الأستعمال المتغير وأنتظام توزيع الصوت فى صالات الأجتماع

أن من الخطأ أن يظن الانسان أن هناك قطاع معين وثابت كالبيضاوى أو الدائرى المنحرف أو المائل يمكن تطبيقه على المساقط الأفقية أو الرأسية لصالات الاجتماع كالسينما والمسرح وصالات الخطابة والمحاضرات لضمان توزيع الصوت توريعا صحيحا . فالنظريات الثابتة التى وضعها W.C. SABINE و كثير غيرة من علماء علم الصوت قد ثبت خطئوها حديثا . بحيث لا يمكن تطبيقها كقاعدة مسلمة .

ففى معادلة ّا بين ت= ك ج_ص (t=kv-a) والتى بها المعامل الثابت ك الذى قدره سابين ب٠,١٦٤ (نتيجة للتجارب العديدة التى قام بها) ثبت أخيرا أنه يتغير من ٠,١٦٢٥ تبعا لنوع المواد المستعملة وقابيلتها لعكس أمواج الصوت . حيث انه يمكن اعتباره ٠.١٦٤ عند ما تكون جميع الاسطح المحيطة قابلة لعكس التموجات الساقطة عكسا كاملا حتى انها قد تصل الى صفر عند امتلاء الصالة تماما بالمتفرجين . فالامتصاص ينقسم الى قسمين _ الامتصاص الثابت ويقدر بنحو٦٠% ويشمل السقف والحوائط وهى تختلف أيضا لو كانت متحركة . وكذلك بتغيير درجة الحرارة وطريقة التهوية .

ثم الامتصاص المتغير ويقدر بنحو ٤٠% فى الحالات العادية . وذلك بتغيير عدد الموجودين الصالة . فللحصول على توزيع ناجح ومنتظم للصوت يجب أن تبقى العلاقة بين ج (حجم الفراغ)، ص (كمية الامتصاص الكلى للاسطح المحيطة بما فى ذلك عدد الموجودين فى الصالة) ثابتة ومقدارها معقول تبعا لنوع المصدر .

فحجم الصالة يقيدة عدد المتفرجين ونوع المصدر والقيود المعمارية كما أن الطرق التخطيطية البيانية Graphical والحسابية والرياضية فى حساب المساقط يظهر بها اختلاف كبير فى كثير من الحالات عند تطبيقها عمليا . ويرجع ذلك للعوامل السابقة – فعند رسم قطاعات المساقط للصالة التى ستستعمل لغرض واحد كالموسيقى الصغيرة أو الاوركستر الكبير أو المحاضرات أو السينما يجب التغلب على المعامل المتغير وحساب المساقط على أن الصالة كلها مملوءة بالمتفرجين وفى هذه الحالة يجب أن تكون درجة امتصاص الاماكن الفارغة كالمملوءة . حتى يمكن تثبيت قيمة ك والطريقة التى يمكن استعمالها لتفى بالغرض هى تغطية ظهر المساند بالقطيفة والوجهات السفلية للمقاعد بمادة ماصة الامواج الصوتية كالفلين أو الصوف أو أى مادة أخرى من المواد التى تملأ السوق الصناعى .

