

الشبكات الهاتفية

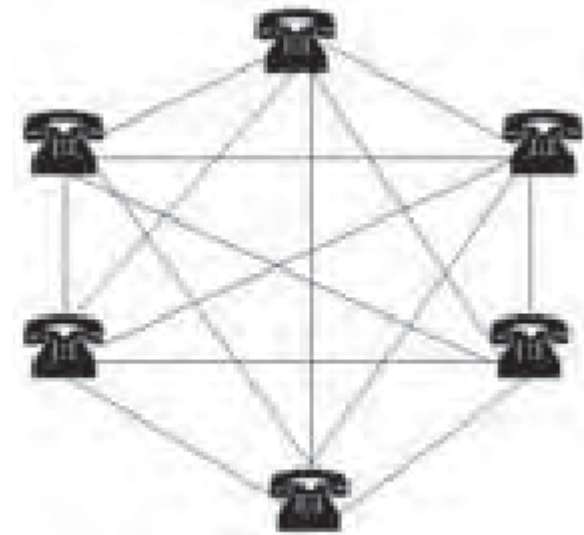
Telephony Networks

PSTN Public Switched Telephone Network

ظهرت شبكات الاتصال البدائية، حيث كانت جميع أجهزة الهاتف مرتبطة بمكتب مركزي (Central office) يدعى المقسم وفي هذا المقسم يتم وصل الدارة الكهربائية للمتصل بالدارة الكهربائية لوجهة الإتصال يدوياً باستعمال لوح التحويل اليدوي (Manual Switching Board).



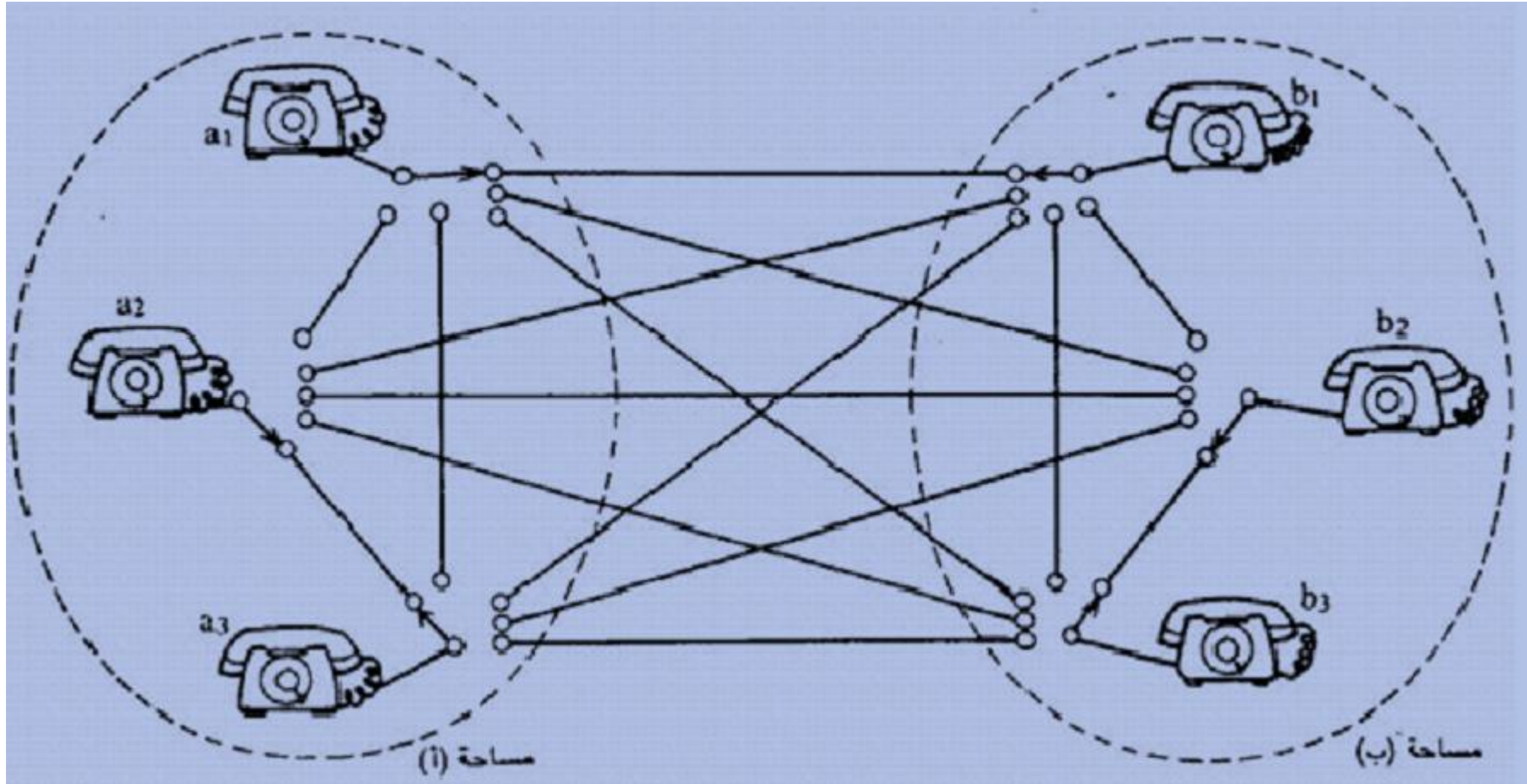
مقسم الهاتف



شبكة هاتفية بدون مقسم

الشبكة الهاتفية ولوحة التوزيع Telephone network and switch board

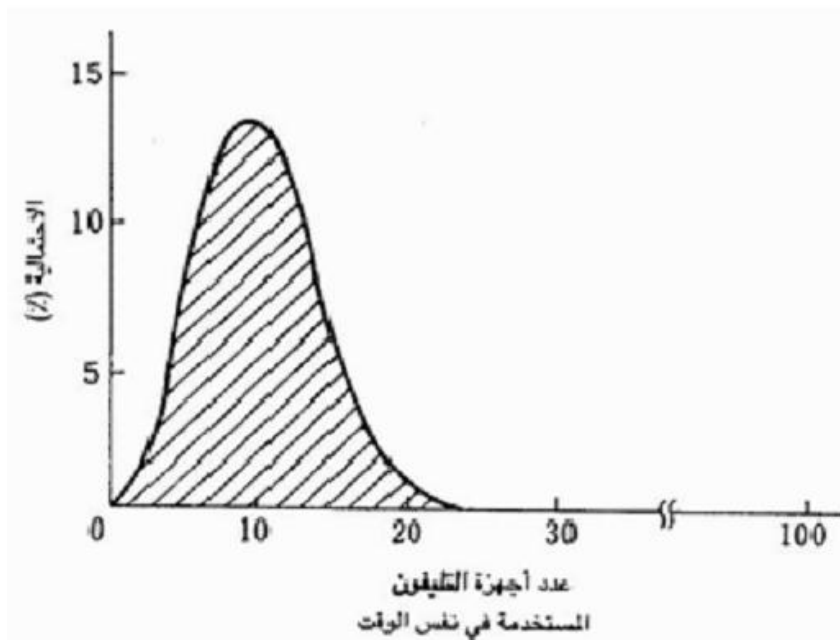
تقوم الشبكة الهاتفية بالربط بين الهواتف بعضها ببعض. دعنا نعتبر شبكة بسيطة تربط بين ثلاثة هواتف في منطقة أ وثلاثة أخرى في منطقة ب، فإن عدداً من الخطوط اللازمة للتوصيل بين جميع الهواتف يصل إلى ١٥ خط كما هو مبين في الشكل (١ - ٧).



وبصفة عامة فإن عددً من الخطوط اللازمة في حالة وجود عدد N من الهواتف = $N \times (N-1)/2$ حيث إن $N = N_A + N_B$.

