4 تقوية و تكبير الصوت

لإيصال الصوت إلى رواد الملاعب الرياضية و المسارح المفتوحة و غيرها حيث ينتشر الصوت في الخلاء أصبحنا نعتمد على تقوية الصوت و تكبيره بالوسائل الإلكترونية.

و تعريفا فإن مقوي الصوت هو الجهاز الإلكتروني الذي يوصل بمدخله لاقط الصوت، و يوصل بمخرجه مكبرات الصوت التي تكون إما سماعة صوت أو عدة سماعات أو عمود صوتي. و يعرف النظام الصوتي بأنه السلسلة المكونة من لاقط الصوت و مقويه و مكبره.

مفهومية الكلام

هي المقدرة على فهم الكلام و تنقسم إلى فهم الكلمات و فهم مقاطع الكلمات.

و تعرف رقميا بأنها النسبة المئوية لما يفهم من مجموع ما قيل. و فهم الكلمات أسهل من فهم المقاطع لمقدرة الإنسان على تعويض مقطع من الكلمة إذا لم يفهمه من سياق مجمل الكلمة.

و لذا فإن كل ما يتبع سيكون منصبا على مفهومية المقاطع التي سنطلق عليها المفهومية، التي إن كان القدر المفهوم منها كبير فتصبح مفهومية الكلمات أكبر.

تعتمد مفهومية النظام الصوتي المكون من لاقط الصوت و مقويه و مكبره على عدة عوامل نذكرها في التالي. مع مراعاة أن المفهومية الفعلية م تعطيها المعادلة التالية:

م = 0,96 $م_1$ $م_2$ $م_3$ .... %

حيث

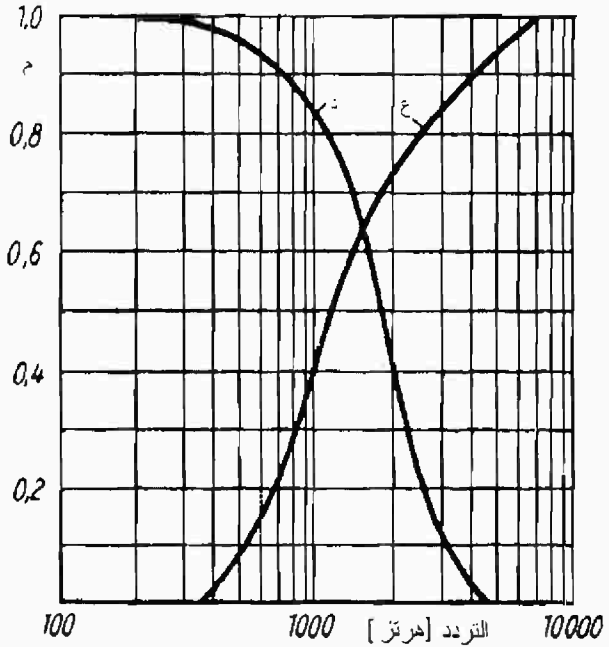
م = 1 تعني أن المفهومية 100%

$م_1$ و $م_2$ و $م_3$ .... هي المفهوميات الجزئية الناشئة عن العوامل التالية وكل منها كسر عشري أقصاه الواحد الصحيح.

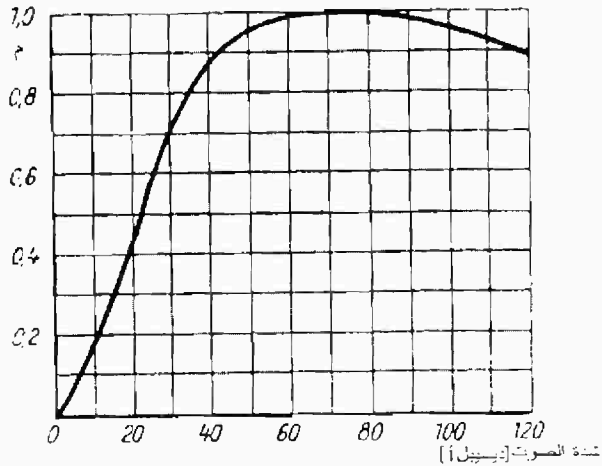
و الرقم 0,96 يفيد أنه حتى إذا كانت قيمة كل من $م_1$ و $م_2$ و $م_3$ .... تساوي الواحد الصحيح فإن المفهومية الفعلية للنظام الصوتي لن تبلغ الواحد الصحيح أي لن تكون 100%. و يرجع ذلك إلى عدم النطق الأمثل من المتكلم و عدم قدرة المستمع على الإنصات طول الوقت.

