

BBC Forschungsabteilung

BBC RD 1983/10

Das Design des Prototyps des LS5/9 Studiomonitor-Lautsprechers.

K.E. Randall, M.I.E.E., C.D. Mathers, M.Sc., M.I.E.E., M.I.O.A.

Forschungsabteilung, Ingenieurabteilung
THE BRITISH BROADCASTING CORPORATION
August 1083

BBC RD 1983/10
UDC 621.395.623.8.001

Übersetzung Originaltext der BBC,
REICHMANN AudioSysteme 07/2023.

REICHMANN AudioSysteme

KONZENTRATION AUF DAS WESENTLICHE.

07728-1064 INFO@REICHMANN-AUDIOSYSTEME.DE

WWW.REICHMANN-AUDIOSYSTEME.DE

Das Design des Prototyps des LS5/9 Studiomonitor-Lautsprechers.

K.E. Randall, M.I.E.E., C.D. Mathers, M.Sc., M.I.E.E., M.I.O.A.

Zusammenfassung

Es wird der Prototyp eines neuen Studiomonitors mittlerer Leistung beschrieben, der körperlich klein genug ist, um in Bereichen untergebracht zu werden, in denen ein großer Monitor mit hoher Leistung ungeeignet wäre.

Die wichtigsten Design- und Leistungsmerkmale sind wie folgt: Ein belüftetes Gehäuse mit einem Volumen von 28 Litern (1 Kubikfuß). Zwei Wege: eine proprietäre 34-mm-Hochtöner mit weicher Kalotte und ein von der BBC entwickelter 200-mm-Tieftöner mit einer Polypropylenmembran und einer Hochtemperatur-Schwingspule. Eine Low-Level-(Activ-)Frequenzweiche speist einen 50-Watt-Stereoverstärker, der die Chassis einzeln antreibt; die Übergangsfrequenz beträgt 2,4 kHz. Der axiale Frequenzgang beträgt ± 3 dB von 56 Hz bis 16 kHz und der maximale Schallpegel beträgt 100 dB (A) bei 1 m Abstand auf Achse, gemessen in einem typischen Hörraum mit Musik.

Forschungsabteilung, Ingenieurabteilung
THE BRITISH BROADCASTING CORPORATION
August 1983

REICHMANN AudioSysteme

KONZENTRATION AUF DAS WESENTLICHE.

07728-1064 INFO@REICHMANN-AUDIOSYSTEME.DE

WWW.REICHMANN-AUDIOSYSTEME.DE

1. Einführung

Die Beurteilung der Klangqualität und der Abgleich von Programmen erfolgt normalerweise mit hochwertigen Überwachungslautsprechern, die wegen der Notwendigkeit eines erweiterten Bassfrequenzgangs körperlich groß sind. Es besteht auch die Anforderung, den Klang auf hohem Niveau wiederzugeben, um das gesamte Spektrum an Anforderungen erfüllen zu können, die sowohl „Pop“ als auch E-Musik umfassen.

Der aktuelle Studio-Überwachungslautsprecher, der LS 5/8, hat ein Gehäusevolumen von 109 Litern und ist daher aufgrund seiner Größe für den Einsatz in vielen kleinen Bereichen ungeeignet, in denen seine hohe Schallpegelfähigkeit nicht erforderlich ist. In kleinen Kontrollräumen, Außenübertragungsfahrzeugen und Außenübertragungsorten, zu denen Lautsprecher transportiert werden müssen, werden häufig deutlich kleinere Lautsprecher eingesetzt. In der Vergangenheit wurden in solchen Bereichen die Typen LS 3/6 und LS 3/5A verwendet, die ein Gehäusevolumen von 50 Litern bzw. 5 Litern haben.

2. Allgemeine Designüberlegungen

Das Design des Prototyps des LS 5/9-Monitors (siehe Abb. 1) (alle Abbildungen am Schluss des Dokuments) basierte auf den folgenden Anforderungen:

1. Kleine Gehäusegröße mit maximal 28 Litern. Die Größe liegt zwischen den Typen LS 3/6 und LS 3/5A und kann daher in den meisten Bereichen eingesetzt werden.
2. Die Fähigkeit, Schallpegel von 100 dB(A), gemessen auf einer Achse 1 m vor dem Lautsprecher, in einem typischen Hörraum für alle Arten von Programmmaterial, nicht nur von „Pop“-Musik, wiederzugeben.
3. Die Verwendung von zwei Chassis, um die Frequenzaufteilung zu vereinfachen.
4. Der Hochtöner wird vom LS 5/8-Monitor übernommen.
5. Die Qualität des wiedergegebenen Tons muss eine geringe Verfärbung* aufweisen und möglichst genau der des LS 5/8-Monitors entsprechen.

Forschungsabteilung, Ingenieurabteilung
THE BRITISH BROADCASTING CORPORATION
August 1083

REICHMANN AudioSysteme

KONZENTRATION AUF DAS WESENTLICHE.

07728-1064 INFO@REICHMANN-AUDIOSYSTEME.DE

WWW.REICHMANN-AUDIOSYSTEME.DE

6. Das 200-mm-Tieftonchassis soll eine Eigenkonstruktion sein, die die Materialien, Techniken und Erfahrungen aus der Arbeit am 300-mm-Tieftöner des LS 5/8-Monitor nutzt.

7. Die Fähigkeit, ein scharf definiertes Stereobild zu erzeugen.

* Der Begriff „Färbung“ wird in diesem Bericht zur Beschreibung von Klangeffekten verwendet, die zwar deutlich hörbar sind, bei stationären Messungen jedoch normalerweise nicht sichtbar sind. Es wird angenommen, dass diese auf mechanische Resonanzen zurückzuführen sind.

Chassis

3.1. Tieftonchassis Typ LS 2/14

Für den Hochpegelmonitor LS 5/8 wurde ein erfolgreiches Eigendesign eines Tieftonchassis entwickelt. Dieses 300-mm-Chassis mit der Bezeichnung LS 2/11 verwendete Materialien und Techniken, die für die Konstruktion eines 200-mm-Chassis mit der Bezeichnung LS 2/14 für die LS 5/9 als geeignet erachtet wurden.

