الباب الأول

هندسة المعلومات والاتصالات

obeikandl.com

obeikandl.com

الهاتف

يعتمد مبدأ الهاتف على تحويل ذبذبات الصوت إلى إشارات كهربائية وبالعكس وقد كان المعلم الألماني يوهان فليب رايس (١٨٣٤ - ١٨٧٤) هو أول من استخدم هذا المبدأ عام ١٨٥٢ لكن تطوير الهاتف بشكله العملي لم يتحقق إلا عام ١٨٧٦ على يد إلكسندر رغاهام بل (١٨٤٧ - ١٩٢٢) عندما قدمه للناس لأول مرة في معرض فلادلفيا الدولي. ويعد الهاتف اليوم من الأشياء الضرورية في حياتنا اليومية في البلدان الغربية تصل نسبة البيوت التي تملك خطاً هاتفياً إلى ٩٠٪.

مبدأ العمل ❶ ❷

يتألف الهاتف البسيط بشكل أساسي من لاقط صوتي (مايكروفون) (⟵) يعمل كمرسل للإشارة ومن سماعة تقوم بدور مستقبل الإشارة.

في الهواتف ذات القرص التي أصبحت الآن قليلة الاستخدام يوجد قرص طلب الأرقام وقرص تعديل عزم العطالة ومهمته جعل قرص الطلب يرجع إلى وضعه الابتدائي بسرعة ثابتة بعد تدويره.

بالإضافة إليهما يوجد مفتاح توليد نبضات الأرقام (NSI) الشكل (١)، وهو الذي يقطع دارة تيار الهاتف أثناء شوط العودة مرة أو مرتين.. إلى عشرة مرات بحسب الرقم المطلوب، وذلك لمدة ٤٠ مل ثانية للانقطاع الواحد مما يؤدي إلى تغيير وضعية الحاكمة التابعة له في المقسم بعدد مرات الانقطاع.

ويتم قصر دارتي السماعة واللاقط عن طريق وصل المفتاح (NSA) الذي يبقى موصلاً أثناء اختيار الأرقام، وذلك لمنع حدوث أصوات التشويش الناتجة عن الفصل والوصل..

إذا بقيت السماعة في مكانها يسري تيار الهاتف عن طريق الخط (LA) والمكثف C والساعة W والخط Lb.

عند رفع السماعة يغلق المفتاح المزدوج C، محققاً وصل التماس مع دارة المقسم، ويتم وصل دارتي السماعة واللاقط مغناطيسياً عن طريق ملف تحريضي. ويمر تيار تغذية اللاقط عبر الخط La وتماس النبضات NSI والمفتاح المزدوج G (المبدّلة) وكذلك عبر وشيعة النقل ? واللاقط m والخط Lb.

في الهواتف الحديثة ذات اللوحات الرقمية (الشكل ٢-آ) يتم إنجاز التقطعات المتناسبة مع زر الرقم المطلوب إلكترونياً (الناخب النبضي)، وتحتوي أجهزة الهاتف الموصلة مع مقاسم إلكترونية رقمية على لوحة أزرار تعتمد في تحديد الرقم المطلوب على الجمع بين ترددين (ناخب نغمي أو ناخب متعدد الترددات، الشكل ٢-ب).

الاتصال: (المقسم) ❸

عند رفع سماعة الهاتف يتم تشغيل الناخب (الباحث عن المكالمات) عن طريق دارة تيار مستمر في المقسم (الشكل ٣)، وهو بدوره يوصل المشترك الطالب للاتصال بناخب دوار، حيث يعلم الأخير المشترك بجاهزيته لتلقي مهمة اختيار الرقم المشترك المطلوب عن طريق إصداره لصوت الجاهزية (صوت وجود الخط)، وبعد الناخب الدّوار ذو المحرك الثمين (EMD) العنصر الأساسي في تقنية الربط الكهرطيسي، حيث تتم قيادته من خلال نبضات الأرقام الآتية من جهاز طالب الاتصال. وبسرعة (١٧٥) خطوة في الثانية يبحث بين عدد كبير من الخطوط (تمثل المشتركين في الشبكة) عن الرقم المطلوب ليوصله مع الخط الطالب إن لم يكن مشغولاً.

وفي هذه الأيام يزداد انتشار المفاتيح الإلكترونية في تنفيذ عمليات الربط في نقاط الوصل، لهذا الغرض تستخدم عناصر المزج الزمني التي تقوم بأكثر من عملية ربط في الوقت نفسه، وفي خطوط النقل تستخدم الآن بكثرة الألياف البصرية (⟵ نواقل الموجات الضوئية)، حيث تؤمن الاتصال والنقل رقمياً كما تؤمن التبديل التمثيلي - الرقمي مباشرة عند المشترك.

إن تطور أنظمة الاتصالات البصرية أدى إلى الوصول إلى سرعات كبيرة في نقل المعلومات وأمكننا من بناء أنظمة الاتصالات العريضة الحزمة وهي أنظمة شاملة (مثل ISDN ؛⟵ شبكات الاتصالات البعيدة).

تقد نقاط الوصل (المقاسم) بمثابة العقد في البنية الهرميّة للشبكات الهاتفيّة. تشكل في ألمانيا المقاسم المركزية (ZVST) أعلى مستوى في الشبكة، وهي موصولة مع بعذها البعض على شكل حلقات عن طريق حزمة خطوط غليظة، ومنها أيضاً يتم الاتصالات الدولية وتوصل المقاسم المركزية هذه مع المقاسم الرئيسية (HVST) بشكل نجمي، التي توصل معها المقاسم (العُقدية KVST) والمقاسم الطرفية (EVST) إلى المشتركين، وتألف مفاتيح النداء المحلية من أرقام المقاسم. بحيث يكون:

الرقم الأول = المقسم المركزي ZVST

الرقم الثاني = المقسم الرئيسي HVST

الرقم الثالث = المقسم العقدي KVST

الرقم الرابع = المقسم الطرفي EVST.

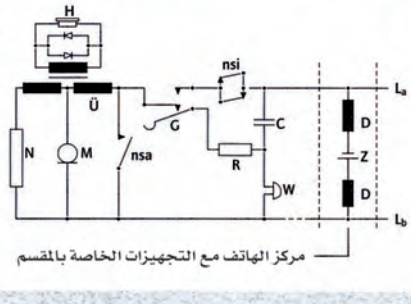
تطورات حديثة:

في السنوات الأخيرة يزداد السعي لتحويل شبكات الهاتف إلى التقنيات الرقمية، والتي أمكنت على سبيل المثال من استخدام المودم Modem (⟵) في عمليات نقل المعلومات وبها اكتسبت الشبكة كثيراً من الميزات الجديدة مثل ميزة الانتظار والمؤتمر الثلاثي وتحويل المكالمات وكذلك إمكانية نقل الصور الملونة ثابتة ومتحركة.

على التوازي مع التحوّل إلى التقنيات الرقمية دخلت عالم الاتصالات تقنيات الهاتف اللاسلكي (⟵) في البيت والمنزل والهاتف الجوال (⟵) والبيجر (⟵ خدمات النداء اللاسلكي) الذي يستخدم لاستقبال رسائل معلومات قصيرة.

❶ الهاتف ذو ناخب الأرقام الميكانيكي (دارة التوصيل)

H = السماعة
Ü = وشيعة النقل
N = مقاومة لتخفيف الصدى
M = لاقط الصوت
nsa = مفتاح قصر السماعة واللاقط (لتجنب التشويش) اثناء طلب الرقم.
nsi = مولد النبضات المميزة للأرقام
G = مفتاح مزدوج (معدلة) في وضع إغلاق (جاهزية الهاتف)
R = مقاومة
C = مكثف
W = ساعة
L_a, L_b = خطوط النقل
D = ملف خانق
Z = وحدة التغذية المركزية



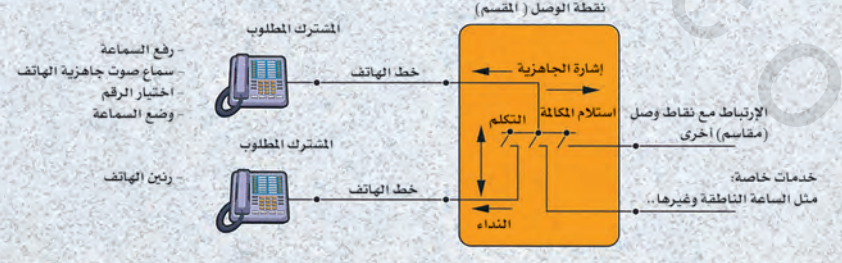
❷ هاتف الأزرار الرقمية

ⓐ تصميم حديث

ⓑ ترتيب الترددات الموافقة للأزرار

هنا: ناخب نغمي ذو ترددين، عند ضغط أحد الأزرار يتم إطلاق إشارتين متتاليتين بترددين أحدهما تردد السطر الموافق والاخر هو تردد العمود الذي يقع عليه الزر.

❸ المقسم الذي يربط بين طالب الإتصال والمشترك المطلوب



الهاتف

الهاتف اللاسلكي

ينضوي تحت مفهوم التهاتف اللاسلكي عملية الاتصال الهاتفي عبر جهاز هاتف غير موصول بسلك يعمل بإشارة «سلكية محدودة المدى في المنزل أو المكتب». يتألف الهاتف اللاسلكي (الشكل (١) من جزء أساسي (قاعدة الشحن) موصول على خط الهاتف وجزء متنقل مزود بهوائي ضمني أو خارجي، تتم تغذية الجزء المتنقل من مُدّخرة قابلة للشحن (بطارية) يحتاج بين الحين والآخر إلى إعادة الشحن من القاعدة بسبب سعته المحدودة. يتحقق الاتصال اللاسلكي بين القاعدة والجزء المتنقل عن طريق الموجات الكهرومغناطيسية.

