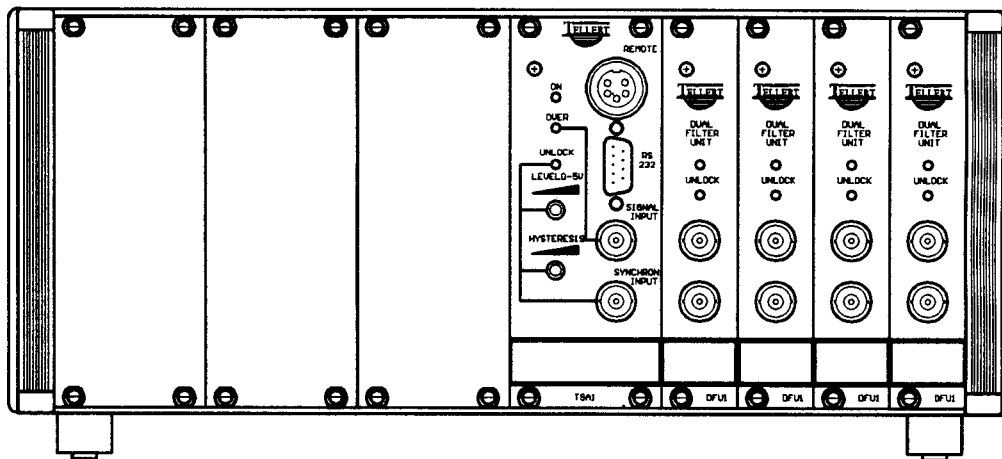


Ordnungsanalyse

TSA

Tracking Spectrum Analysator



- **ONLINE**-Betrieb
- einfacher PC **ohne** Zusatzkarte genügt
- Meßergebnis sofort ausdrückbar
- KFZ-tauglich
- kompaktes Meßsystem
- Datenreduzierung



TELLERT-ELEKTRONIK
Dorfstr. 15
8727 Werneck
Telefon: 09722 / 7327

Allgemeines

Ordnungsanalyse ist das Messen von Frequenzen, die in einem bestimmten Verhältnis zur Führungsgröße (z.B. Motordrehzahl) stehen. Die Harmonischen oder Subharmonischen werden aus dem Frequenzspektrum herausgefiltert und deren Amplitude gemessen. Die Ordnung wird vor der Messung festgelegt. Die Filterfrequenz folgt der Führungsgröße.

Mit dem TSA können acht Kanäle gleichzeitig gemessen werden. Die Ordnungen lassen sich von 0,01 bis 99,9 definieren. Da sich jeder Kanal durch Eingabe der Ordnung 0 auf Überbrückung des Filters schalten läßt, besteht auch die Möglichkeit den Effektivwert des Summensignales mit aufzuzeichnen. Dieses erlaubt das Verhältnis von Ordnung zum Summensignal festzustellen.

Besonders sinnvoll ist eine Ordnungsanalyse bei Messungen mit veränderlicher Führungsgröße (z.B. Hochfahren der Motordrehzahl). Damit werden z.B. Resonanzfrequenzen sicher erkannt. Mit der TSA-Software können die Amplitudenwerte der acht Kanäle **ONLINE** verfolgt werden, wobei die Ordnung, die Filterfrequenz und die Meßgröße (bereits in gewünschter Einheit umgerechnet!) ausgegeben werden. Nach Aufzeichnen der Messung ist es sofort möglich, sich den skalierten Kurvenverlauf der Amplituden auf dem Bildschirm (bzw. auf dem Plott) anzusehen.

Das Konzept des TSA bindet den PC vollkommen ein:

- Steuern der Messung durch einen PC;
- Speichern der aufbereiteten Meßwerte durch den PC;
- Umrechnen der Meßwerte mit einem PC;

Der Datentransfer über die serielle Schnittstelle RS232 erfordert keine Einsteckkarte im PC, d.h. auch ein Laptop ist zur Datenerfassung geeignet. Da nicht die Rohdaten der Signale, sondern das aufbereitete Meßergebnis abgespeichert wird, sind für acht Kanäle bei einer Messung von 500... 6000 min⁻¹ (Schrittweite 10 min⁻¹) weniger als 8 kB nötig. Durch die enorme Reduzierung der Datenmenge ist es möglich, auf eine Diskette mehr als 50 Messungen zu sichern.