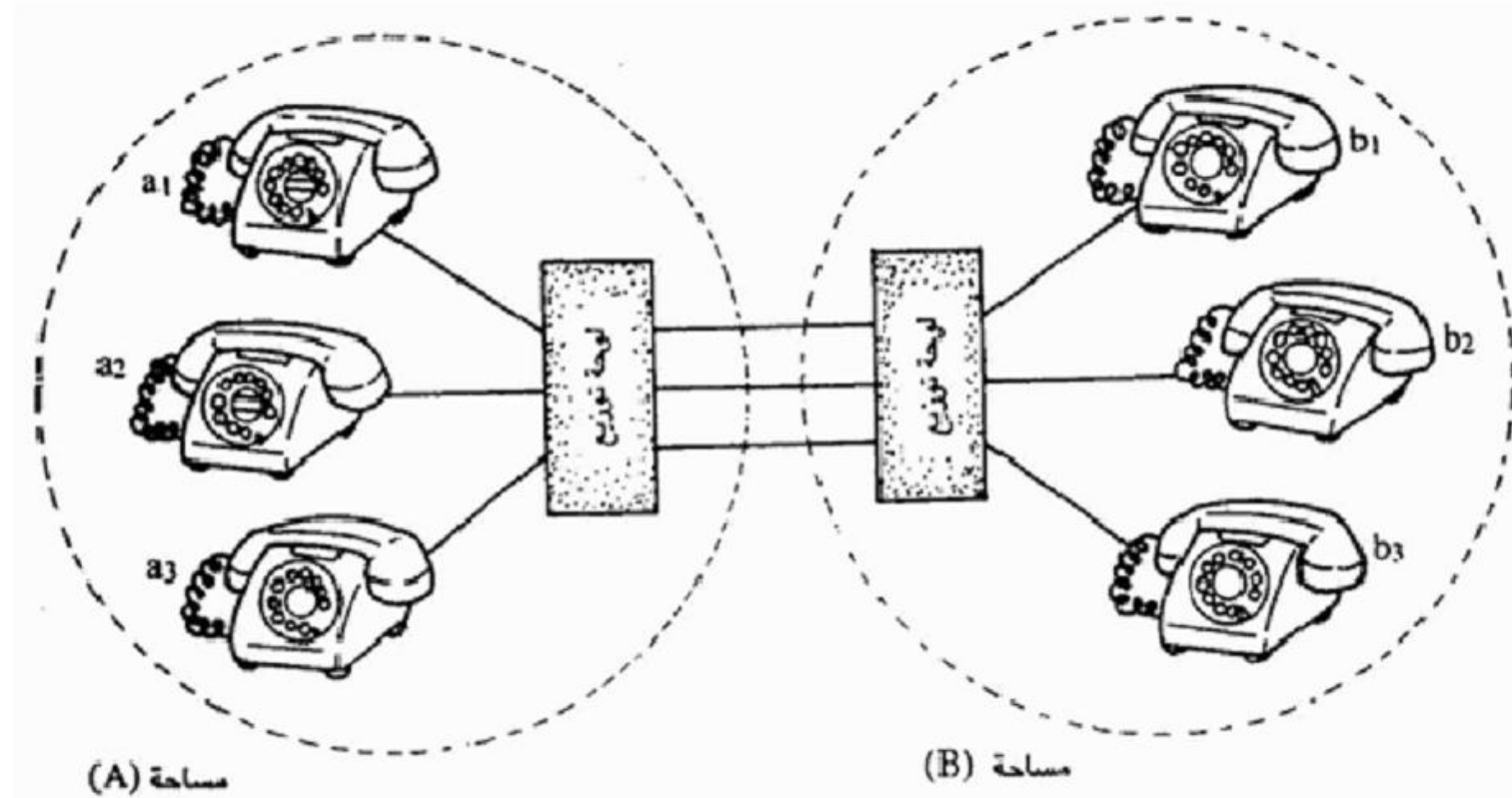
N_A تساوي عدد الهواتف في المنطقة A و N_B تساوي عدد الهواتف في المنطقة B .

في الواقع جميع الهواتف لا تعمل في نفس الوقت، وقد تم عمل فحص في حالة استخدام مئة هاتف في شركة معينة وتم حساب نسبة الهواتف التي تعمل في نفس الوقت فكانت النتيجة كما في الشكل حيث يتضح أن احتمال استعمال ٢٠ تليفون أو أكثر في نفس الوقت هو احتمال ضئيل جدا



مثال يبين احتمالية استخدام مئة هاتف في نفس الوقت.

من الشكل يتضح أن احتمال استعمال ٢٠ تليفون أو أكثر في نفس الوقت هو احتمال ضئيل جداً. ولذلك تظهر أهمية استخدام سنترال تليفوني مزود بلوحة توزيع في كل منطقة فإن الأجهزة اللازمة للشبكة التليفونية يمكن تجميعها في السنترال وبذلك تتحسن الربحية وأيضاً فإن الطول الكلي للخطوط الهاتفية اللازمة يمكن اختزاله إلى أبعد حد مقارنة بالحالة التي تتصل بها الخطوط الهاتفية بالأجهزة الهاتفية كما هو واضح في الشكل