نظام البث التمثيلي ❷

لقد تم استخدام أول هاتف لاسلكي في السبعينات من القرن الماضي في الولايات المتحدة الأمريكية، وبعد ذلك قامت مؤسسة الهاتف الأمريكية (FCC) بتحديد القواعد الناظمة للبث الهاتفي اللاسلكي، والتي تعرف اليوم بنظام CTO – (بالإنكليزية: Cordless Telephon no.O)، تعمل الأجهزة طبقاً لهذا النظام بشكل تمثيلي (Analog) (الشكل (٢) – (آ).

وتستخدم لكل من الإرسال والاستقبال حزمة إشارة مستقلة في مجال الترددات ذات الأمواج البالغة القصر (USW). وقد منع استخدام هذا النظام في أوربا لأنه لا يساعد على حصر الرسوم الهاتفية بدقة ولأن سرّية المكالمات غير مضمونة، حيث يمكن لأي جهاز استقبال التنصت على المكالمات، علامة على ذلك لا يوجد أي دليل، واضح على تبعية الجزئين الثابت والمتنقل لبعضهما البعض، الأمر الذي يترك المجال مفتوحاً لسوء الاستخدام (أي أن يستخدم الجزء النقال خطأ غير خطة في مكالماته).

في عام ١٩٨٩ وضعت مديريات البريد والهاتف الأوروبية (CEPT) نظام CTI للهاتف اللاسلكي. عند بث المكالمات بإرشادات تمثيلية يتم حجز /٨٠/ زوجاً من الحزم التي تعمل ضمن المجال الترددي ٩٣٠-٩٣٢ ميغا هرتز والمجال ٨٨٥-٨٨٧

obeikandl.com

ميغا هرتز. وقد تم تحديد استطاعة الإرسال بحيث لا يتجاوز مدى الجهاز /٢٠٠/ متراً في الهواء و/٥٠/ متراً ضمن الأبنية، ويعمل النظام بطريقة مزج الترددات (FDM) (بالإنكليزية: Frequency Division Multiple)، الذي يسمح ببث عدة إشارات مستقلة عن بعضها البعض في الوقت نفسه وعلى محور الاتصال ذاته، وحتى لا تؤثر الإشارات بعضها على بعض وليتم فصلها عن المستقبل بسهولة يتم التمييز بين حزم التردد المستخدمة في وقت واحد من خلال وضعية التردد في النظام +CTI تتم برمجة كل جزء نقّال برمز تعارف خاص من قبل المصنِّع، بحيث لايتفاهم هذا الجزء إلا مع الجزء الثابت التابع له، وذلك لحمايته من سوء الاستخدام (قارن النظام – CT0).

البث الرقمي ❷ ❸

من خلال البث الرقمي (الشكل (٢) – ب) يمكن تحقيق سرعات نقل عالية وتبديل تمثيلي رقمي مباشر عند المشترك (الشكل (٣))، وفي عام ١٩٩١ أُدخل نظام CT2 الرقمي، ترسل الأجهزة المبنية على هذا النظام وتستقبل على /٤٠/ حزمة في المجال ٨٦٤–٨٦٨ ميغاهرتز، حيث يستطيع الجزء الثابت والجزء النقال للهاتف اللاسلكي التقاط حزم البث المضاعفة بمساعدة طريقة FDMA (Frequency Division Multiple Access) طريقة المقسِّم الترددي لعدة مستخدمين. هنا تستخدم حزمة واحدة (مثال واحد) للإرسال والاستقبال، فيها تجري عملية نقل إشارات الكلام المضغوطة المُزاحة زمنياً بطريقة التقسيم المضاعف للزمن (Time Division Duplex: TDD) الأمر الذي يؤدي إلى استخدام أكثر فاعلية للمجال الترددي وسهم في رفع جودة نقل إشارات الكلام.

في عام ١٩٩٢ أوجد نظام أوروبي موحّد للهاتف اللاسلكي الرقمي ودعي بـ DECT (Digital European Cordless Telephone) ويعتمد النظام في نقله للمعلومات على نظام المقسِّم الزمني (Time Division Multiplex: TDM) الذي يقسم كلاً من الحزم الحاملة العشرة ضمن المجال ١٨٨٠ – ١٩٠٠ ميغاهرتز إلى

اثني عشرة زوجاً من الشرائح الزمنية. وبذلك نحصل على /١٢٠/ حزمة جاهزة للإرسال والاستقبال. في النظام DECT يتم باستمرار اختبار نوعية الحزمة المستخدمة (أثناء المكالمة) ويتم استبدالها عند الضرورة. يعد هذا النظام آمناً ضد التنصّت ويمكن ربط حتى اثني عشر هاتفاً لاسلكياً مع جزء ثابت واحد في الوقت نفسه. وهنا يمكن إجراء المكالمات فيما بين الهواتف اللاسلكية إلى جانب مكالماتها مع الشبكة، بناءً على هذه الميّزة يسمح نظام DECT بإنشاء شبكات مركبة مؤلفة من عدد من المشتركين المرتبطين فيما بينهم بأجهزة لاسلكية ضمن مجال محدود، وإلى جانب نقل المكالمات يمكننا هذا النظام من نقل المعلومات أيضاً، وعليه يمكن بناء الشبكات المحلية بشكل لاسلكي.

خصائص تجهيزات الهواتف اللاسلكية:

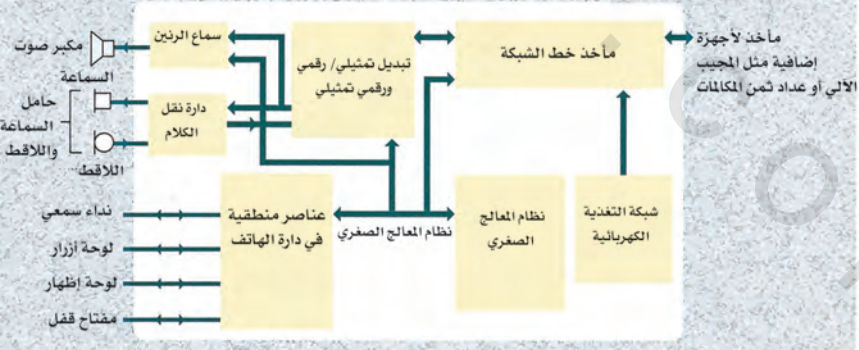
كانت النماذج الأولى للهاتف اللاسلكي كبيرة وثقيلة، أمّا الآن فقد صَغُرت وأصبحت مناسبة لتصفية اليد وذلك راجع للتقدم التقني في مجال الدارات الإلكترونية ومجال المدخرات.

كما تقدم الأجهزة الحديثة الغالية الثمن خصائص كثيرة وخدمات مريحة للمشترك، مثل النداء المباشر وتحويل المكالمات وذاكرة طلب الأرقام السريعة وعزف الموسيقا أو «Paging: النداء».

❶ الهاتف اللاسلكي بنظام TCED

❷ مبدأ بث المكالمات تمثيلياً ورقمياً

❸ مخطط عمل هاتف رقمي



الهاتف اللاسلكي

الهاتف الجوّال (Mobile Telephone)

تؤمن شبكات الهاتف الجوال للمشتركين الاتصالات البعيدة ضمن مناطق واسعة إقليمياً ودولياً، وعلى خلاف طرق الإرسال اللاسلكي التقليدية فإن المرسل لا يرتبط هنا بشكل مباشر مع المستقبل، وإنما يتبادلان الإشارات من خلال شبكة من المحطات الثابتة.

بنية شبكة الهاتف الجوال ❶

هنالك أمور كثيرة يجب مراعاتها عند بناء شبكة الهاتف الجوال: يجب أن تؤمن الشبكة إجراء عدد كبير من الاتصالات في وقت واحد وضمن مساحة ضيقة، حتى لو كانت الترددات المتاحة قليلة. ويجب أن تستمر المكالمات دون أي تشويش أو انقطاع حتى لو كان المشترك يجري مكالمته وهو في حالة حركة (في السيارة مثلاً)، وبشكل أساسي يجب ضمان استمرار الاتصال بين الهاتف الجوّال «الموبايل» وبين إحدى المحطات الأرضيّة الثابتة في كل لحظة، وبما أن جهاز الجوال يعمل بمدّخرة صغيرة الحجم (وذلك من ضرورات تخفيف وزن الجهاز) لذا فإن مدى إشارته محدود لهذا السبب كان من الضروري إنشاء أنظمة بث لاسلكي خليويّة (الشكل (١) (آ))، حيث يجري تقسيم المنطقة الجغرافية إلى خلايا، تبنى في كل منها محطة ثابتة (محطة قاعدة) وبما أن شبكات الهاتف الجوال لا يتاح لها إلا مجال محدود من الترددات، فعلى المشتركين اقتسام حزمة تردد واحدة عند الضرورة، وقد صممت الخلايا بقياسات مختلفة، حيث يساعد ذلك على مكافحة التشويش إلى حد بعيد.

