

FM 3003

Der Tuner FM-3003 entstand in langjähriger Entwicklungstradition weltberühmter UKW-Spizentuner, und nur das heute technisch Machbare bestimmt und begrenzt seine Empfangsleistungen.

Erfahrungen, Einsichten und Fertigkeiten aus den USA, Europa und Japan flossen in ihn ein. Er wird in auf kleine Stückzahl begrenzter Auflage in Handarbeit gefertigt.

Am direkten Werdegang des Tuners sind beteiligt:

Wieschhoff van Rijn: Entwicklung und Endabgleich.

Restek Elektronik: Fertigung.

Viele Zulieferer: Sie steuern zum Teil in liebevoller Handarbeit gefertigte Präzisionsteile bei.

Um sich mit dem Tuner, seinen Anschlüssen und Bedienelementen vertraut zu machen, bitten wir Sie die folgenden Seiten zu beachten.

Inhalt:

	Seite
Einiges über UKW-Tuner	4
Einiges über Antennen	6
Oszilloskopische Auswertung von Mehrwegeempfang	8
Die Arbeitsweise des Tuners FM-3003	9
Blockschaltplan	10
Funktionsbeschreibung der Bedien- und Anschlußelemente	11
Technische Daten	13
Service und Garantieleistung	13

Einiges über UKW-Tuner

Neben CD- und Plattenspieler, Cassettenrecorder und Tonbandgerät ist der Tuner die wichtigste Signalquelle einer HiFi-Stereoanlage.

Seine Aufgabe ist es, das von einem Rundfunksender abgestrahlte Hochfrequenz (HF)-Signal so zu bearbeiten, daß die niederfrequenten Signale (Sprache, Musik), die im HiFi-Signal „versteckt“ enthalten sind, an einen Vorverstärker weitergegeben werden können.

Das Gerät enthält also keinen eigenen Endverstärker, mit dem Lautsprecherboxen betrieben werden können.

Musik und Sprache in HiFi-Qualität kann man aus technischen Gründen nur mit Frequenzmodulation im UKW-Bereich (88 - 108 MHz) senden und empfangen.

Lang-, Mittel- und Kurzwellen mit der dort gebräuchlichen Amplitudenmodulation können aufgrund ihrer großen Störfähigkeit und engen Kanalbelegung mit der dadurch verursachten geringen Bandbreite niemals in HiFi-Qualität empfangen werden. Aus diesem Grund wurde beim **FM-3003** auf diese Empfangsbereiche verzichtet und das Gerät als reiner FM-Tuner entwickelt.

Verglichen mit anderen Elementen einer HiFi-Stereoanlage stellt der Tuner wohl das technisch aufwendigste und komplizierteste Gerät dar.

Das Signal durchläuft während des Betriebs eine Reihe von Baugruppen (siehe Blockschaltplan), die sich in 4 Bereiche unterteilen lassen:

Front-End,
ZF-Verstärker,
Demodulator und
Stereodekoder.

Im Eingangsteil (engl.: Front-End) wird die Empfangsfrequenz auf die konstante Zwischenfrequenz ZF (engl.: IF) von 10.7 MHz umgesetzt.

Dies geschieht mit Hilfe eines Oszillators und der Mischstufe. Die Abstimmung der Filter und Schwingkreise erfolgt durch abstimmbare Mehrfachkondensatoren. In wirklichen Spitzentunern werden hierfür nahezu ausschließlich Luft-Drehkondensatoren benutzt, die gegenüber der Alternative, Kapazitätsdioden, einige wesentliche Vorteile bieten:

Ihre elektrische „Güte“ ist ungleich höher, Luft als Dielektrikum ist absolut „linear“ bei anliegenden Großsignalen und leidet nicht unter parasitären Halbleitereffekten.

Der Vorteil der Kapazitätsdioden besteht in der Möglichkeit, mittels elektronischer Schaltungen (PLL, Mikroprozessoren und Halbleiterspeicher) - preisgünstig - Bedienungskomfort zu realisieren: direkte Frequenzeingabe, Abspeicherung von Stationsfrequenzen und Wiederabruf, Suchlauf).

Man muß sich aber vor Augen halten, daß solche Abstimmssysteme nur eine Komponente eines Tuners darstellen, die im Grunde nur eine Hilfsfunktion erfüllen: den Oszillator, der zu den Empfangsqualitäten eines Tuners nur sehr eingeschränkt beiträgt und da nur beim Störabstand bei sehr hohen Antennenspannungen. Aber auch hier ist Wohlverhalten mit Drehkondensator-abgestimmten Oszillatoren wesentlich leichter zu erreichen.

Es mag interessant sein daraufhinzuweisen, daß ein Front End in hochwertiger Drehkondensator-Technik erheblich teurer ist als ein noch so ausgeklügeltes Abstimmssystem mit PLL und Mikroprozessor.

Aus den geschilderten Gründen entschied sich der Entwickler des Tuners **FM-3003** einen siebenfach abgestimmten Luftdrehkondensator im Front End zu benutzen und ihn mit einem handgefertigten mechanischen Präzisionsantrieb und einer digitalen Frequenzanzeige zu verknüpfen.

Im **ZF-Teil** erfolgen Trennung der Stationen, Hauptverstärkung und Störunterdrückung.

Trennung der Stationen wird erreicht durch Zwischenfrequenzfilter, deren Eigenschaften so bestimmt sein müssen, daß sie zwar unerwünschte Signale benachbarter Frequenzen sperren, das erwünschte Signal aber unbeeinflusst in Amplitude und Phase passieren lassen, um ein Stereosignal verzerrungsfrei und mit hoher Kanaltrennung zu reproduzieren.

Meist werden hier Kompromisse zwischen Aufwand und den erreichten Daten geschlossen.

Der **FM-3003** besitzt eine umschaltbare Trennschärfe, die aber so ausgelegt ist, daß bei Schalterstellung „wide“ bei ausgezeichnet niedrigen Klirrraten und hohen Werten der Stereo-Kanaltrennung bereits eine so hohe Trennschärfe bereitgestellt wird, wie sie in vielen anderen Tunern weder in deren „Breit“- bzw. „Normal“- noch in ihrer „Schmal“- bzw. „Narrow“- oder „Supernarrow“-Betriebsart in dieser Datenkombination anzutreffen ist. Entsprechend hoch ist der getriebene Aufwand: 21 abgestimmte ZF-Kreise im Selektionsblock bei Stellung „wide“ in LC-Technik.

In der „narrow“-Stellung mit drei zusätzlichen Spezial-Quarzfiltern (Half-Lattice-Off-Tschebycheff-Filter) im Signalweg können Sie sich einer bisher so nicht realisierten hohen Trennschärfe erfreuen. Der Meßwert des Klirrfaktors steigt hierbei zwar etwas an, das wird aber nur bei hervorragendsten Rundfunkübertragungen und dann nur dem geübten Ohr nach aufmerksamem Zuhören offenbar werden können.

Dafür kann man bisher nicht hörbare Stationen „aus dem Äther fischen“, andere bisher gestörte kommen klar und ungestört herein.

Die Hauptverstärker der bis zu Mikrovolt-schwachen Signale erfolgt im ZF-Verstärker hinter den Filtern. Da die Information bei der Frequenzmodulation nicht in Amplitudenschwankungen liegt, kann hier eine besondere Form der Verstärker verwendet werden: Begrenzer. Oberhalb einer gewissen Eingangsspannung ändert sich ihre Ausgangsspannung nicht mehr. Schaltet man genügend viele solcher Stufen hintereinander, so hat man bereits bei kleinsten Antennenspannungen konstante Bedingungen am Demodulator, der dem ZF-Verstärker erfolgt.

