

Automatische Aussteuerungsregelung ohne Dynamikverzerrungen

Eine automatische Aussteuerungsregelung soll dafür sorgen, daß ohne Bedienung eines Reglers ein Musikstück nicht nur richtig ausgesteuert wird, sondern auch so aufgezeichnet wird, daß es von seiner dynamischen Abtönung nichts verliert. Die GRUNDIG Schaltung des TK 19 automatic ist in der Lage, alle Feinheiten der Musik, vom zartesten Pianissimo bis zum mächtigen Fortissimo, dynamikgetreu aufzuzeichnen und zusätzlich Verzerrungen durch Übersteuerungen zu vermeiden. Einfache Regelschaltungen, wie man sie z. B. von Diktiergeräten her kennt, nivellieren die Dynamikunterschiede sehr.

Musikfreunde lehnen derartig komprimierte, also dynamikverzerzte Aufnahmen ab, da alle vom Komponisten und Interpreten gewollten und durchgeführten Nuancen verlorengehen und an deren Stelle ein „gleichgerichtetes“ verflachtes Volumen tritt, das mit der Originaldynamik des Musikwerkes nicht mehr viel Ähnlichkeit hat.

Am Beispiel einiger bekannter Musikstücke soll dieses nachstehend gezeigt werden. Für Versuchszwecke wurde zuerst die bekannte Marlene-Dietrich-Aufnahme „Sag mir wo die Blumen sind...“ (Electrola E 22180) überspielt, wobei zuvor, wie auch bei einer Aussteuerung

von Hand üblich, ein kurzes Stück vom Inhalt der Aufnahme (Forlestelle) bei belästigter Aufnahmetaste, aber noch nicht laufendem Gerät, angespielt wurde. Sodann wurde durch Drücken der Starttaste mit der Aufnahme begonnen. Die Aufzeichnung des fertig bespielten Bandes zeigt **Bild 1** als Pegelschreiberdiagramm. Deutlich ist zu erkennen, daß alle Dynamikunterschiede, die Gesang und Begleitmusik aufweisen, originalgetreu vorhanden sind. Nichts wurde durch die Automatikschaltung nivelliert. Für jeden Musikfreund eine erfreuliche Tatsache. Die Pegelunterschiede vom Gesang der ersten bis zur dritten Strophe

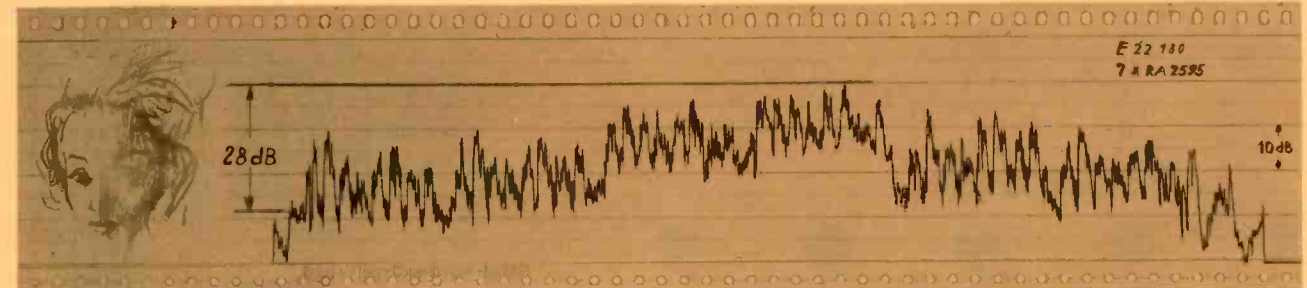


Bild 1 Aufnahme „Sag mir wo die Blumen sind“. Deutlich sind die Dynamikabstufungen zu erkennen, die durch die Aussteuerungs-Regelschaltung des „TK 19 automatic“ keine Beeinträchtigung erfahren. Der Charakter des Musikstückes und Gesangsvortrags bleibt voll erhalten.

des Liedes sind beträchtlich; sie betragen, wie aus Bild 1 zu
ersehen ist, ca. 28 dB. Die letzten Strophen werden dann
wieder leiser gesungen. Die Gesamtdynamik der Aufnahme
umfaßt ca. 40 dB. Sie bleibt beim GRUNDIG TK 19 automatic
voll und unverzerrt erhalten.

Bei den nächsten drei Pegelschreiber-Diagrammen diene als Beispiel eine Aufnahme des Musikwerkes „Die Moldau“ von Friedrich Smetana (Deutsche Grammophon - Gesellschaft). Wie alle Musikkenner wissen, beginnt dieses Werk mit einem Pianissimo. Zuerst **(Bild 2)** wurde eine Tonband-Überspielung mit einer Automatik-Schaltung durchgeführt, die sich nicht durch vorheriges Drücken der Aufnahmetaste eingeleiten konnte. Wie man sieht, ist die gesamte Dynamik (leise und laute Passagen) stark nivelliert worden. Die Wiedergabe fängt an Stelle des Original-Pianissimos gleich mit einer mittleren Lautstärke an und geht so weiter bis zur ersten Fortstelle. Alle Nuancen, die die Eigenart und Ausdruckskraft einer Komposition bilden, sind verlorengegangen.

Mit dem Tonbandgerät GRUNDIG TK 19 automatic ist jedoch eine original-dynamikgetreue Aufzeichnung möglich, wie es **Bild 3** beweist.

Nach Drücken der Aufnahmetaste wurde das Gerät automatisch voreingepegelt. Das Musikstück beginnt mit dem originalgetreuen Pianissimopegel. Alle Abstufungen und Feinheiten der Dynamik sind voll erhalten.

Bild 4 zeigt schließlich noch, wie ein solches Musikwerk möglicherweise aufgezeichnet wird, wenn man die Aussteuerungs-Einstellung bei einem Gerät ohne Automatic unrichtigerweise so vornehmen würde, daß sich beim Beginn des Stückes das Magische Band zwar noch nicht schließt, aber doch schon anspricht. Die Pegeleinstellung ist dann von vornherein zu hoch; beim Eintreten der Forstellen beginnt die Übersteuerung, die Dynamik würde nicht nur begrenzt, es würden dabei außerdem erhebliche Übersteuerungs-Verzerrungen auftreten. Nimmt man, sobald man dieses am Schließen der Leuchtfelder des Magischen Bandes sieht, die Aussteuerung von Hand zurück, so verschwinden zwar die Verzerrungen; es bleibt aber die Dynamikverflachung, so daß schließlich ein Pegelverlauf entsteht, der dem von Bild 2 sehr ähnlich.

Diese wenigen Beispiele zeigen nicht nur deutlich, wie eine einwandfreie Aussteuerungs-Automatik arbeiten muß, sondern lassen außerdem erkennen, daß eine nach diesen Gesichtspunkten ausgelegte Schaltung in der Lage ist, in nahezu allen Fällen besser und sicherer auszusteuern, als es mit Handbedienung möglich ist.