يبلغ قطر الخلية في شبكات الخليوي الحديثة المصممة لتخدم هواتف السيارات بين ٣٠ إلى ٣٥كم كحد أعظمي، وذلك في حال ازدحام مروري متوسط، أما في حالات الازدحام الشديد في حركة السيارات (كما في المدن الكبرى والمناطق الصناعية) فإن قطر الخلية يبلغ حوالي، ٢كم (الشكل (١) - ب).

المكالمات في الشبكة C:

لقد أمكنت الشبكة C التي عمل تمثيلياً حين استخدمت عام ١٩٨٥ بمساعدة أنظمة البث الخليوي من إجراء مكالمات بعيدة المدى، وهي غير متوفرة للمشتركين إلا في ألمانيا فقط، تصنّف بيانات كل مشترك في شبكة الهاتف الجوال على ثلاثة أنواع من المعطيات:

- **ملف الإقامة**: وفيها يتم تسجيل المشترك من خلال المنطقة التي قدم فيها طلقه (مكان سكنه أو عمله).
- **ملف الزيارة**: يسجّل المشترك ضمن حقل الزائرين في قطاع الشبكة، في المكان الذي يوجد فيها آنياً.
- **ملف الفعالية**: يسجل الهاتف عندما يكون في حالة عمل في تلك الخلية من الشبكة التي يكون موجوداً فيها.

عند تشغيل الهاتف الجوال يتم الاتصال مباشرة مع أقرب محطة ثابتة من أجل «الحجز» ويتم تسجيله في بيانات الزائرين، تستعمل المحطة الثابتة في ملف الإقامة عن هويّة المشترك وعند التحقق من صحتها يتم تسجيل موقعه الحالي في الذاكرة، حيث يكون الجوال الآن في حالة جاهزيته للعمل. وتقوم المحطة الثابتة بشكل دوري (كل ٢,٤ ثانية) بالتأكد من بقاء الجوال في حالة الجاهزية أم أنه قد أقفل، وتخزن هذه المعلومات في ملف الفعالية.

عن طريق مفتاح النداء المناسب للشبكة (C) يتم توصيل الهاتف (طالب المكالمة) على أقرب محطة بث، التي تُعلم بيانات الإقامة، حيث تقوم الأخيرة بتأمين الاتصال إلى أقرب محطة ثابتة إلى موقع الجوال المطلوب، أثناء المكالمة يتم التأكد من استمرار اتصال بين الجوال والمحطة الثابتة، إذا غادر المشترك الجوال مجال البث، فإن الاتصال سينقطع لفترة وجيزة (٣٠٠ ميلي ثانية كحد أعظمي) ثم يُعاد مع المحطة الثابتة التالية (استلام باليد: over – Hand) يعمل الهاتف الجوال في

obeikandi.com

الشبكة C بمساعدة بطاقة مغناطيسية أو إلكترونية تركب ضمن الهاتف، وبذلك يتمكن المشترك من الاتصال مع أية محطة ثابتة تابعة للشبكة – C – عن طريق إعطاء رقم التعريف الشخصي (PIN).

التقنيات الرقمية في الشبكتين : DE ❷ ❸

إن السعي نحو هاتف جوال قابل للاستخدام بين جميع الدول ومحاولات تحسين جودة المكالمات ورفع المناعة ضد التنصّت أدت مجتمعة إلى إحداث ما يسمى بالشبكة الرقمية D التي تعمل في المجال الترددي /٩٠٠/ ميغاهرتز حسب نظامglobal system for mobile communications) GSM). تتألف الشبكات الرقمية GSM (أنظر الشكل ٢) من خلال ذات محطات ثابتة ترتبط فيما بينها عن طريق نقاط وربط فيما يسمى شبكات صغرى، يوجد في ألمانيا شبكتان: D1 من دي تي موبايل Detemobile d2 من مَنسمن موبايل فونك، ولكل منها بطاقة (رقاقة) SIM خاصة بها.

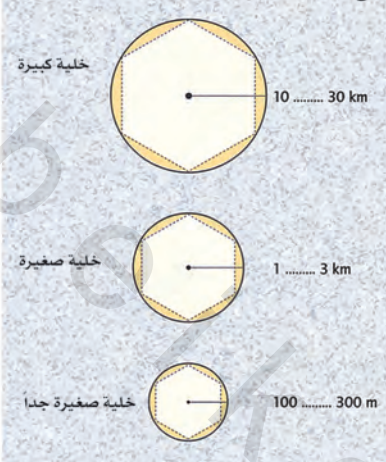
وتعمل شبكة Plus–E حسب النظام DS – ١٨٠٠، التي يعمل ضمن المجال الترددي /١٨٠٠/ ميغاهرتز وبذات الاستطاعة المستخدمة في GSM لكن بمدى إرسال أقل؛ حيث يبلغ نصف قطر الإرسال الأعظمي /٨كم/ تقريباً. وبذلك يستطيع الهاتف الجوال تأدية مكالماته باستطاعة أقل نسبياً.. الأمر الذي يحقق الفوائد الآتية للشبكة (Plus–E):

- استخدام جوال صغير وخفيف (الشكل ٣).
- زيادة زمن المكالمات وزمن الجاهزية.
- رفع سعة الشبكة لاستيعاب العدد المتزايد من المشتركين.

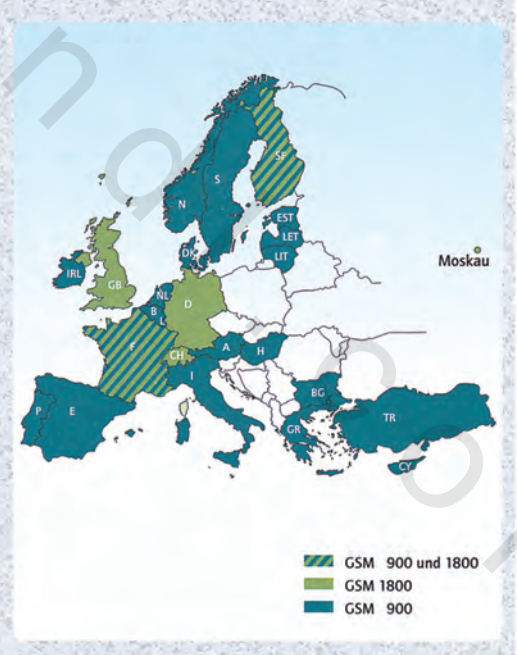
❶ بنية الخلايا في شبكات الهاتف الخليوي

ⓐ بنية مجموعة الخلايا الصغيرة

ⓑ أنواع الخلايا: كبيرة وصغيرة وصغيرة جداً



❷ محل خدمة GSM في أنحاء أوروبا



❸ الجوال الصغير الخفيف في شبكة E - Plus

الهاتف الجوال

خدمات النداء البرقي

في خدمة النداء البرقي يتم إيصال أخبار قصيرة عن طريق نقل المعطيات باتجاه واحد دون تلقي أي جواب. تدعى الآلة التي تستقبل الإشارات البرقية المرسلة بالمِبرَقَة أو البيجر. ترسل الإشارات من مرسل ثابت إلى جهاز الاستقبال، الذي يكون دائماً في حالة الجاهزية، ويتم إظهار الإشارات المستقبلة سمعياً ويمكن إظهارها في بعض الأحيان على شاشة مرئية، كما يمكن استقبالها بدون صوت عن طريق راسم اهتزازات مركب على رأس الاستقبال.

يعتمد مبدأ النداء البرقي على مخاطبة مستقبلات محددة، بحيث يبعث المرسل إشارة صوتية قصيرة بتردد معروف، وبما أن انتقال الصوت يحتاج إلى وقت كبير، تم تقسيم العملية إلى خمس أو ست مراحل، تعطي في مجموعها رقماً عشرياً مؤلفاً من خمس أو ست خانات، بحيث تخصص كل خانة لتردد صوتي واحد.

أويرشيغنال (يوروشيغنال) :

لقد تم إنجاز نظام خدمة النداء البرقي الأوروبي «يوروشيغنال» عام ١٩٧٠ من قبل رابطة مديريات البريد والهاتف في أوروبا CEPT وأدخل إلى ألمانيا في عام ١٩٧٤. ومن خلاله يمكن مهاتفة أي جهاز لاستقبال النداء البرقي (المبرقة الأوروبية) بشكل لا سلكي من أي جهاز هاتف عادي. وبما أن المستقبل مردود بأكثر من رقم هاتفي (حتى /٤/ أرقام)، فبإمكانية إظهار الأخبار الواردة إليه عن طريق إشارات مختلفة. ويمكن مهاتفة المبرقات من أي مكان في كل من ألمانيا وسويسرا وفرنسا. وبما أن كل من هذه البلدان مقسمة إلى عدة مناطق ولكل منطقة مفتاح نداء هاتفي خاص بها، لذا فعلى المرسل معرفة مكان المستقبل بشكل تقريبي.

إذا غير المشترك الطالب البرقية منطقة النداء الهاتفي، يلزمه عندها إعادة تعيير جهازه على حزمة الإرسال الجديدة، كما يجب عليه إخبار الطرف المطلوب بمفتاح النداء الجديد؛ أما متابعة إيصال المكالمات بشكل آلي من منطقة إلى أخرى

مثل الهاتف الخليوي (⟵) فهي غير ممكنة، في هذه الآونة يتراجع دور خدمة النداء البرقي يوروسيغنال، لتحل محلها خدمة نداء المدينة Cityurf.