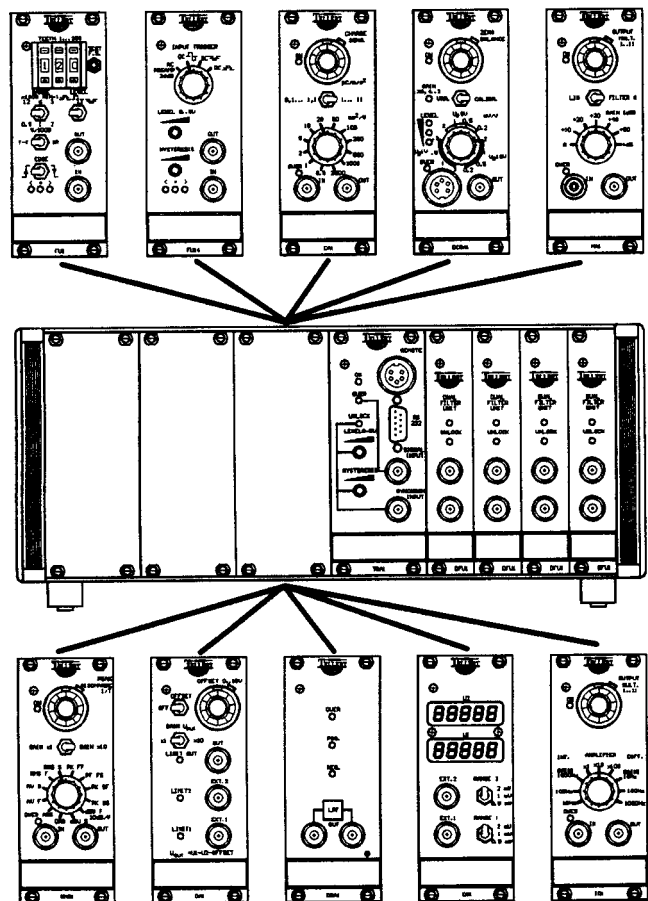
Als Steuer- und Erfassungs-Computer ist jeder MS-DOS-Rechner geeignet, sofern er nicht mit einer Hercules-Grafik-Karte betrieben wird.

Ein ausgereiftes Meßsystem

Der TSA ist kein isoliertes Gerät. Er ist durch eine Menge Zusatzkarten erweiterbar, die die Sensorsignale aufbereiten. Der Datenverkehr zwischen den Einschüben erfolgt in der Regel intern über die Busverdrahtung. Als Zusatzeinschübe sind bei uns erhältlich:

- Präzisions-F/U-Wandler;
- Ladungsverstärker;
- Mikrofonvorverstärker;
- DC-Brückenverstärker;
- Integrierer/Differenzierer;
- Differenzverstärker;
- Multifunktions-Gleichrichter;
- Dual-Voltmeter;

Zur Lösung Ihrer Meßprobleme brauchen Sie neben dem TSA (eventuell mit Zusatzeinschüben) nur noch einen bzw. mehrere Sensoren und einen einfachen PC.



Weitere Informationen...

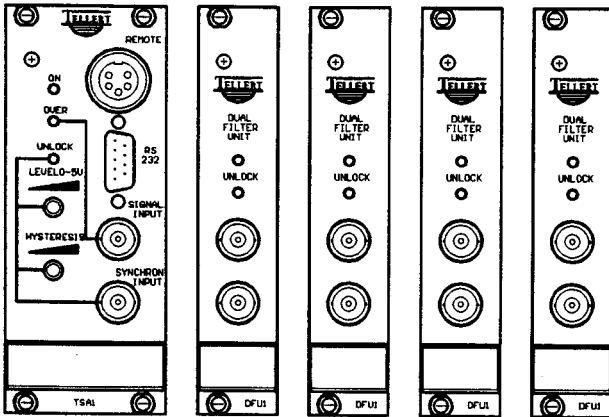
Wünschen Sie nähere Informationen über unsere Ordnungsanalyse oder über unser Meßsystem? Möchten Sie die Software testen oder die Meßgeräte im Einsatz erleben? Dann rufen Sie uns bitte an. Sie erreichen uns unter folgender Nummer bzw. Adresse:

TELLERT-ELEKTRONIK
Dorfstraße 15
8727 Werneck
Telefon: 09722 / 7327
Telefax: 09722 / 2721

Aufbau der Hardware

Die Hardware des TSA besteht im wesentlichen aus fünf Einschüben, die über eine Busverdrahtung im Gehäuse miteinander verbunden sind:

- ein Steuereinschub TSA1;
- vier Doppel-Filterkarten DFU1;



Funktionsweise

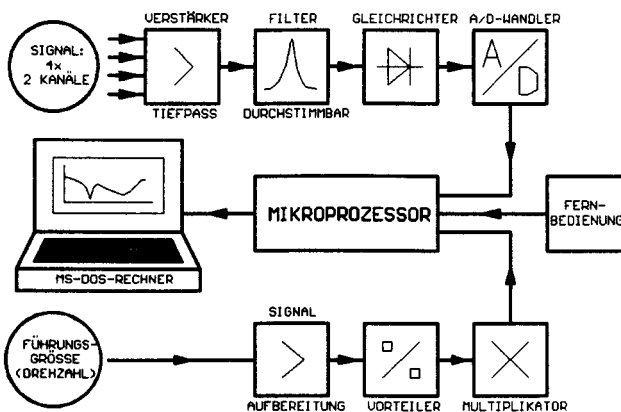
Sie können maximal vier Eingangssignale einspeisen und dabei insgesamt acht verschiedene Ordnungen analysieren. Diese Signale werden verstärkt und ein Tiefpaßfilter bereinigt sie von störenden Anteilen. Anschließend werden die Signale auf mitlaufende Filter gelegt. Ein Gleichrichter und ein A/D-Wandler bereiten die Signale für den Mikroprozessor auf.

Die Führungsgröße (meist die Drehzahl) dient zur Synchronisation. Sie wird verstärkt, dividiert und multipliziert. Danach wird sie zum Mikroprozessor geführt.

Der Mikroprozessor konvertiert alle Daten auf ein Format, das der PC über die serielle Schnittstelle einlesen kann. Die weitere Bearbeitung der Meßdaten erfolgt über den MS-DOS-Rechner.

