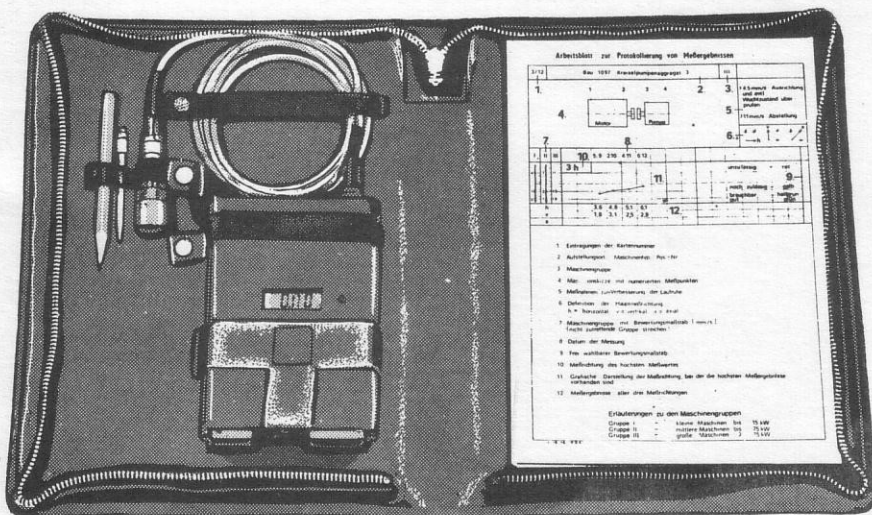


Schwingungstester VM 10

BEDIENUNGSANLEITUNG



VEB Metra Meß- und Frequenztechnik Radebeul

im VE Kombinat Präcitronec

8122 Radebeul 1, Wilhelm-Pieck-Straße 58

I N H A L T S V E R Z E I C H N I S

	Seite
1. Verwendungszweck	4
2. Das Meßverfahren	4
2.1. Meßgrößen	4
2.2. Messung der Beschleunigung - Darstellung der Geschwindigkeit	5
2.3. Beurteilung des Meßergebnisses	5
3. Lieferumfang	6
4. Betriebsanweisung	6
4.1. Vorbereitung der Messung	6
4.2. Durchführung der Messung	7
4.3. Kontrollfunktionen des VM 10	7
5. Technische Daten	8
5.1. Anzeigegerät VM 10	8
5.2. Beschleunigungsaufnehmer KS 52	10
5.3. Meßfehler und Störgrößen	10
5.4. Schutzgüte	10
6. Überprüfung des Gerätes	10
6.1. Prüfgänge	11
6.2. Prüfmittel	11
6.3. Prüfbedingungen (Referenzbedingungen)	12
6.4. Durchführung der Überprüfung	12
7. Mechanischer Aufbau, Demontage und Montage des Gerätes	14
8. Elektrische Schaltung	15
8.1. Gesamtschaltung	15
8.2. Ladungsverstärker	17
8.3. Integrator und Filter	17

8.4.	Effektivwertbildner	17
8.5.	Anzeige	18
8.6.	Übersteuerungsanzeige	18
8.7.	Stromversorgung	18
9.	Pflege und Wartung	19
10.	Reparaturhinweise und Abgleich- vorschrift	19
10.1.	Service und Reparaturhinweise	19
10.2.	Umstellung des VM 10 auf Meß- bereichsendwert 200 mm/s	19
10.3.	Abgleichvorschrift	20
11.	Lager- und Transportbedingungen	22
12.	Anhang	23

1. Verwendungszweck

Der Schwingungstester VM 10 ist als Einzweckgerät zur periodischen Überwachung des Schwingungspegels an rotierenden Maschinen konzipiert.

Schwingungen treten z.B. als Folge von Unwuchten bei jeder rotierenden Maschine auf. Ihre Größe ist ein Maß für die Laufruhe und damit auch für den Erhaltungszustand der Maschine. Während des Betriebes der Maschine erhöht sich ihr Schwingungspegel z.B. durch

- lose Befestigungsschrauben
- verschlissene Lager (großes Lager Spiel)
- Schmutzschichten auf Lüfterflügeln.

In der Folge erhöht sich die Schwingungsbelastung weiterer Teile (Fundament, Wellen, Lager), wodurch diese dann wieder schneller verschleifen und ihrerseits den Schwingungspegel nach oben treiben.

Zur Vermeidung eines Ausfalls der Maschine müssen vorbeugend Wartungsarbeiten durchgeführt werden. Durch die Messung des Schwingungspegels an den Lagern der Maschine in regelmäßigen Zeitabständen wird der richtige Zeitpunkt für eine Wartungsmaßnahme ermittelt.

2. Das Meßverfahren

2.1. Meßgrößen

Besitzt eine Maschine eine Unwucht, so schwingt sie in Abhängigkeit ihrer Drehzahl, sie bewegt sich einmal pro Umdrehung hin und her. Damit ist die Schwingfrequenz (Drehfrequenz) gleich der Drehzahl geteilt durch 60. In der Praxis überlagern sich aber mehrere Schwingungen, so daß sich über der o.g. Drehfrequenz ein ganzes Spektrum von Schwingfrequenzen aufbaut. Deshalb sind Schwingungsmessungen an rotierenden Maschinen als Breitbandmessungen im Bereich 10 Hz bis 1000 Hz standardisiert.

Mechanische Schwingungen können durch die drei Meßgrößen

- Auslenkung (Schwingweg, in μm)
 - Beschleunigung (in m/s^2)
 - Geschwindigkeit (Schwingstärke, in mm/s)
- beschrieben werden.

Der Effektivwert der Schwinggeschwindigkeit ist ein direktes Maß für den Energiegehalt der Schwingungen und damit für die dadurch auftretenden zerstörenden Kräfte in der Maschine. Er ist als Meßgröße für Schwingungsmessungen an rotierenden Maschinen international standardisiert (ISO 2372, DIN 45666, VDI 2056, ST RGW 3173-81, TGL 25880, TGL 33215).

2.2. Messung der Beschleunigung - Darstellung der Geschwindigkeit

Die drei Meßgrößen mechanischer Schwingungen (Beschleunigung, Geschwindigkeit, Weg) sind mathematisch miteinander verknüpft und nach der Umwandlung in elektrische Signale ineinander überführbar.