الشكل التالي يعطي المفهومية الجزئية الناتجة عن نطاق الترددات المحدود للنظام الصوتي. حيث قيم المنحنى د تعطي النهاية الدنيا للنطاق و قيم المنحنى ع تعطي النهاية العليا لنطاق الترددات. وبما أن كل من النهاية العليا و النهاية الدنيا تحد من المفهومية فيجب إعتبار تأثير كل منهما على انفراد.

فمثلا إذا كان نطاق ترددات النظام الصوتي محصور بين 700 و 10000 هرتز فتكون المفهومية الجزئية الناتجة هي 0,9 . وإذا كان النطاق بين 100 و 5000 هرتز فتكون المفهومية الجزئية الناتجة هي 0,93 .



الشكل التالي يعطي المفهومية الجزئية الناتجة عن منسوب شـدة الصوت [ديسيبل أ].

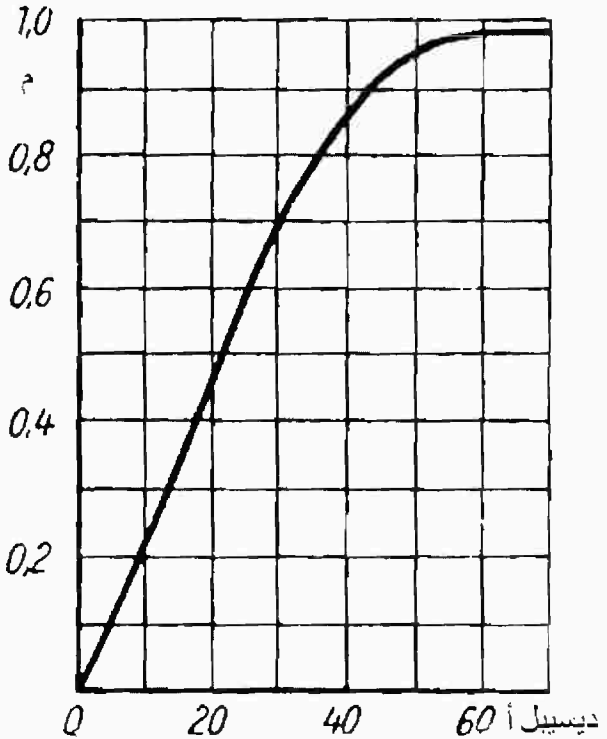


و يلاحظ أن شدة الصوت التي تعطي المفهومية المثلى 1 أي 100% هي عند شدة الصوت 70 ديسيبل أ و إذا زادت عن ذلك أو قلت إنخفضت المفهومية.

حقيقة في غاية الأهمية أرجو أن ينتبه إليها من يرفع شدة صوته فوق المعتاد فيتحول كلامه إلى ضجيج ينقص من المقدرة على فهم كلامه.

الشكل التالي يعطي المفهومية الجزئية الناتجة عن وجود ضوضاء تصل إلى المستمع فتنقص من المفهومية لديه. الإحداثي الأفقي يعطي فرق منسوب شدة الصوت بين منسوب شدة الكلام المفيد و منسوب شدة الضوضاء.

فإذا كان ذلك الفرق أقل من 60 ديسيبل أ إنخفضت المفهومية. أي أنه لضمان مفهومية عالية يجب أن يقل منسوب شدة الضوضاء بمقدار 60 ديسيبل أ أو أكثر عن منسوب شدة الكلام المفيد.



