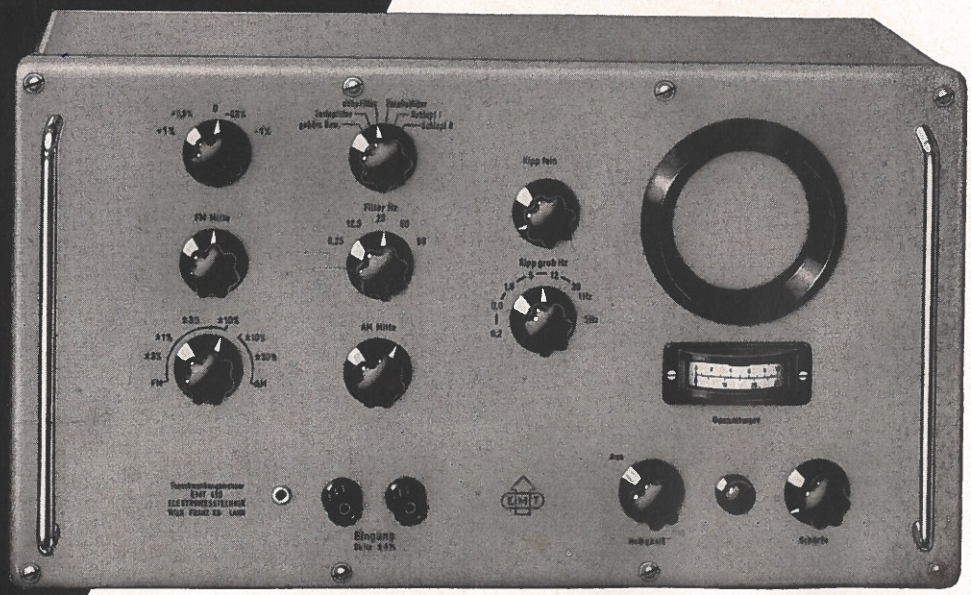




EMT 418

TONSCHWANKUNGSMESSER

zur Untersuchung von Störmodulationen in Tonträgergeräten aller Art.

Das Gerät gestattet, Tonhöhenschwankungen in seinen FM-Bereichen und Amplitudenschwankungen in seinen AM-Bereichen zu untersuchen.

Die Meßfrequenz beträgt 3 kHz ± 4 %.

TECHNISCHE DATEN

Meßbereich FM:	0,3 — 1 — 3 und 10 % SS (peak to peak)
Einfluß von Amplitudenschwankungen in den FM-Meßbereichen:	Innerhalb der unten angegebenen Eingangsspannungen vernachlässigbar.
Meßbereich AM:	10 und 30 %
Genauigkeit:	± 10 % v. E. des Instrumentes, bezogen auf 30 Hz
Frequenzbereich für Störmodulationen:	0 —250 Hz ± 1 dB am Kathodenstrahl-Oszillographen und 0,1—200 Hz ± 1 dB am Meßinstrument, bezogen auf 30 Hz, Abfall bei 350 Hz < 2 dB
Filter für Störmodulationsunterdrückung in Parallel- oder Serienschaltung:	Resonanzfilter für 6,25 — 12,5 — 25 — 50 und 98 Hz (98 Hz als Mittelwert zwischen doppelter Netz- und Perforationsfrequenz) umschaltbar; Dämpfung ca. 20 dB Vorstehende Filterfrequenzen, die für 50 Hz Netzfrequenz gelten, können bei Bedarf geändert werden.
Filter für Schlupfmessung:	Tiefpaß-Filter mit 0,5 Hz und 1,5 Hz oberer Grenzfrequenz;
Filter für gehörrichtige Bewertung der Tonhöhenschwankungen (FM):	Tiefpaß-Filter mit 4 Hz oberer Grenzfrequenz; darüber Abfall ca. 3 dB pro Oktave
Testfrequenz:	3 kHz ± 4 %
Benötigte Eingangsspannung:	30 mV — 2 V am symmetrischen und 200 mV — 20 V am unsymmetrischen Eingang für FM; < 1,5 V für AM.
Eingangswiderstand:	Symmetrischer Eingang ca. 4 kΩ unsymmetrischer Eingang ca. 500 kΩ
Anzeige:	Durch Profilinstrument und Oszillographenrohr
Dämpfungsschreiberanschluß für FM- und AM-Störmodulationsregistierung:	Erforderlicher Meßbereich: 25 dB. Ein Mittelwertregler zur Anpassung des Schreibers ist vorgesehen.
Anschluß für sonstige Registriergeräte:	Max. Stromabgabe: 8 mA Scheitelwert, erforderlicher Außenwiderstand: 6 kΩ
Eingebauter Kathodenstrahl-Oszillograph:	Rohrtype DG 7—52 A, nutzbarer Schirmdurchmesser 6,5 cm. Schärferegler, Helligkeitsregler mit Netzschalter kombiniert. Anschlußmöglichkeit für Helligkeitsmodulation mittels außen anschaltbarer, zweckmäßig impulsförmiger Spannungen am WEHNELT-Zylinder. Spannungsbedarf ca. 6 V.
Kippfrequenz:	1 und 5 Hz in festen Stufen, 0,2—30 Hz in 5 kontinuierlich regelbaren Bereichen
Röhrenbestückung:	2 × E 80 F; 2 × E 81 L; 2 × E 80 L; 4 × EAA 91 (EAA 901 S); 1 × EF 41; 2 × 108 C 1; 1 × PL 21; 1 × DG 7—52 A; 1 × E 80 CC; Glühlampe 260 V 10 W;
Netzanschluß:	110 — 125 — 200 — 220 — 240 V / 40—60 Hz, ca. 150 W, Sicherung 1 A bei 220 V
Abmessungen:	450 × 250 × 270 mm (17 1/2 × 9 3/4 × 10 1/2 inc.)
Gewicht:	Ca. 20 kg (44 lbs.)

