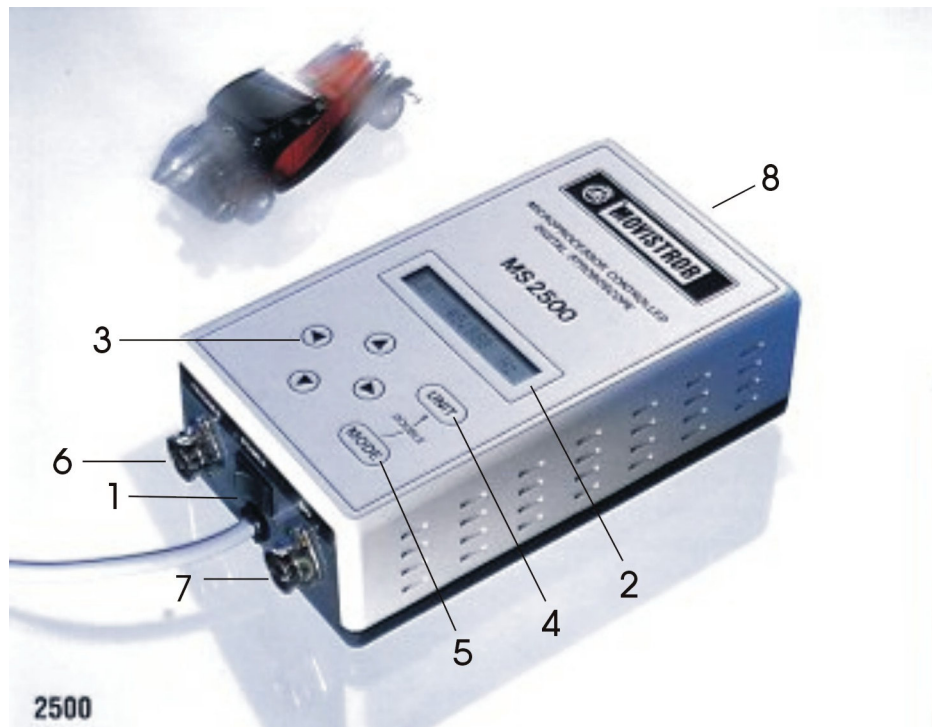


BENUTZERHANDBUCH

Digital MOVISTROB

MS - 2500



Einleitung

Das Stroboskop dient zur Beobachtung des Bewegungsablaufes schneller periodischer bzw. quasiperiodischer Vorgänge (beispielsweise bei rotierenden oder schwingenden Objekten) sowie zur verbindungslosen und leistungslosen Messung von Drehzahlen oder Schwingungsfrequenzen. Darüber hinaus eignet sich das Stroboskop als Lichtquelle für Kurzzeitfotografie, mit deren Hilfe sich auch schnelle nichtperiodische Vorgänge erfassen lassen. Digital gesteuerte Stroboskope bieten eine Vielzahl von Vorteilen gegenüber den herkömmlichen Standardgeräten und zeichnen sich besonders aus durch eine.....

- ◆ **große Langzeitkonstanz und Temperaturstabilität der erzeugten Blitzfrequenz**
- ◆ **hohe Meßgenauigkeit bei entsprechend hoher Zeitauflösung**
- ◆ **gute Bedienungsfreundlichkeit**
- ◆ **geringe Wartung**
- ◆ **kompakte Bauweise**

Jedes MOVISTROB[®] Erzeugnis durchläuft in seinen verschiedenen Produktionsphasen mehrfache Fertigungskontrollen und wird vor Verlassen des Werkes nochmals einer sorgfältigen Funktions- und Qualitätsprüfung unterzogen. Auch das hier gelieferte MOVISTROB[®] Produkt befindet sich in einem unseren hohen Qualitätsanforderungen entsprechenden funktionsfähigen Zustand. Alle technisch relevanten Daten über dieses Stroboskop sind elektronisch archiviert und jederzeit greifbar.

