $R_{25} \text{ bis } R_{27}$  parallel geschaltet. Der Widerstand  $R_{21}$  entlädt während des Umschaltens von  $S_{21}$  die Gegenkopplungskondensatoren und mildert damit eventuelle Umschaltssprünge.

Ohne den Trennkondensator  $C_{101}$  würden niedrige Wandler- oder Kabelisolationswiderstände mit den im Gegenkopplungszweig liegenden Widerständen eine Verstärkung der Offsetspannung der Feldeffekttransistoren T 1, T 3 und damit eine verringerte Aussteuerbarkeit für Signalspannungen bewirken. Deshalb trennt  $C_{101}$  den Wandler gleichstrommäßig vom Verstärker.

Die Transistoren T 1 bis T 3 bilden eine rauscharme Vorstufe für den integrierten Operationsverstärker IS 1.

Die Ausgangsspannung des Ladungs-Spannungs-Umsetzers gelangt zum Differenzverstärker V 2 (IS 2). Falls der Wandleraußenleiter eine Brummspannung (50 Hz) gegenüber der Gerätemasse hat, wird

diese in V 2 vom Nutzsignal subtrahiert. Das Maximum dieser Gleichtaktunterdrückung wird auf der Leiterplatte M 61 L/3 mit R 31 und R 32 abgeglichen. Zu hohe 50 Hz - Gleichtaktspannungen werden mit D 1 ( $U_{CM}$ ) signalisiert.

Vom Differenzverstärker gelangt das Signal zur Leiterplatte M 61 L/4. Hier sind die für die Bereichsumschaltung erforderlichen Widerstände und Abgleichelemente angeordnet. Nach der Verstärkung mit V 3 (IS 3) folgt das RC-Glied R 119 - C 112. Mit dessen Verstärkungsabfall bei hohen Frequenzen wird das unerwünschte kapazitive Verhalten des Wendelpotentiometers R 1 kompensiert.

Das Wendelpotentiometer gewährleistet die Einstellung des M 61 L auf den Übertragungsfaktor des verwendeten Wandlers (Wandlerfaktor). Es bewirkt eine Division der Verstärkung durch den eingestellten Wert. Am Anschlag bei Rechtsdrehung beträgt dieser 11.

Die Summe R 119 + R 116 wird mit dem Trimmwiderstand R 116 so abgeglichen, daß der Übertragungsfaktor in Stellung "1,1" des Wendelpotentiometers seinen Sollwert erreicht.

Der Verstärker V 4 (IS 3) speist den Ausgang, der sich im Grundgerät befindet. C 111 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:

0,1 mV/pC: 1, 1 mV/pC: 2, 10 mV/pC: 3, 100 mV/pC: 4,  
1000 mV/pC: 5.

Die Pegel am Ausgang des Ladungs-Spannungs-Umsetzers V 1 und am Ausgang des M 61 L (V 4) werden von der Übersteuerungsanzeige, die sich im Grundgerät befindet, überwacht. Dadurch wird bei beliebiger Stellung des Meßbereichsschalters jede Übersteuerung signalisiert. Mit C 110 wird das Ansprechverhalten der Übersteuerungsanzeige an die maximale Spannungsanstiegsgeschwindigkeit des Verstärkers V 1 angepaßt.

## 7. Wirkungsweise M 61 K

Das Grundgerät M 61 K (Bild 5, S. 16 und Bild 10, S. 34) enthält die Stromversorgung, die Übersteuerungsanzeige und die 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 und 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  $\mu$ 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 und IS 5 wird gegen die steilflankigen Stromimpulse mit R 205 und 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  $\mu$ 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.

Der Einschub wird in das Grundgerät eingeführt, die Steckverbindung dabei geschlossen und mit den Schrauben arretiert. 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. Kalibrieren

Am Einstellgetriebe (EG) des Wendelpotentiometers R 1 wird der Übertragungsfaktor des verwendeten Wandlers in "pC/physikalischer Einheit" ziffernmäßig eingestellt entsprechend einer Zahl "x Komma y z" im Bereich 1,00 bis 9,99 bzw. 1x,yz zwischen 10,00 und 11,00. Die Ziffer x steht im Fenster F des EG. Die Ziffern y und z werden durch die Zahlen 0 bis 99 der Skalenscheibe gebildet. Der Anschlag bei Linksdrehung entspricht dem Wert 1,00, bei Rechtsdrehung 11,00. Im Bereich 10,00 bis 11,00 ist die Anzeige doppeldeutig, da die erste Ziffer (Zehnerstelle) nicht ablesbar ist. Der Wert 10,00 wird als 00 angezeigt. Bei weiterer Rechtsdrehung stellt der erste Teilstrich auf der Skalenscheibe den Wert 10,01 dar. Ein Wandlerfaktor von 10,10 wird als 10 auf der Skalenscheibe dargestellt, und die Anzeige 1,0 am rechten Anschlag bildet den Wert 11,00. Bei Werten ab 10,00 wird also die erste Ziffer (Zehnerstelle) nicht angezeigt. Wenn eine hohe Meßgenauigkeit angestrebt wird, sollten Wandler mit einer Ziffernfolge von 1 0 0 bis 1 1 0 stets in diesem Bereich des EG betrieben werden, da dessen Auflösung hier oben um den Faktor 10 größer ist als am unteren Ende.