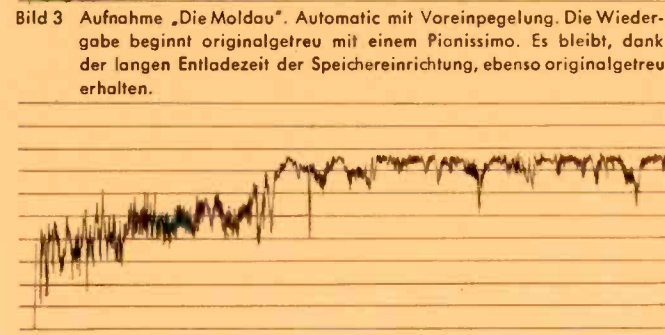
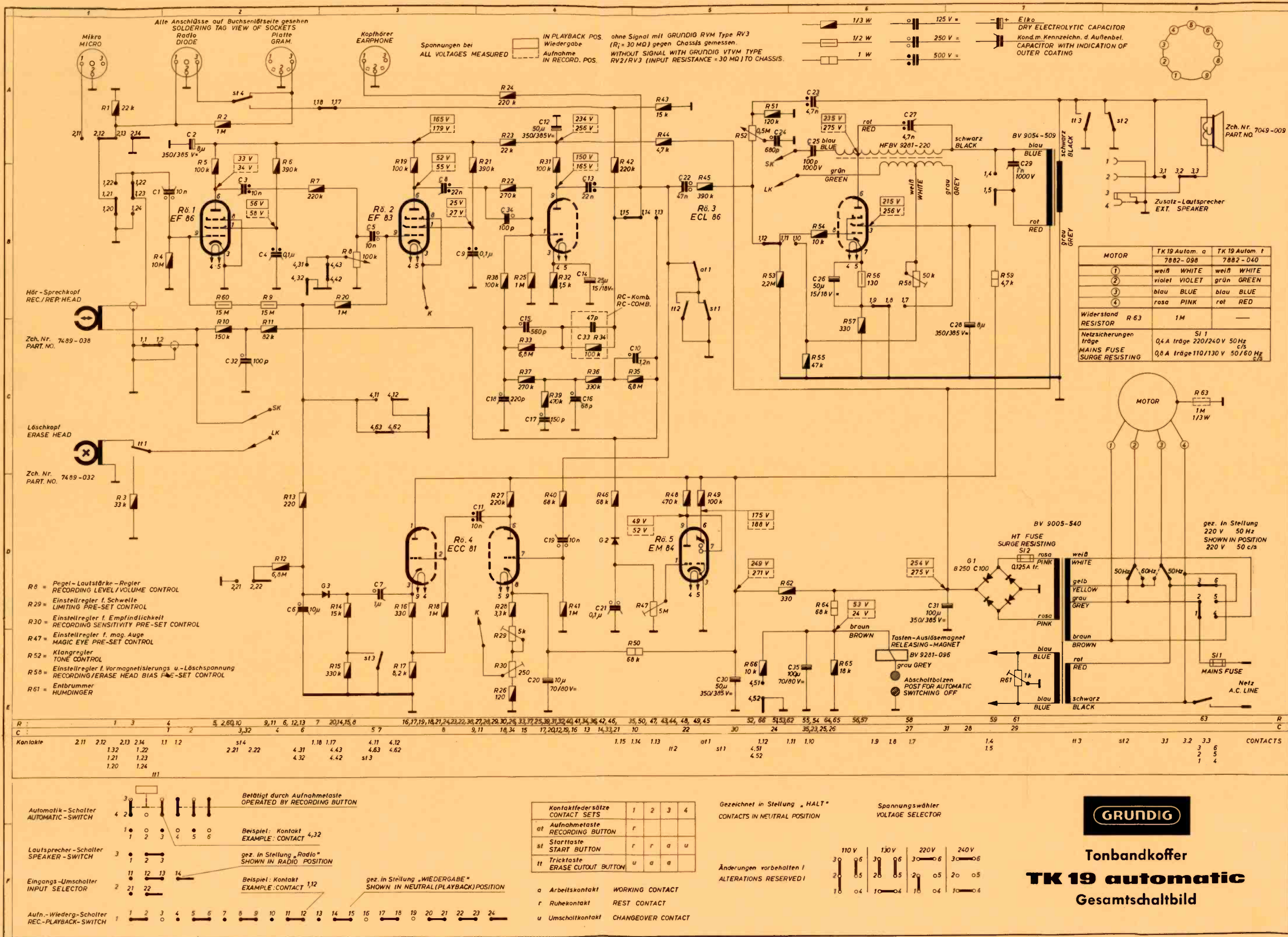


Bild 4 Aufnahme „Die Moldau“ von Hand, wenn schon am Anfang das Magische Auge ausschlägt. Bei Beginn der Fortstellen wird das Band übersteuert, die Wiedergabe klingt verzerrt. Diesen Fehler verhütet von vornherein die Regelschaltung des TK 19 automatic.



Die Funktion der Regelschaltung des GRUNDIG Tonbandkoffers

TK 19 automatic

Wenn man sich das Ziel setzt, ein Automatic-Tonbandgerät zu bauen, welches nicht nur Bedienungsvereinfachungen aufweist, sondern in der Lage ist, Musikaufnahmen automatisch so auszusteuern, daß ohne Einschränkungen das Optimum erreicht wird, so ist es mit der Verwendung einer einfachen Regelschaltung nicht getan.

An Hand von Musikbeispielen wurde auf der Vorseite bereits gezeigt, worauf es ankommt. In unserem nachfolgenden Beitrag wird nun die Arbeitsweise und Schaltungstechnik der von GRUNDIG benutzten Aussteuerungs-Automatik ausführlich erklärt. Da gegenüber üblichen Tonband-Standardschaltungen teilweise neue Prinzipien angewandt werden, die auch die Einstellung der Trimpotentiometer betreffen, sollte sich jeder Service-Techniker mit dieser neuen Technik vertraut machen. Im ersten Teil dieses Beitrages wird das Grundprinzip erklärt, im zweiten Teil näher auf die Schaltung eingegangen.

Welche Forderungen sind an eine Aussteuerungs-Automatik zu stellen?

Bei der magnetischen Tonaufzeichnung ist es wichtig, daß der durch den Sprechkopf fließende niederfrequente Aufsprechstrom an den lautesten Stellen der aufzunehmenden Darbietung gerade eben das Band voll aussteuert. Wird dieser Wert überschritten, so treten starke Verzerrungen auf, wird er nicht erreicht, so wird die mögliche Dynamik nicht voll ausgenutzt und der Störabstand unnötig verkleinert.

Um die optimale Aussteuerung vorzunehmen und während der Aufnahme überwachen zu können, sind Tonbandgeräte üblicherweise mit einem Aussteuerungsanzeiger (Magisches Auge etc.) ausgerüstet, mit dem die dem jeweiligen Kopfstrom entsprechende Ausgangsspannung des Aufsprechverstärkers angezeigt wird. Mit dem Pegelregler kann dann der Verstärkungsgrad des Aufsprechverstärkers so eingestellt werden, daß der Kopfstrom an den lautesten Stellen der aufzunehmenden Darbietung eben den Wert für Vollaussteuerung erreicht. Die Leuchtfelder des „Magischen Auges“ sind dann gerade geschlossen.

Diese im allgemeinen verwendete Anordnung hat für den technisch nicht versierten Benutzer den erheblichen Nachteil, daß in nahezu allen Fällen der Aussteuerungsanzeiger dauernd beobachtet werden und der Pegelregler sehr sorgfältig eingestellt werden muß. Bei einem unerwarteten Fortissimo kann es vorkommen, daß der von Hand eingestellte Verstärkungsgrad nicht mehr stimmt, so daß das Band übersteuert wird. Da die Nachregelung von Hand nicht genügend rasch erfolgen kann, ist zumindest der Beginn der Fortissimo-Stelle durch eine Verzerrung des Aufgenommenen gestört.

Es sind Anordnungen bekannt, die diese Nachteile vermeiden. So wird z. B. bei Diktiergeräten schon seit einer Reihe von Jahren von Regelschaltungen Gebrauch gemacht, die Übersteuerungen verhindern und den Aufspeichpegel nahezu konstant halten sollen. Hierdurch werden verschiedene Abstände zwischen Sprecher und Mikrofon sowie auch Unterschiede in der Lautstärke der Diktierenden weitgehend ausgeglichen.

Wollte man mit einem derartigen System auch Musik aufnehmen, so würden erhebliche Verfälschungen der Dynamik der aufgezeichneten Darbietung entstehen. Mit einer solchen Automatic wird nämlich stets mit Vollpegel ausgesteuert, selbst wenn die Darbietung piano be-



Bild 6 GRUNDIG TK 19 automatic, ein ganz einfach bedienbares und trotzdem hochwertiges und vielseitiges Tonbandgerät. Auf Seite 514 dieses Heftes werden die technischen Daten gebracht

ginnt. Die Dynamikabstufungen des Musikwerkes werden also rigoros nivelliert, da infolge der kleinen Zeitkonstante dieser Regelschaltungen (ca. 2 sec.) bei der Aufzeichnung leiser Stellen die Verstärkung in relativ kurzer Zeit rasch hörbar wieder ansteigt.

Volldynamische Aufnahmen ohne Übersteuerungsgefahr

Um diesen für eine originalgetreue Musikaufzeichnung so schwerwiegenden Nachteil zu beheben, wurde im GRUNDIG Tonbandgeräte - Laboratorium eine Schaltung entwickelt, die volldynamische Aufnahmen gewährleistet und außerdem durch Übersteuerung verursachte Verzerrungen verhindert.

Es ist wichtig, daß eine Musikwerk-Aufzeichnung mit dem Pegel beginnt, der dem Original entspricht. Die GRUNDIG Aussteuerungs-Automatik stellt daher den Verstärkungsgrad des Aufsprechverstärkers zuerst (durch die vorhergehende Einpegelung) auf einen richtigen Grundwert ein. Außerdem hält sie diesen Verstärkungswert, genau so wie bei einer richtigen Einstellung des Pegelreglers von Hand, auch lange Zeit fest.

Das wird durch eine extrem lange Entladezeit eines hochwertigen Speicherkondensators erreicht, die ca. 15 Minuten beträgt. Wie die Aufnahmen der beiden Musikstücke „Sag mir wo die Blumen sind“ und „Die Moldau“ zeigen, (Bilder 1 und 3), werden damit auch sehr lang

dauernde Pianissimostellen originalgetreu aufgenommen.

Das Grundprinzip

Zur möglichst exakten Einhaltung des richtigen Aussteuerungspegels und somit richtigen Verstärkungsgrades des Aufsprechverstärkers erhält der Gleichrichter, der die Regelspannung erzeugt und damit den Verstärkungsgrad einstellt, seine Wechselspannung nicht direkt von einer der Aufsprechverstärkerstufen, sondern über eine vor ihm liegende zusätzliche Verstärkerstufe, die erst dann zu arbeiten beginnt (siehe Bild 8), wenn der Vollaussteuerungspegel erreicht ist. Dieses geschieht unter Zuhilfenahme einer hohen negativen Gittervorspannung, die im wesentlichen konstant ist.