Das Gerät kann somit nach Anschluß an das auf dem Typenschild vorgegebene Stromnetz unverzüglich in Betrieb genommen werden.

Die MOVISTROB[®] Type 2500 ist mit einer leistungsfähigen Lichtquelle von hoher Intensität und langer Lebensdauer ausgestattet. Die max. Blitzfrequenz der XENON-Hochleistungsröhre beträgt 300 Hz entsprechend 18.000 min⁻¹.

Die Lichtintensität liegt bei ca. 450 Lux in Lichtachse bei einem Abstand von 50 cm vom Reflektor.

Die mittlere Blitzdauer der mit Schutzkolben versehenen Weißlichtröhre beträgt ca. 6 µs.

Das Geräte ist mit einem fest angeschlossenen Netzkabel mit Schukostecker versehen.

Hinweis

Wir empfehlen Ihnen dringend, die nachfolgende Bedienungsanleitung aufmerksam und sorgfältig durchzulesen. Sie enthält neben der Funktionsbeschreibung u.a. auch wichtige Gefahrenhinweise, technische Informationen sowie Anwendungsanregungen.

Wir machen darauf aufmerksam, daß Garantieansprüche nicht geltend gemacht werden können, wenn die festgestellten Beanstandungen oder Defekte durch unsachgemäße Behandlung oder Betriebsnahme verursacht oder eigenmächtige Veränderungen oder Eingriffe an unserem Produkt nachweisbar sind.

Gefahrenhinweis !!

**Der stroboskopische Effekt kann ungeschulte Beobachter dazu verleiten, sich dem Bewegungsobjekt unvorsichtig zu nähern oder dieses gar zu berühren. Solche Personen rechtzeitig warnen!
Auch kann bei längerer Beobachtungsdauer das Gefühl für die Objektgeschwindigkeit verloren gehen.
Daher Konzentration bewahren und ggfs. Beobachtungspausen einlegen.**

Warnung !

**Bei bestimmten Blitzfrequenzen können u.U. epileptische Anfälle ausgelöst werden.
Epileptiker oder epilepsiegefährdete Personen sollten bei Betrieb eines Stroboskopes frühzeitig gewarnt bzw. vom stroboskopischen Ausleuchtungsbereich ferngehalten werden.**

Achtung !

Gerät darf nur von Fachpersonal oder durch den Hersteller geöffnet werden.

1 Kurzbeschreibung der Anschluß-, Bedienungs- und Anzeigeelemente

1.1 Betriebsschalter

Der Kippschalter (POWER) für die EIN/AUS-Schaltung des Gerätes befindet sich auf der Frontseite. Die Schalterstellung wird durch einen roten Ring angezeigt.

1.2 LC-Display

dient zu Anzeige der Meßergebnisse und gewählten Betriebsarten

1.3 Pfeiltasten

bewegen den Cursor, ermöglichen Zahleneingaben und lösen in der Betriebsart "MEASURE" den Blitz aus.

1.4 Einheitentaste UNIT

dient zum Wechseln der Maßeinheiten und löst in Verbindung mit der Modustaste (5) in der Funktionsart **GENERATE** die Doppelblitzfunktion aus.

1.5 Modustaste MODE

wechselt in das Menü und aktiviert Funktionen aus dem Menü

1.6 Renkverschluß-Diodenbuchse für Fremdtriggenung TRIGGER

Die 7-polige Diodenbuchse dient zum Anschluß eines Gebers zur externen Triggenung und gleichzeitig als Synchronausgang.

1.7 Renkverschluß-Diodenbuchse für das serielle Ein- und Ausgangssignal SIO

Die 4-polige Diodenbuchse dient zum Anschluß eines seriellen Datenkabels.