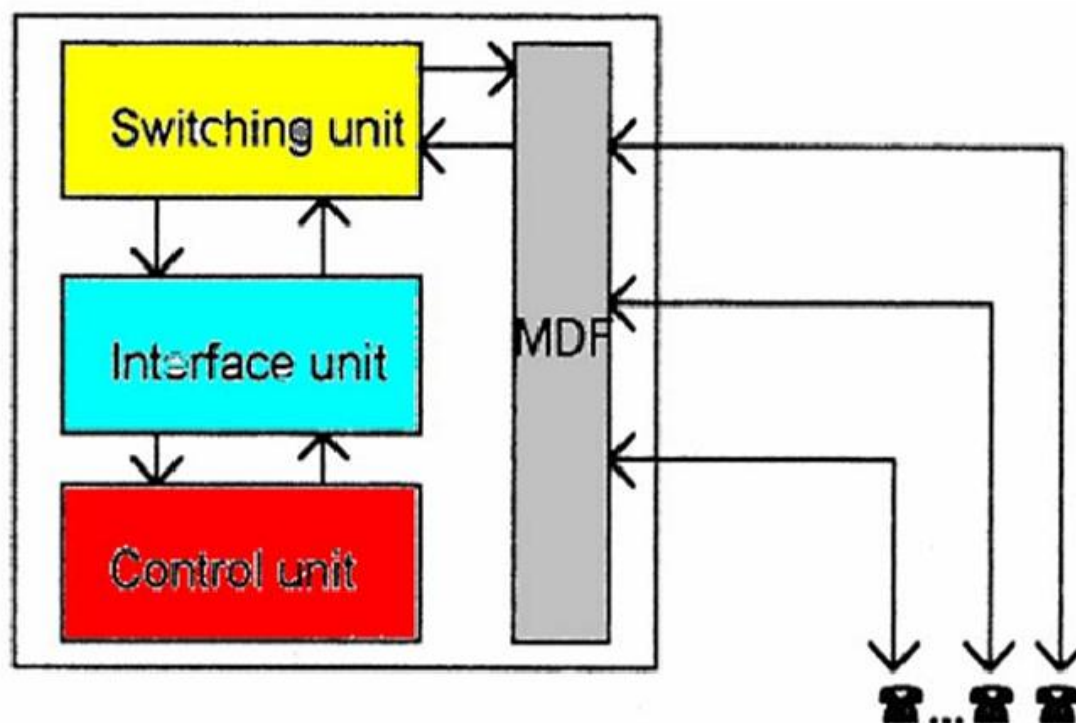
المخطط الصندوقي للمقسم الهاتفي

Block Diagram of Telephone Exchange

١- وحدة التبديل Switching Unit

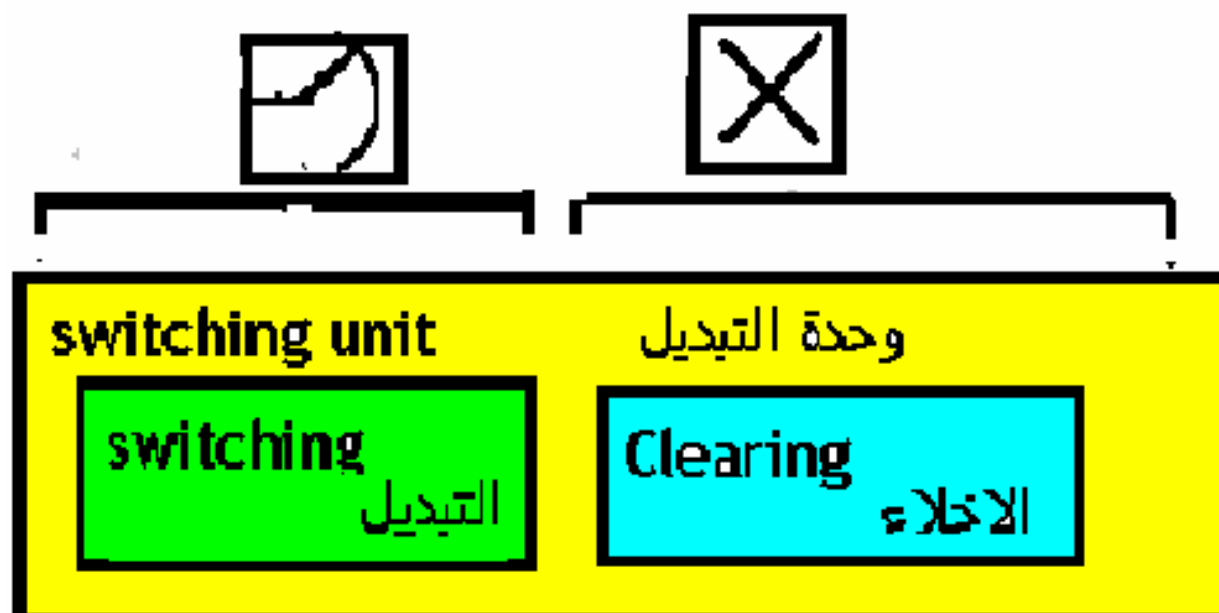
٢- وحدة التحكم Control unit

٣- وحدة المواءمة Interface Unit



وحدة التبديل Switching Unit

هي الوحدة التي تقوم بتوصيل المشترك الطالب بالمشترك المطلوب كما أنها تستشعر برفع المشترك السماعة وتعطية حرارة تمكّنه من إرسال الرقم المطلوب إلى المقسم . وهي أيضاً التي تحتوي على مولد النغمات المختلفة في المقسم. وتتكون من وحدة التبديل ووحدة الإخلاء كما هو موضح بالشكل رقم

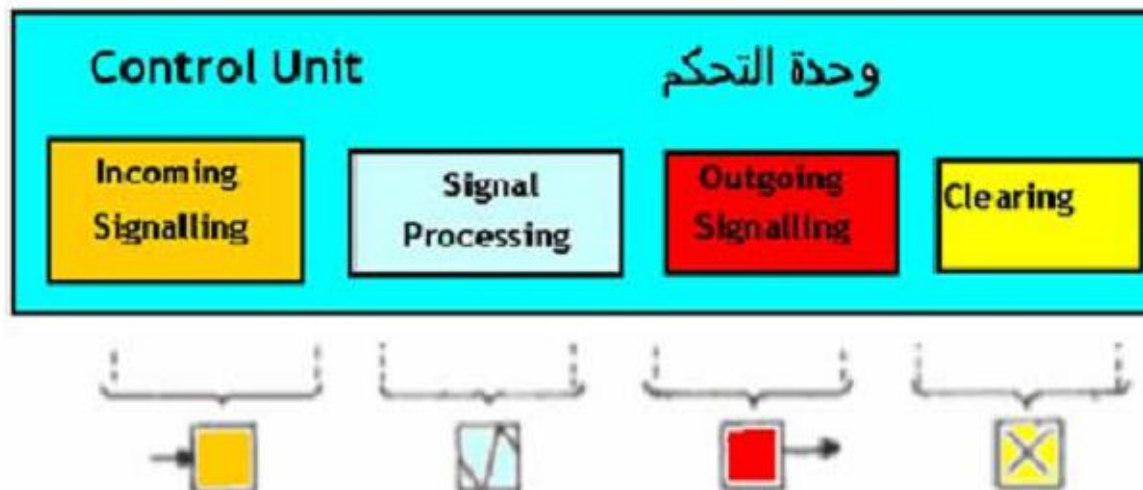


وحدة التحكم Control Unit

هذه الوحدة تقوم بمراقبة عمل وحدة التبديل كما إنها تتعرف على رقم المشترك المطلوب وتحدد المسار الأمثل لتوصيل المشترك الطالب بالمطلوب . وكذلك هي التي تحدد المسارات البديلة إذا تعذر التوصيل عن طريق المسار الأمثل . كما تتعرف على المشترك الطالب و تستحضر جميع بياناته من قاعدة البيانات بالمقسم لتحديد مستوى خدمته للطالب class of service لتستوضح هل هو مسموح له بالخدمة المطلوبة أم لا .

وتتكون من أربع وحدات أساسية هي كما بالشكل (٣ - ٣):

- أ - وحدة استقبال الإشارات (من أرقام وغيرها.....) incoming signals
- ب - وحدة معالجة الإشارات signal processing unit
- ج - وحدة إرسال الإشارات (إلى المشتركين أو المقاسم الأخرى.....) outgoing signals unit
- د - وحدة الإخلاء clearing signal unit

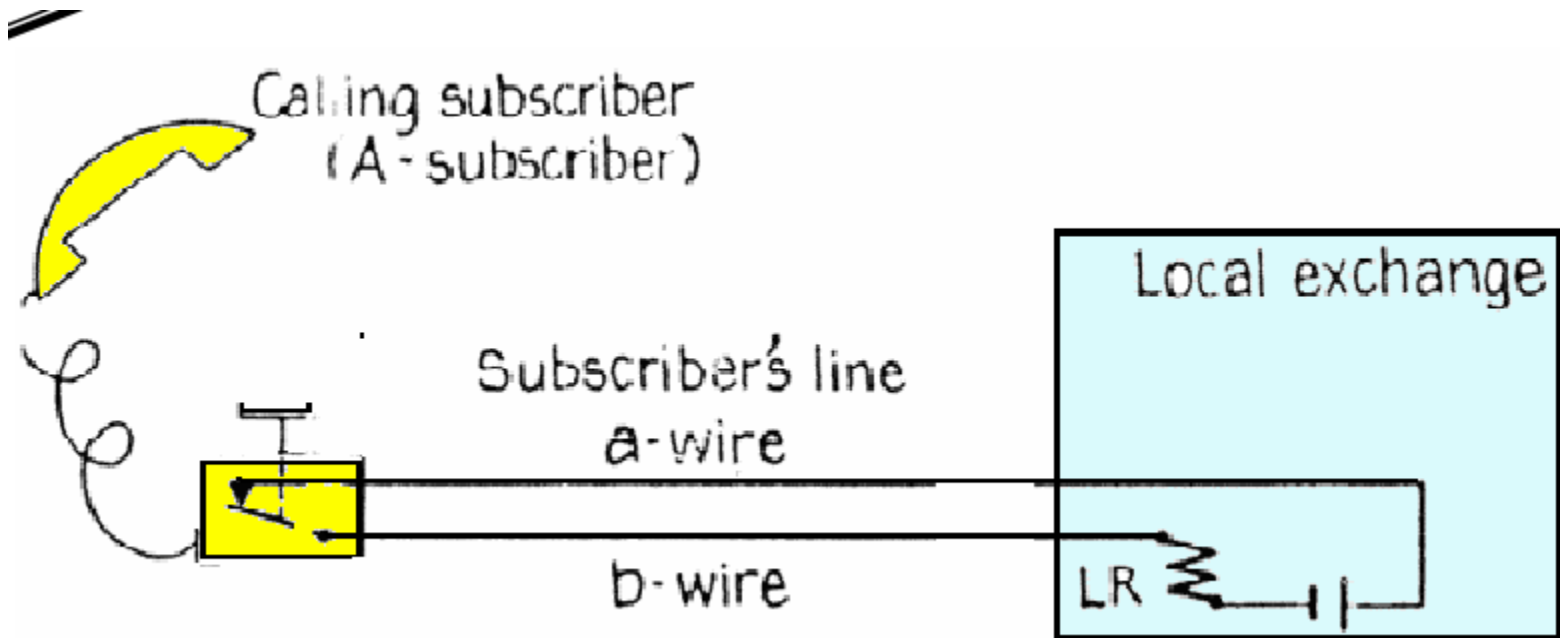


وحدة المواءمة Interface Unit

هي وحدة متوسطة بين الوحدات ذات السرعات العالية في نقل البيانات مثل المعالجات الدقيقة في وحدة التحكم وبين المعالجات المستخدمة ذات السرعات المنخفضة في نقل البيانات الموجودة في وحدة التبديل وبذلك تكون وظيفتها هي السماح بتبادل المعلومات بين الوحدات ذات السرعات العالية و الوحدات ذات السرعات المنخفضة دون أخطاء تذكر