لاقط الصوت

في عام 1861 تمكن فيليب رايس من صنع لاقط كهربي للصوت إستخدمه في تحويل ذبذبات الصوت الحركية إلى ذبذبات كهربية بالهاتف الذي صنعه. تكون هذا اللاقط من غشاء معدني رقيق قابل للحركة، و تلامسه قطعة معدنية مدببة متصلة بدائرة كهربية تتكون من بطارية و مقاومة كهربية، فحينما يتحرك الغشاء نتيجة للصوت يتم التلامس أو ينفصل مسببا مرور التيار الكهربي بالدائرة أو إنقطاعه. فيكون فرق الجهد الكهربي بين طرفي المقاومة شبيها بعض الشيء بالذبذبات الصوتية.

ثم طور ذلك اللاقط إلى اللاقط الكربوني الذي ما زال يستخدم في بعض أجهزة الهاتف. و الذي استبدل الغشاء فيه بعلبة صغيرة تحتوي على عدد كبير من الحبيبات الكربونية التي يكون التلامس بينها أفضل مما يجعل الذبذبات الكهربية أكثر شبها بالذبذبات الصوتية.

و في عصرنا هذا فإن معظم أنواع اللاقط إستخداما هما اللاقط الحركي (الديناميكي) و اللاقط المكثف (الكوندينسير).

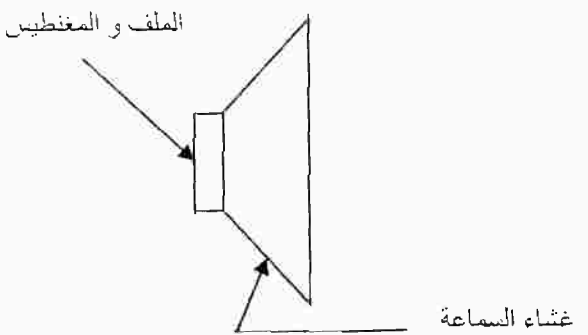
يتكون اللاقط الحركي من غشاء متصل بملف من السلك حوله مغنطيس، فنتيجة لتحرك الغشاء و الملف في المجال المغنطيسي يتولد تيار كهربي بالملف. أما اللاقط المكثف فيتكون من مكثف كهربي أحد لوحيه هو الغشاء المتحرك و الآخر ثابت. و نتيجة لحركة الغشاء تتغير سعة المكثف الموجود في دائرة كهربية، فيتغير التيار الكهربي تبعا للصوت.

من البيانات الهامة التي يعطيها المنتج للاقط الصوت حساسيته أي كفائته في تحويل الطاقة الصوتية إلى طاقة كهربية. و هناك طريقتان لإعطاء هذه الحساسية:
إما كخارج قسمة فرق الجهد الكهربي لمخرج اللاقط على ضغط الصوت عند مدخل اللاقط بالوحدات التالية: مللي فولت / باسكال.
أو كالنسبة الخوارزمية بالديسيبل نسبة إلى 1 فولت / باسكال.

و قد يعطي المنتج منحنى حساسية اللاقط عند الترددات المختلفة ، و من المهم أن يكون ذلك المنحنى أفقيا بدون تعرجات عبر نطاق الترددات 20- 16000 هرتز.

سماعة الصوت

تتكون سماعة الصوت المعتادة من غشاء من الورق المقوى على شكل مخروط ناقص مثبت به ملف يتحرك حينما يمر به تيار كهربي نتيجة لوجود مغنطيس حوله.



يكتب عادة على سماعة الصوت قيمة المقاومة الكهربية لها و قدرتها الكهربية القصوى التي تتحملها. وحين توصيل سماعات الصوت بالمقوي يجب مراعاة الملاءمة الكهربية للطرفين أي تساوي المقاومة على قدر الإمكان.

سماعة الصوت الكبيرة ذات كفائة عالية لإصدار الصوت الغليظ (التخين) ذي الذبذبات ذات التردد المنخفض. أما سماعة الصوت الصغيرة فهي ذات كفائة عالية لإصدار الصوت الرفيع ذي الذبذبات ذات التردد المرتفع. ولذا فللحصول على الصوت بأمانة عالية أي مطابقا للصوت الأصلي فيجب إستخدام سماعات كبيرة و صغيرة.