1.8 Blitzröhre mit Klarsichtvorsatz

Die Xenon-Blitzröhre (Typ longlife) sitzt in einem in das Gehäuse einbezogenen Reflektor, der nach außen mit einer durchsichtigen Kunststoffkappe abgedeckt ist. Diese kann durch Lösen der zwei Kunststoffschrauben mit dem Rotlichtvorsatz 2000.11 ausgetauscht werden. Hierdurch wird eine Kontraststeigerung gegenüber dem Tageslicht bewirkt. Ferner ist Rotlicht bei langzeitiger Beobachtung augenschonender und weniger ermüdend. Die Form des generierten Lichtimpulses ist innerhalb eines Frequenzbereiches von der eingestellten Frequenz weitgehend unabhängig. Hingegen werden beim automatischen Umschalten vom hohen in den niedrigen Bereich Impulshöhe und -dauer in einem gewissen Umfang vergrößert. Da die Impulsdauer im Mittel nur ca. 5 µs beträgt, ergibt sich auch bei relativ hohen Objektgeschwindigkeiten für den Beobachter keine Bewegungsunschärfe.

2. Menüstruktur und Auswahl der Betriebsarten

Alle Betriebsarten des Stroboskops können im Menü ausgewählt werden. Nach dem Einschalten des Gerätes ist die Standardbetriebsart eingestellt, die mit **STORE** abgespeichert wurde.

Mit der Modustaste wird aus einer Betriebsart in das Menü gewechselt. In der Anzeige erscheint dann die Einstellung der letzten Betriebsart. Der Cursor kann auf einen Bezeichner gestellt werden (◀ ▶) und der Bezeichner kann gewechselt werden (▲ ▼). Die so eingestellte Betriebsart wird nach nochmaligem Betätigen der Modustaste aktiviert.

Die Anzeige hat dann z.B. in **MEASURE** folgenden Aufbau:

		LM	49.983	Hz
		⌘	⌘	⌘
Triggenung	↔	Betriebsart	Meßwert	Maßeinheit
Line / Extern		Phase/set/ Measure/Generate		Rpm/Hz/ms ⁰

2.1 Bedeutung der Bezeichner:

LINE	- Triggersignal ist die Netzfrequenz
EXTERN	- Triggersignal kommt vom externen Eingang
MEASURE	- die Triggerfrequenz wird in den verschiedenen Einheiten gemessen
GENERATE	- Erzeugen einer Blitzfrequenz
PHASE	- Blitzen mit einstellbarer Phasenverschiebung zum Triggersignal
SET	- Nullpunkt des Phasenschiebers setzen
MOV	- Phase schieben relativ zum ggf. zuvor veränderten Nullpunkt
STORE	- Abspeichern der Konfiguration
SERIAL	- Parameter des seriellen Interfaces einstellen

2.2 Eingeben von Zahlen

In der Betriebsart **GENERATE** und **PHASE** wird zum Eingeben von Zahlenwerten der Cursor unter eine Ziffer bewegt (◀ ▶). Die Ziffer kann dann auf und abgezählt werden (▲ ▼). Ein Über- bzw. Unterlauf der Ziffer wird bis zum Anfang der Zahl weitergeführt.

Eine Wiederholungsfunktion schaltet sich ein, wenn die Taste gedrückt bleibt. Das ist z.B. im Modus **GENERATE** nützlich, wenn man auf die Frequenz eines Objektes abgleichen möchte. Die Zählggeschwindigkeit wird kontinuierlich bis auf einen Maximalwert gesteigert. Bei einer Eingabe, die zu einem Zahlenwert außerhalb der zulässigen Grenzen führen würde, erscheint einer der Grenzwerte. Bei der Eingabe in der Einheit **ms** kann der Cursor zwar unter nicht angezeigte Ziffern bewegt werden; Eingaben lassen sich jedoch nicht ausführen, da die Genauigkeit des Gerätes diese Stellen nicht mehr zuläßt.