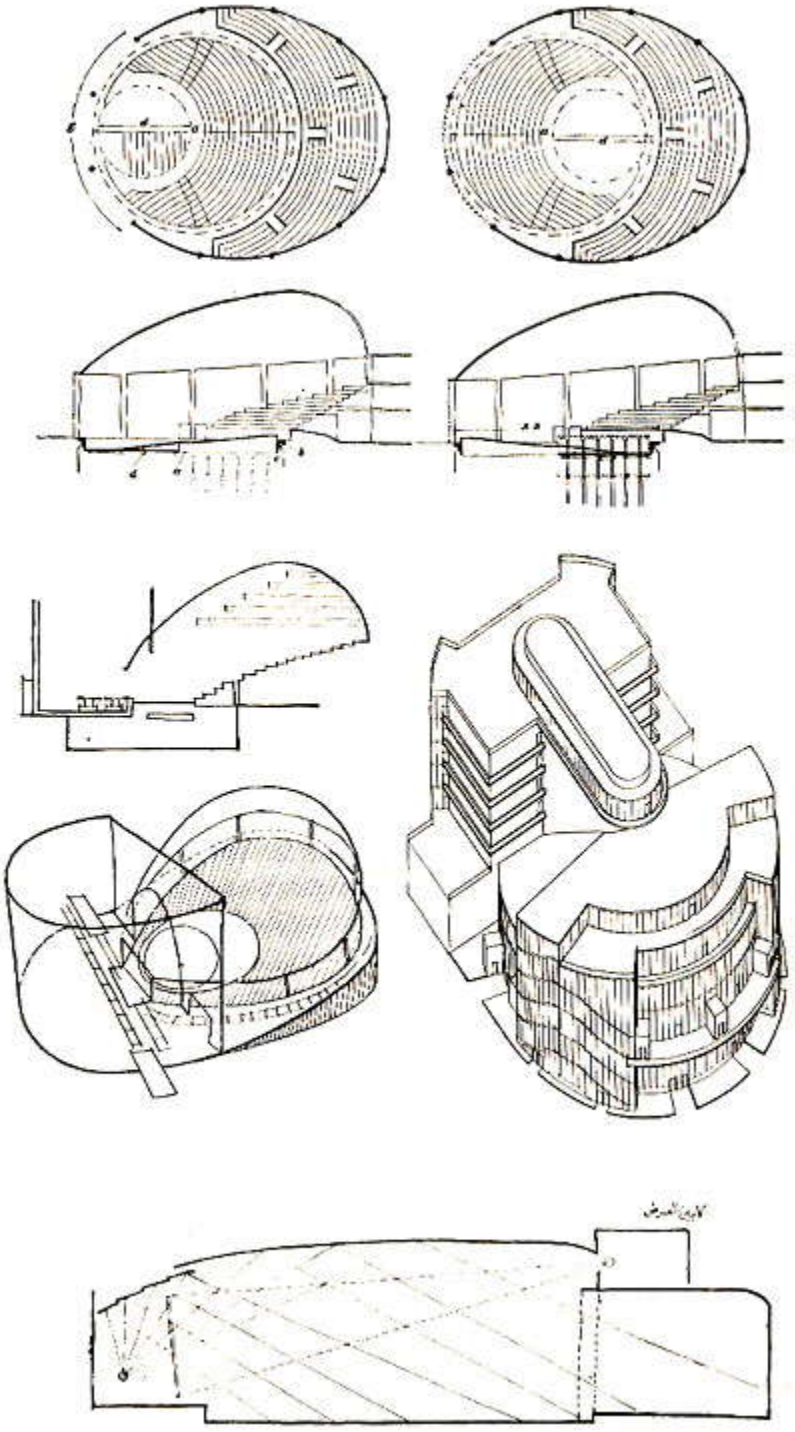
كما يلاحظ عند تحديد الميول والابعاد أن الصوت الطبيعى المعتدل يصل الى مسافة تتراوح ين ٣٠،٢٥ مترا فى اتجاه الاصدار ،١٣ على الجانبين و١٠ فى الاتجاه الخلفى فكلما زادت المسافة فى أى اتجاه من الاتجاهات السابقة يجب الاستفادة من الامواج المنعكسة لتقوية الرئيسية منها مع مراعاة عدم اضطرابها أو تضاربها عند تجمعها فى نقطة أو تغير لون الصوت ودرجته تبعا للمواد التى ينعكس عليها.

وحجم الفراغ الذى يمكن فيه توزيع الصوت توزيعا صحيحا بغير الاستعانة بتقوية الصوت ميكانيكيا بالمكبرات يختلف تبعا لتغير ت وهو زمن دوام ذبذبة الصوت . ويتوقف ذلك على المصدر بحيث لا يجب أن يزيد على ١٠٠٠٠ متر مكعب للآلات المنفردة بدون مكبر و ١٢٠٠٠ للمحاضرات و ٢٥٠٠٠ للخطب والغناء المنفرد و ٣٠٠٠٠ للموسيقى و ٥٠٠٠٠ للكورس بدون استعمال المكبر .

ويلاحظ عموما وعند رسم القطاعات فى كل حالة من الحالات السابقة أن تكون جميع الحوائط التى خلف المتفرجين من مواد ماصة للصوت . وكذلك سقف البلكون اذا وجد . كما أن الاسقف والحوائط المبنية من الطوب أو الخرسانة يفضل عنها فى الاستعمال الاسقف المعلقة أو الفرغة التى من الخشب أو المغطاة بالcelotex أو lnsulit والتى تتذبذب مع التموجات الصوتية .

ففى حالة الاستعمال الثابت يمكن التغلب على جميع نقط الضعف الثابتة والمتغيرة وتحديد مواضع الامتصاص بالضبط .