In der Schwingungsmeßtechnik haben sich piezoelektrische Beschleunigungsaufnehmer zur Meßwerterfassung durchgesetzt, da sie leicht und robust sind und in einem großen Frequenzbereich arbeiten.

Diese Aufnehmer werden starr mit dem Meßobjekt verbunden. Sie enthalten eine träge Masse, die bei Bewegung des Aufnehmers auf einen piezoelektrischen Kristall drückt, welcher dabei eine elektrische Ladung abgibt.

Im Auswertegerät wird dieses beschleunigungsproportionale Signal verstärkt, gefiltert, durch Integration in ein geschwindigkeitsproportionales Signal überführt, gleichgerichtet und angezeigt.

2.3. Beurteilung des Meßergebnisses

Um das Meßergebnis beurteilen zu können, müssen die Meßwerte einer Maschine im Normalbetrieb bekannt sein. Dazu werden die Maschinen in Gruppen nach ihrer elektrischen Leistung unterteilt, für die dann aus den Standards resultierenden Grenzwerte der Schwingstärke festgelegt werden.

Für jede Maschine müssen mehrere repräsentative Meßstellen (Lager) in eine periodische Überwachung einbezogen werden, um Tendenzen zu erkennen und auftretende Fehler lokalisieren zu können. Das Deckblatt des zum VM 10 mitgelieferten Protokollblockes ist eine Anleitung zur Protokollierung der Meßergebnisse.

Das Meßverfahren ist im Gegensatz zur direkten Wälzlagerdiagnose bzw. -bewertung sehr einfach, ersetzt es aber nicht. Eine Analyse muß dann einsetzen, wenn der Schwingungspegel

einer Maschine (periodisch gemessen mit dem VM 10) im noch zulässigen Bereich weiter ansteigt.

Zur Schwingungsdiagnose an Wälzlagern kann z.B. das Schwingungsdiagnosegerät M 1302 (Hersteller: VEB Kombinat Robotron-Meßelektronik "Otto Schön" Dresden) verwendet werden.

3. Lieferumfang

Zum Lieferumfang "Schwingungstester VM 10 mit Aufnehmer KS 52 und Tasche" gehören:

- 1 Ledertasche mit
- 1 Schwingungstester VM 10 (ohne Batterien)
- 1 Beschleunigungsaufnehmer KS 52
- 1 Meßkabel 011
- 1 Haftmagnet 008
- 1 Tastspitze 001
- 1 Protokollblock
- 1 Bedienungsanleitung und Technische Beschreibung zum VM 10
- 1 Kennblatt zum KS 52
- 1 Garantieurkunde.

4. Betriebsanweisung

4.1. Vorbereitung der Messung

- Kalibrierung der Meßkette:

Der Schwingungstester VM 10 wird zusammen mit dem zum Lieferumfang gehörenden Aufnehmer KS 52 im Herstellerbetrieb kalibriert. Eine Nachkalibrierung ist jährlich notwendig (siehe Abschnitt 6). Damit ist aber der mitgelieferte Aufnehmer ohne diese Nachkalibrierung nicht gegen andere gleichen Typs austauschbar.

- Einsetzen der Batterien:

Zum Einsetzen bzw. Wechseln der Batterien ist die Deckschale des VM 10 durch Abschrauben der vorderen oder der hinteren Plastikformteile zu entfernen. Entsprechend dem Schild in der Batteriekammer werden 6 Stück R6 - Zellen eingesetzt und das Gehäuse wieder verschlossen. Es sind nach Möglichkeit nur auslaufgeschützte Batterien zu verwenden, andernfalls müssen entladene Zellen sofort aus dem Gerät entfernt werden.

- Auswahl der Meßstelle:

Die Schwingung am ausgewählten Meßpunkt soll repräsentativ für das Schwingverhalten der Maschine sein. Die auftretenden Kräfte werden normalerweise über die Lager und die Lagergehäuse auf das Maschinengehäuse übertragen. Deshalb sollte an Lagergehäusen oder in unmittelbarer Umgebung der Lager gemessen werden. Ungeeignet sind leichte Anbauteile oder mechanisch nachgiebige Maschinenteile.

- Ankopplung des Aufnehmers:

Um reproduzierbare Meßergebnisse zu erhalten, ist eine starre Ankopplung des Aufnehmers an die Meßstelle notwendig. Dazu muß eine ebene, saubere Fläche vorhanden sein, worauf der Aufnehmer geschraubt oder mit dem mitgelieferten Haftmagnet befestigt wird. Messungen mit Tastspitze erfordern Übung und haben nur orientierenden Charakter.

4.2. Durchführung der Messung

Die eigentliche Messung beschränkt sich auf das Drücken der Taste "Messen" und Ablesen des Meßwertes an der Anzeige nach dessen Stabilisierung (etwa 8 s nach Drücken der Taste). Anschließend wird der Meßwert in das Protokollblatt eingetragen. Das VM 10 schaltet nach etwa drei Minuten selbsttätig wieder aus.

4.3. Kontrollfunktionen des VM 10

- Anzeigeüberlauf:

Ist der Meßwert größer als 19,9 mm/s, so wird nur eine "1" angezeigt. Da dieser Fall nur in extremen Situationen auftreten kann, ist zunächst die Ankopplung des Aufnehmers sowie die Festigkeit der Kabelsteckverbindung am Aufnehmer zu überprüfen. Treten regelmäßig höhere Meßwerte als 19,9 mm/s auf, so kann das Gerät im Herstellerwerk oder von Fachkräften entsprechend Abschnitt 10 auf den Meßbereichsendwert 199 mm/s umgestellt werden.

- Übersteuerungsanzeige:

Leuchtet die rote LED neben der Anzeige auf, so ist der Meßwert ungültig. Ursache kann wie beim Anzeigeüberlauf eine schlechte Ankopplung des Aufnehmers oder eine fehlerhafte Verbindung zum

Gerät sein. Außerdem können Stöße (z.B. beim Einschalten der Maschine) zu Übersteuerungen führen. Wird bei eingeschaltetem Meßgerät der Aufnehmer an die Meßstelle angekoppelt, kommt es ebenfalls zu einer Übersteuerung des Meßgerätes.

