## المقاسم الهاتفية

في مدينة كنساس عام 1889 بدأ متعهد الجنائز ألموند ستروجر بالشك من كون معظم الجنائز في المدينة يتم تحويلها إلى متعهد منافس وازدادت هذه الشكوك عندما علم أن أحد العاملين كمأمور للهاتف في مقسم الهاتف المحلي هي زوجة ذلك المنافس.

ونتيجةً لذلك ابتكر ستروجر بديلاً ميكانيكياً للمأمور يمكنه إكمال الربط من خلال التحكم المباشر للمتصل هذا الابتكار أطلق عليه اسم ستروجر ويتألف من مفتاح من مرحلتين أصبح فيما بعد جزءاً رئيساً من أنظمة المقاسم الهاتفية.

وتم تصنيع أنظمة ستروجر من قبل شركة Automatic Electric وتم بيع هذه الأجهزة إلى شركات الهاتف خارج شركة AT&T ولم يتم تركيب أجهزة ستروجر في شركة AT&T إلا في عام 1917م.

إلا أن عمل أنظمة ستروجر كان يترافق معه الضوضاء الكهربائية والميكانيكية ويحتاج صيانة مكلفة، أعقب ذلك تطوير شركة AT&T لمفاتيح اللوحة عام 1921م وهي أنظمة تحتاج أيضاً لكثير من الصيانة ونتيجة لذلك تم تطوير نوع جديد من الأنظمة يُدعى العمود المستعرض Crossbar يتكون من مصفوفة بـ 10 صفوف أفقية و 20 عموداً.

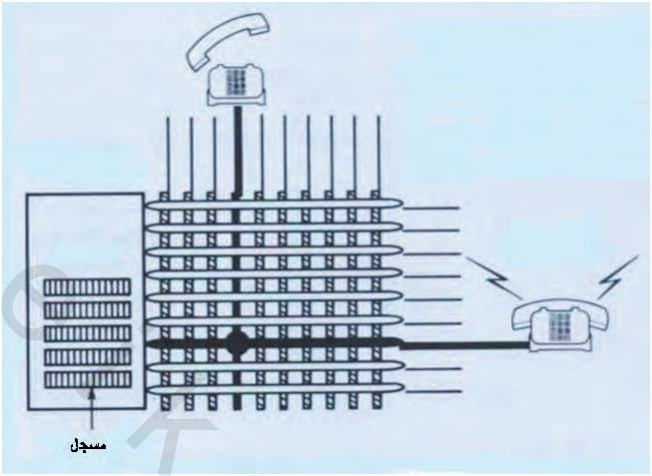


obeikandl.com

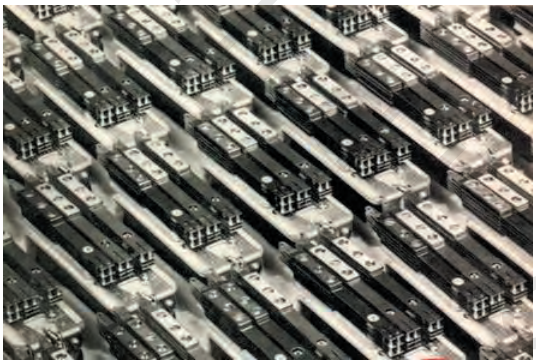
**الشكل (10-1) مقسم ستروجر**

وبذلك فإن أيّاً من الخطوط الداخلة يمكن توصيلها إلى أي من الخطوط الخارجة بتشغيل الخط الداخل المعني والخط الخارج المطلوب والأنظمة الأولى كانت تستخدم مرحلات Relay كهروميكانيكية لتوفير الربط الداخلي للمصفوفة.

أما النماذج اللاحقة فقد استخدمت مرحلات ريد Reed Relays لأن الاعتقاد في ذلك الوقت أنها أكثر اعتمادية، ومرحلات ريد هي مرحلات توصيل صغيرة في علبة زجاجية.



