

Bedienungsanleitung

Schwingungs- überwachung

M14

gültig ab Version 00x.011



Manfred Weber

Metra Mess- und Frequenztechnik in Radebeul e.K.

Meissner Str. 58 - D-01445 Radebeul

Tel. +49-351 849 21 04 Fax +49-351 849 21 69

Email: Info@MMF.de Internet: www.MMF.de

Herausgeber:

Manfred Weber

Metra Mess- und Frequenztechnik in Radebeul e.K.

Meißner Str. 58

D-01445 Radebeul

Tel. 0351-836 2191

Fax 0351-836 2940

Email Info@MMF.de

Internet www.MMF.de

Hinweis: Die jeweils aktuellste Fassung dieser Anleitung finden Sie als PDF unter
<https://mmf.de/produktliteratur>

Änderungen vorbehalten.

© 2024 Manfred Weber Metra Mess- und Frequenztechnik in Radebeul e.K.

Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung.

Inhalt

1. Bedien- und Anzeigeelemente im Überblick.....	1
2. Verwendungszweck.....	2
Messgrößen.....	2
Schnittstellen.....	2
Ausgänge.....	2
Anzeigen.....	2
3. Funktionsweise.....	3
Sensoreingang.....	3
Sensorempfindlichkeit.....	3
Verstärker.....	3
Filter.....	3
Integration.....	3
Effektivwertbildung.....	3
Spitzenwertbildung.....	3
Frequenzanalyse (FFT).....	3
Alarmrelais.....	3
Pegelanzeige.....	4
AC-Ausgang.....	4
Übersteuerungsanzeige.....	4
Sensorkontrolle.....	4
Spannungsversorgung.....	4
Schnittstellen.....	4
4. Installation.....	5
4.1 Auswahl der Messpunkte.....	5
Sensoranbringung.....	5
DIN/ISO 20816-1.....	6
4.2 Montage.....	7
DIN-Schiene.....	8
Busverbinder.....	8
4.3 Anschluss.....	9
Klemmen.....	9
Versorgungsspannung.....	9
Sensoreingang.....	9
Relaisausgänge.....	10
Stromschleife.....	10
AC-Signalausgang.....	11
5. Anzeigen.....	12
Übersteuerung.....	12
Balkenanzeige.....	12
IEPE-LED.....	12
Optionale Stromschleifenanzeige.....	12
6. Einstellungen.....	15
6.1 Allgemeines.....	15
6.2 Parametrier- und Messprogramm.....	15
6.2.1 Installation.....	15
Gerätetreiber.....	15
PC-Software installieren.....	16
6.2.2 Einstellmenü.....	16

Verbindung über USB.....	17
Verbindung über RS-485.....	18
Gerätedaten.....	18
Speichern und Laden von Einstellungen.....	18
Standardeinstellungen.....	18
6.2.3 Sensoreinstellungen.....	19
IEPE-Versorgung.....	19
Empfindlichkeit.....	19
6.2.4 Verstärkung.....	19
6.2.5 Filter und Integration.....	19
6.2.6 Einstellungen für die Relaisausgänge.....	20
Alarmgrenze.....	20
Warngrenze.....	20
Schaltmodus.....	20
Verzögerungen.....	20
Relais bei Übersteuerung und Sensorfehler.....	22
6.2.7 4-20 mA-Stromschleife.....	22
Stromschleife bei FFT.....	22
6.2.8 Überwachungsmodi.....	22
7. Messfunktionen.....	23
7.1 Effektiv- und Spitzenwertmessung.....	23
Effektiv- und Spitzenwertmessung.....	23
Plotter.....	23
Datenexport.....	24
7.2 Frequenzanalyse.....	24
Frequenzanalyse.....	24
Datenexport.....	25
8. Teach-In-Funktion für die Alarmgrenzen.....	25
RMS-/Peak-Teach-in.....	25
FFT-Teach-in.....	25
9. Anbindung des M14 über die Schnittstellen.....	26
9.1 Überblick.....	26
9.2 USB-Kommunikation im CDC-Modus.....	27
Befehlsformat.....	27
Gerätename.....	27
Kalibrierdatum.....	27
Kalibrierwerte.....	27
Messmodus.....	27
Filter / Integrator.....	27
Verstärkung.....	27
FFT abrufen.....	28
Werksreset.....	28
Teach-in-Faktor.....	28
Alarmschwelle.....	28
Effektiv- und Spitzenwert abrufen.....	29
Hauptfrequenz und -amplitude abrufen.....	29
FFT-Grenzwerte.....	30
RS-485-Baudrate.....	30
Relaiseinstellungen.....	30
Sensorempfindlichkeit.....	30

IEPE-Versorgung.....	30
Warngrenze.....	30
Einstellungen abfragen.....	30
MODBUS-Adresse (RS-485).....	32
Geräteerkennung.....	32
9.3 RS-485-Kommunikation im ASCII-Modus.....	32
9.4 MODBUS RTU.....	34
Gültig ab Version 00x.011.....	34
10. Kalibrierung.....	38
Werksabgleich.....	38
Schwingungskalibrator.....	38
11. Firmwareupdate.....	38
12. Anhang: Messung von Maschinenschwingungen.....	39
12.1 Schwingstärkemessung für Unwuchtvibration.....	39
DIN/ISO 20816-1.....	39
12.2 Wälzlagerüberwachung.....	40
Allgemeines.....	40
Crest-Faktor.....	40
Diagnose-Kennzahl nach Sturm.....	41
13. Technische Daten.....	42

Anlagen: Garantie
CE-Konformitätserklärung

1. Bedien- und Anzeigeelemente im Überblick

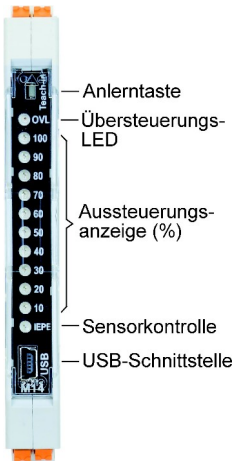


Bild 1: Frontansicht

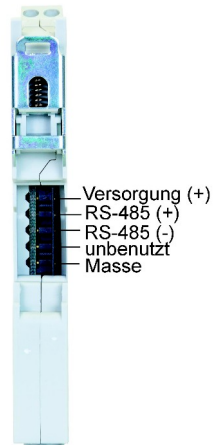


Bild 2: Rückansicht

Hinten: Masse/ Masse/ 4-20 mA (+)/
Vorn: Sensoreingang Versorgung (+) 4-20 mA (-)



Hinten: Relaisausgang 1 Relaisausgang 2 Masse
Vorn: Relaisausgang 1 Relaisausgang 2 Signalausgang

Bild 3: Anschlüsse

2. Verwendungszweck

Das M14 eignet sich für vielfältige Aufgaben der Schwingungsmessung und -überwachung. Typische Einsatzfälle liegen in der Laufruheüberwachung an rotierenden Maschinen nach DIN/ISO 20816 sowie in der Wälzlagerüberwachung. Dem Wartungstechniker gibt das M14 die Möglichkeit, Verschleißerscheinungen frühzeitig zu erkennen und größeren Folgeschäden vorzubeugen. Somit können Kosten gespart und Produktionsausfälle verhindert werden. Ebenso eignet sich das Gerät für Aufgaben in der Prozesssteuerung und Qualitätssicherung. Durch seine flexiblen Einstellmöglichkeiten lässt es sich optimal an den Einsatzfall anpassen. Das M14 stellt standardisierte Messwerte für die Weiterverarbeitung zur Verfügung.

Messgrößen Das M14 ist für den Betrieb mit einem IEPE-kompatiblen piezoelektrischen Beschleunigungsaufnehmer ausgelegt. Es eignet sich zur Messung und Überwachung folgender Schwinggrößen:

- Schwingbeschleunigung (ohne Integration)
- Schwinggeschwindigkeit (mit Einfachintegration)

Zahlreiche digitale Hoch- und Tiefpasskombinationen stehen zur Verfügung.

Neben der Überwachung im Zeitbereich kann das M14 auch das Frequenzspektrum der Schwingbeschleunigung ermitteln und frequenzselektiv überwachen. Dies ermöglicht es, aus einem Gemisch von Schwingfrequenzen eine oder mehrere Frequenzen gezielt zu überwachen.

Schnittstellen Das Gerät verfügt über eine USB-Schnittstelle an der Frontseite und eine RS-485-Schnittstelle auf der Rückseite. Diese ermöglichen die softwaregestützte Parametrierung und Überwachung mittels PC oder SPS.

Ausgänge Das Schwingensignal liegt an folgenden Ausgängen an:

- AC-Breitbandausgang des verstärkten, ungefilterten Sensorsignals
- 4-20 mA-Stromschleifenausgang für den Effektiv- oder Spitze-Spitze-Wert der gewählten Schwinggröße

Außerdem sind zwei Relaiskontakte für Warnung und Alarm vorhanden, mit denen Abschaltvorgänge oder Signale ausgelöst werden können.

Anzeigen An der Vorderfront hat das M14 folgende Anzeigeelemente:

- LED-Aussteuerungsanzeige, zehnstufig, zweifarbig
- Sensorkontroll-LED
- Übersteuerungs-LED

3. Funktionsweise

- Sensoreingang** Das M14 arbeitet mit piezoelektrischen Sensoren, die einen integrierten Impedanzwandler nach IEPE-Standard besitzen. Der serienmäßige Werksabgleich des M14 erfolgt für typische Industriesensoren mit einer Empfindlichkeit von 100 mV/g. Wir empfehlen die Industrie-Beschleunigungssensoren KS80D und KS81B aus unserer Produktion mit 100 mV/g Empfindlichkeit, isoliertem Boden und Schutzgrad IP67.
- Der Konstantstrom zur Versorgung der Sensorelektronik wird vom M14 bereitgestellt und kann bei Bedarf über die Schnittstellen ausgeschaltet werden. Dies kann zum Beispiel sinnvoll sein, wenn zwei M14 an einem Sensor betrieben werden. In diesem Fall darf nur ein Gerät den Sensor versorgen.
- Sensor-empfindlichkeit** Es können Sensoren mit Empfindlichkeiten zwischen 0,8 und 12 mV/ms⁻² angeschlossen werden. Die Empfindlichkeitseinstellung erfolgt über die Schnittstellen.
- Verstärker** Auf den Eingang folgt ein Spannungsverstärker mit den Verstärkungen 1, 10 oder 100. Das Gerät kann mit fester Verstärkung oder automatischer Verstärkungsanpassung (Autoranging) arbeiten.
- Filter** Das M14 bietet zahlreiche Hochpass- und Tiefpassfilterkombinationen für den Frequenzbereich von 0,3 Hz bis 10 kHz. Es handelt sich um IIR-Digitalfilter zweiter Ordnung.
- Integration** Zur Messung der Schwingbeschleunigung wird das Sensorsignal ohne Integration verarbeitet. Bei Messung der Schwinggeschwindigkeit erfolgt eine digitale Integration.
- Effektivwertbildung** Das M14 misst den echten Effektivwert, wodurch eine präzise Effektivwertbildung auch bei nicht sinusförmigen Signalen gewährleistet wird.
- Spitzenwertbildung** Alternativ zum Effektivwert kann das M14 auch den Spitzenwert bilden. Effektiv- oder Spitzenwert können als Stromschleifensignal (4 .. 20 mA) an einer Klemme zur externen Weiterverarbeitung abgenommen oder digital über die beiden Schnittstellen an andere Geräte weitergegeben werden. Die Ausgaberate beträgt ca. 1 Wert / Sekunde. Beim Spitzenwert wird der Maximalwert seit der letzten Ausgabe gehalten. Nach jeder Ausgabe beginnt die Spitzenwertbildung neu.
- Frequenzanalyse (FFT)** Zur Schwingungsüberwachung im Frequenzbereich berechnet das M14 das Frequenzspektrum der Beschleunigung. In dem 500-Linien-Spektrum können zehn frei wählbare Frequenzbereiche mit unterschiedlichen Grenzwerten definiert werden. Somit ist eine frequenzselektive Überwachung in einem Gemisch von Schwingfrequenzen möglich.
- Alarmrelais** Neben seinen Funktionen als Messgerät erlaubt das M14 auch die Auslösung von Schaltvorgängen bei Überschreitung eines bestimmten Wertes der gewählten Schwinggröße. Dazu sind

zwei Relais mit potenzialfreien Kontakten für Warnung und Alarm vorhanden. Ansprechschwelle, Ansprechverzögerung und Haltezeit können über die Schnittstellen parametrierbar werden.

Die Relaisausgänge können auch für die latenzarme Momentanwertüberwachung konfiguriert werden.

Pegelanzeige Die LED-Balkenanzeige zeigt die Aussteuerung der überwachten Schwinggröße zwischen 10 und 100 % der eingestellten Alarmschwelle an. Bis zur Warnschwelle ist die Anzeige grün, darüber rot.

AC-Ausgang An den Anschlussklemmen liegt das analoge Sensorsignal multipliziert mit der eingestellten Verstärkung und dem Faktor 0,4. Eine Filterung findet nicht statt. Die Einstellung der Sensorempfindlichkeit bleibt ebenso ohne Einfluss.