Das Hauptmerkmal der Konstruktion des LS 2/11 ist die Verwendung von Polypropylen als Membranmaterial. Polypropylen ist ein gutmütiges Material, das wahrscheinlich für die geringe klangliche Färbung verantwortlich ist. Das Material hat außerdem ein geringes Gewicht (spezifisches Gewicht = 0,9) und da keine zusätzliche Oberflächendämpfungsschicht erforderlich ist, weist die Membran eine geringe bewegte Masse auf.

Dies wiederum führt zu einer Erhöhung der Empfindlichkeit um etwa 4 dB im Vergleich zu Treibern mit einer Membran aus Bextrene (einem gummierten Polystyrol, das eine zusätzliche Dämpfungsschicht auf der Oberfläche erfordert). Die Sicke des LS 2/11 besteht aus dünnem, plastifiziertem PVC, das für einen leichten und nachgiebigen Abschluss des Konus sorgt. In Kombination mit einer nachgiebigen Spinne sorgt dies für eine niedrige Resonanzfrequenz der bewegten Masse. Der LS 2/14 nutzt alle diese Eigenschaften und stellt ein 200-mm-Chassis dar, das allen anderen derzeit verwendeten Chassis in vielerlei Hinsicht überlegen ist.

Forschungsabteilung, Ingenieurabteilung
THE BRITISH BROADCASTING CORPORATION
August 1983

REICHMANN AudioSysteme

KONZENTRATION AUF DAS WESENTLICHE.

07728-1064 INFO@REICHMANN-AUDIOSYSTEME.DE

WWW.REICHMANN-AUDIOSYSTEME.DE

MUSICAL FIDELITY

Der genaue Zusammenhang zwischen der Membranform und der von ihr wiedergegebenen Klangqualität ist nicht bekannt. Aus diesem Grund wurde die für den LS 2/14 zunächst gewählte Membranform mit einem vorhandenen Werkzeug hergestellt. Diese Form mit der Bezeichnung Profil 1 (Abb. 2 (a)) wurde zuvor erfolgreich zur Herstellung von Bextrene-Membranen für die LS 2/6 verwendet, die im Monitor LS 3/6 verwendet werden. Das Profil ist im Wesentlichen eine Form mit zwei Radien und einem sanften Übergang zwischen den beiden Krümmungsradien.

Eine Reihe von Chassis wurden mit Polypropylenmembranen unter Verwendung einer Profil-1-Form hergestellt und Hörtests ergaben, dass die Klangqualität ausgezeichnet war.

Der in Abb. 3 (a) dargestellte Frequenzgang weist jedoch einen kleinen Einbruch im Bereich um 350 Hz auf, der mithilfe der Laserinterferometrie mit dem Flattern der Kante der Membran aufgrund mangelnder axialer Steifigkeit zusammenhängt. Vermutlich wäre dieser Effekt weniger auffällig, wenn die Membran aus dem steiferen Bextrene-Material geformt worden wäre.

Um die axiale Steifigkeit zu verbessern und dadurch den Einbruch im Frequenzgang zu verringern oder zu beseitigen, wurde eine neue Form entwickelt. Diese Form hat ein Profil, das auf einer logarithmischen Funktion basiert, was eine nahezu konstante Steifigkeit über die gesamte Fläche des Kegels ergibt.

Diese Form wird als Profil 2 bezeichnet und ist in Abb. 2 (b) dargestellt. Ein typischer Frequenzgang eines Chassis mit einer nach Profil 2 geformten Membran ist in Abb. 3 (b) dargestellt. Ein Vergleich mit Abb. 3 (a) zeigt, dass der Einbruch bei 350 Hz beseitigt wurde. Ein Hörtest ergab, dass auch die Klangqualität des Profil-2-Chassis ausgezeichnet war. Es gibt weitere tatsächliche Unterschiede zwischen den Frequenzgängen, aber keiner davon schien mit hörbaren Unterschieden in Zusammenhang zu stehen und wurde daher nicht weiter untersucht.

Forschungsabteilung, Ingenieurabteilung
THE BRITISH BROADCASTING CORPORATION
August 1983

REICHMANN AudioSysteme

KONZENTRATION AUF DAS WESENTLICHE.

07728-1064 INFO@REICHMANN-AUDIOSYSTEME.DE

WWW.REICHMANN-AUDIOSYSTEME.DE

MUSICAL FIDELITY

Anhand mehrerer Proben der beiden Treibertypen wurden weitere Hörtests durchgeführt, deren Ergebnisse trotz der Stufe bei 350 Hz eine leichte Bevorzugung der Klangqualität der Profil-1-Chassis zeigten, weshalb man sich auf die Weiterentwicklung dieses Typs konzentrierte. In der Folge traten eine Reihe von Problemen auf, die direkt auf die mangelnde axiale Steifigkeit der Profil-1-Membranen zurückzuführen waren. Es wurde festgestellt, dass es über einen Zeitraum von Tagen bis Monaten zu einer Verformung der Membran an seinen Außenkanten kam. Der Zeitpunkt des Einsetzens und das Ausmaß dieser mechanischen Verformung wurden durch die exakte Temperatur des Materials und des Werkzeuges während des Vakuumformungsprozesses bestimmt, und die Tiefe und Häufigkeit der resultierenden Verformung war sehr unterschiedlich. Darüber hinaus zeigte ein Vergleich der harmonischen Verzerrungen, die von den beiden Chassistypen erzeugt wurden, dass die harmonischen Verzerrungen, die von Profil-1-Chassis erzeugt wurden, deutlich größer waren als die von Profil-2-Chassis, wie in Abb. 4 dargestellt.