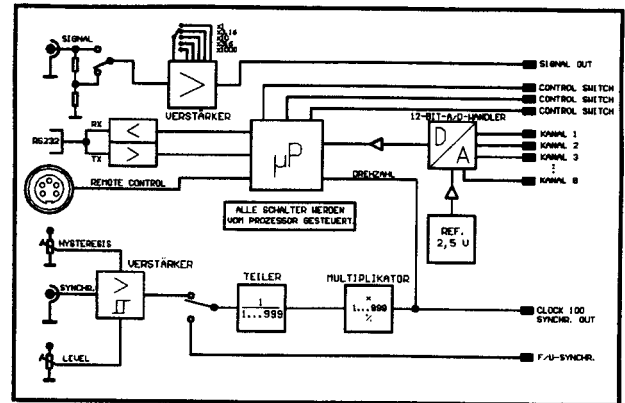
Technische Daten finden Sie auf Seite 8 dieses Prospekts.

Funktionsweise des TSA:



Steuereinschub TSA1

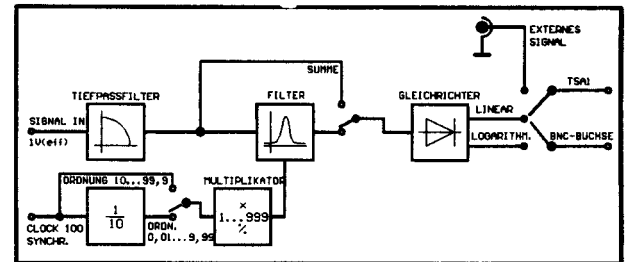
Blockschaltbild des Einschubs TSA1:



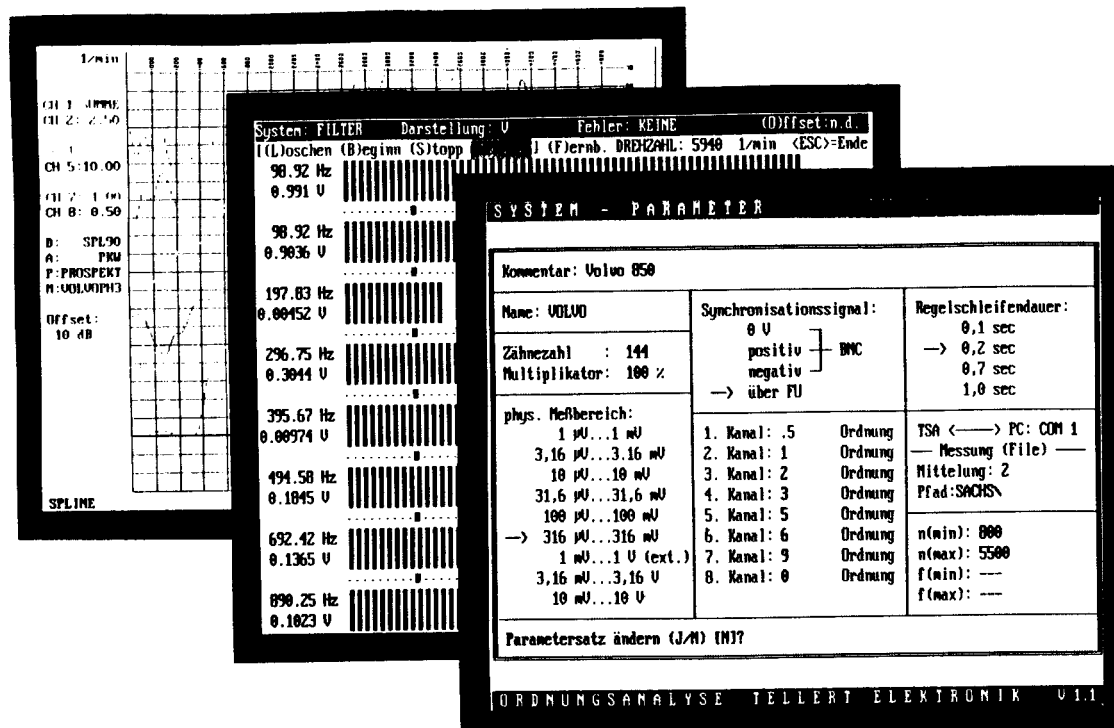
Zu Beginn einer Messung empfängt der Mikroprozessor die Systemeinstellungen vom PC und stellt die Filterkarten auf die gewünschten Ordnungen ein. Das Meßsignal wird entsprechend dem gewählten Meßbereich verstärkt und über die interne Busverdrahtung auf die Filterkarten gelegt (bei einem Eingangssignal). Das von der Filterkarte bearbeitete Signal wird von einem 12-Bit-A/D-Wandler aufgenommen und als digitales Signal dem Mikroprozessor eingespeist. Das Synchronisationsignal wird als Triggersignal aufbereitet und den Filterkarten zugeführt.