- Batteriekontrolle:

Sinkt die Batteriespannung unter den zulässigen Wert, so erscheint im Anzeigefenster auf schwarzem Grund ein "B". Die Batterien sind vor der nächsten Messung zu wechseln.

5. Technische Daten

5.1. Anzeigegerät VM 10

Meßgröße	Effektivwert der Schwinggeschwindigkeit
Meßbereich	0,2 bis 19,9 mm/s bzw. 2,0 bis 199 mm/s
Eingang	Ladungseingang, BNC - Buchse
Frequenzbereich	10 bis 1000 Hz, Filter nach TGL 25880 (siehe Bild 1)
Anzeige	2 1/2 - stellige LCD - Anzeige
Kontrollfunktionen	Übersteuerungsanzeige Batterie - Unterspannungsanzeige Anzeigeüberlauf
Bedienelement	Taste "Messen"; automatisches Abschalten nach etwa 3 Minuten
Stromversorgung	9 V mit 6 Stück R6 - Zellen
Anzahl der Messungen mit einem Batteriesatz	etwa 2000 Einschaltzyklen
Abmessungen	160 x 110 x 40 mm ³
Masse	700 bis 750 g mit Batterien
Schutzgrad nach ST RGW 778-77	IP 20
Schutzklasse nach TGL 21366	SK III
Arbeitsbedingungen	Einsatzgruppe C nach TGL 14283/05
Mechanische Festigkeit nach TGL 200-0057	G 21 (Prüfklasse Eb 6-150-12000/3) und T 21 (Prüfklasse Eb 6-150- 3000/3)

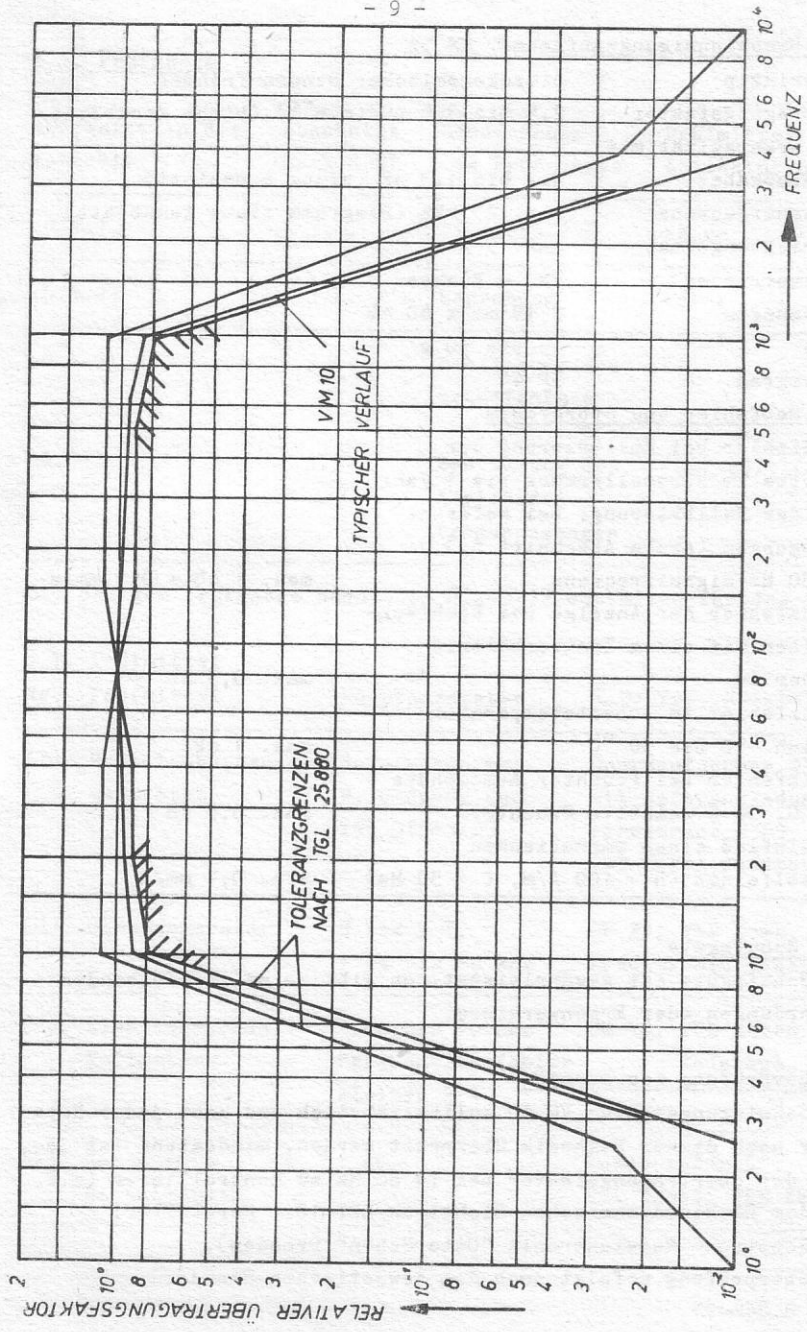


BILD 1: FREQUENZBEWERTUNG DER SCHWINGGESCHWINDIGKEIT NACH TGL 25 880 UND TYPISCHER VERLAUF BEIM VM 10

5.2. Beschleunigungsaufnehmer KS 52

Wirkprinzip	piezokeramischer Scheraufnehmer
Übertragungsfaktor	2,5 bis 3,5 pC/(m.s ⁻²) (siehe Kennblatt)
Wandlerkapazität mit Anschlußkabel	0,7 bis 1,3 nF (siehe Kennblatt)
Resonanzfrequenz	min. 25 kHz (Diagramm siehe Kennblatt)
Querrichtungsfaktor	max. 5 %
Steckverbinder	TNC - Buchse
Abmessungen	Ø 19 mm x 40 mm
Masse	45 bis 50 g
Schutzgrad	IP 44

5.3. Meßfehler und Störgrößen

Grundfehler bei Kalibrierung der Meßkette im Herstellerwerk bis 1 Jahr nach der Kalibrierung; bei Referenz- bedingungen (siehe Abschnitt 6.3.) und 80 Hz Signalfrequenz	max. 1 dB ± 0,1 mm/s
Zusatzfehler der Anzeige bei Rechteck- impulsen mit einem Tastverhältnis kleiner 10	max. 0,5 dB
Zusatzfehler im Arbeitstemperatur- bereich -10 bis 50 °C	max. 1 dB
Zusatzfehler bei feuchter Atmosphäre (31 °C, 90 % relative Feuchte)	max. 0,5 dB
Störeinfluß eines magnetischen Wechselfeldes (H = 100 A/m, f = 50 Hz)	typ. 0,1 mm/s

5.4. Schutzgüte

Die Schutzgüte ist gewährleistet, es gibt keine verbleibenden Gefährdungen oder Erschwernisse.