ANWENDUNG:

Der große Tonschwankungsmesser EMT 418 dient zur Messung von Frequenz- und Amplitudenstörmodulationen, wie sie durch Unvollkommenheiten von Magnetton-, Nadelton- und Lichtton-Anlagen auftreten. Da diese unerwünschten Modulationen stark störend sind, wurden durch Normungen zulässige Höchstwerte festgelegt. Daraus und aus allgemeinen Qualitätsforderungen ergibt sich die Notwendigkeit der Fertigungsüberwachung auch dieser Eigenschaften bei Herstellerfirmen. Aber auch der verantwortungsvolle Benutzer derartiger Geräte wird eine laufende Überwachung seiner Apparaturen vornehmen, um das im Vergleich zum technischen Aufwand teuere Programm-Material (Honorare, Mieten usw.) optimal darbieten zu können. Dieser Gesichtspunkt erscheint besonders wichtig im Zeichen der internationalen Zusammenarbeit der Rundfunk-, Fernseh-, Schallplatten- und Filmanstalten.

Die mit dem Gerät EMT 418 gegebenen Meßmöglichkeiten erlauben nicht nur, die Fehlergröße zu bestimmen, sondern auch die Fehlerursache weitgehend zu erkennen, und erleichtern damit deren Beseitigung.

ALLGEMEINES ÜBER TONHÖHENSCHWANKUNGEN (FREQUENZSTÖRMODULATION):

Die Frequenzmodulation wird als prozentualer Anteil der Frequenzausweichung von einer Trägerfrequenz definiert. Zumeist werden die Höchstwerte (SS bzw. peak-to-peak) der Betrachtung zugrunde gelegt. Einzelne Länder benutzen statt der Höchstwerte die Effektivwerte; es hat den Anschein, als ob die letztere Definition an Gewicht verliert, da die gehörmäßige Auswertung sich an den Scheitelwerten orientiert. Das vorliegende Gerät zeigt daher Scheitelwerte an. Eine Umrechnung ist nur bedingt durchführbar, da die Kurvenform der Störmodulation zumeist stark verzerrt ist. Annäherungsmäßig sind die Anzeigen des Gerätes durch $2 \cdot \sqrt{2}$ = ca. 2,8 zu dividieren, um sie auf den Effektivwert zu reduzieren.