Doppel-Filterkarte DFU1

Blockschaltbild einer der beiden Filtereinheiten des DFU1:



Das Meßsignal des Steuereinschubs durchläuft ein Tiefpaßfilter (Butterworth, $f_g = 8 \text{ kHz}$). Die mitlaufenden Filter lassen nur die Anteile der eingestellten Ordnungen vom Summensignal passieren (mit einer Bandbreite von 6 %). Die Filter können aber auch überbrückt werden, falls das Summensignal gemessen werden soll. Das Signal wird einem Effektivwertgleichrichter zugeführt und liegt logarithmisch bzw. linear vor. An den Steuereinschub wird das gewünschte Signal weitergeleitet. Es kann aber auch ein unbehandeltes, externes Signal in den TSA1 eingespeist werden. Am BNC-Ausgang der Filterkarte liegt eines der Signale an.



Die Software

Aufgabe:

Das MS-DOS-Programm TSA.EXE besitzt zwei Betriebsmodi die sich folgende Aufgaben teilen: ONLINE-Darstellung, Aufzeichnung, Auswertung und das Dokumentieren einer Messung. Außerdem werden alle Einstellungen am TSA über den PC vorgenommen.

Aufbau:

Die Software teilt alle Parameterdefinitionen in verschiedene Dateien auf. So werden Informationen zur Messung, Systemeinstellungen, Darstellungsparameter und Plottereinstellungen jeweils zusammengefaßt. Jede Datei kann vom Hauptmenü aus geändert werden. Es ist nicht nötig für jede Messung alle Dateien zu ändern. So können Sie z.B. die Plottereinstellungen immer beibehalten.

Messung:

Auf dem Bildschirm werden online folgende Daten ausgegeben:

- acht Amplitudenwerte (in gewünschter Einheit);
- Amplitudenwerte als Säulengrafik;
- Filterfrequenzen zu den acht Kanälen;
- die dazugehörigen Ordnungen;
- die momentane Frequenz bzw. Drehzahl;

Unter der Menüebene Messung können Sie die Datenaufzeichnung starten, stoppen, wiederaufnehmen oder löschen. Außerdem ist eine automatische Zug-Schub-Messung möglich: Bei einer Mindestdrehzahl wird eine Meßaufzeichnung gestartet. Erreicht diese Drehzahl einen zuvor definierten Höchstwert, so wird die aktuelle Messung gesichert und eine neue Messung gestartet. Diese endet beim Erreichen der Mindestdrehzahl.

Auswertung:

Die Messungen lassen sich vielfältig bearbeiten. So können Sie die Meßwerte differenzieren oder integrieren, als Einheit der Führungsgröße min^{-1} bzw. Hz wählen, oder die Darstellung logarithmisch, linear bzw. logarithmisch mit linearer Beschriftung vornehmen. In der Auswertungsebene können Sie die acht Graphen als Funktion der Drehzahl oder Frequenz betrachten und bearbeiten. Zu den Ediermöglichkeiten gehören das Vergrößern, Verkleinern und Verschieben der Graphen. Auch ist eine Interpolation der Meßgraphen möglich. Die Software erlaubt außerdem, die Kurven verschiedener Messungen miteinander zu vergleichen und in einem Diagramm darzustellen.

Dokumentation:

Nach der Bearbeitung der Graphen lassen sich die Kurven ausplotten. Die Grafikausgabe erfolgt im HPGL-Format. Steht kein Plotter zur Verfügung, kann mit dem Programm SERPLOTTM der generierte HPGL-Code für nahezu alle Drucker umformatiert werden (dieses Programm ist nicht im Standard-Paket enthalten). Den maximal acht Kurven können Sie verschiedene Linienmuster zuordnen. Auch ist es möglich, ein Firmenlogo oder besondere Skalierungslinien miteinzubinden. Das Plott enthält eine Titelzeile mit 67 Zeichen. Die Informationsleiste bietet Platz für die Namen der Datensätze, der Benennung der Ordnungen, 10 frei beschriftbare Zeilen à 22 Zeichen und das Datum. Es stehen sowohl die deutschen, als auch die amerikanischen Sonderzeichen unter HPGL zur Verfügung.