شكل ١ – مساقط وقطاعات مسرح Total lheater تغير الاستعمال بواسطة ادارة الأرضية وامكان رفع اليوسيديوم لاستعمال الصالة للمسرح والسيرك.



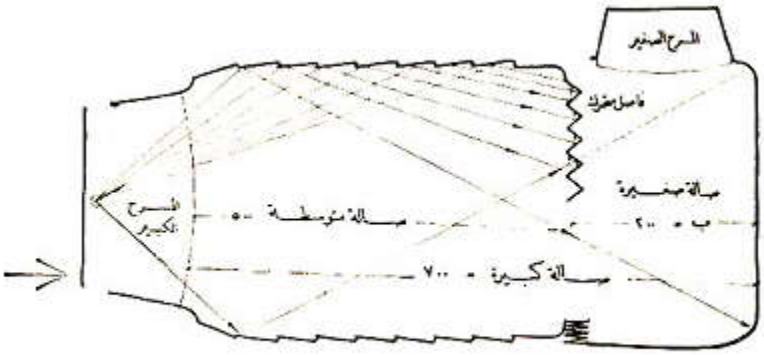
• أما فى حالة الاستعمال المتغير أى امكان استعمال الصالة الواحدة فى عدة وجوه كالسينما والتمثيل والرقص والحفلات الرياضية والمحاضرات والمؤتمرات ... الخ وهو ما قد يحتمه الاستغلال الاقتصادى أو المطالب الاجتماعية الحديثة فى كثير من أنواع صالات الاحتفالات الجامعية والصالات الرئيسية فى النوادى الاجتماعية الكبيرة وقاعات الفنادق الكبرى وخاصة تلك التى لا تستعمل الافى موسم واحد من العام كما هو الحال فى مصر حيث تبقى القاعات الكبرى للفنادق مقفلة لعدم امكان استغلالها فى وجه آخر .

فامكان التغيير قد اصبح من القيود الأساسية التى تحذوها المنفعة وصلاحية المبني لتعادل الدخل حتى تفى بالغرض بلا اسراف كبير فى مساحة المبنى وخاصة فى المناطق المرتفعة الاسعار من المدن الكبيرة .

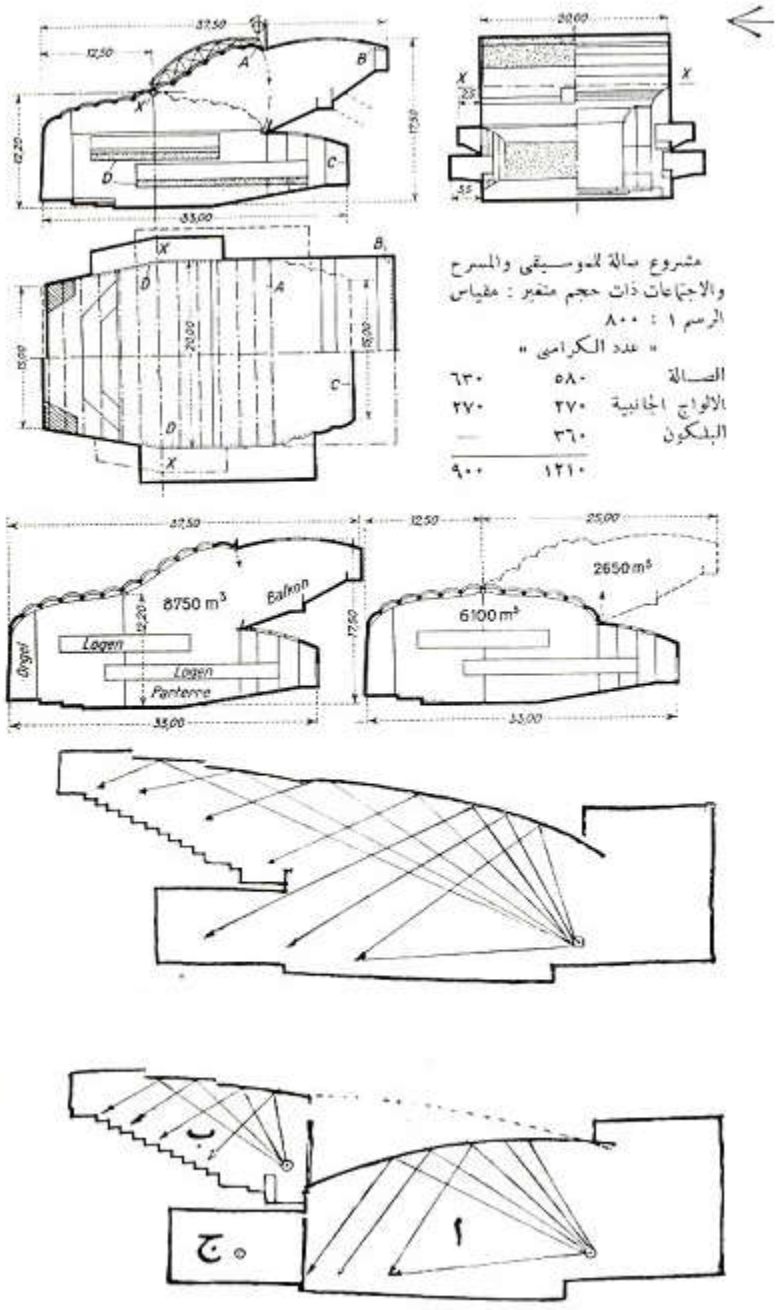
فرسم المساقط المسطحة تبعا للابعاد اللازمة وتحديد الشكل للمسقط الذى يمكن استغلال ابعاده لعدة حالات مختلفة لا يكفى وحده حيث يلعب توزيع الصوت دورا هاما فهو الذى كان العقبة الأساسية فى تنفيذ فكرة الصالة المتغيرة واخرجها الى حيز الوجود فتبعا لمعادلة سابين سيتغير زمن دوام الذبذبة ت تبعا لتغير نوع المصدر وقوته وستتغير بذلك ج/م فلو أمكن تغيير م وهى درجة الامتصاص بتغيير قابلية امتصاص الاسطح المحيطة من حوائط وأسقف فهناك حد تتقيد به ولا يمكن ضمان توزيع الصوت منظما الا بتغيير ج نفسها التى هى حجم الفراغ . كما أن فى حالات أخرى وهى التى ينتقل فيها المصدر من مكانه الثابت على المسرح الى مواقع أخرى من الصالة كالوسط أو على الجانبين . فلضمان توزيع الصوت بانتظام يجب أن يتغير ميل أسطح الانعكاس سواء الحوائط الجانبية أو السقف خاصة تبعا لتغيير اتجاه التموجات الساقطة . كما أنه فى حالة استعمال نفس الصالة فى عدة وجوه مختلفة يجب ملاحظة تأثير الاسطح المحيطة على لون الصوت نفسة ودرجته فالاسطح المسامية تمتص طبقات الصوت العالية والاسطح اللامعة تمتص المنخفضة منها .