Sehr gute Geräte haben Tonhöhenschwankungen um 0,1 % SS, mittlere Geräte liegen noch unterhalb 1 % SS, während einfachste Apparate (Diktiergeräte) um 5 % SS aufweisen. Das Ohr empfindet Tonhöhenschwankungen nicht absolut, sondern bewertet sie nach einem Frequenzmaßstab, der wiederum von der Art des Hörens abhängig ist. Sehr langsame Frequenzänderungen (< 1 Hz; Schlupf) beanspruchen nur das Erinnerungsvermögen des Ohres. Bei mittleren Modulationsfrequenzen (< 1 Hz — 4 Hz; wow) ist die höchste Empfindlichkeit gegeben, während oberhalb 4 Hz (flutter) der Störeindruck mit Werten zwischen 3 und 6 dB für jede Oktave abnimmt. Sehr tiefe Störfrequenzen werden daher praktisch nur von Beobachtern mit absolutem Gehör wahrgenommen. Mittlere Störfrequenzen ergeben sehr unangenehme Modulationseindrücke, während starke höherfrequente Anteile zu einer Rauhigkeit der Wiedergabe führen. Das Gerät EMT 418 gestattet einmal die Absolutmessung der Tonhöhenschwankung und zum anderen — da letzten Endes der subjektive Eindruck maßgebend ist — eine Bewertung nach der vorbeschriebenen ohrgemäßen Korrektur. Hierbei ist oberhalb 4 Hz ein Abfall von ca. 3 dB pro Oktave zugrunde gelegt.

Aus der Frequenz und Kurvenform der Schwankung kann leicht auf die Entstehungsursache derselben geschlossen und damit die Fehlerbeseitigung erleichtert werden. An einem Beispiel sei erläutert:

> Eine Schallplatten-Abspielmaschine habe einen Motor
> mit n = 1500 U/min. = 25 Hz, der über ein Reibrad
> mit n = 300 U/min. = 5 Hz den Plattenteller
> mit n = 78 U/min. = 1,3 Hz antreibt. Störungen mit 1,3 Hz Periode müssen dann im Plattenteller, solche mit 5 Hz Anteilen im Zwischenrad und solche mit 25 Hz im Motor begründet liegen. Treten zusätzlich Störungen mit 50 Hz Anteilen auf, so lassen diese auf eine Vibration des Motors (doppelte Frequenz durch Ummagnetisierung) schließen. Ist der Störungsverlauf sinusförmig, so läßt sich eine Exzentrizität vermuten; wird er mit den vorgenannten Frequenzen jedoch nur angestoßen, so dürften Lagerfehler oder Ausbuchtungen (Beulen) die Störursache bilden.

Zur Analyse dieser Erscheinungen ist in das Gerät ein vollständiger Kathodenstrahl-Oszillograph sowie ein umfangreicher Filtersatz eingebaut.

Das Gerät verwendet als Meßfrequenz den international gebräuchlichen Wert von 3 kHz, der um ± 4 % vom Sollwert abweichen darf. Ein entsprechender Tonträger möglichst geringer Eigenfehler muß also zur Verfügung stehen. Dieses ist noch recht schwer zu realisieren. Häufig wird daher das zu prüfende Gerät erst als Aufnahme- und dann als Wiedergabegerät verwendet, wobei sich Aufnahme und Wiedergabefehler unter Berücksichtigung der Phasenlage addieren. Üblicherweise nimmt man an, daß Aufnahme- und Wiedergabefehler gleichgroß sind und sich jeder dieser durch Halbierung des Maximalwertes der Anzeige bestimmen lassen.

ALLGEMEINES ÜBER AMPLITUDEN- UND STÖRMODULATIONEN:

Für die Betrachtung von Amplituden-Störmodulationen gelten sehr ähnliche Gesichtspunkte, wie sie unter „Tonhöhenschwankungen" bereits beschrieben wurden.

Bisher wurden Amplitudenstörmodulationen nicht mit derselben Aufmerksamkeit wie Tonhöhenschwankungen betrachtet. Durch den Übergang einmal auf langsame Tonträgergeschwindigkeit und zum anderen durch die steigende Verwendung perforierten Magnettonbänder, beides in Verbindung mit den angestiegenen Qualitätsanforderungen, zeichnet sich eine Wandlung jedoch schon deutlich ab.

Um kleinste Störmodulationsgrade zu erhalten, ist seitens der Gerätehersteller auf beste Kontaktgabe zwischen Tonträger und Abtastorgan gesteigerter Wert zu legen. Der Tonträger-Fabrikant wird das Bemühen der Apparatefirmen durch Lieferung schmiegsameren Materials unterstützen. Es sei besonders auf Aufnahmen im Freien und bei niedrigen Temperaturen hingewiesen.

