حكومة اقليم كوردستان-العراق

يەكێتی ئەندازیارانی كوردستان

البحث العلمي عن

التغذية العكسية الكهروصوتية في المنظومة الصوتية

أعداد

المهندس/ عثمان عمر محمد

بكالوريوس- الهندسة الكهربائية

هجري1446 كردي 2724 ميلادي 2024

المحتويات

المقدمة:- 3
الفصل الأول 4
١.١ اللاقطة 4
١.١.١ بعض انواعها وخواصها 4
٢.١ السماعة Loudspeaker 5
١.٢.١(بعض انواعها وخواصها) 5
٢.٢.١مكونات مكبرات الصوت 8
٣.١ مضخمات التقوية الصوتيه Speech Reinforcement Amplifiers 8
الفصل الثاني 10
١.٢ ما هي التغذية العكسية الصوتية ؟ وكيف تحدث ؟ 10
٢.٢ تأثير الربح والتردد على التغذية العكسية 11
٣.٢ تأثير درجات الحرارة على ظاهرة النقدية العكسية. 13
٤.٢ تأثير موقع السماعة واللاقطة على ظاهرة التغذية العكسية 13
الفصل الثالث 14
الاختبارات العملية 14
الفصل الرابع 16
المعالجات 16
٤. معالجة ظاهرة التغذية العكسية الصوتية 16
١.٤ باستخدام مرشحات التسوية الكهربائية. 16
٢.٤ بواسطة اختيار موقع ونوع السماعة واللاقطة. 16
الفصل الخامس 17
المناقشة 17
المراجع 18

قائمة الأشكال

رقم الاشكال	الموضوع	الصفحة
شكل (١.١)	اللاقطة ذات الاستجابة (Lob) على شكل القلب.	5
شكل (٢.١)	اللاقطة ذات الاستجابة (Lob) على شكل (∞).	5
شكل (٣.١)	اللاقطة ذو الاتجاه الدائري ، ذات الاستجابة (Lob) الدائرية	5
شكل (٤.١)	السماعة ذات الملف المتحرك	6
شكل (٥.١)	السماعة الكهروستاتيكية	6
شكل (٦.١)	رسم تخطيطي لنظام مضخمات التقوية الصوتيه.	9
شكل (١.٢)	التغذية العكسية الكهروصوتية في الغرفة	10
شكل (٢.٢)	مخطط نيكويست يوضح استقرار ردود الفعل الصوتية	11
شكل (٣.٢)	منحنيات التردد المحاكية لنظام مخاطبة عامة يتم تشغيلها في قاعة بمكاسب مكبر للصوت.	12

قائمة جداول

رقم جدول	الموضوع	الصفحة
رقم (١.٣)	يوضح تأثير المسافة بين اللاقطة والسماعة على التغذية العكسية لاتجاهات مختلفة بالنسبة للسماعة في قاعة رقم (١): (قاعة مركز الرسائل التعلمية ذات حجم (14 × 10 × 16)متر.	14
جدول رقم (٢.٣)	يوضح تأثير المسافة بين اللاقطة والسماعة على التغذية العكسية لاتجاهات مختلفة بالنسبة لأتجاه السماعة في قاعة (٢)، ذات أبعاد (14 × 10 × 6) متر.	15

المقدمة:-

للصوت البشري قدرة محدودة ، ومن المرغوب ان يكون منسوب الضغط الصوتي بحوالي 70 dB لكي يكون الصوت مفهوم من الظروري في القاعات والساحات الكبيرة السمعية ان يضخم الصوت ليصل الى المستمعين بصورة واضحة ومفهومة، لذا تستخدم لهذا الغرض أنظمة صوتية معينة تسمى منظومة التقوية الصوتية (Speech Reinforcement system)

ومن أهم متطلبات استعمال منظومة التقوية الصوتية هي توزيع الطاقة الصوتية في جميع الترددات الى جميع المستمعين بالتساوي وبمنسوب صوتي ملائم لحجم القاعة وابعادها.

منسوب الضغط الصوتي الكلى (total sound pressure level) في أي موقع من مواقع الغرفة يتكون من مركبات الصوت المباشر ومركبات الصوت المنعكس، حيث ان مركبات الصوت المنعكس دائماً منتشرة في جميع انحاء الغرفة .

ومن الواضح ان النسبة بين الصوت المباشر الى الصوت المنعكس سوف تنخفض مع المسافة عن المصدر الصوتي.

ان مركبات الصوت المنعكسة ذات الترددات العالية تكون سهلة الفهم ، وبما ان السطوح الموجودة في الغرفة تمتص هذه المركبات بسهولة فأن درجة المفهومية (intelligibility) سوف تتأثر بالمواقع أو المسافات لذا تستخدم منظومة التقوية الصوتية في المواقع التي تهبط فيها شدة الصوت المباشر الى مستوى غير مسموع، حيث تقوم هذه المنظومة بتكبير هذه المركبات الصوت المباشر في القاعة السمعية سوف ينخفض حوالي (6 dB) في الوقت الذي تتضاعف فيه المسافة بين مصدر الصوت والمستمع.

هنالك بعض المشاكل الصوتية التي تحدث عند استخدام منظومة التقوية الصوتية، ومن هذه المشاكل ظاهرة التغذية العكسية الكهرو صوتية (electroacoustic feedback) التي تتناول دراستها في هذا البحث.

وهذه الظاهرة تظهر كنتيجة للتقوية الدورية لعدد من المكونات الصوت المترددة ترتفع منسوبها بهذه الطريقة بشكل كبير جداً قد يطغي على الصوت المطلوب سماعه ويشوهه كثيراً .

ويتطلب هنا دراسة علمية دقيقة لعوامل حدوث هذه الظاهرة وأسبابها ومعالجتها .