### 8.3. Verstärkung

Mit dem Bereichsschalter S 1 wird die gewünschte Verstärkung eingestellt. Ist der M 61 L entsprechend Abschnitt 8.2. kalibriert, wird der Gesamtübertragungsfaktor  $\ddot{U}$  von Wandler und Ladungsverstärker errechnet:

$$\ddot{U} = \frac{B_q \cdot V}{WF}$$

$\ddot{U}$  - Gesamtübertragungsfaktor der Kombination Wandler plus M 61 LK

$B_q$  - Übertragungsfaktor des Wandlers

WF - Ziffernfolge des Wandlerfaktors, d. h. von B, siehe Abschnitt 8.2., S. 23

V - Verstärkungseinstellung des Bereichsschalters

#### Beispiele mit piezoelektrischen Wandlern

| Wandler | Übertragungs-<br>faktor $B_q$<br>in pC/Einheit | WANDLER-<br>FAKTOR | Meßbereich<br>V        | Gesamtübertra-<br>gungsfaktor<br>in mV/Einheit      |
|---------|------------------------------------------------|--------------------|------------------------|-----------------------------------------------------|
| KD 35   | 5,06 pC/ms <sup>-2</sup>                       | 5,06               | 1000 mV/pC             | 1000 mV/ms <sup>-2</sup>                            |
| KD 41   | 10,5 pC/ms <sup>-2</sup>                       | 10,5<br>1,05       | 100 mV/pC<br>100 mV/pC | 100 mV/ms <sup>-2</sup><br>1000 mV/ms <sup>-2</sup> |
| KF 24   | 350 pC/ms <sup>-2</sup>                        | 3,5                | 1 mV/pC                | 10 mV/ms <sup>-2</sup>                              |

KD 35, KD 41 - piezoelektrische Beschleunigungsaufnehmer

KF 24 - piezoelektrischer Kraftaufnehmer

Hier machen sich zwei Hauptvorteile des Ladungsverstärkers M 61 L deutlich bemerkbar: die Kapazität des Anschlußkabels braucht man nicht zu berücksichtigen und krumme Übertragungsfaktoren der Wandler werden zu ganzen Zehner-Werten begradigt.

#### 8.4. Frequenzgang

##### 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  $f_{\min}$ . Hier betragen die o. g. Frequenzen 0,1 bzw. 0,3 Hz in den Verstärkungsbereichen 0,1 bis 100 mV/pC und 0,5 bzw. 1,5 Hz bei 1000 mV/pC, unabhängig von der Wandlerkapazität.

##### 8.4.b) Obere Grenzfrequenz

Der Arbeitsbereich des Ladungsverstärkers kann durch mehrere Einflußfaktoren herabgesetzt werden.

##### Großsignalaussteuerung

Die obere Frequenzgrenze wird durch die endliche Spannungsänderungsgeschwindigkeit der einzelnen Verstärkerstufen bestimmt. Die typischen und garantierten Werte sind in Bild 6 dargestellt (S. 17). Werte zwischen Kurve b und c erhält man bei Division von Kurve b durch den Wandlerfaktor.

##### Kleinsignalaussteuerung

Der Frequenzgang des M 61 L wird hierbei von drei Einflußgrößen bestimmt.

##### a) Frequenzgang des Verstärkers nach Bild 3, S. 15.

Bei Verwendung des Ladungsverstärkers arbeitet der Wandler im Kurzschlußbetrieb: durch die kapazitive Gegenkopplung wird die Eingangsspannung auf den Wert (fast) Null kompensiert. Bei großen kapazitiven Belastungen des Eingangs (langes Meßkabel, Wandler mit sehr großer Innenkapazität) wird der Frequenzbereich zusätzlich eingeengt. Es wirken hier zwei weitere Ursachen:

- b) Quellkapazität ( $C_i + C_k$ ) und endliches Verstärkungs-Bandbreite-Produkt

Diese Größen haben beim M 61 L folgenden Einfluß:

$$v = 1000 \text{ mV/pC}$$

$$f_g = 700 / (C_i + C_k)$$

$$v = 1 \text{ bis } 100 \text{ mV/pC}$$

$$f_g = 6000 / (C_i + C_k)$$

$$v = 0,1 \text{ mV/pC}$$

$$f_g \text{ mindestens } 100 \text{ kHz}$$

$C_i$  = Innenkapazität des Wandlers in nF

$C_k$  = Kabelkapazität in nF

$f_g$  = Grenzfrequenz in kHz

- c) Kabelkapazität und -widerstand

$$\text{Es gilt } f_g = \frac{1}{6,3 (R_k + 47 \text{ Ohm})(C_i + 0,5 C_k)}$$

$C_i, C_k$  = Wandler- und Kabelkapazität

$R_k$  = Kabelwiderstand (Innen- und Außenleiter)

Bei den üblichen Kabeln (z. B. Typ 8060 nach TGL 33801/07) kann man größenordnungsmäßig mit  $C_k = 90 \text{ pF}$  und  $R_k = 0,3 \text{ Ohm}$  pro Meter Kabellänge rechnen.