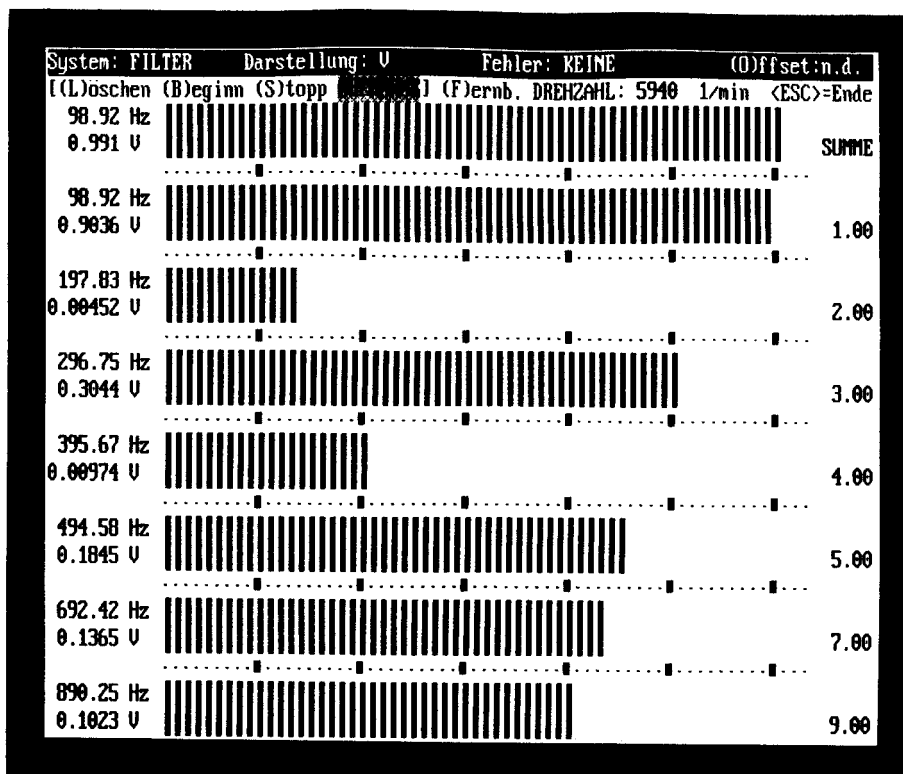
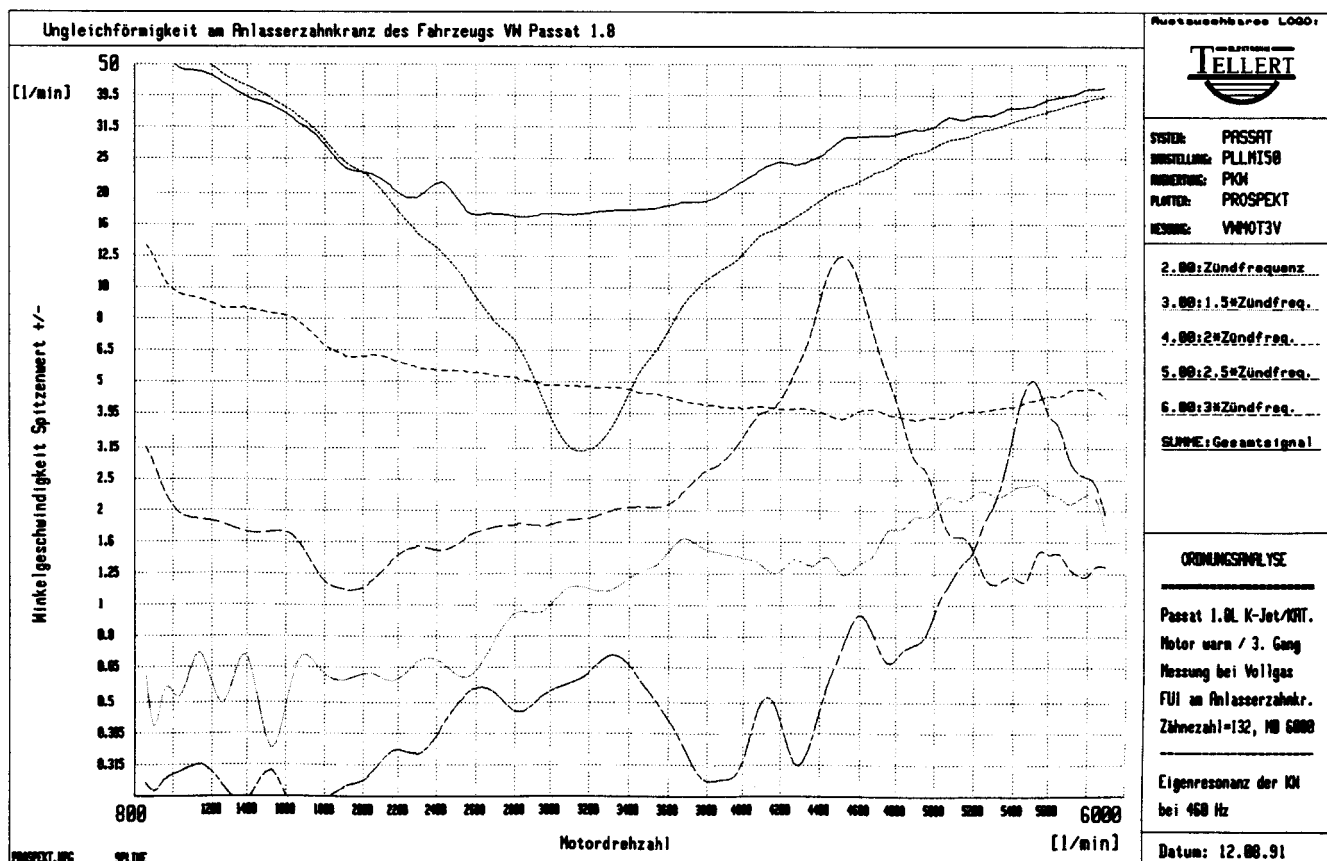


Bild oben: Bildschirm bei ONLINE-Betrieb. Als Eingangssignal wurde eine Rechteckspannung mit $1 V_{eff}$ und 98,9 Hz verwendet. Die Darstellung ist logarithmisch. Die Anteile der Ordnungen vom Summensignal können direkt in V abgelesen werden.

Bild unten: Plott einer Messung. Hier wurde die Ungleichförmigkeit eines VW Passats gemessen. Die Graphen sind interpoliert. Wegen der besseren Übersichtlichkeit sind zwei Ordnungen ausgeblendet. Das Firmenlogo ist austauschbar.