هدف البحث

تحسين استقرارية المنظومة عندما يتجاوز الربع 1 + (0 dB) خلال دائرة التغذية العكسية في أي تردد.

الفصل الأول

١.١ اللاقطة

١.١.١ بعض انواعها وخواصها

ان منظومة تضخيم الصوت تعتبر منظومة جيدة عندما يكون الهناك توافتا بين كل من مركبات المنظومة من اللاقطة والسماعة والمضخم . ان نوعية اللاقطات الكهروصوتية تفوق كثيراً على نوعية مكبرات الصوت من ناحية الاستجابة الترددية والمجال ترددي أوسع. هنالك انواع كثيرة من اللاقطات منها

لاقطات المتسعة (capacitor Microphone) وغيرها، ولكن من المعتاد، ان تستخدم اللاقطات الصوتية الاتجاهية (Directional Microphone) التي لها عدة أنواع من الاستجابات ومنها على سبيل المثال :

١-اللاقطة ذات الاستجابة (Lob) على شكل القلب.

٢-اللاقطة ذات الاستجابة (Lob) على شكل (∞).

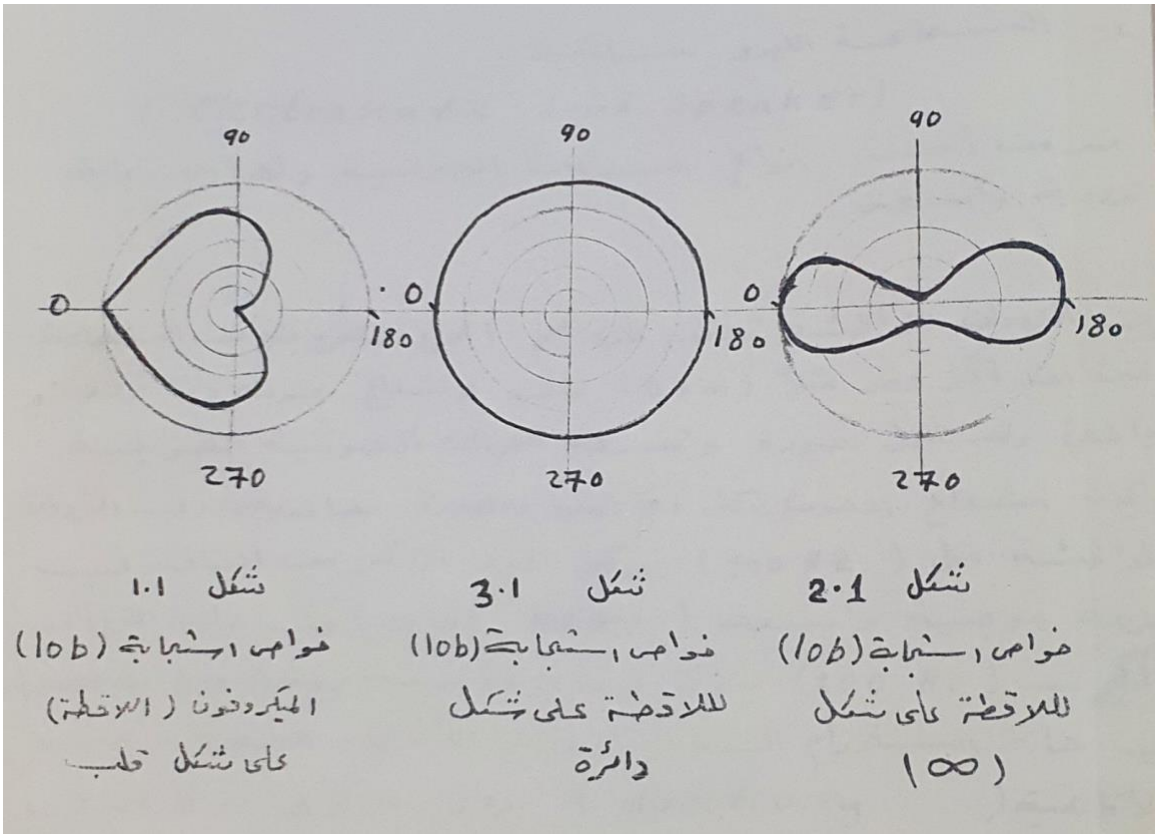
٣- اللاقطة ذو الاتجاه الدائري ، ذات الاستجابة (Lob) الدائرية.

ان اللاقطة ذات الاستجابة (Lob) القلبية (The cardioid Microphone) تكون اكثر حساسية في الجهة الامامية وتقل حساسيتها واستجابتها في الاطراف وفي الجهة الخلفية ، حيث انها قادرة على ان تميز بين الأصوات القادمة من جهة المتكلم وبين الصوت المنعكس من القاعة ، والتي يتضمن الصوت المرجوع من السماعة الموجودة في القاعة ، كما في الشكل رقم (١.١)

لكن اللاقطة ذات الاستجابة (Lob) على شكل (∞) لها قابلية على تميز الأصوات القادمة من الجهة الخلفية إضافة للجهة الأمامية كما في شكل رقم (٢.١) .

واللافظة ذات الاستجابة(Lob) الدائرية - Omnidirectional Microphone

تكون حساسة لالتقاط الصوت من جميع الاتجاهات بصورة متساوية أي ان استجابتها دائرية الشكل وهي تساعد على حدوث التغذية العكسية. لكونها غير متجهة . كما في شكل (٣.١) .