نداء المدينة ❶ ❷

خلافاً ليورو سغنال يمكن لنداء المدينة (الذي بدأته مصلحة البريد الألمانية عام ١٩٨٩) نقل الأرقام والنصوص. المبرقات هنا أصغر وأخف وزناً وأرخص ثمناً من مبرقات يوروسيغنال، ولا تحتاج إلى أي هوائي لا في المباني ولا في السيارة. ويقسم نداء المدينة إلى ثلاث درجات نداء: درجة النداء الصفرية (٠) يمكن بها استقبال الإشارات الصوتية فقط، أما في درجة النداء الأولى (١) فيمكن استقبال معلومات رقمية بحجم حتى /١٥/ محرف.

وتمكن درجة النداء الثانية (٢) من استقبال النصوص التي يبلغ طولها حتى /٨٠/ محرف.

للاتصال برقم النداء البرقي الصوتي من الهاتف يجب أولاً دق رمز الدخول إلى الخدمة البرقية ومن بعده رقم النداء البرقي للمستقبل المطلوب، أما الإرسال على درجتي النداء الأولى والثانية فيمكن أن يتم على عدة طرق. بالنسبة لمستخدم محليّ يتلقى الرسالة مكتب الاتصالات الهاتفية لمؤسسة الهاتف (Telekom)، ثم يتابع إيصالها إلى الرقم المطلوب، بالإضافة لذلك يمكن بالاستعانة بحاسوب ومودم (Modem) إرسال الرسائل على شكل نصوص تعرض على الشاشة (Send – Tip) وهي في حجم الآلة الحاسبة ولها شاشة يمكن قراءة النص وتصحيحه عليها. عند الإرسال عبر الهاتف يدق أولاً رمز الدخول ثم رقم المستقبل المطلوب. وبعد التأكد من نجاح الاتصال يقرّب الجهاز من لاقط الصوت في سماعة الهاتف ومن ثم يتم إرسال المعلومات بضغط كبسة الإرسال. في الآونة الأخيرة وبسبب الطلب الواسع تمت تغطية مناطق ألمانيا كلها وكذلك بلدان أخرى بخدمة نداء المدينة (الشكل ٢).

إرمِس (Ermes)

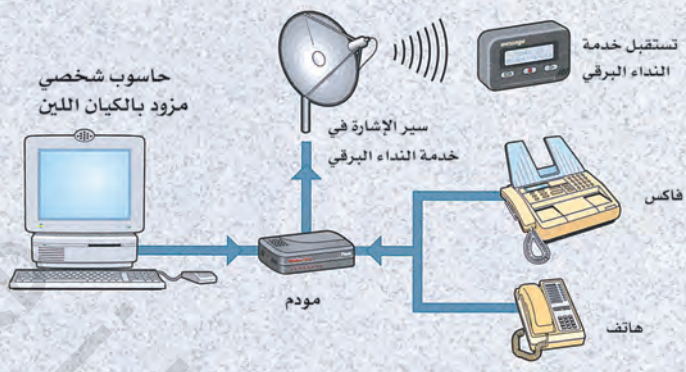
(European radio message system) هو نظام نداء برقي أوربي يسمح بإرسال البرقيّات من أي جهاز هاتف أو أي جهاز إدخال آخر، ويعمل بشكل رقمي تماماً، وهو بذلك أقدر من أي نظام نداء برقي آخر (لكل بلد ٣٢ مليون ترميز). لقد أنشئ هذا النظام أساساً لاستقبال «المعطيات الشفافة» لاستخدامها في التحكم أو المراقبة عن بعد لأنظمة وتجهيزات الإنتاج.

سكول (Scall) ❸

أدخل نظام النداء «السكول: Scall» إلى ألمانيا عام ١٩٩٤ وهو يحتاج إلى (بيجر Pager) كمستقبل للنداء، يستجيب عند دق رقم السكول ثم رقم التعارف الشخصي Pin وبعدها الرمز البريدي، يتم نقل المعلومات هنا كما في نداء المدينة مرمّز على شكل سلسلة محارف (الحد الأعلى ١٥ محرف) بواسطة هاتف ذي ناخب نغمي. تصل الرسالة إلى المخاطب إذا كان ضمن محيط دائرة نصف قطرها (١٠٠كم) حول منطقة الرمز البريدي المعطى (وهو مدى إشارة الإرسال).

وقد خطا البيجر (Pager) في السنوات الأخيرة خطوات كبيرة باتجاه تصغير حجمه (الشكل ٣)، حيث لا يتجاوز أبعاده الآن حجم علبة لفافات التبغ.

❶ نقل جملة معلومات قصيرة بمساعدة الحاسوب



❷ خارطة المناطق المخدّمة بنداء المدينة (آذار ١٩٩٨)

مناطق مخدمة بنداء المدينة
مناطق غير مخدمة
مناطق النداء وأرقامها (7)
طريق السيارات السريع

❸ بيجر - سكول

عملياً يمكن حدوث تشويش على هذه الخدمة

النداء البرقي

المجيب الآلي

يتلقى المجيب الآلي الرسائل الهاتفية ويسجّلها: حيث يبدأ بالعمل ذاتياً عند تلقي آية مكالمة بإسماع المتكلم للنص المسجل مسبقاً عنده، ويسمح له بترك رسالة بعد انتهاء إذاعته للنص المسجل.

وسائط تخزين مختلفة ❶

ما زالت أساليب تخزين المعلومات في تطور مستمر منذ استخدام المجيب الآلي لأول مرة. استخدمت في الخمسينات من القرن الماضي الاسطوانات المغناصوتية ثم حلت محلها عُبوات التسجيل الصغرية في السبعينات منه (الشكل ١). وهي عبارة عن عبوة شريط مدمّجة أبعادها ٥ × ٣ سم بسماكة ٠,٥سم، ذات شريط مضاعف السعة. إن السرعة المحدودة للشريط بين /١,٢/ و/٢,٤/ سم/ثا تعد السبب في عدم التمكن من رفع جودة الصوت المسجل. الأمر الذي جعل الإقبال على استخدام المجيب الآلي وأجهزة تسجيل المكالمات محدوداً. وهما يعملان بذات المبدأ الذي تعمل به مسجلات الكاسيت (Tape decks ⟵) لسماع محتوى شريط الكاسيت يمرر الشريط على رؤوس مغناطيسية خاصة، تقوم بقراءة المعلومات المخزنة على الحيز الأعلى للشريط وتحوّلها إلى إشارات إلكترونية تدخل إلى وحدة تركيب النغمات لتخرج منها على شكل أصوات (نغمات)، يكفي طول الشريط لمدة تسجيل تصل حتى ٣٠ دقيقة. من أجل الاستخدام الأمثل لمساحة التسجيل، يتوقف المجيب الآلي مباشرة إذا توقف المتكلم عن الحديث لمدة ثانيتين.

وفي التسعينات من القرن العشرين بدأت أجهزة التسجيل والإعادة الرقمية (digita) تحل بقوة محل الأجهزة التمثيلية (analog)، وفيما يتم تسجيل إشارة الكلام على رقاقة ذاكرة بعد تحويلها إلى إشارة رقمية وإن بإمكانها تسجيل أية معلومات مطلوبة، إذ تحل المعطيات الجديدة لدى تدوينها في مكان التخزين محل المعطيات القديمة. لقد كانت سعة التخزين في البداية أقل من سعة الشريط

المغناطيسي (حوالي ١٥ دقيقة). أما في الأجهزة الرقمية الجديدة فقط ازدادت هذه السعة بشكل واضح وأصبحت تتيح زمن تسجيل أطول من زمن الأجهزة ذات الشريط المغناطيسي. وتعمل أجهزة الجيل الأحدث برقاقات DSP (معالجات الإشارة الرقمية)، فهي تضغط معلومات إشارة الكلام أثناء تحويلها إلى إشارة رقمية (⟵) وتؤمن بذلك زمن تسجيل أكبر. بالإضافة إلى ذلك يسهم في تطوير زمن التسجيل أيضاً نظام العمل الاقتصادي أثناء فترات الراحة (Silence detection).

أنواع المجيب الآلي ❷

هناك ثلاثة أنواع من الأجهزة تختلف فيما بينها في مبدأ التسجيل والإعادة:

- مسجلات كاسيت تقليدية، غالباً ما تكون مزودة بجهازي تسجيل يوضع في كل جهاز شريط تسجيل مغناطيسي يعمل لإذاعة النصوص المسجلة وتسجيل المكالمات.

- أما في الأجهزة التمثيلية - الرقمية فيتم تسجيل نص الإذاعة على رقاقة، بينما تسجل المكالمات على عبوة شريط صغريّة.

- وفي الأجهزة الرقمية البحتة (ذات الاستخدام الأوسع في وقتنا الحاضر) يتم تسجيل النصوص والمكالمات على السواء بشكل رقمي. تمكن هذه الأجهزة مستخدمها من الانتقال من مكالمة إلى أخرى مباشرة دون انتظار أي زمن يذكر، وذلك راجع إلى غياب الأزمنة المتعلقة بلف الشريط، الأمر الذي يسرِّع كثيراً عملية استقراء المعلومات (المكالمات) المسجلة في الجهاز.