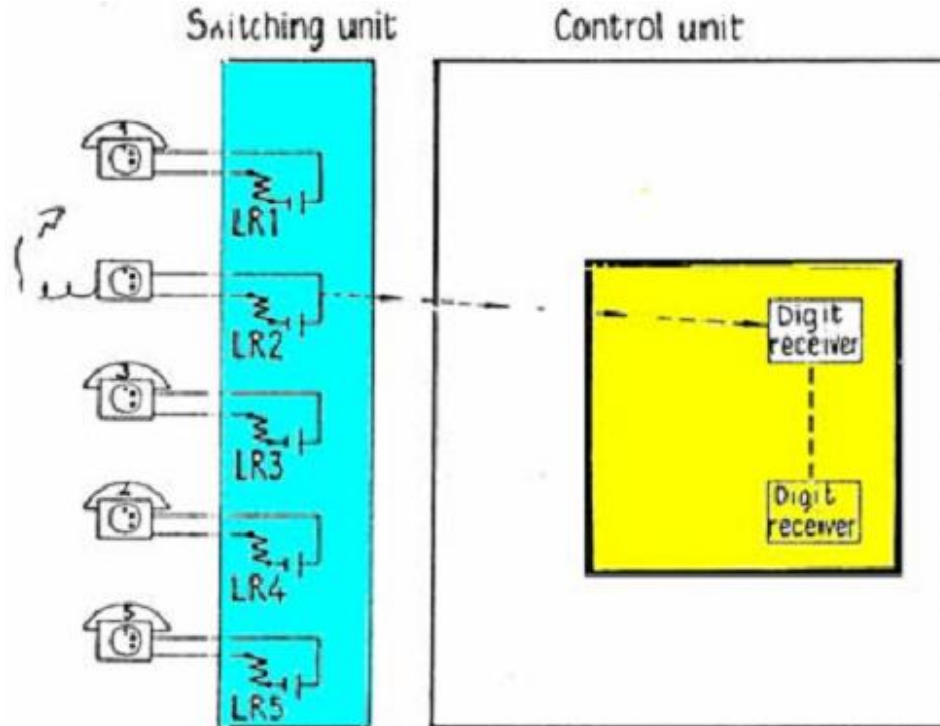
خطوات إجراء مكالمة هاتفية عبر المقسم :

- 1- عند رفع المشترك السماعة يتم إغلاق المسار بين المقسم و العدة الهاتفية فجأة مما يسبب انسياب تيار من المقسم فجأة إلى المشترك وهو ما يسمى wake-up signal بعده يبدأ القسم في استقبال الأرقام المرسله من المشترك

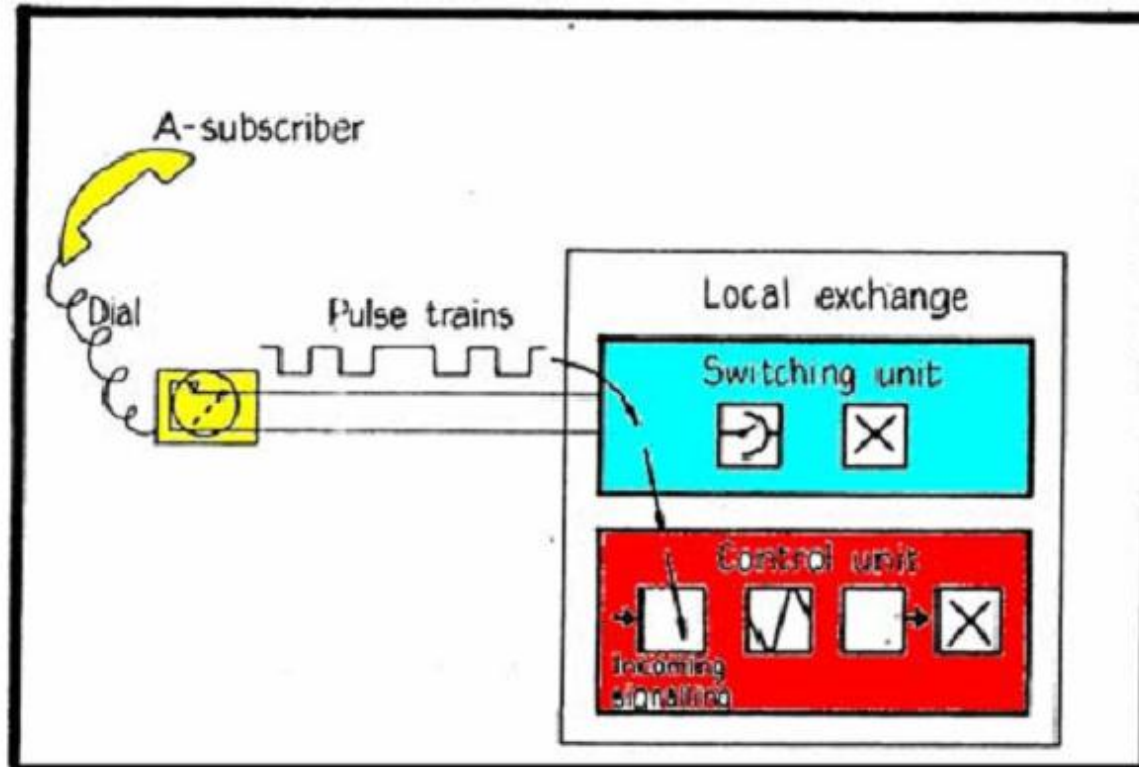


٢- تقوم وحدة التحكم في المقسم في فترة وجيزة جداً (غير محسوسة) بالتعرف على المشترك الطالب والبحث في معلوماته الأساسية لمعرفة نوع إرسال الأرقام (النبضة pulse أم خليط من الترددات Touch tone) وكذلك مستوى الخدمة class of service.

٣- ثم تقوم وحدة التحكم بإعطاء المشترك مساراً فارغاً وتحديد مستقبل أرقام مناسب لطبيعة الأرقام المستقبلية (نبضة أم خليط من الترددات) ثم تقوم بإعطاء المشترك حارة لتمكنه من الطلب كما بالشكل

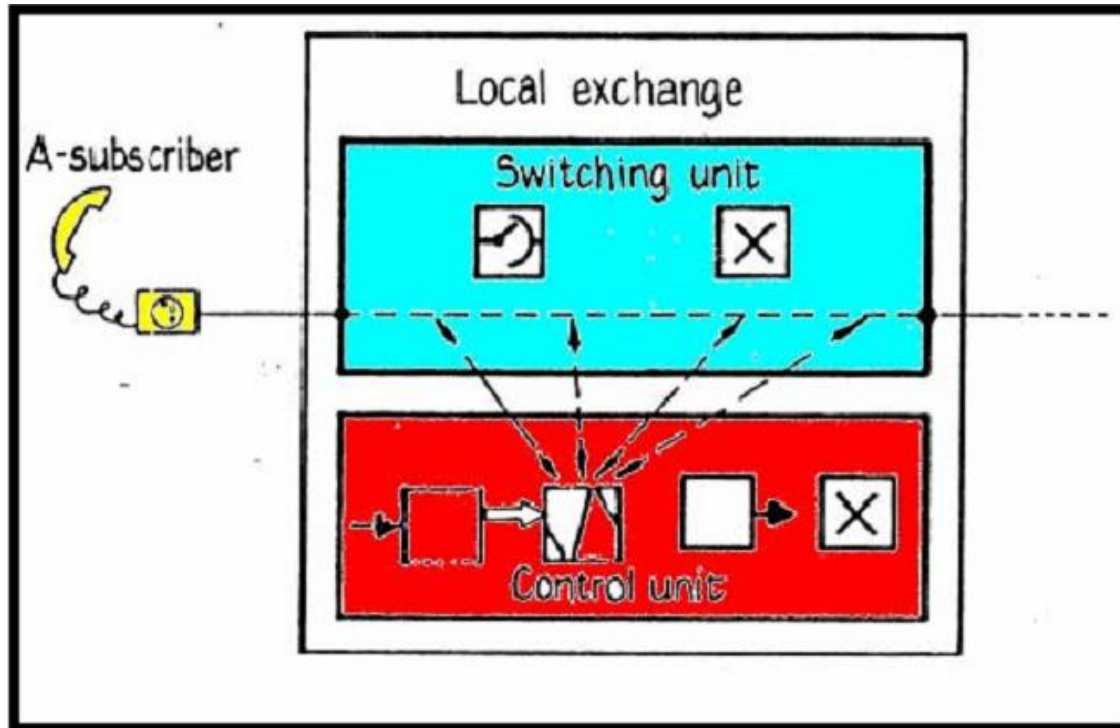


- ٤- يقوم المشترك بطلب الرقم الهاتفي المراد الاتصال به فتستقبله وحدة التحكم وتتعرف عليه وتقوم بتخزينه في وحدة الإشارات المستقبلية كما بالشكل