اشكال (١.١.١،٢.١.١،٣.١)

٢.١ السماعة Loudspeaker

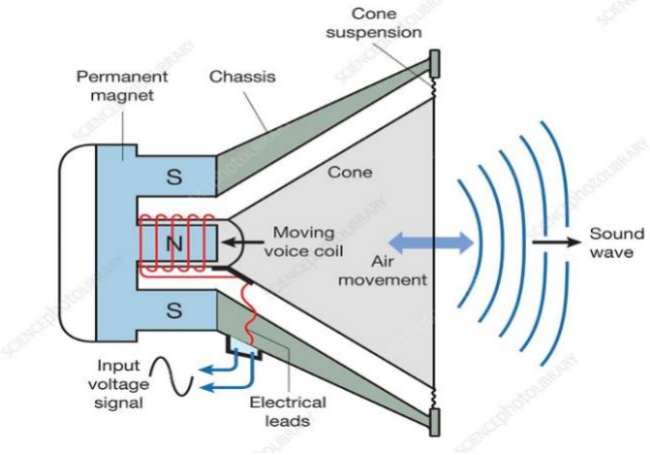
١.٢.١(بعض انواعها وخواصها) .

السماعة عبارة عن أحد مكونات المنظومة الصوتية حيث يتم بواسطتها بث الصوت وايصاله الى المستمعين.

ومن الانواع الشائعة الاستخدام :.

١. السماعة ذات الملف المتحرك (moving coil loud speaker)

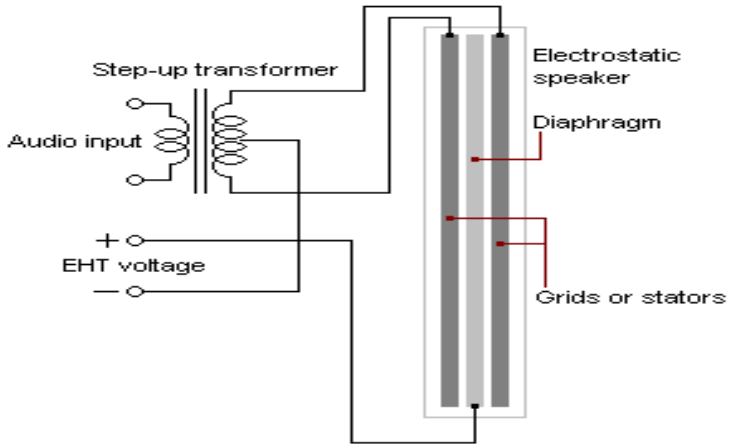
حيث ان استجابتها (Lob) الترددية غير جيدة ولا تصلح للتجارب القياسية بل عملها تجاري بحت.



شكل (٤.١)

٢. السماعة الكهروستاتيكية (electrostatic Loud Speaker)

تعتبر من أحسن انواع السماعات الصوتية ولها استجابة ترددية واسعة .



شكل (٥.١)

ان الترددات الواطئة تعتمد على حجم الجزء المخروطي من السماعة حيث ان اكبر قطر مثلاً (0.3m) كاف لاشعاع صوت ذات تردد واطي وتستعمل بصورة واسعة للموجات الصوتية الطويلة. ويكون الشعاع الصوت اكثر اتجاهياً وبصورة تصاعدية ، وفي الترددات الواطئة مثل (Hz 100) يتركز الجزء الأكبر من الطاقة في حزمة موجية واسعة (wide beam) وفي حالة الترددات اكبر من (100 Hz) يتركز في حزمة موجية ضيقة (narrow beam) في حالة استخدام السماعات ذات الأقطار الصغيرة فأن الاتجاهية (directivity) تزداد تمركزها الاتجاهي

في حالة الترددات العالية ، ومع هذا فان السماعة الصغيرة تكون ذات كفاءة كافية وللاشعاع الاصوات ذات الترددات الواطئة لذا انه من الضروري وحتى في المنظومة الصوتية الصغيرة ان تستخدم سماعتين ذات احجام مختلفة على الاقل لأشعاع الأصوات ذات نطاق التردد اللازم و ممكن سماعه من قبل المستمع في كافة انحاء القاعة.

٣. مكبرات الصوت القرنية (Horn loudspeakers) هي أقدم أشكال أنظمة مكبرات الصوت. يعود استخدام الأبواق كمكبرات صوت لتضخيم الصوت إلى القرن السابع عشر على الأقل، وقد تم استخدام الأبواق في الحاكي الميكانيكي في وقت مبكر من عام 1857.

٤. تُستخدم مكبرات الصوت البيزوكهربائية (Piezoelectric speakers) بشكل متكرر كأصوات تنبيه في الساعات والأجهزة الإلكترونية الأخرى، وتُستخدم أحيانًا كمكبرات صوت في أنظمة السماعات الأقل تكلفة، مثل مكبرات صوت الكمبيوتر وأجهزة الراديو المحمولة.

٥. تم استخدام المحولات المغناطيسية المتمددة (Magnetostrictive transducers)، القائمة على التضيق المغنطيسي، في الغالب كمشعات للموجات الصوتية بالموجات فوق الصوتية بالسونار، لكن استخدامها انتشر أيضًا إلى أنظمة مكبرات الصوت.

٦. كانت مكبرات الصوت الرقمية (Digital speakers)، موضوعًا للتجارب التي أجرتها شركة Bell Labs منذ عشرينيات القرن العشرين. التصميم بسيط؛ كل بت يتحكم في أ السائق، وهو إما "تشغيل" أو "إيقاف" بشكل كامل.

٧. يعتمد مكبر الصوت الحراري الصوتي (Thermo-acoustic speaker) ،على آلية عمل "الحرارية".

تأثير صوتي". تُستخدم التيارات الكهربائية ذات التردد الصوتي لتسخين الطبقة الرقيقة من أنابيب الكربون النانوية (CNT) الخاصة بمكبر الصوت بشكل دوري، وبالتالي يؤدي ذلك إلى توليد الصوت في الهواء المحيط.