Auch treten hier keine Amplitudenschwankungen mehr auf, die von elektrischen Störungen aller Art herrühren (atmosphärische-, Netz-Störungen, Blitze, Zündfunken, u. a.). Hierin liegt der wesentliche Vorteil der Frequenzmodulation gegenüber der Amplitudenmodulation. Das Maß für die Unterdrückung solcher Störungen ist die sogenannte Amplituden-, abgekürzt AM-Unterdrückung.

Im **FM-3003** wird ein hohes Maß der AM-Unterdrückung bereits bei Antennenspannungen in der Größe weniger Mikrovolt durch insgesamt neun Begrenzerverstärkerstufen erreicht.

Der **Demodulator** gewinnt aus dem selektierten, verstärkten und entstörten ZF-Signal das, wie man es nennt -Multiplex-Signal, das in noch kodierter Form die NF-Signale „Rechts“ und „Links“ enthält. An ihn werden hohe Anforderungen an Linearität und Bandbreite gestellt.

Zusätzlich können noch Informationen für die **Mittelanzeige** entnommen werden, die beim **FM-3003** schon eine Verstimmung von 10kHz anzeigt, so daß es möglich ist, exakt auf Rausch- und Klirrminimum abzustimmen.

Da es sinnvoll ist einen hochwertigen Tuner mit einer Rotor-Antenne zu betreiben, ist eine **logarithmische Feldstärkeanzeige** mit einem großen Anzeigebereich unbedingt nötig, um die Antenne genau auszurichten.

Es sind daher im FM-3003 an sechs verschiedenen Punkten Signal-Detektoren eingebaut, deren aufsummierte Pegel eine genaue Anzeige bis 1 Volt Antennenspannung ermöglichen.

Ein **Stereodekoder** hat die Aufgabe, aus dem Stereo-Multiplex-Signal, das vom Demodulator bereitgestellt wird, die beiden Kanäle „Rechts“ und „Links“ zu gewinnen. Im **FM-3003** wird vor den eigentlichen Dekoder noch ein phasenkompensiertes Tiefpaßfilter mit Dämpfungspolen auf 114 und 190 kHz geschaltet, um Nachbarkanalreste zu unterdrücken, so daß nur das eigentliche MPX-Signal an den Dekoder gelangt. Ohne dieses Filter kann es unter Umständen bei der Wiedergabe von Stereo-Sendungen zu einem lästigen Zwitschern kommen.

Die Trägereaufbereitung (38kHz) zur Rückgewinnung des L- und R- Signals aus dem Summen- und Differenzsignal übernehmen heute ausschließlich PLL-Schaltungen (PLL = Phase Lock Loop), da so ein langzeitstabiler intermodulationsfreier Betrieb mit hoher Kanaltrennung möglich ist. Im FM-3003 sorgt zusätzlich eine spezielle, patentierte Form der dekodierenden Schaltspannung für weitere Unterdrückung von Intermodulationsprodukten.

Wurden bisher fast ausschließlich die Übertragungsdaten beeinflussenden Schaltungsteile eines Tuners betrachtet, so gibt es einige Hilfsschaltungen, deren Bedeutung durch einen fließenden Übergang zwischen Bedienungskomfort und Übertragungsqualität charakterisiert ist.

Neben der schon erwähnten Anzeige der korrekten Mittenabstimmung (Tuning) und einer logarithmischen Feldstärkeanzeige ist eine oszilloskopische Überwachungsmöglichkeit von Mehrwegeempfang beim Abstimmen sehr hilfreich.

Eine eindeutige Darstellung von Mehrwegeempfang (Multipath) läßt sich nur mit einem Oszilloskop erreichen, da nur hier die Möglichkeit besteht, die Selektionskurve im Durchlaßbereich der ZF-Filter zweidimensional zu beschreiben. Es ist nämlich bei Anzeigeschaltungen mit Leuchtdioden oder Zeigerinstrumenten grundsätzlich unmöglich, die durch unverzerrte Modulation mit hohem Hub selbst hervorgerufenen Indikationen von denen zu unterscheiden, die allein durch Mehrwegeempfang hervorgerufen werden. So kommt es, daß solche Instrumente erst dann einen Aussagewert erhalten, wenn Mehrwegeempfang zu starken Verzerrungen geführt hat, während das Ohr dieses schon längst festgestellt hat.

Eine sauber arbeitende **Muting** (ohne Knackgeräusche) ist ebenfalls hilfreich beim Sendersuchen, da das lästige Rauschen zwischen den Sendern unterdrückt wird.

Mit Hilfe eines zuschaltbaren **Stereo-Filter**s kann das Rauschen von schwachen Sendern verhindert werden, indem die Basisbreite des Stereo-Signals im oberen Frequenzbereich verkleinert wird (Die Kanaltrennung nimmt ab). Das wiedergegebene Stereo-Signal entspricht dann zwar (bei hohen Frequenzen) nicht mehr absolut dem gesendeten Original, das störende Rauschen ist jedoch erheblich weniger wahrnehmbar.

Einiges über Antennen

Die Eigenheiten des Empfangs auf den Ultra-Kurzen-Wellen, abgekürzt „UKW“, und die der Frequenzmodulation bestimmen die Eigenschaften der Antennen und der Anforderungen an sie.

Die Ausbreitung dieser Wellen erfolgt ähnlich der des Lichtes, d. h. überwiegend in direkter Luftlinie, aber auch über Reflexionen an metallenen Objekten, Mauern, Dächern, Bergen, Flugzeugen, selten auch über Reflexionen an ionisierten Bereichen der Atmosphäre. Daraus ergibt sich eine maximale „Reichweite“ von UKW-Sendern, die - um gute Empfangsqualität bereitzustellen - meist nicht mehr als ca. 150 km beträgt. Dabei ist bereits „Streulicht“, um bei der Analogie zur Optik zu bleiben eingerechnet.

Es folgt auch, daß eine Antenne nicht hoch genug angebracht werden kann, es sei denn, es besteht auch schon in niedriger Höhe Sichtkontakt zur Sendeantenne.

Bei der Frequenzmodulation liegt der Modulationsinhalt, also die niederfrequenten Signale, in der variierten, modulierten Frequenz des Senders, bzw. in seiner wechselnden Phasenlage. Überlagern sich nun eine direkte und eine reflektierte Welle desselben Senders am Empfangsort, so ergeben sich Interferenzen, die zu erheblichen Verzerrungen führen können, bei Stereoempfang noch viel ausgeprägter als bei Mono.

Da eine solche Empfangssituation durch Empfang eines Signales auf mehreren Ausbreitungswegen entsteht, nennt man diese Erscheinung „Mehrwegeempfang“ oder - englisch - „Multipath Reception“.

Beide Eigenschaftskomplexe führen zu Forderungen an eine ideale UKW-Antenne:

Sie soll möglichst effektiv die aufgenommene elektrische Energie in Antennenspannung umsetzen, aus allen Richtungen empfangen können, aber gleichzeitig pro empfangene Welle auch die möglicherweise vorhandenen Reflexionen aus anderen Richtungen unterdrücken.

Eine solche Antenne kann nicht realisiert werden; es ist also ein Kompromiss zu schließen, der die individuelle Empfangslage berücksichtigt.