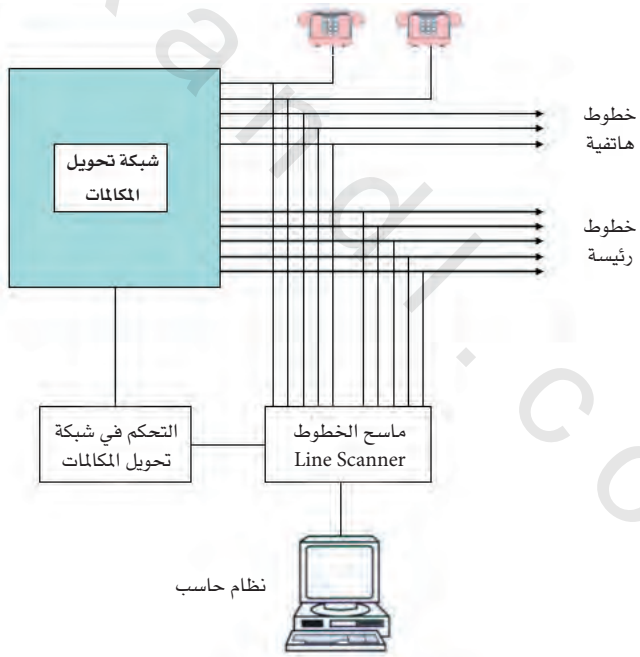

**الشكل (10-2) تصميم مبسط لمقسم هاتفي يعمل بالعمود المستعرض**



**الشكل (10-3) مرحلات ريد**

وخطوة خطوة من العمود المستعرض، ثم مرحلات ريد، كانت المقاسم الهاتفية من نوع Space Division Multiplexing؛ وذلك نظراً لأن أي محادثة هاتفية يتم تخصيص مسار فيزيائي منفصل لها عبر النظام.

أما أفكار استخدام حاسب مبرمج للتحكم في عمل توصيل الشبكة الهاتفية فهو تطور طبيعي في تقنية المقاسم، فقد كان أول نظام ألكتروني وهي No.1 ESS تم تركيبه عام 1965 م وصمم للتعامل مع ما يتراوح بين 10,000- 65,000 خط هاتفي، ويمكنه التعامل مع 100,000 مكالمة كل ساعة، وهو مزود بذاكرة مبرمجة بأوامر لكيفية إكمال الاتصال، وكان جهاز الحاسب يتعرف على حالة الخطوط الهاتفية المتصلة بالمشتركين Tel. Lines والخطوط الرئيسة بين المقاسم Trunk Lines من خلال كاشف الخط Line Scanner.




**الشكل (10-4) مخطط لمقسم هاتفي في الستينيات**

هذه الكواشف تكشف حالة الخط عند رفع السماعة والرقم الذي يتم تزويله (إدخاله) وعملية إنهاء المكالمة، ويمكنها كذلك اكتشاف الإشارات الواردة من المقاسم الأخرى عبر الخطوط الرئيسة والحاسب يتحكم في الإشارات التي ترسل إلى الخطوط ، إلى طالب الاتصال والمقاسم الأخرى وهي نغمة مشغول ونغمة الجرس وإشارات الرقم المتصل عليه.

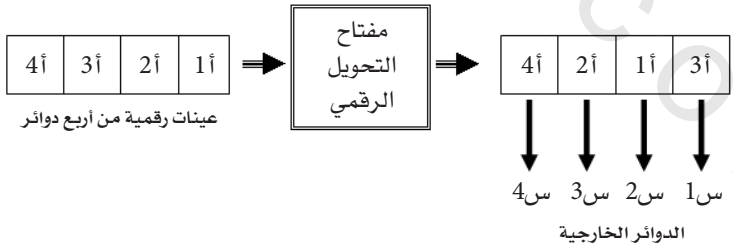
نموذج المقسم الهاتفي الإلكتروني موضح في الشكل (10-4) فخطوط الربط بين المقاسم هي قناة اتصال مشتركة ويتم توصيلها إلى الطرف الخاص بالخطوط الرئيسة في المقسم وهذه الخطوط من الممكن جمعها مع خطوط أخرى عبر تجميع للدوائر الرقمية أو التناظرية، أما جانب خطوط المشتركين فهو موصل في حلقة المشتركين.

وجميع أنظمة الجيل الأول من المقاسم الإلكترونية له مصفوفة مفاتيح تناظرية وهذه المصفوفة إما أن تكون من سلكين أو من أربعة أسلاك اعتماداً على نوع الاستخدام (خط ربط بين المقاسم أو خط مشترك) وكان غير قادر على نقل إشارات رقمية ، أما الابتكار الثاني في المقاسم الإلكترونية فهو المقسم الرقمي الكامل وفيه يتم تحويل كل مكالمة صوتية إلى شفرة رقمية والتعامل معها كسلسلة من البتات وأحد أول المقاسم الرقمية هو ما يعرف بـ 4ESS الذي ركبته شركة AT&T لأول مرة عام 1976 م.