لكل سماعة استجابة معينة لما تسلط عليها من الأصوات وتختلف هذه الاستجابات من السماعة الى أخرى حسب تركيب وتصميم وحجم السماعة وعند استخدام اكثر من سماعة واحدة في منظومة التقوية الصوتية فالأستجابة لهما تختلف حسب مايلى :

١.موضع السماعة الواحدة عن الأخرى.

٢. الاتجاه والبعد بينهما.

٣.نوع الأشارة المسلطة عليهما.

٤.الزاوية الموجودة بينهما وكذلك الترددات التى تغذى بهما السماعتين.

٢.٢.١مكونات مكبرات الصوت

يتكون مكبر الصوت من أجزاء مختلفة. هذه هي محول الطاقة، المبرد، الضميمة والتقاطع

(أ) محول الطاقة: يحتوي محول الطاقة الكهروميكانيكية على ثلاثة عناصر: الملف والحجاب الحاجز والتعليق. يقوم الملف بتحويل الطاقة الكهربائية إلى الطاقة الميكانيكية والحجاب الحاجز يحول الطاقة الميكانيكية إلى طاقة صوتية. يدعم التعليق الحجاب الحاجز، مما يسمح له بالتحرك بطريقة مقيدة بشكل مناسب، ويبذل قوة استعادة متناسبة مع الإزاحة من موضع توازنه ويوفر قوة تخميد تتناسب مع سرعة الحركة التي تعمل على منع الحجاب الحاجز من التأرجح بطريقة غير مرغوب فيها .

(ب) المشعاع: نوع مخروطي من البنية يساعد على إشعاع الطاقة الصوتية على نطاق واسع زاوية.

(ج) العلبة: لإيواء جسم مكبر الصوت وتعزيز إشارة الصوت وكذلك توفير العزل من الأمام إلى الخلف.

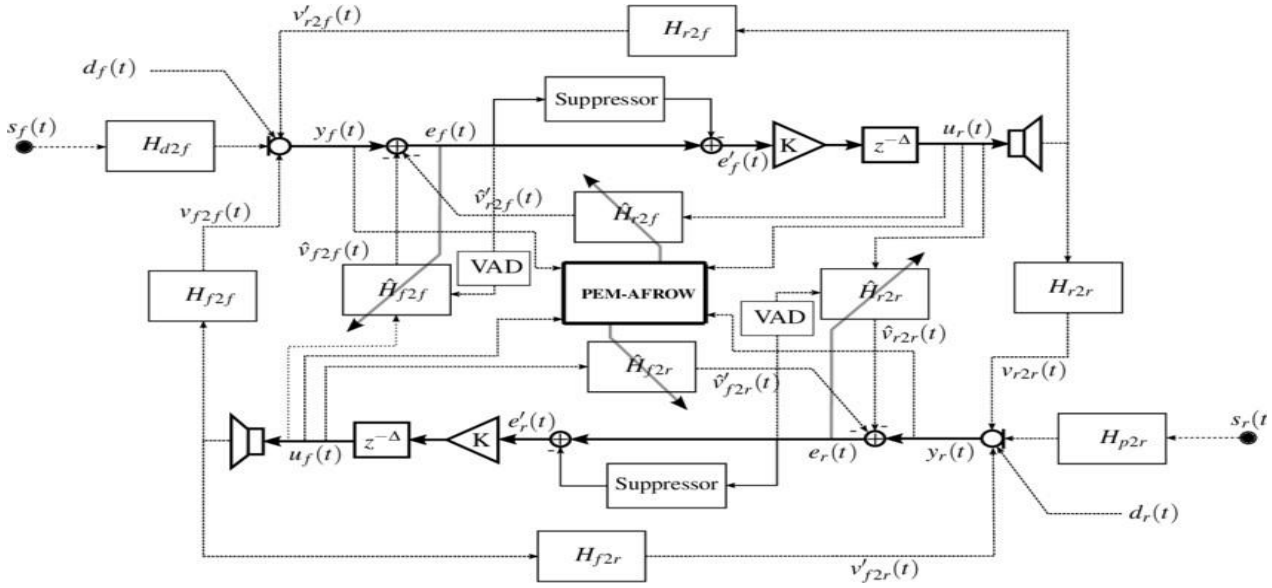
(د) كروس أوفر: مكبرات الصوت متعددة الاتجاهات تتضمن شبكة كروس أوفر وهي عبارة عن مجموعة من المرشحات الكهربائية يسمح كل منها بجزء معين من الطيف الترددي للمرور من خلاله. ثم يتم تطبيق الإشارة التي تمت تصفيتها إلى أحد الفرق الموسيقية في مكبرات الصوت. أنواع المرشحات الكهربائية المستخدمة لتنفيذ وظيفة التقاطع هي التمرير المنخفض، والتمرير العالي، وتمرير النطاق إلى إعادة إنتاج الصوت في النطاقات المعنية. وفقًا لذلك، باستخدام مكبرات الصوت ذات الحجم الأصغر، يتم إنتاج ترددات أعلى وتسمى "ثلاثية".

"مكبرات الصوت" بينما مكبرات الصوت ذات المخاريط الأكبر حجمًا تنتج ترددات أقل وتسمى "مكبرات الصوت الجهير". الباقي يسمى "النطاق الأوسط".

٣.١ مضخمات التقوية الصوتيه Speech Reinforcement Amplifiers

تحول الأشارة الصوتية الى الشارة كهربائية بواسطة اللاقطة ، هذه الاشارة الكهربائية تضم وتكبر بواسطة المضخمات قبل ان تغذى بها السماعة . والتضخيم اللازم للصوت يعتمد على حجم القاعة وعلى عدد القنوات المستخدمة) (Channel used)، فعند استخدام لاقطة واحدة مع مضخم وسماعة واحدة (قناة واحدة) ، فأن القدرة المطلوبة تعالج من قبل مضخم واحد، ولكن في القاعات الكبيرة يستخدم عدد من القنوات حيث ان القدرة اللازمة تتوزع بين المضخمات المستخدمة لغرض تكبير الصوت في هذه القاعة، ولكن في كل الحالات يجب ان يكون المضخم ذات كفاءة كافية لتجهيز الأشارة المضخمة اللازمة بدون تشويه . فأن التضخيم يكون خطياً بالنسبة لنطاق التردد ومستوى ذات الضوضاء يجب ان يكون واطئاً.