Der Ausgang kann zur Funktionskontrolle oder zur qualitativen Beurteilung des Sensorsignals mit Datenloggern oder Analysatoren genutzt werden.

**Übersteuerungs-
anzeige** An der Frontseite befindet sich eine Leuchtdiode „OVL“, die Übersteuerung nach der Eingangsstufe, nach dem Verstärker sowie nach dem Integrator signalisiert. Wenn diese zu leuchten beginnt, hat das Signal die Messbereichsgrenze erreicht.

Sensorkontrolle Die LED „IEPE“ zeigt den Zustand des Sensors an. Leuchtet sie gelb, ist der Sensor in Ordnung. Rot bedeutet entweder, dass der Sensorstromkreis unterbrochen ist oder dass der Eingang kurzgeschlossen ist. Diese Zustände werden über die Arbeitspunktspannung am Sensoreingang erkannt. Der gültige Bereich liegt zwischen 1 und 20 V.

**Spannungs-
versorgung** Das M14 benötigt zum Betrieb eine Gleichspannung zwischen 8 und 30 V. Die Stromaufnahme liegt unter 100 mA. Je höher die Versorgungsspannung, desto geringer die Stromaufnahme. Die Versorgungsspannung kann entweder über die Klemmen oder über den Busverbinder auf der Rückseite zugeführt werden (vgl. Bild 3 auf Seite 1).

Schnittstellen Zum Parametrieren und Messen besitzt das M14 zwei digitale Schnittstellen. Auf der Frontseite befindet sich eine Mini-USB-Buchse. Das Gerät kommuniziert im virtuellen COM-Port-Modus über ASCII-Befehle. Eine Parametrier- und Mess-Software für Windows-PCs steht zur Verfügung (vgl. Abschnitt 6.2).

Darüber hinaus befindet sich auf der Rückseite eine RS-485-Schnittstelle, die ebenfalls mit ASCII-Befehlen arbeitet. Bis zu 32 Geräte können an einer Schnittstelle betrieben werden, wobei die Adressierung über die Seriennummer erfolgt. Ein Vorteil des RS-485-Standards ist die Möglichkeit, einfache Zweidrahtleitungen mit mehreren hundert Metern Länge zu verwenden. Außerdem ist die Schnittstelle in der Steuerungstechnik weit verbreitet.

4. Installation

4.1 Auswahl der Messpunkte

Sensoranbringung Vor dem Einsatz des Gerätes müssen geeignete Messpunkte an der Maschine gefunden werden. Dazu sollte man möglichst Fachpersonal mit Erfahrungen in der Maschinenüberwachung heranziehen.

Die bei Schwingungen auftretenden Kräfte werden normalerweise über Lager und Lagergehäuse auf das Maschinengehäuse übertragen. Deshalb eignen sich Lagergehäuse oder deren unmittelbare Umgebung als bevorzugte Messpunkte. Ungünstig sind leichte oder mechanisch nachgiebige Maschinenteile.

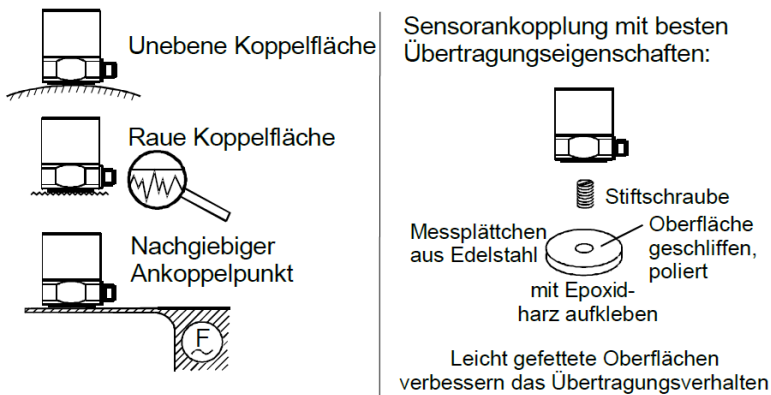


Bild 4: Empfehlungen zur Sensorankopplung



Eine flächige Verbindung zwischen Beschleunigungsaufnehmer und Messobjekt ist unerlässlich für eine exakte Schwingungsübertragung. Unebene, zerkratzte oder zu kleine Koppelflächen verursachen Messfehler, insbesondere im Frequenzbereich über 1 kHz.

Für optimale Übertragungsbedingungen empfehlen wir, ein Stahl-Messplättchen mit einer ebenen Koppelfläche (z.B. Typ 229 von Metra) auf den gewählten Messpunkt aufzukleben oder zu schweißen. Der Durchmesser sollte mindestens dem des Beschleunigungsaufnehmers entsprechen.

Die Befestigung des Aufnehmers erfolgt üblicherweise durch Stiftschrauben. Ein dünner Fettfilm (z.B. Silikonfett) verbessert die Qualität der Koppelverbindung.

Für temporäre Messungen der Schwingstärke eignet sich auch die Ankopplung mittels Haftmagnet.

DIN/ISO 20816-1 Die Norm DIN/ISO 20816-1 empfiehlt für Maschinenschwingungen Lagergehäuse oder deren unmittelbare Umgebung als bevorzugte Messpunkte (Bilder 5 bis 8).

Für Überwachungszwecke reicht es oft aus, nur in vertikaler oder horizontaler Richtung zu messen. Bei Maschinen mit horizontalen Wellen und starrer Aufstellung treten die größten Schwingamplituden meist horizontal auf. Bei nachgiebiger Aufstellung können auch starke Vertikalkomponenten entstehen.

Für Abnahmeprüfungen sind an allen Lagerstellen in Lagermitte Messwerte in den drei Raumrichtungen (vertikal, horizontal und axial) aufzunehmen.

Die nachfolgenden Abbildungen zeigen einige Beispiele für die Auswahl geeigneter Messstellen.

Empfehlungen zu Messpunkten an verschiedenen Maschinentypen gibt auch die Norm ISO 13373-1.

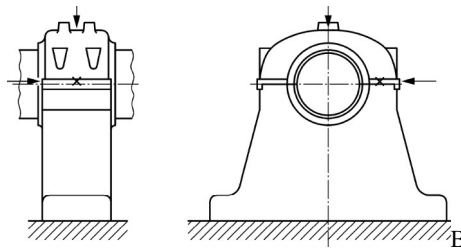


Bild 5: Messorte an Stehlagern

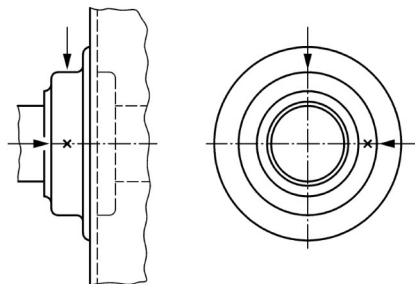


Bild 6: Messorte an Schildlagern

Bil

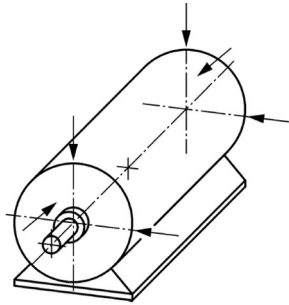


Bild 7: Messorte an Elektromotoren

4.2 Montage

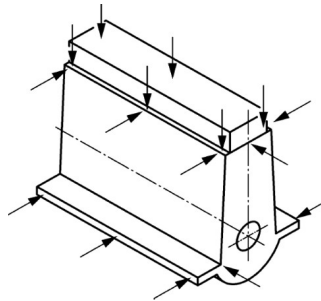


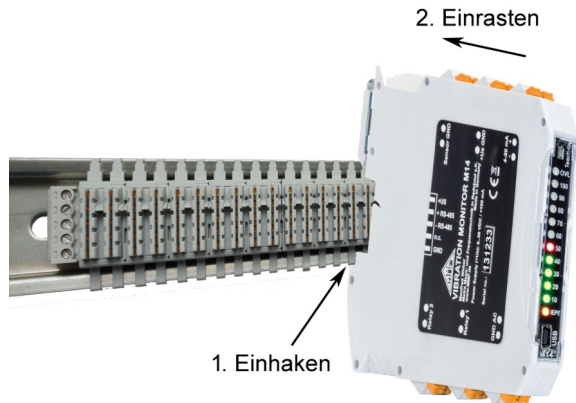
Bild 8: Messorte an Hubkolbenmaschinen

Das M14 ist für die Befestigung auf einer 35 mm-DIN-Schiene (Hutschiene) vorgesehen. Diese muss horizontal angebracht sein. Der Einbau erfolgt in staub- und feuchtigkeitsgeschützter Umgebung, vorzugsweise in Schaltschränken.

Durch seine geringe Breite von nur 12,5 mm benötigt das M14 sehr wenig Platz im Schaltschrank.



In unmittelbarer Nähe des Gerätes sollten sich keine starken elektromagnetischen Störquellen, z.B. getaktete Stromversorgungen oder Frequenzumrichter, befinden. Anderenfalls kann es zu Einstreuungen in den Signalweg kommen.



Bil

d 9: DIN-Schienenmontage mit Busverbinder

DIN-Schiene Mit der unteren Kerbe an der Rückwand wird das Modul auf die DIN-Schiene geschoben und, wie in Bild 9 gezeigt, eingerastet. Das Bild zeigt eine DIN-Schiene mit Busverbindern für RS-485 und Versorgungsspannung. Die Busverbinder M14-BUS3 (Bild 11) werden seitlich ineinander gesteckt und auf die DIN-Schiene aufgeschnappt. Beim Einrasten werden damit die Versorgungsspannungsanschlüsse und die RS-485-Schnittstellen aller Module untereinander verbunden, was die Verdrahtung wesentlich vereinfacht. Die Anschlussbelegung der Busverbinder zeigt Bild 2 auf Seite 1.

Busverbinder



Bild 11: Busverbinder M14-BUS3

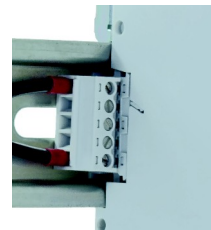


Bild 10: Bus-Anschluss M14-BUS1

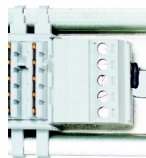


Bild 12: Bus-Abschluss M14-BUS2

Ein Busverbinder M14-BUS3 ist im Lieferumfang enthalten und kann, ebenso wie die Anschlussklemme M14-BUS1 (Bild 10) und der Busabschluss M14-BUS2 (Bild 12) auch als Einzelteil nachbestellt werden.

Die Bus-Anschlussklemme M14-BUS1 dient zum Übergang auf Leitungen und wird an das linke M14 gesteckt.

Die Bus-Abschlussklemme M14-BUS2, die einen Widerstand mit $120\ \Omega$ enthält, wird an das rechte M14 gesteckt.

Die Demontage des M14 erfolgt durch Herausziehen des Metall-Rastschiebers an der Oberseite mit einem Schraubendreher o.ä.

4.3 Anschluss

Klemmen

Alle Anschlüsse sind als Federklemmen ausgeführt. Der Anschlussbereich ist $0,2$ bis $2,5\ \text{mm}^2$ bzw. AWG 24-14 für ein-drähtige (starre) und feindrähtige (flexible) Leitungen.

Die Belegung der Anschlussklemmen zeigt Bild 3 auf Seite 1.

Versorgungs- spannung

Das M14 benötigt zum Betrieb eine Gleichspannung zwischen 8 und $30\ \text{V}$, wie sie üblicherweise in Steuerschränken vorliegt. Geeignet sind zum Beispiel $24\ \text{V}$ -Netzgeräte für DIN-Schienenmontage. Der Minuspol der Versorgungsspannung ist mit der Signalmasse verbunden. Die Stromaufnahme liegt, je nach Spannung, bei 25 bis $80\ \text{mA}$. Das M14 ist gegen Falschpolung und gegen kurze Überspannungsimpulse geschützt. Wenn das Gerät über den DIN-Schienen-Busverbinder versorgt wird (vgl. Abschnitt 4.2), bleiben die Versorgungsklemmen unbeschaltet.

Sensoreingang Das M14 ist für den Anschluss aller Beschleunigungsaufnehmer nach IEPE-Standard geeignet. Die eingebaute Konstantstromquelle für die Sensorelektronik liefert ca. 4 mA. Eine Quellenspannung von 24 V gewährleistet volle Aussteuerbarkeit, unabhängig von der Arbeitspunktspannung des gewählten Sensors. Die Konstantstromquelle lässt sich über einen Schnittstellenbefehl abschalten (vgl. Abschnitt 6.2.3). Das kann sinnvoll sein, wenn andere Signalquellen angeschlossen werden oder wenn zwei M14 an einem Sensor arbeiten und nur ein Gerät den Sensor versorgen darf.

Der IEPE-Sensorstromkreis wird überwacht. Die LED „IEPE“ leuchtet bei Unterbrechung oder Kurzschluss rot und im Normalbetrieb gelb. Ein Sensorfehler löst auch den Alarmzustand am Relaisausgang aus und versetzt die Stromschleife in den Überlauf (24 mA).

An das M14 können IEPE-kompatible piezoelektrische Beschleunigungsaufnehmer mit Empfindlichkeiten zwischen 0,8 und 12 mV/ms⁻² bzw. 8 bis 120 mV/g angeschlossen werden. Die Empfindlichkeit wird über eine der Schnittstellen parametrisiert (vgl. Abschnitt 6.2.3).