Damit der LS 5/9 einen Schalldruckpegel (SPL) von 100 dB(A) erzeugen kann, ist bei tiefen Frequenzen ein großer Membranhub und damit auch eine lange Schwingspule erforderlich, um immer im Magnetfeld zu bleiben. Durch die Verwendung eines ventilierten Gehäuses kann die Membranauslenkung jedoch bei gleichem reproduzierten Schalldruckpegel nahe der Resonanzfrequenz der Bassreflexöffnung erheblich verringert werden.

Um das Chassis vollständig anzutreiben, sind große Leistungen erforderlich. Damit die Schwingspulenbaugruppe mit der Verlustleistung zurechtkommt, wurden Hochtemperaturmaterialien ausgewählt, die mit denen der LS 5/8-Schwingspulenbaugruppe identisch sind. Außerdem wurde ein Magnet mit hoher Flussdichte gewählt, um den Wirkungsgrad des Chassis weiter zu erhöhen.

Forschungsabteilung, Ingenieurabteilung
THE BRITISH BROADCASTING CORPORATION
August 1963

REICHMANN AudioSysteme

KONZENTRATION AUF DAS WESENTLICHE.

07728-1064 INFO@REICHMANN-AUDIOSYSTEME.DE

WWW.REICHMANN-AUDIOSYSTEME.DE

3.2. Hochtonchassis LS 2/12

Der Hochtöner wird kommerziell hergestellt. Seine Membran ist eine weiche Kalotte mit 34 mm Durchmesser und einem Magneten mit hoher Flussdichte. Er trägt die Bezeichnung Typ LS 2/12 und ist identisch mit dem im Monitor LS 5/8 verwendeten Chassis. Diese Wahl wurde aus Gründen der Standardisierung und zur Unterstützung der Klangqualitätsanpassung zwischen dem LS 5/9 und dem LS 5/8 getroffen. Daher ist die Belastbarkeit des Chassis für den Einsatz im LS 5/9 vollkommen ausreichend, da sie sich für den leistungsstärkeren LS 5/8 als zufriedenstellend erwiesen hat.

4. Gehäuse

Die Entwicklung des Tieftöners LS 2/14 erfolgte mit einem Gehäusevolumen von 56 Litern. Dieses Gehäuse war zerlegbar, um einen schnellen Austausch verschiedener Treiber zur subjektiven und objektiven Beurteilung zu ermöglichen. Die endgültige Wahl von 28 Litern für das Gehäusevolumen wurde aufgrund der betrieblichen Vorteile einer geringeren Größe und eines geringeren Gewichts getroffen, allerdings auf Kosten einer Vierteloktave in der Basswiedergabe im Vergleich zu 56 Litern Gehäusevolumen. Wie bereits erwähnt, wurde ein ventiliertes Gehäusedesign gewählt, um die Membranauslenkung des Tieftonchassis bei seiner Resonanzfrequenz zu reduzieren.

Abbildung 6 zeigt die Abmessungen des Gehäuses und der Schallwand. Die Gehäuse-seplatten bestehen aus 9 mm dickem Birkenesperrholz. Die Resonanzmoden der Paneele werden durch selbstklebende Pads auf Bitumenbasis gedämpft, die auf allen Innenflächen angebracht sind, mit Ausnahme der vorderen Schallwand, an der die Chassis befestigt sind. Die gehäuseinternen Moden stehender Wellen werden durch Platten aus Mineralwolle gedämpft, die an den Innenflächen über der bitumenbasierenden Dämpfung angebracht sind. Diese Platten sind in kleinen Polyethylenbeuteln eingeschlossen, die das Entweichen von losen Fasern verhindern, ohne die akustische Absorptionseigenschaft der Mineralwolle im relevanten Frequenzbereich wesentlich zu beeinträchtigen.

Forschungsabteilung, Ingenieurabteilung
THE BRITISH BROADCASTING CORPORATION
August 1083

REICHMANN AudioSysteme

KONZENTRATION AUF DAS WESENTLICHE.

07728-1064 INFO@REICHMANN-AUDIOSYSTEME.DE

WWW.REICHMANN-AUDIOSYSTEME.DE

5. Frequenzaufteilung und -entzerrung

Wenn in der Entwicklungsphase eines Überwachungs-lautsprechers häufige Änderungen an der Frequenzteilungs- und Entzerrungsschaltung (allgemein als Frequenzweichen-Schaltung bezeichnet) erforderlich sind, ist es aufgrund der einfachen Anpassung vorteilhaft, ein aktives System auf Low-Level-Pegel zu verwenden. Insbesondere müssen unter diesen Umständen keine Schwankungen der Impedanz der Lautsprecherchassis berücksichtigt werden.

Ein Blockschaltbild der aktiven Frequenzweichen-Schaltung ist in Abb. 7 dargestellt. Zusätzlich zur Frequenzaufteilung bei 2,4 kHz sind für den Tieftöner zur Erzielung eines flachen Frequenzganges eine Niederfrequenzentzerrung und eine Saugschaltkreis erforderlich. Da diese Anforderungen denen des LS 5/8 sehr ähnlich sind, wurde die für diesen konzipierte Schaltung mit entsprechenden Bauteilwert-modifikationen genutzt. Angetrieben wurde die Schaltung mit den Verstärkerkanälen eines handelsüblichen 50-Watt-Verstärkers.

Abb. 8 zeigt den ungleichmäßigen Frequenzgang der beiden Chassis, wenn sie von einer Konstantspannungsquelle betrieben werden, und Abb. 9 zeigt den Frequenzgang unter Verwendung der Frequenzweichen-Schaltung. Der flache Abfall bei 1 kHz im Frequenzgang des Tieftöners korrespondiert mit einem breiten Peak im unentzerrten Frequenzgang des LS 2/14 und führt nachweislich zu einer subjektiven Qualitätsverbesserung.

Der Hochfrequenzteil der Frequenzweiche umfasst ein Mittel zur Begrenzung der Spannung, die dem Hochfrequenzkanal vom Leistungsverstärker zugeführt wird, um die Ausgangsleistung auf den Nennwert des Chassis zu begrenzen.