ولهذا الغرض تستعمل مرشحات موالفة (Tuning filters) حيث تؤدي الى التوافق بين منظومة التقوية الصوتية وحدات الغرفة ، وكذلك التجنب وتقليل مستوى حدوث الضوضاء.

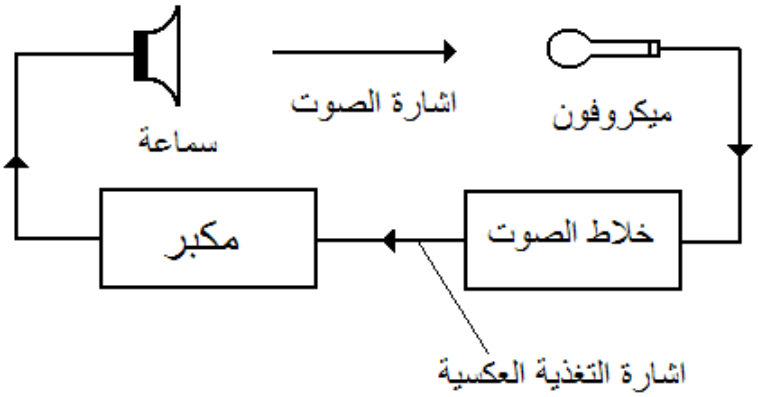


شكل (٦.١)"رسم تخطيطي لنظام مضخمات التقوية الصوتيه ، حيث يمثل "f"و "r"، موضعي مكبر الصوت الأمامي والخلفي على التوالي.

الفصل الثاني

١.٢ ما هي التغذية العكسية الصوتية ؟ وكيف تحدث ؟

التغذية العكسية تحدث اساساً عندما تكون اللاقطة والسماعة في نفس الغرفة ، والتي تسبب اعادة الاشعاع للأشارة الصوتية و يلتقط مرة ثانية من قبل اللاقطة ، أي بمعنى أخر ان بعض من الطاقة التي تصدر من السماعة سوف تصل إلى اللاقطة. عندما تكون هذه الطاقة المرجوعة صغيرة جداً فأن تأثير التغذية العكسية سوف تكون تقريباً متردد و (faint) من جهة اخرى يسبب تكوين ضوضاء خطي حقيقي (Substantial Linear distortion) من تأثير الرنين وبالتالي تذبذب التغذية الذاتية (self-sustained oscillations) يسمح على شكل عواء أو صفارة انذار . لو فرضنا ان المصدر الصوتي الطبيعي (المتكلم) في لحظة معنية ينتج اشارة صوتية في اللاقطة و هذه الأشارة ذات طيف .



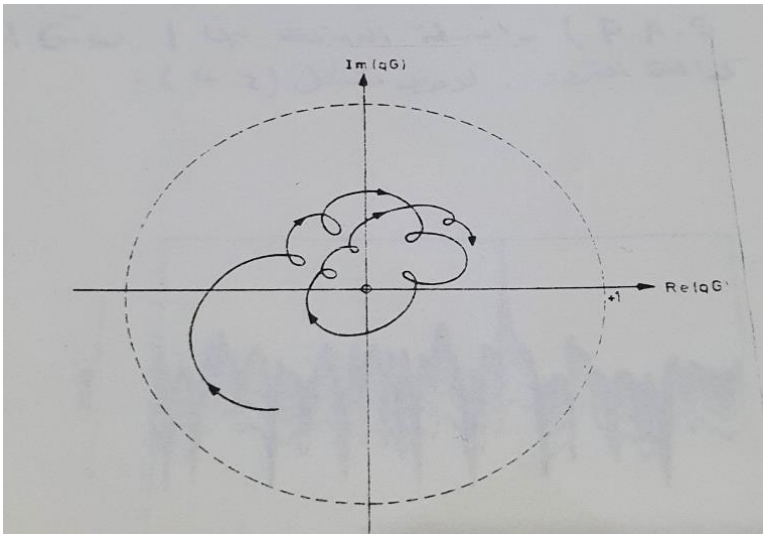
شكل (١.٢) التغذية العكسية الكهروصوتية في الغرفة

٢.٢ تأثير الربح والتردد على التغذية العكسية

عند الملاحظة على (Nyquist - diagram) شكل رقم **(٢.٢)** نجد بآن كل نقطه من هذا المنحني تنسجم مع تردد خاص، فالاحداثي السيني والاحداثي الرأسي عبارة عن الكمية الحقيقية والتخيلية لد (qG) على التوالي .

النظام الصوتي بأكمله يكون مستقراً عندما يكون هذا المنحني لا يحتوى على النقطة (1+) وهذه الحالة لا تكون صحيحة بالطبع الجميع الترددات اذا كان (1 > 1 qG 1).

والأن لغير الكسب للمضخم وبالتالي (qG) صغير في البداية، اذا عند زيادة الكسب تدريجياً فلمنحني في الشكل ادناه سوف يضخم مثلما كان .