3. Die Betriebsarten im Einzelnen

3.1 Frequenzen messen in MEASURE

Diese Betriebsart ermöglicht eine genaue Drehzahlmessung. Die Genauigkeit der Messung beträgt 10° (0.001%), d.h. es werden 5 genaue Stellen angezeigt. Die Meßanzeige wird ca. alle 0.8 s aktualisiert.

Die Meßeinheit kann durch Betätigen der Einheitentaste (**UNIT**) zyklisch in **Rpm**, **Hz** oder **ms** verändert werden.

3.2 Triggerung LINE/EXTERN

Die Triggerung kann im Menü entweder auf die Netzfrequenz (**LINE**) oder auf das externe Signal (**EXTERN**) eingestellt werden.

Bei externer Triggerung muß am externen Eingang ein Geber angeschlossen sein (z.B. Infrarot-Reflektionsgeber **Typ 910**, Induktivgeber **Typ 915**). Das Signal sollte dabei möglichst von Störungen befreit sein, um genaue Meßergebnisse zu erzielen.

Grenzwerte

Die Frequenz des externen Triggersignals darf innerhalb von 0.9 Hz und 1.66 Hz liegen. Beim Verlassen dieses Bereiches bleibt der letzte gemessene Wert in der Anzeige bestehen, und es erscheint auf der linken Seite ein Pfeil nach oben bzw. nach unten.

3.3 Zuschalten der Blitzlampe

Der Blitz kann zu Kontrollzwecken durch Betätigen einer der Pfeiltasten zugeschaltet werden. Bei Frequenzen über 300 Hz beträgt die Blitzfrequenz nur noch einen ganzzahligen Teil der externen Signalfrequenz, um eine Überlastung der Röhre zu vermeiden.

3.4 Phase verschieben in PHASE

Das Stroboskop kann in dieser Betriebsart in Abhängigkeit der im Menü eingestellten Triggerart (**EXTERN/LINE**) synchron zur Netzfrequenz oder zu einem externen Signal blitzen. Es ist möglich, eine Phasenverschiebung von 0.0° bis 359.0° in 0.1° -Schritten einzustellen, unabhängig von der Frequenz im Bereich 1 Hz bis 300 Hz.

Dadurch kann man eine Phase, die dem eingestellten Winkel zugeordnet ist, aus dem periodischen Bewegungsablauf des Objektes herausgreifen und als stehendes Bild betrachten.

3.5 Eingabe der Phase in ms

Zusätzlich besteht die Möglichkeit, durch Betätigen der Einheitentaste (**UNIT**) die Phasenverschiebung als Zeitverzug zwischen Triggerflanke und Blitz einzustellen. Der zuvor angezeigte Phasenwinkel wird dann in eine Zeit umgerechnet. Die Verzugszeit läßt sich von 0.000 ms bis 1000.00 ms einstellen. Nach der Umschaltung in die Einheit „°“ erscheint wieder der zuvor eingestellte Phasenwinkel.

3.6 Absoluten Nullpunkt setzen

Den absoluten Nullpunkt des Phasenschiebers kann man verändern, indem man im Menü „**MOV**“ durch „**SET**“ ersetzt. Die Anzeige hat anschließend z.B. in der Betriebsart **PHASE** folgendes Aussehen:

SL 212.0 °

Es kann jetzt der absolute Nullpunkt eingestellt werden.

Alle unter „**MOV**“ eingegebenen Winkel beziehen sich dann relativ auf diesen Winkel.

3.7 Triggerung LINE/EXTERN

Analog zur Betriebsart **MEASURE** kann die Triggerung auf **EXTERN** oder **LINE** gestellt werden (siehe auch Triggerung **LINE/EXTERN**).

Grenzwerte

Der digitale Phasenschieber arbeitet im Frequenzbereich von ca. 0.9 Hz bis 302 Hz. Es erscheinen wie in **MEASURE** Pfeilsymbole, wenn der Bereich verlassen wird. Der Blitz wird bei zu hoher Frequenz abgeschaltet und somit die Röhre vor Überlastung geschützt.