Allgemeines zur Anwendung

Die Meßaufbauten mit dem TSA sind äußerst kompakt. Darum spart man viel Zeit und Platz. Die interne Busverdrahtung übernimmt die wesentlichen Verbindungen, somit sind nur wenige Kabel notwendig. Der TSA kann auch vom Bordnetz eines Fahrzeugs versorgt werden, somit sind Spannungswandler nicht nötig.

Ein mitgeliefertes Programm erlaubt die Weiterverarbeitung aller Meßdaten mit zusätzlicher Auswertungssoftware, wie z.B. TurboLABTM von der Firma STEMMERTM.

Bei den Messungen können auch Fremdsignale aufgezeichnet werden, die unbearbeitet bleiben. Die richtige Bewertung dieser Signale ist jedoch nur mit weiterführender Auswertungssoftware möglich.

Besitzen die Meßwerte Ihres Meßproblems keine große Dynamik und wünschen Sie eine genauere Aufzeichnung, so können Sie die Hardware per Jumper von der logarithmischen Datenaufzeichnung auf die Lineare umschalten. Unsere Software ist noch nicht in der Lage, solche Meßwerte in gewünschte Einheiten umzurechnen, dazu benötigen Sie ebenfalls eine zusätzliche Auswertungssoftware.

Ein mitgeliefertes Programm erlaubt nach Aufruf von

ADDTAB TAB_A TAB_B 14 26 38

Die Graphen 1, 2 und 3 der Messung TAB_A auf die Kanäle 4, 6 und 8 der Messung TAB_B zu kopieren. Danach kann die Messung TAB_B ausgewertet werden, wobei die ersten drei Graphen der beiden Messungen direkt verglichen werden können.

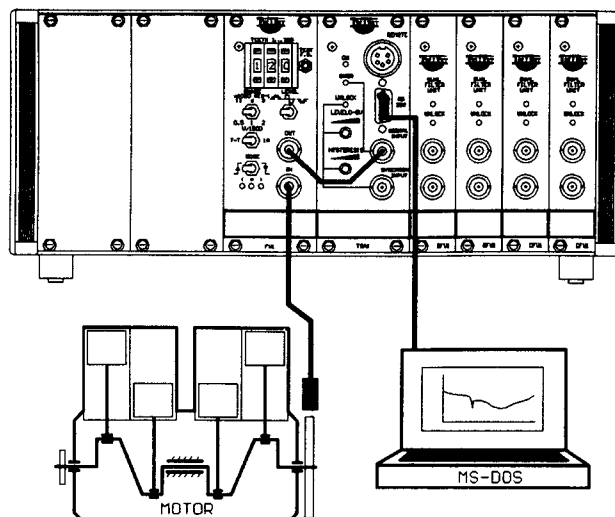
Ungleichförmigkeiten

Ungleichförmigkeit eines Motors ist die Winkelgeschwindigkeits-Abweichung der Kurbelwelle innerhalb einer Umdrehung. Da diese Abweichung in der Praxis nur einige Promille der absoluten Drehzahl beträgt, ist ein präziser F/U-Konverter nötig. Hier empfiehlt sich unser F/U-Wandler FU1 oder FU10 (mit beiden konnten wir vom Anlasserzahnkranz eines 6-Zylinder-Motors die 9. Ordnung der Ungleichförmigkeit auf unter $\frac{1}{1000}$ Grad Winkelabweichung bestimmen).

Für diese Messung benötigen Sie:

- TSA und PC;
- F/U-Konverter FU1 oder FU10;
- induktiven Geber;

Meßaufbau:

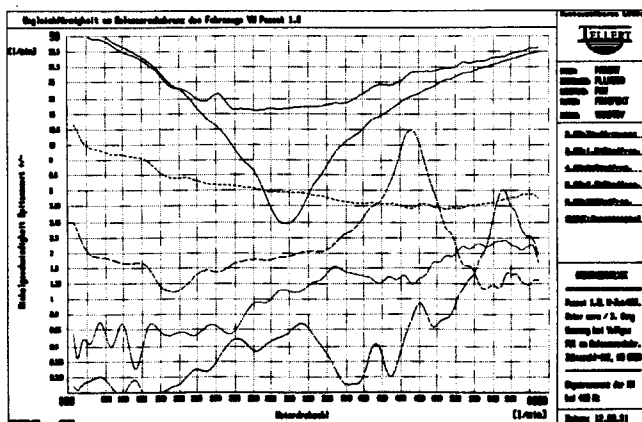


Zunächst bringen Sie den induktiven Geber an den Anlasserzahnkranz des Motors an und verbinden den Geber mit dem F/U-Konverter-Eingang. Sie stellen die Zähnezahzahl des Zahnades am F/U-Konverter ein und wählen die Auflösung $1 \frac{mV}{min^{-1}}$. Danach legen Sie den F/U-Konverter-Ausgang auf den Signal-Eingang des TSA. Das Synchronisationssignal des F/U-Konverters wird intern über die Busverdrahtung an den TSA weitergeleitet.