Die individuelle Anpassungsmöglichkeit für den jeweiligen Tief- und Hochtöner und deren Wirkungsgrad wird durch den Einbau eines Reihenwiderstandsnetzwerks vor dem Hochtöner erreicht. Das Widerstandsnetzwerk ist an der vorderen Schallwand montiert und ermöglicht eine Anpassung von ± 3 dB in 1/2 dB-Schritten.

Forschungsabteilung, Ingenieurabteilung
THE BRITISH BROADCASTING CORPORATION
August 1083

REICHMANN AudioSysteme

KONZENTRATION AUF DAS WESENTLICHE.

07728-1064 INFO@REICHMANN-AUDIOSYSTEME.DE

WWW.REICHMANN-AUDIOSYSTEME.DE

MUSICAL FIDELITY

Der Gesamtfrequenzgang des LS 5/9 mit seiner Frequenzweichenschaltung ist in Abb. 10 dargestellt. Diese Messungen wurden im Freifeldraum in einem Abstand von 1,5 m durchgeführt und die Antwort ist für drei Richtungen relativ zur Achse des Hochtöners dargestellt. Das Diagramm zeigt eine gewisse Schwankung der Frequenz im Bereich von 1 bis 3 kHz, d. h. im Bereich der Übergangsfrequenz und dort, wo die Abstrahlung des Tieftöners gerichtet wird. Aufgrund der Richtcharakteristik des Hochtöners sind Frequenzgangschwankungen oberhalb von 8 kHz zu erwarten. Darüber hinaus kann die genaue Entzerrung in diesem Band nur durch derzeit durchgeführte Feldversuchsauswertungen ermittelt werden.

Abschließend ist anzumerken, dass das Prototyp-Design des LS 5/9 zwar eine Low-Level-Aktiv-Frequenzweichen-Schaltung verwendet, es jedoch wirtschaftlich vorteilhaft sein kann, für eine Serienversion eine High-Level-Passiv-Crossover-Schaltung zu verwenden.

6. Bewertung des Designs

6.1 Subjektive Qualität

Umfangreiche Hörtests haben gezeigt, dass der vom Prototyp des LS 5/9-Monitors wiedergegebene Klang weniger gefärbt ist als der jedes Lautsprechers ähnlicher Größe, der derzeit von der BBC verwendet wird, und dass die Gesamtklangqualität des LS 5/9 und dem LS 5/8 sehr gut übereinstimmt. Offensichtlich wird die Übereinstimmung am Bassende des Frequenzspektrums, wo der LS 5/8 im Vergleich zum LS 5/9 um eine halbe Oktave erweitert ist, immer unvollkommen sein. Ein Vergleich der Basswiedergabe von LS 5/9 und LS 5/8 ist in Abb. 11 dargestellt. Die hervorragende Übereinstimmung zeigt sich jedoch besonders gut bei männlicher Sprache, was einen sehr strengen Test der Klangqualität darstellt. In diesem Fall ist die erweiterte Basswiedergabe des LS 5/8 aufgrund des eingeschränkten Inhalts männlicher Sprache an diesem Ende des Frequenzspektrums nicht sehr deutlich.

Forschungsabteilung, Ingenieurabteilung
THE BRITISH BROADCASTING CORPORATION
August 1983

REICHMANN AudioSysteme

KONZENTRATION AUF DAS WESENTLICHE.

07728-1064 INFO@REICHMANN-AUDIOSYSTEME.DE

WWW.REICHMANN-AUDIOSYSTEME.DE

6.2. Maximaler Schalldruckpegel

Es gibt verschiedene Möglichkeiten, den von einem Lautsprecher erzeugten Schalldruckpegel zu messen. Die Ergebnisse hängen von der Art des verwendeten Signals, der räumlichen Umgebung und den verwendeten Messgeräten ab.

Der Leistungsvergleich des LS 5/9 und des LS 5/8 erfolgte auf zwei Arten. Zunächst wurden Messungen des Schalldruckpegels bei diskreten Frequenzen mithilfe eines Präzisionsschallpegelmessers durchgeführt, der in einem Abstand von 1 m vor dem Lautsprecher im Freifeldraum angebracht wurde. Bei abgeschaltetem Hochton wurden dem Lautsprecher reine Tonsignale in Terzintervallen zugeführt. Der Ausgangspegel wurde dann für jede Frequenz angepasst, bis die 2. harmonische Verzerrung des wiedergegebenen Signals 5 % erreichte. Bei und unterhalb von 250 Hz wurde die Verzerrung durch den Tieftöner des Lautsprechers erzeugt, während oberhalb von 250 Hz die Verzerrung auf die Übersteuerung des Antriebsverstärkers zurückzuführen war. Abb. 12 zeigt die gemessenen Schalldruckpegel für die beiden Lautsprechertypen, der mittlere Unterschied zwischen den Kurven beträgt 9 dB. Die Spitzen bei 80 Hz und 50 Hz entsprechen ungefähr der jeweiligen Bassreflexresonanzfrequenz des LS 5/9 bzw. LS 5/8.

Ein weiterer Leistungsvergleich zwischen dem LS 5/9 und dem LS 5/8 wird durch eine Messung der äquivalenten Lautstärke, wie durch die L_{eq} definiert, gezeigt. Dies ist der äquivalente kontinuierliche „A“-gewichtete Schalldruckpegel jedes Lautsprechertyps, wenn Musik wiedergegeben wird. Die Auswahl des Programms sollte so erfolgen, dass der Leistungstest streng ist und gleichzeitig dem Verwendungszweck des Lautsprechers angemessen ist.

Programme mit hohem Tieftongehalt, wie etwa Popmusik, schränken den maximalen Pegel ein, mit dem Programme wiedergegeben werden können, und sind daher nicht geeignet. Das für diesen Vergleich ausgewählte Programm war typische Unterhaltungsmusik. Dies wurde in einem Hörraum mit einem Volumen von 70 m^3 und einer durchschnittlichen Nachhallzeit von 0,27 Sekunden reproduziert. Der Ausgangspegel des Lautsprechers wurde angepasst, um den maximal erreichbaren Schallpegel zu reproduzieren, bevor hörbare Verzerrungen bei den Niederfrequenzspitzen auftraten.