6. Überprüfung des Gerätes

Der Schwingungstester VM 10 sollte jährlich und nach jeder Reparatur nach dieser Methodik überprüft werden, mindestens ist jedoch der Übertragungsfaktor bei f = 80 Hz zu kontrollieren (z.B. mit dem Elektrodynamischen Eich Tisch EET 101, Hersteller: VEB Robotron- Meßelektronik "Otto Schön" Dresden). Die Überprüfung erfolgt nach dem sowjetischen Standard GOST 8.246-77.

6.1. Prüfgänge

Abschnitt in der Methodik	Abschnitt nach GOST	Bezeichnung des Prüfganges	Prüfmittel nach Abschnitt 6.2.
6.4.1.	3.1.	Sichtprüfung	keine
6.4.2.	3.2.	Erprobung	keine
6.4.3.	3.4.	Bestimmung des Grundfehlers	(1)
6.4.4.	3.5.	Bestimmung des Amplitudenfrequenzganges	(2), (3), (4)

Die übrigen Prüfgänge nach GOST 8.246-77 entfallen für das VM 10.

6.2. Prüfmittel

Nr.	Prüfmittel	Hauptparameter	z.B. Typ, Hersteller
(1)	Normalschwingungsmeßmittel	Referenznormal 2. Ordnung nach TGL 31543/23	Quarzaufnehmer QD 20 mit Referenzladungsverstärker M 63, VEB Metra Radebeul
(2)	Sinusgenerator	0 bis 3 V, 1 Hz bis 10 kHz	GF 21, VEB Komb. Präcitronic Dresden
(3)	Elektronisches Voltmeter	1 Hz bis 10 kHz Frequenzgangfehler kleiner 2 %	VM 70, VEB Metra Radebeul
(4)	Geschirmte Reihenkapazität	1 nF	Kondensator: TGL 38965, VEB KWG

6.3. Bedingungen für die Überprüfung (Referenzbedingungen)

- Umgebungstemperatur	23 °C ± 2 K
- relative Luftfeuchte	45 bis 75 %
- Luftdruck	86 bis 106 kPa
- Globalstrahlung	indirekt
- Batteriespannung	(9 ± 0,5) V

6.4. Durchführung der Überprüfung

6.4.1. Sichtprüfung

Aufnehmer, Kabel, Steckverbinder, Gehäuse, Batteriekammer, Anzeige und Leiterplatten werden auf mechanische Unversehrtheit und Sauberkeit überprüft.

Die Beschriftung des Gerätes muß vollständig lesbar sein.

6.4.2. Erprobung

Die Erprobung dient zur qualitativen Beurteilung der Funktion des Gerätes ohne zusätzliche Prüfmittel.

Der Aufnehmer wird über das zugehörige Kabel an das Anzeigegerät angeschlossen, anschließend wird die Taste "Messen" gedrückt. Nach ca. 10 s wird der Aufnehmer in seiner Anrichtungsrichtung hin- und herbewegt und die Reaktion an der Anzeige festgestellt. Bei harten Stößen muß die Übersteuerungsanzeige ansprechen.

6.4.3. Bestimmung des Grundfehlers des VM 10 mit Aufnehmer KS 52

Prüfplatz: Normalschwingungsmeßmittel

Der Grundfehler wird bei einer Frequenz von 80 Hz an den folgenden Meßpunkten bestimmt:

Anregung \tilde{a} in m/s^2	Anzeige in mm/s
0,1	0,1 bis 0,2
0,3	0,5 bis 0,6
1,0	1,7 bis 2,2
3,0	5,2 bis 6,7
8,0	14,0 bis 17,9

Die angegebenen Werte gelten für den Meßbereich 20 mm/s. Ist das Gerät auf den Meßbereich 200 mm/s umgestellt, so sind die Anregungen und Anzeigewerte mit 10 zu multiplizieren.

6.4.4. Bestimmung des Amplitudenfrequenzganges

Meßaufbau: Die Ausgangsspannung des Sinusgenerators (2) wird mit dem Voltmeter (3) kontrolliert und über die Reihenskapazität (4) an den Eingang des Prüflings angelegt (siehe Bild 2).

Die Ausgangsspannung des Generators wird bei einer Frequenz von 80 Hz so eingestellt, daß sich ein Anzeigewert von 10,0 mm/s ergibt. Der Frequenzgang des Gerätes wird an folgenden Punkten kontrolliert:

Frequenz in Hz	Ausgangsspannung des Sinusgenerators	Anzeige in mm/s
2,5	eingestellter Wert	3,1 bis 7,9
10	eingestellter Wert x 0,1	6,3 bis 8,9
20	" " "	3,5 bis 4,4
40	" " "	1,7 bis 2,2
80	eingestellter Wert	9,9 bis 10,1
160	" " "	4,4 bis 5,6
315	" " "	2,2 bis 2,8
630	eingestellter Wert x 10	10,6 bis 14,1
1000	" " "	6,3 bis 8,9
2000	eingestellter Wert x 100	3,5 bis 6,3

Die angegebenen Werte gelten für den Meßbereich 20 mm/s. Ist das Gerät auf den Meßbereich 200 mm/s umgestellt, so sind die Generatorspannungen und Anzeigewerte mit 10 zu multiplizieren, wobei der Prüfpunkt 2000 Hz entfällt.