Der Eingang des M14 ist gegen Überspannungsimpulse geschützt.

Der Anschluss des Schwingungsaufnehmers erfolgt mit Koaxialkabel oder mehradriger geschirmter Leitung. Leitungslängen von 100 m und mehr sind zulässig. Grenzen sind durch die Störfestigkeit und die Kabelkapazität gegeben.



Wichtig: Achten Sie darauf, dass keinesfalls Sensormasse und Sensorsignal beim Anschluss vertauscht werden! Dies führt bei vielen Sensoren zu sofortiger Zerstörung. Wenden Sie sich bitte den Sensorhersteller, falls Sie sich bei der Kabelbelegung nicht sicher sind.



Durch so genannte Erdschleifen können sich über die Sensorleitung Störungen einkoppeln, die unter Umständen das Messergebnis massiv verfälschen. Um dies zu verhindern, sollten vorzugsweise Beschleunigungssensoren mit isoliertem Gehäuse verwendet oder für erdpotenzialfreie Montage auf der Maschine gesorgt werden.

Relaisausgänge

Das M14 hat zwei Relaisausgänge, die üblicherweise für Voralarm (Warnung) bzw. Hauptalarm verwendet werden. Es handelt sich um kontaktlose PhotoMOS-Relais mit einem Schaltkapazität von 60 V AC und 0,5 A. Die Schaltanschlüsse sind galvanisch vom Rest der Schaltung getrennt. Sie lassen sich als Ruhe- oder Arbeitskontakt parametrieren (vgl. Abschnitt 6.2.6).

Stromschleife

Die überwachte Schwingbeschleunigung oder Schwinggeschwindigkeit steht wahlweise als Effektiv- oder Spitzenwert am Stromschleifensignal zur Verfügung. Der Vorteil dieser Signalform liegt in der störfreien Übertragbarkeit mit preiswerten geschirmten Zweidrahtleitungen über Strecken bis zu einigen Kilometern.

Der Minimalstrom von 4 mA entspricht dem Nullpunkt der Schwinggröße. Der Maximalstrom von 20 mA ist der Alarmgrenzwert, entsprechend 100 % auf der LED-Balkenanzeige (vgl. Abschnitt 6.2.6). Der zu einem bestimmten Schleifenstrom gehörende Schwingpegel (S) errechnet sich somit nach:

$$S = \frac{A \cdot (I_{loop} - 4mA)}{16mA}$$

A ist der gewählte Messbereich.

Der Stromschleifenausgang ist galvanisch vom Rest des Gerätes getrennt.

Der Stromschleifenausgang arbeitet als Senke, d.h. im Messkreis ist eine Gleichspannungsquelle erforderlich. Bild 13 zeigt das Prinzip. Die Stromschleifenschaltung des M14 benötigt eine Spannung von mindestens 8 V über den Klemmen (+) und (-). Die Spannungsquelle U_s ist folglich so auszulegen, dass $U_s > 8 \text{ V} + U_L$ ist. U_L ist der Spannungsabfall über allen im Stromkreis enthaltenen Messwiderständen bei 20 mA.

Bei Übersteuerung oder Sensorfehler beträgt der Schleifenstrom 24 mA.

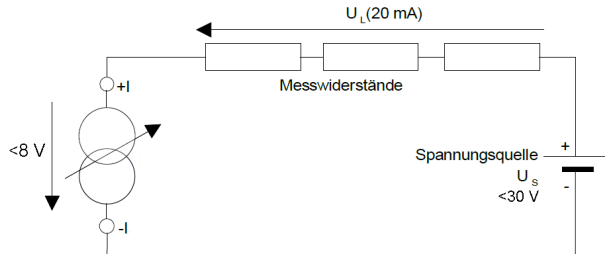


Bild 13: Stromschleife



Die Spannung an den Klemmen +I und -I darf 30 V nicht überschreiten.

AC-Signalausgang

Der Signalausgang liefert das verstärkte, ungefilterte Sensorsignal. Er kann für den Anschluss von Datenloggern und Analysatoren oder zur Funktionskontrolle genutzt werden. Die maximale Amplitude beträgt $\pm 2 \text{ V}$. Die Frequenzbandbreite liegt über 100 kHz.

5. Anzeigen

Übersteuerung Sollte die Übersteuerungs-LED „OVL“ leuchten, ist der Messbereich zu vergrößern. Bei Autoranging geschieht dies selbständig.

Ein Aufleuchten der Übersteuerungsanzeige muss nicht bedeuten, dass der Effektiv- oder Spitzenwert zu hoch sind. Es kann vorkommen, dass das Signalgemisch vom Aufnehmer dominante Anteile außerhalb des Filterdurchlassbereiches enthält, die den analogen oder digitalen Signalpfad übersteuern. Die Übersteuerungsanzeige des M14 überwacht den Verstärkerausgang sowie die Amplituden vor und nach der Filterung bzw. Integration.



Bei Kommunikation über die RS-485- oder USB-Schnittstelle blinkt „OVL“ kurz auf, um das angesprochene M14 anzuzeigen. Dies bedeutet keine Übersteuerung.

Balkenanzeige Der zehnstufige LED-Balken zeigt die Höhe des Effektiv- oder Spitzenwerts (je nach Überwachungsgröße) in Schritten von 10 % an. Wenn alle LEDs leuchten, entspricht dies 100 % der Alarmgrenze.

Im FFT-Überwachungsmodus zeigt der LED-Balken die prozentuale Amplitude der größten Spektrallinie bezogen auf den Alarmgrenzwert des zugehörigen Frequenzintervalls.

Ab der Warngrenze leuchten die LEDs rot statt grün.

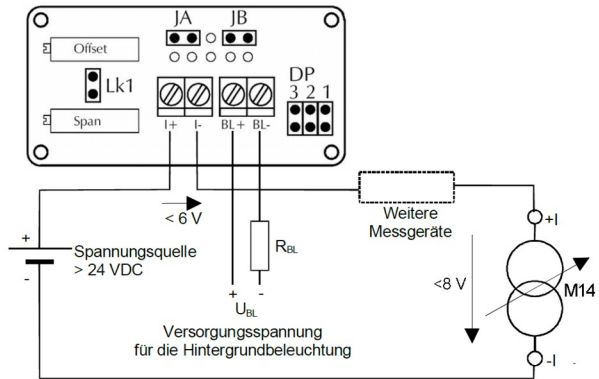
IEPE-LED Die LED „IEPE“ leuchtet bei Unterbrechung oder Kurzschluss rot und im Normalbetrieb gelb.

Ab Version M14B leuchtet die LED „IEPE“ gelb im Normalbetrieb, türkis bei Kurzschluss und violett bei Unterbrechung.

Optionale Stromschleifenanzeige Als optionales Zubehör zum M14 ist die Schwingpegelanzeige M12DIS erhältlich. Diese erlaubt die exakte Anzeige der gemessenen Schwinggröße. Dabei kann es sich je nach Einstellung am M14 um den Effektiv- oder Spitze-Spitze-Wert von Schwingbeschleunigung oder Schwinggeschwindigkeit handeln. M12DIS ist ein 3 ½-stelliges LCD-Digitalanzeigemodul zum Anschluss an den Stromschleifenausgang des M14. Die Versorgung der Anzeige erfolgt aus der 4-20 mA-Stromschleife. Eine Hintergrundbeleuchtung kann mit separater Versorgungsspannung betrieben werden.

Der Anschluss erfolgt wie im Abschnitt 4.3 beschrieben am Stromschleifenausgang des M14. Am Anzeigemodul werden die Schraubklemmen I+ und I- verwendet. Das Anzeigemodul verursacht in der Stromschleife einen maximalen Spannungsabfall von 6 V. Es können auch weitere Messgeräte in die Stromschleife geschaltet werden, vorausgesetzt die Schleifen-Versorgungsspannung ist groß genug, um über den Klemmen des M14 den minimalen Spannungsabfall von 8 V zu gewährleisten. Als Schleifen-Versorgungsspannung kann

auch die 24 V-Versorgungsspannung des M14 genutzt werden.



$$R_{BL} = \frac{U_{BL} - 5 \text{ V}}{30 \text{ mA}}$$

Bild 14: Anschluss der Schwingpegelanzeige

Bei Bedarf kann eine LED-Hintergrundbeleuchtung zugeschaltet werden. Dazu ist eine separate Gleichspannung U_{BL} erforderlich, die über einen Vorwiderstand R_{BL} an die Klemmen BL+ und BL- angelegt wird. Der Strombedarf der Hintergrundbeleuchtung beträgt 30 mA.

Der Vorwiderstand errechnet sich wie folgt:

$$R_{BL} = \frac{U_{BL} - 5 \text{ V}}{30 \text{ mA}}$$

Liegt die Versorgungsspannung U_{BL} bei $5 \text{ V} \pm 0,25 \text{ V}$, kann der Vorwiderstand R_{BL} entfallen.

Die Montage kann in Frontplatten, Schalttafeln, Schaltschränktüren o.ä. erfolgen. Dazu wird ein Montagerahmen mitgeliefert. Die folgenden Abbildungen zeigen die Abmessungen der Montageöffnung und den Einbau.

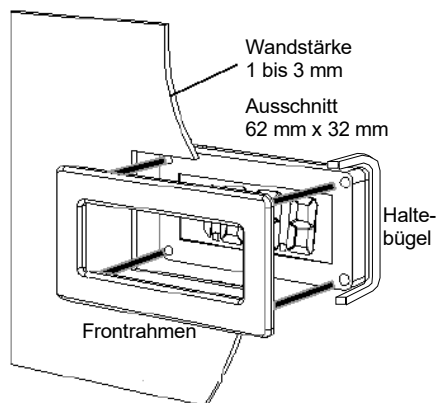


Bild 15: Montageöffnung

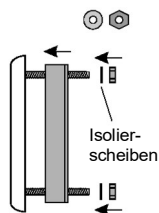


Bild 16: Einbau der Schwingpegelanzeige

Wenn nicht anders bestellt, erfolgt die Werkskalibrierung so, dass die Schwingpegelanzeige „0“ bei 4 mA und „1000“ bei 20 mA anzeigt.

Zur Neukalibrierung dienen die Potentiometer „Span“ (Endwert) und „Offset“ (Nullpunkt).

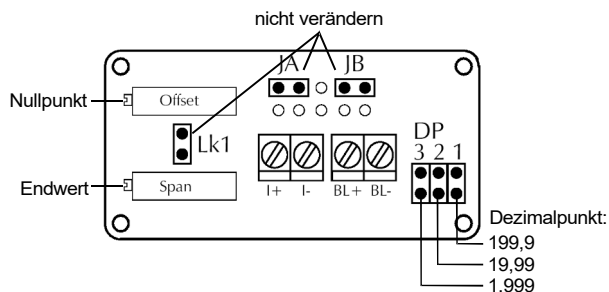


Bild 17: Abgleich und Einstellpunkte der Anzeige

Die Kalibrierung der Anzeige kann entweder mit einer 4-20 mA-Konstantstromquelle oder in Verbindung mit dem M14 erfolgen. Bei Kalibrierung mit dem M14 geht man wie im Kapitel 10 beschrieben vor, indem man ein Referenz-Schwingsignal in den Schwingungssensor einspeist oder die Sensorspannung durch ein Generatorsignal simuliert. Der Abgleich erfolgt vorzugsweise mit einem Schwingungskalibrator. Das M14 sollte bereits kalibriert sein. Der Alarmgrenzwert am M14 wird so gewählt, dass die Stromschleife mit dem Kalibriersignal mindestens zu 50 % bzw. 12 mA angesteuert ist.

Mit dem Potentiometer „Span“ (Endwert) wird nun die Anzeige auf das Kalibriersignal eingestellt, z.B. „1000“ für 10 mm/s. Nachdem das Kalibriersignal abgeschaltet wurde, erfolgt der Nullpunktgleich mit dem Potentiometer „Offset“. Der Abgleich von Endwert und Nullpunkt wird mehrmals im Wechsel durchgeführt, bis beide Einstellungen stimmen.

Die Position des Dezimalpunktes wird gemäß Bild 17 mit den Jumpers DP1 bis DP3 gewählt.

6. Einstellungen

6.1 Allgemeines

Beim M14 erfolgen alle Einstellungen über die beiden digitalen Schnittstellen RS-485 oder USB. Am Gerät selbst existieren keine Einstellpunkte. In den folgenden Abschnitten wird die Einstellung beispielhaft an Hand des Bedien- und Messprogramms gezeigt. Dieses finden Sie auf unserer Software-downloadseite.

Ebenso lassen sich alle Einstellungen auch über die RS-485-Schnittstelle, z.B. von einer SPS oder über USB mittels selbst geschriebener PC-Software unter Verwendung der ASCII-Befehle durchführen.

6.2 Parametrier- und Messprogramm

6.2.1 Installation

Gerätetreiber Nachdem die Versorgungsspannung anliegt, verbinden Sie das M14 über die Mini-USB-Buchse an der Frontseite mit dem PC.

Bei aktuellen Versionen von Windows wird kein spezieller Treiber mehr verlangt.