وأضاف المقسم الهاتفي الرقمي بعداً جديداً لتقنية تقسيم المسار Space Division هذا البعد هو الزمن وكان المكافئ لـ العمود المستعرض في مصفوفة تقسيم المسار هي تقسيم الزمن أو بوابة التحكم في مصفوفة التقسيم الرقمي وكانت أجزاء المقسم مصنوعة من إلكترونيات الحالة الصلبة Solid State Electronics.

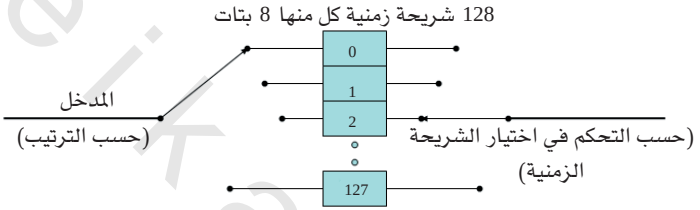
والمقسم الرقمي عادة ما يحتوي على تقسيم للمسار بالإضافة إلى التقسيم الزمني.

ولتحويل المكالمات في المقاسم الهاتفية العاملة بتقنية الجمع بالتقسيم الزمني TDM من الضروري تغيير تركيب الفاصل الزمني فمثلاً الإدخال إلى المقسم الهاتفي الرقمي يتألف من عينات المكالمات على النحو الآتي: أ1 / أ2 / أ3 / أ4 وهذه تمثل عينات رقمية من أربع دوائر فإن خارج المقسم يمكن أن يكون ترتيباً جديداً هو ( أ3 / أ1 / أ2 / أ4 ) ولو كانت دوائر الخارج هي س1 إلى س4 يكون أ1 قد تم توصيله بـ س2 و أ2 بـ س3 و أ3 بـ س1 و أ4 بـ س4.




**الشكل (10-5) مخطط لتحويل المكالمات بالتقسيم الزمني**

وعملية التحويل تتم بتغيير موقع الفاصل الزمني من خلال وحدة تغيير الشريحة الزمنية Time Slot Interchange Unit ، وتتألف وحدة TSI من العديد من مراحل الذاكرة الحاجزة Buffer Memories وعملياً يمكن لكل ذاكرة حاجزة خزن 128 عينة تستخدم في 120 دائرة رقمية مع (8) شرائح Slots للصيانة أو سعة احتياطية انظر الشكل(10-6).




تستخدم 128 شريحة زمنية لكل 120 دائرة رقمية مع 8 شرائح زمنية للصيانة والسعة الاحتياطية وكل (8) من وحدات الذاكرة الحاجزة وواحدة احتياطية تشكل وحدة تغيير الشريحة الرقمية

**الشكل (10-6) مخطط لوحدة TSI**

وتمثل ثمان وحدات ذاكرة حاجزة مع واحدة احتياطية تمثل وحدة تغيير الشريحة الزمني TSI ومجموعة من 128 وحدة TSI يتم تركيبها في المدخل input والخارج Output في المقسم الرقمي العامل بتقنية الجمع بالتقسيم الزمني انظر الشكل (10-7).

**الشكل (10-7) يوضح تصميم المقسم الهاتفي العامل بالتقسيم الزمني**

ونظراً لكون أي من وحدات TSI لها (8) خطوط خارجة يجب أن يكون المقسم العامل بتقنية TDM يحتوي على 8 × 128 = 1024 مدخلاً وخارجاً وكل دائرة رقمية هي باتجاه واحد لذلك هناك حاجة لدائرتين رقميتين لكل دائرة هاتفية واحدة لذلك فالمقسم الهاتفي بسعة 53760 دائرة ثنائية هو بسعة 107520 دائرة باتجاه واحد.

أما الجزء الذي يتحكم في المقسم الهاتفي المركزي فيطلق عليه اسم Base Unit (BU) أو المضيف Host أما الجزء البعيد الذي يتم تركيبه قريباً من المشترك فيطلق عليه اسم وحدة المقسم البعيدة Remote Switch Unit (RSU) والربط بين الوحدات المختلفة يتم بواسطة قنوات صوتية PCM وقنوات رقمية بمعدل بيانات 64 كيلو بت /ثانية للاتصال بين BU و وحدة المقسم البعيدة وهو مبدأ مستخدم في المقاسم الهاتفية حتى نهاية التسعينيات الميلادية.

**الشكل (10-8) مقسم هاتفي من صنع أريكسون مركب في السعودية في بداية الثمانينيات**