Forschungsabteilung, Ingenieurabteilung
THE BRITISH BROADCASTING CORPORATION
August 1083

REICHMANN AudioSysteme

KONZENTRATION AUF DAS WESENTLICHE.

07728-1064 INFO@REICHMANN-AUDIOSYSTEME.DE

WWW.REICHMANN-AUDIOSYSTEME.DE

Ein Präzisions-Schallpegelmesser wurde in einem Abstand von 1 m vor dem Lautsprecher platziert und der mit „A“ bewertete Audioausgang wurde einem Schallpegelmessgerät zugeführt, aus dem der L_{eq} -Wert abgeleitet wurde. Eine weitere Messung erfolgte anhand der Schalldruckspitzen, die auf dem auf den linearen Modus umgeschalteten Schallpegelmesser abgelesen wurden. Die Ergebnisse dieser Messungen für denselben Programmpunkt sind in Tabelle 1 dargestellt.

In jedem Fall beträgt der Leistungsunterschied zwischen dem LS 5/9 und dem LS 5/8 8 dB, was nahe an der mittleren Differenz von 9 dB zwischen den in Abb. 12 gezeigten Kurven liegt.

6.3. Belastbarkeit

Die Belastbarkeit des LS 2/14 wurde durch kontinuierlichen Betrieb zweier Chassis über einen längeren Zeitraum bewertet. Die Chassis waren in Gehäusen montiert und wurden von 50-Watt-Verstärkern angetrieben, die von der Frequenzweiche gespeist wurden. Die Programmquelle war BBC Radio 2 (leichte populäre Musik mit kontinuierlicher Sprache) und der Ausgangspegel wurde auf den Punkt eingestellt, an dem der Verstärker beginnt die Welle zu beschneiden (Clipping). Die beiden Chassis fielen nach 32 bzw. 47 Tagen aus und beide Ausfälle waren auf eine übermäßige Erwärmung der Schwingspule zurückzuführen. Es wird daher davon ausgegangen, dass der LS 2/14- Treiber im normalen Gebrauch nahezu unzerstörbar ist, wenn er von einem 50-Watt-Verstärker gespeist wird.

6.4. Stereoabbildung

Die Beurteilung der Stereoabbildung des LS 5/9 erfolgte mit der gleichen Technik wie beim LS 5/8. Es wurde eine Reihe subjektiver Tests durchgeführt, bei denen die Teilnehmer die scheinbare Breite eines akustischen Bildes maßen, das durch monophone männliche Sprache erzeugt wurde, wenn es von einem Paar LS 5/9 wiedergegeben wurde. Die Position einer Kante des Bildes wurde bewertet und dann elektrisch durch einen Differentialdämpfer bewegt, bis sie mit einem vertikalen Band übereinstimmte, das die geometrische Mitte zwischen den Lautsprecherpositionen markierte. Dies wurde mit der anderen Kante wiederholt. Aus der Kenntnis des Zusammenhangs zwischen Bildposition und Pegelunterschied zwischen den dem Lautsprecherpaar zugeführten Signalen wurde die subjektive Bildbreite abgeleitet.

Forschungsabteilung, Ingenieurabteilung
THE BRITISH BROADCASTING CORPORATION
August 1083

REICHMANN AudioSysteme

KONZENTRATION AUF DAS WESENTLICHE.

07728-1064 INFO@REICHMANN-AUDIOSYSTEME.DE

WWW.REICHMANN-AUDIOSYSTEME.DE

MUSICAL FIDELITY

Die Stereobildbreite betrug bei dieser Methode 320 mm, was etwas mehr als die Breite des Gehäuses ist. Dies steht im Vergleich zu einem Wert von 450 mm für das LS 5/8, was ungefähr der Breite des LS 5/8-Gehäuses entspricht. Die oben genannten Untersuchungen wurden in einem Hörraum durchgeführt, in dem besonderes Augenmerk auf die Akustik gelegt wurde. Weitere Tests sollten natürlich in Kontrollräumen durchgeführt werden, in denen die akustischen Bedingungen nicht optimal sind, um die Schärfe des Stereobildes unter Bedingungen zu bestimmen, die in der Praxis eher anzutreffen sind.

7. Schlussfolgerung

Unter Verwendung eines neuen, von der BBC entwickelten Tieftonchassis zusammen mit einem kommerziellen Hochtöner wurde ein erfolgreicher Prototyp eines kleinen (28 Liter) und hochwertigen Monitorlautsprechers entwickelt. Er eignet sich zum Ausbalancieren einer breiten Palette von Programmen bei relativ hohen Lautstärkepegeln in Bereichen, in denen ein großer Hochleistungsmonitor aufgrund von Größenbeschränkungen nicht geeignet ist.

Obwohl die Ergebnisse der bisherigen Feldversuche äußerst ermutigend waren, müssen weitere Bewertungen von Prototypen der Serienversion durchgeführt werden, was zu Änderungen am Design führen kann.

Abbildungen:

Abbildung 1



Forschungsabteilung, Ingenieurabteilung
THE BRITISH BROADCASTING CORPORATION
August 1963

REICHMANN AudioSysteme

KONZENTRATION AUF DAS WESENTLICHE.