Sollte Windows beim ersten Anschluss nach einem Gerätetreiber fragen, finden Sie die Treiberdatei „MMF_VCP.zip“ unter <https://mmf.de/produkt/m14>.

Entpacken und speichern Sie die beiden darin enthaltenen Dateien in einem Verzeichnis Ihres Computers. Wenn Windows zur Angabe der Quelle des Gerätetreibers auffordert, geben Sie dieses Verzeichnis an. Der Gerätetreiber ist signiert und läuft unter Windows XP, Vista, 7, 8 und 10.

Der Treiber installiert ein virtuelles COM-Port auf dem PC und arbeitet im CDC-Modus, so dass sich das Gerät auf einfache Weise mit ASCII-Befehlen ansprechen lässt.

Nachdem Sie den Treiber installiert haben, wird das M14 vom System erkannt.

PC-Software installieren Auf unserer Softwaredownload-Internetseite <https://mmf.de/produkt/m14>

können Sie das kostenfreie Programm zur Parametrierung und Messwertanzeige herunterladen. Das Programm basiert auf LabView 2014. Die Projektdateien stellen wir auf Anfrage als Grundlage für Ihre eigenen LabView-Projekte zur Verfügung.

Entpacken Sie die Datei m14_pc.zip in einem Ordner Ihres PCs und starten Sie danach *setup.exe*. Sie können die Installationsverzeichnisse bei Bedarf ändern. Da es sich um eine LabView-Applikation handelt, werden auch einige Komponenten der LabView-Laufzeitumgebung von National Instruments installiert. Im Startmenü Ihres Computers finden Sie unter *Metra Radebeul* das installierte Programm.

6.2.2 Einstellmenü

Das Programm gliedert sich in drei Teilbereiche, die Tabs zugeordnet sind:

- Einstellungen (Setup), ist nach dem Start geöffnet
- Messung im Zeitbereich (RMS/Peak)
- Messung im Frequenzbereich (FFT)

Bild 18 zeigt die Setup-Ansicht, auf der Sie alle Einstellungen am M14 vornehmen können. Auf die Funktionen wird nachfolgend eingegangen.

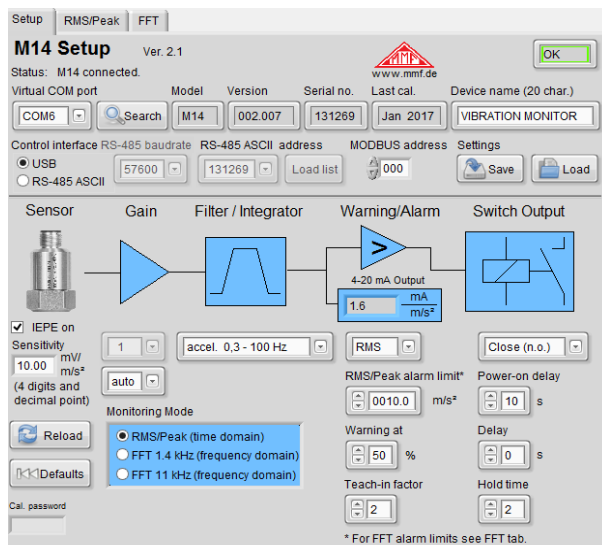


Bild 18: Einstellungen

Verbindung über USB Im oberen Bereich des Fensters finden Sie Angaben zum angeschlossenen M14. Wählen Sie „USB“ und die Nummer des virtuellen COM-Ports unter dem sich das M14 auf dem PC registriert hat. Damit wird die Verbindung hergestellt und die Einstellungen werden vom Gerät übertragen.

Verbindung über RS-485 Alternativ erlaubt das Programm auch die Verbindung über den RS-485-Bus auf der Rückseite des M14. Dazu ist ein handelsüblicher RS-485-/USB-Adapter erforderlich. Wählen Sie „RS-485 ASCII“ und tragen Sie unter „MODBUS address“ „000“ ein (vgl. Abschnitt 9.3).

Zur Adressierung eines Moduls am Bus ist dessen Seriennummer erforderlich. Diese wählen Sie im Menü „RS-485 ASCII address“ aus. Die Einträge dieses Menüs laden Sie aus einer selbst erstellten Textdatei durch Klick auf „Load list“. Die Datei können Sie in einem Texteditor erstellen, indem Sie die 6-stelligen Seriennummern Ihrer Module eingeben. Nach jeder Seriennummer folgt ein Zeilenumbruch.

Nach Auswahl der Seriennummer wählen Sie im COM-Port-Menü die Nummer des RS-485-Ports. Damit wird die Verbindung hergestellt und die Einstellungen werden vom Gerät übertragen.

Die Software arbeitet mit folgenden COM-Port-Parametern: 57600 Baud, 8 Datenbits, 1 Stopbit, keine Parität, keine Flusskontrolle.

Gerätedaten Im oberen Teil finden Sie Version, Seriennummer, Kalibrierdatum und Gerätename. Den Gerätenamen können Sie ändern, indem Sie ihn überschreiben.

Eine bestehende Verbindung zum M14 wird durch das grün gerahmte „OK“ signalisiert.

Sollte das Gerät nicht erkannt worden sein („ERROR“), klicken Sie „Search“, um das Gerät erneut zu suchen. Mitunter kann es erforderlich sein, das USB-Kabel kurz abzustecken.

Speichern und Laden von Einstellungen Die Buttons „Save“ und „Load“ dienen zum Speichern und Laden der Einstellungen auf Ihrem PC. Speicherort und Dateiname werden in dem Dateidialogfeld angegeben. Die Einstellungen werden im XML-Format gespeichert. Beim Laden der Einstellungen werden diese automatisch zum M14 übertragen.

Standard-einstellungen Durch Klicken von „Defaults“ setzen Sie das M14 auf die Werkseinstellungen zurück.

Alle Eingaben werden an das M14 gesendet, sobald der Mauszeiger das betreffende Menü verlässt.

Mit „Reload“ können Sie dies überprüfen, indem Sie alle Einstellwerte vom M14 in das PC-Programm laden.

6.2.3 Sensoreinstellungen

IEPE-Versorgung Das M14 ist für den Anschluss IEPE-kompatibler Beschleunigungsaufnehmer vorgesehen. Die Anschlussklemmen für den Sensor sehen Sie in Bild 3 auf Seite 1.

Empfindlichkeit

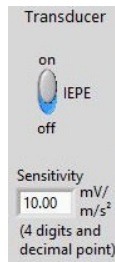


Bild 19:
Sensoreinstellungen

Ein IEPE-Sensor benötigt eine Konstantstromquelle zur Versorgung der Sensorelektronik. Der Konstantstrom lässt sich abschalten (Bild 19). Dies kann sinnvoll sein, wenn ein IEPE-Aufnehmer an zwei M14-Eingängen gleichzeitig angeklemmt ist, so dass nur ein Gerät die Versorgung übernimmt oder wenn an Stelle eines IEPE-Aufnehmers ein Wechselspannungssignal am Eingang liegt.

Das M14 eignet sich für Beschleunigungsaufnehmer mit Empfindlichkeiten zwischen 0,8 und 12 m/s². Die Empfindlichkeit finden Sie im Kalibrier- oder Datenblatt des Sensors. Bitte achten Sie darauf, den Wert mit der richtigen Einheit (nicht in mV/g) anzugeben. Die Empfindlichkeit wird vierstellig mit Dezimalpunkt erwartet.

6.2.4 Verstärkung



Bild 20:
Verstärkung

Vor der Digitalisierung durchläuft das Sensorsignal eine analoge Verstärkung. Der Verstärkungsfaktor ist umschaltbar zwischen 1, 10 und 100. Alternativ kann das Gerät die Verstärkung automatisch („auto“) an den Signalpegel anpassen, was in den meisten Fällen zweckmäßig ist.

6.2.5 Filter und Integration

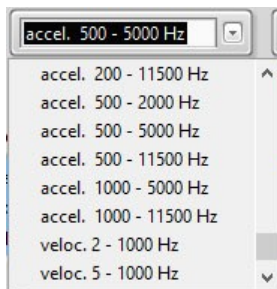


Bild 21: Filter/Integration

Das M14 verfügt über eine Vielzahl von Hoch- und Tiefpassfiltern.

Es handelt sich um IIR-Digitalfilter 2. Ordnung. Die angegebenen Frequenzen sind -3dB-Eckfrequenzen.

Zur Messung der Schwinggeschwindigkeit kann ein Integrator aktiviert werden.

6.2.6 Einstellungen für die Relaisausgänge

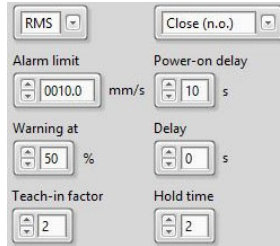


Bild 22: Relaiseinstellungen

Das M14 hat zwei Relaisausgänge für Warnung (1) und Alarm (2). Die Anschlüsse sehen Sie in Bild 3 auf Seite 1.

Für die Funktion der Relaisausgänge ist zwischen Überwachung im Zeit- und Frequenzbereich zu unterscheiden. Hier werden zunächst die Einstellungen für den Zeitbereich (RMS/Peak) erklärt.

Alarmgrenze Unter „Alarm limit“ geben Sie den Grenzwert ein, bei dem das Alarmrelais schalten soll. Die Angabe erfolgt mit vier Stellen vor und einer nach dem Dezimalpunkt in m/s^2 bzw. mm/s (bei Integration).

Warngrenze Unter „Warning at“ wählen Sie einen prozentualen Wert zwischen 10 und 90 %, bezogen auf die Alarmgrenze, bei der das Warn-Relais ansprechen soll.

Schaltmodus Mit der Auswahl RMS/Peak legen Sie fest, ob die Alarmgrenze als Effektiv- oder Spitzenwert interpretiert wird.

Sie können wählen, ob die Relais bei Alarm schließen sollen („n.o.“, normally open) oder öffnen („n.c.“, normally closed). Mit der Auswahl „n.c.“ ergibt sich eine Selbstüberwachungsfunktion der M14-Versorgungsspannung sowie der Relaisverkabelung, da in beiden Fällen bei Unterbrechung der Relaiskreis öffnet und somit Alarm signalisiert.

Verzögerungen Drei Parameter bestimmen das Zeitverhalten der Relaisausgänge. Mit „Power-on delay“ geben Sie von 0 bis 99 s die Zeit nach dem Anlegen der Versorgungsspannung an, ab der die Relaisausgänge angesteuert werden können.

Unter „Delay“ wird die Zeit t_d von 0 bis 99 s eingegeben, während der der Alarmzustand durchgängig anliegen muss, bevor das Relais schaltet. Fällt das Signal vorher wieder unter die Alarmgrenze, erfolgt keine Auslösung. „Hold time“ bestimmt die Mindesthaltezeit t_h eines Alarm-Schaltzustands von 0 bis 9 s. Bild 23 stellt die Wirkung beider Verzögerungszeiten grafisch dar.

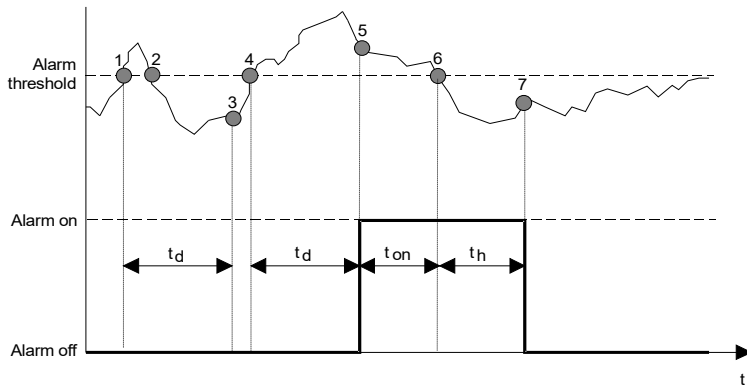


Bild 23: Alarmauslösung

Der obere Teil des Diagramms zeigt einen Signalverlauf, der einen Effektiv- oder Spitzenwert repräsentieren kann, der untere den Schaltzustand des Alarmrelais.

Am Zeitpunkt ① wird die eingestellte Alarmschwelle überschritten. Jetzt beginnt die Alarmverzögerungszeit t_d . Da der Signalpegel am Punkt ② bereits vor Ablauf der Verzögerungszeit wieder unter die Alarmschwelle gefallen ist, wird nach Ablauf der eingestellten Verzögerungszeit t_d bei Punkt ③ kein Alarm ausgelöst. Somit ist gewährleistet, dass kurze Grenzwertüberschreitungen, wie sie z.B. beim Anfahren einer Maschine, bei elektrischen Schaltstörungen oder bei Stoßeinwirkung auf die Messstelle vorkommen können, durch Wahl einer geeigneten Verzögerungszeit nicht zur Alarmauslösung führen. Bei Punkt ④ wird die Alarmschwelle erneut überschritten und die Verzögerungszeit beginnt erneut. Diesmal kommt es zur Auslösung eines Alarms, da nach Ablauf von t_d zum Zeitpunkt ⑤ die Alarmschwelle noch überschritten ist. Die Alarmmeldung liegt nun dauerhaft an, bis zum Zeitpunkt ⑥ der Pegel die Alarmschwelle wieder unterschreitet. Jetzt beginnt die Alarmhaltezeit t_h . Nach Ablauf der Haltezeit ⑦ wird die Alarmmeldung gelöscht. Der Zweck einer vorgegebenen Mindesthaltezeit ist, dass sicheres Schalten angeschlossener externer Baugruppen, z.B. Schaltschütze, gewährleistet wird.