Analog zur Betriebsart **GENERATE** wird zwischen 65 Hz und 70 Hz die Leistung der Blitzlampe umgeschaltet. Dadurch wird bei niedrigen Frequenzen eine größere Helligkeit erzielt. Die Leistung wird nur dann umgeschaltet, wenn das Triggersignal einigermaßen stabil ist, um ständiges Schalten zu verhindern.

3.8 Blitzfrequenz erzeugen in **GENERATE**

In dieser Betriebsart erzeugt das Gerät Blitzfrequenzen im Bereich von 1 Hz bis 300 Hz.

Die Frequenz kann im gesamten Bereich mit einer Genauigkeit von 0.01 Hz über die Pfeiltasten eingegeben werden.

Bei einer Blitzfrequenz, die nicht genau auf die Drehzahl eines beobachteten Objektes eingestellt wird, ergibt sich ein Zeitlupeneffekt des Bewegungsablaufes.

Wie in der Betriebsart **PHASE** wird auch hier die Leistung der Blitzlampe bei Frequenzen von 65 Hz bis 70 Hz angepaßt.

Die Hysterese vermeidet ein häufiges Wechseln bei Frequenzeinstellungen in der Nähe des Umschaltbereichs.

3.9 Einheiten **RPM, Hz, ms**

Mit der Einheitentaste (**UNIT**) wird die Maßeinheit, in der alle Zahleneingaben erfolgen, zyklisch in **RPM, Hz** oder **ms** festgelegt. Der angezeigte Wert wird dann in die neue Einheit umgerechnet.

3.10 Doppelblitz

Die Doppelblitzfunktion wird aktiviert, wenn die Modustaste (**MODE**) gedrückt gehalten bleibt. In der Anzeige erscheint jetzt „**SINGLE**“. Der Doppelblitz kann dann für ca. 1.1 ms mit der Einheitentaste (**UNIT**) ausgelöst werden. In der Anzeige erscheint jetzt „**DOUBLE**“.

Die normale Anzeige wird nach dem Loslassen der Modustaste wieder hergestellt.

Die Funktion erleichtert das Einstellen auf die Drehzahl des beobachteten Objektes. Die Blitzfrequenz wird so eingestellt, daß sich ein stehendes Einzelbild ergibt. Wird dann der Doppelblitz ausgelöst, so muß sich auch ein Doppelbild des Objektes ergeben.

Die erzeugte Frequenz liegt um ein ganzzahliges Vielfaches unter der des beobachteten Objektes, wenn sich wieder nur ein Einzelbild ergibt.

4. Das serielle RS232 Interface

4.1 Einführung

Am Stroboskop stehen ein serieller Ein- und Ausgangskanal zur Verfügung. Die ausgegebenen Daten können von einem Computer weiterverarbeitet werden. Ebenso ist es möglich, das Stroboskop durch den Computer zu steuern. Auf diese Weise läßt sich das Stroboskop z.B. in einen automatisierten Meßplatz mit einbeziehen.

Das serielle Übertragungsformat der Kanäle kann durch das Stroboskop angepaßt werden.

4.2 Daten am seriellen Ausgang

Am seriellen Ausgang werden alle Zahlenwerte, die im LC-Display erscheinen, mit Maßeinheit als Zeichenfolge im ASCII-Code ausgegeben. Die Ausgabe läßt sich mit jedem Terminalprogramm betrachten. Die Maßeinheit wird dabei, durch ein Leerzeichen getrennt, nach dem Zahlenwert gesendet und durch folgende Abkürzungen ersetzt:

Hz → H
Rpm → R
ms → M
° → G

Die Zeichenfolge wird mit einem CR (Carriage Return, Dezimal 13) eingeleitet.

Beispiel: Folge am seriellen Ausgang: **[CR]19.986 M → 19.986 ms**

4.3 Steueranweisungen

Das Stroboskop läßt sich durch Steueranweisungen am seriellen Eingangskanal bedienen.