Eigenschaften verschiedener realisierbarer Antennen lassen sich wie folgt beschreiben:

Wurf- und Netzentennen:

Gelegentlich werden solche „Antennen“ Tunern beigegeben bzw. als Option zuschaltbar mit eingebaut. Da sie in unmittelbarer Nähe des Tuners angebracht sind bzw. wirken, erleiden sie die Dämpfung der Wellen durch Außenmauern und andere Hindernisse. Ihre Fähigkeit, hohe Antennenspannung zur Verfügung zu stellen ist gering, auch weil sie nicht die erforderlichen genau fixierten mechanischen Abmessungen aufweisen können. Sie sind reflexionsempfindlich: wenn Sie in Ihrem Zimmer unhergehen, kann das bereits zu erheblichen Mehrwegeempfangsstörungen führen, da Sie für UKW als Reflektor wirken können. Solche Antennen sind nicht zu empfehlen.

Einfacher Faltdipol:

Er muß wegen seiner beträchtlichen Abmessungen meist außerhalb der Hausmauern angebracht werden. Parallel zu seiner ausladenden Richtung empfängt er am schlechtesten, senkrecht dazu am besten. Er besitzt also bereits die Fähigkeit - entsprechend ausgerichtet - Reflexionen zu unterdrücken. Der Winkelbereich seiner optimalen Empfangsrichtung ist ziemlich groß. Sein Richtdiagramm besteht aus zwei aneinandergereihten Kreisen. Sein Vermögen, aus der angefangenen Sendeenergie Antennenspannung zu gewinnen wird in der Antennentechnik zu 1 gesetzt, bzw. als „0 dB“ definiert. Man sagt auch: sein „Gewinn“ ist 0 dB.

Der Faltdipol liefert brauchbaren Empfang in allen Empfangslagen, die gut mit Antennenenergie versorgt sind, oder wenn die Senderstandorte nicht allzu weit entfernt sind.

Rund- und Kreuzdipol:

Es handelt sich hier entweder um einen rundgebogenen Faltdipol oder zwei normale Faltdipole, die senkrecht zueinander montiert sind. Daraus ergibt sich ein kreisförmiges Richtdiagramm mit dem Vorteil, aus allen Richtungen gleich gut empfangen zu können, aber auch mit dem Nachteil, Reflexionen nicht ausblenden zu können. Der Kreuzdipol liefert etwas höhere Antennenspannungen als der Runddipol.

Beide sind für gut versorgte Gebiete geeignet, die geringe Reflexionen aufweisen, idealerweise also z. B. für ein Einzelhaus im Flachland.

Mehrelemente- oder „Yagi“-Antennen:

Sie bestehen aus mehreren, in genau definiertem Abstand zueinander angebrachten Elementen, dem eigentlichen Empfangsdipol, und mehreren sogenannten Reflektoren und Direktoren.

Der Gewinn einer solchen Antenne ist abhängig von der Zahl der Elemente und beträgt bis zu ca. 12 dB bei konstruktiv nicht zu unhandlichen Antennen mit ca. 14 Elementen.

Ihr Richtdiagramm weist eine sehr schmale „Keule“ auf, d. h. man muß mit einer solchen Antenne regelrecht in die Richtung der Sendeantenne zielen. Ihre Fähigkeit, reflektierte Signale aus anderen Richtungen als der Zielrichtung auszublenzen ist sehr ausgeprägt.

Wir haben es hier also schon fast mit der eingangs als ideal definierten Antenne zu tun, allerdings mit der Einschränkung, daß sie als Rotorantenne drehbar angebracht sein muß, um sie in die unterschiedlichen Einfallsrichtungen der Sendesignale drehen oder Mehrwegeempfang durch Reflexionen eliminieren zu können.

Eine weitere Steigerung des Gewinns ist durch Übereinandermontieren mehrerer solcher Vielelementantennen zur Gruppenantenne möglich. Die immensen konstruktiven Schwierigkeiten verbieten aber eine Realisierung für den „Heimgebrauch“ in den meisten Fällen.

Antennenverstärker, Gemeinschaftsantennen:

Hohe Antennenspannungen lassen sich auch durch Verstärken schwacher Antennensignale in einem Antennenverstärker erreichen. Dies ist nur dann sinnvoll, wenn

- a.) die Kabelverluste zwischen Antenne und Tuner sehr hoch, bzw. die Leitungslängen sehr groß sind oder das Kabel eine sehr hohe Dämpfung aufweist,
- b.) das Eigenrauschen des Antennenverstärkers wesentlich niedriger als das des Tuners ist und
- c.) der Antennenverstärker sehr großsignalfest ist.

Punkt (c) ist bei der geforderten Bandbreite des Verstärkers besonders schwierig zu erfüllen. Da der Tuner **FM-3003** auch ganz besonders auf hohe HF-Intermodulationsfestigkeit ausgelegt ist, würde man hier unnötig Qualität einbüßen, es sei denn, im gesamten UKW-Bereich sind keine starken Signale an der Antenne vorhanden. Einzelne starke Signale kann man zwar mit Hilfe sogenannter „Fallen“, Filter, die auf die Frequenz des (zu) starken Signales abgestimmt sind, ausblenden, sie dämpfen aber auch Signale im Nachbarkanalbereich.

Ähnliches läßt sich zu Gemeinschaftsantennenanlagen sagen, auch hier ist die Güte der benutzten Verstärker oder Umsetzer (sie verstärken einkommende Signale und setzen sie auf andere, vermeintlich günstigere Frequenzen um) in Frage zu stellen, will man einem Spitzentuner entsprechende Leistung verlangen.

Schlechte Anlagen dieser Art wirken auf einen Tuner wie die Verwendung von Normalbenzin bei Superkraftstoff verlangenden Hochleistungsmotoren.

Antennenkabel:

Es verbindet den elektrischen Anschluß Ihrer Antenne mit dem Eingang des Tuners. Störungen, die von außen auf die Kabel eingetreten werden, z. B. durch elektrische Leitungen, Haushaltgeräte, Zündstörungen von Fahrzeugen, lassen sich wirkungsvoll durch Koaxialkabel mit engmaschigem Kreuzgeflecht unterdrücken. Am besten überzeugen Sie sich beim Kauf des Kabels von der Dichte des Geflechtes durch Abisolieren eines kurzen Endstückes. Ein solches Kabel verhindert auch das Einwirken von reflektierten Signalen auf den Innenleiter und damit auf den Empfang.

Das Kabel muß dieselbe Nennimpedanz haben wie Ihr Tuner: 75 Ohm, und soll auf geringste Kabelverluste (meist angegeben in dB Dämpfung pro 100 m Länge) ausgewählt werden.

Vermeiden Sie auch Verlegen des Antennenkabels mit anderen elektrischen Leitungen.

Kabelempfang:

Für ihn ist der Tuner **FM-3003** gut vorbereitet. Seine hohe Übersteuerfestigkeit garantiert sauberen, störfreien Empfang.

Leider entspricht die Qualität der Signalaufbereitung in Kabelanlagen oft nicht den Möglichkeiten des **FM-3003**, sodaß Sie - eine gute Empfangslage vorausgesetzt - mit einer eigenen Antenne mehr erreichen können. Auch entfällt dann die Bevormundung, „ortsüblich“ normalerweise nicht empfangene (aber empfangswürdige) Sender nicht per Kabel anzubieten.

Oszilloskopische Auswertung von Mehrwegeempfang

Über die Entstehung von Mehrwegeempfang und mögliche Gegenmaßnahmen wurde im Abschnitt „Einiges über Antennen“ bereits berichtet.

Die einzige eindeutige Darstellung dieser Erscheinung ist die auf dem Bildschirm eines Oszilloskops.