Zur Vermeidung von Fehlalarmen während des Einschwingens nach dem Anlegen der Versorgungsspannung kann eine Einschaltverzögerung definiert werden, während der der Relaisausgang inaktiv ist.

Latenzarme Momentanwert- überwachung

In bestimmten Anwendungen ist eine möglichst schnelle Alarmierung erforderlich, z.B. zur Notabschaltung bei Gefahr. Für solche Einsatzfälle lassen sich die Relaisausgänge so konfigurieren, dass bereits wenige Millisekunden nach Über-

schreitung der Alarmgrenze ein Schaltvorgang erfolgt. In diesem Fall reagiert der Relaisausgang nicht auf Spitzen- oder Effektivwert, sondern auf den Momentanwert der Schwingung.

Dieser Modus ist aktiv, wenn das Gerät für die Spitzenwertüberwachung eingestellt und die Alarmverzögerung („Delay“) Null ist. Um schnellste Reaktionszeiten von wenigen Millisekunden zu erreichen, ist es empfehlenswert, mit fester Verstärkung zu messen (vgl. S. 20).

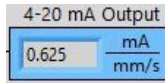
Relais bei Übersteuerung und Sensorfehler

Bei Übersteuerung des Signalwegs (LED „OVL“) und bei Fehler im Sensorkreis (LED „IEPE“) schalten beide Relaisausgänge in den Alarmzustand. Dabei gelten die angegebene Schaltverzögerung und die Haltezeit.

Der Parameter „Teach-in factor“ wird in Abschnitt 8 erklärt.

6.2.7 4-20 mA-Stromschleife

Der Stromschleifenausgang, dessen Anschlüsse Sie in Bild 3 auf Seite 1 sehen, ist mit der Alarmgrenze („Alarm limit“) gekoppelt. Bei Erreichen des Grenzwerts erreicht der Schleifenstrom 20 mA. Der Strom folgt noch bis 24 mA



proportional der Schwingamplitude. Darüber, auch bei Übersteuerung, bleibt der Ausgang auf 24 mA stehen. Der resultierende Übertragungsfaktor wird im PC-Programm angezeigt (Bild 24).

Stromschleife bei FFT

Bei der Überwachung im Frequenzbereich erfolgt der Grenzwertvergleich frequenzabhängig über die Grenzwertlinie (vgl. Abschnitt 7.2). Der zugehörige Grenzwert der größten Spektrallinie entspricht einem Schleifenstrom von 20 mA. Die Amplitude der Spektrallinie bezogen auf den Grenzwert bestimmt den Schleifenstrom.

Beispiel: Die größte Spektrallinie liegt bei 300 Hz mit einer Amplitude von 10 m/s². Die Grenzwertlinie legt für 250 bis 350 Hz einen Grenzwert von 20 m/s² fest. Daraus ergibt sich ein Schleifenstrom von 12 mA.

6.2.8 Überwachungsmodi

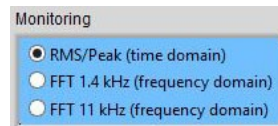


Bild 25: Überwachungsmodus

Hier legen Sie fest, ob das M14 Effektiv- und Spitzenwerte überwachen oder als FFT-Überwachung arbeiten soll (Bild 25). Alternativ können Sie auch zu den Tabs „RMS/Peak“ oder „FFT“ in der PC-Software wechseln. Der gewählte Modus bleibt aktiv, wenn Sie das USB-Kabel vom M14 abstecken oder das M14 von der Versorgung trennen und wieder verbinden.

7. Messfunktionen

7.1 Effektiv- und Spitzenwertmessung

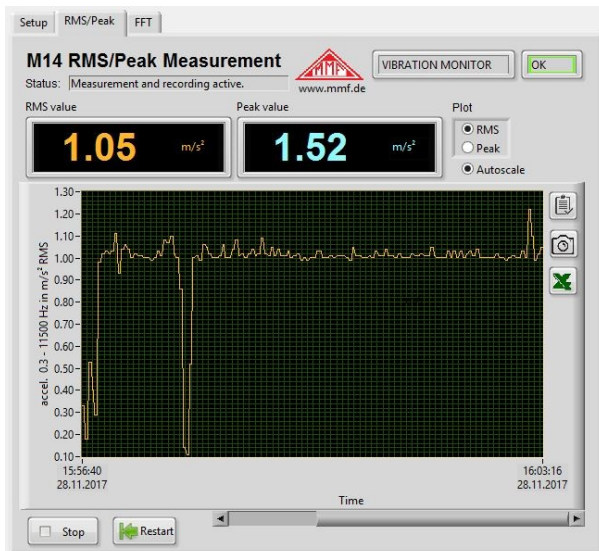


Bild 26: Effektiv- und Spitzenwertmessung

Zusätzlich zu seiner Funktion als Grenzwertüberwachung liefert das M14 Messwerte. Damit lässt sich zum Beispiel bei Vernetzung mittels SPS der aktuelle Schwingpegel über einen Webbrowser abfragen. In der PC-Software finden Sie die Messwertanzeige im Tab RMS/Peak (Bild 26).

Effektiv- und Spitzenwertmessung

Im oberen Bereich des Messfensters sehen Sie den aktuellen Effektiv- und Spitzenwert. Bei einer Hochpassfrequenz von 0,3 Hz wird alle 2,8 s ein Messwert ausgegeben, bei allen anderen Hochpassfrequenzen alle 1,4 s.

Bei Übersteuerung wird statt Messwerten „OVER“ angezeigt.

Plotter

Der Verlauf des Effektiv- oder Spitzenwerts über die Zeit kann grafisch dargestellt werden. Die zu schreibende Größe wählen Sie oben rechts. Sie können auch wählen, ob sich die Amplitudenachse dem Signalverlauf anpassen soll („Autoscale“). Weitere Skalierungsoptionen, auch für die Zeitachse, erreichen Sie durch rechten Mausklick in das Diagramm. Ebenso können Sie die Achsen umskalieren, indem Sie die Zahlenwerte der Achsenbeschriftung editieren. Das kann zum Beispiel zum Anspringen eines bestimmten Zeitpunkts zweckmäßig sein.

Mit dem „Stop“ beenden Sie die Aufzeichnung. Mit Restart beginnt eine neue Aufzeichnung, wobei die bisherigen Diagramminhalte gelöscht werden.

Datenexport Zum Export können Sie die Diagrammdaten oder die Grafik in die Zwischenablage exportieren.

7.2 Frequenzanalyse

Frequenzanalyse Durch Klick auf den „FFT“-Tab starten Sie die Frequenzanalyse (Bild 27).

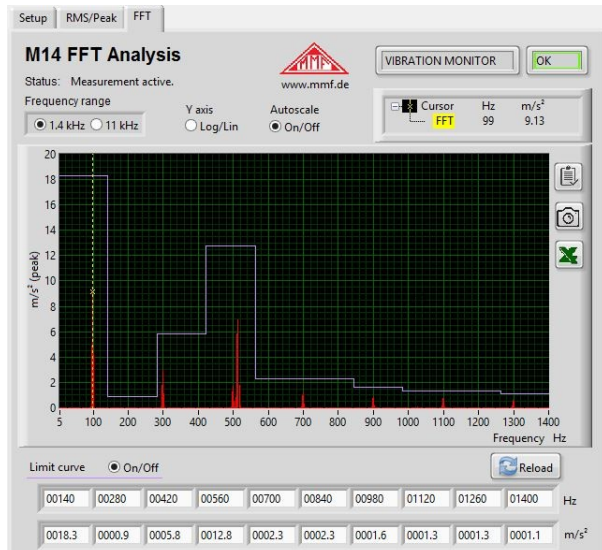


Bild 27: Frequenzanalyse

Das Diagramm stellt ein 500-Linien-Spektrum dar.

Es stehen zwei Bandbreiten zur Auswahl:

- 5 bis 1400 Hz
- 50 bis 11000 Hz

Der Cursor rastet auf die jeweils größte Spektrallinie ein. Frequenz und Amplitude können Sie oben rechts ablesen. Der Cursor lässt sich mit der Maus durch Anfassen der gelben Strichlinie verschieben.

Die Amplitudenachse kann zwischen linearer und logarithmischer Darstellung umgeschaltet werden. Unterhalb des Diagramms finden Sie je 10 Eingabefelder für Frequenzen und Amplituden, mit deren Hilfe Sie eine treppenförmige Grenzwertlinie definieren können.

Die Frequenzpunkte können beliebig in den Grenzen des Frequenzbereichs festgelegt werden. Einzige Bedingung ist, dass die Frequenzen von links nach rechts ansteigen. Die Amplitude unter der Frequenz gilt bis zur nächst höheren Frequenz. Die zehnte Amplitude gilt bis zur oberen Grenzfrequenz.

Sie können die Grenzwertlinie im Diagramm ein- und aus-

blenden, was jedoch keinen Einfluss auf das M14 hat. Dieses vergleicht im FFT-Überwachungsmodus die Spektrallinien mit dem zur jeweiligen Frequenz gehörenden Grenzwert. Bei Überschreitung wird das Alarmrelais umgeschaltet bzw. bei Überschreitung der prozentualen Warngrenze das Warnrelais. Es gelten wie bei RMS/Peak die unter „Setup“ eingestellten Verzögerungszeiten.

Bei Übersteuerung wird „Overload!“ im Diagramm eingeblendet.

Datenexport Zum Export können Sie die Diagrammdaten oder die Grafik in die Zwischenablage exportieren.

8. Teach-In-Funktion für die Alarmgrenzen

Mit Hilfe der Teach-In- (Anlern-) Funktion kann das M14 auf Basis der momentan anstehenden Schwingung die Alarmgrenze automatisch bestimmen.

Zunächst wird unter „Setup“ der Teach-in-Faktor eingegeben. Dies ist der Faktor, mit dem die gemessene Amplitude multipliziert wird, um die Alarmschwelle zu ermitteln (Bild 28). Er darf zwischen 1 und 9 liegen.

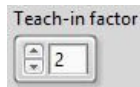


Bild 28: Teach-in-Faktor

Der Teach-in-Vorgang wird durch Drücken der Taste auf der Frontseite (Bild 1 auf Seite 1) gestartet. Zur Sicherheit muss die Taste 5 Sekunden lang gedrückt gehalten werden. Während dieser Zeit leuchten alle LEDs der Balkenanzeige rot. Lassen Sie die Taste los, sobald die LEDs verlöschen. Danach beginnt der Teach-in-Vorgang.

- RMS-/Peak-Teach-in** Bei RMS/Peak-Messung wird die neue Alarmgrenze sofort nach dem Verlöschen des roten LED-Balkens berechnet.
- FFT-Teach-in** Bei FFT-Messung dauert der Teach-in-Vorgang länger, was durch wechselweise grünes und rotes Leuchten aller Balken-LEDs signalisiert wird. Während der Teach-in-Phase muss das Schwingensignal repräsentativ für die Überwachungsaufgabe und stabil sein. Der Beschleunigungsaufnehmer darf nicht berührt werden, um Verfälschungen zu vermeiden. Der FFT-Teach-in-Vorgang ist nach 15 bis 30 s beendet und das Gerät kehrt in den Überwachungsbetrieb zurück. Der LED-Balken sollte dann etwa 100 % geteilt durch den Teach-in-Faktor anzeigen.

Im FFT-Modus werden 10 Frequenz-/Amplitudenpaare für die Grenzwertlinie gebildet. Die Aufteilung des Frequenzbereichs von 1,4 bzw. 11 kHz geschieht durch Unterteilung in

10 gleich breite Frequenzbänder. In jedem Frequenzband bestimmt die Amplitude der größten Spektrallinie, multipliziert mit dem Teach-in-Faktor den berechneten Grenzwert. Liegt die größte Spektrallinie am Rand eines Intervalls, wird auch das Nachbarintervall auf diesen Grenzwert gesetzt.

Zunächst wird mit 11 kHz Bandbreite gemessen. Wenn die dabei ermittelte Maximal-Amplitude bei einer Frequenz unter 800 Hz liegt, wird die Messung noch einmal mit 1,4 kHz Bandbreite wiederholt.

Das Ergebnis des Teach-in-Vorgangs können Sie durch erneutes Laden der Einstellungen („Reload“) überprüfen.

9. Anbindung des M14 über die Schnittstellen

9.1 Überblick

Metra stellt für die Softwareanbindung über USB und RS-485 alle erforderlichen Informationen bereit. Für beide Schnittstellen finden Sie nachfolgend eine Liste aller Befehls-codes.

Als Grundlage für die Einbindung in LabView stellen wir die Projektdaten für das Parametrier- und Messprogramm (vgl. Abschnitt 6.2) bereit. Als Vorlage für SPS-Anwendungen steht die WAGO-Projektdatei m14.ecp zur Verfügung.