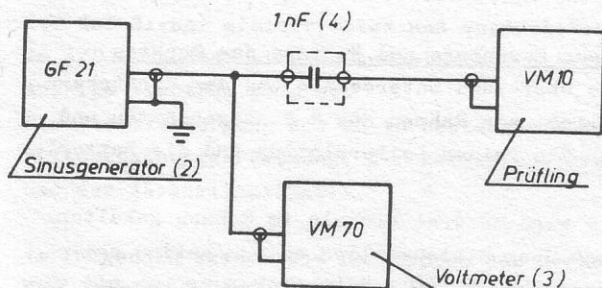


Bild 2: Meßaufbau für Frequenzgangmessungen

6.4.5. Gestaltung der Prüfergebnisse

Überprüfung des Schwingungstesters VM 10, Gerät Nr. 006/8 mit
Aufnehmer KS 52 Nr. 4358

Prüfgang	Toleranz	Ergebnis
6.4.1.		1.0.
6.4.2.		1.0.
6.4.3. 0,1 m/s ²	0,1 bis 0,2 mm/s	0,2 mm/s
0,3 m/s ²	0,5 bis 0,6 mm/s	0,6 mm/s
1,0 m/s ²	1,7 bis 2,2 mm/s	1,9 mm/s
3,0 m/s ²	5,2 bis 6,7 mm/s	5,9 mm/s
8,0 m/s ²	14,0 bis 17,9 mm/s	15,8 mm/s
6.4.4. 2,5 Hz	3,1 bis 7,9 mm/s	4,4 mm/s
10 Hz	6,3 bis 8,9 mm/s	7,0 mm/s
20 Hz	3,5 bis 4,4 mm/s	3,6 mm/s
40 Hz	1,7 bis 2,2 mm/s	1,9 mm/s
80 Hz	9,9 bis 10,1 mm/s	10,0 mm/s
160 Hz	4,4 bis 5,6 mm/s	4,8 mm/s
315 Hz	2,2 bis 2,8 mm/s	2,4 mm/s
630 Hz	10,6 bis 14,1 mm/s	11,4 mm/s
1000 Hz	6,3 bis 8,9 mm/s	6,7 mm/s
2000 Hz	3,5 bis 6,3 mm/s	3,6 mm/s

Datum, Unterschrift

7. Mechanischer Aufbau, Demontage und Montage des Gerätes

Das VM 10 besteht aus Ober- und Unterschale und dem Geräte Kern. Den Geräte Kern umschließt ein Rahmen aus 2 Montageplatten und 2 Seitenprofilen, der die beiden Leiterplatten und die Batteriekammer trägt.

Die Grundleiterplatte wird an drei Winkeln im Rahmen gehalten. Die Anzeigeplatine ist über Distanzrollen an den beiden seitlichen Winkeln mit angeschraubt. Die Batteriekammer ist mit vier Schrauben auf einer im Rahmen angebrachten Montageplatte befestigt. Vorder- und Rückseite des Rahmens sind mit Deckplatten versehen.

Ober- und Unterschale sind mit vier Plastformteilen und je einer Schraube an den Seitenprofilen des Rahmens befestigt.

Die Demontage des VM 10 beginnt mit dem Abschrauben der zwei Plastformteile an einer Stirnseite und dem Entfernen der Ober- schale. Dieser Handgriff ist bereits bei jedem Batteriewechsel notwendig. Nach Entfernen der Unterschale sind alle Meßpunkte und Einstellregler außer R24 zugänglich. In diesem Zustand kann auch der Meßbereich des Gerätes umgestellt werden, was jedoch eine Neukalibrierung erfordert (siehe Abschnitt 10.) Muß die Anzeigeplatte repariert oder abgeglichen werden, so wird diese nur abgeschraubt und herausgeklappt.

Zum Ausbau der Grundleiterplatte muß der Kabelbaum und die Eingangsbuchse abgelötet werden. Anschließend kann sie nach Lösen der Befestigungsschrauben aus dem Rahmen entnommen werden. Die Montage des Gerätes erfolgt in umgekehrter Reihenfolge.

8. Elektrische Schaltung

8.1. Gesamtschaltung

Bild 3 zeigt das Blockschaltbild des VM 10. Die vom Aufnehmer gelieferte beschleunigungsproportionale elektrische Ladung gelangt von der Eingangsbuchse auf den Ladungsverstärker, der diese in eine Spannung umwandelt. Am Ausgang der Ladungsstufe wird das Signal durch die Übersteuerungsanzeige überwacht. Der nächste Verstärker arbeitet als Integrator und liefert an seinem Ausgang ein geschwindigkeitsproportionales Signal. Es passiert danach die Filterstufe, die zusammen mit dem Frequenzgang der übrigen Stufen den nach TGL 25880 geforderten Filterverlauf erzeugt. Dem Filter folgt der Effektivwertbildner, der das Signal gleichrichtet und quadratisch mittelt.

Im A/D - Wandler wird es anschließend digitalisiert und auf der Anzeige sichtbar gemacht.

Die Stromversorgung des VM 10 besteht aus der elektronischen Mittenspannungserzeugung, der Batterieunterspannungskontrolle und der Abschaltautomatik.

Im folgenden werden die Baugruppen des Gerätes einzeln beschrieben. Grundlage dafür ist das Schaltbild des VM 10 im Anhang der Bedienungsanleitung.