تُظهر معظم المجيبات الآلية عدد المكالمات أو الاتصالات المستلمة على شاشتها، ثم تعطي عند سماع شريط المكالمات زمن وتاريخ كل اتصال. وتتمتع الأجهزة الحديثة بوظائف إضافية مثل الاستعلام عن بعد وتحويل المكالمات ونظام الحراسة والتحكم الزمني. وتمكّن خدمة الاستعلام عن بعد من الاستماع، إلى الاتصالات المستلمة عن طريق أي هاتف آخر كما يمكن من خلال الهاتف إعادة ضبط بعض وظائف المجيب الآلي. ويمكن إجراء هذه العملية من خارج البلاد أيضاً لكن فقط عبر هاتف ذي

ناخب متعدد الترددات (أو بواسطة مرسل إشارة إضافي)، حيث يدق المشترك رقمه الخاص وينتظر إذاعة نص المجيب الآلي، وأثناء إذاعة النص يدق رمزه الخاص (رقم خاص مؤلف من عدة أرقام) وذلك بعد ضغط على زر الناخب النغمي، ثم تبدأ إثر ذلك عملية الاستعلام عن بعد (الاستماع إلى الاتصالات المستلمة)، ويزداد الآن باستمرار إنتاج الأجهزة المركبة، وهي أجهزة تدمج في وظائفها عمل جهاز هاتف متطور وعمل مجيب آلي في الوقت نفسه، وهذا يخدم المشترك من حيث تصغير المساحة المحجوزة للأجهزة والحاجة إلى مأخذ شبكة واحد بدلاً من اثنين.

الحاسوب كمجيب آلي ❸

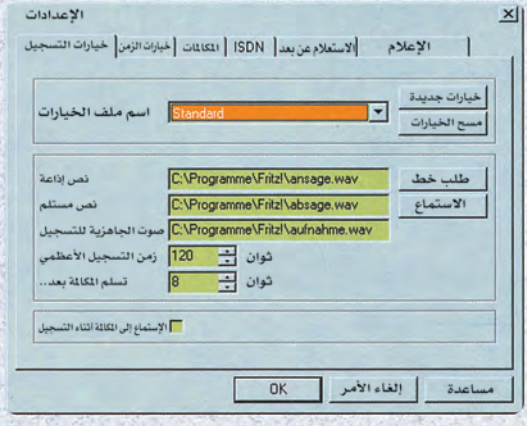
في وقتنا الحاضر أصبح من الممكن تلقي الاتصالات الهاتفية عبر الحاسوب، ولإنجاز هذه المهمة لا بد أن يزود الحاسوب ببطاقة صوت ولاقط ومكبرات للصوت ومعدل إشارة (مودم) وبرامج ملحقة خاصة. تؤدي هذه البرامج ثلاثة وظائف هي تسجيل النصوص المذاعة وإدارة عملية إذاعتها وتسجيل المكالمات وإذاعتها ثانية. لإذاعة النصوص يلزم ملفات WAV (الشكل ٣) وهي ملفات لتسجيل الكلام والموسيقى. أما معدل الإشارة فهو المسؤول عن استلام المكالمات، التي ستظهر بعد ذلك على الشاشة في صحيفة واحدة بحيث يسجل بجانب كل اتصال مدته وتاريخ حدوثه والاسم الذي يسجل تحته.

❶ عبوة شريط صغرية

(a) تجاويف لتعشيق محاور القيادة
(b) بكرات توجيه
(c) صفيحة ضغط نابضية
(d) نابض ضغط
(e) (رأس التسجيل) استلام موجة الصوت
(f) تجاويف لدخول محاور توجيه الشريط
(g) حماية ضد المسح

❷ أجهزة مركبة ذات شريطين

❸ ملف - WAV



المجيب الآلي

أجهزة الفاكس

يشتق اسم الفاكس من كلمة فاكسميللي وتعني نسخ أو تقليد الوثيقة الأصلية وهي خدمة اتصال مفتوحة لنقل النصوص والرسومات عبر خطوط هاتفية. هذه الخدمة متوفرة من أي خط هاتفي في كل أنحاء العالم وهي ذات فائدة خاصة بسبب رخص وسرعة المعلومات والاستقلالية عن ساعات العمل والتوقيتات المحلية. في عام ١٩٣٣ سجلت أول خدمة للكتابة عن بعد وقد دعيت اختصارا التليكس (بدّالة الطابعة البعيدة Teleprinter exchange) . في عام ١٩٦٨عرفت لجنة الـ CCITT أول قواعد معيارية لنقل المعلومات بواسطة خدمة الفاكس. لإرسال فاكس يحتاج المرء لجهاز فاكس أو حاسوب شخصي مزود ببطاقة فاكس ومودم. يمكن أن تستخدم لنقل الفاكس الشبكة الرقمية المتكاملة الخدمات (ISDN) إلى جانب الشبكة الهاتفية، في هذه الحالة يجب استخدام أجهزة فاكس خاصة صالحة لهذه الشبكة.

وظيفة المرسل والمستقبل ❶

بتعبير مبسط يقوم الفاكس بأخذ عينات من المعلومات الضوئية المراد إرسالها من صفحة ورسمها على صفحة أخرى. ففي جهاز الفاكس المربوط مع شبكة الهاتف التمثيلية تتم عملية أخذ العينات من الوثيقة بشكل إلكتروني ضوئي (عملية المسح الضوئي للوثيقة)، حيث تقسم الوثيقة إلى نقاط. ويكون عدد هذه النقاط محدد لكل مقطع من الوثيقة ثم تحول هذه النقاط إلى إشارات كهربائية باستخدام مبدل إشارة. ترسل هذه الإشارات الكهربائية باستخدام دارة تعديل لمستقبل محدد عبر شبكة الهاتف أو شبكة البيانات العالمية على شكل إشارات هاتفية تدعى نغمات. هنالك تحدث العملية المعاكسة. في دارة فك التعديل وتتم عملية إنشاء النسخة المقطعة من الوثيقة في جهاز الفاكس المستقبل.

في جهاز فاكس رقمي (المرسل) تتم عملية إنتاج نقطة ضوئية باستخدام عدسة ضوئية ومنبع ضوئي. هذه النقاط الضوئية هي المعلومات المراد نقلها وتمثل العينات

المأخوذة من أسطر الصفحة سطراً سطراً. يحول الضوء المنعكس ذي درجات الإضاءة المختلفة إلى إشارات كهربائية رقمية باستخدام عناصر إلكترونية تدعى ثنائيات ضوئية وعناصر إلكترونية تدعى عناصر الشحنة المترابطة (بالإنكليزية CCDS: charged coupled devices) (الشكل ١-آ). تكبر الإشارة الآتية من الإحساس، تعدل ثم ترسل عبر سلك الهاتف الموصل مع جهاز الفاكس. تستخدم وحدات أخذ العينات المدمجة كمنابع ضوئية عدد من الثنائيات الضوئية (LEDS) وضوء قليل التعقيد (الشكل ١- ب).

يكون نقل المعلومات ممكناً إما بين جهازي فاكس تمثيليين أو بين جهازي فاكس رقميين فقط وتبلغ سرعة نقل المعلومات عادة ٩٦٠٠ بت في الثانية أو ١٤٤٠٠ بت في الثانية، وقد تصل سرعة نقل المعلومات فقط في أجهزة الفاكس الجيدة جداً إلى ٢٨٨٠٠ بت في الثانية؛ وفي تجهيزات الشبكة الرقمية متكاملة الخدمات (ISDN) يمكن أن تصل السرعة إلى ٦٤٠٠٠ بت في الثانية. تبلغ كثافة سطور المسح المعيارية ٣,٨٥ سطر بالمليمتر. كما يمكن أن يختار المستخدم كثافة مسح أدق لنقل الصور (دقيق: ٧,٧٠ سطر بالمليمتر؛ ممتاز: ١٥,٤٠ سطر بالمليمتر)، والتي من خلالها تنخفض سرعة نقل المعلومات بالتأكيد. إذا وصل جهاز هاتف وجهاز فاكس إلى خط واحد، عندما يلزم استخدام دارة لتمييز الفاكس. تستقبل دارات تمييز الفاكس الفعالة الاتصال وتتعرف على الفاكس من نغمة الفاكس. أما دارات تمييز الفاكس غير الفعالة فيمكنها التعرف على نغمة الفاكس بعد أن يكون جهاز الهاتف قد استلم الاتصال.

طريقة إعادة إنتاج الصورة ❷

في المستقبل تحول الإشارة الكهربائية المأخوذة من الوثيقة الأصلية مجدداً إلى نسخة من هذه الوثيقة. تستخدم حالياً لهذا الغرض تقنيتان؛ التقنية الحرارية وتقنية نفث الحبر. في الطريقة الحرارية (الشكل ٢) يمرر نوع من الورق الحساس حرارياً (ورق حراري) على مصفوفة من العناصر الحرارية نصف الناقلة. يمكن أن تسخن

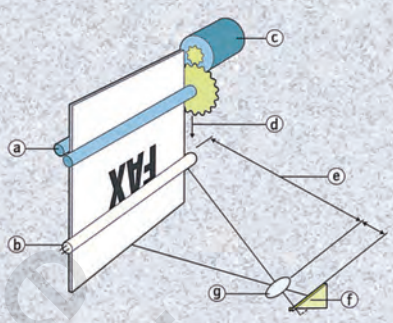
هذه العناصر خلال زمن قصير وتؤثر بواسطة تفاعل كيميائي على اسوداد الورقة في المواضع المرغوبة بسبب رقة الورق وبسبب سوء نوعيته (اصفراره) لايمكن متابعة إرسال التعابير بواسطة الفاكس أو حفظها في أرشيف. أما في تقانة نفث الحبر فترسم المعلومات على ورق عادي بوساطة غدد الحبر (خزانات نفث الحبر أو المحابر)؛ حيث أمكن باستخدام تقانات نفث خاصة إحراز نجاحات كبيرة فيما يتعلق بسرعة ودقة الطباعة بهذه الطريقة.