BESCHREIBUNG:

Die Messung der Frequenz- und Amplitudenstörmodulation erfolgt mit direkter Anzeige des doppelten Spitzenwertes (peak-to-peak) an einem Meßinstrument mit mehreren Bereichen. Diese sind so gelegt, daß sowohl höchstwertige, als auch einfache Apparaturen vermessen werden können. In das Gerät ist ein vollständiger Kathodenstrahl-Oszillograph mit eingebaut, der die Beobachtung der Kurvenform der Störung ermöglicht. Die Kippfrequenz des Oszillographenteiles ist in 2 festen Stufen von 1 und 5 Hz, sowie in 5 kontinuierlich regelbaren Stufen von 0,2 — 30 Hz einstellbar. Aus den Frequenzen der Störspannung kann auf ihre Entstehungsursache geschlossen und damit die Fehlerbeseitigung erleichtert werden. Zur weiteren Vereinfachung der Fehlerfeststellung dienen Filter. Ein auf 98 (als Mittelwert zwischen doppelter Netz- und Perforationsfrequenz) — 50 — 25 — 12,5 — 6,25 Hz umschaltbares Filter gestattet, entweder diese diskreten Frequenzen aus der Gesamtanzeige herauszuziehen, oder aber nur diese Frequenzanteile, unabhängig vom Frequenzband der sonstigen Störungen, zu vermessen. Weiter sind 2 Schlupffilter als Tiefpässe vorgesehen, deren Grenzfrequenzen 0,5 bzw. 1,5 Hz betragen. Die erste Stellung wird für Schlupfmessung an Tonband-Apparaturen, die zweite zur Vermessung der „Wow"-Anteile von Schallplattengeräten benötigt. Ein weiteres Filter gestattet die gehörrichtige Bewertung von Tonhöhenschwankungen. Dieses, als Tiefpaß ausgebildete Filter hat oberhalb von 4 Hz einen Abfall von ca. 3 dB pro Oktave ($\sqrt{\frac{1}{f}}$).

Hiermit ist es also möglich, nicht nur die Absolutwerte der Tonhöhenschwankung zu vermessen, sondern auch die letzten Endes gehörmäßig subjektiv maßgebliche Beurteilung einzuschließen. Für Amplitudenmodulationsmessungen stehen 2 Bereiche zur Verfügung. Die Ablesung ist am Oszillographen oder am Spitzenspannungszeiger möglich.

Falls nicht nur Messung und Kurvenform-Beurteilung vorgenommen, sondern auch die Ergebnisse registriert werden sollen, steht eine Anschlußmöglichkeit für Schleifen-Oszillographen oder ähnliche Geräte zur Verfügung, die bis zu 8 mA Strom in der Spitze entnehmen können. Dieser Ausgang gestattet die Registrierung, beginnend bei der Gleichstromkomponente und endend bei der oberen Grenzfrequenz des Gerätes: 200 Hz. Falls ein Schleifen-Oszillograph nicht zur Verfügung steht, kann auf Wunsch ein preisgünstiger Schnellschreiber „Helcoscriptor" angeboten werden. Dieser arbeitet mit thermo-sensitivem Registrierpapier und besitzt eine, für praktische Untersuchungen völlig ausreichende obere Aufzeichnungsgrenze von ca. 125 Hz. Durch die Registrierung wird das Meßergebnis wesentlich übersichtlicher, die periodischen Einflüsse treten gegenüber einmaligen Störungen deutlich hervor, so daß die Diagnose der Fehlerquellen bedeutend sicherer wird.

Ein weiterer Ausgang gestattet den Anschluß von Pegelschnellschreibern. Auch in diesem Ausgang sind FM und AM Störfrequenzen von der Gleichstromkomponente an bis zur oberen Grenzfrequenz des verwendeten Pegelschreibers max. 25 Hz registrierbar. Hierzu wird eine eigene Modulator- und Verstärkerstufe benützt, deren Funktion unter „Meßverfahren" (vorletzter Absatz) näher erläutert ist. Der verwendete Schreiber muß einen Arbeitsbereich von 25 dB haben.