Die Anweisungen werden als eine ASCII-Zeichenkette, bestehend aus einem Kürzel und einer evtl. folgenden Dezimalzahl mit oder ohne Komma, gesendet.

Die Anweisungen müssen mit einem CR (Carriage Return, Dezimal 13) abgeschlossen werden.

Ein Zahlenwert wird in der aktuell eingestellten Einheit aufgefaßt.

Betriebsart wechseln:

MME	MODE	MEASURE	EXTERN
MML			LINE
MPE		PHASE	EXTERN
MPL			LINE
MG		GENERATE	

In der jeweiligen Betriebsart:

Vxxxxx.xxxx	VALUE	-	Zahlenwert senden
UH	UNIT	-	Einheit Hz
UR			Rpm
UM			ms
UG			°
D	DOUBLE	-	Doppelblitz
Zxxxxx.xxxx	ZERO	-	Nullwinkel absolut
Z			relativ

4.4 Festlegen der Übertragungsparameter in SERIAL

Um das serielle Interface zu konfigurieren wird im Menü der Punkt SERIAL aufgerufen. Es wird dann die aktuelle Einstellung von Übertragungsgeschwindigkeit und Datenformat angezeigt. Der Cursor kann unter das Baudratenfeld oder das Formatfeld gesetzt werden (\leftarrow \rightarrow). Die Felder können dann verändert werden (\wedge \vee). Es stehen die gängigen Baudraten von 110 Bd bis 19200 Bd zur Verfügung.

Das Format setzt sich folgendermaßen zusammen:

8 N 1
χ
Datenbits ↔ Parität ↔ Stopbits
7/8 N - None 1/2
 O - Odd
 E - Even

Um eine sichere Datenübertragung bei hohen Übertragungsraten zu gewähren, sollte die Länge der Datenleitungen an der seriellen Buchse nicht zu groß sein. Die verwendbare Leitungslänge ist unter anderem von der Leitungskapazität abhängig (der RS 232-Standard empfiehlt kleiner als 2500pF). Es sollte zusätzlich ein abgeschirmtes Kabel verwendet werden. Bei Übertragungsproblemen kann es hilfreich sein, die Baudrate zu senken.

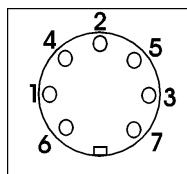
5. Abspeichern aller Einstellungen in STORE

Alle momentanen Einstellungen wie z.B. die Triggerung oder Zahlenwerte des Gerätes werden durch Aufruf des Menüpunktes **STORE** abgespeichert (mit der Modustaste). Sie gelten dann als Standardeinstellung nach dem Einschalten des Gerätes. Zudem wird nach dem Einschalten automatisch die Betriebsart aktiv, die vor dem Abspeichern zuletzt aktiv war.

6. Beschreibung der Ein-und Ausgänge

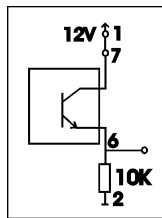
Der Anschluß eines externen Gebers erfolgt über einen 7-poligen Diodenstecker mit Renkverschluß. Die Buchse für externe Triggerung und Synchronausgang ist folgendermaßen belegt:

1. +12 V / max. 200 mA
2. Signalmasse
3. +12 V über 150Kohm für Schaltkontakt
4. Eingang (2.5Vss - 50Vss; Re ≈ 50 Kohm)
5. Signalmasse
6. Ausgang OPTO - E
7. Ausgang OPTO - C



Bei externer Triggerung mit einer Fremdspannung sollte der Spitzenwert 50 V nicht übersteigen.