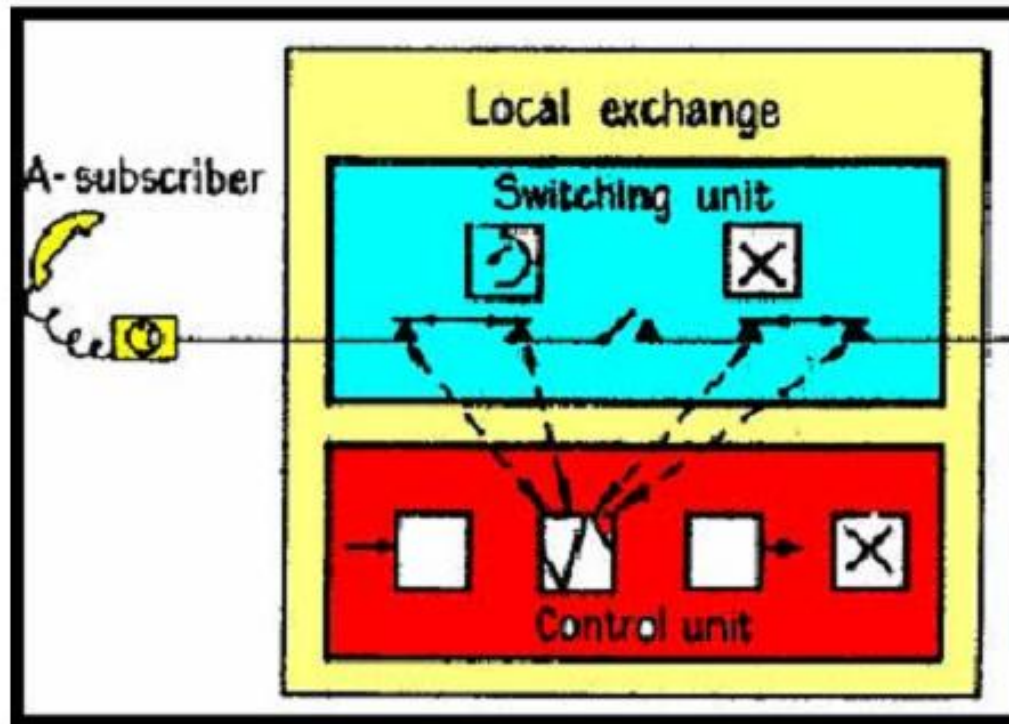


-٥

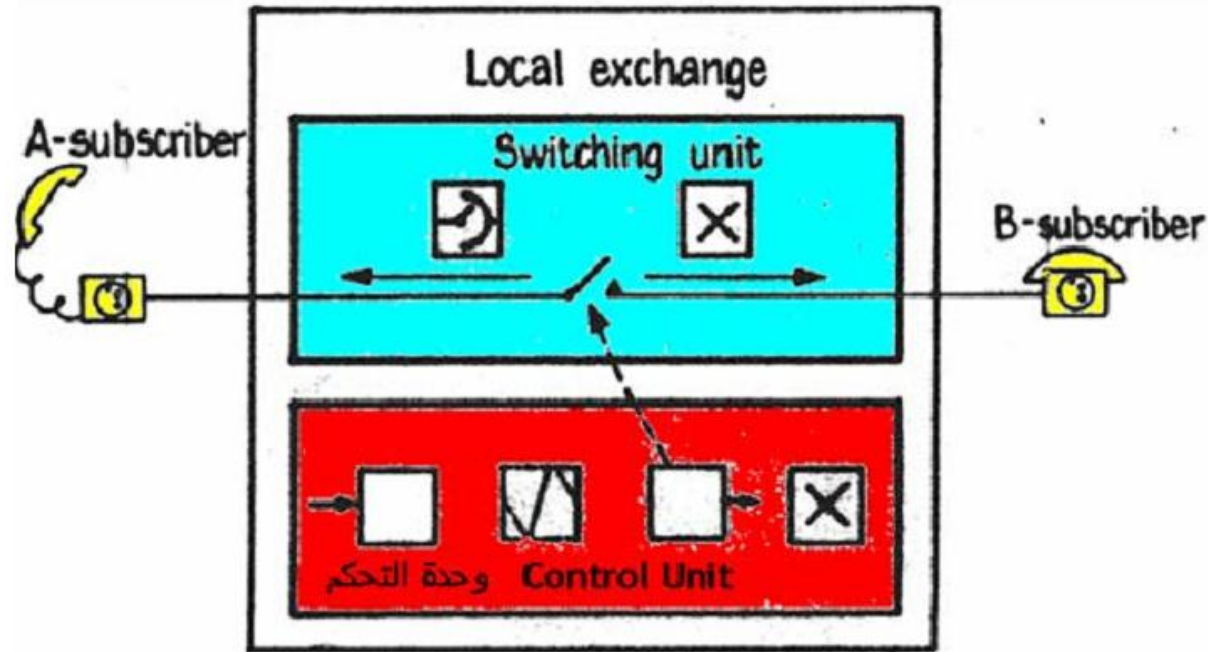
بعد استقبال آخر خانة في الرقم المطلوب last digit تقوم وحدة تحليل الإشارات الموجوده في وحدة التحكم بتحليل الرقم الهاتفي المطلوب واختيار المسار المناسب لتوصيل المشترك الطالب بالمطلوب كما بالشكل



تقوم وحدتا التحكم (وحدة معالجة الإشارات) والتبديل باختيار مسار الدخل incoming path ومسار الخرج outgoing path كل على حده بعد هذه الخطوة يكون المساران جاهزين ولكنهما غير متصلين ببعضهما البعض كما بالشكل



- ٧- تقوم وحدة إرسال الإشارات الموجودة في وحدة التحكم بإرسال إشارة لكل من مسار الدخل ومسار الخرج لتوصيلهما معاً كما بالشكل



- ٨- بعد توصيل مساري الدخل والخرج ببعضهما تقوم وحدة الإخلاء بإنهاء مهمة وحدة التحكم وتتولى وحدة التبديل إرسال جرس للمطلوب وجرس خلفي للطالب
- ٩- تبدأ بعد ذلك مهمة أخرى لوحدة التحكم ألا وهي مراقبة سير المكالمات الهاتفية . وعند رفع المشترك المطلوب للسماعة يتوقف الجرس ويتم توصيل المشترك الطالب و المطلوب على مسارات الكلام speech path

شبكة التوزيع الهاتفية

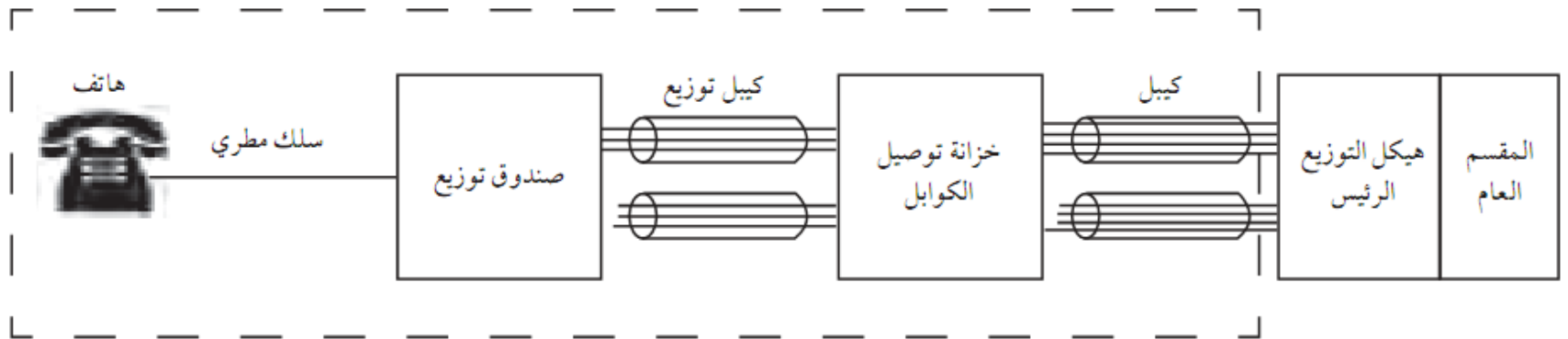
و تبدأ شبكة الهاتف الخارجية العامة من هيكل التوزيع الرئيس Main Distribution Frame (MDF) بمبنى المقسم إلى وحدة صندوق التوزيع Distribution Box Unit (DBU) و المثبتة على مباني المشتركين .