Die Regelspannung entsteht also durch Vergleich einer dem Kopfstrom proportionalen Wechselspannung mit einer konstanten Schwellspannung. Bei der Voreinpegelung, die meist automatisch durch ein vorhergehendes Musikstück oder eine Ansage bzw. durch Drücken der Aufnahme-taste erfolgt, lädt sich der Speicherkondensator auf einen Spannungsbetrag entsprechend dem Eingangspegel für Vollaussteuerung auf und stellt damit den Verstärkungsgrad des Aufsprechverstärkers ein.

Treten nun Lautstärkeerhöhungen auf, die den Vollaussteuerungspegel überschreiten, so mühte man bei Hand-Aussteuerung den Pegelregler schnell (und

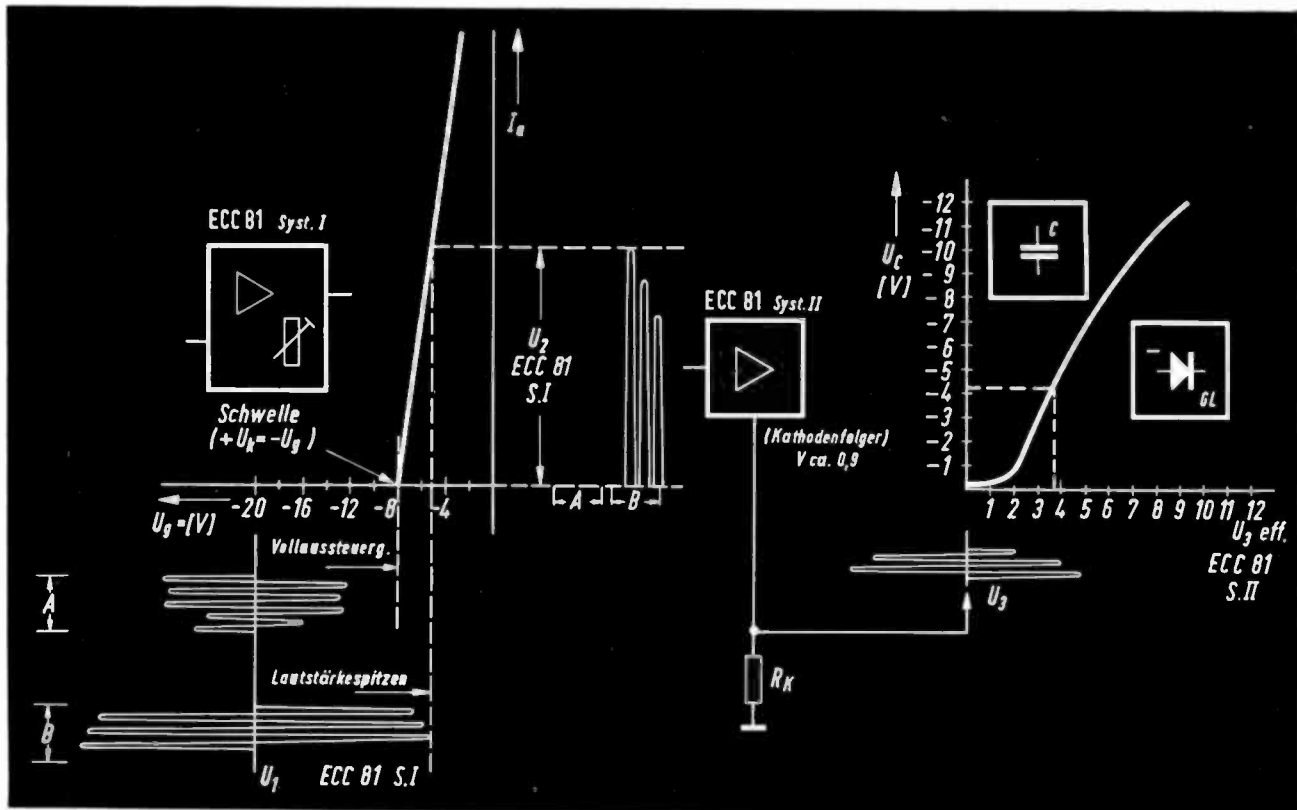


Bild 8 Wirkungsweise der Automatik-Schaltung. Durch die große Speicherefähigkeit des Kondensators (die Entladezeit beträgt ca. 15 Minuten) und das schnelle Ansprechen der Begrenzung werden voll-dynamische Musikaufnahmen ohne Gefahr von Übersteuerungen gewährleistet.

gleichzeitig gefühlvoll um den richtigen Betrag) so weit zurückdrehen, bis sich die Leuchtfelder des Magischen Auges nicht mehr überlappen. Meist ist es dazu aber schon zu spät, und die Verzerrungen sind somit auf dem Band. Durch die Schaltung des TK 19 automatic wird das verhindert. Bei Überschreiten der Schwellspannung bekommt der Gleichrichter eine Wechselspannung und lädt in extrem kurzer Zeit (dank niederohmiger Kathodenfolgerstufe) den Speicherkondensator auf eine höhere negative Span-

nung auf [Bild 8]. Damit wird der Auf-sprechverstärker sofort auf einen kleineren Verstärkungsfaktor geregelt. Der das Band zu übersteuern drohende höhere Kopfstrom geht blitzschnell wieder auf seinen ungefährlichen Vollaussteuerungswert zurück. Bild 9 zeigt dieses deutlich. Der Maximalpegel steigt auch bei sehr starken Übersteuerungen nicht mehr als 2 dB, also unhörbar, an.

Es ist leicht einzusehen, daß mit dieser Anordnung eine Überschreitung des höchsten zuläs-

sigen Wertes für den Kopfstrom und somit nichtlineare Verzerrungen, die sonst bei Übersteuerungsspitzen auftreten würden, vermieden werden. Da die Spannung am Speicherkondensator nun nicht gleich wieder abfällt, sondern lange anhält, kann hinter einer Fortissimo-Stelle sofort ein Pianissimo folgen. Vom GRUNDIG TK 19 automatic werden solche Musikstellen originalgetreu, also dynamikgerecht aufgezeichnet. Wäre das nicht der Fall, so würde sich der durch eine Lautstärkespitze herabgeregelter Verstärker schnell wieder heraufregeln. Eine Nivellierung wäre die Folge.

Zu diesem für Musikaufnahmen schweren Nachteil einfacher Regelschaltungen kommt aber noch ein anderer hinzu.

Verzerrungsverhütung auch bei den unterschiedlichsten Musikarten

Im Gegensatz zur Sprache setzen sich Musikdarbietungen aus einem Frequenzgemisch mit sehr unterschiedlichen Amplituden innerhalb des Frequenzbereiches zusammen. Es ist wichtig, daß der Aufprechstrom bei allen Frequenzen nicht höher sein darf, als bei 1000 Hz, andernfalls wird das Band übersteuert. Daß trotzdem bei Tonbandgeräten eine aufnahmeseitige Höhenanhebung angewandt wird, die bis zu 15 dB beträgt, liegt im Amplitudengehalt des Frequenzgemisches der Musikdarbietungen begründet. Bei sehr vielen Musikwerken sind nämlich die Höhen nur sehr schwach vertreten, vor allem bei klassischer Musik.

Das liegt an der damals angewandten Instrumentierung, die man auch heute bei der Aufführung solcher Werke einhält. Anders ist es dagegen bei Aufführungen moderner Musikwerke oder bei Unterhaltungs- und Tanzmusik. Hier sind die Höhen gleich stark wie die mittleren