أنواع أجهزة الفاكس ❸

تقسم أجهزة الفاكس إلى مجموعات، حيث تصنف الأجهزة الحديثة التي تخص شبكة الهاتف التمثيلية كمجموعة رقم ٣ والأجهزة الرقمية الخاصة بالشبكات الرقمية متكاملة الخدمات (ISDN) كمجموعة رقم ٤. تقدم أجهزة الفاكس حالياً وظائف كتخزين حتى ١٠٠ رقم هاتف، وظيفة إعادة طلب رقم الهاتف ووظيفة طلب الرقم أو الإرسال بعد تأخير زمني محدد. يمتلك أحدث جيل من أجهزة الفاكس (شكل ٣) واجهة ربط تسلسلية لربط مع أجهزة الحاسوب الشخصية ويمكن استخدامها كآلة تصوير فوتوكوبي وكماسح ضوئي أو كطابعة. كما يمكن بواسطتها إرسال الفاكس مباشرة من جهاز الحاسوب.

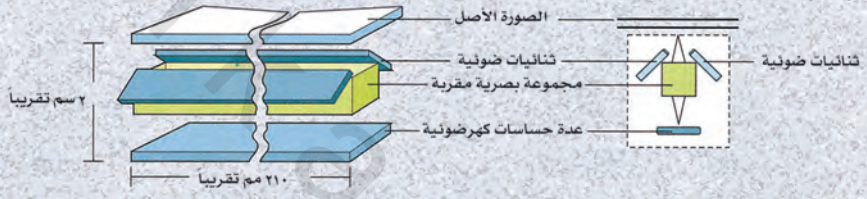
❶ أجهزة الفاكس الرقمية

ⓐ (١ - أ) البنيه الاساسية لوحدة أخذ العينات



ⓐ مجرى توجيه الورق
ⓑ إنبوبة مادة مضيئة (مصباح)
ⓒ محرك خطوي
ⓓ اتجاه حركة الورقة
ⓔ مرآة توجيه لتصغير أبعاد الجهاز
(نسبة التصغير من ٨/١ إلى ١٠/١
ⓕ عنصر شحنات مترابطة
يعمل كحساس (صف من الثنائيات الضوئية)
ⓖ عدسة

ⓑ (١ - ب) وحدة أخذ العينات المدمجة



❷ نقل الفاكس بالطريقة الحرارية

❸ جهاز فاكس حديث

أجهزة الفاكس

شبكات الاتصال البعيد

الاتصال البعيد هي: تبادل المعلومات بين إنسان وإنسان أو بين الإنسان والآلة باستخدام وسائل تقنية معلوماتية. هنا يتعلق الأمر بشكل عام بخدمات اتصال من أجل نقل كل من الكلام والنصوص والبيانات. وتشمل هذه الخدمات في عصرنا الحالي عصر تعدد الوسائط بيانات الصورة (والصورة المتحركة أيضاً). حيث يمكن الاستفادة من خدمات الاتصال المختلفة هذه باستخدام الحاسوب. حتى يمكن ذلك يجب أن تكون جميع هذه الخدمات مترابطة بعضها مع بعض، بذلك يمكن لها أن تتبادل بيانات عبر قنوات الاتصال الخاصة بها. ولكي يمكن المحافظة على جميع هذه الخدمات في بنية معمارية واحدة عند بناء شبكة، اقترحت منظمة المعيرة العالمية (ISO: International Standardization Organization) نموذج تصميم ذي سبع طبقات سمي بالنموذج المرجعي لترابط النظام المفتوح اختصاراً (Reference OSI) حيث يعني الاختصار OSI بالإنكليزية Open System International ويقصد به ترابط النظام المفتوح (الشكل ١). يوصف تبادل المعلومات ضمن طبقة واحدة (حاسوب A ⟷ حاسوب B) بجملة قواعد تحدد صيغة البيانات وطريقة نقلها تدعى محضر أو بروتوكول.

اثنتان من أهم التقنيات المستخدمة في طبقة نقل المعلومات (الطبقة الفيزيائية) هما ISDN & ATM. تشكل وظائف طبقة نقل المعلومات أساس كل شبكات الحاسوب. فهي تتسلم كتل البيانات من طبقة ربط البيانات (Data Link Layer) تضعها ضمن إطار ثم تنقل الإطار إلى المستقبل. يقوم المستقبل بفك الإطار ويسلم كتلة البيانات إلى الطبقة الأعلى التالية وهي طبقة ربط البيانات. الأمر الوحيد الذي يعرفه كل من المرسل والمستقبل عن الآخر عند هذه الطبقة هو مصطلحات عن طريقة نقل المعلومات. كل ما عدا ذلك مثل كيفية عرض البيانات على الشاشة، إنتاج كتل البيانات، عنونة المستقبل، بناء الاتصال إلخ.. يحدث في طبقات أخرى تصف محاضرها (بروتوكولاتها) الطرق والقواعد المستخدمة فيها.

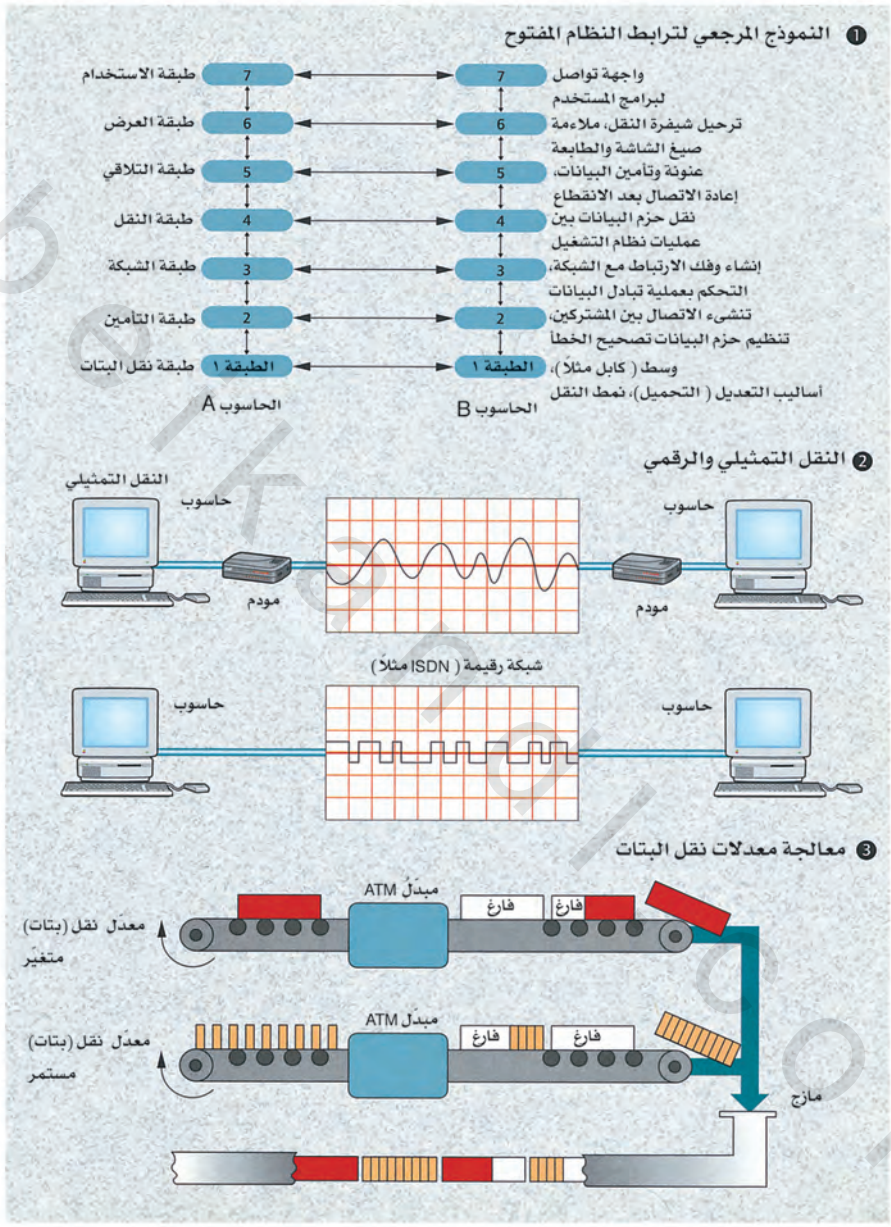
تصنف شبكات الحاسوب حسب مجال استخدامها، فتقسم إلى شبكات المنطقة الواسعة (WAN: Wide Area Networks) التي تربط الحواسيب عبر حدود البلدان، والشبكات المحلية (LAN: Local Area Networks) التي تربط الحواسيب ضمن مساحة بناء ما. إن شبكات المناطق الواسعة هي على الأغلب أبطأ من الشبكات المحلية مما أدى للحث عن تقانات تشبيك جديدة.