Die resultierende Grenzfrequenz  $f_g$  ist in Bild 4, S. 16 dargestellt. Bei ihr beträgt der Verstärkungsabfall 30 %. Für andere Verstärkungsabfälle gilt

$$6 \% \text{ bei } f = 0,35 f_g$$

$$2 \% \text{ bei } f = 0,2 f_g$$

#### 8.4.c) Zusätzliche Filter

Soll die obere Grenzfrequenz herabgesetzt werden, z. B. um das Störspektrum einzuengen, kann an den 600-Ohm-Ausgang Bu 11 ein Kondensator angeschlossen werden (parallel zum Ausgang gegen Masse). Praktisch bewährt hat sich hier der Anschluß des Meßkabels über ein BNC-T-Stück. An dessen freie Buchse wird ein BNC-Stecker mit eingebautem Kunststoffolienkondensator gesteckt. Für dessen Kapazität gilt etwa

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

mit den Dimensionen nF und kHz.

Dabei ist zu beachten, daß die Kapazität am Ausgang angeschlossener Kabel und Geräte ebenfalls wirksam ist, und daß der frequenzabhängige Verstärkungsabfall zusätzlich zum Frequenzgang des M 61 LK auftritt.

#### 8.5. Wahl der Betriebsart "schwimmend" oder "geerdet"

(Schalter S 2)

##### 8.5.1. Geerdeter Betrieb, Symbol

In dieser Betriebsart ist der Außenleiter des Wandlerkabels mit der Schaltungsmasse über einen Widerstand von 22 Ohm verbunden. Der Widerstand verhindert eventuelle Überlastungen des Meßkabels durch Ausgleichströme bei schadhafter Wandlerisolation. Diese Betriebsart wird verwendet, wenn der Wandler isoliert montiert wird, so daß eine Erdschleifenbildung nicht zu befürchten ist.

##### 8.5.2. Schwimmender Betrieb, Symbol

(CMR = Common Mode Rejection = Gleichtaktunterdrückung)

Der Außenleiter des Wandlerkabels ist von der Schaltungsmasse durch eine Impedanz von 2 kOhm parallel 0,1 pF getrennt.

Diese Betriebsart kann verwendet werden, wenn der Wandler über das Meßobjekt elektrisch leitend mit der Schaltungsmasse von Auswertegeräten verbunden ist. Die Geräte des Systems M 61 selbst sind gegen das Netz schutzisoliert, das Gehäuse ist nicht mit dem Schutzleiter verbunden.

Die Gleichtaktunterdrückung hat bei Kapazitäten von  $C_i + C_k = 1 \text{ nF}$  ihr Maximum. Bei anderen Werten oder bei Isolationswiderständen des Wandlers oder Kabels unter  $100 \text{ MOhm}$  wird sie geringer.

Den prinzipiellen Verlauf der Gleichtaktverstärkung (Quotient aus 50-Hz-Stöerausgangsspannung und 50-Hz-Eingangsspannung des Wandleraußenleiters) in Abhängigkeit von der Kapazität zeigt Bild 2, S. 14.

Falls die 50-Hz-Störspannung zu hoch wird und auf Signalanteile im Bereich um 50 Hz verzichtet werden kann, sollte das NIEDERFREQUENZFILTER VF 30 in der Betriebsart Bandsperre verwendet werden.

Sehr geehrter Kunde,  
da wir um eine Verbesserung der technischen Parameter bemüht sind, bitten wir Sie, uns Ihre Anforderungen an den Ladungsverstärker mitzuteilen, insbesondere in der Praxis vorkommende Potentialdifferenzen und die geforderte Störspannungsunterdrückung.

Unsere Anschrift: VEB Metra Meß- und Frequenztechnik  
Abt. Forschung und Entwicklung  
Cottbuser Str. 29  
DRESDEN  
8 0 2 3  
Telefon: 59 87 4 87

#### 9. Kapazitätsmessung

Der Ladungsverstärker M 61 L kann zur direkten linearen Messung kleinster Kapazitäten von Bruchteilen eines Picofarad bis zu etlichen Nanofarad verwendet werden. Voraussetzung ist, daß die Kapazitäten nicht einseitig geerdet sind. Auch hier macht sich wieder der Vorteil des Ladungsverstärkers bemerkbar: Das abge-

schirmte Meßkabel bewirkt keinerlei Meßwertverfälschungen.

Es wird eine genau bekannte Spannung über den zu messenden Kondensator  $C_x$  in den Eingang Bu 1 eingespeist (Bild 9). Das entspricht einer Eingangsladung  $Q = C_x \cdot U_e$ . Die Ausgangsspannung wird gemessen, sie ist der Kapazität  $C_x$  streng proportional.

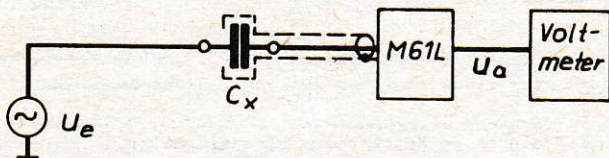


Bild 9: Kapazitätssmessung mit dem M 61 L

Es gilt allgemein:

$$C_x = U_a \cdot \frac{WF}{V \cdot U_e}$$

mit  $WF$  = eingestellter Wandlerfaktor

und  $V$  = Meßbereich (Verstärkungsstufe) des M 61 L.

Für die zu empfehlenden Werte  $WF = 10,0$  (Ziffernfolge 0,0 am Einstellgetriebe) und  $U_e = 10,0$  V ergibt sich folgende zuge-schnittene Gleichung:

$$C_x = U_a \cdot \frac{1}{V}$$

mit  $C_x$  in pF,  $U_a$  in mV.