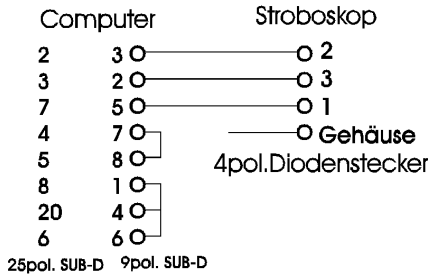
Ein aktiv high
Synchronsignal kann
z.B. auf nebenstehende
Weise gewonnen werden:



Belegung der Buchse des seriellen Interfaces für einen Diodenstecker mit Renkverschluß:

- 1 Signalmasse
- 2 seriell ein
- 3 seriell aus
- 4 /

6.1 Das serielle Datenkabel



7. Messung von Frequenzen und Drehzahlen

Zur Messung von Schwingungsfrequenzen oder Drehzahlen stellt man die Blitzfrequenz so ein, daß sich ein stehendes Bild des Bewegungsobjektes ergibt. Rotierende Teile versieht man zweckmäßig mit einer exzentrischen Beobachtungsmarke, und zwar so, daß diese während der gesamten Umdrehung im geometrischen Bereich des (intermittierenden) Lichtbündels verweilt.

Vielfach sind auch natürliche Markierungen wie z.B. Riefen, Schlitze, Schrauben oder sonstige Macken vorhanden, die dem Auge des Betrachters einen festen Bezugspunkt bieten können.

Um eindeutig von der eingestellten Blitzfrequenz f auf die Bewegungsfrequenz (Drehzahl) v schließen zu können, beginnt man zweckmäßigerweise mit der höchsten Blitzfrequenz f_{max} des Stroboskopes und verringert diese soweit, bis sich für eine Frequenz $f = f^*$ erstmals ein stehendes Bild ergibt. Die Beobachtungsmarke darf dabei nur einmal im Bild erscheinen.

Ist $f^* = 0,5 f_{max}$, so gilt mit Sicherheit $f^* = v$. Voraussetzung hierfür ist, daß beim Herunterfahren der Blitzfrequenz kein stehendes Bild übersehen wurde. Es empfiehlt sich deshalb, die Frequenzänderung langsam und konzentriert vorzunehmen.

Zur Kontrolle kann man die Frequenz nochmals langsam von f^* auf $2 f^*$ erhöhen. In diesem Bereich darf dann kein stehendes Bild mit nur einer Marke erscheinen. Für $f = 2 f^*$ müssen folglich zwei gegenüberliegende Marken erscheinen. In diesem Fall wird das Objekt dann pro Umdrehung zweimal, um 180° versetzt, angeblitzt.

Messungen sind somit für alle im Frequenzbereich des Stroboskopes liegenden Bewegungsfrequenzen

150 U/min = v = 18000 U/min durchführbar.

Es können jedoch auch Bewegungsfrequenzen von über dem max. Bereich des Stroboskopes hinausgehende Drehzahlen und Schwingungen $v > f_{max}$ ermittelt werden.

Das folgende Verfahren kann hierzu angewandt werden:

Man ermittelt zunächst zwei benachbarte Blitzfrequenzen $f_n = v/n$ und $f_{n+1} = v/(n+1)$, die stehende Bilder des Objektes ergeben. Daraus errechnet sich die gesuchte Drehzahl v des Objektes gemäß Formel

$$v = f_n \cdot f_{n+1} : f_n - f_{n+1}$$

Soll umgekehrt eine Bewegungsfrequenz (Drehzahl) v auf eine vorgegebene Blitzfrequenz f eingestellt werden, so gehe man von einer mit Sicherheit unter der Blitzfrequenz liegenden Bewegungsfrequenz aus und erhöht diese langsam, bis sich erstmals ein stehendes Bild des (wahren) Objektes ergibt. Es ist dann $v = f$.