9.2 USB-Kommunikation im CDC-Modus

- Befehlsformat** Die Befehle und die Antworten sind ASCII-Zeichenketten. Zeilenwechselzeichen ist <CR>.
Die Rückgabe endet immer mit **/a** + <LF> bzw. bei Fehlern mit **/n** + <LF>.
- Gerätename** **#Bnnnnnnnnnnnnnnnnnnnn**: Gerätenamen schreiben
n: Name, 20 Zeichen (Ziffern, Buchstaben, Leerzeichen)
- Kalibrierdatum** **#Cmmyy**: Kalibrierdatum schreiben
m: Monat (01-12), 2 Ziffern
y: Jahr (letzte 2 Stellen), 2 Ziffern
- Kalibrierwerte** **#Dncccc**: Kalibrierwerte schreiben
n: Kalibrierwertindex;
A = Amplitudenkalibrierwert;
B = Stromschleifen-Nullpunkt;
C = Stromschleifen-Endwert
c: Kalibrierwert, 06000 - 14000 (5 Ziffern)
- Messmodus** **#Em**: Messmodus einstellen
m: 0 = Effektiv- und Spitzenwertmessung, Abruf mit #M
1 = FFT-Messung mit 1,4 kHz Bandbreite, Abruf mit #H
oder Hauptfrequenz und -amplitude, Abruf mit #N
2 = FFT-Messung mit 11 kHz Bandbreite, Abruf mit #H
oder Hauptfrequenz und -amplitude mit #N
- Filter / Integrator** **#Fhhlli**: Filter für Effektiv- und Spitzenwertmessung
h: Hochpass-Filterindex (2 Ziffern),
bei Beschleunigung: 00 = HP aus oder FFT; 01 = 5 Hz;
02 = 10 Hz; 03 = 20 Hz; 04 = 50 Hz; 05 = 100 Hz;
06 = 200 Hz; 07 = 500 Hz; 08 = 1000 Hz,
bei Geschwindigkeit: 00 = 2 Hz; 01 = 5 Hz; 02 = 10 Hz
l: Tiefpass-Filterindex bei Beschleunigung bzw. bei
Geschwindigkeit 2. Hochpass-Filterindex (2 Ziffern),
bei Beschleunigung: 00 = 0,1 kHz; 01 = 0,2 kHz;
02 = 0,5 kHz; 03 = 1 kHz; 04 = 2 kHz,
05 = 5 kHz; 06 = 11,5 kHz
bei Geschwindigkeit: 00 = 2 Hz; 01 = 5 Hz; 02 = 10 Hz
i: Integrator (a oder v für Beschleunigung oder Geschwind.)
- Verstärkung** **#Gg**: Verstärkung einstellen
g: Verstärkung (1 Ziffer), 0 = 1; 1 = 10; 2 = 100;
3 = PGA-Eingang kurzgeschlossen; 4 = Auto

FFT abrufen #H: FFT abrufen

Rückgabe:

aaaa.a

... 500 Liniendaten

aaaa.a

a: Amplitude in m/s^2 (5-stellig mit verstärkungsabhängigem
Dezimalpunkt)

Ausgabebeispiel: 0000.0

0000.0

0003.4

0012.1

...

0000.0

0000.0#

/a

Bei Übersteuerung: OVERLOAD

/a

Fehlermeldung bei USB, wenn nicht im FFT-Modus

(#E1 oder #E2): /n

Achtung: Bei Abfrage über RS-485 muss hinter #H eine Zahl
von 1 bis 5 stehen. Dabei handelt es sich um die Nummer ei-
nes von 5 FFT-Segmenten zu je 100 Linien.

Werksreset	#I: Auf Werkseinstellungen zurücksetzen
Teach-in-Faktor	#Kx: Teach-In-Faktor zwischen gemessener Amplitude und der beim Drücken der Taste automatisch bestimmten Alarmschwelle, $x = 1 \dots 9$ Hinweis: Wenn die gemessene Amplitude beim Teach-In den Wert Null hat, wird der Teach-In-Faktor als Nachkommastelle der Alarmschwelle eingesetzt. Beispiel: Teach-In-Faktor = 2; Alarmschwelle = 0,2
Alarmschwelle	#Lmxxxx.x: Alarmschwelle einstellen m: r = Effektivwert; p = Spitzenwert x: Alarmschwelle; 5-stellig; 0.1 bis 6000.0; mit Dezimalpunkt vor der letzten Stelle, z.B.: #Lr0012.0 (Effektivwert, 12 m/s ²) Fehlermeldung bei Bereichsüberschreitung oder ungültigen Zeichen: /n
Effektiv- und Spitzenwert abrufen	#M: Effektiv- und Spitzenwert abrufen Rückgabe: rrrr.r ppppp.p r: Effektivwert; 6-stellig, ohne Vornullen; mit verstärkungsabhängigem Dezimalpunkt p: Spitzenwert; 6-stellig; ohne Vornullen; mit verstärkungsabhängigem Dezimalpunkt Der Spitzenwert ist der höchste gemessene Wert seit dem letzten Senden von #M. Ausgabe bei Übersteuerung: OVER OVER /a Bei RS-485: letztes Byte = Prüfsumme Fehlermeldung bei USB, wenn nicht im Modus #E0: /n Ausgabebeispiel: 22.81 23.52
Hauptfrequenz und -amplitude abrufen	#N: Hauptfrequenz und -amplitude abrufen Rückgabe: ffff aaaa.a f: Hauptfrequenz in Hz (5-stellig mit Vornullen), Leerzeichen a: Amplitude in m/s ² (5-stellig mit Vornullen und verstärkungsabhängigem Dezimalpunkt) Fehlermeldung bei USB, wenn nicht im Modus #E1 oder #E2: /n Ausgabebeispiel: 01200 023.40 /a

FFT-Grenzwerte **#Onffffaaa.a:** Grenzwerte für die FFT-Überwachung
 n: Grenzwertnummer (0 - 9, 1 Ziffer),
 f: Frequenz in Hz (5 Ziffern),
 a: Amplitude in m/s^2 (5 Ziffern mit Dezimalpunkt vor letzter Stelle)
 z.B.: #2015000010.0 (Grenzwert 2 bei 1500 Hz 10,0 m/s^2)
 Die Frequenzen müssen in numerischer Reihenfolge angegeben werden (niedrige zuerst).
 Die Eingaben werden nur bis zum ersten Vorkommen der Frequenz „00000“ ausgewertet.
 Ist die erste Frequenz „00000“ (Befehl #00 00000 0000.0), erfolgt keine FFT-Überwachung.
 Erläuterung zu den Grenzwerten: Der erste Grenzwert gilt ab 0 Hz. Ein Grenzwert gilt bis zur Frequenz des folgenden Grenzwerts. Folgt kein weiterer Grenzwert bzw. hat der nachfolgende Grenzwert die Frequenz „00000“, gilt der Grenzwert bis zum Ende des Frequenzbereichs.

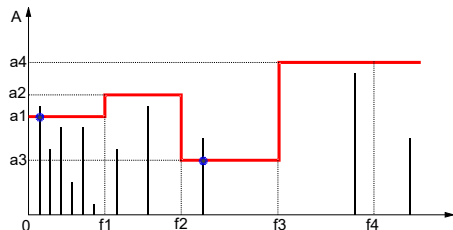


Bild 29: FFT-Grenzwerte

RS-485-Baudrate **#Qq**
 q: RS-485-Baudraten: 0 = 9600; 1 = 19200; 2 = 38400; 3 = 57600

Relais-einstellungen **#Raddeeh:** Relais-Einstellungen
 a: Relaischaltart, 0 = Schließer, 1 = Öffner (1 Ziffer)
 d: Schaltverzögerung, 0 – 99 s (2 Ziffern)
 e: Einschaltverzögerung nach Anliegen der Versorgungsspannung, 0 – 99 s (2 Ziffern)
 h: Haltezeit, 1 – 9 s (1 Ziffer)

Sensor-empfindlichkeit **#Ssssss:** Sensorempfindlichkeit
 s: Sensorempfindlichkeit, 4 Ziffern mit Dezimalpunkt nach 1. oder 2. Stelle
 Eingabebereich: 0,800 .. 12,00 mV/m/s^2
 Sendebeispiel: #S10.12

IEPE-Versorgung **#Ti:** IEPE-Versorgung ein/aus:
 i: 0 = aus; 1 = ein

Warngrenze **#Www:** Warngrenze
 w: Warngrenze in % der Alarmgrenze (10 – 90 %), 2 Ziffern

Einstellungen abfragen **#X:** Abrufen der Gerätedaten und Einstellungen
 Antwort:

tttt Ver. sss.hhh Ser. xxxxxx
 t: Typencode (M14 , 4 Zeichen)
 s: Softwareversion (3 Ziffern)
 h: Hardwareversion (3 Ziffern)
 x: Ser. -Nr. (6 Ziffern)
 B: bbbbbbbbbbbbbbbbbbbb
 b: Gerätename (20 Großbuchstaben / Ziffern / Leerzeichen)
 C: mm yyyy
 Kal.-datum, m: Monat* (3 Zeichen), y: Jahr (4 Ziffern))
 DA: dddd
 d: Amplituden-Kalibrierwert (5 Ziffern)
 DB: dddd
 d: Stromschleifen- Nullp.-Kal.-wert (5 Ziffern)
 DC: dddd
 d: Stromschleifen- Endwert-Kal.-wert (5 Ziffern)
 E: e
 e: Messmodus (1 Ziffer)
 F: hlli
 h: Hochpassindex (2 Ziffern)
 l: Tiefpassindex (2 Ziffern)
 i: Integrator ($0 = a / 1 = v$); (1 Ziffer)
 G: ggg m
 g: Verst. (1 / 10 / 100; 3 Ziffern, davor ggf. Leerzeichen)
 m: f = fest, a = Auto, z = Nullpunktabgleich (1 Zeichen)
 K: k
 k: Teach-in-Faktor
 L: xllll.l
 x: r = RMS, p = Peak (1 Zeichen)
 l: Alarmschwelle (5-stellig, davor ggf. Leerzeichen
 Dezimalpunkt vor letzter Stelle)
 Www:
 w: Warngrenze (10 bis 90 in Prozent; 2 Ziffern)
 R: mddooh
 m: Relaischaltart
 d: Schaltverzögerung
 o: Einschaltverzögerung
 h: Haltezeit
 T:t
 t: IEPE-Versorgung, 0 = aus, 1 = ein
 O0: ffff aaaa.a
 Grenzwerte für die FFT-Überwachung
 f: Frequenz in Hz (5 Ziffern)
 a: FFT-Grenzwert 1 (5 Ziffern, Dez.-punkt vor letzter)
 ...
 O9: ffff aaaa.a
 S: sssss
 s: Sensorempfindlichkeit, 4 Stellen und Dezimalpunkt
 U: uuuuu
 u: RS-485-Baudrate; 9600 / 19200 / 38400 / 57600

M: mmm

m: MODBUS-Adresse; 000 = inaktiv; 001 .. 247

Zeilenwechsel mit <CR>

MODBUS-Adresse #Yyyy

(RS-485) y: Adresse, 001 bis 247

000 = RS-485 im ASCII-Befehlsmodus (kein MODBUS)

Geräteerkennung #Z: Nur zur Geräteerkennung, gibt /a zurück

9.3 RS-485-Kommunikation im ASCII-Modus

Mit dem USB-Befehl #Y000 oder im Parametrierprogramm durch Eingabe von „000“ in „MODBUS address“ (Bild 30) versetzen Sie die RS-485-Schnittstelle in den ASCII-Befehlsmodus. Damit steht der ASCII-Befehlssatz aus Abschnitt 9.2 zur Verfügung. Im Unterschied zum USB-Betrieb muss bei Verwendung der RS-485-Schnittstelle nach dem #-Zeichen die 6-stellige Seriennummer des Gerätes eingefügt werden. Damit lassen sich die Module am RS-485-Bus einzeln adressieren. Auf den Befehl muss ein Carriage Return <CR> folgen.

Nach den empfangenen Daten wird die Quersumme aller empfangenen Bytes als Prüfsumme angehängt.

Bei fehlerhaften Parametern erfolgt keine Antwort.

RS-485-Einstellungen:

9600 / 19200 / 38400 / 57600 Baud

(vgl. Befehl #Q oder Baudraten-Menü im Parametrierprogramm)

8 Datenbits, 1 Stopbit, keine Parität.

Beispiel: #123456G2<CR>

Am M14 mit der Seriennummer 123456 wird die Verstärkung auf 100 eingestellt.

Setup | RMS/Peak | FFT

M14 Setup

Ver. 2.1

Status: M14 connected. www.mmf.de OK

Virtual COM port: COM5 Search M14 Model: 002.007 Version: 131269 Last cal.: Jan 2017 Device name (20 char.): VIBRATION MONITOR


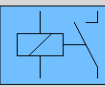
Control interface: ☒ USB ☐ RS-485 ASCII

RS-485 baudrate: **19200**

RS-485 ASCII address: 131269

MODBUS address: **003**

Settings: Save Load

Sensor:  Gain: 1 Filter / Integrator: accel. 0,3 - 100 Hz Warning/Alarm: 4-20 mA Output 1.6 mA/m/s² Switch Output: 

☒ IEPE on Sensitivity: 10.00 m/s² (4 digits and decimal point)

Reload Defaults

Monitoring Mode:

- ☒ RMS/Peak (time domain)
- ☐ FFT 1.4 kHz (frequency domain)
- ☐ FFT 11 kHz (frequency domain)

Cal. password:

RMS/Peak alarm limit*: 0010.0 m/s²

Warning at: 50 %

Teach-in factor: 2

Power-on delay: 10 s

Delay: 0 s

Hold time: 2 s

* For FFT alarm limits see FFT tab.