و يعطي المنحنى الزمني لضغط الصوت الصادر عن السماعة عند الترددات المختلفة مدى كفائة السماعة في تحويل الترددات المختلفة من الطاقة الكهربية إلى الطاقة السمعية. و لقياس هذا المنحنى يتطلب ذلك إجراؤه في حجرة الصوت الميت و هي حجرة خاصة، إمتصاص الصوت فيها كبير و جميع أسطحها المحددة لها مغطاة بمواد شديدة الإمتصاص للصوت، و لا توجد مثل هذه الحجرات إلا في المعاهد المتخصصة في السمعيات و في بعض الجامعات مثل التي صممتها في كلية الهندسة بالجامعة الليبية في طرابلس.

و لكن يمكن قياس المنحنى الزمني للسماعة في حجرة عادية بواسطة طريقتي [7-11] أي " طريقة النبضة الوحيدة لقياس الخصائص النقلية للأنظمة السمعية " (راجع فقرة المقارنة بين

النموذج الرياضي لتأثير إنعكاس الصوت عند سطح الأرض و القياس في باب إنتشار الصوت). و لقد نشرت ذلك مع زميلي المرحوم هومان في المرجع [4-1].

<u>حسابات تكبير الصوت</u>

نبدأ بأبسط حالة و التي نريد فيها إستخدام سماعة واحدة لإيصال الكلام مفهوما إلى بعد 100 متر من السماعة في الخلاء.

نعلم من أعلاه أن شدة الصوت التي تعطي المفهومية المثلى 1 أي 100% هي عند شدة الصوت 70 ديسيبل أ.

و من المعادلة (7-6) فإن

م ض = م ق – 11 – 20 خو ب

حيث

م ض=منسوب ضغط الصوت =منسوب شدة الصوت [ديسيبل أ]

م ق = منسوب قدرة الصوت [ديسيبل أ]

ب=البعد بين المصدر والمستقبل أي سماعة الصوت والمستمع [متر]

إذا م ق = م ض + 11 + 20 خو ب

= 70 +11 + 20 خو ب

= 70 +11+ 20 خو100

= 121 [ديسيبل أ]

و من المعادلة (1-4) فإن م ق= 10خو(ق/ق٥)

إذا ق/ق٥ = $10^{(م ق / 10)}$ = $10^{12,1}$

أي ق = 10^{-12} x $10^{12,1}$ = $10^{0,1}$

= 1,26 [وات]

فإذا افترضنا أن كفائة تحويل السماعة للطاقة الكهربية إلى طاقة صوتية هي 3% و هي الكفائة المعتادة للسماعة، فتكون الطاقة الكهربية المطلوبة عند مدخل السماعة 1,26 X 100 / 3 = 42 وات أي أننا نحتاج إلى سماعة تتحمل 42 وات قدرة كهربية و إلى مقوي يمكنه مدنا بهذه الطاقة.

هذا و يجب مراعاة أنه إذا إعطيت السماعة قدرة كهربية أكبر مما تتحمله فستتلف. وعادة تكتب هذه القدرة على السماعة.

و حين إختيار مقوي الصوت يراعى فيه قوته القصوى التي يمكنه العمل بها مع صغر قيمة تشويه الصوت.

في المثال السابق لم نعتبر إنعكاس الصوت على الأرض. و سنشرح تأثير الأرض تحت باب إنتشار الصوت في الخلاء.

كما افترض عدم وجود ضوضاء تشوش على الكلام. فإذا كانت هناك ضوضاء منسوبها 30 ديسيبل أ فيجب أن تمدنا السماعة بمنسوب يعلو ذلك بمقدار 60 ديسيبل أ ، أي 90 ديسيبل أ.

فإذا كانت مقدرة تحمل السماعة 50 وات فلن يمكننا الحصول على منسوب 90 ديسيبل أ بواسطة سماعة واحدة على بعد 100 متر. و لهذا يجب استخدام أكثر من سماعة واحدة.