❷ الشبكة الرقمية متكاملة الخدمات : ISDN

إن الهدف من الشبكة الرقمية المتكاملة الخدمات (ISDN: Integrated Services Digital Network) وكذلك الشبكة الرقمية متكاملة الخدمات ذات الحزمة الضيقة SIDN-S هو مكالمة جميع خدمات الاتصال في شبكة واحدة. الـ ISDN هي شبكة رقمية وهذا يعني أن نقل المعلومات يتم بشكل رقمي (التقطيع الرقمي ⟵). لنقل المعلومات الرقمي فوائد كبيرة مقارنة مع النقل التمثيلي الذي يجب فيه تحويل البيانات من رقمية إلى تمثيلية وبالعكس باستخدام مودم (⟵) (الشكل ٢). ISDN تكامل جميع أشكال الاتصال (نقل الكلام، نقل البينات، نقل النصوص ونقل الصور) وتنقلها على ناقل واحد كما يمكن من خلالها نقل كميات كبيرة من البيانات وبسرعة أعلى. وعلاوة على ذلك فإن نقل المعلومات الرقمي ليس عرضة للتشويش، مما يمكن من نقل أمين للمعلومات. أما مجالات استخدام الـ ISDN إلى جانب النقل السريع للبيانات فهي وبشكل خاص الإنترنت والخدمات الهاتفية. تتكون وصلة الـ ISDN الأساسية من ثلاث قنوات نقل، تستخدم منها قناتان لنقل الكلام والبيانات (Channels-B) بسرعة ٦٤ كيلو بت/ثا. القناة الثالثة (Channel-D) تعمل بسرعة ١٦ كيلو بت/ثا للتحكم بطرق الاتصال وعقد الربط. أما المرحلة البنائية التالية فهي وصلة التجميع البدائية وتقوم بتجميع معلومات وبيانات ٣٠ قناة في قناة نقل واحدة. تستخدم هذه الوصلة في المرافق والتجهيزات الوسيطة لربط الشبكة.

نمط النقل غير المتزامنين ATM ❸

نمط النقل غير المتزامن (ATM: Asynchronous) هو تقنية تشبيك يعود أصلها إلى شبكات الاتصالات البعيدة تعرف هذه التقنية كبروتوكول نقل من أجل الشبكات الرقمية المتكاملة الخدمات ذات الحزمة العريضة (ISDN. ATM–B) هي تقانة نقل بيانات مثل الـ ISDN. التي تتيح بنفس الوقت نقل البيانات والكلام والصور المتحركة (الفيديو). هذه التقنية مستقلة عن الأوساط المستخدمة في نقل المعلومات وتتم فيها عملية نقل المعلومات بسرع مختلفة. في هذه التقنية لا تقسم البيانات المراد نقلها إلى كتل وإنما إلى خلايا صغيرة ذات طول ثابت تجهزها شبكة الـ ATM في سلسلة متواصلة (الشكل ٣). تتألف هذه الخلايا من ٥٣ بايت وتحتوي ٤٨ بايت بيانات و٥ بايت للعنونة وللتعرف على الأخطاء. وبما أن هذه الخلايا صغيرة نسبياً ولا لزوم لتخزينها لوقت طويل لدى المستقبل، فإنه من الممكن الحصول بواسطة تقانة الـ ATM على نقل سريع للمعلومات (Cell switching) حتى بالنسبة لبيانات الزمن الحقيقي. إن دفقات نبضات البيانات القادمة يمكن أن تكون باتجاه واحد كما يمكن أن تكون متغيرة الاتجاه. بوساطة استخدام تقنية الخلايا يحقق النقل غير المتزامن للمعلومات ATM استخداماً متغيراً وحسب الطلب لعرض الحزمة.



شبكات الاتصال البعيد

نواقل الألياف الضوئية

تحدد وظائف شبكات الحاسوب الحالية على الأغلب بما يوافق نموذج الطبقات الخاص بترابط النظم المفتوحة، حيث تقوم الطبقة السفلى (الطبقة الفيزيائية) تحديداً بنقل البيانات. ومع أن غالبية النواقل المستخدمة كوسط لنقل البيانات في هذه الشبكات من النحاس، فمن الممكن حالياً نقل البيانات بمساعدة نبضات ضوئية وذلك نظراً للتطورات الحاصلة في المجال البصري. حيث تمثل النبضة الضوئية «١» منطقي وعدم وجود نبضة «٠» منطقي. وبما أن يبلغ تردد الضوئي المرئي ١٠ ميغاهرتز، فإنه يمكن الوصول إلى معدل نقل معلومات عال جداً. يحدث نقل الضوء في نواقل ألياف ضوئية دائرية المقطع مصنوعة من زجاج الكوارتز (يصل طول القطر الخارجي للألياف الخارجي إلى ١٢٥ملم؛ الشكل ١)، وهي ألياف خفيفة ودقيقة ولايمكن اختراقها بسهولة، وهذا يعني أنها أكثر أماناً من الأسلاك النحاسية. من ناحية ثانية تصف بحساسيتها الميكانيكية لذا يجب أن تغلب بغلاف واق.

ناقل الألياف الضوئية كوسط نقل ❷ ❸

يتكون وسط النقل في نظام نقل ضوئي من ليف زجاجي أو بلّوري (من الكوارتز). تتوضع في نهايته محولات كهربائية ضوئية أو ضوئية إلكترونية، تقوم بتحويل الإشارات التمثيلية أو الرقمية إلى نبضات ضوئية وبالعكس. يمكن أن تستخدم كمرسل إما ثنائيات باعثة للضوء (LEDS: Light Emitting Diodes) أو ثنائيات ليزرية، وتستخدم كمستقبل ثنائيات تتحسن بالضوء، تحول النبضات الضوئية الساقطة عليها إلى نبضات كهربائية من جديد. أثناء عبور الشعاع الضوئي من البلّور إلى الهواء ينعكس هذا الشعاع حسب زاوية سقوطه على السطح الفاصل بين البلور والهواء. يحسب هذا الانكسار بدلالة زاوية ورود الشعاع الضوئي وعامل انكسار المادة (الشكل ٢-آ). يتم صقل سطح الورود في الألياف الزجاجية كما يحرص على أن تقع زاوية الورود فوق قيمة محددة. بذلك تنعكس الأشعة الضوئية

بشكل كامل وتستقبل داخل الليف الزجاجي (الشكل ٢-ب). فإذا ما تم تخفيض قطر الليف الزجاجي إلى طول موجة شعاع الضوء، عندها ينتقل الضوء على طول الليف وداخله دون انعكاس بخط مستقيم. تدعى هذه الألياف أليـاف النمط الوحيد. باستخدام ثنائيات ليزرية كمرسلات يمكن الوصول إلى معدلات نقل معلومات تبلغ حوالي ١٠٠٠ Mbps (١٠٠٠ × ١٠٢٤ بت/ثا) على مسافة تبلغ ١km. تستخدم الليزرات ذات الاستطاعة العالية لعبور مسافة طويلة جداً دون استخدام مكرِّرات.

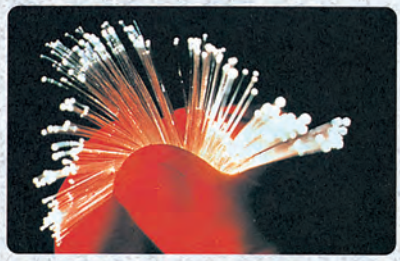
من الممكن أيضاً استخدام الألياف الضوئية في الشبكات المحلية. لكن هذه التقانة معقدة جداً، لأنه يصعب وصل ليف زجاجي مع ليف زجاجي آخر موجود مسبقاً. ولتجنب هذه المشكلة تستخدم الشبكة الحلقية بحيث تربط هذه الشبكة الحواسيب من نقطة إلى نقطة. توجد في كل حاسوب واجهة ربط تسوق النبضات الضوئية عند الحاجة إلى النقطة التالية وتعمل بشكل إضافي كنقطة ربط للحاسوب تمكنه من الإرسال والاستقبال. يمكن أن تتكون واجهة الربط إما من مكررات فعالة أو غير فعالة. مُصدر للضوء أو ثنائي يتأثر بالضوء. فإذا ما تعطلت واجهة ربط معينة فهذا لا يؤدي إلى تعطل الشبكة بل تستمر الشبكة بالعمل ولكن يؤدي ذلك إلى فصل الحاسوب المرتبط بهذه الواجهة فقط عن الشبكة وعمله بشكل منفصل (coffline). أما في حالة المكررات الفعالة (الشكل ٣) فيعاد توليد الإشارة في كل مرة (تجدد) بحيث يمكن أن تبلغ المسافة الفاصلة بين حاسوبين مترابطين عدة كيلومترات. وإذا ما تعطلت واجهة ربط ما فإن هذا يؤدي إلى انقطاع الشبكة، فيما عدا هذه البنية الحلقية للشبكة يمكن تحقيق بنى أخرى على سبيل المثال البنية النجمية.