و تتكون شبكة الهاتف الخارجية من قسمين هما :

١- الشبكة الهاتفية الابتدائية Primary Telephone Network

٢- الشبكة الهاتفية الثانوية Secondary Telephone Network

شبكة التوزيع



١- وحدة صندوق التوزيع DBU :

و هي وحدة توزيع للخطوط الهاتفية تختص بأحد المباني . يتم توزيع الخطوط الثانوية للكبينة جهة المشترك على عدد من وحدات صندوق التوزيع DBU بحيث يكون مجموع الخطوط الموزعة هو ٨٠٠ خط.

لاحظ أن هناك أنواعاً مختلفة السعات من وحدات صندوق التوزيع حسب كثافة المشتركين بكل مبنى فهناك السعات ١٠ ، ٢٠ ، ٣٠ ، ... إلخ .

وتعتمد سعة صندوق التوزيع على عدد المشتركين الذين يتوقع أن يخدمهم



٢- الكبائن Cabinets :

توضع الكبائن لتنظيم توصيلات المشتركين في الشارع الواحد . و هي توجد بسعات مختلفة . ويتم ربط مجموعة من الصناديق بخزانة توزيع رئيسة (خزانة توصيل الكوابل) عن طريق كابل توزيع يتفرع عنه كابل صغير لكل صندوق



ترتبط خزانة التوزيع مع هيكل التوزيع الرئيسية MDF بكابل رئيسي ذي سعة كبيرة .

ومن هنا يتضح أن هناك سعات مختلفة للكوابل تختلف باختلاف اهداف استعمالها فمثلاً تستخدم الكوابل ذات السعات الصغيرة نسبياً من عشرة أزواج حتى مئة زوج ككوابل فرعية ، أما الكوابل ذات سعة 2000 أو 4000 خط فتستخدم ككوابل رئيسة .

٣- هيكل التوزيع الرئيس (MDF) : Main Distribution Frame

يوجد بمدخل مبنى المقسم

يتكون هيكل التوزيع الرئيسة (MDF) من قوائم معدنية عمودية وأفقية مثبتة بشكل جيد، ويوجد على هذه القوائم حوامل وتوصيلات، كل حامل يمكن أن يتسع لمئة خط (زوج)

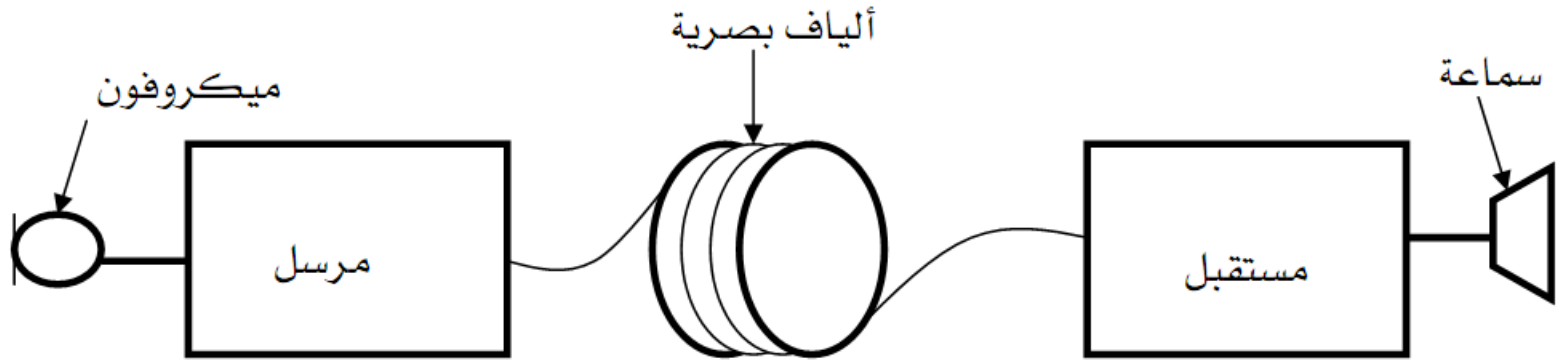


٤- ساعات الكوابل في شبكة الهاتف الخارجية :

تتخصص ساعات الكابلات المستخدمة في حيز الجزء الابتدائي للشبكة الهاتفية بالساعات التالية : ١٠٠ -
٢٠٠ - ٣٠٠ - ٤٠٠ - ٦٠٠ - ٩٠٠ - ١٠٠٠ - ١٢٠٠ - ١٥٠٠ - ١٨٠٠ - ٢٤٠٠ خط هاتفي ، أما ساعات
الكابلات المستخدمة في حيز الجزء الثانوي للشبكة الهاتفية فتتخصص بالساعات التالية : ٢٠ - ٥٠ -
١٠٠ - ٢٠٠ - ٣٠٠ خط هاتفي.

كوابل الألياف البصرية :

و هي عبارة عن وسط بصري يقوم بالربط بين مرسل **TRANSMITTER** و مستقبل **RECEIVER** . و



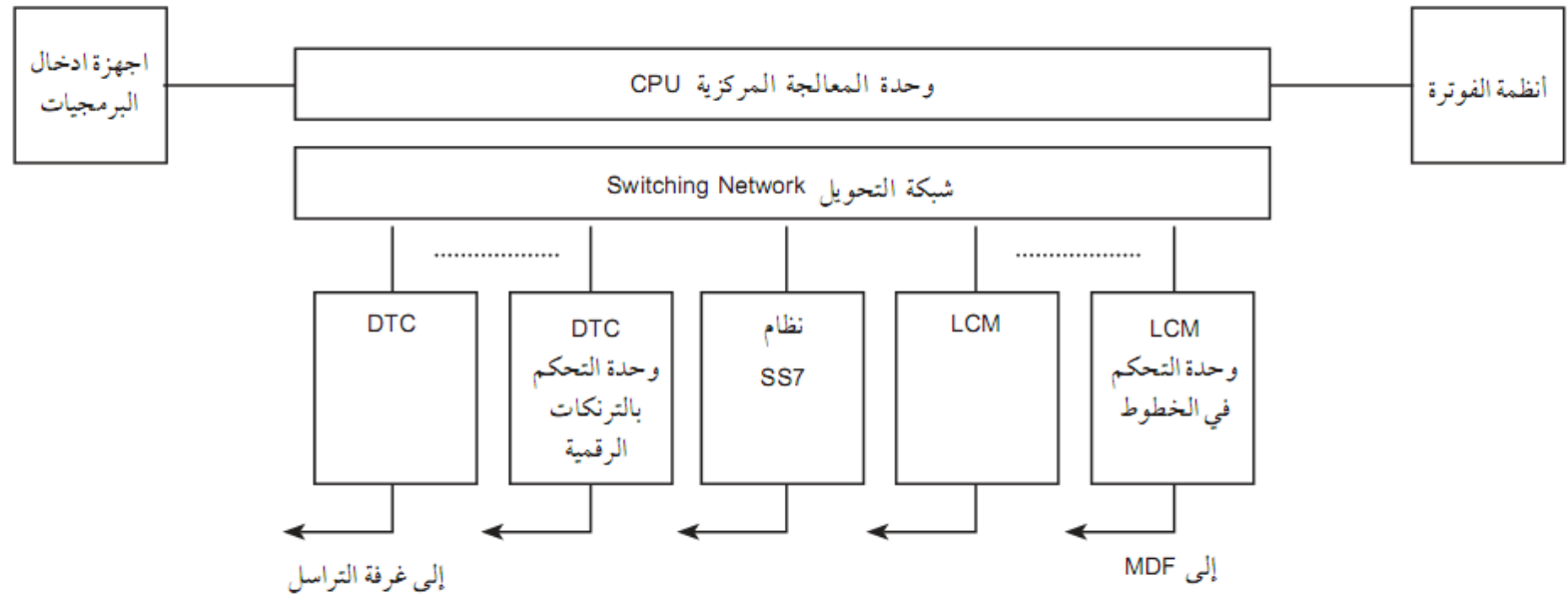
١- تسمح بمرور عرض نطاق متسع للإشارات

٢- أقل فقد في التراسل

المقاسم (Switches)