MESSVERFAHREN:

Die Ausgangsspannung des zu prüfenden Gerätes 3 kHz ± 4 % gelangt entweder über einen niederohmigen (ca. 4 kΩ) und symmetrischen Übertrager auf das Gitter der ersten Röhre, oder sie wird diesem unsymmetrisch (500 kΩ) zugeführt. An beiden Eingängen liegen Vorkondensatoren, um Gleichspannungskomponenten und Störanteile tiefer Frequenzen abzuriegeln.

Die ersten zwei Röhren sind als Begrenzer geschaltet und geben nach Verstärkung eine konstante Eingangsspannung in einem Flankendemodulator. Dessen Ausgangsspannung ist frequenzabhängig und wird in einem Zweiweg-Gleichrichter gleichgerichtet, gefiltert und auf die Gegentakt-Endstufe gegeben. Eine Spannungsunterteilung der Eingangsspannung für den Flankendemodulator ergibt die verschiedenen Meßbereiche für die Frequenzmodulation. Die Mittenfrequenz des Demodulators kann durch einen Drehkondensator der Testfrequenz angepaßt werden, während durch einen Stufenschalter die Abstimmung um kleine, aber definierte Beträge verändert werden kann und somit die Eichmarken für die Registrierung liefert. Aus Stabilitätsgründen wird die Eingangsspannung des Flankendemodulators selbst zur Erzeugung der Nullpunkts-Gleichspanung für die Gegentakt-Endstufe benutzt.

Für die Vermessung von Amplitudenmodulationen wird ein zweiter, nicht begrenzter Kanal verwendet, der eine verstärkte Wechselspannung auf den Doppelweg-Gleichrichter gibt, die im Rhythmus der Amplitudenmodulation schwankt. Der Mittelwert und damit der Nullpunkt ist hierbei durch die konstante, aus dem Begrenzer gelieferte und in den zwei Gegentaktdioden gleichgerichtete Spannung gegeben. Durch richtige Dosierung dieser Spannung werden die zwei Meßbereiche der Amplitudenmodulation gebildet.

An die Anodenseite der Gegentakt-Endstufe schließt sich der Anzeigeteil und der Kathodenstrahl-Oszillograph an, wobei wahlweise die vorbeschriebenen Filter zwischengeschaltet werden können. Parallel zu der Endstufe kann ferner ein Registriergerät angeschlossen werden. Bei dem Anschalten desselben an das rückseitige Buchsenpaar wird automatisch ein sonst der Endstufe parallel liegender Belastungswiderstand abgeschaltet. Um die Eichung des Gerätes nicht zu beeinflussen, muß daher der Innenwiderstand des Registriergerätes gleichgroß sein wie der Belastungswiderstand, nämlich 6 kΩ.

Für den Anschluß eines Pegelschnellschreibers ist eine weitere Verstärkerstufe vorgesehen, die gitterseitig mit konstanter Wechselspannung aus dem Begrenzer gesteuert wird und deren Arbeitspunkt durch die der Störmodulation entsprechende Gleichspannung aus der Endstufe des Gerätes verschoben wird. Hierdurch ergibt sich eine proportionale Anoden-Wechselspannung von ca. 3.000 Hz, die dem Pegelschnellschreiber zugeführt wird und so eine Vermessung auch der Gleichstromkomponente erlaubt. Da Pegelschnellschreiber zumeist mit log. Potentiometer ausgestattet sind — hier wird ein solches von 25 dB benötigt —, wurde eine Exponentialröhre vorgesehen. Damit ergibt sich eine lineare Anzeige für die Störmodulation. Um die Empfindlichkeit des Gerätes dem Pegelschnellschreiber anpassen zu können, ist ein Potentiometer eingebaut.

Die Stromversorgung des Gerätes erfolgt aus dem Wechselstromnetz, wobei Anschaltmöglichkeit an 110 — 125 — 200 — 220 und 240 Volt besteht. Gewisse Teile der Meßschaltung benötigen — um die garantierten Genauigkeitswerte halten zu können — eine konstante Spannungsversorgung, die durch eine Stabilisierung des Netzgerätes gewonnen wird. Vor die Stabilisatoren ist, um den benötigten Arbeitspunkt unabhängiger von Netzspannungsschwankungen einhalten zu können, eine Glühlampe als spannungsabhängiger Widerstand geschaltet.

ELEKTROMESSTECHNIK WILHELM FRANZ KG

POSTFACH 327, LAHR/SCHWARZWALD, WESTDEUTSCHLAND, TELEFON 2053, TELEGRAMME: MESSTECHNIK