07728-1064 INFO@REICHMANN-AUDIOSYSTEME.DE

WWW.REICHMANN-AUDIOSYSTEME.DE

MUSICAL FIDELITY

Abbildung 2

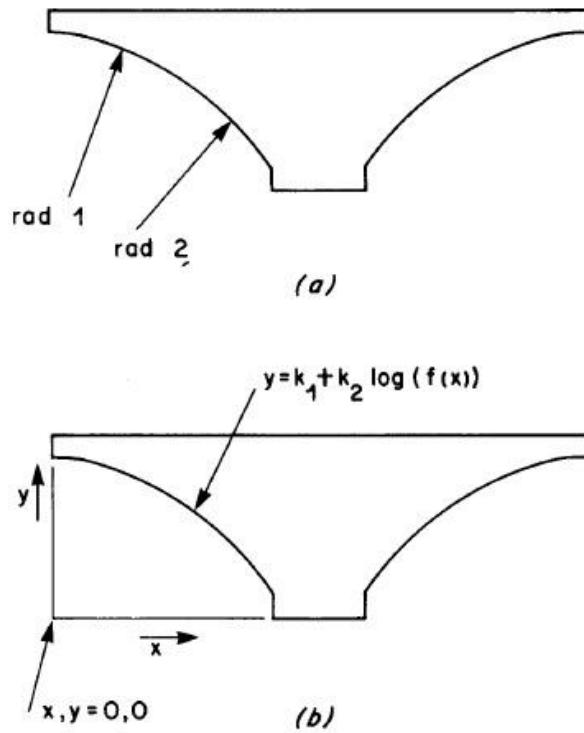
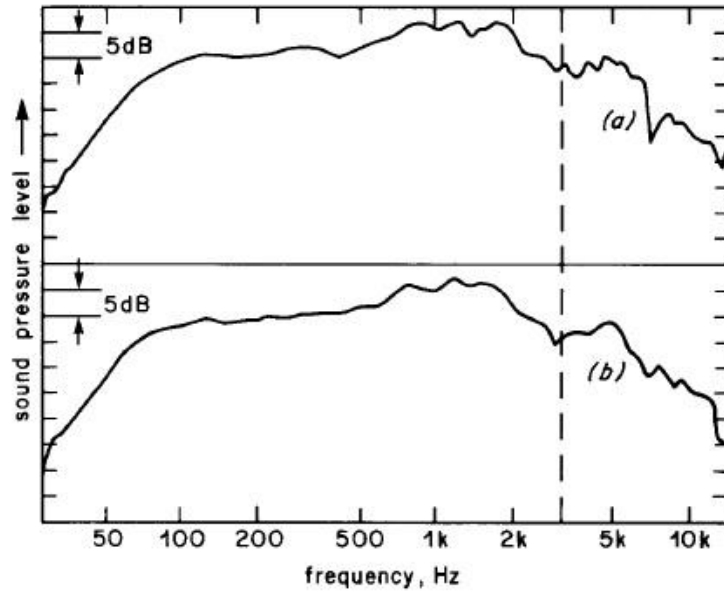


Abbildung 3



Forschungsabteilung, Ingenieurabteilung
THE BRITISH BROADCASTING CORPORATION
August 1083

REICHMANN AudioSysteme

KONZENTRATION AUF DAS WESENTLICHE.

07728-1064 INFO@REICHMANN-AUDIOSYSTEME.DE

WWW.REICHMANN-AUDIOSYSTEME.DE

MUSICAL FIDELITY

Abbildung 4

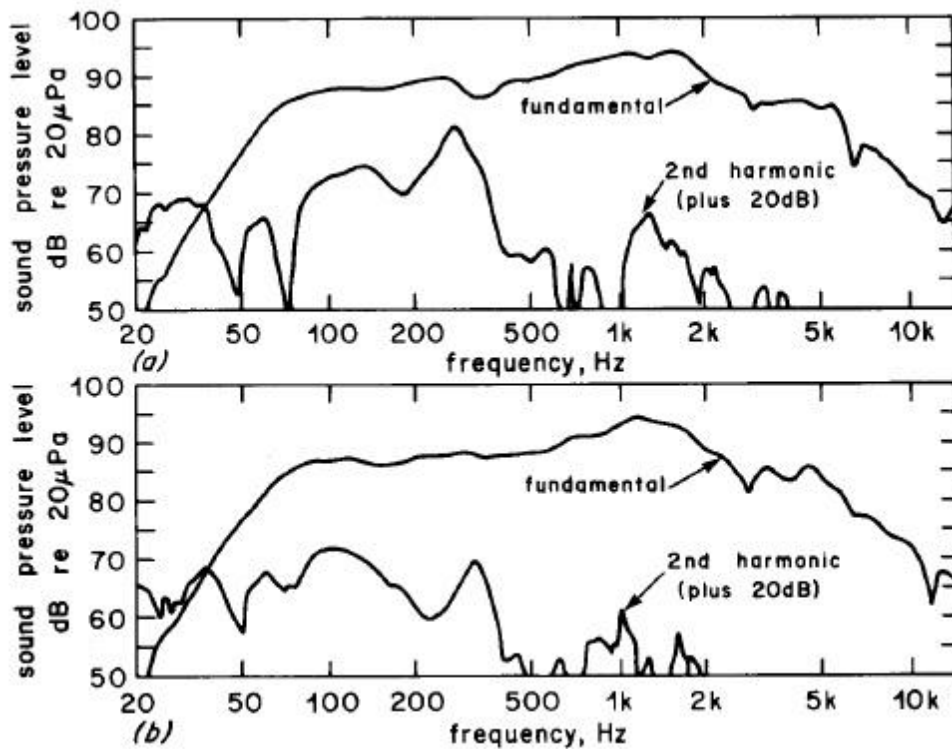
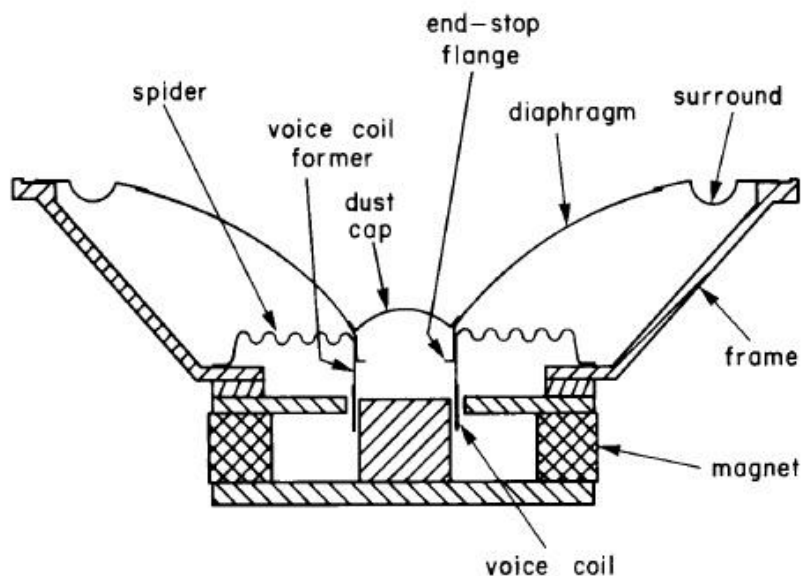