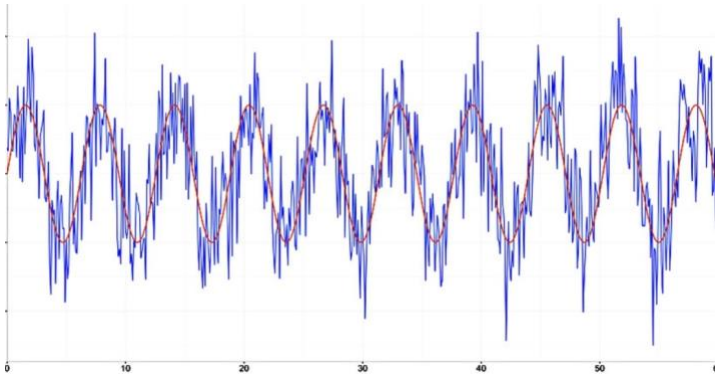


شكل (٢.٢) مخطط نيكويست يوضح استقرار ردود الفعل الصوتية

كذلك المسافة بين المنحني و النقطة (1+) اي الكمية (1-qG) تقل لبعض الترددات المعينة وفي نفس هذة الترددات فآن القيمة المطلقة لد (transmission function) تكون كبيرة جداً،

اذا الصوت المسموع من قبل المستمع سوف يكون غير مفهوم – (تلوين صوتي) أو عندما تغذى المنظومة بأشارة فأن تأثير الرنين (ringing) يكون مسموعاً.

فعند زيادة الكسب (q) على نحو أكثر فأن (qG) سوف تتجاوز الوحدة (unit) في تردد متساوي مع القيمة العظمى المطلقة المنحني. فأن أقل ازاحة طورية في المنظومة سوف تكون كافيه لجعل المصفوفة التوالية في المعادلة، لاحظ شكل **(٣.٢)**.



شكل (٣.٢)

منحنيات التردد المحاكية لنظام مخاطبة عامة يتم تشغيلها في قاعة بمكاسب مكبر للصوت.

نلاحظ بأن مع زيادة قيمة الكسب وحدة واحدة ، فأن جزءاً من المنحني سوف يبدأ بالنمو الى قيمة قصوى (peak) بسرعة اكبر من بقية القيم وغالباً ما تزداد اكثر واكثر وهكذا. وهذه تسمى بالتلوين السمعي (Coloration of Sound) عندما تظهر القيمة الحرجة (q0) لكسب المضخم . فأن هذا يؤدي الى زيادة القيمة القصوى (peak) الى ما لا نهاية . وهذا يعني ان النظام الصوتي ينتج تذبذب التغذية الذاتية.

(stained self-oscillations) في الانظمة الحقيقية قيمة التذبذب سوف تبقى محدودة بسبب وجود مركبات لاخطية فيها بصورة حتمية.

الاقتراح العملى الأهم هنا يتعلق بكسب المضخم (q) حيث يجب ان لا يتجاوز عن هذه عندما يراد تجنب ظاهرة التغذية العكسية أو التلوين الصوتي.

الأرسال الصوت يمكن زيادة هذه القيمة الى حوالى (5-dB) بدون أى تأثير سلبي على الصوت وذلك بسبب التلوين الصوتي . للتغذية العكسية الصوتية تأثير أخر وهو زيادة الصدى الذي ينحصر بين تلك الترددات عندما (Gw-) يكون عالياً جزئياً .

٣.٢ تأثير درجات الحرارة على ظاهرة النقدية العكسية.

ان الدرجة الحرارة تأثير كبير في حدوث ظاهرة التغذية العكسية ، أو البين هذه الظاهرة يجب محاولة الحصول بقدر الامكان على درجة حرارة ثابتة نسياً وذلك لأن في أي قاعة اعتيادية سوف يزاح التردد الصوتي الصورة منتظمة عندما تكون هناك تغيرات في درجة حرارة القاعة، وهذه التغيرات ما هي الا سبباً في زيادة سرعته الصوت .

النسبة النظرية لهذه التغيرات تكون تقريباً عشر لكل واحد من المائة (0.1%) للتردد لكل درجة فهرنهايتية -one tenth of one percent in frequency per degree- Fahrenheit

عندما تتغير درجة حرارة القاعة بشكل دوري(cycled) خلال دورة واحدة أو خلال نصف دورة وعند أدخال أو أزالة كمية صغيرة من الحرارة في الدورات المستمر لهواء القاعة. في مثل هذه الحالات تبدأ المنظومة بالتذبذب تلقائياً عند تغير التردد بصورة والمئة وبدرجة حرارة فوق (17 Fahrenheit) ، متوسط الميل يتطابق مع معدل إزاحة التردد نظرياً إلى حوالى (0.1) بالمائة لكل درجة فهرنهايتية. اذآ يمكن الملاحظة على ان لدرجات الحرارة تأثير كبير على حدوث نقاط العواء وإزاحة الترددات الصوتية في منظومة التقوية الكهروالصوتية .

٤.٢ تأثير موقع السماعة واللاقطة على ظاهرة التغذية العكسية

ان الموقع والاتجاه للسماعات الصوتية يعتبران من العوامل المهمة لأيصال الطاقة الصوتية بجميع مكوناتها الترددية بالتساوي الى المستمعين وكذلك في تجنب ظاهرة التغذية العكسية . فأن للتردود الصوتي تأثير شديد على مجال بث أي سماعه صوتية ، اذا يختلف هذا المجال بأختلاف التردد الصوتي و يكون هذا الاختلاف كبيراً اذا كانت السماعة الصوتية تتميز باتجاهية بث معينة.

وكذلك التجنب من استعمال عدد كبير من سماعات الصوت التي تسبب نشويه للصوت المسموع وظهور التغذية العكسية الصوتية اذا يجب ان يختار المكان المناسب لتشكيل السماعات كي يبدو الصوت المنبعث من هذه التشكيله وكأنه منبعث من المتكلم نفسه . وبما ان سماعات الصوت عموماً مجال بث خلفي كمجال بينها الامامي لذا يكون المكان الصحيح والملائم للاقطات الكهروصوتية هو على امتداد طول خط التشكيلة المرتبة.