Bei Kapazitätswerten  $C_x$  größer als 10 nF ist zu berücksichtigen, daß im Ladungsverstärker ein Kondensator von  $2,2 \mu F \pm 20 \%$  in Reihe zu  $C_x$  liegt.

## 10. Wartung, Schutzleiter- und Hochspannungsprüfung

Die Geräte M 61 L und M 61 K arbeiten wartungsfrei.

Die Eingangsbuchse ist vor Verschmutzung zu schützen und kann notfalls mit reinem Alkohol gereinigt werden.

Die Schalter S 1 und S 11 besitzen selbstreinigende Kontakte. Nach längeren Betriebspausen sollten sie vorsichtshalber 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 und Schutzleiter miteinander verbinden
- Netzstifte gegen diese Buchsen 2,4 kV (= 3 kV x 0,8, da Wiederholungsprüfung)
- Buchsen trennen
- Buchsen gegeneinander 500 V

## 11. Reparatur M 61 L

Die erste Ziffer der Bauelemente-Bezeichnung entspricht der Leiterplattennummer. Grundleiterplatte = M 61 L/1, Steckkarten = M 61 L/2 bis M 61 L/5 von vorne aus.

### 11.1. Eingangs-FET T 3

Hier ist ein Exemplar mit einem Gateleckstrom  $I_{GSS}$  maximal 50 pA bei 20 °C oder maximal 75 pA bei 25 °C oder maximal 100 pA bei 30 °C erforderlich ( $U_{DG} = 10$  V).

Prüfen: S 1 in Stellung 1 mV/pC, Gleichspannung an IS 1, Pin 6 messen. Beim Umschalten der unteren Grenzfrequenz von  $f_{min}$  auf 3 Hz darf sie sich um maximal 70/100/140 mV ändern.

### 11.2. Einstellgetriebe für Wendelpotentiometer R 1

Der Potentiometeranschlag bei Rechtsdrehung bildet den Wert 11,0 entsprechend einer Ziffernfolge 1,0 des Einstellgetriebes.

### 11.3. R 116 (Grundleiterplatte; Abgleich Einstellbereich des Wendelpotentiometers)

- a) Bereichsschalter S 1 auf 1 mV/pC schalten
- b) 1 V/125 Hz über 1 nF einspeisen
- c) Wendelpotentiometer R 1 in Stellung 10,0 (entspricht Anzeige 0,0 des Einstellgetriebes) drehen
- d) Eingangsspannung verändern, bis Ausgangsspannung 100,0 mV
- e) R 1 in Stellung 1,10 bringen
- f) R 116 abgleichen, bis  $U_a = 909,1$  mV
- g) Punkte c) bis f) wiederholen, bis keine Veränderung mehr auftritt.

### 11.4. R 41 bis 45 (Platine M 61 L/4; Verstärkung)

- a) Abgleich in Stellung Wandlerfaktor = 10,0
- b) Eingangsspannung  $U_e$  mit  $f = 125$  Hz über  $C = 1$  nF  $\pm 0,5$  % einspeisen
- c) Trimmwiderstände nach folgender Tabelle abgleichen (Reihenfolge beliebig)

| Bereich in mV/pC | $U_e$    | Abgleich | $U_a$    |
|------------------|----------|----------|----------|
| 1000             | 10,00 mV | R 41     | 1,000 V  |
| 100              | 100,0 mV | R 44     | 1,000 V  |
| 10               | 1,000 V  | R 45     | 1,000 V  |
| 1                | 10,00 V  | R 42     | 1,000 V  |
| 0,1              | 10,00 V  | R 43     | 100,0 mV |

#### 11.5. R 31, 32 (Platine M 61 L/3; 50-Hz-Gleichtaktunterdrückung)

- a) An R 1 Wandlerfaktor 1,1 einstellen
- b) S 1 auf 1000 mV/pC schalten
- c)  $f_u = 3$  Hz einschalten (M 61 K auf "3 Hz")
- d) Eingang M 61 L mit C = 1 nF abschließen
- e) Sinusgenerator 1 V / 50 Hz anschließen: Generatormasse an Außenleiter Bu 11, Generatorausgang an Außenleiter Bu 1
- f) R 32 auf minimale Ausgangsspannung an Bu 11 abgleichen ( $U_a$  maximal 0,6 V)
- g) S 1 auf 100 mV/pC schalten
- h) R 31 auf minimale Ausgangsspannung abgleichen ( $U_a$  maximal 60 mV)
- i)  $f_u = 0,1$  Hz einschalten (M 61 K auf " $f_{min}$ " schalten)
- j) Kontrolle  $U_a$  maximal 0,25 V
- k) S 1 auf 1000 mV/pC schalten
- l) Kontrolle  $U_a$  maximal 2,5 V

#### 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 V bzw. -15,0 V abgeglichen.

Bei Reparaturen im Netzbereich (Transformator) sind TGL 14283/07 und Abschnitt 10 (S. 30) 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  $\mu$ s. Bei einer Impulsdauer von 0,5  $\mu$ 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:

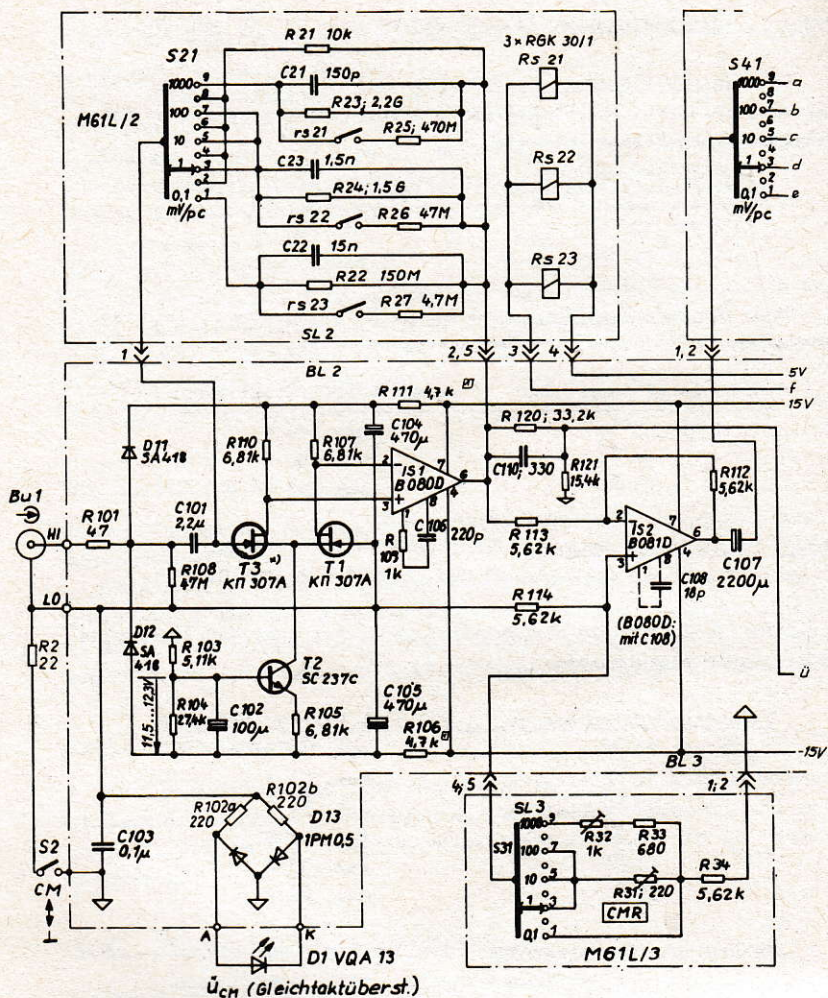
| <u>Umgebungslufttemperatur</u> | <u>relative Luftfeuchtigkeit</u> |
|--------------------------------|----------------------------------|
| 10 bis 25 °C                   | max. 80 %                        |
| 30 °C                          | max. 60 %                        |
| 35 °C             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

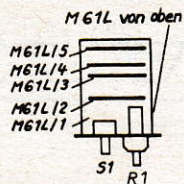
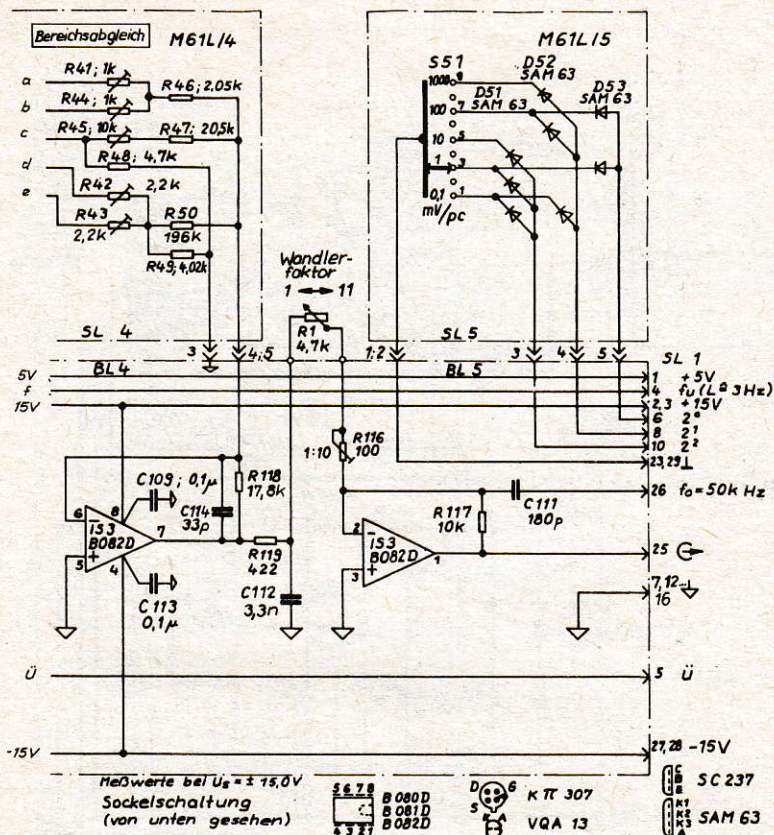
| <u>Umgebungslufttemperatur</u> | <u>relative Luftfeuchtigkeit</u> |
|--------------------------------|----------------------------------|
| -25 bis 25 °C                  | max. 95 %                        |
| 30 °C                          | max. 70 %                        |
| 35 °C             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

|                           |                                                        |
|---------------------------|--------------------------------------------------------|
| Mechanische Einsatzgruppe | T 21 nach TGL 200-0057                                 |
| Prüfklasse                | Eb 6 - 150 - 4000/3 nach<br>TGL 200-0057 und 14 283/10 |



\*) I<sub>SS</sub> ausmessen, Bed.-Anleitung Abschnitt 10.1.