Bild 30: RS-485-Einstellungen im Parametrierprogramm

9.4 MODBUS RTU

Gültig ab Version 00x.011 Sie versetzen die RS-485-Schnittstelle in den MODBUS-Betrieb, indem Sie im USB-Parametrierprogramm „MODBUS adress“ (Bild 30) eingeben oder den USB-Befehl #Yxxx verwenden. Der zulässige Bereich für Adressen ist 001 bis 247. Am Bus darf keine Adresse mehrfach vergeben sein. Bei Eingabe von „000“ arbeitet die RS-485-Schnittstelle stattdessen im ASCII-Modus (vgl. Abschnitt 9.3).

Die RS-485-Einstellungen sind:

9600 / 19200 / 38400 / 57600 Baud

8 Datenbits, 1 Stopbit, keine Parität.

Mit dem Kommunikationsprotokoll MODBUS RTU können mehrere M14-Module durch einen Client, z.B. einem PC oder einer SPS, parametrierbar und ausgelesen werden.

Daten werden im Binärformat übertragen. Alle Werte werden als 32-Bit-Gleitkommazahlen (float/single) nach IEEE 754 kodiert. Die Byte-Reihenfolge ist „Big-endian“, d.h. das höchstwertige Byte wird zuerst gesendet (Bild 31).

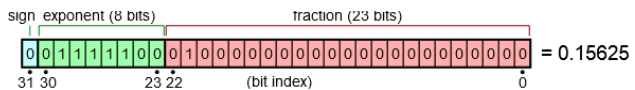


Bild 31: Beispiel für eine Zahl im Gleitkommaformat

Ein Befehl beginnt mit der 1 Byte langen M14-Adresse.

Es folgt der 1 Byte lange Funktionscode (FC) und die zu schreibende oder zu lesende Registeradresse. Das M14 verwendet nur die Codes 0x03 (Register lesen), 0x06 (ein Register schreiben) und 0x10 (mehrere Register schreiben).

Das Datenfeld kann je nach Befehl unterschiedlich lang sein und beinhaltet die zu schreibenden bzw. zu lesenden Daten. Jeder Befehl endet mit einer 2 Byte langen CRC-Prüfsumme.

Die Antwort vom M14 beginnt ebenfalls mit der Adresse des Gerätes und dem vorher empfangenen Funktionscode. Ist ein Fehler aufgetreten, wird im Funktionscode das höchste Bit auf 1 gesetzt. Es folgen Daten und Prüfsumme.

Bei Fehlern gibt das M14 folgende Exception Codes zurück:

- 0x01: Ungültiger Function Code
- 0x02: Ungültige Adresse
- 0x03: Ungültige Daten
- 0x04: Gerätefehler (Übersteuerung oder IEPE-Fehler)
- 0x06: Busy (falscher Messmodus oder FFT-Berechnung)

Die folgende Übersicht zeigt die Befehle und zugehörigen Antworten in der Reihenfolge ihrer Registeradressen. Alle Werte sind hexadezimal angegeben.

0x01: Effektiv- und Spitzenwert lesen

M14	FC	Adresse			Länge		CRC	
x	0x03	0x00	0x01	0x00	0x04	c	c	

Antwort:

x	0x03	0x08	R	R	R	R	P	P	P	P	c	c
---	------	------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

R: Effektivwert als float (32 Bit)

P: Spitzenwert als float (32 Bit)

Der Spitzenwert ist der höchste gemessene Wert seit dem letzten Abruf.

Bei Messmodus FFT wird Exception Code 0x06 zurückgegeben.

0x10 .. 0x19: FFT blockweise lesen

M14	FC	Adresse			Länge		CRC		
x	0x03	0x00	0x10	0x00	0x64	c	c		Amplitude 1 bis 50
			0x11						Amplitude 51 bis 100
			0x12						Amplitude 101 bis 150
			0x13						Amplitude 151 bis 200
			0x14						Amplitude 201 bis 250
			0x15						Amplitude 251 bis 300
			0x16						Amplitude 301 bis 350
			0x17						Amplitude 351 bis 400
			0x18						Amplitude 401 bis 450
			0x19						Amplitude 451 bis 500

Antwort:

x	0x03	0xC8	A	A	A	A	...	A	A	A	A	c	c
---	------	------	---	---	---	---	-----	---	---	---	---	---	---

A: 50 Amplitudenwerte in m/s² (float, 32 Bit) im Frequenzraster 2,8 bzw. 22,35 Hz

Die Amplituden 1 und 2 sind immer Null.

Ist das M14 im Messmodus RMS/Peak, wird Exception Code 0x06 zurückgegeben.

0x22: Filter/Integrator schreiben

M14	FC	Adresse			Wert		CRC	
x	0x06	0x00	0x22	H	L	c	c	

H: Hochpass-Filterindex

Für Beschleunigung: 0x00 = 0,3 Hz, 0x01 = 5 Hz, 0x02 = 10 Hz, 0x03 = 20 Hz, 0x04 = 50 Hz, 0x05 = 100 Hz, 0x06 = 200 Hz, 0x07 = 500 Hz, 0x08 = 1000 Hz, Für Geschwindigkeit: 0x09 = 2 Hz, 0x0A = 5 Hz, 0x0B = 10 Hz

L: Tiefpass-Filterindex

Für Beschleunigung: 0x00 = 0,1 kHz, 0x01 = 0,2 kHz, 0x02 = 0,5 kHz, 0x03 = 1 kHz, 0x04 = 2 kHz, 0x05 = 5 kHz, 0x06 = 11,5 kHz

Für Geschwindigkeit: unbenutzt

Antwort: (wie Befehl)

x	0x06	0x00	0x22	H	L	c	c	
---	------	------	------	---	---	---	---	--

0x22: Filter/Integrator lesen

M14	FC	Adresse	Länge	CRC
x	0x03	0x00 0x22	0x00 0x01	c c

Antwort:

x	0x03	0x02	H	L	c	c
---	------	------	---	---	---	---

0x23: Messmodus schreiben

M14	FC	Adresse	Wert	CRC
x	0x06	0x00 0x23	0x00 N	c c

N: 0x00 = RMS/Peak; 0x01 = FFT 1,4 kHz; 0x02 = FFT 11 kHz

Antwort: (wie Befehl)

x	0x06	0x00 0x23	0x00 N	c c
---	------	-----------	--------	-----

0x23: Messmodus lesen

M14	FC	Adresse	Länge	CRC
x	0x03	0x00 0x23	0x00 0x01	c c

Antwort:

x	0x03	0x02	0x00	N	c	c
---	------	------	------	---	---	---

0x25: Verstärkung schreiben

M14	FC	Adresse	Wert	CRC
x	0x06	0x00 0x25	0x00 G	c c

G: Verstärkung; 0 = 1; 1 = 10; 2 = 100; 3 = Autoranging

Antwort: (wie Befehl)

x	0x06	0x00 0x25	0x00 G	c c
---	------	-----------	--------	-----

0x25: Verstärkung lesen

M14	FC	Adresse	Länge	CRC
x	0x03	0x00 0x25	0x00 0x01	c c

Antwort:

x	0x03	0x02	0x00	G	c	c
---	------	------	------	---	---	---

0x30: MODBUS-Adresse für angegebene Seriennummer schreiben

M14	FC	Adresse	Länge	Bytes	MODBUS-Adresse (4 Byte)	CRC
0x00	0x10	0x00 0x30	0x00 0x02	0x04	ggggggggg0000sssss	sssss

Antwort:

x	0x10	0x00 0x30	0x00 0x02	c c
---	------	-----------	-----------	-----

Dieser Befehl verwendet die Adresse 0 (Broadcast) und richtet sich an alle Busteilnehmer.

Jede Geräteadresse darf am Bus nur einmal vorkommen.

g: zu schreibende MODBUS-Geräteadresse (1 .. 247)

s: Seriennummer (000001 .. 999999)

0x30: M14-Seriennummer lesen

M14	FC	Adresse	Länge	CRC
x	0x03	0x00 0x30	0x00 0x02	c c

Antwort:

x	0x03	0x04	0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0	s s s s	s s s s s s s s	s s s s s s s s	s s s s s s s s	c c
---	------	------	-----------------	---------	---------	-----------------	-----------------	-----------------	-----

s: Seriennummer (000001 .. 999999)

0x32: Baudrate schreiben

M14	FC	Adresse	Wert	CRC
x	0x06	0x00 0x32	0x00 B	c c

B: 0 = 9600; 1 = 19200; 2 = 38400; 3 = 57600 Baud

Antwort: (wie Befehl)

x	0x06	0x00 0x32	0x00 B	c c
---	------	-----------	--------	-----

0x41: Kalibrierdatum lesen

M14	FC	Adresse	Länge	CRC
x	0x03	0x00 0x41	0x00 0x02	c c

Antwort:

x	0x03	0x04	0x00 M	0x00 Y	c c
---	------	------	--------	--------	-----

M: Monat (0 .. 11); Y: Jahr – 2000

0x80: Gerätenamen schreiben

M14	FC	Adresse	Länge	Bytes	Gerätename (20 ASCII-Zeichen)	CRC
x	0x10	0x00 0x80	0x00 0x0A	0x14	n n n ... n n n n	c c

Antwort:

x	0x10	0x00 0x80	0x00 0x0A	c c
---	------	-----------	-----------	-----

0x80: Gerätenamen lesen

M14	FC	Adresse	Länge	CRC
x	0x03	0x00 0x80	0x00 0x0A	c c

Antwort:

x	0x03	0x14	n n n ... n n n n	c c
---	------	------	-------------------	-----

n: Gerätename (20 ASCII-Zeichen)

Hinweis: Die aktive Kommunikation eines M14 mit dem MODBUS-Client erkennen Sie am Blinken der LED „OVL“. Für jedes vom M14 gesendete Datenpaket leuchtet diese kurz auf.

Hinweis: Unter <https://mmf.de/produkt/m14/> finden Sie eine SPS-Beispielapplikation, die alle MODBUS-RTU-Parametrier- und Messfunktionen des M14 beinhaltet (Bild 32). Das Projekt wurde für eine WAGO PFC200 in e!Cockpit/CODESYS3 entwickelt, lässt sich aber auch auf andere Steuerungen portieren.



Bild 32: MODBUS-RTU-Beispielapplikation

10. Kalibrierung

Werksabgleich Das M14 wird werksseitig so kalibriert, dass es nach Eingabe der korrekten Sensorempfindlichkeit (vgl. Abschnitt 6.2.3) amplitudenrichtig misst.

Schwingungskalibrator Eine Überprüfung der Kalibrierung kann auf einfache Weise mit einem Schwingungskalibrator der VC-Serie von Metra erfolgen. Damit wird ein definiertes mechanisches Schwingungssignal von 10 m/s^2 bzw. 10 mm/s mit einer Frequenz von $159,2 \text{ Hz}$ in den Sensor eingeleitet und der gemessene Effektivwert am M14 überprüft (vgl. Abschnitt 7.1).

11. Firmwareupdate

Die Gerätesoftware des M14 lässt sich über die USB-Schnittstelle aktualisieren. Die in Ihrem Gerät installierte Version finden Sie mit Hilfe des Parametrier- und Messprogramms unter Setup (Bild 18 auf Seite 18). Die ersten drei Stellen kennzeichnen die Hardwareversion, die zweiten drei die Softwareversion.

Unter <https://mmf.de/produkt/m14> können Sie überprüfen, ob eine neuere Firmware existiert. Entpacken Sie die Datei m14.zip in einem Verzeichnis Ihrer Wahl.

Schließen Sie das Parametrier- und Messprogramm und installieren Sie von oben genannter Internetseite das Programm „Firmware Updater“.

Starten Sie „Firmware Updater“, wählen Sie den Gerätetyp „M14“ und stellen Sie das virtuelle COM-Port ein, welches das M14 mit seiner USB-Schnittstelle belegt.

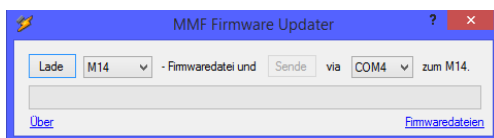


Bild 33: Firmware Updater

Klicken Sie auf „Lade“ im „Firmware Updater“ und geben Sie den Pfad zum Download-Ordner an, in dem sich das entpackte Firmwarefile m14.hex befindet.

Dann klicken Sie „Sende“. Die Übertragung der Firmwaredaten beginnt. Der Übertragungsfortschritt wird als Zeitbalken angezeigt. Nach Beendigung des Updates startet das M14 und „Firmware-Updater“ wird geschlossen. Bitte unterbrechen Sie den Updatevorgang nicht. Nach Übertragungsfehlern können Sie das Update erneut starten.