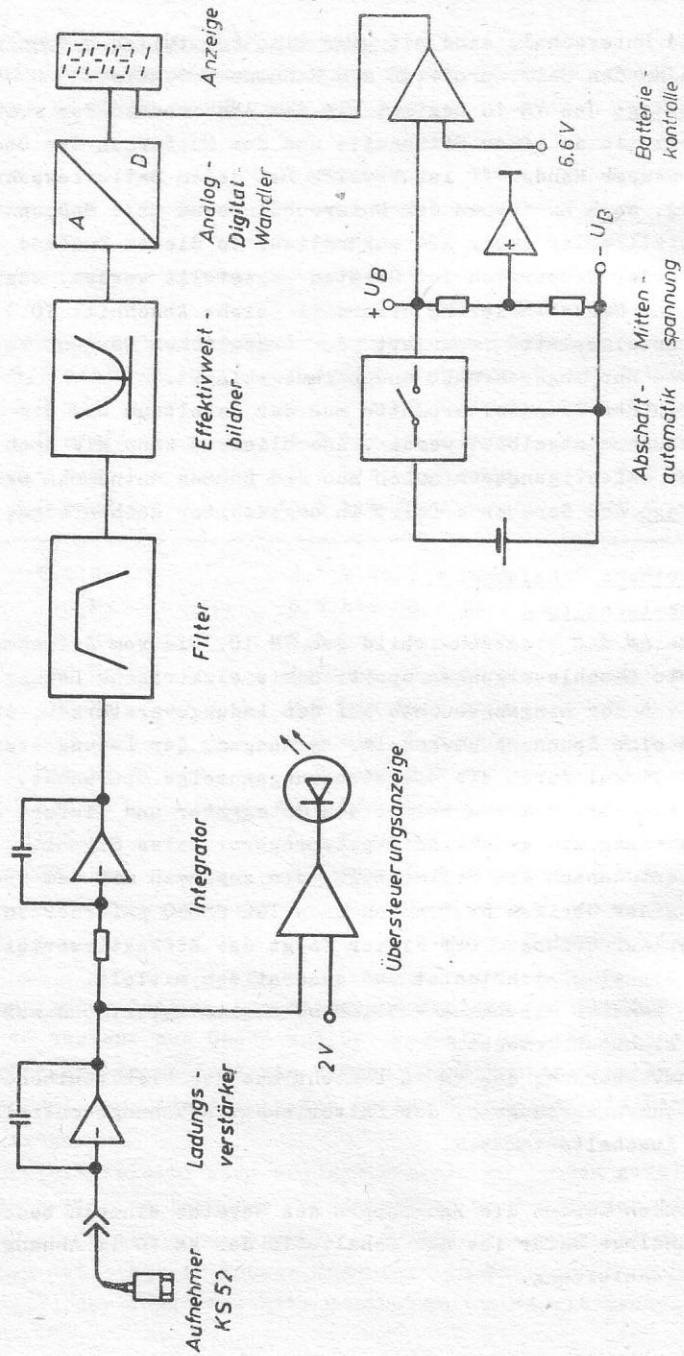


BILD 3: BLOCKSCHALTBIID DES SCHWINGUNGSTESTERS VM 10

8.2. Ladungsverstärker

C103 im Bereich 20 mm/s bzw. C103 + C104 im Bereich 200 mm/s bestimmen den Übertragungsfaktor der Ladungsstufe N11. R103 bzw. R103 // R105 legen die untere Grenzfrequenz auf etwa 1 Hz fest. R101 bildet mit V11 den Eingangsschutz gegen Überspannungen. Mit C101, C102 und R104 wird der Frequenzbereich nach oben auf etwa 600 Hz begrenzt (nur bei 20 mm/s), was die Aussteuerbarkeit des Gerätes in diesem Meßbereich erhöht.

8.3. Integrator und Filter

N12/1 bildet mit C106 und R106 + R107 die Integratorstufe. Mit R107 wird gleichzeitig der Übertragungsfaktor des Gerätes dem Aufnehmer angepaßt (Kalibrierung). R108 bestimmt bei 16 Hz die maximale Verstärkung je nach Stellung von R107 mit etwa +20 dB. N12/2 ist ein Hoch- und N12/3 ein Tiefpaß 2. Ordnung mit der Güte von 1,78 und den Grenzfrequenzen 10 Hz und 1000 Hz. Der Nachverstärker N12/4 hebt den Signalpegel um 14 dB auf 0,5 V bei Meßbereichsendwert an. C114 bildet im Bereich 200 mm/s mit R114 eine obere Grenzfrequenz von 640 Hz. Der Amplitudenfrequenzgang der Filter ergibt zusammen mit dem der Ladungsstufe, des Integrators und des Nachverstärkers den nach TGL 25880 geforderten Verlauf des Maschinenfilters.

8.4. Effektivwertbildner

Die Effektivwertbildung beruht auf der Gleichung

$$U_a = \frac{1}{T} \int \frac{u_e^2}{U_a} dt,$$

wobei für die Quadrierung Logarithmierverstärker verwendet werden. Da diese Verstärker nur positive Signale verarbeiten können, ist der Baugruppe der Einweggleichrichter N13 vorgeschaltet, dessen Ausgangssignal mit der Wechselspannung am Eingang von N15 zu einem zweiweggleichgerichteten Signal addiert wird (Betragsbildung). N15 bis N17 realisieren die Funktion

$$U_a = \exp \frac{1}{T} \int (2 \log \frac{u_e}{U_T} - \log \frac{U_a}{U_T}) dt,$$

die der o.g. Gleichung äquivalent ist. N15 bildet den Logarithmus der Eingangsspannung, N16 den Exponentialverstärker (Delogarithmierer), und N17 führt den Logarithmus der Ausgangsspannung zurück auf den Summationspunkt. Die Einstellregler R118, R127, R131 und R136 ermöglichen den Offsetabgleich jeder Stufe. Der Übertragungsfaktor der Baugruppe wird nur durch Widerstände festgelegt und ist nicht einstellbar. Die Integration (Mittelung) des Signals erfolgt in der Stufe N16 durch C119 mit einer Zeitkonstante von 0,7 s.

8.5. Anzeige

Die Analog - Digital - Wandlung und Ansteuerung der LCD - Anzeige erfolgt durch den Digitalvoltmeterschaltkreis N21. Die Referenzspannung wird durch N22 bereitgestellt und mit R24 abgeglichen. Der Dezimalpunkt (Meßbereichsumstellung durch Br3) und die Unterspannungsanzeige ("B") werden durch D1 (siehe Stromversorgung) angesteuert.

8.6. Übersteuerungsanzeige

N18 enthält je einen Komparator für die positive und negative Halbwelle des Ausgangssignals der Ladungsstufe. Bei Überschreitung von 2 V in der einen oder anderen Richtung leuchtet B1 auf.

8.7. Stromversorgung

Die Abschaltautomatik des VM 10 wird durch den CMOS - Schwellwertschalter D1/2 gebildet, der ständig an die Batterie angeschlossen ist. Wird S1 betätigt, so ist C120 entladen und der Ausgang von D1/2 LOW; V17 leitet. Über R144 wird C120 aufgeladen, wobei die Schwellspannung von D1/2 nach etwa 2 Minuten erreicht wird. Damit schaltet D1/2 auf HIGH und V17 sperrt.