Hier wird auf die horizontale (X-) Achse des Schirmes die Information gegeben, die auch die LED-Anzeige „Tuning“ des Tuners oder eine andere Mittenanzeige ansteuert, zusätzlich aber auch die niederfrequentierte Modulation des empfangenen Signales enthält.

Die Information, die auch die Signalstärkeanzeige betreibt, wird auf die horizontale (Y-) Achse des Schirmes abgebildet. Hinzu kommen die sehr schnellen Amplitudenänderungen des Signales, wie sie für Mehrwegeempfang charakteristisch sind.

Enthält nun ein frequenzmoduliertes Signal Mehrwegeanteile, so kommt es zu typischen Schirmbildern, wie in Abb. 1 gezeigt: die horizontale Auslenkung wird von der Modulation, die Abweichungen von einem zur Mittenachse symmetrischen, gleichförmig und stetig abfallenden Kurvenzug werden durch die partiellen Signalstärkeeinbrüche durch Mehrwegeempfang verursacht.

Je größer diese Einbrüche und Unsymmetrien sind, umso häßlicher klingt es. Aus der genauen Lage dieser geometrischen Gebilde ist es einem Fachmann sogar möglich, auf die Versatzzeiten der reflektierten zur direkten Welle zu schließen. Durch Ausrichten der Antenne in eine Richtung, die ein Schirmbild wie in Abb. 2 hervorruft, wird man die Störungen beseitigen können.

Aus der bisherigen Beschreibung geht auch hervor, daß man den Schirm des Oszilloskops als empfindliche Abstimmhilfe benutzen kann: die Höhe des Kurvenzuges auf der vertikalen Achse zeigt die Signalstärke an, die Symmetrie der Auslenkung parallel zur horizontalen Achse die Mittenverstimmung. (In Modulationspausen ein Punkt für Mono-, ein kurzer, konstanter Strich bei Stereo-Empfang.)

Nun wird nicht in allen Fällen ein Ausrichten der Antenne auf maximale Signalstärke ein Mehrwegeempfang-freies Antennensignal ergeben, es kommt auch vor, daß die reflexionsärmste Richtung mit einer weit unter maximal möglichen Signalstärke einhergeht.

Der Tuner **FM-3003** verfügt an seiner Rückseite über einen Spezialanschluß, beschriftet „Oscilloscope“. Es befindet sich bei der Fa. Wieschoff van Rijn ein dazu passendes Oszilloskop in der Entwicklung, das im Laufe des Jahres 1987 ausgeliefert werden kann.

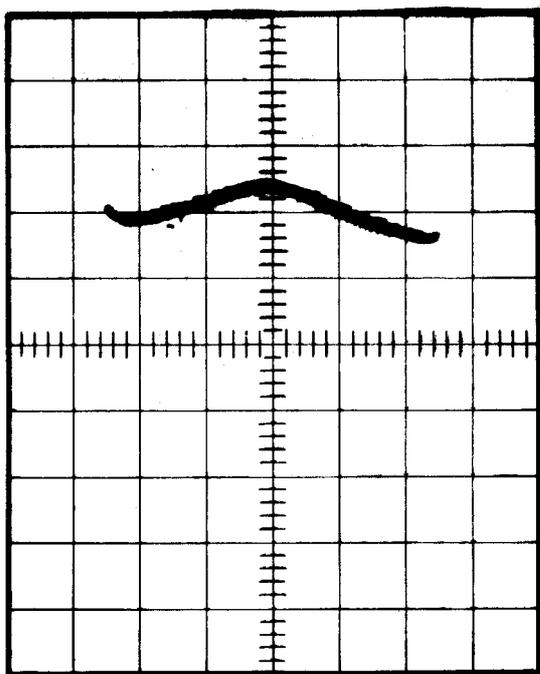


Abb. 1

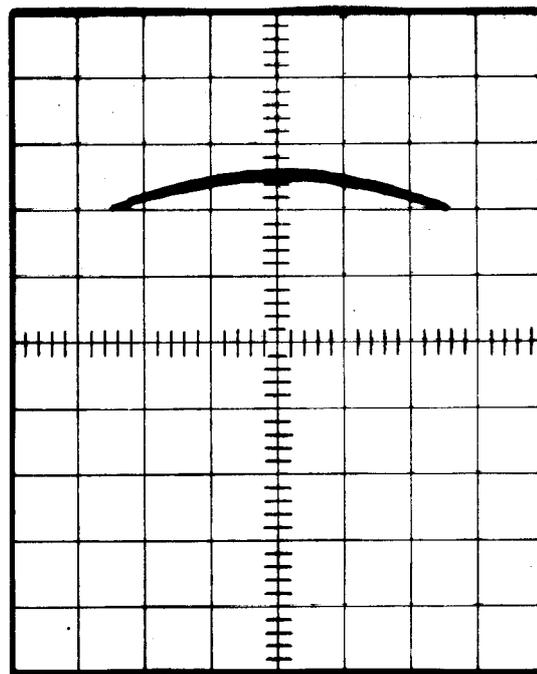


Abb. 2

Die Arbeitsweise des Tuners FM-3003

Höchste Empfangsleistung und Wiedergabequalität werden erreicht durch:

- Front-End in professioneller, gekapselter Kammerbauweise
- Dual Gate MOS-Fet's in symmetrischen Gegentaktanordnungen
- Hochkonstanten Oszillator mit digitaler Frequenzanzeige
- Umschaltbare Trennschärfe für extreme Empfangssituationen
- Drei Sechspol - LC-Filter mit konstanter Gruppenlaufzeit
- Drei Quarz-Brückenfilter
- Breitbanddemodulator mit 2 MHz Bandbreite
- Phasenlineares 114/190 kHz Nachbarkanalfilter
- Stereodekoder in intermodulationsfreier PLL-Technik
- „Soft-action“-Muting
- Hochauflösende Anzeige für Mittenabstimmung und Signalstärke
- Anschlußmöglichkeit für ein Oszilloskop

Die im Folgenden angegebenen Zahlen in Klammern beziehen sich auf das Blockschaltbild.

Das Front-End

Das Antennensignal gelangt durch ein zweikreisiges, abgestimmtes HF-Bandfilter an die symmetrische Gegentakt-Hf-Stufe mit gepaarten Dual-Gate-Mos-Feldeffekttransistoren (2).

Nach Selektion durch ein weiteres zweikreisiges, abgestimmtes HF-Bandfilter (3) erreicht das Signal die symmetrische Gegentakt-Mischstufe (4), die durch einen selektiven Pufferverstärker (5,6) mit J-FET vom hochstabilen Oszillator (7,8) zur Entkopplung getrennt ist.

Die Digitale-Frequenzanzeige (12) in 50 kHz-Schritten wird durch hochintegrierte Zählerbausteine (9,10) mit Quarzreferenz gespeist.

Diese aufwendige Technik garantiert zusammen mit einem präzisen 7-fach-Drehkondensator und einem Aufbau in völlig gekapselter Kammerbauweise unübertroffen gutes Großsignalverhalten, das sich in den Daten für den intermodulationsfreien HF-Dynamikbereich, die Störmodulationübernahme und die Spiegelfrequenzsicherheit widerspiegelt.

Das Zwischenfrequenz-Teil

In der Bandbreitenstellung „Wide“ gelangt das ZF-Signal von der Mischstufe durch ein Dreipol- (13) und drei Sechspol-Filter (21,31,38) mit konstanter Gruppenlaufzeit zum Begrenzerverstärker.