Die restlichen Einstellungen nehmen Sie per Software vor. Zunächst passen Sie den System-Datensatz an den Meßaufbau an. Je nach Darstellungs-Datensatz können Sie dann wählen, ob Sie mit ein und derselben Messung

- ... die Winkelgeschwindigkeit in min^{-1} ,
- ... den Winkel in Grad, oder
- ... die Winkelbeschleunigung in $\frac{rad}{s^2}$

darstellen. Nach Auswahl eines geeigneten Kurvenausschnittes im Auswertungs-Menü können Sie mit der Plottoutine das Meßergebnis in übersichtlicher Form festhalten:



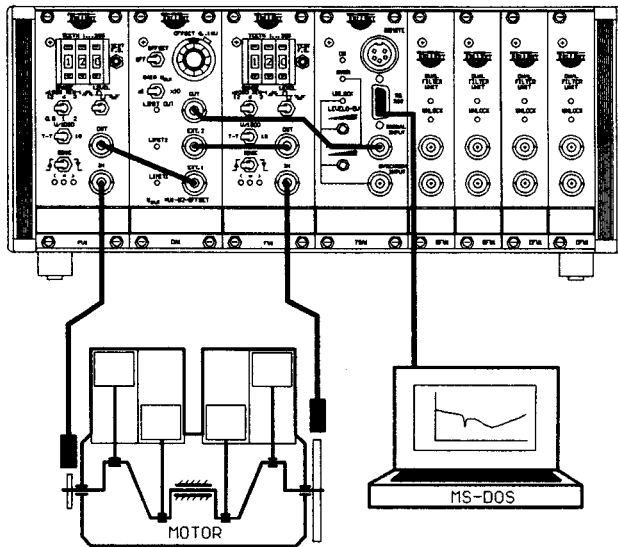
Verdreh-Schwingungen

Bei der Messung einer Verdreh-Schwingung bestimmt man den maximalen Verdrehwinkel der Kurbelwelle zwischen Anlasserzahnkranz und freiem Wellenende. Einsatz finden solche Messungen z.B. bei der Entwicklung und Abstimmung von Schwingungstilgern.

Für diese Messung benötigen Sie:

- TSA und PC;
- zwei F/U-Konverter FU1 oder FU10;
- ein Differenzverstärker DA1;
- zwei induktive Geber;

Meßaufbau:



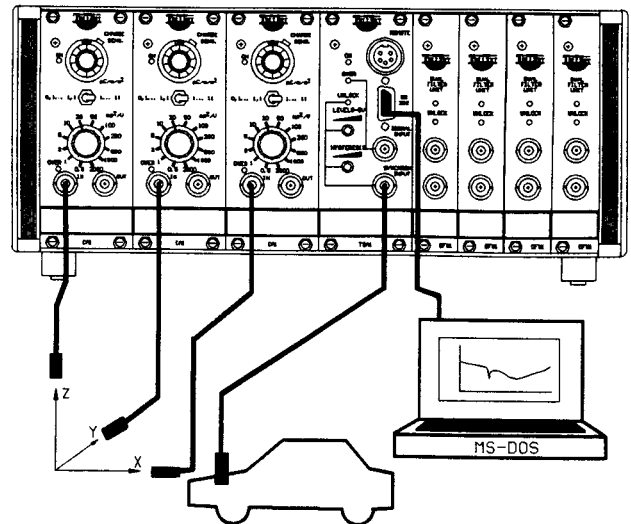
Beschleunigungen

Beschleunigungen sollte man grundsätzlich in allen drei Raumachsen messen, da sonst die Amplituden nicht vollständig erfaßt werden. Eine Ordnungsanalyse der Beschleunigungen ist bei Resonanzbestimmungen, z.B. der Karosserie, interessant. Auch können Vibrationen an Auspuffanlage oder Lichtmaschine analysiert werden.

Für Beschleunigungsmessungen brauchen Sie:

- TSA und PC;
- drei Ladungsverstärker CA1;
- drei Beschleunigungsaufnehmer;
- Triggerzange oder gleichwertiges für Synchronisation;

Meßaufbau:



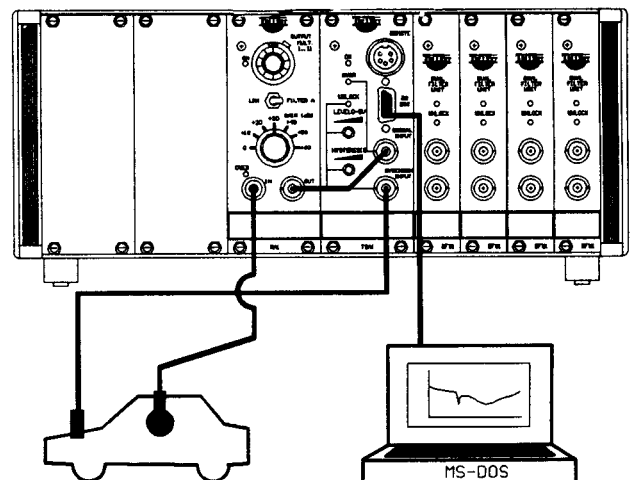
Geräusche

Gemessen wird das Gesamtgeräusch in der Fahrerkabine eines Fahrzeugs. Durch das selektive Filtern der Ordnungen ist es möglich, den Gesamtgeräuschpegel in seine Geräuschanteile vom Motor, Verzahnungen, Abrollen der Reifen und eventuell vom Motorlüfter zu zerlegen.