Die Batteriekontrolle wird durch den Komparator N19 gebildet, dessen Schwellspannung mit R148 eingestellt wird. Sein Ausgang wird durch D1/1 invertiert, und die Rechteckspannung von der Rückelektrode der Anzeige (BP) wird durch D1/3 entweder gleichphasig ("B" unsichtbar) oder gegenphasig ("B" sichtbar) zur Anzeige geschaltet. D1/4 invertiert BP, so daß der angeschlossene Dezimalpunkt immer sichtbar ist.

N19/2 arbeitet als Impedanzwandler für die durch R145 und R146 hergestellte Batterie - Mittenspannung (Massepotential).

9. Pflege und Wartung

Der Schwingungstester VM 10 arbeitet wartungsfrei, jedoch sind entladene Batterien sofort aus dem Gerät zu entfernen.

Da beim VM 10 keine elektrische Kalibrierung möglich ist, wird nochmals auf die jährliche Überprüfung des Gerätes mit dem Aufnehmer hingewiesen (siehe Abschnitt 6).

Allgemeine Behandlung:

- Unnötige Einwirkungen von Schmutz und Feuchtigkeit vermeiden,
- Kabel vor mechanischen Belastungen und Hitze schützen,
- Ankoppelfläche des Aufnehmers sauber halten und nicht beschädigen,
- Steckverbinder sauber halten, ggf. mit reinem Alkohol reinigen.

10. Reparaturhinweise und Abgleichvorschrift

10.1. Service und Reparaturhinweise

Treten Störungen auf, die vom Anwender nicht selbst behoben werden können oder werden Grenzwerte bei einer Überprüfung nach Abschnitt 6 überschritten so sind Gerät und Aufnehmer zur Überprüfung und evtl. Reparatur an den Hersteller einzusenden. Ausländische Kunden werden durch den Zentralen Auslandsservice des VEB Robotron - Meßelektronik "Otto Schön" betreut.

Kleinere Reparaturen und die Umstellung des Meßbereiches können von Fachkräften selbst ausgeführt werden.

Die Grundlage dafür bildet die Schaltungsbeschreibung im Abschnitt 8. und das Schaltbild im Anhang. Die Demontage und Montage des Gerätes ist in Abschnitt 7. beschrieben.

10.2. Umstellung des VM 10 auf Meßbereichsendwert 200 mm/s:

Nach dem Entfernen der Ober- und Unterschale des Gerätes werden die Lötösenpaare Br1 und Br2 auf der Grundleiterplatte verbunden. Anschließend wird auf der Anzeigeplatine Br3 aufgetrennt und rechts daneben die Verbindung hergestellt (siehe Bild 4). Nach dieser Umstellung ist eine Neukalibrierung notwendig! (siehe folgender Abschnitt)

10.3. Abgleichvorschrift

Die angegebene Reihenfolge der Einstellungen ist einzuhalten.

- Ansprechschwelle der Batteriekontrolle (R148)

VM 10 aus einem Stromversorgungsgerät mit $U_B = 6,6 \text{ V}$ speisen und R148 so einstellen, daß das "B" auf der Anzeige gerade sichtbar wird.

- Endwert der Anzeige (R24)

Verbindung zwischen Ausgang des Effektivwertbildners (Lötspunkt A auf der Grundleiterplatte) und Eingang der Anzeige auftrennen und zwischen letzterem und Masse 450 mV Gleichspannung anlegen. Mit R24 Anzeigewert 18,00 einstellen und Verbindung zum Effektivwertbildner wieder herstellen.

- Gleichrichter (R118)

Lötösen MP1 auftrennen, an MP2 Spannung gegen Masse messen und mit R118 0 mV einstellen.

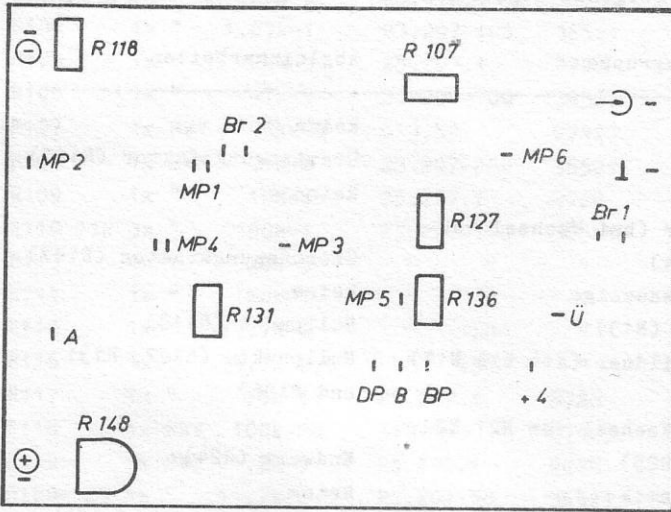
- Effektivwertbildner (R127, R131, R136)

1. Lötösen MP1 und MP4 auftrennen.
2. Mit R131 Anzeigewert 0,00 einstellen.
3. Spannung an MP3 gegen Masse messen und mit R127 den Punkt einstellen, an dem die gemessene Spannung von etwa 0 auf etwa 3,5 V springt.
4. Spannung an MP5 gegen Masse messen und mit R136 den Kippunkt wie bei 3. einstellen.
5. Verbindungen an MP1 und MP4 wieder herstellen.

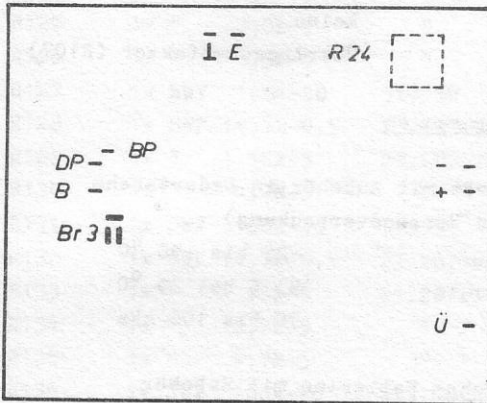
- Übertragungsfaktor

Aufnehmer an das Gerät anschließen und an Normalschwingungsmeßmittel ankoppeln. Aufnehmer mit $5,03 \text{ m/s}^2$ bei $f = 80 \text{ Hz}$ (Meßbereich 20 mm/s) bzw. mit $50,3 \text{ m/s}^2$ (Meßbereich 200 mm/s) anregen und mit R107 einen Anzeigewert von 10,00 bzw. 100,0 mm/s einstellen.