Die Filter sind durch hochlineare Kaskodenstufen (14,22,30,32) getrennt um die Filterverluste auszugleichen und sie gegen verstimmende Einflüsse zu schützen.

In der Bandbreitenstellung „Narrow“ wird das Signal zusätzlich durch drei Quarz-Brückenfilter in selektions- und laufzeitoptimierter Auslegung (23,25,27) geleitet, wiederum getrennt durch Linearkaskodenstufen (24,26). Der breitbandige 9-stufige Differential-Begrenzerverstärker (39 bis 53) leitet das ZF-Signal zum Demodulator (53,54), der eine Bandbreite von 2 MHz besitzt und dadurch keinen Einfluß mehr auf das Verzerrungsverhalten des Tuners ausübt.

Die angewandte Auslegung des ZF-Verstärkers mit insgesamt 41 ZF-Kreise ermöglichen einen kompromißlosen Empfang in selektionskritischen Situationen, die bisher als nicht zu meistern galten.

Der Stereodekoder und das NF-Teil

Das demodulierte Signal wird nachverstärkt (57) und für beide Bandbreitenstellungen individuell nach Amplitude und Phase nachentzerrt (68), bevor es von eventuell noch vorhandenen Nachbarkanalresten in einem phasenlinearen Tiefpaßfilter mit Polstellen bei 114 und 190 kHz (76) befreit wird und den Stereodekoder in intermodulationsfreier PLL-Technik (72) erreicht.

Die zurückgewonnenen Stereosignale „R“ echts und „L“ inks werden in dreikreisigen LC-Filtern (73,74) mit Elementen hoher Güte von Pilot- und Hilfsträgerresten gefiltert und durchlaufen das wahlweise zuschaltbare Stereofilter (76), das auf weitgehende Rauschverminderung ausgelegt ist. Eine „Soft-action“-Muting (77,78) schließt sich an. Die Verstärker (79,80) stellen an den Ausgangsbuchsen des Tuners ein (mit Pegelstellern an der Rückseite des Gerätes im Bereich von 150 mV bis 750 mV für eine Modulation von 1kHz und +/- 40 kHz Hub) einstellbares NF-Ausgangssignal mit niedrigem Quellenwiderstand zur Verfügung.

Die Wahl des Dekoder-IC's und die umfangreichen Maßnahmen zur Signalaufbereitung vor und hinter dem Dekodiervorgang lassen ein sehr hohes Niveau der Übersprechdämpfung, Verzerrungs- und Intermodulationsfreiheit und der Durchsichtigkeit des Klangbildes bis zu den höchsten Nf-Frequenzen erzielen.

Die Hilfsschaltungen

An geeigneten Stellen im Signalplan überwachen Signaldetektoren (15,33,40,43,46,49) die Stärke des einfallenden Antennensignales und bereiten diese Informationen in Verstärker- (17) und Summierstufen (18,34) für verschiedene Hilfsfunktionen auf.

Eine verzögert einsetzende Regelung der HF-Gegentaktstufe verhindert Übersteuerungen des Front-Ends bei extrem starken Eingangssignalen (77).

Die Signalstärke wird im Bereich von unter 1 μ V bis über 1 V Antennenspannung durch eine 12stufige LED-Kette (20) in logarithmischem Maßstab angezeigt.

Die Mittenabstimmung und die Ablage davon wird durch eine geeichte LED-Kette kenntlich gemacht, wobei die inneren LED's bereits eine Ablage von 10 kHz anzeigen. Die maximal dargestellte Ablage beträgt +/- 70 kHz.

Vier verschiedene Kriterien werden zur Mono/Stereo-Umschaltung und zur NF-Muting logisch miteinander verknüpft (37,67): Verstimmung um ca. 70 kHz von der Bandmitte (55,64,65), das Erreichen eines Mindestpegels der Antennenspannung (36), das Vorhandensein von Rauschen oder Störungen auch bei stärkeren Signalen (59,63).

Nach dem Einschalten des Netzschalters gibt eine Einschaltverzögerung (81) erst nach Erreichen aller Betriebsarbeitspunkte der Schaltung die NF-Signale an die Ausgangsbuchsen frei.

„Y“- , „X“- und Steuersignale (66) werden zum Anschluß eines externen Oszilloskops bereitgestellt (19,56,71).

Stabilisierungsschaltungen (85,86) und ein zur geringen Wärmeentwicklung weit überdimensionierter Netztrafo in streuarmer Ausführung stellen die nötigen Betriebsspannungen zur Verfügung.

Die zahlreichen Hilfsfunktionen erleichtern die Bedienung des Tuners und lassen Sie sich konzentrieren auf: schnelles, komfortables Einstellen des gewünschten Senders, Hören und Genießen.

Funktionsbeschreibung der Bedien- und Anschlußelemente des FM-3003

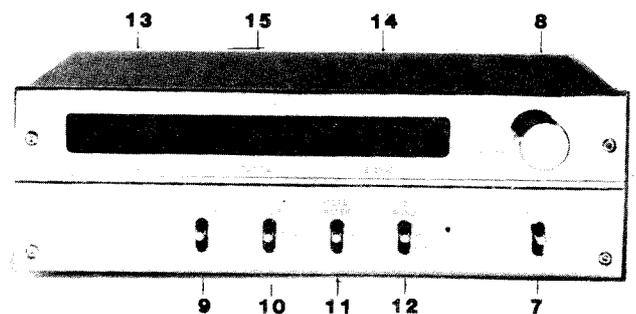
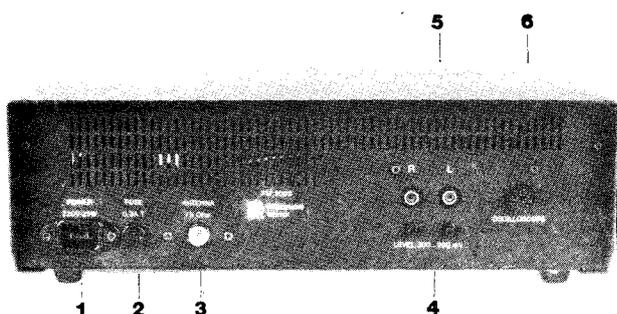
- 1. Netzstecker:** Das Gerät darf nur an Netzspannungen von 220V +/- 15%, 50-60 Hz angeschlossen werden. Nehmen Sie wegen davon abweichenden Anschlußwerten Kontakt mit dem Hersteller auf.
- 2. Fuse:** Sicherung 0,315A 250V träge. Der Sicherungswert darf nicht überschritten werden. Brennt die Sicherung durch (keine Funktion des Geräts nach dem Einschalten), so ist sie gegen eine neue gleichwertigen Typs auszutauschen.
- 3. Antenna:** Für einen störungsfreien UKW-Empfang ist eine leistungsstarke Antenne erforderlich. Prinzipiell lassen sich jedoch auch einfache Wurfantennen, wie sie dem Gerät beigelegt ist, verwenden.

Da für einen störungsfreien Stereoempfang eine 10-mal höhere Antennenspannung als bei Monoempfang erforderlich ist, raten wir zu einer guten Außenantenne für 75-Ohm-Anschluß in Verbindung mit einem entsprechenden Koaxialkabel.

Die beste Lösung stellt eine Mehrelementeantenne mit einem fernsteuerbaren Rotor dar.
- 4. Level:** Mit den Pegelstellern kann eine lautstärkemässige Anpassung des Tuners an die anderen verwendeten Komponenten Ihrer HiFi-Anlage erreicht werden. Dies ist wichtig, da insbesondere die verschiedenen Tonabnehmersysteme für Plattenspieler eine unterschiedliche Ausgangsspannung aufweisen und so starke Pegelsprünge beim Umschalten von Plattenspieler auf Tuner auftreten können.