Abbildung 5



Forschungsabteilung, Ingenieurabteilung
THE BRITISH BROADCASTING CORPORATION
August 1083

REICHMANN AudioSysteme

KONZENTRATION AUF DAS WESENTLICHE.

07728-1064 INFO@REICHMANN-AUDIOSYSTEME.DE

WWW.REICHMANN-AUDIOSYSTEME.DE

MUSICAL FIDELITY

Abbildung 6

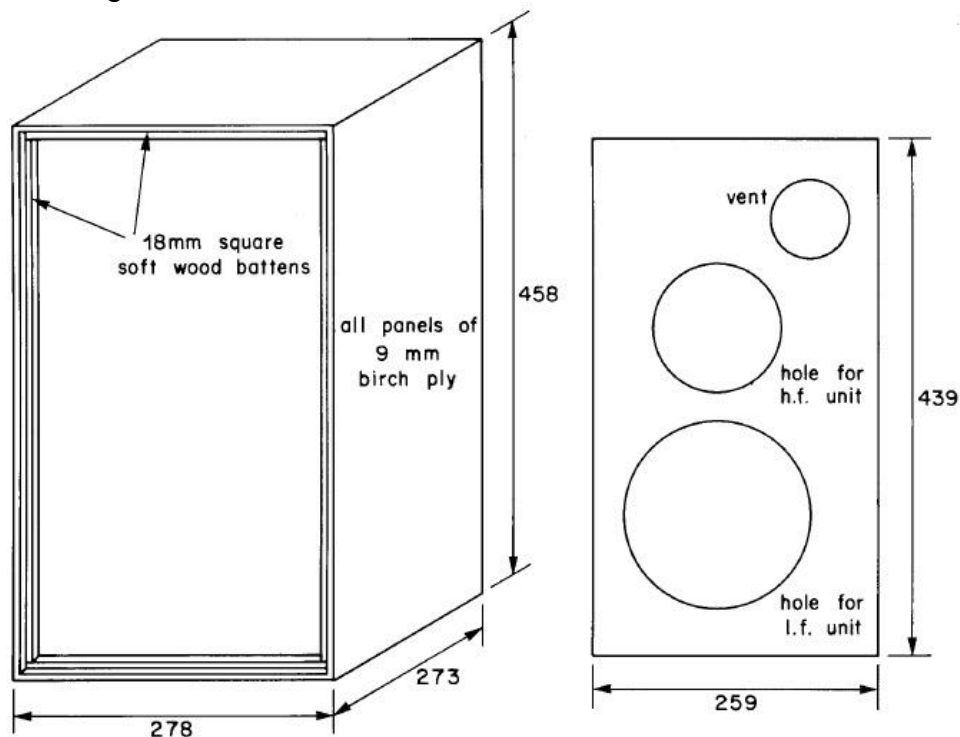
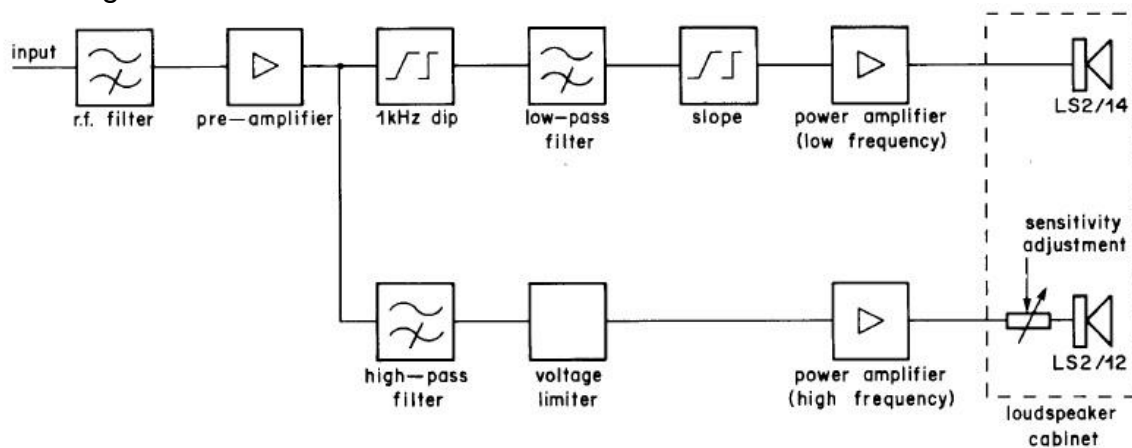


Abbildung 7



Forschungsabteilung, Ingenieurabteilung
THE BRITISH BROADCASTING CORPORATION
August 1083

REICHMANN AudioSysteme

KONZENTRATION AUF DAS WESENTLICHE.