ومن المحاو لات الأولى للاستعمال المتغير امكان فتح أو تحريك اسقف السينما لامكان استغلالها صيفا وشتاءاً ولتهوية الصالة

شكل ٢ – مسقط وقطاع صالة لنادى من النوادى الاجتماعية تتكون من صالتين متجاورتين يمكن استعمال كل منهما علي حدة أو ضمهما الى بعضهما واستعمالهما لصالة واحدة كبيرة تسع ٧٠٠ شخص ويفصلهما حائط برفان يتكون من ألواح من مادة ماصة للصوت (مشروع للمؤلف)



شكل ٣- مساقط وقطاعات المسرح الذى وضع تصميمه Prof.O sswald بجامعة زيوريخ ذو السقف النصف متحرك



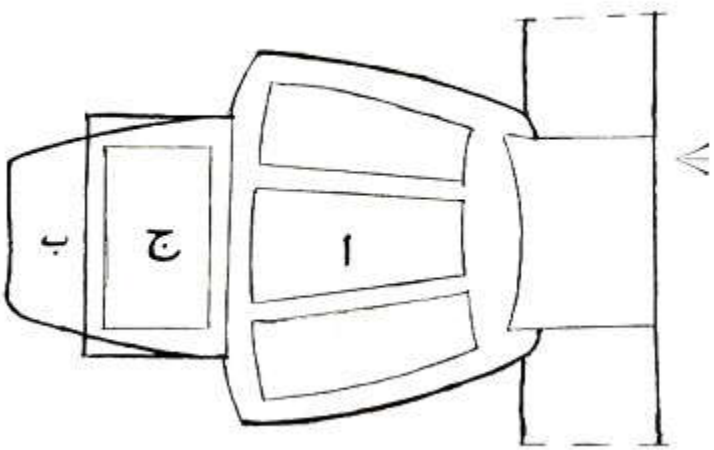
تهوية طبيعية كافية فى الصيف . ولم تنجح هذه الطريقة عملياً لانه ثبت أن الهواء الساخن المتصاعد رأسيا يحدث اضطرابا فى تموجات الصوت كما أنه يحول اتجاه جزء كبير منها نحو الخارج ويمكن ملاحظة ذلك جيدا عند الجلوس فى المقاعد الخلفية أو البلكون .ولذا فان اضمن طريقة لتجديد الهواء هى جمع الهواء الفاسد فى فتحات فىالأرضيات . كما أن الهواء البارد الذى يسقط عموديا على رؤوس المتفرجين ليحل محل الهواء الساخن المتصاعد يسبب اضرارا صحية عديدة . أما فى حالة الاستغناء عن التهوية الصناعية لأسباب اقتصادية وضرورة عمل تهوية طبيعية متوفرة فيجب أن تكون الفتحات على جانبى الصالة تحت مستوى السقف مباشرة .