Die Pegelsteller sind von uns auf einen mittleren Wert und Pegelgleichheit abgeglichen. Nach dem Verändern des Pegels können die Steller erneut auf Symmetrie abgeglichen werden:
 - Tuner auf „Mono“ und Muting auf „Off“ schalten.
 - Vorverstärker auf „Stereo“ schalten und bei vom Tuner erzeugtem Rauschen (zwischen 2 Sendern) die Pegel so verändern, daß das Signal aus der Mitte zwischen den Lautsprecherboxen zu kommen scheint.
- 5. Output:** Von dem NF-Ausgang kann jeder beliebige Vor- und Vollverstärker problemlos angesteuert werden. (Input Tuner).

- 6. Scope:** An diese Buchse kann ein Oszilloskop angeschlossen werden, mit dessen Hilfe Mehrwegeempfang sichtbar wird.
- 7. Power:** Nach dem Einschalten mit dem „Power“-Schalter vergehen einige Sekunden bis das Signal auf die Ausgänge geschaltet wird. Diese Zeit ist notwendig, damit alle Bauelemente ihren Betriebszustand erreichen können.
- 8. Tuning:** Durch Drehen am Abstimmungsknopf „Tuning“ läßt sich der Tuner im Bereich von 87.5 bis 108 MHz durchstimmen. Die jeweils empfangene Frequenz wird auf der Digital-Anzeige wiedergegeben. Die Anzeigenauflösung beträgt 50 kHz. Eine nutzbare feinere Auflösung stellt die Mitteneinzeile in Anwesenheit eines Signales dar.
- 9. Muting:** Bei der Schalterstellung „Muting On“ wird nur noch das Signal von empfangswürdigen Sendern auf den Ausgang des Tuners geschaltet. Dies bedeutet, daß beim Durchstimmen des Tuners mit dem Stimmknopf „Tuning“ kein unangenehmes Rauschen mehr zwischen den Stationen wahrgenommen werden kann.
- 10. Mode:** In der Schalterstellung „Mono“ werden alle Sender nur noch monophon wiedergegeben. Bei der Schalterstellung „Stereo“ werden alle Sender, die ein Stereo-Signal abstrahlen, das mit ausreichender Feldstärke empfangen werden kann, in Stereo wiedergegeben. Die Stereo-Schaltswelle ist fest eingestellt.
- 11. Stereofilter:** Bei Betrieb mit „Stereofilter“ in Stellung „ON“ wird bei schwach einfallendem Sender eine Verbesserung des Geräuschspannungsabstandes (Verminderung des höherfrequenten NF-Stereo-Rauschens) erreicht. Dies geschieht durch zwangsweise Monoschaltung der hohen Frequenzen mit gleitendem Übergang. (Kanaltrennung nimmt bei hohen Frequenzen ab.) Siehe auch Diagramm des Stereofilters.
- 12. IF-Band:** Mit Hilfe des Schalters „IF-Band“ kann die Bandbreite der Zwischenfrequenz verändert werden. In der Schalterstellung „Narrow“ wird das Gerät mit einer kleineren Bandbreite betrieben. Dies bedeutet, daß zwei starke (oder ein starker und ein schwacher) Sender, die sich bei normalem Betrieb (Schalterstellung „Wide“) gegenseitig beeinflussen, verzerrungsfrei empfangen werden können. Der Klirrfaktor nimmt jedoch bei der Schalterstellung „Narrow“ leicht zu.
- 13. Frequency:** Mit fünf Leuchtziffern wird die Frequenz des eingestellten Senders angezeigt. Die ersten drei Anzeigen geben die Frequenz in MHz und die letzten zwei in kHz an, wobei die Unterteilung in 50 kHz Schritten erfolgt.
- 14. Signal:** Die Leuchtdiodenkette zeigt Ihnen die Feldstärke des Antennensignals an. (Bzw., wie „gut man einen Sender bekommt“). Dabei entspricht der Übergang von einer Leuchtdiode zur nächsten einer Pegeländerung von ca. 10 dB.
- 15. Tuning:** Die Abstimm-Anzeige dient zur Feineinstellung von UKW-Sendern. Bei richtig abgestimmtem Gerät darf nur noch die mittlere Leuchtdiode (LED) leuchten. Es kann jedoch vorkommen, daß bei exakter Abstimmung selbst in „Narrow“-Betrieb noch Störungen durch einen Nachbarkanalsender auftreten. In diesem Fall kann man versuchen, durch geringfügiges Verstimmen ein Optimum einzustellen. Leuchtet noch eine Diode rechts oder links von der Mitte, so bedeutet dies, daß die Empfangsfrequenz um 10 kHz neben der Bandmitte liegt. Es sollte darauf geachtet werden, daß während des Betriebs eine Abweichung von 10 kHz nicht überschritten wird.
- Die Abstimm-Anzeige ist nichtlinear ausgelegt, so daß (nach je einer Seite betrachtet) die ersten beiden LED ca. 10 kHz, die folgenden ca. 15 kHz und die letzte 25 kHz Verstimmung anzeigt.



AM - Unterdrückung:

nach IHF für Antennenspannungen $\geq 5\mu\text{V}$: 70 dB

Fremdspannungsabstand:

Antennenspannung	+/- 40 kHz Hub		+/- 75 kHz Hub	
	Mono	Stereo	Mono	Stereo
3 μV	47 dB	-	52 dB	-
10 μV	57 dB	40 dB	62 dB	45 dB
100 μV	>75 dB	>72 dB	>80 dB	>77 dB

NF - Verzerrungen

(a) In Bandbreitenstellung **Wide:**

Antennenspannung	+/- 40 kHz Hub		+/- 75 kHz Hub	
	Mono	Stereo	Mono	Stereo
10 μV	0.1%	-	0.1%	-
100 μV	0.05%	0.2%	0.05%	0.3%
$\geq 1\text{mV}$	0.05%	0.15%	0.05%	0.2%

(b) In Bandbreitenstellung **Narrow:**

Antennenspannung	+/- 40 kHz Hub		+5- 75 kHz Hub	
	Mono	Stereo	Mono	Stereo
10 μV	0.3%	-	0.6%	-
100 μV	0.3%	0.5%	0.5%	1%
$\geq 1\text{mV}$	0.3%	0.5%	0.5%	1%

NF - Frequenzgang:

Einschließlich Deemphasis 50 μsec :

- 3 dB : 10 Hz bis 16.5 kHz
 +/- 0.5 dB : 30 Hz bis 16.0 kHz

Stereo - BFC - Verzerrungen:

Bei 1mV Antennenspannung:

Bandbreitenstellung	+/- 40 kHz Hub	+/- 75 kHz Hub
Narrow	1.4 %	2 %
Wide	0.2 %	0.4 %

Stereo - Kanaltrennung:

(a) Bei 1 kHz Modulationsfrequenz:

Antennenspannung	narrow		wide	
	+/- 40 kHz	+/- 75 kHz	+/- 40 kHz	+/- 75 kHz
100 μV	45 dB	40 dB	50 dB	40 dB
1 mV	45 dB	40 dB	53 dB	42 dB
> 10 mV	45 dB	40 dB	60 dB	45 dB

(b) Bei 10 mV Antennenspannung und 40 kHz Hub Modulation:

f-mod	Bandbreite		Stereo-Filter narrow und wide
	narrow	wide	
100 Hz	40 dB	47 dB	35 dB
1 kHz	40 dB	60 dB	15 dB
10 kHz	27 dB	47 dB	2 dB
15 kHz	25 dB	40 dB	1 dB

Pilot- und Hilfsträgerdämpfung:

≥ 70 dB bezogen auf eine Modulation von 1 kHz, +/- 40 kHz Hub

Mono-Stereo-Umschaltung:

Sie erfolgt durch den Mode- Umschalter mit den Stellungen:

- (a) STEREO: ab einer fest eingestellten Antennenspannung von ca. $6 \mu\text{V}$ werden stereophon ausgestrahlte Signale in „Stereo“ empfangen (Dieser Wert kann in weiten Grenzen mittels Schraubenzieher durch Drehen des durch den Gehäuseboden zugänglichen Stellpotentiometers variiert werden). Die Anzeige „Stereo“ leuchtet.
- (b) MONO: Unabhängig ob in Stereo oder Mono gesendet wird, führen die NF-Ausgangsbuchsen ein Mono-Signal. Die Anzeige „Stereo“ erlischt.