Bild 10: Schaltbild M 61 L



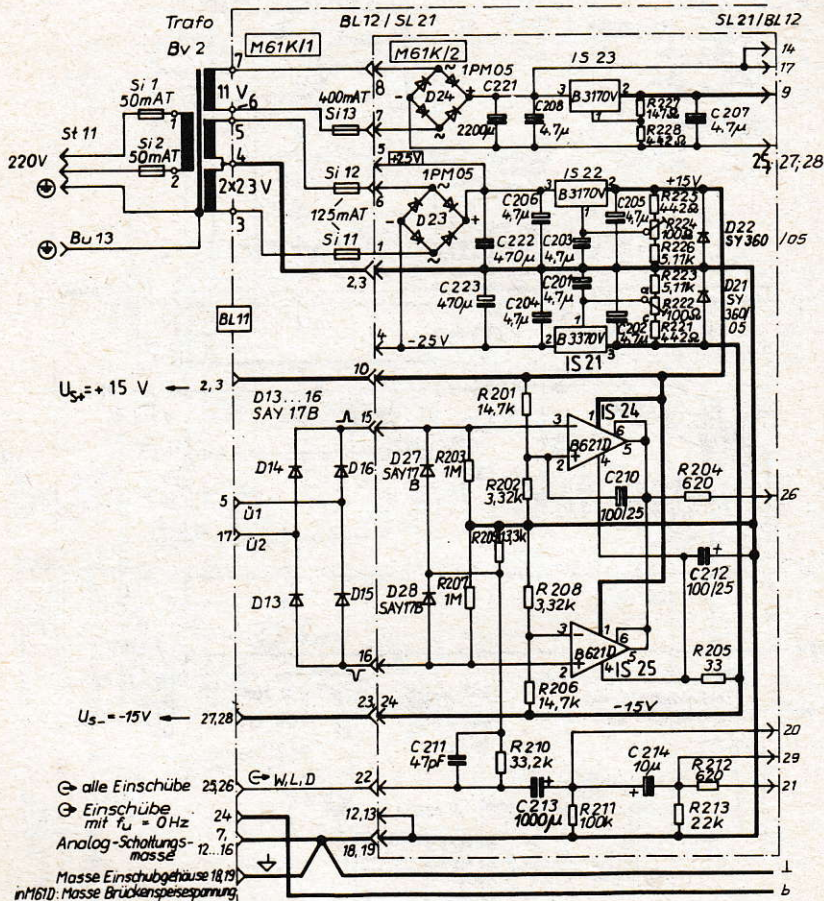
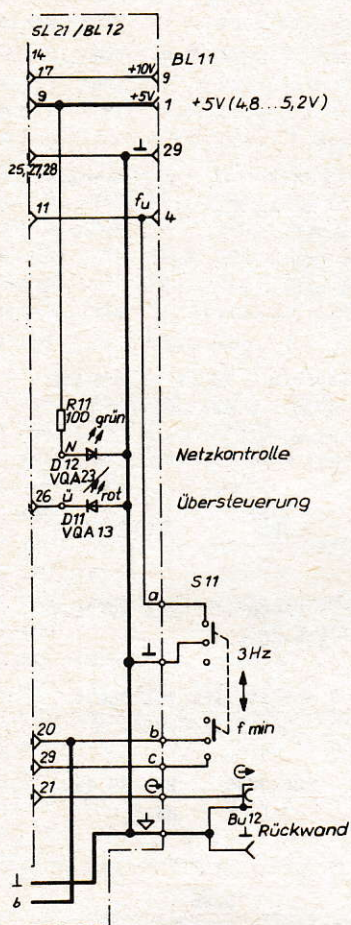


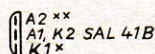
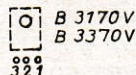
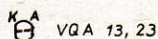
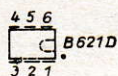
Bild 11: Schaltbild Grundgerät M 61 K



# Kontaktbelegung BL 11 (Einschub)

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

## Sockelbilder (von unten gesehen)



#### 14. Stücklisten der elektronischen Bauelemente

##### Erläuterungen

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

##### 14.1. Stückliste M 61 L

TGL

Bemerkungen

##### Frontplatte M 61 L

|      |                                             |            |            |             |
|------|---------------------------------------------|------------|------------|-------------|
| R 1  | DWV 4,7-5-0,5                               | 490.2159-G | 26906      | mit EG 32.1 |
| R 2  | Drahtwid. 22 Ohm 10%                        | 22.616     | 200-8041   |             |
| D 1  | LED VQA 13                                  |            |            |             |
| S 1  | Rastkopf 8- / 1-9 / 6 / A6x12 / - / BM1 FP1 | TGL 38670  |            |             |
|      | Drehknopf BZ 18/6 gr/bl                     | 200-7115   | für S 1    |             |
| S 2  | Kippschalter 21082.10                       |            |            |             |
| Bu 1 | HF-Steckdose 22-6                           | 200-3800   | BNC 50 Ohm |             |
|      | Isolierteile u. Lötfläche                   |            | MKD        |             |