8. Auswechseln der Blitzröhre

Zündet die Blitzröhre nicht mehr regelmäßig („Stottern“) oder setzt sie teilweise ganz aus, so ist das Ende ihrer Lebensdauer erreicht. Die mittlere Betriebsdauer (reine Anschaltzeit) liegt bei ca. 250 Stunden. Der Austausch von Blitzröhren muß immer bei vom Netz getrennten Gerät erfolgen. Zum Abkühlen der Blitzröhre sowie zum selbsttätigen Entladen der Zündkondensatoren sollte eine Wartezeit von ca. 3 Minuten eingehalten werden. Danach wird zunächst der von 2 Schrauben gehaltene Klarsichtvorsatz entfernt. Die Röhre ist nun zugänglich und sollte vorsichtig ohne Anwendung von Gewalt nach vorn abgezogen werden. Nach dem Einsetzen der neuen Röhre (unverwechselbarer Drei-Stift-Sockel) sind ggfs. Fingerabdrücke mit einem Lappen zu entfernen. Es kann bis zu 1 Betriebsstunde dauern, ehe die neue Röhre einwandfrei, d.h. ohne zu stottern, arbeitet.

9. Technische Daten

Triggerung des Blitzes:	- intern durch quarzstabilen Generator - synchron zur Netzfrequenz - extern durch Signal: positiv flankengetriggert; Eingang potentialfrei $0.9 \text{ Hz} < f < 1.66 \text{ kHz}$; $0.5 < U < 50 \text{ V}$; $(R \approx 50 \text{ k}\Omega)$
Frequenzgenerator:	Auflösung: 0.01 Hz Frequenzbereich: $1 \text{ Hz} \leq f \leq 300 \text{ Hz}$ Meßeinheiten: Hz, RPM, ms Doppelblitz für ca. 1.1 s
Frequenzmessung:	Genauigkeit: $f = 10$ Frequenzbereich: $0.9 \text{ Hz} < f < 1.66 \text{ kHz}$ Meßeinheiten: Hz, RPM, ms
Phasenschieber:	in °: Auflösung: 0.1° ; Bereich $0^\circ \leq \phi \leq 359.9^\circ$ in ms: max Auflösung: $1 \mu\text{s}$; Bereich: $0 \text{ ms} \leq t \leq 1000 \text{ ms}$ Frequenzbereich: $0.9 \text{ Hz} < f < 302 \text{ Hz}$ / Blitzabschaltung bei zu hoher Frequenz, Nullpunkt des Phasenschiebers ist veränderbar
Bedienführung:	menüorientiert
Datenspeicherung:	Alle Einstellungen können abgespeichert werden.
Seriell Interface:	serieller Eingang und Ausgang Datenaustausch über Zweidrahtleitung Signalpegel: RS 232 Standard
Baudraten:	110Bd, 150Bd, 300Bd, 600Bd, 1200Bd, 2400Bd, 4800Bd, 9600Bd, 19200Bd
Formate:	8N1, 801, 8E1, 701, 7E1, 702, 7E2
Impulsausgang:	potentialfrei, Optokoppler (Emitter, Collector); 12V DC max. 200mA an der Triggerbuchse verfügbar
Display:	16 Zeichen, eine Zeile
Blitzlampe:	Xenon-longlife, steckbar,
Blitzdauer:	$2 \mu\text{s}$ bis $6 \mu\text{s}$
Lichtstärke:	ca. 450 LUX
Blitzleistungsanpassung:	bei 65Hz bis 70 Hz (bei externer Triggerung nur bei stabiler Frequenz)
Betriebsspannung:	90V bis 240V; Netzfrequenz mindestens 50Hz oder Gleichspannung von 100V bis 340V; falls das Gerät bei Gleichspannung nicht funktioniert, muß der Netzstecker um 180° gedreht angeschlossen werden
Leistungsaufnahme:	max. 30W
Fehlergrenze über den gesamten Bereich:	$< \pm 1\%$
Lagertemperatur:	von -20°C bis 70°C
Abmessungen:	B=110 mm; L=206 mm; H=63 mm
Gewicht:	ca. 0.9 kg

Technische Änderung vorbehalten