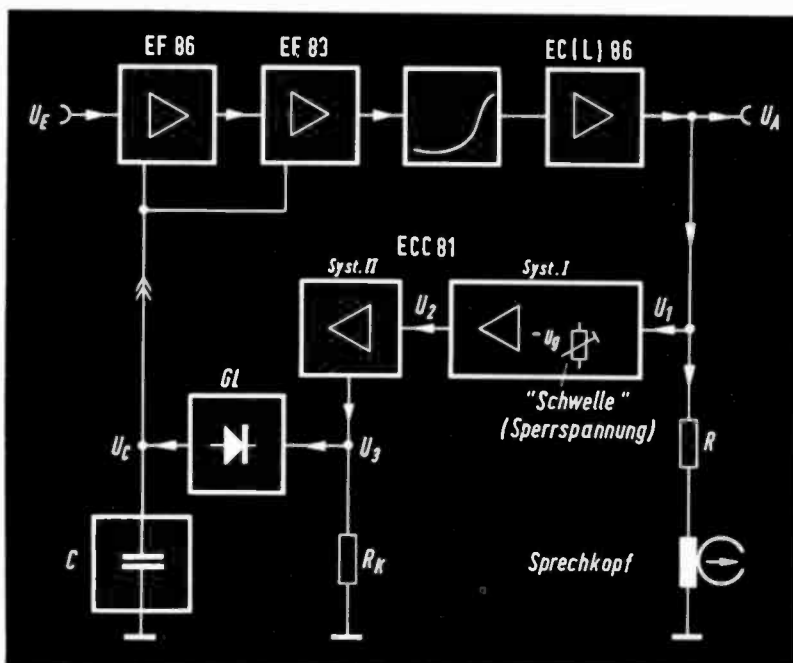
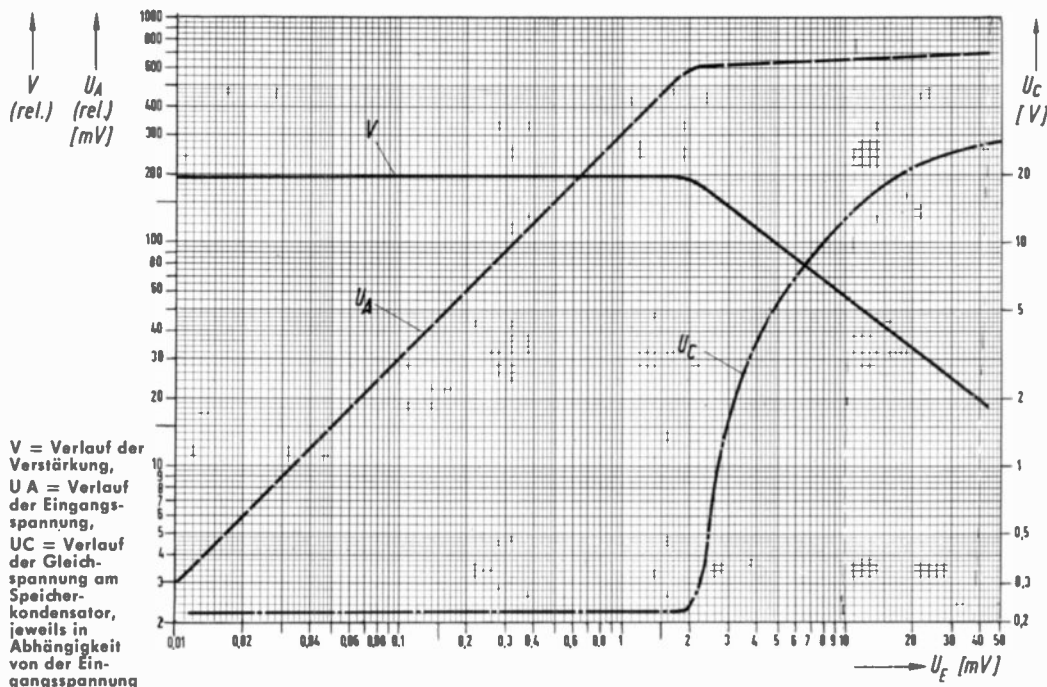


Bild 7 Blockschaltung der Verstärker- und Regelstufen für die Aussteuerungs-Automatik. (Der Widerstand R vor dem Sprechkopf sorgt dafür, daß der Sprechstrom proportional zur Ausgangsspannung U_A ist.)



Frequenzen und übersteigen oft sogar die Amplituden mittlerer Tonlagen. Bild 10 veranschaulicht die Verhältnisse.

Während bei klassischen Stücken (Bach, Beethoven) schon bei 10 000 Hz ein Abfall von fast 25 dB zu verzeichnen ist, weist die bekannte Perez-Prado-Komposition „Patricia“ in der vom Komponisten gespielten Originalfassung (RCA 47—7245) bei ca. 3000 Hz einen Anstieg von 16 dB auf!

Noch ausgeprägter sind die Höhen bei der Aufnahme der bekannten Komposition „Bilder einer Ausstellung“ von Modeste Moussorgsky. Hier kommt bei ca. 13 000 Hz eine Anhebung von ca. 5 dB vor. Bei der Instrumentation dieses Musikwerkes sind Pauke, Cymbal und Glockenspiel stark vertreten. Ähnliche Amplitudenverläufe zeigen auch Werke von Hector Berlioz, z. B. der Rakoczy-Marsch. Bei 15 000 Hz ist hier noch der gleiche Pegel wie bei 1000 Hz vorhanden.

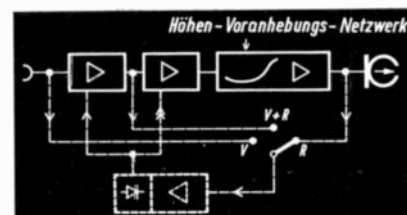
Auch bei den Bässen ist, wenn auch einheitlicher als bei den Höhen, üblicherweise ein starker Abfall unterhalb von 100 Hz vorhanden. Neuere Normen des Bandfluß-Frequenzganges sehen daher auch eine aufnahmeseitige Anhebung der Bässe vor (z. B. NARTB). Wie an Hand eines in Bild 10 gebrachten Beispiels einer Orgelaufnahme zu sehen ist, können aber auch die vollen Bässe vorkommen.

Selbstverständlich ist das Amplitudenvorkommen bei sehr hohen und sehr niedrigen Frequenzen im Verhältnis zu dem Amplitudenvorkommen bei den mittleren Frequenzen statistisch, also zeitlich gesehen wesentlich kürzer. Trotzdem ist es unangenehm, wenn bei diesen Stellen das Band übersteuert wird.

Das ist auch bei Automatikschaltungen wichtig. Hier muß sich das Gerät selbst auf alle Vorkommnisse der Musik einstellen, denn nun wird vom Be-

Bild 9 Diagramme zur automatischen Aussteuerungsregelung. Der Verstärkungsfaktor ist bis zur Vollaussteuerungsgrenze gleich. Eingangs- und Ausgangsspannung sind zu diesem Punkt proportional. Nach Überschreitung eines der Vollaussteuerung entsprechenden Schwellwertes wird der Speicherkondensator aufgeladen. Somit wird bei Überschreitung des Vollpegels die Verstärkung automatisch zurückgeregt; die Ausgangsspannung nimmt also nicht mehr zu.

Bild 11 (unten) Prinzipdarstellung verschiedener Regelungssysteme. V = Nur Vorwärtsregelung, VR = Vorwärts- und Rückwärtsregelung, R = Nur Rückwärtsregelung. Bei der letzteren werden die Amplitudenvorkommen des gesamten Frequenzbereichs originalgetreu erfaßt und somit frequenzabhängige Verzerrungen verhütet, denn die für die Erzeugung der Regelspannung nötige Wechselspannung wird erst hinter der Höhen-Voranhebung des Aufsprechverstärkers abgenommen, ist also dem die Magnetisierung des Bandes bewirkenden Sprechkopfstrom proportional (letzterer ist über einen hochohmigen Widerstand angeschlossen).



nutzer eine Aussteuerungsanzeige nicht mehr beobachtet. Daher ist es ganz entscheidend für die einwandfreie Funktion einer Aussteuerungs-Automatik, daß der Bezugspunkt für den Regelspannungsverstärker nicht vor den Höhenanhebungsgliedern des Aufsprechverstärkers liegt. Mit anderen Worten: Die Wechselspannung für die Regelung muß unmittelbar dort abgenommen werden, wo sie mit dem Strom des Sprechkopfes über den gesamten Frequenzbereich proportional ist. Das bedeutet also eine reine Rückwärtsregelung (man beachte die Darstellung auf Bild 11), denn die Höhenanhebungs-Netzwerke müssen mit in den Gesamt-Regelkreis einbezogen sein. Damit werden die Amplituden so erfaßt, wie sie auf den Sprechkopf gelangen und das Band aussteuern. Der automatisch geregelte Aufsprechverstärker kann sich somit richtig anpassen und wird Übersteuerungen verhindern, wenn ihm ungünstige Frequenz- und Amplitudenvorkommen eines Musikwerkes angeboten werden.

Ebenso gleicht die Anordnung Änderungen des Verstärkungsgrades der einzelnen Verstärkerstufen (Spannungsschwankungen, Röhrenalterung etc.) während der Betriebsdauer aus.

Aus diesen Beispielen ist zu ersehen, woran beim Entwurf einer Aussteuerungs-Automatik gedacht werden muß, um keine Behelfslösung zu schaffen, sondern eine Schaltung, die selbsttätig so arbeitet, wie es sonst nur in diffiziler Weise durch Aussteuerung von Hand möglich ist.

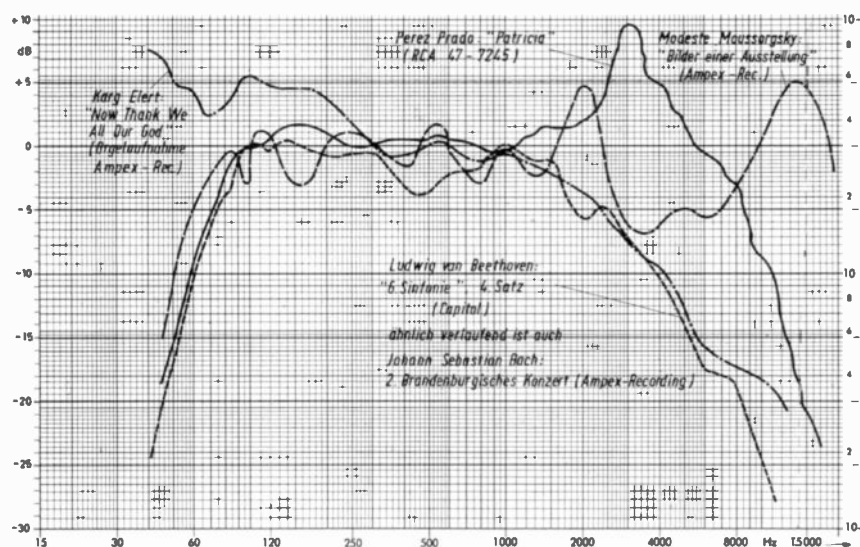


Bild 10 Amplitudenvorkommen in Abhängigkeit von der Frequenz bei verschiedenen Musikwerken. (Nach John G. Mc. Knight: „Signal-To-Noise-Problems and A New Equalization for Magnetic Recording of Music“ and „The Distribution of Peak Energy in Recorded Music, and Its Relation to Magnetic Recording Systems“; „Journal of the Audio Engineering Society“ 7, 1959, Heft 1, Seiten 5... 12, und Heft 2, Seiten 65... 71.)