ومن المشروعات التى وضعت للاستعمال المتغير صالة Total Theatre (شكل ١) الذى وضع تصميما المهندس المعمارىDr.W.Cropius الألمانى وقد وضع تصميمها لامكان استعمالها فى ثلاثة وجوه مختلفة هى التمثيل والسينما والسيرك ففى الوضع –الأيسر –يمكن استعمال مدرج الصالة للسينما والتمثيل . وفى الوضع – الأيمن –

بعد دوران الجزء a 180 درجة ورفع البوسيديوم d المتوسط يمكن استعمال الصالة كسيرك أما توزيع الصوت فقد تجح باستعمال السقف البيضاوى العاكس وذلك بتغير موضع مصدر الصوت بتغييير الاستعمال والسقف ثابت ومحمول على ١٢ عمودا . أما جميع الحوائط المحيطة فهى من مادة ماصة للصوت – كما انه بوسطة رفع البوسيديوم – الدائرى يمكن استخدام الصالة للملاكمة أوالمصارعة أو ما يشابهها من الألعاب .

أما فى حالة استعمال الصالة للمحاضرات أو الموسيقى المنفردة فان نجاح الصالة بالنسبة الى حجمها مشكوك فيه لثبات الحجم .

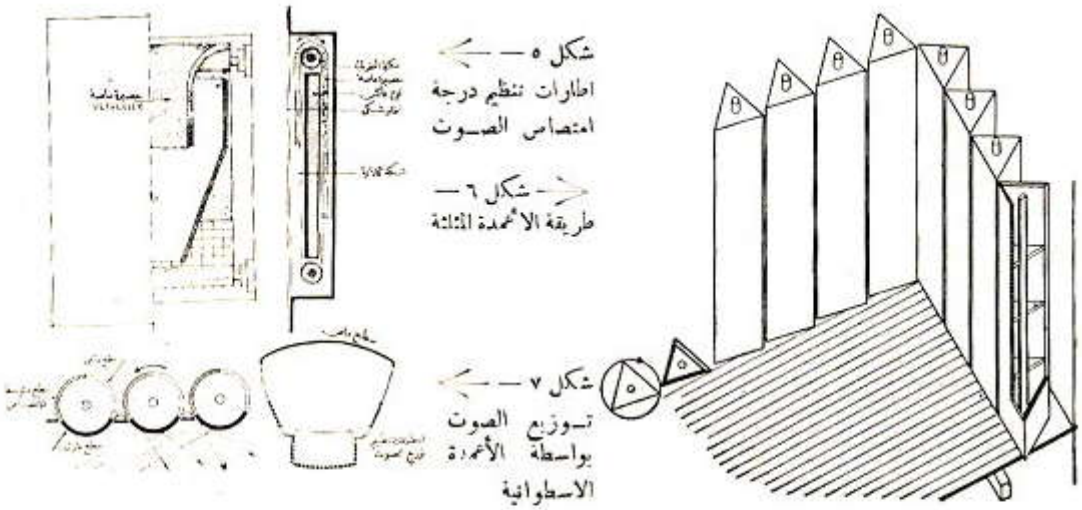
شكل ٤ – مشروع صالة جامعة للمؤلف تتكون من صالة كبيرة للاحتفالات تسع ١٠٠٠ شخص ومدرج يسع ٢٥٠ شخص وقاعة للمحاضرات تسع ١٥٠ شخص يمكن استعمالها كصالة كبيرة لاحتفالات تسع ١٤٠٠ شخص بواسطة ضم الوحدات الثلاثة الى بعضها أو صالة تسع ١١٥٠ ، مدرج ٢٥٠بوسطة فصله بحاجز متحرك أو صالة تسع ١٢٥٠ شخص بواسطة فصل الصالة الصغيرة واستعمال المدرج العلوى وفى كل حالة يمكن استعمال الجزء المفصول وحده حسب ما تقتضيه الحال وسقف الصالة الكبرى متحرك بحيث يكون وضعه فى كل حالة مساعدة على انتظام توزيع الصوت وموافقة حجم الفراغ لنوع الاستعمال.