12. Anhang: Messung von Maschinenschwingungen

Die stationäre Überwachung von Maschinenschwingungen im Rahmen der vorbeugenden Instandhaltung kann einen bedeutenden Beitrag zur Kostensenkung leisten und unerwarteten Ausfällen vorbeugen.

Die Bewertung von Maschinenschwingungen erfordert jedoch ein gewisses Maß an Erfahrung. An dieser Stelle kann die Thematik daher nur kurz angeschnitten werden.

12.1 Schwingstärkemessung für Unwuchtvibration

Die Messung der Schwinggeschwindigkeit (Schwingstärke) ist ein verbreitetes Verfahren zur Überwachung von Unwuchten an rotierenden Maschinen. Die Schwingstärke ist ein Maß für den Energiegehalt der auftretenden Vibrationen. Ursachen für Unwuchten können zum Beispiel lose Schrauben, verbogene Teile, verschlissene Lager mit großem Spiel oder Ablagerungen auf Lüfterflügeln sein. Oft verstärken sich auch mehrere Effekte gegenseitig.

DIN/ISO 20816-1 Liegen keine Erfahrungswerte für die Schwingstärke an der betreffenden Maschine vor, kann auf die Zonengrenzwerte aus DIN/ISO 20816-1 zurückgegriffen werden. Dort werden Empfehlungen für zulässige Schwinggeschwindigkeiten im Dauerbetrieb an unterschiedlichen Maschinentypen gegeben (Bild 34). Die Messung erfolgt in der Regel zwischen 10 und 1000 Hz.

V _{eff} 10 – 1000 Hz	45 mm/s			Zone C/D 4,5 – 14,7 mm/s
	28 mm/s			
	18 mm/s			
	14,7 mm/s			
	11,2 mm/s			
	9,3 mm/s	Zone B/C 1,8 – 9,3 mm/s		
	7,1 mm/s			
	4,5 mm/s	Zone A/B 0,71 – 4,5 mm/s		
	2,8 mm/s			
	1,8 mm/s			
	1,12 mm/s			
	0,71 mm/s			
	0,45 mm/s			
	0,28 mm/s			
D Risiko eines Maschinenschadens				
C begrenzter Weiterbetrieb				
B Dauerbetrieb ohne Einschränkung möglich				
A neu in Betrieb genommene Maschinen				

Bild 34: Zonengrenzwerte der Schwinggeschwindigkeit nach DIN/ISO 20816-1

12.2 Wälzlagerüberwachung

Allgemeines Während das in Abschnitt 12.1 gezeigte Verfahren nach DIN/ISO 20816 sich mit Vibrationen beschäftigt, die von Unwuchten hervorgerufen werden, soll in diesem Abschnitt auf Wälzlagerschwingungen eingegangen werden.

Typische Ursachen von Schäden an Wälzlagern sind Ermüdung, Korrosion, Käfigbeschädigungen, schlechte Schmierung oder Ermüdung durch zu hohe Beanspruchung.

Die Folgen sind Laufbahnschäden (Pittingbildung), erhöhte Temperatur, Geräuschbildung, verstärktes Spiel, unruhiger Lauf bis zum Käfigbruch und Totalausfall der Maschine.

Beim Überrollen von Schädigungen entstehen Impulse, die das System zu Schwingungen anregen. Diese Schwingungen kann man z.B. am Lagergehäuse messen.

Die von Wälzlagern erzeugten Schwingungen liegen in der Regel oberhalb von 1 kHz. Erfasst wird üblicherweise die Schwingbeschleunigung.

Wälzlagerschäden lassen sich durch Verfahren im Frequenzbereich oder im Zeitbereich diagnostizieren. Die Diagnose des Frequenzspektrums liefert tiefer gehende Detailinformationen über das untersuchte Lager, erfordert jedoch auch ein hohes Maß an Erfahrung.

Die Verfahren im Zeitbereich (Effektiv- und Spitzenwerte der Beschleunigung) liefern hingegen einfachere Ergebnisse und erfordern weniger Geräteaufwand. In vielen Fällen liefern sie hinreichende Aussagen über den Zustand der Wälzlager einer Maschine.

Crest-Faktor Ein bewährtes Verfahren im Zeitbereich ist die Crest-Faktormessung. Der Crest-Faktor ist der Quotient von Spitzenwert und Effektivwert der Schwingbeschleunigung (\hat{a}/a_{eff}). Das Verfahren basiert auf der Erkenntnis, dass im Frühzustand einer Lagerschädigung nur geringe Änderungen im Effektivwert der Schwingbeschleunigung auftreten. Der Spitzenwert steigt hingegen bereits signifikant an (vgl. Bild 35).

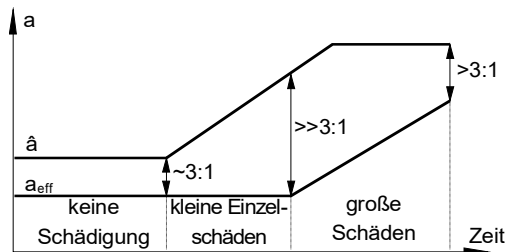


Bild 35: Typischer Schadensverlauf eines Wälzlagers

Die folgende Tabelle zeigt den Crest-Faktor und alternativ

das Produkt aus Spitzen- und Effektivwert in Abhängigkeit von der Schädigung eines Wälzlagers.

Zustand	a_{eff}	\hat{a}	\hat{a}/a_{eff}	$\hat{a} \cdot a_{\text{eff}}$
keine Schädigung	klein	klein	~ 3	klein
kleiner Einzelschaden	klein	erhöht	>3	wenig erhöht
mehrere kleine Einzelschäden	erhöht	erhöht	>3	mittel erhöht
großer Einzelschaden	erhöht	groß	$>>3$	erhöht
viele große Einzelschäden	groß	groß	>3	groß

Diagnose- Kennzahl nach Sturm

Eine weitere Methode der Wälzlagerüberwachung im Zeitbereich ist die Diagnosekennzahl $D_K(t)$ nach Sturm. Diese errechnet sich aus den Effektiv- und Spitzenwerten der Beschleunigung im Gutzustand (0) und im zu beurteilenden Zustand (t):

$$D_K(t) = \frac{a_{\text{eff}}(0) \cdot \hat{a}(0)}{a_{\text{eff}}(t) \cdot \hat{a}(t)}$$

Nach Sturm gelten folgende Werte:

$D_K(t)$	Wälzlagerzustand
> 1	Verbesserung
$1 \dots 0,5$	Guter Zustand
$0,5 \dots 0,2$	Schädigungsbeschleunigende Einflüsse
$0,2 \dots 0,02$	Fortschreitender Schädigungsprozess
$< 0,02$	Schädigung

13. Technische Daten

Messbereiche (1 / 10 mV/ms ⁻² Empfindl.)	Effektivwert	Spitzenwert
Schwingbeschleunigung	7000 / 700 m/s ²	10000 / 1000 m/s ²
Schwinggeschwindigkeit	7000 / 700 mm/s	10000 / 1000 mm/s
Messfehler (10 mV/ms ⁻² Empfindlichkeit)	Effektivwert	Spitzenwert
Schwingbeschleunigung	± 3 % bei >0,1 m/s ²	± 3 % bei >1 m/s ²
Schwinggeschwindigkeit	± 3 % bei >1 mm/s	± 3 % bei >10 mm/s
Eingang	Spannungseingang, R _i = 2 MΩ; AC-gekoppelt; IEPE-kompatibel	
Sensorspeisung	3,5 .. 4,5 mA Konstantstrom, Quellenspannung > 24 V; abschaltbar	
Anschließbare Sensoren	IEPE-kompatible Beschleunigungsaufnehmer; Empfindlichkeit: 0,8 .. 12 mV/ms ⁻²	
Frequenzbereiche		
Breitbandsignal am AC-Ausgang	0,3 Hz .. > 100 kHz (-3 dB)	
Schwingbeschleunigung (digital)	0,3 Hz .. 10 kHz	
Schwinggeschwindigkeit (digital)	2 Hz .. 1 kHz	
Filter	IIR-Digitalfilter; zweipolig	
Hochpassfilter	5/10/20/50/100/200/500/1000 Hz	
Tiefpassfilter	100/200/500/1000/2000/5000/11500 Hz	
Verstärkung	1 / 10 / 100 und Autoranging	
Gleichrichtung	Echter Effektivwert; Spitzenwert	
Frequenzanalyse (FFT)	500 Linien; Hanning-Fenster; Spitzenwertspektrum; 5 .. 1400 Hz und 50 .. 11000 Hz	
Ausgaberate	1 RMS-/Peak-Wert pro 1,4 s bei HP >0,3 Hz 1 RMS-/Peak-Wert pro 2,8 s bei HP =0,3 Hz 1 FFT pro 1 s	
Relaisausgänge	2 PhotoMOS-Relais für Warnung und Alarm; 60 V DC/AC; 0,5A; potenzialfrei; als Ruhe- oder Arbeitskontakt konfigurierbar	
Einstellbereich der Alarm-Relais-Anschschwelle für RMS/Peak	0,1 .. 9999,9 m/s ² ; 0,1 .. 9999,9 mm/s	
Alarm-Relais-Anschschwelle für FFT	10 Frequenzintervalle mit je einem Grenzwert	
Einstellbereich der Warn-Relais-Anschschwelle für RMS/Peak/FFT	10 .. 90 % der Alarmschwelle	
Relais-Ansprechverzögerung	1 .. 99 s für Effektiv-/Spitzenwert und FFT; <20 ms bei Momentanwertüberwachung; 0 .. 99 s Schaltverzögerung nach Anlegen der Versorgungsspannung eistellbar	
Relais-Haltezeit	0 .. 9 s	

Stromschleifenausgang	4 .. 20 mA, passiv, induktiv isoliert; Klemmenspannung: 8 .. 30 V; bei Übersteuerung und Sensorfehler: 24 mA
Wechselspannungsausgang	Beschleunigungssignal; $\hat{u}_a = \pm 3 \text{ V}$; Übertragungsfaktor: $0,4 \cdot \text{Verstärkung}$; 1 Hz .. > 100 kHz; Impedanz 100 Ω
Sensorüberwachung	Leuchtdiode „IEPE“; Ansprechschwelle: <1 V und >20 V über den Eingangsklemmen; bei Sensorfehler 24 mA an Stromschleife und Alarmrelais
Übersteuerungsanzeige	Leuchtdiode „OVL“; Ansprechschwellen: Verstärkung = 1: 10000 m/s ² (Peak); Verstärkung = 10: 1000 m/s ² (Peak); Verstärkung = 100: 100 m/s ² (Peak); auch bei digitaler Übersteuerung nach Filterung und Integration
Pegelanzeige	10-stufige LED-Balkenanzeige; 10 .. 100 % des Alarmgrenzwerts; unter der Warngrenze grün, darüber rot
USB-Schnittstelle	Mini-USB (Frontseite); USB 2.0 Full Speed
RS-485-Schnittstelle	über Busverbinder; 9600/19200/38400/57600 baud Baud; 8 Datenbits; 1 Stoppbit; keine Parität; MODBUS-RTU-Protokoll oder Textbefehle
Stromversorgung	8 .. 28 V Gleichspannung / <100 mA; Schutz gegen Falschpolung
Klemmen	Federklemmen; 0,2 bis 2,5 mm ² ; AWG 24-14; Busverbinder an der DIN-Schiene
Arbeitstemperaturbereich	-40 .. 60 °C Luftfeuchte < 95 %, ohne Kondensation
Abmessungen (B x H x T)	13 x 100 x 114 mm ³
Masse	90 g

Garantie

Metra gewährt auf dieses Produkt eine Herstellergarantie von
24 Monaten.

Die Garantiezeit beginnt mit dem Rechnungsdatum.

Die Rechnung ist aufzubewahren und im Garantiefall vorzulegen.
Die Garantiezeit endet nach Ablauf von 24 Monaten nach dem Kauf,
unabhängig davon, ob bereits Garantieleistungen erbracht wurden.

Durch die Garantie wird gewährleistet, dass das Gerät frei von
Fabrikations- und Materialfehlern ist, die die Funktion entsprechend der Bedienungs-
anleitung beeinträchtigen.

Garantieansprüche entfallen bei unsachgemäßer Behandlung, insbesondere Nichtbe-
achtung der Bedienungsanleitung, Betrieb außerhalb der
Spezifikation und Eingriffen durch nicht autorisierte Personen.

Die Garantie wird geleistet, indem nach Entscheidung durch Metra
einzelne Teile oder das Gerät ausgetauscht werden.

Die Kosten für die Versendung des Gerätes an Metra trägt der Erwerber.
Die Kosten für die Rücksendung trägt Metra.

Konformitätserklärung

nach EU-Richtlinie 2014/30/EU

Produkt: Schwingungsüberwachung

Typ: M14

Hiermit wird bestätigt, dass das oben beschriebene Produkt den
folgenden Anforderungen entspricht:

DIN EN 61326-1: 2013

DIN EN 61010-1: 2011

DIN 45669-1: 2010

Diese Erklärung wird verantwortlich für den Hersteller
Manfred Weber Metra Mess- und Frequenztechnik in Radebeul e.K.

Meißner Str. 58, D-01445 Radebeul

abgegeben durch:



Michael Weber, Radebeul, den 5. Dezember 2017