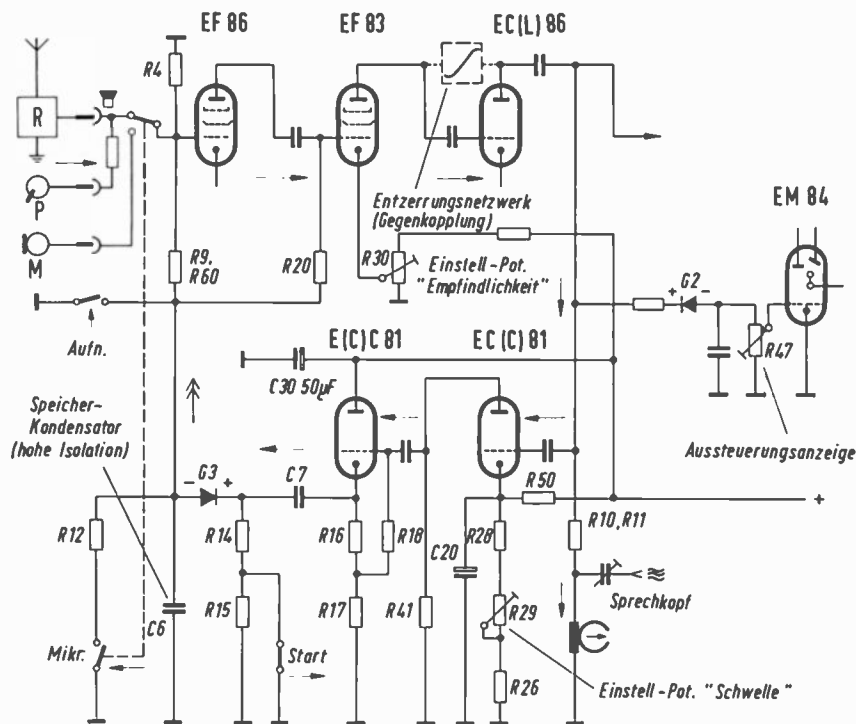


Bild 12 Prinzipschaltbild der automatischen Aussteuerungsregelung. Die Werte der Schaltelemente sind dem Gesamtschaltbild auf den Seiten 505/506 zu entnehmen.

Die Funktion der Aussteuerungs-Regel-schaltung beim GRUNDIG Tonbandkoffer TK 19 automatic

Ein Schaltbild-Auszug, der das Prinzip der Aussteuerungs-Automatik darstellt, zeigt Bild 12.

Aus der vollständigen Schaltung (Bild 5) auf den herausklappbaren Seiten 505/506 sind weitere Einzelheiten sowie die Dimensionierung der Widerstände und Kondensatoren zu entnehmen.

Das aufzuzeichnende Signal durchläuft vom Eingang bis zum Sprechkopf drei Verstärkerstufen, bestückt mit den Röhren EF 86, EF 83 und dem Triodenteil der ECL 86.

Die ersten beiden Verstärkerstufen sind frequenzunabhängig arbeitende Regelstufen, die nicht geregelte dritte Verstärkerstufe ist von einem frequenzabhängigen Gegenkopplungsnetzwerk überbrückt und bewirkt in bekannter Weise die notwendige Aufsprechanhebung für den Sprechkopf.

Die dem Sprechstrom proportionale Ausgangsspannung der dritten Verstärkerstufe wird einer Röhre ECC 81 zugeführt, deren Kathode an einer positiven Gleichspannung („Schwellspannung“) liegt.

Durch entsprechende Wahl dieser Schwellspannung an der Kathode, die für die Röhre wie eine feste Gittervorspannung wirkt, sowie der Vorwiderstände R 10 und R 11 vor dem Sprechkopf, bleibt diese Röhre so lange gesperrt, wie der Kopfstrom den Wert für die Vollaussteuerung des Bandes nicht erreicht.

Dieses geschieht erst, wenn die NF-Ausgangsspannung den Pegelwert „Vollaussteuerung“, den Spannungsbetrag der „Schwelle“ überschreitet.

Beim Überschreiten der Schwellspannung beginnt also die Röhre ECC 81 (1. System) zu verstärken; sie steuert ihrerseits

das als Kathodenfolger arbeitende zweite Röhrensystem der ECC 81, welches den Speicherkondensator C 6 so lange über den Gleichrichter G 3 mit einer negativen Spannung auflädt, bis die beiden regelbaren Verstärkerstufen (EF 86 und EF 83) das Ausgangssignal der dritten Verstärkerstufe (C-Teil der ECL 86) wieder auf den Schwellwert zurückgeregelt haben. Das bedeutet:

Bis zum Erreichen der Vollaussteuerung sind Eingangsspannung und Aufsprechstrom proportional, wie Bild 9 zeigt. Die Dynamikunterschiede werden also nicht verfälscht. Steigt die Eingangsspannung nun weiter an, dann sinkt der Verstärkungsfaktor so weit, daß der Aufsprechstrom nahezu konstant bleibt. (Flach verlaufender oberer Teil der Kurve von Bild 9). Man sieht, daß der für die „Vollaussteuerung“ richtige Verstärkungsfaktor des Aufsprechverstärkers automatisch dann vermindert wird, wenn Eingangsspannungen (z. B. kurzzeitige Lautstärkespitzen) auftreten, die den Vollaussteuerungspegel und somit auch die Schwellspannung überschreiten. Die Aufladung des Kondensators beginnt ungefähr beim Knickpunkt der Kurve und steigt steil weiter an, bis sie, bedingt durch die Regelcharakteristiken der Röhren, bei höheren Spannungen flacher verläuft. Die Gesamtschaltung (Aufsprechverstärker + Regelverstärker) arbeitet so, daß die dem Kopfstrom entsprechende Ausgangsspannung um nicht mehr als 2 dB über Vollaussteuerung höher wird. Da dieses aber erst nach dem Betrag der Vollaussteuerung geschieht, wird die Musikaufnahme nicht in ihrer Dynamik komprimiert, sondern wie es bei hochwertigen Schallplattenstudio-Aufnahmen üblich ist, lediglich vor Übersteuerungsspitzen geschützt. Man nennt das „Begrenzung“.

Bei der Aufzeichnung von Musik ist zur Beibehaltung des Verstärkungsgrades bei einer lang andauernden Pianostelle

eine möglichst große Zeitkonstante des Speicherkondensators C 6 und seiner Entladewiderstände wichtig. Andernfalls würde während einer Pianostelle die Verstärkung zu schnell ansteigen. Ein Wert von mindestens 150 Sekunden hat sich für die Praxis als notwendig erwiesen. Da die Ableitwiderstände R 60, R 9 und R 4 (40 MΩ) naturgemäß nicht auf einen beliebig hohen Wert gebracht werden können, kann diese Zeitkonstante nur durch einen Kondensator entsprechend großer Kapazität erzielt werden.

Für C 6 wird daher ein hochwertiger, aus bedampfter Kunstfolie gewickelter Kondensator von 10 µF verwendet, der einen besonders hohen Isolationswiderstand aufweist, also in der Lage ist, die Spannung sehr lange zu halten.

Die Entladung des Speicherkondensators C 6 geschieht über die sehr hochohmigen Widerstände R 9, R 60, R 4 und — parallel dazu — den Sperrwiderstand des Gleichrichters (zusammen ca. 20 MΩ). Es ergibt sich also eine sehr große Entladezeit.

Um einen solchen Kondensator in hinreichend kurzer Zeit (zwischen 100 und 200 ms) aufladen zu können, wendet die GRUNDIG Automatikschaltung bei dem vor dem Gleichrichter liegenden Röhrensystem eine Impedanzwandler-Schaltung an; das Röhrensystem weist dadurch zwar keine Spannungsverstärkung, aber einen niedrigen Ausgangswiderstand auf.

Durch die große Entladezeit (nicht zu verwechseln mit der Zeitkonstante!), die ca. 15 Minuten beträgt, wird erreicht, daß die Verstärkung bei der Aufzeichnung von Musik auch bei sehr langen Pianostellen nicht oder kaum hörbar ansteigt, wie die Pegelschreiberdiagramme von Bild 1 und 3 zeigen.