Für Geräuschmessungen benötigen Sie:

- TSA und PC;
- Mikrofonvorverstärker MA1;
- Brüel-&-Kjær-Kondensator-Mikrofon;
- Triggerzange oder gleichwertiges für Synchronisation;

Meßaufbau:



Technische Daten

Filter:

Ein Filterkarteneinschub besitzt zwei voneinander unabhängige Filtermodule für insgesamt zwei Kanäle. Die Bandbreite beträgt 6 %, wobei andere Bandbreiten auf Wunsch erhältlich sind. Der Frequenzbereich liegt bei 6 Hz... 6 kHz. Der Dynamikumfang umfaßt 60 dB mit einer Amplitudengenauigkeit von $\pm 0,5$ dB. Es können Ordnungen von 0,01... 9,99 bzw. 10,0... 99,9 oder das Summensignal erfaßt werden. Für die Synchronisation gibt es einen Vorteiler von 1... 999 und einen Multiplikator von 1... 999 % (als Standardwert ist 100 % eingestellt). Die Drehzahlerfassung erfolgt quarzgenau und hat eine Auflösung von 5 min^{-1} .

Triggerpegel:

Über die BNC-Buchse können Wechselspannungen ab 50 mV (für magnetische Sensoren) eingespeist werden. Die positive Schwelle (TTL-Pegel) verträgt Signalspannungen von 0 V bis 12 V. Für Sondersensoren kann auch eine negative Schwelle eingestellt werden. Ein links vom TSA eingesteckter F/U-Wandler (FU1, FU10 oder FU16) kann als Synchronisationsquelle genutzt werden, wobei die Synchronisation über die Busverdrahtung erfolgt. Bei einer Ungleichförmigkeitsmessung wird das Sensorsignal an den F/U-Wandler angeschlossen. Außerdem ist eine Verbindung zwischen F/U-Wandler-Ausgang und TSA-Eingang nötig.

Datenverkehr:

Die Kommunikation zwischen TSA und Computer findet über die serielle Schnittstelle *RS232* statt (mit 9600 Baud, 8 Datenbits, einem Stoppsbit und no-parity).

Meßbereiche:

Die Meßbereiche mit Vorverstärker sind:

10 mV	...	10 V
3,16 mV	...	3,16 V
1 mV	...	1 V
316 μ V	...	316 mV
100 μ V	...	100 mV
31,6 μ V	...	31,6 mV
10 μ V	...	10 mV
3,16 μ V	...	3,16 mV
1 μ V	...	1 mV

Es besteht die Möglichkeit die vier Filterkarten getrennt, direkt anzusteuern. Damit können gleichzeitig bis zu vier verschiedene Signale gemessen werden (z.B. Beschleunigungen in drei Achsen mit zusätzlich einem Referenzpunkt). Dabei ist nur noch der Meßbereich 1 mV... 1 V wählbar und eine Übersteuerung wird nicht erkannt. Die Umschaltung erfolgt durch vier Drehschalter an der Rückwand des TSA-Gehäuses. Die Signale können über den Analogbus *Kanal 1... 5* auf die freien Steckplätze gelegt werden.

Versorgung:

Entweder Wechselspannung 220 V mit 50 Hz (benötigt in etwa 15 W) oder Gleichspannung von 9... 32 V (mit ca. 6 W ohne Erweiterungseinschübe).

Gehäuse:

Die Gehäuse sind von der Firma Schroff, haben Normmaße, besitzen schmale Griffleisten und sind aus eloxiertem Aluminium gefertigt. Es kann zwischen drei Gehäusegrößen gewählt werden: Ein Gehäuse mit einem freien Steckplatz (40 TE), ein Gehäuse mit drei freien Steckplätzen (60 TE) oder ein Gehäuse mit vier freien Steckplätzen (80 TE). Die freien Steckplätze bieten Raum für unsere Signal-Konditionierungs-Einschübe, wie z.B. F/U-Wandler, Ladungsverstärker, Mikrofon-Vorverstärker, DC-Brückenverstärker und viele mehr. Das 80-TE-Gehäuse kann auch mit Flansch zum Einbau in ein 19"-Rack geliefert werden.

Abmessungen:

Der TSA im 40-TE-Gehäuse besitzt in etwa die Maße (Breite \times Höhe \times Tiefe): 230 mm \times 145 mm \times 280 mm. Bei einem Gehäuse mit 60 TE vergrößert sich die Breite auf rund 380 mm, bei dem mit 80 TE auf etwa 480 mm.

MS-DOS-Rechner:

Benötigt wird ein MS-DOS-kompatibler Personal-Computer. Die Software unterstützt CGA-, EGA- und VGA-Grafikkarten. Es genügt ein kostengünstiger Standard-PC, da alle zeitkritischen Arbeiten von der TSA-Hardware übernommen werden. Einsteckplätze sind im PC nicht nötig, darum können auch die meisten Laptop's verwendet werden.

Lieferumfang des TSA-Pakets:

- Steuereinschub TSA1;
- vier Doppelfilterkarteneinschübe DFU1;
- Gehäuse mit 1, 3 oder 4 freien Steckplätzen;
- TSA-Software;
- Dokumentation;
- Verbindungskabel;

Die unten eingelebte Visitenkarte können Sie entnehmen.



PLANUNG - ENTWICKLUNG - HERSTELLUNG

Rudy Tellert - Dorfstr. 15 - 8727 Werneck / OT Rundelshausen
Tel. 09722/7327