##### Platine M 61 L/1 (Grundplatine)

|        |     |      |          |               |       |
|--------|-----|------|----------|---------------|-------|
| R 101  | SW  | 47   | Ohm 20 % | 25.207        | 8728  |
| R 102a | "   | 220  | Ohm 10 % | 23.207 TK 200 | 36521 |
| R 102b | "   | "    | "        | "             | "     |
| R 103  | "   | 5,11 | kOhm 2 % | 25.207        | 8728  |
| R 104  | "   | 27,4 | kOhm     | "             | "     |
| R 105  | "   | 6,81 | kOhm     | "             | "     |
| R 106  | "   | 390  | Ohm 10 % | "             | "     |
| R 107  | MSW | 6,81 | kOhm 2 % | 23.207 TK 200 | 36521 |

|       |               |             |                  |       | <u>TGL</u>    | <u>Bemerkungen</u>   |
|-------|---------------|-------------|------------------|-------|---------------|----------------------|
| R 108 | SW            | 10          | M0hm             | 5 %   | 25.311        | 8728                 |
| R 109 | SW            | 1           | k0hm             | 10 %  | 25.207        | " E:0,82 bis 1,3 k   |
| R 110 | MSW           | 6,81        | k0hm             | 2 %   | 23.207 TK 200 | 36521                |
| R 111 | SW            | 390         | 0hm              | 10 %  | 25.207        | 8728                 |
| R 112 | MSW           | 5,62        | k0hm             | 0,25% | 11.310 TK 50  | 26976                |
| R 113 | "             | "           | "                | "     | "             | "                    |
| R 114 | "             | "           | "                | "     | "             | "                    |
| R 116 | SWV           | 100         | 0hm              | 20 %  | 513.610       | 27423 E: 513.813     |
| R 117 | MSW           | 10          | k0hm             | 2 %   | 23.207 TK 50  | 36521                |
| R 118 | "             | 17,8        | k0hm             | "     | "             | "                    |
| R 119 | "             | 422         | 0hm              | "     | "             | "                    |
| R 120 | MSW           | 33,2        | k0hm             | 2 %   | 23.207 TK 200 | 36521                |
| R 121 | "             | 15,4        | k0hm             | "     | "             | "                    |
| C 101 | MKC-Kond.     | 2,2 p       | 20 %             | 100 V |               | 200-8447             |
| C 102 | Elko          | 100/25      |                  |       |               | 35807 100 pF         |
| C 103 | Scheibenkond. | EDVU        | Z-100/80-40      |       |               | 35781 100 nF         |
| C 104 | Elko          | 470/40      |                  |       |               | 35807 470 pF E: 25 V |
| C 105 | "             | 470/25      |                  |       |               | 38908 470 pF         |
| C 106 | Scheibenkond. | EDUU        | N-750-220/10-63  |       |               | 35780 220 pF         |
| C 107 | Elko          | 2200/10     |                  |       |               | 35807 2200 pF        |
| C 109 | Scheibenkond. | EDVU        | Z-100/80-40      |       |               | 35781 100 nF         |
| C 110 | "             | EDUU        | N-1500-330/10-63 |       |               | 35780 330 pF         |
| C 111 | KS-Kond.      | 180/5/63    |                  |       |               | 5155 180 pF          |
| C 112 | KT-Kond.      | 3300/10/160 |                  |       |               | 38159 3,3 nF         |
| C 113 | Scheibenkond. | EDVU        | Z-100/80-40      |       |               | 35781 100 nF         |
| C 114 | "             | EDUU        | N-150-33/5-63    |       |               | 33 pF                |
| D 11  | Diode         | SA 418      |                  |       |               |                      |
| D 12  | "             | "           |                  |       |               |                      |
| D 13  | Gleichrichter | 1 PM 0,5    |                  |       |               | Imp. Rumänien        |
| T 1   | Transistor    | KP 307 A    |                  |       |               | Imp. SU              |
| T 2   | "             | SC 237 c    |                  |       |               |                      |
| T 3   | "             | KP 307 A    |                  |       |               | Imp. SU              |
| IS 1  | Schaltkreis   | B 080 D     |                  |       |               |                      |
| IS 2  | "             | B 081 D     |                  |       |               |                      |
| IS 3  | "             | B 082 D     |                  |       |               |                      |

|                 |                                | <u>TGL</u> | <u>Bemerkungen</u> |
|-----------------|--------------------------------|------------|--------------------|
| SL 1            | EFS-SL ELN 1377 33247 103 4020 | 29331/03   | SL 29polig         |
| BL 2 bis 5: 4 x |                                |            |                    |
|                 | EFS-BL " 1377 33246 213 4120   | 29331/04   | BL 5polig          |

Steckkarte M 61 L/2

|                   |                     | <u>TGL</u> | <u>Bemerkungen</u> |
|-------------------|---------------------|------------|--------------------|
| R 21 SW           | 10 kOhm 20 % 25.207 | 8728       |                    |
| R 22 "            | 150 MOhm 5 % 25.412 | "          |                    |
| R 23 "            | 2,7 GOhm 5 % 25.518 | "          |                    |
| R 24 "            | 1,5 GOhm " "        | "          |                    |
| R 25 "            | 470 MOhm 5 % 25.412 | 8728       |                    |
| R 26 "            | 47 MOhm " 25.311    | "          |                    |
| R 27 "            | 4,7 MOhm " "        | "          |                    |
| C 22 KS-Kond. B   | 15000/2/63          | 200-8423   | 15 nF              |
| C 21 "            | 150/2,5/63          | 5155       | 150 pF             |
| C 23 "            | 1500/2,5/25         | "          | 1,5 nF             |
| Rs 21 Reed-Relais | RGK 30/1-1/106/01   | 24961      |                    |
| Rs 22 "           | " " " "             | "          |                    |
| Rs 23 "           | " " " "             | "          |                    |
| S 21 Schaltebene  | A1uEMK FP 4         | 38670      |                    |
| SL 2 EFS-SL ELN   | 1377 33246 103 4320 | 29331/04   | SL 5-polig         |