المقسم الرقمي وأنظمته الرئيسية

إن المقاسم في الشبكة الهاتفية هي الجزء الذي يعمل على التحكم وإدارة هذه الشبكة بأجزائها المختلفة، وبآليات تهدف إلى تقديم الخدمة الهاتفية للمستخدمين بالشكل المطلوب



مخطط صندوقي للمقسم الرقمي

يتكون المقسم من عدد من الأنظمة التي تتكامل فيما بينها ، وهذه الأنظمة هي :

- أنظمة التعامل مع المشترك .
- أنظمة الترقيم .
- أنظمة البرمجيات الخاصة .
- نظام الإشارة للقناة المشتركة .
- أنظمة الفوترة .

أنظمة البرمجيات الخاصة بالمقسم

هي برمجيات خاصة تسهل المهام الآتية :

- ١ . عمل الإعدادات اللازمة لأرقام الخطوط وربطها بأرقام الهواتف في الشبكة وكذلك الإعدادات اللازمة للوصلات التراسلية ولأنظمة الإشارة SS7 .
- ٢ . إظهار المشكلات الخاصة بأي وحدة من الوحدات التي يتكون منها المقسم .
- ٣ . تسجيل وتوضيح المشكلات الخاصة بالوصلات التراسلية الخارجية .
- ٤ . إظهار وتوضيح المشاكل الخاصة بالمشترك .
- ٥ . تعريف المسارات الخاصة بالمكالمات من خلال القنوات المتاحة (PCM channels) .

البروتوكول S.S.7

نظام الإشارة للقناة المشتركة (Common Channel Signaling System No. 7 (SS7 or C7)

وهو مجموعة من البروتوكولات تستخدم في التحكم في عملية بدء المكالمات وتحديد مسارها بين المقاسم وإنائها اعتماداً على شبكة من القنوات الرقمية الموصلة بين المقاسم من خلال تبادل رسائل إشارات خاصة (Signaling messages).

وكانت شركة AT&T الأمريكية أول من اخترع هذا النظام عام 1975م والذي أعتمده الاتحاد الدولي للاتصالات فيما بعد لينتشر عالمياً.

وتستخدم هذه الآلية للمكالمات التي تعبر بين المقاسم.

ويتميز هذا النظام بالعديد من المزايا والتي أدت إلى انتشاره عالمياً أهمها:

١. سرعة عالية في عملية التجهيز للمكالمة Call Setup.
٢. فاعلية أكثر في استخدام القنوات الصوتية.
٣. تدعم الشبكة الذكية وخدماتها الخاصة، مثل:

الشبكة الذكية: هي مجموعة أنظمة متطورة تتفاعل لتعطي إمكانية أكبر في التحكم في المكالمات الهاتفية لتفعيل خدمات خاصة.

- الرقم المجاني Toll Free
- خدمة المكالمات مسبقة الدفع

ويتكون هذا النظام من :

- أداة ربط الإشارة (Signaling Link) : هي قنوات ذات اتجاهين تستخدم لتمرير الإشارات بين عناصر الشبكة بمعدل نقل معلومات 64 كيلوبت / الثانية .
- نقطة الإشارة (Signaling point) : في شبكة إشارة القناة المشتركة SS7 ، يمثل كل مقسم برقم محدد وعالمي يدعى رمز نقطة الإشارة signaling point code ، ويحدد كل رمز وظيفة المقسم داخل الشبكة ، وهناك ثلاثة أنواع من نقاط الإشارة :

أنواع من نقاط الإشارة:

SSP Service Switching Point

STP Service Transfer Point

SCP Service Control Point

١. نقطة تحويل الخدمة SSP: تستخدم في المقاسم المحلية.

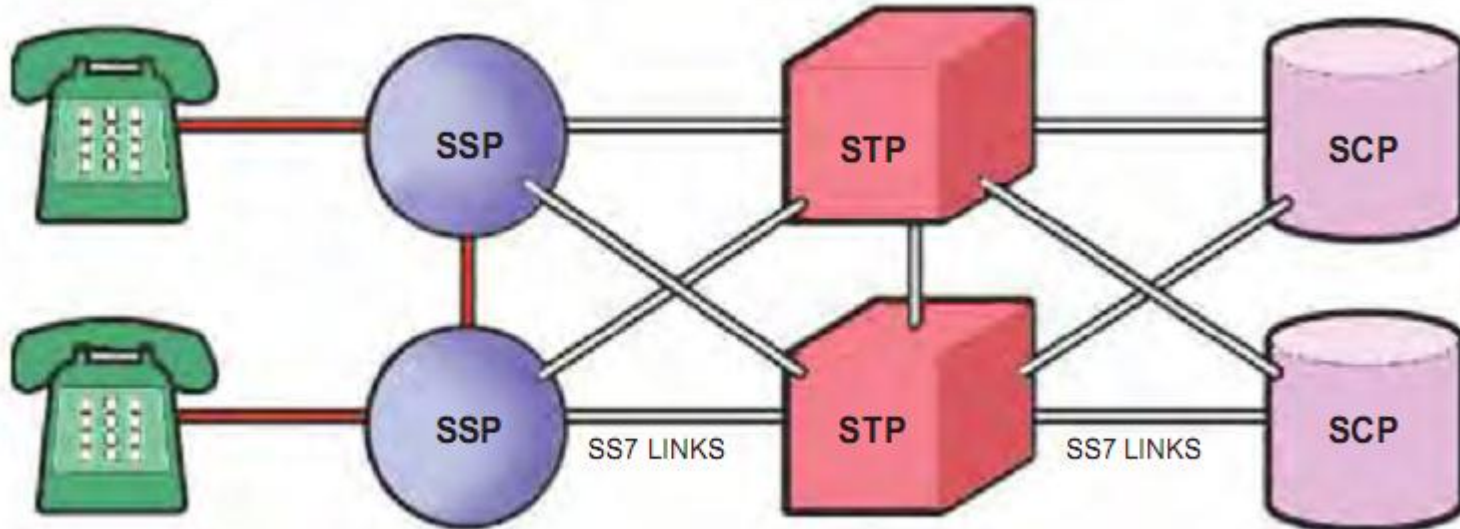
٢. نقطة نقل الخدمة STP: تستخدم في مقاسم العبور

أو المقاسم الدولية التي تقوم بتسيير المكالمات الهاتفية

بين المقاسم.

٣. نقطة التحكم بالخدمة SCP: تستخدم في آلية العمل الخاصة بربط الشبكة الذكية بشبكة

الاتصالات العامة.