Anpassung bei Sprachaufnahmen

Bei Eigenaufnahmen mit dem Mikrofon kann es für die Aufnahme von Sprache unter Umständen zweckmäßig sein, die vorhandene Dynamik im Interesse der Verständlichkeit einzuengen, wie dies auch bei Diktiergeräten geschieht. So wie bei der Handaussteuerung verschiedene Abstände oder unterschiedliche Lautstärken mehrerer Sprecher ausgeglichen werden müssen, übernimmt dies die Automatik, die in Stellung Mikro des Eingangswählers mit einer reduzierten Zeitkonstante arbeitet, somit bei Sprachaufnahmen den Kondensator C 6 schneller entlädt und die Zeitkonstante verkleinert.

Von Anfang an automatisch richtig eingepegelte Aufnahmen

Um auch den Anfang der Aufnahme, ganz gleich ob Sprache oder Musik, gleich mit dem richtigen Pegel aufzeichnen zu können, wird durch Drücken der einrastenden Aufnahmetaste des TK 19 automatic der Aufsprechverstärker bereits vor dem Beginn der Aufnahme eingeschaltet, so daß sich die Automatikschaltung an Hand eines Probespiels (z. B. beim Überspielen von Platten) oder bei der Aufnahme von Rundfunksendungen durch das vorhergehende Stück (bzw. die Ansage) bereits auf den richtigen Verstärkungsgrad einstellen kann. Zur Vermeidung einer falschen Einstellung durch kurzzeitige impulsförmige Störsignale, z. B. das Aufsetz-

knacken des Tonabnehmers, wird dem die Lade-Zeitkonstante mitbestimmenden Widerstand R 14 (15 k Ω) ein hoch-ohmiger Widerstand R 15 (330 k Ω) in Serie geschaltet. Dadurch erfährt die Spannung des Kondensators C 6 beim Auftreten einzelner, kurzer Störimpulse selbst von beträchtlicher Höhe keine wesentliche Änderung. Das Schließen des Schalters „st“ erfolgt mit der Starttaste, also bei Beginn des Bandlaufs. Die Aufzeichnung beginnt also mit naturgetreuem Grundpegel und verläuft auch weiter dynamikgetreu ohne Gefahr von Verzerrungen.

Die Einstellung der Automatik-Schaltung

Die nachfolgenden Hinweise zeigen, wie das Gerät im Werk eingestellt wird. Sie sollen den Service-Techniker mit den Besonderheiten einer Automatik-Schaltung vertraut machen.

An Meßgeräten werden benötigt:

- 1 GRUNDIG RC-Generator TG 11 (Bild 13) oder GRUNDIG Schwebungssumme 295,
- 1 GRUNDIG Röhrenvoltmeter RV 54, RV 55 oder RV 56 (Bild 14).

Es kann auch das GRUNDIG Röhrenvoltmeter TV 1¹⁾ benutzt werden. Hierbei ist zu empfehlen, die Eingangsspannung nicht direkt zu messen, sondern vor einem Spannungsteiler 1 k Ω /10 Ω ²⁾. Am Tonfrequenzgenerator ist dann die Ausgangsspannung um den Faktor 100, entsprechend dem Teilverhältnis, höher einzustellen. Ein derartiger Spannungsteiler muß auch dann benutzt werden, wenn der Ausgangswiderstand eines Tonfrequenzgenerators nicht niederohmig genug ist. Beim GRUNDIG TG 11 bzw. 295 ist die Forderung des niederohmigen Ausgangs erfüllt.

A. Grundeinstellungen (ohne Automatik) Vorbereitungen am Tonbandgerät:

1. Automatiktaste, Aufnahmetaste (rot) und Starttaste drücken. Pegelregler (R 8) voll aufdrehen, Klangregler hell.
2. Löchkopf überbrücken (dadurch wird der HF-Generator auf Betrieb gesetzt).
3. Sprechkopf mit 100- Ω -Widerstand überbrücken.
4. Hörer-Ausgang (Kontakte 1—2, durch Parallelschaltung mit 25 k Ω ($\pm$ 1%) und ca. 150 pF (einschl. der Kabelkapazität) belasten.
5. 100-k Ω -Serienwiderstand an Eingangsbuchse Ω („Mikro“; Kontakte 1—2) anschließen. (Vorwiderstand unmittelbar an Buchse).
6. Der Einstellregler R 29 („Schwelle“) soll etwa auf Mitte stehen.
7. RC-Generator TG 11 bzw. Schwebungssumme 295 auf 1000 Hz stellen und über den 100-k Ω -Widerstand an den Eingang Ω (Mikrofon) anschließen.
8. Ausgangsspannung der TG 11 auf 2,7 Millivolt (bei Anwendung des 1 k Ω / 10 Ω Teilers auf 270 Millivolt) einstellen.
(Mit Röhrenvoltmeter RV 54, RV 55 bzw. RV 56 messen.)
9. Röhrenvoltmeter an den mit einem 100 - Ω - Widerstand überbrückten Sprechkopf anschließen.

¹⁾ Das preisgünstige GRUNDIG Röhrenvoltmeter TV 1 wird auf den Seiten 525 ... 527 des heutigen Heftes beschrieben

²⁾ Siehe Skizze der Meßschaltung auf Seite 527 dieses Heftes

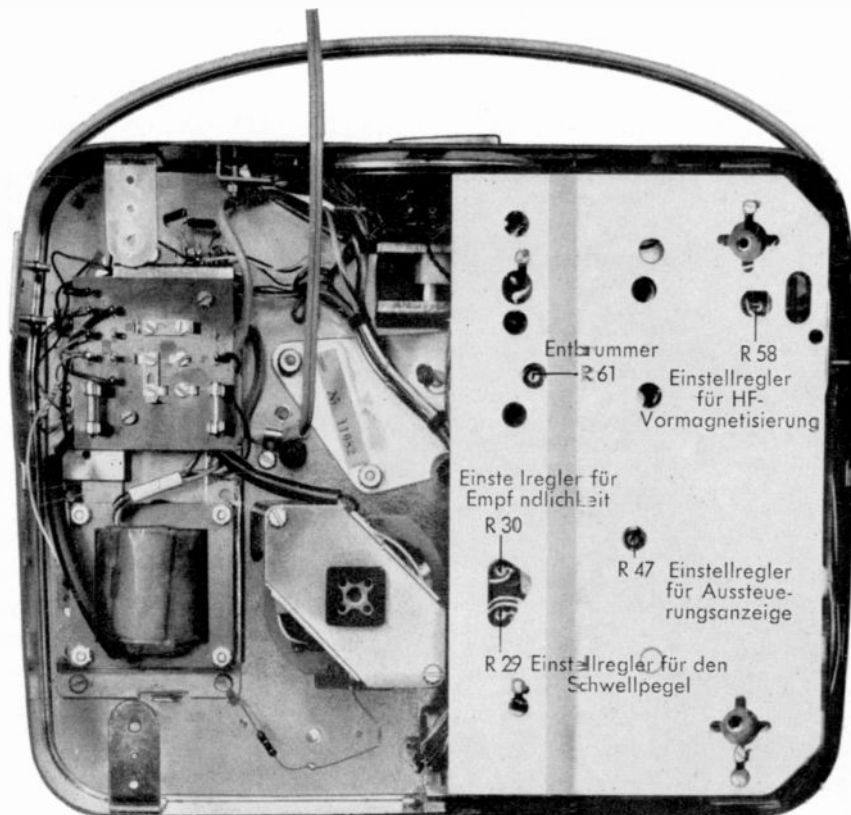


Bild 15 Die Lage der Einstellregler beim TK 19 automatic. (Sie sind nach Abnahme des Kofferbodens leicht zugänglich und brauchen praktisch nur nach einem Röhrenwechsel nachgestellt zu werden.)

10. Regler R 30 („Empfindlichkeit“) so einstellen, daß eine Spannung von 5 Millivolt am 100- Ω -Widerstand parallel zum Sprechkopf gemessen wird.

11. Regler R 47 („Aussteuerungs-Anzeige“) so einstellen, daß zwischen den Enden der Leuchtfelder des Magischen Bandes ein feiner dunkler Strich bleibt.

12. Am Hörerausgang steht dabei eine Spannung von 1,15 Volt ($\pm$ 2 dB). Der genaue Wert wird notiert.

B. Einstellungen mit Automatik Vorbereitungen am Tonbandgerät:

13. Halttaste drücken. Dadurch wird auch Automatiktaste ausgelöst. Anschließend Aufnahme- und Starttaste drücken.
(Der 100-k Ω -Vorwiderstand an der Mikrofon-Eingangsbuchse bleibt weiterhin eingeschaltet.)

100- Ω -Widerstand vom Sprechkopf entfernen. Löschkopf-Überbrückung wieder aufheben.

(Die Hörerausgangs-Belastung bleibt bestehen).