الفصل الثالث

الاختبارات العملية

كما ذكر في المواضيع السابقة ان لموقع اللاقطة بالنسبة لاتجاه السماعة تأثير كبير في حدوث التغذية العكسية الكهروصوتية وكذلك المسافة بينهما . لتوضيح وبرهان هذا التأثير قمنا باختبار المنظومة الصوتية التالية.

التي تتكون من:-

- Cardioid Microphone type WM-345 N.
- Amplifier type WA-740 N.
- Loud Speaker type - WT-200 A.

ذلك في قاعتان مختلفتان بالاحجام والتصميم ومن نتائج هذه الاختبارات حصلنا على الجداول التالية.

الاتجاه الأمامي						الاتجاه الخلفي					
زاوية 0°		زاوية +45°		زاوية -45°		زاوية 180°		زاوية 135°		زاوية 225°	
المسافة m	الربح dB	المسافة m	الربح dB	المسافة m	الربح dB	المسافة m	الربح dB	المسافة m	الربح dB	المسافة m	الربح dB
1	9	1	21	1	21	1	21	1	21	1	21
1.5	12	2	21.6	2	22.2	2	21.9	2	21.6	2	22.2
3	15.6	3	21.15	3	23.1	3	22.5	3	22.5	3	23.1
4.5	18	4	24	4	23.7	4	23.1	4	24	4	24
5.7	18.15	5	25.2	5	24	5	24	5	24.9	5	24.6
7.5	21	6	25.8	8	25.5	6	25.2	6	25.5	6	25.5
		8	27			7	—	7	27	7	

جدول رقم (١.٣) يوضح تأثير المسافة بين اللاقطة والسماعة على التغذية العكسية لاتجاهات مختلفة بالنسبة للسماعة في قاعة رقم (١): (قاعة مركز الرسائل التعلمية ذات حجم (14 × 10 × 16)متر.

الاتجاه الأمامي						الاتجاه الخلفي					
زاوية 0°		زاوية +45°		زاوية -45		زاوية 180°		زاوية 135°		زاوية 225°	
المسافة m	الربح dB	المسافة m	الربح dB	المسافة m	الربح dB	المسافة m	الربح dB	المسافة m	الربح dB	المسافة m	الربح dB
1	10.5	1	21	1	21	1	18	1	18	1	16.5
2	17.1	2	22.5	2	22.5	2	21	2	21	2	18.6
3	18	3	23.6	3	22.6	3	24	3	22.5	3	21
4	19.5	4	24.3	4	24	4	25.5	4	24	4	22.2
5	20.4	5	24.9	5	24.6	5	26.1	5	24.9	5	22.8
6	21	6	25.8	6	25.5						

جدول رقم (٢.٣) يوضح تأثير المسافة بين اللاقطة والسماعة على التغذية العكسية لاتجاهات مختلفة بالنسبة لأتجاه السماعة في قاعة (٢)، ذات أبعاد (14 × 10 × 6) متر.

الفصل الرابع

المعالجات

٤. معالجة ظاهرة التغذية العكسية الصوتية

عندما يتجاوز الربع 1 + (0dB) خلال دائرة التغذية العكسية (لاقطه ، مضخم ، سماعه، غرفة) في أي تردد فأن ظاهرة التغذية العكسية تحدث بسبب عدم استقرارية المنظومة والمعالجة هذه الظاهرة هنالك عدة طرق يمكن اتباعها منها :

٤.١ باستخدام مرشحات التسوية الكهربائية: هذه الطريقة عبارة عن محاولة للتخلص من أية حافة ناشئة (peak) موجودة ضمن استجابة الجهاز الكهروصوتي (اللاقطة والسماعة) وبهذه الطريقة يمكن الحصول على استجابة ترددية مستوية عملياً . انجاز هذه المعالجة يتم بواسطة استعمال مرشحات التسوية الكهربائية والتي يمكن بواسطتها التخلص من هذه الحافات الناشئة في استجابة الجهاز الصوتي.

٤.٢ بواسطة اختيار موقع ونوع السماعة واللاقطة.

وهذه الطريقة عبارة عن تقليل اكبر ما يمكن من انتقال الصوت المباشر بين السماعة واللاقطة ، ويمكن انجاز هذه الخطوة من خواص موقع كل من السماعة واللاقطة أو اذا احتاج الأمر إلى استعمال السماعة واللاقطة الاتجاهية. (Directional Microphone and Loud).

و من الممكن أيضاً تخفيض تأثير انتقال الصوت الغير مباشر بين السماعة واللاقطة عن طريق انعكاسات الصوت من الجدار و السقف الخ . ولكن انجاز هذه المهمة يكون صعباً بسبب الانعكاسات المتعددة والتي تؤدي الى تكوين استجابات ترددية غير قياسية.

الفصل الخامس

المناقشة

تقدم منظومة التقوية الصوتية الاختيارية بعناية من أجل اعطاء صوت واضح و مفهوم، وتجنب المشاكل التي تعرقل عملية التقوية الصوتية. ففي هذا البحث قمنا بدراسة شاملة لمنظومة التقوية الصوتية) (PASومكوناتها ، وعمل كل جزء منها (اللاقطة ، المضخم والسماعة). ولوحظ بان لكل جزء مواصفاته الخاصة من حيث النوع والتركيب والتصميم والاستجابة الترددية وعلى ضوء هذه المواصفات تعرفنا على مدى تأثير كل جزء على حدوث ظاهرة التغذية العكسية الكهروصوتية . كذلك درسنا العلاقة الموجودة بين اجزاء المنظومة الصوتية ومدى التوافق بين هذه الاجزاء وكيفية اختيار النوع الملائم للتقوية الصوتية . ومن الاختبارات العملية التي قمنا بها هي اختيار تأثير المسافة بين اللاقطة والسماعة وموقع اللاقطة بالنسبة لأتجاه السماعة على ظاهرة التغذية العكسية .