Stereo-Filter:

Bei schwach einfallenden Stereo-Signalen kann das Signal-Rauschverhältnis in der Schalterstellung ON des Schalters STEREO-FILTER auf Kosten der Übersprechdämpfung erhöht werden. Gleichzeitig werden die Höhen leicht abgesenkt (ca. 5 dB bei 10 kHz). In dieser Schalterstellung leuchtet die Anzeige „Stereo-Filter“.

Signalstärkeanzeige „Signal“:

Die Höhe der Antennenspannung des eingestellten Senders wird durch eine 12 elementige LED-Kette mit logarithmischem Anzeigeverlauf angezeigt im Bereich $1 \mu\text{V}$ bis 1 V.

Abstimmanzeige „Tuning“:

Die exakte Abstimmung auf den gewünschten Sender wird mit einer LED Kette in 10 kHz Schritten angezeigt. Die äußeren LED's der Kette sind in zwei 25 kHz Schritten geeicht.

Muting:

Die sanft und ploppfrei einsetzende „soft-action-muting“ unterdrückt in der Stellung ON des Schalters MUTING Zwischenstationsrauschen und gibt nur stör- und rauschfrei einfallende Signale frei.

NF-Ausgang:

Bei einer Modulation von 1kHz bei 40 kHz Hub kann an den vergoldeten Ausgangsbuchsen eine Nf-Ausgangsspannung an einem Quellwiderstand von 50 Ohm entnommen werden, die im Bereich von 300 bis 900 mV individuell einstellbar ist.

Oszilloskop-Anschluß:

Zur Beurteilung der Signalgüte vor allem auf Mehrwegeempfang und zur optimalen Ausrichtung einer drehbaren Antenne steht eine mehrpolige Ausgangsbuchse mit den vertikalen und horizontalen Signalen „Y“ und „X“ zur Verfügung:

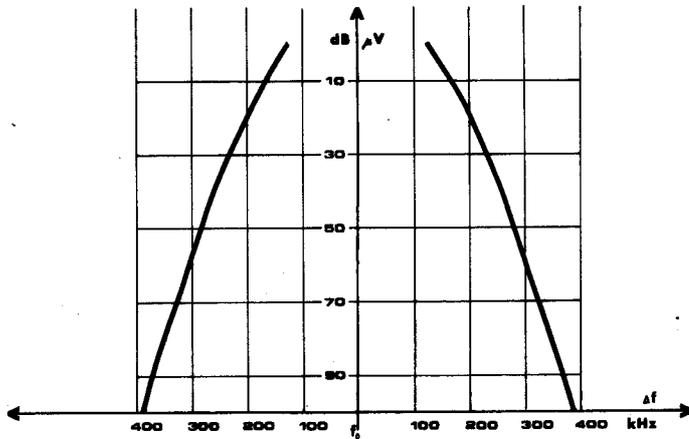
- X - Ausgang: 700 mVss bezogen auf 40 kHz Hub
Y - Ausgang: 1 V max; bei einer AM-Modulation von 30 %:

$$40 \text{ mV } \pm 30\% \text{ für } (2 \mu\text{V} \geq U \geq 2 \text{ mV})$$

$$25 \text{ mV } \pm 30\% \text{ für } (2 \text{ mV} \geq U \geq 1 \text{ V})$$

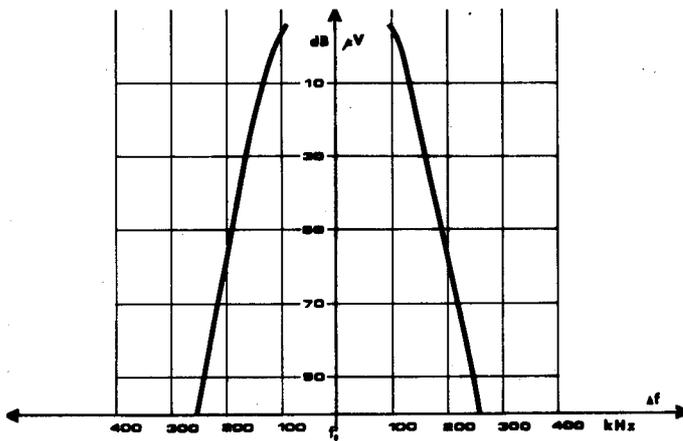
Netzversorgung:

220 V +/- 15%, 50/60 Hz
Leistungsaufnahme 25 VA
Netzsicherung 315 mA, träge



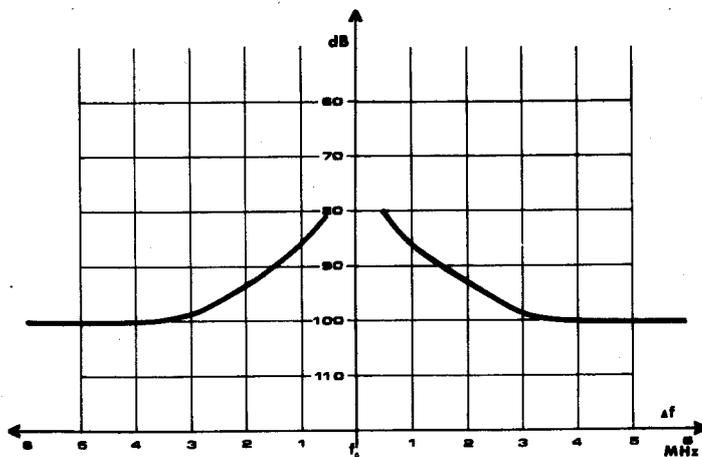
Dynamische Selektion

Ref.: 30 dB S/N
 Hub: +/- 40 kHz
 Stellung: Wide

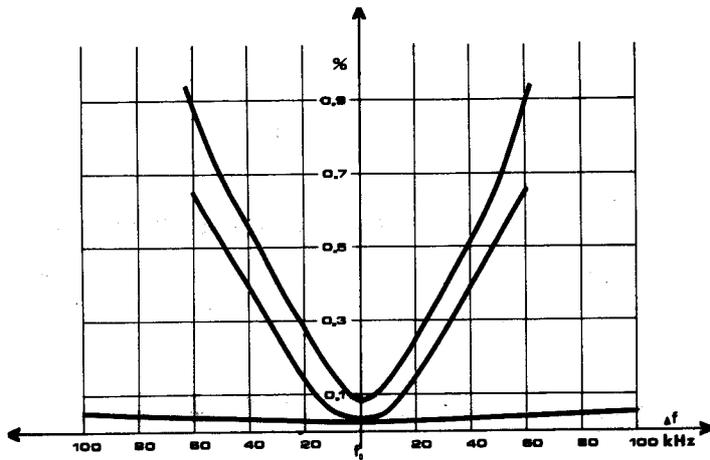


Dynamische Selektion

Ref.: 30 dB S/N
 Hub: +/- 40 kHz Hub
 Stellung: Narrow

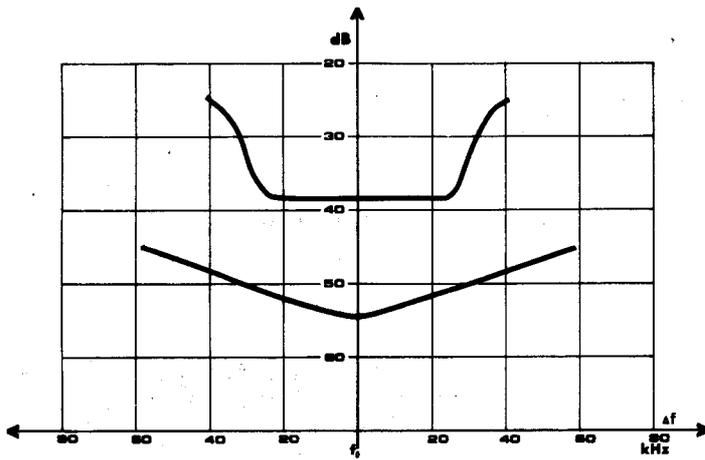


**Intermodulationsfreier
 Dynamikbetrieb**

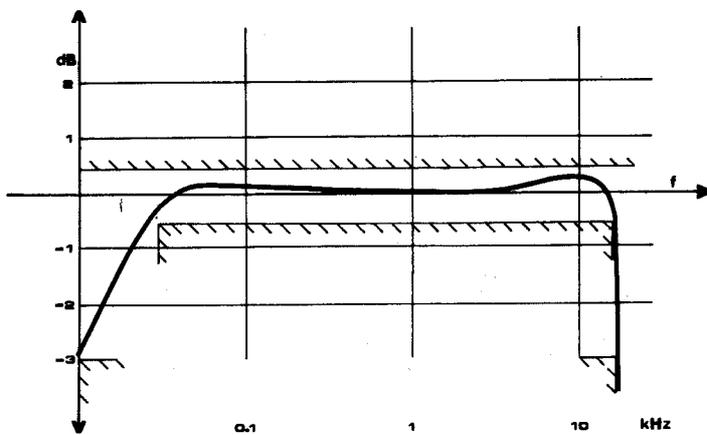


NF-Verzerrungen bei Stellung Wide

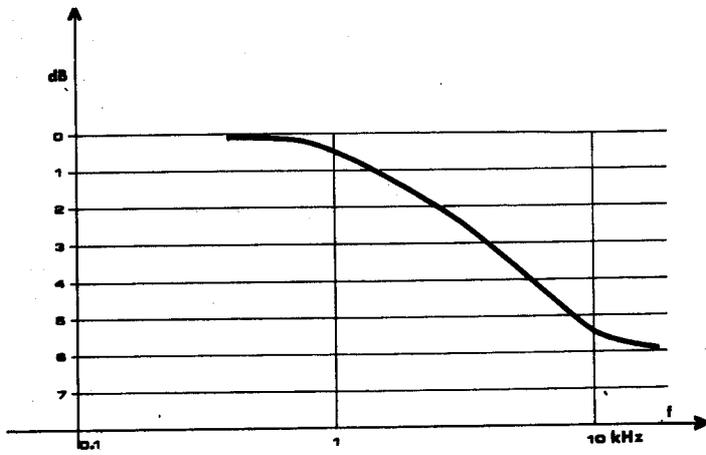
Oben: Stereo bei 1mV Antennenspannung
 Mitte: Stereo bei 10mV Antennenspannung
 Unten: Mono bei >100 μV Antennenspannung



Stereo BFC Verzerrungen für Narrow (oben) und Wide (unten)

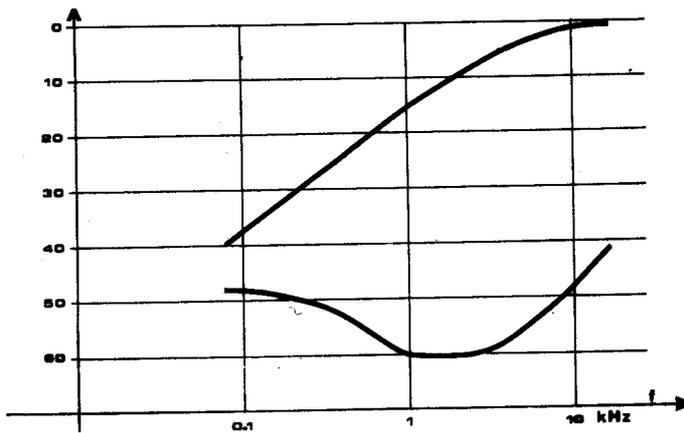


NF-Frequenzgang Mono und Stereo



Frequenzgang des Stereo-Filters

nur R oder L moduliert.



Stereokanaltrennung:

*Oben: mit Stereofilter
Unten: ohne Stereofilter*

Service

Wenn einmal ein Defekt am Tuner auftreten sollte, wenden Sie sich bitte an:

Wieschhoff van Rijn
Brehmestrasse 59
3200 Hildesheim
T. 05121 - 25270

oder:

Restek Elektronik
Untere Feldstrasse 13
3501 Fuldabrück
T. 0561 - 42080

Sie sollten wegen der hohen Komplexität des Tuners keine Werkstatt zur Behebung des Defektes einschalten. Die einzige Wartungsarbeit, die von Fachleuten außerhalb der Firmen Wieschhoff van Rijn und Restek Elektronik vorgenommen werden kann, ist das Auswechseln des Skalenseils, sollte es einmal gerissen sein. Vor Beginn dieser Arbeit ist unter allen Umständen der Netzstecker zu ziehen, erst dann darf die Gerätehaube entfernt werden.

Zur Reinigung der äußeren Teile des Tuners verwenden Sie bitte ein weiches, eventuell leicht angefeuchtetes Tuch und keine Chemikalien oder Lösungsmittel, wie z. B. Benzin oder Alkohol.

Garantie

Der Hersteller verpflichtet sich, fehlerhafte Teile dieses Gerätes kostenlos zu ersetzen und das Gerät kostenlos instandzusetzen, falls Defekte innerhalb der Garantiezeit auftreten sollten. Diese beträgt 1 Jahr ab nachgewiesenem Kaufdatum.

Nicht unter diese Garantie fallen Fehler, die durch Nichtbeachten der Bedienungsanleitung entstehen, Schäden durch äußere mechanische Einwirkungen und Transportschäden.

Der Garantieanspruch erlischt, wenn das Gerät von anderen als den Firmen Wieschhoff van Rijn oder Restek demon- tiert, repariert oder Änderungen unterzogen wurde.

Die Inanspruchnahme der Garantie erfolgt durch schriftliche Bekanntgabe, Vorlage einer Rechnungskopie, aus der Seri- ennummer und Verkaufsdatum hervorgehen und Einsenden des Gerätes an

Wieschhoff van Rijn
Brehmestrasse 59
3200 Hildesheim
T. 05121 - 25270

oder:

Restek Elektronik
Untere Feldstrasse 13
3501 Fuldabrück
T. 0561 - 42080

Wir empfehlen Zustellung durch Bahnexpress. Die Versandkosten in beide Richtungen gehen zu Lasten des Besitzers.