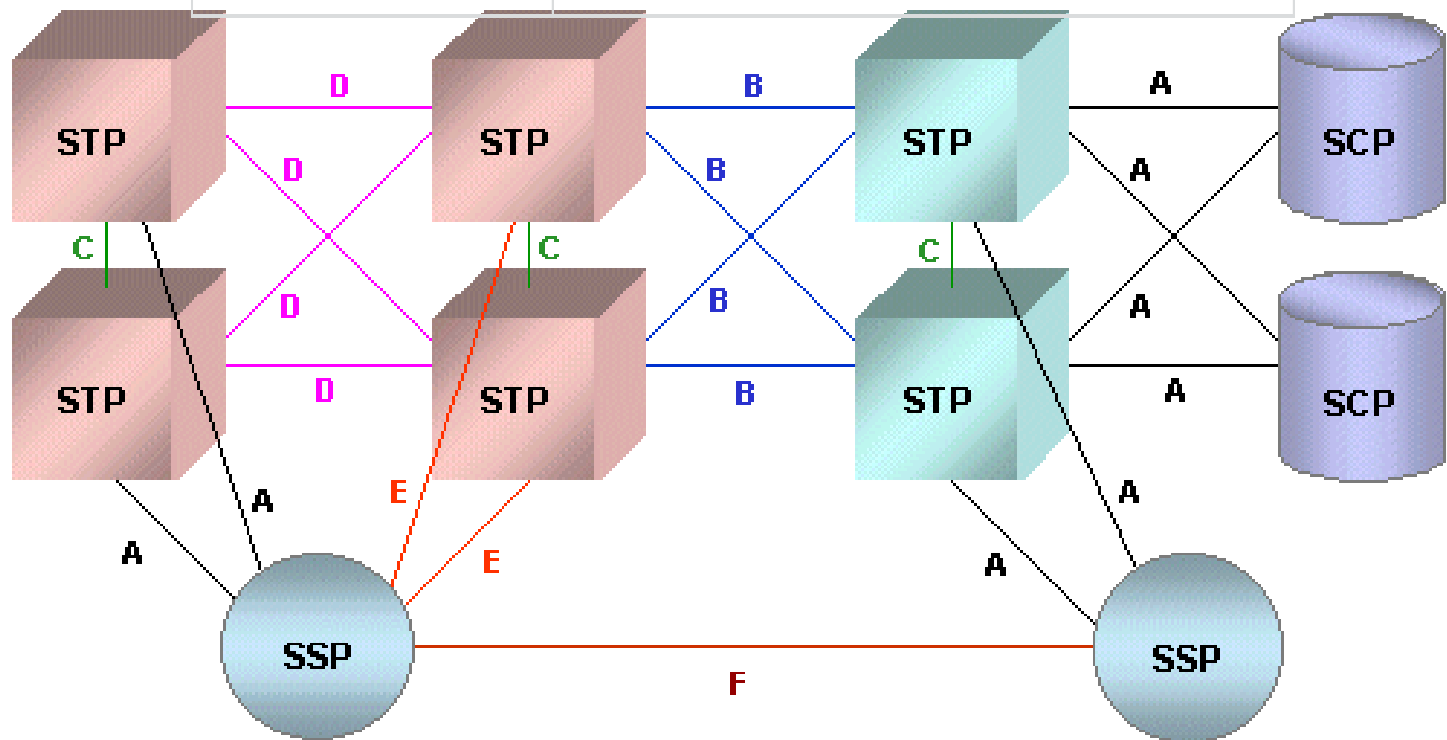
بالنتيجة:

ساهم هذا البروتوكول في تحسين الأداء الأمثل للشبكات الرقمية (ISDN)

- 3 types of signaling points:
 - 1) SSP(Service Switching Point)
 - 2) STP(Signal Transfer Point)
 - 3) Service Control Point

Component	Function
Signal Switching Points (SSP's)	SSP's are telephone switches (end offices or tandems) equipped with SS7-capable software and terminating signaling links. They generally originate, terminate, or switch calls.
Signal Transfer Points (STP's)	STP's are the packet switches of the SS7 network. They receive and route incoming signaling messages towards the proper destination. They also perform specialized routing functions.
Signal Control Points (SCP's)	SCP's are databases that provide information necessary for advanced call-processing capabilities

Component	Function
Signal Switching Points (SSP's)	المقسم المحلي
Signal Transfer Points (STP's)	مقسم العبور
Signal Control Points (SCP's)	data base

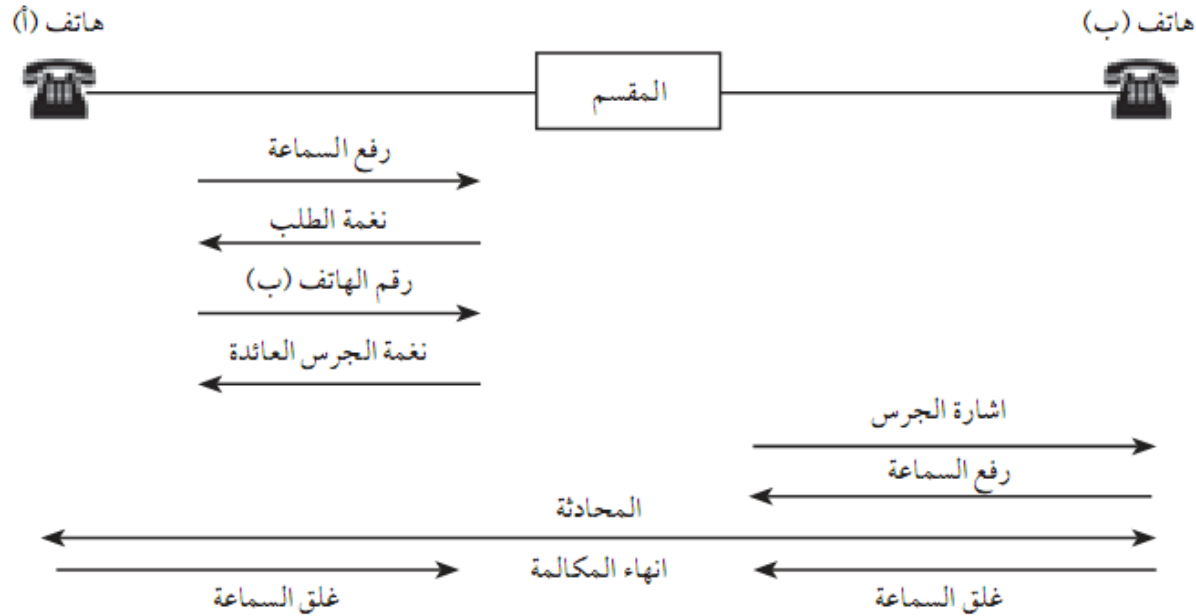


سيناريو المكالمات الهاتفية

بعد طلب المشترك الرقم المطلوب تقوم وحدة التحكم بتحديد ما إذا كان الرقم المطلوب يقع ضمن المدى الرقمي للمقسم نفسه أم لا وإذا كان تابعاً للمقسم نفسه فتسمى المكالمات مكالمات محلية .

تقوم وحدة التحكم بفحص قاعدة البيانات لتستطيع ربط الهاتف المطلوب برقم خطه في المقسم .

إذا كان الخط مشغولاً فإن وحدة التحكم في المقسم تقوم بإصدار نغمة خاصة تدعى نغمة الخط المشغول ،



في حالة عدم وجود الرقم المطلوب في نفس المقسم الذي ينتمي له الرقم الطالب :

١. بعد طلب المشترك الرقم المطلوب تقوم وحدة التحكم بتحديد أن الرقم المطلوب لا يقع ضمن المدى الرقمي للمقسم ، ويقع ضمن مدى رقمي لمقسم آخر .

٢. تقوم وحدة التحكم بتفعيل دائرة إشارات SS7 مع المقسم الذي ينتمي إليه الهاتف المطلوب إما بشكل مباشر إذا توفر رابط إشارة مباشر مع المقسم المطلوب باستخدام نظام إشارة SSP . أو عن طريق مقسم عبور باستخدام نظام إشارة STP إذا لم يتوفر رابط مباشر ، وكذلك الحال في تمرير المكالمات الدولية عن طريق المقاسم الدولية في الشبكة .

٣. ترسل الإشارات متضمنة الرقم المطلوب ، ويتم تفعيل وحدة التحكم في المقسم المطلوب لإرسال نغمة الجرس إذا لم يكن الرقم المطلوب مفصلاً أو مشغولاً .

٤. يتم فتح قناة هاتفية بمعدل تمرير 64 كيلوبت لكل ثانية

٥. عند إنهاء المكالمة تقوم وحدة التحكم في المقسم الذي ينتمي له الرقم المغلق لسماحته أولاً ، ببعث إشارة من خلال رابط الإشارة للمقسم الآخر لإغلاق القناة الهاتفية وإنهاء المكالمة .