فلو معنا النظر في النتائج العملية المتحصلة من نتيجة الاختبارات نجد العلاقة بين ربح المنظومة وبين المسافة وموقع اللاقطة بالنسبة لاتجاه السماعة عند نقطة حدوث التغذية العكسية الكهروصوتية.

ففي نتيجة الاختبارات التي أجريناها في قاعة رقم (1) حصلنا على النتائج المبينة في جدول رقم (١.٣) حيث اخذنا ست مواقع للاقطة وبمسافات مختلفة بالنسبة للسماعة واتجاهها. وبصورة عامة تلاحظ انه في جميع الرسومات البيانية تكون العلاقة بين المسافة وربح المنظومة عند حدوث التغذية العكسية على شكل منحني تصاعدي أي كلما تزداد المسافة بين اللاقطة والسماعة تحدث التغذية العكسية في قيمة أكبر من ربح المنظومة ، أي بمعنى أخر عندما تكون المسافة اكبر تحصل على ربح جيد للمنظومة ويبعد عن نقطة التغذية العكسية.

ولكن عند مقارنة الرسومات البيانية التي تخص هذا الاختيار في قاعة رقم (1) نجد ان هناك فرقاً كبيراً بين منحني واخرى من بين موقع اللاقطة بالنسبة الأتجاه السماعة ، ففي الحالة التي تكون فيها اللاقطة في الاتجاه الأمامي للسماعة نجد حدوث التغذية العكسية به اقل قيمة للربح (9dB) عندما تكون المسافة (1) متر ، وذلك مقارنة بوجود اللاقطة في الاتجاهات الأخرى (الأتجاه الخلفي والاطراف) والتي قيمه الربح فيها تكون حوالى (21 dB) . ولكن ليست هنالك فرق كبير يذكر بين وجود اللاقطة في الاتجاه الخلفي وبين وجودها في الاتجاهات الأخرى عدا الاتجاه الامامي.

والآن لنلاحظ جدول رقم (٢.٣) والرسومات البيانية التي تخص الاختيار الذي اجريناه في قاعة رقم (2) تأثير كبير في حدوث ظاهرة التغذية العكسية والذي بدوره يؤثر على مركبات الصوت المنعكس نجد اختلاف واقع بين هذه الرسومات والرسومات السابقة وذلك بسبب وجود الاختلاف بين قاعه رقم (1) وترتيب محتوياتها من الكراسي والمنافذه ولاجهزة الموجودة فيها وبين القاعة رقم (2) حين كانت تحتوى على مكتب زجاجي باعتبارها قاعة مركز الوسائل التعلمية حين ادى ذلك إلى تقليل حجم القاعة وبالتالي تحسين منسوب التغذية العكسية.

و ايضآ كانت هنالك بعض الاسباب التي أثرت على نتائج وهي وجود عدد من الشبابيك الزجاجية في القاعة ولهذا أدى الى تقليل السطح الداخلي للقاعة وبالتالي تقليل مركبات الصوت المنعكس والتي تساعد على حدوث التغذية العكسية الكهروصوتية هذا وبعد معرفة ظاهرة التغذية العكسية واسبابه حدوثها والعوامل المؤثرة عليها قمنا بدراسة دقيقة للعوامل التي تؤدي إلى تقليل مستوى حدوث هذه الظاهرة، ومعالجتها بصورة قطعية وذلك بعدة طرق مختلفة بحيث ان هذه الطرق تكون منسجمة مع نوع المنظومة الصوتية وقدرتها على تقوية الصوت وعدد اللاقطات والسماعات المستخدمة فيها من اجل الحصول على تقوية صوتية جيدة وخالية من التشوية.

المراجع

1.Faccenda, Francesco & Squartini, Stefano & Principi, Emanuele & Gabrielli, Leonardo & Piazza, Francesco. (2013). A Real-Time Dual-Channel Speech Reinforcement System for Intra-Cabin Communication. Journal of the Audio Engineering Society. 61. 889-910.

2.Atlen, S. (2013). Audio in Media. Boston: Cengage Learning.

3.http://electronics.howstuffworks.com/speaker.htm.

4.http://www.nyu.edu/classes/bello/fMT files/4Loudspeaker.pdf

5.http://www.polkaudio.com/polk-universityjarticles/speaker-types

6.https://www.sciencephoto.com/media/1156174/view/moving-coil-loudspeaker-diagram

7.https://www.cemca.org/ckfinder/userfiles/files/8_Lesson-07_LOUDSPEAKERS.pdf

8. https://en.wikipedia.org/wiki/Electrostatic_loudspeaker.

9.W. REICHARDT 1960AkadverlagsgesElectroacousticGcest + portig k -. GLeip zig, pp. 507

10. M.F.E. BARRON 1974 ph. D. Thesis. Southampton England. The effects of early reflections on subjective acoustical quality in Concert halls.

11.WILLIAM K. CONNOR June 1966 meeting of, the A Acoustical Society of America. Experimental investigation of Feedback in a Sound-System Room" Journal of the Audio Engineering Society.

12. M.R. SCHROEDER October 11, 1961, at the Thirteenth Annual Convention of the Audio Engineering Society, New York.

13. EDWARD S.JONES May 7, 1970, at the38th Convention of the Audio Engineering Society, Los Angeles

14. A.J PRESTIGIACOMOAND D.T. MACLEAN October 11, 1961, at the Thirteenth Annual Convention of the Audio Engineering Society, New York.

15.WILLAM K. CONNOR Oct 13, 1965athe7Eighteenth Annual Fall convention of the Audio Engineering Society, New York.