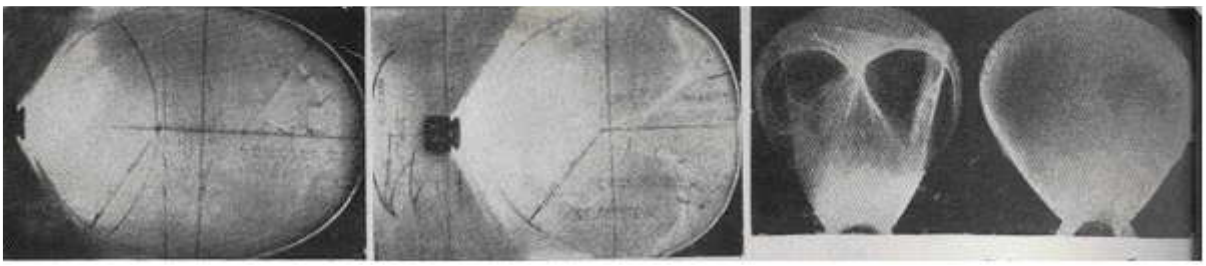


وقد توصل البروفسيور Osswald بجامعة زيوريخ الى وضع تصميم مشروع لصالة يمكن بها حفظ العلاقة بين الحجم وتغيير الاستعمال وهى المبينة (شكل ٣) بحث يمكن استعمالها لكى تسع ١٢١٠ متفرج أو ٩٠٠ مع ضمان حسن توزيع الصوت سواء للموسيقى أو المحاضرات وذلك باستعمال سقف متحرك يمكن به فصل البلكون العلوى واستعمال ال Parkett وحده وفى نفس الوقت يكون قطاع السقف فى كل حالة موافقا للتموجات الساقطة عليه . كذلك يمكن فصل الألواج الجانبية بواسطة برافان فاصل متحرك من مادة عازلة أو ماصة للصوت .والسقف من الحديد والزجاج لسهولة عكس الصوت مع عدم معا كسة مصدر الضوء للتموجات الصوتية وتوزيعها وحسن توزيع الاضاءة فى الصالة أما الأسطح الماصة للصوت فيه هى A.B.C.D. وقد أثبت قطاع السقف بطريقة الأقواس المتراصة حسن انتظام توزيع الصوت فى جميع أنحاء الصالة وقد وضع تصميم الصالة بحيث يكون بعد أبعد كرسى من المسرح لا يتعدى ٣٠ مترا .وقد اثبتت التجارب التى عملت لمعرفة كيفية توزيع التموجات الصوتية فى كل حال من حالات الاستعمال نجاح هذا المشروع .

ولا مكان تغيير درجة امتصاص وانعكاس الأسطح المحيطة والتى كانت الى وقت قريب بواسطة تغطيتها بابسطة أو ستائر من القطيفة فقد عملت عدة محاولات للسيطرة عليها بطريقة عملية .

ومن الطرق الحديثة التى استعملت أخيرة فى مسرح سينما بلاس بفينسيا للمهندس المعمارى جواليانا وهى طريقة الأعمدة المثلثة (شكل ٦) وقد صنعت الأسطح الثلاثة لكل عمود من الثلاثة مواد مختلفة أولها عاكسة للصوت والثانية متوسطة الامتصاص والثالثة ماصة وقد رصت الأعمدة خلف المسرح وعلى جانبية حتى يمكن تغيير درجة الامتصاص والانعكاس تبعا لاستعمال المسرح نفسه .. ويمكن استعمال نفس الطريقة فى الحوائط الصالة نفسها لتنظيم توزيع الصوت ثم لتغيير اتجاه سير التموجات الساقطة ويرى القارىء فى (شكل ٧) طريقة أخرى للمؤلف وهى طريقة الاسطوانات الدائرية والتى يمكن تغطية أسطحها بمواد تتدرج فى الامتصاص ويمكن ادارتها ميكانيكيا من المسرح نفسه بحيث يمكن ادارتها كلما تغير حجم الصالة أو نوع المصدر وقوته فيمكن فى أى وقت وبسرعة تغيير قابلية الحوائط للامتصاص أو الانعكاس أو اعطاء اللون المطلوب للصوت وتمتاز هذه الطريقة بامكان استعمالها فى





صالات الـ Revue التى تجمع بين الموسيقى والغناء والموسيقى الكبيرة والآلات المفردة وعند استعمال المكبر أو الاستغناء عنه بحيث يمكن تغييرها بسرعة فى كل حالة تبعاً للاستعمال .