Steckkarte M 61 L/3

|                  |                                     |          |             |
|------------------|-------------------------------------|----------|-------------|
| R 31 SWV         | 220 Ohm 20 % 513.1010               | 27423    | E: 513.1313 |
| R 32 "           | 1 kOhm " "                          | "        | "           |
| R 33 MSW         | 680 Ohm 5 % 23.207 TK 200 36521     |          |             |
| R 34 "           | 5,62 kOhm 0,25 % 11.310 TK 50 26976 |          |             |
| S 31 Schaltebene | A1 MK FP 4                          | 38670    |             |
| SL 3 EFS-SL ELN  | wie SL 2                            | 29331/04 | SL 5-polig  |

Steckkarte M 61 L/4TGLBemerkungen

|          |      |      |      |              |        |             |
|----------|------|------|------|--------------|--------|-------------|
| R 41 SWV | 1    | kOhm | 10 % | 513.1010     | 27423  | E: 513.1313 |
| R 42 "   | 2,2  | kOhm | "    | "            | "      | "           |
| R 43 "   | 2,2  | kOhm | "    | "            | "      | "           |
| R 44 "   | 1    | kOhm | "    | "            | "      | "           |
| R 45 "   | 10   | kOhm | "    | "            | "      | "           |
| R 46 MSW | 2,05 | kOhm | 2 %  | 23.207 TK 50 | 36521  |             |
| R 47 "   | 20,5 | kOhm | "    | "            | "      |             |
| R 48 SW  | 4,7  | kOhm | 5 %  | 25.207       | 8728   |             |
| R 50 MSW | 196  | kOhm | 2 %  | 23.207 TK 50 | 36521  |             |
| R 49 "   | 4,02 | kOhm | 2 %  | "            | TK 200 | "           |

S 41 Schaltebene A1uMK FP 4

38670

SL 4 EFS-SL ELN wie SL 2

29331/04 SL 5-polig

Steckkarte M 61 L/5

D 51 bis 53: 3 x Mehrfachdiode SAM 63

S 51 Schaltebene A1 MK FP 4

38670

SL 5 EFS-SL ELN wie SL 2

29331/04 SL 5-polig

14.2. Stückliste M 61 KTGLBemerkungenFrontplatte M 61 K

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

Gestell M 61 K

|           |                                                               |                     |
|-----------|---------------------------------------------------------------|---------------------|
| Bu 12, 13 | Telefonbuchse 13 mm                                           | 61401               |
| St 1      | Netzleitung 3x 0,75 mm <sup>2</sup> ; 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/1TGLBemerkungen

|      |                |             |
|------|----------------|-------------|
| R 11 | SW 100 Ohm 5 % | 25.207 8728 |
|------|----------------|-------------|

D 13 bis 16: 4 x 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             |

Seitenplatine M 61 KTGL

|       |                   |               |              |
|-------|-------------------|---------------|--------------|
| 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 %    | "             | "            |

- Fortsetzung 3. US. -

# SCHUTZGÜTEZEUGNIS

---

Die Geräte

- Differenzverstärker M 61 L
- Grundgerät M 61 K

besitzen Schutzgüte entsprechend den Vorschriften der Dritten Durchführungsbestimmung zur Arbeitsschutzverordnung - Schutzgüte - vom 24. 1. 1980 (Gbl. I Nr. 6).

Der Nachweis über die Gewährleistung des Gesundheits- und Arbeitsschutzes sowie des Brand-schutzes liegt im VEB Metra Radebeul vor.

VEB Metra Meß- und Frequenztechnik Radebeul  
im Kombinat Präcitronic  
Wilhelm-Pieck-Straße 58  
R a d e b e u l  
8 1 2 2

- Fortsetzung von S. 42 -

|            |               |      |               |                 |
|------------|---------------|------|---------------|-----------------|
| R 221, 225 | MSW 442 Ohm   | 1 %  | 23.207 TK 100 | 36521 E: 2 %    |
| R 222, 224 | SWV 100 Ohm   | - 20 | 583.1012      | 34064/01 Cermet |
| R 223, 226 | MSW 5,11 kOhm | 2 %  | 23.207 TK 100 | 36521           |
| R 227      | " 147 Ohm     | 1 %  | " "           | "               |
| R 228      | " 442 "       | " "  | " "           | "               |

|                                |                    | <u>TGL</u> | <u>Bemerkungen</u> |
|--------------------------------|--------------------|------------|--------------------|
| C 201, 203, 204, 206, 207, 208 |                    |            |                    |
| 6 x Elko                       | 4,7/63             | 38928      | 4,7 µF             |
| C 202, 205                     | Elko 22/40         | "          | 22 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                     | " 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) |
|-------|----------------------------|-------------------------|