07728-1064 INFO@REICHMANN-AUDIOSYSTEME.DE

WWW.REICHMANN-AUDIOSYSTEME.DE

MUSICAL FIDELITY

Abbildung 8

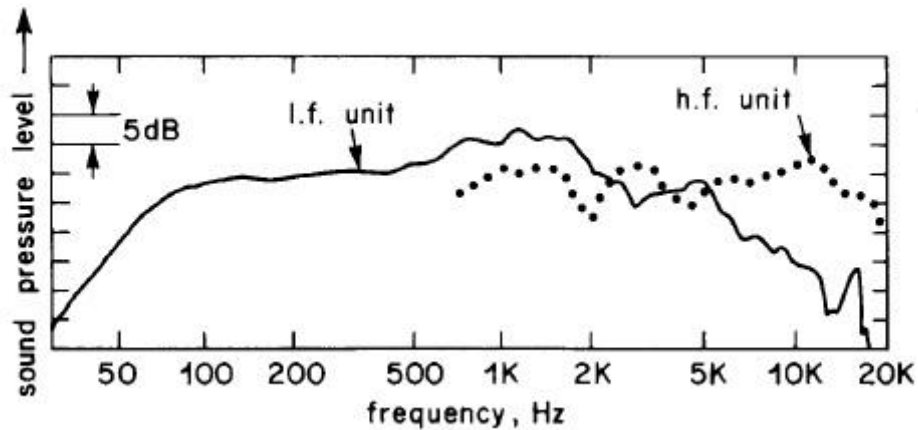


Abbildung 9

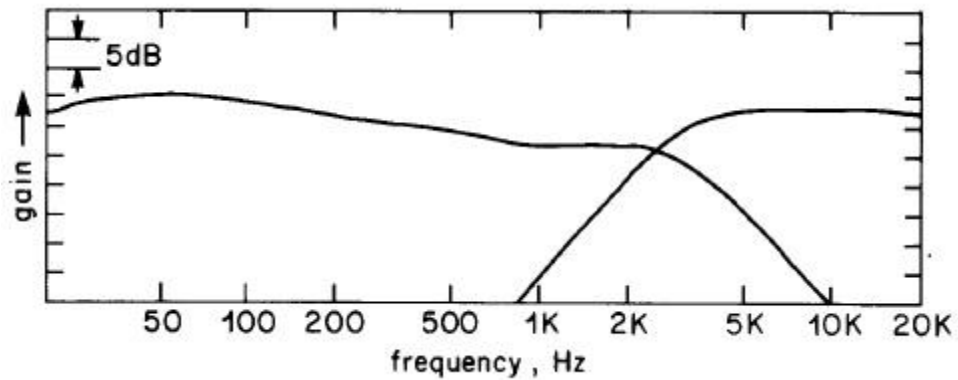
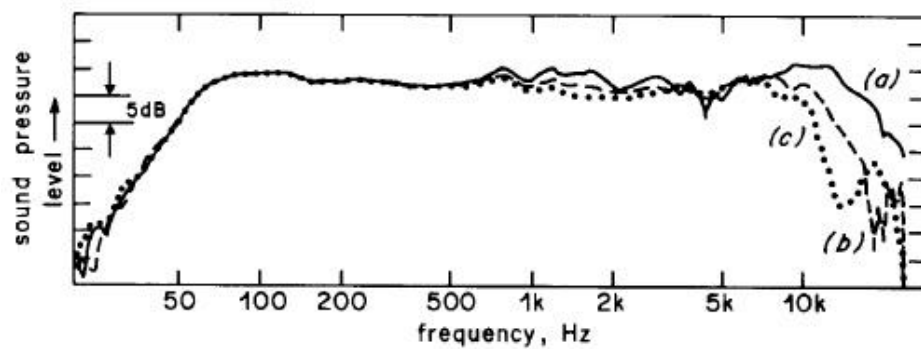


Abbildung 10



Forschungsabteilung, Ingenieurabteilung
THE BRITISH BROADCASTING CORPORATION
August 1083

REICHMANN AudioSysteme

KONZENTRATION AUF DAS WESENTLICHE.

07728-1064 INFO@REICHMANN-AUDIOSYSTEME.DE

WWW.REICHMANN-AUDIOSYSTEME.DE

MUSICAL FIDELITY

Abbildung 11

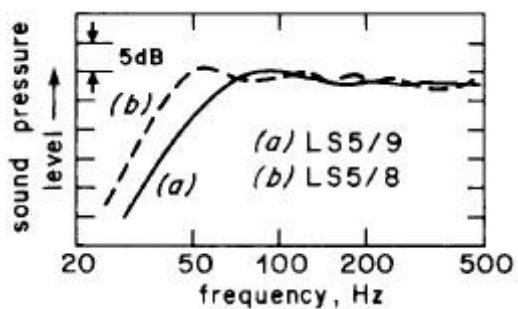


Abbildung 12

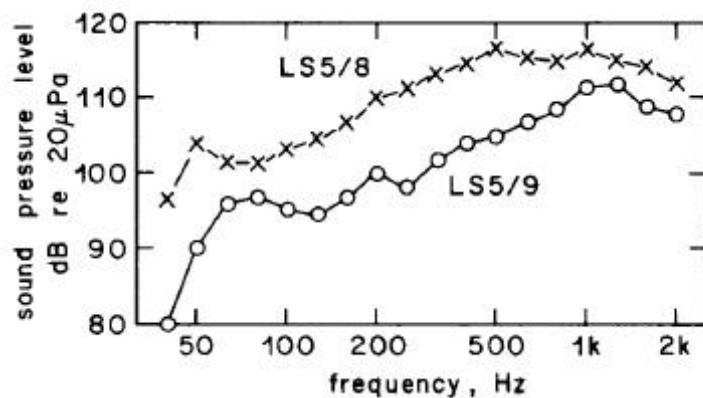


Tabelle 1

Loudspeaker type	L_{eq} , dB(A)	SPL, dB _{LIN}
LS 5/9	100	106
LS 5/8	108	114

Forschungsabteilung, Ingenieurabteilung
 THE BRITISH BROADCASTING CORPORATION
 August 1083

REICHMANN AudioSysteme

KONZENTRATION AUF DAS WESENTLICHE.

07728-1064 INFO@REICHMANN-AUDIOSYSTEME.DE

WWW.REICHMANN-AUDIOSYSTEME.DE