14. Regler 29 („Schwelle“) auf rechten Anschlag (von der Lötseite der Druckplatte aus gesehen) stellen.

15. Ausgangs-Spannungsteiler des RC-Generators TG 11 bzw. Schwebungssummers 295 soweit aufdrehen, daß mit dem Röhrenvoltmeter eine Spannung von 44 Millivolt am Eingang (vor dem 100-k Ω -Vorwiderstand) bzw. am Ausgang des Tonfrequenz-Generators gemessen wird.

16. Spannung am Hörerausgang messen. Sie beträgt zunächst etwa 1,7 Volt. Durch langsames Drehen des Reglers R 29 („Schwelle“) nach links (entgegen Uhrzeigersinn) wird diese

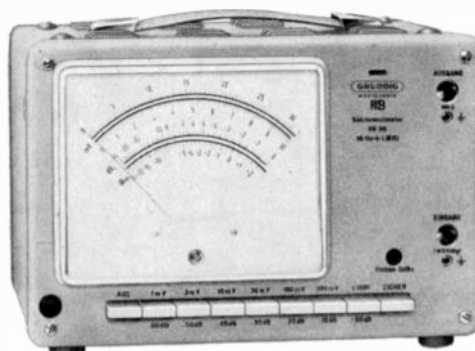


Bild 14 GRUNDIG Röhrenvoltmeter RV 56. Alle technischen Daten wollen Sie bitte unserem Meßgeräte-katalog entnehmen. Eine ausführliche Beschreibung wurde in der „FUNK-TECHNIK“, Heft 2/1963, Seiten 41 ... 45, veröffentlicht.



Bild 13 GRUNDIG RC-Generator TG 11. Eine ausführliche Beschreibung dieses Gerätes bringen wir im nächsten Heft der „Technischen Informationen“.

Spannung genau auf den unter Punkt 9 gemessenen und notierten Wert eingestellt. (Wird versehentlich ein zu niedriger Wert eingestellt, so ist der Regler wieder auf den rechten Anschlag zu bringen und abzuwarten, bis die Spannung über den Sollwert (notiert) angestiegen ist. Sodann ist der Regler durch Drehen nach links erneut genau auf den Spannungs-Sollwert einzustellen.) Das Magische Band muß jetzt die gleiche Anzeige wie unter Punkt 11 beschrieben aufweisen.

Ist der Schwellwert zu niedrig eingestellt, so wird bei Betrieb mit Automatik die Vollausssteuerung nicht erreicht, wie die zweite Pegelschreiber-Aufzeichnung auf Bild 16 zeigt. Bei zu hohem Schwellwert ergibt sich dagegen eine zu starke Aussteuerung, entsprechend der dritten Pegelschreiber-Aufzeichnung von Bild 16. Bei der richtigen Einstellung, wie sie bei jedem Gerät im Werk vorgenommen wird, steuert die Automatikschaltung den Aufsprechverstärker genau so, als wäre

Bild 17
Blick auf das Laufwerk des Tonbandkoffers TK 19 automatic

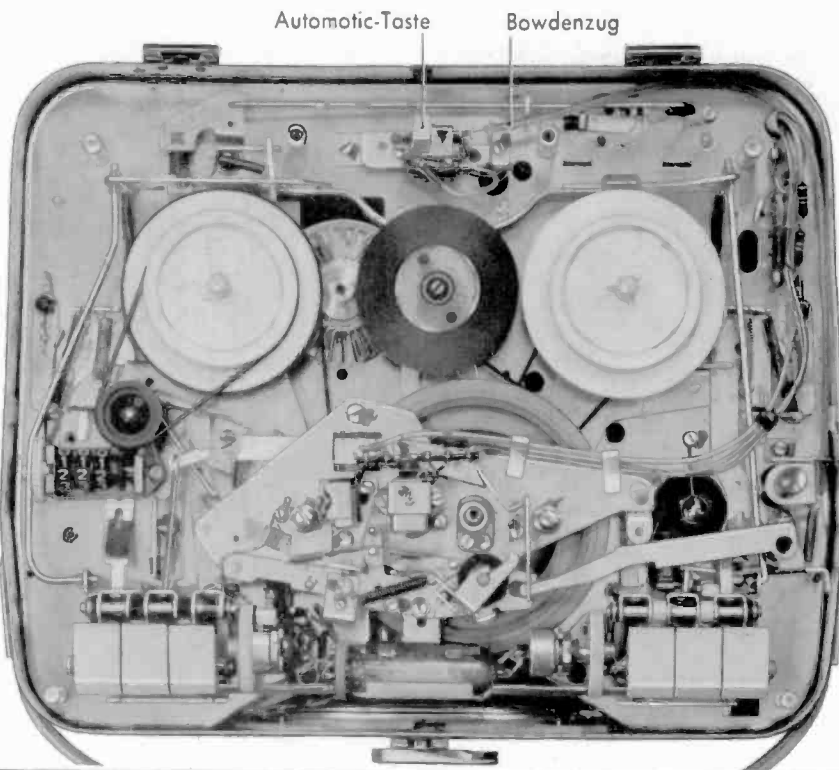
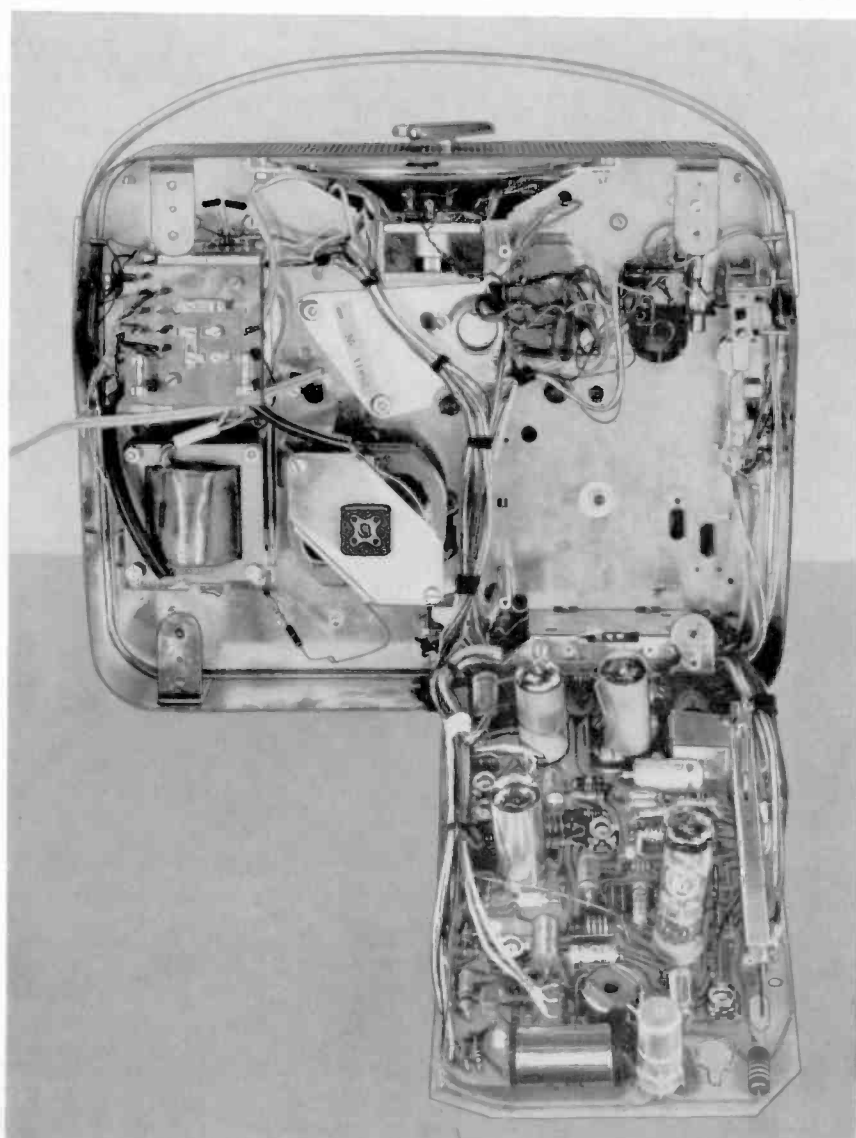


Bild 16 Pegelschreiber-Aufzeichnungen der Musikaufnahme „Patricia“ von Perez Prado (RCA 47-7245). Jeder Teilstrich entspricht einer Pegelstufe von 5 dB.

- a) Mit Automatik, Schwellwert richtig eingestellt. (Das gleiche Bild ergibt sich auch bei richtiger Aussteuerungs-Einstellung ohne Automatik).
- b) Mit Automatik, wenn Schwellwert um -5 dB zu niedrig eingestellt ist.
- c) Aussteuerung von Hand. Zu stark ausgereuert. Lautstärkespitzen überschreiten die Vollausssteuerungsgrenze und werden somit verzerrt.
- d) Aussteuerung von Hand. Zu wenig ausgereuert. Leise Stellen kommen schon in die Nähe des Grundgeräuschpegels. Die Dynamik ist nicht ausgenutzt.

Bild 18 Aufbau des Gerätes und des herausklappbaren Verstärkers. Vorn links auf der Druckschaltungsplatte befindet sich der 10-µF-Speicherkondensator.



er von Hand exakt richtig eingestellt, wie die erste Pegelschreiber-Aufzeichnung von Bild 16 zeigt.