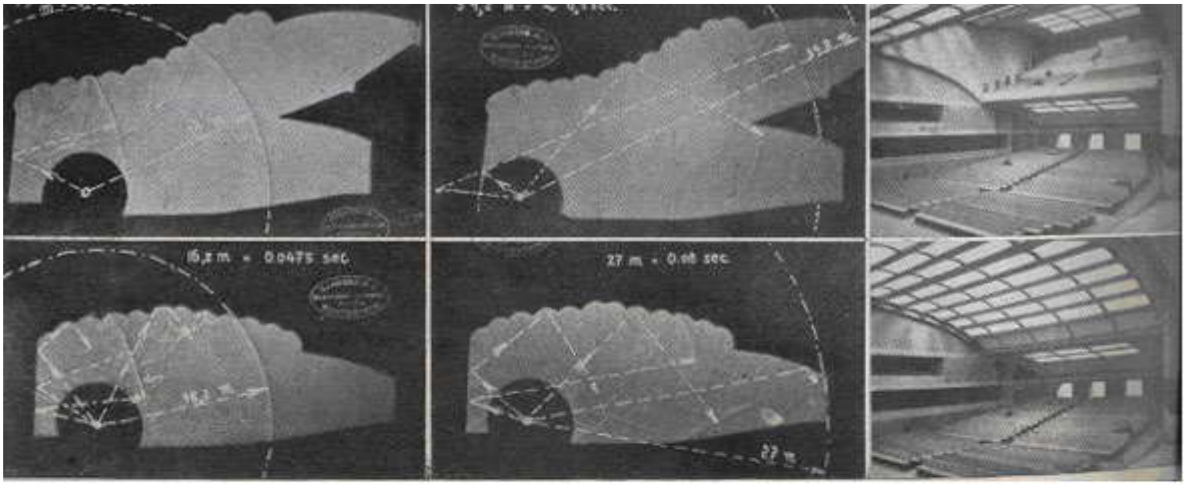
والاسطوانات تعطى للحوائط فوق ذلك شكل زخرفى وقد لونت بالوان مدرجة بحيث تتغير ألوان الحوائط تبعا لحركة الاسطوانات .

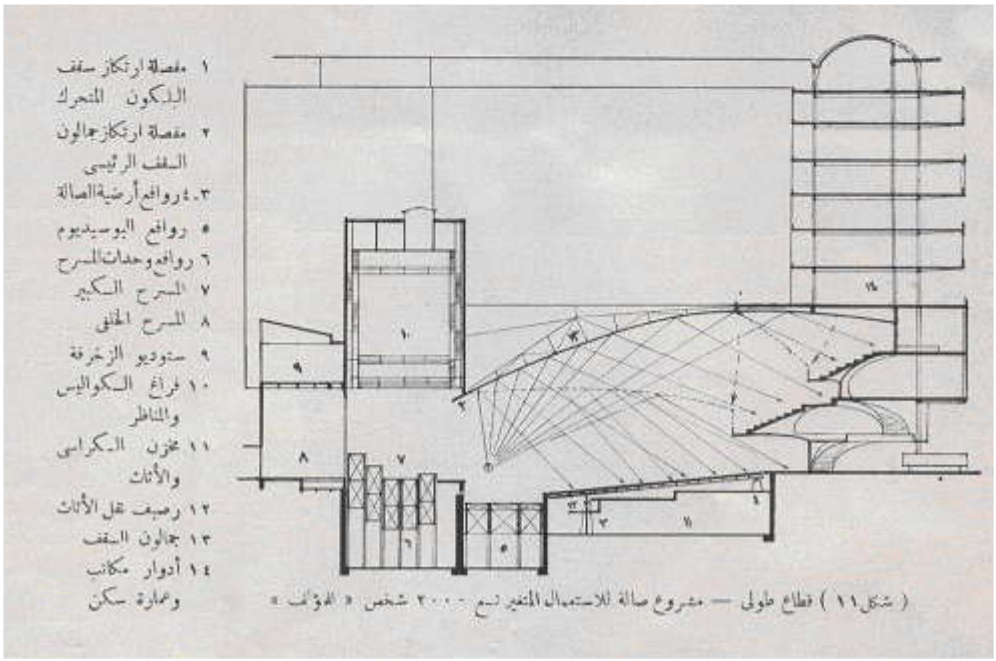
أما تغيير درجة ميل انعكاس الأمواج الساقطة على السقف والحوائط فيمكن حلها بعدة طرق مختلفة غير طريقة المثلثات السابقة الذكر . وذلك بواسطة تغيير ميل السقف باكمله أو جزء منه أو بوسطة ألواح متحركة فوق المسرح نفسه أو فى جزء من الصالة . وبدراسة نظرية الانعكاس يمكن للمعمارى أن يتوصل الى امكان تغيير اتجاه الأمواج بطرق أخرى كثيرة تفى بنفس الغرض حيث أن الفكرة الأساسية هى عكس اتجاه الأمواج عكسا يضمن انتظام توزيعها تبعا لتغيير حجم الصالة وابعادها وشكلها ونوع المصدر .