Bild 4 zeigt die Lage aller Abgleichelemente, Meßpunkte und Lötbrücken.



a) Grundleiterplatte



Br 3:  20 mm/s
 200 mm/s

b) Anzeige (Leiterseite)

Bild 4: Lage der Abgleichelemente, Meßpunkte und Lötbrücken

Nach der Reparatur einer Baugruppe oder der Meßbereichsumstellung sind folgende Abgleicharbeiten notwendig:

Reparierte Baugruppe	Abgleicharbeiten
Ladungsstufe	keine
Integrator	Übertragungsfaktor (R107)
Filter	keine
Nachverstärker (bei Wechsel von R113 oder R114)	Übertragungsfaktor (R107)
Übersteuerungsanzeige	keine
Gleichrichter (N13)	Nullpunkt (R118)
Effektivwertbildner (N14 bis N17)	Nullpunkte (R127, R131 und R136)
Anzeige (bei Wechsel von N21, N22, oder R23 bis R25)	Endwert (R24)
Abschaltautomatik	keine
Batteriekontrolle (N19/1)	Ansprechschwelle (R148)
Mittenspannung (N19/2)	keine
Meßbereichsumstellung	Übertragungsfaktor (R107)

11. Lager- und Transportbedingungen

- Transportbedingungen: (Gerät mit Zubehör in Ledertasche und Versandverpackung)

Umgebungstemperatur	-25 bis +50 °C
maximale relative Luftfeuchte	95 % bei 25 °C
Luftdruck	70 bis 106 kPa

- Lagerbedingungen: (Gerät ohne Batterien mit Zubehör in Ledertasche)

Umgebungstemperatur	0 bis 40 °C
maximale relative Luftfeuchte	80 % bei 35 °C
maximale Lagerzeit	6 Monate

12. Anhang: Stückliste der elektrischen Bauelemente

<u>Leiterplatte VM10/1</u>				<u>TGL</u>	
R101	1x SWF	47 -5	25.207.1	8728	
R102,103	2x "	220M-5	25.412.1	"	
R104	1x "	1,27k-1	23.207-100	36521	
R105	1x "	22M-5	25.207.1	8728	
R106	1x "	47k-5	23.207-100	36521	
R107	1x SWV	100k-20	513.59	27423	
R108	1x SWF	1M-2	23.207-200	36521	
R109	1x "	10M-5	25.207.1	8728	
R110-112	3x "	100k-1	23.207-100	36521	
R113	1x "	20k-5	" "	"	
R114	1x "	100k-1	" "	"	
R115	1x "	1,21M-2	" -200	"	
R116	1x "	14,7k-0,5	" -50	"	
R117	1x "	15k-5	25.207.1	8728	
R118	1x SWV	100k-20	513.59	27423	
R119	1x SWF	1,2M-5	25.207.1	8728	
R120-123	4x "	14,7k-0,5	23.207-50	36521	
R124	1x "	2,2k-5	25.207.1	8728	
R125	1x "	7,5k-5	"	"	
R126	1x "	3,3M-5	"	"	
R127	1x SWV	100k-20	513.59	27423	
R128	1x SWF	14,7k-0,5	23.207-50	36521	
R129	1x "	15k-5	25.207.1	8728	
R130	1x "	4,7M-5	"	"	
R131	1x SWV	100k-20	513.59	27423	
R132	1x SWF	14,7k-0,5	23.207-50	36521	
R133	1x "	15k-5	25.207.1	8728	
R134	1x "	2,2k-5	"	"	
R135	1x "	4,7M-5	"	"	
R136	1x SWV	100k-20	513.59	27423	
R137	1x SWF	100k-2	23.207-200	36521	
R138	1x "	100k-2	" "	"	
R139	1x "	100k-2	" "	"	
R140	1x "	100k-2	" "	"	
R141	1x "	1M-5	25.207.1	8728	
R142	1x "	10M-5	"	"	
R143	1x "	10k-5	"	"	

R144	1x SWF	2,7M-5	25.207.1	8728
R145-146	2x "	100k-2	23.207-200	36521
R147	1x "	47k-5	" "	"
R148	1x SWV	22k-20	593.1012	34064
R149	1x SWF	27k-5	23.207-200	36521
R150	1x "	10k-5	25.207.1	8728
C101-102	2x KS-Kond.		12700/1/25	38158
C103	1x "		787/1/25	"
C104	1x "		7150/1/25	"
C105	1x Elko		2,2/80	38928
C106	1x KS-Kond.		10000/2/25	38158
C107	1x KT-Kond.		0,047/5/160	39013
C108-109	2x KS-Kond.		47000/1/25	38158
C110-111	2x Scheibenk.EDVU-Z-100/80-63			35781
C112	1x KS-Kond.		5110/2/25	38158
C113	1x "		442/1/25	"
C114	1x "		2490/2/25	"
C115-116	2x Elko		22/25	38928
C117-118	2x Scheibenk.EDVU-Z-100/80-63			35781
C119	1x Elko		47/25	38908
C120	1x T-Kond.		47/10	38965
C121	1x Scheibenk.EDVU-Z-100/80-63			35781
C122	1x Elko		1/80	38928
V11	1x Diode		SA 418	
V12-13	2x "		SAY 20 B	
V14	1x "		SAY 20 L2/4	
V15	1x "		SAY 20 B	
V16	1x "		SZX 21/5,1	
V17	1x Transistor		SC 307e	
N11	1x Schaltkreis		B081D	
N12	1x "		B064D	
N13	1x "		B176D	
N14	1x "		B340De	
N15-17	3x "		B176D	
N18-19	2x "		B062D	
D1	1x "		V4030D	
S1	1x Schiebetastenschalter			
	Bv	0642.220-60101-98479		