Nochmals die Vorteile der GRUNDIG Aussteuerungs-Automatikschaltung kurz zusammengefaßt:

Durch „Voreinpegelung“ (bei Vollausssteuerungs-Lautstärke und gedrückter Aufnahmetaste) stellt sich die Automatikschaltung auf einen Arbeitspunkt ein, der den vollen Dynamikumfang gewährleistet und Übersteuerungen verhindert. Bei Start beginnt die Aufnahme sofort mit dem originalgetreuen Aussteuerungspegel.

Die Ansprechzeit ist kurz (ca. 150 Millisekunden), die Abklingzeit der Regelspannungs-Gleichrichterstufe dagegen lang (ca. 15 Minuten), so daß auch bei Musikwerken mit längeren Pianissimo-Stellen Verzerrungen der Dynamikabstufungen vermieden werden und der Charakter der Komposition voll erhal-

ten bleibt. Bei Sprachaufnahmen (über Mikrofon) wird eine hierfür günstige Abkling-Zeitkonstante gewählt.

Der Regelspannungsgleichrichter bezieht seine Wechselspannung vom Ausgang des Aufnahmeverstärkers, also nach der Frequenzgang-Entzerrung (reine Rückwärtsregelung). Dadurch erfolgt die Regelung unabhängig von dem frequenzabhängigen Amplitudengehalt des Musikstückes und es werden Frequenzgangfehler und Verzerrungen durch Übersteuerungen des Bandes verhindert.

Dem Benutzer ist jegliche Sorge um die originalgetreue und verzerrungsfreie Aussteuerung der Aufnahme abgenommen. Wenn aber — um z. B. für Filmvertönungen, Effekte etc. — mit Ein- und Ausblendungen oder bewußt veränderten Aussteuerungspegel gearbeitet werden soll, läßt sich der Tonbandkoffer TK 19 automatic durch einfachen Tastendruck in ein normales, von Hand einzustellendes Gerät verwandeln.

In diesem Fall tritt der Aussteuerungs-Pegelregler in Funktion.

Da der Normalfall bei einem solchen Gerät aber die auch für Musikaufzeichnungen originalgetreu arbeitende Betriebsart mit eingeschalteter Aussteuerungs-Automatik ist, springt die Taste nach Schluß einer nicht-automatischen Aufnahme stets wieder in ihre Ruhestellung.

Allen Familienmitgliedern, auch den technisch nicht versierten, gelingen mit dem GRUNDIG Tonbandkoffer TK 19 automatic sofort die schönsten Tonbandaufnahmen. Zu leise — also schon fast im Rauschpegel untergehende — oder zu laut — also übersteuerte und somit verzerrte Aufnahmen, meist durch versehentliche Fehleinstellung verursacht, gehören der Vergangenheit an.

H. Brauns

GDM 310



Ein neues GRUNDIG Mikrofon

Im Bestreben, zu einem sehr günstigen Preis eine außergewöhnliche Leistung zu bieten, wurde das dynamische GRUNDIG Mikrofon GDM 310 geschaffen. Es ist ein Handmikrofon mit abnehmbarem Tischständer, besitzt Kugelcharakteristik und einen ausgezeichneten, bis 12000 Hz reichenden Frequenzumfang.

Schaltung der Stereo-Eingangsbuchse Platte (P) nach künftiger Norm

Bei allen z. Zt. gefertigten Stereo-Tonbandgeräten (TK 27, TM 27, TK 46 und TK 47) ist die Eingangsbuchse Platte bereits nach der neuen Norm für fünfpolige Stecker angeschlossen. Der linke Kanal liegt, wie bisher auf Kontakt 3, der rechte Kanal dagegen nicht mehr auf Kontakt 1, sondern auf Kontakt 5. Beim Anschluß von Stereo-Plattenspielern ist ggf. der Stecker auszutauschen oder ein Zwischenstück zu verwenden.

Technische Daten des GRUNDIG TK 19 automatic

Mono-Aufnahme und Mono-Wiedergabe im Halbspur-Verfahren.

Durch Taste abschaltbare Aussteuerungsautomatik mit folgenden Vorteilen:

Extrem lange Anstiegszeit der Verstärkung (12–15 min.) bei Aufnahme von Musik, daher keine oder nur unhörbar geringe Dynamikverzerrung bei langdauernden, leisen Passagen.

Automatische Einpegelung des Verstärkers vor dem Beginn der Aufnahme durch einrastende Aufnahmetaste, daher keine Dynamikverzerrung am Beginn der Aufnahme.

Reine Rückwärtsregelung, daher keine Frequenzgangverfälschung.

Mithören bei Aufnahme über Kopfhörer möglich.

Nachträgliche Überlagerung einer zweiten Aufnahme auf eine bestehende Aufnahme möglich (Trickaufnahme).

Halbspur-Kombikopf (Hör-Sprechkopf) und Halbspur-Ferrit-Löschkopf.

Kombikopf mit Bandondruck durch Andruckband, daher bestmöglicher Band-Kopf-Kontakt und extrem lange Lebensdauer des Kopfes.

Maximale Spulengröße 15 cm, DIN 45514.

Bandgeschwindigkeit 9,53 cm/s, Toleranz nach DIN 45511 ($\pm 2\%$).

3 Stunden Gesamtspielzeit (15-cm-Spule mit Duoband).

Umspulzeit für 15-cm-Spule Longspielband ca. 220 sec.

Frequenzbereich, bezogen auf das Toleranzfeld nach DIN 45511 (Bild 5): 40 Hz bis 12 kHz.

Tonhöhenchwankungen, gehörlich bewertet mit EMT 418 gemessen, $\leq \pm 0,2\%$.

Dynamik (DIN 45405) ≥ 50 dB.

Eingebaute Klebeschiene.

Antrieb der Tonwelle über Riemen.

Antrieb der Spulen im Spielbetrieb über Riemen, im Schnelllauf über Reibrad.

Lebensdauer der Riemen mehr als 1000 Betriebsstunden.

3-stelliges, dekodisches Bandzählwerk mit Rückstellrad, angetrieben vom linken Wickeldorn.

Aussteuerungsanzeige durch Magisches Band für Weitwinkelablesung.

Geeignet für den Betrieb mit Schalluhr.

Eingänge:

Mikro: 2,2 bis 45 mV, ca. 1,5 M Ω , 3-polige Normbuchse DIN 41524.

Radio: 2,2 bis 45 mV, 22 k Ω , 3-polige Normbuchse DIN 41524.

Platte: 100 mV bis 2 V, 1 M Ω , 3-polige Normbuchse DIN 41524.

Ausgänge:

hochohmig: ca. 700 mV on 15 k Ω (Buchse Radio).

niederohmig: ca. 5 Ω , Normbuchse DIN 41529 mit Schaltkontakt zum Abschalten des eingebauten Lautsprechers.

für Kopfhörer: ca. 14 V on 220 k Ω , zum Mithören bei Aufnahme.

Das galvanische Anschlußglied 244 U (Telefonadapter) kann an den Eingängen Mikro oder Radio angeschlossen werden.

Bedienungsorgane:

Drucktasten: Aussteuerung von Hand, schneller Rücklauf, schneller Vorlauf, Start, Halt, Schnellstop (einrastbar), Mikro/Radio-Platte, Aufnahme/Trick.

Regler: Pegelregler bei Aussteuerung von Hand / Lautstärkeregler. Klangregler / Netzschalter.

Schalter: Lautsprecherschalter.

Automatische Abschaltung am Bandende für sofortigen Stillstand bei allen Betriebsarten außer Aufnahme durch Schaltfolie am Tonband.

Servicegerechte Konstruktion, da alle Teile nach Abnahme von Abdeckplatte und Boden zugänglich.

Handlicher, stabiler, mit Kunststoff bezogener Stahlblechkoffer in raumsparender Flachbauweise.

Deckel und Boden aus schlagfestem Kunststoff mit Ledernarbung.

Kabelkasten im Boden zur Unterbringung des Netzkabels.

6-stufiger Verstärker, Ausführung in gedruckter Schaltung.

Vormagnetisierung und Löschung mit HF (55 kHz).

Bestückung:

Röhren: EF 86, EF 83, ECL 86, ECC 81.

Selengleichrichter: B 250 C 100, E 45 C 5, M 3.

4-Watt-Endstufe.

1 Ovallautsprecher 144 x 96 mm.

Netzspannungen: 110, 130, 220 und 240 V, 50 Hz.

Netzsicherungen: 110 und 130 V: 0,8 A, träge, 5 x 20 mm, 220 und 240 V: 0,4 A, träge, 5 x 20 mm.

Anodensicherung: 125 mA, träge, 5 x 20 mm.

Leistungsaufnahme: ca. 52 W

Mit geringem Aufwand umrüstbar auf 110 V und 130 V, 60 Hz durch Umbausatz 16 bl.

TK 19 Automatic U ist umschaltbar auf 110 V und 130 V, 60 Hz.

Maße: 35 x 29 x 17,5 cm.

Gewicht: ca. 9 kg.