وللتأكد من ضمان انتظام توزيع الصوت فى صالات الاجتماع قبل تنفيذها بعد رسم مساقطها تبعا للنظريات الحسابية والتخطيطية لتحديد ميول السقف والحوائط هناك عدة طرق يمكن الاعتماد عليها وتلافى نقط الضعف اذا وجدت وهى مهمة جدا خصوصا فى حالات الاستعمال المتغير وتتفق هذه الطرق فى الفكرة الأساسية والتى هى امكان تصوير سير التموجات وحركتها .

أولا – مراجعة المساقط بواسطة الأشعة الكهربائية (شكل ٨و٩) حيث يعمل مودل للصالة من الداخل ويسلط شعاع ضوئى من مركز مصدر الصوت على الحوائط الداخلية ويحرك فى جميع الاتجاهات لتعيين نقط الضعف أو نقط – تكاثف – أو اضطراب تموجات الصوت . وهذه الطريقة شائعة الاستعمال فى امريكا.

ثانيا – التموجات المائية – انجلترا – وفيها تصنع القطاعات على شكل أحواض تملا بالماء وعند ركود سطحه تماما يلقى جسم صلب مكان مصدر الصوت ثم تصور التموجات فى فترات سريعة متتالية ومنها يمكن تحديد نقط الضعف وتصوير سير التموجات بعد انعكاسها على الأسطح المحيطة .





(شكل ١١) قطاع طولى — مشروع صالة للاستعمال المتغير لـ ٢٠٠٠ شخص « المؤلف »

ثالثا – تصوير التموجات الهوائية بواسطة جهاز خاص اخترعه Prof. Osswald حيث تقطع القطاعات فى ألواح من الأبنوس السميك ثم تثبت فى جهاز خاص للتصوير ويثبت عند مصدر الصوت كرة نحاسية تحدث شرارة كهربائية تسجلها الآله الفرتوغرافية على ألواح خاصة للتصوير فى فترات سريعة متتالية وتعد هذه الطريقة أضبط طريقة معروفة ويرى القارىء فى (شكل ١٠) نتيجة مراجعة قطاعات صالة الاستعمال المتغير التى وضع تصميمها الأستاذ نفسه وقد دلت نتائج التجربة على نجاح توزيع التموجات الصوتية فى كل حالة من حالات تغيير الحجم .

فعند تجربة نقط الضعف ونوعه بالطرق السابقة يمكن التغلب عليها بتغيير ميول الحوائط المحيطة أو إبعاد المسقط حتى يصل الانسان الى الحل الصحيح والذى يضمن انه بعد التنفيذ سيكون توزيع الصوت به منتظما. وكذلك يمكن بالضبط تحديد المواقع التى يجب أن تغطى بمادة ماصة للمتوجات ومواضع الأسطح العاكسة للامواج واتجاه عكسها ثم تحديد المواضع التى تغطى بالأسطح التى درجة امتصاصها ممكنة التغير .

وأضبط طريقة للتأكد من نجاح المبنى بعد تنفيذه من حيث انتظام توزيع الصوت فى كل حالة هو بواسطة استعمال جهاز Othillograph لتسجيل ذبذبات التموجات يوضع فى مواضع مختلفة من الصالة. وفى كثير من الصالات الحديثة يعمل مراجعة Check بواسطة هذا لجهاز لكل مقعد من المقاعد وفى كل حالة من حالات تغيير نوع المصدر وقوته وتغيير شكل أو حجم الصالة حتىيمكن الضبط تحديد درجة الامتصاص اللازمة وأماكن وضع وحدات الامتصاص الثابتة والمتحرك .

دكتور سيد كريم