شبكات نواقل الألياف الضوئية ❹

تستخدم نواقل الألياف الضوئية وعلى الأخص الألياف الزجاجية باستمرار على الأغلب في شبكات الاستطاعة العالية. إحدى الشبكات المنتشرة على نطاق واسع هي واجهة ربط البيانات الموزعة التي تستخدم الألياف الضوئية (FDDI: Fiber

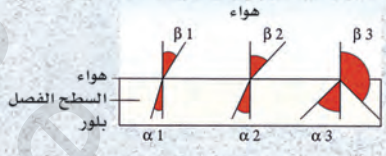
Distributed Data Interface) وهي شبكة محلية تربط حتى ١٠٠ حاسوب موزعة على مسافة تصل إلى ٢٠٠كم وبسرعة نقل معلومات تصل إلى ١٠٠ ميغا بت/ثا. ويمكن أن تستخدم كأية شبكة محلية عادية، لكنها تستخدم على الأغلب كعمود فقري لربط الشبكات العادية. أما لربط شبكات الـ FDDI فتستخدم حلقتان من الألياف الزجاجية يتم في إحداهما نقل المعلومات باتجاه عقارب الساعة وفي الأخرى بالاتجاه المعاكس (الشكل ٤). إذا تعطلت إحدى الحلقتين تعمل الثانية كحلقة بديلة للحماية من انقطاع وتعطل الشبكة، إذا تعطلت كلتا الحلقتين بنفس النقطة فإن ذلك يؤدي إلى تشكل حلقة كبيرة. لهذا السبب تملك كل محطة حواكم تستخدم لربط كلتا الحلقتين أو لقصر المحطة. ولخفض الكلفة تستعمل ثنائيات باعثة للضوء. بالإضافة إلى ذلك هنالك محطات ترتبط كل منها بشبكة حلقية بشكل مستقل (أي يكون لها وظائف خاصة في الشبكة). بسبب الاتساع المتنامي لاستخدام نواقل الألياف الضوئية سوف تبني في المستقبل شبكات أكثر على أساس الألياف الزجاجية، أيضاً دون بناء شبكات نواقل ألياف ضوئية خاصة.

❶ ألياف زجاجية



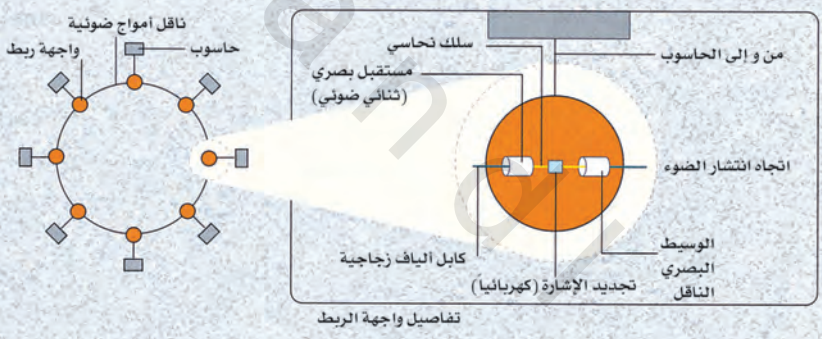
❷ مثال على حساب شعاع ضوئي في ليف بلوري (كوارتزي)

ⓐ ثلاثة أمثلة على حساب شعاع ضوئي في ليف بلوري عند السطح الفصل بين الهواء والبلور، بزوايا مختلفة

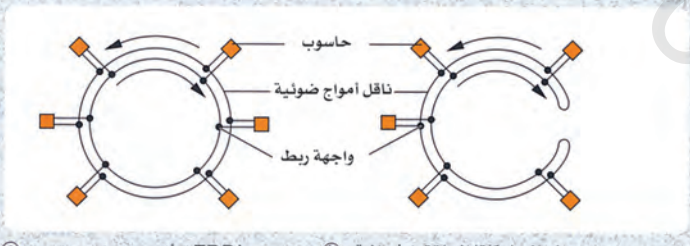


ينحصر الضوء ضمن الليف عند الانعكاس الداخلي الكلّي ⓑ

❸ حلقة ليف زجاجي مع مكررات فعالة



❹ شبكات نواقل الإمواج الضوئية



ⓐ FDDI تتألف من حلقتين تدوران باتجاهين متعاكسين

ⓑ عند انهيار كلتا الحلقتين في الموقع – ذاته يمكن وصلهما لتشكلا حلقة واحدة طويلة

نواقل الألياف الضوئية

الحاسوب (معلومات أساسية)

عندما يتم الحديث في يومنا هذا عن الحاسوب يقصد بذلك الحاسوب الشخصي (PC: Personal Computer) . لكن يوجد أيضاً نظم حاسوبية أخرى، كالحاسوب الميكروي (Microcomputer) والحاسوب الكبير (Mainframe)، التي تختلف بعضها عن بعض في البنية الهيكلية وفي تنظيماتها وفي مجالات استخدامها. تحتوي جميع النظم الحاسوبية وحدات أساسية مثل الوحدة المركزية بما فيها المعالج الصغري (⟵)، الذاكرة الخارجية (⟵)، ووحدة الإدخال والإخراج. تستخدم بيانات الأنظمة الحاسوبية (Data) من أجل معالجة المعلومات (Information) حسب مبدأ (الإدخال، المعالجة، إخراج البيانات).

مجالات استخدام الحاسوب الشخصي الحالية هي في معالجة النصوص وحساب الجداول وتطبيقات قواعد البيانات إضافة إلى معالجة بيانات الوسائط المتعددة (بيانات الصورة والصوت). مع استمرار ازدياد كثافة تكامل الترنزيستورات في الدارات التكاملية: (ICS: Integrated Circuits) تزداد كفاءة الحواسيب الشخصية باستمرار بحيث يمكنها أن تأخذ على عاتقها مستقبلاً عدداً أكبر من وظائف الحواسيب ذات القدرات العالية، على الأخص في مجال معالجة بيانات الرسومات.

نظام العد الثنائي، تمثيل المحارف والمنطق الرقمي ❶ ❷ ❸ ❹

المعلومات هي أساس معالجة البيانات. من أجل تخزين المعلومات ومعالجتها في نظام حاسوبي ما تبرز الحاجة لشكل محدد من ترميز وربط المعلومات بعضها مع بعض. إن أسهل وأسرع شكل من أشكال ترميز المعلومات هو نظام العد الثنائي، الذي يعتمد على رمزين فقط لوصف قيم الأعداد هما (٠ و ١). اعتماداً على الإلكترونيات التي يمكن فيها تمثيل حالتي الفتح والإغلاق (Off, On)، يعتبر النظام الثنائي مناسباً جداً كأساس لمعالجة المعلومات. بمرتبة (خانة) واحدة يمكن تمثيل القيمتين «٠» و «١» فقط، لكن بزيادة الخانات يمكن تمثيل قيم أكبر (الشكل ١).

تسمى خلية الذاكرة التي تستطيع تخزين مرتبة واحدة من هذا النظام بت، وهي أصغر وحدة معلومات. بتجميع ثمانية وحدات معلومات منها ينتج البايت. من أجل الإدخال في نظام حاسوبي ما فإنه بالإضافة للأرقام ٠-٩ يلزم إدخال أحرف الأبجدية والرموز الخاصة المختلفة (على سبيل المثال الرموز البيانية). لترميز مناسب تستخدم اليوم غالباً أعداد ثنائية ذات ثمانية منازل (كل منها ١ بايت)، وهكذا يمكن بواسطتها ترميز ٢٥٦ محرف. يستخدم لتمثيل المحارف في الحاسوب الشخصي غالباً ترميز مكون من ثمانية بتات يعرف باسم Code – ASCIL (الشكل ٢). بمساعدة النظام الثنائي يمكن ترميز جميع المحارف بحيث يمكن توصيف وعرض كل معلومة تقنياً على شكل بيانات كما يمكن تخزينها في الحاسوب. يسمى عدد المعلومات الثنائية (بيتات) التي يمكن للمعالج الصغري معالجتها دفعة واحدة طول الكلمة (حاسوب ٨ بت، ١٦ بت، ٣٢ بت وهكذا..). عند معالجة المعلومات تتم عملية ربط محتويات الذاكرة حسب قواعد محددة وتخزن النتيجة في خلايا جديدة. من خلال عمليات الربط هذه يفسر البت إما بنعم «١» أو بلا «٠». كي تحقق القرارات المنطقية يؤمن المنطق الرقمي لهذا الغرض عناصر أساسية تسمى البوابات المنطقية (هي Gatter, UND,ODER,NOTGATION) التي بواسطتها يمكن ربط المتحولات المنطقية الثنائية (البيتات) بعضها مع بعض باستخدام دارات إلكترونية رقمية (الشكل ٣). وهكذا تعطي بوابة الـ UND على خرجها «١» عندما يتوضع على كل مدخل من دخليها «١» حصراً. تسمى الدارات المنطقية المستخدمة لتحويل هذه الروابط بوابات. تمثل هذه البوابات بواسطة رموز محددة تختلف بالطبع بين الولايات المتحدة وألمانيا. يمكن تحقيق التوابع الأساسية باستخدام بوابات (AND - NOT - OR) NOR وNAND / الشكل ٤). تصنع هذه الدارات من أجل النظام الحاسوبية كعناصر نصف ناقلة (⟵) حسب تقانات مختلفة (على سبيل المثال تقانة CMOS).

الكيان المادي والكيان المرن (البرمجيات) :

يمثل الكيان المادي (Hardware) للنظام الحاسوبي جميع أجزائه المرئية ومنها أجهزة الإدخال والإخراج (لوحة المفاتيح، الفأرة، الشاشة، الطابعة)، الذاكرة الخارجية (القرص الصلب، سواقة الأقراص المرنة، سواقة الأقراص الليزرية). وبطاقات التوسيع (بطاقة الرسوم البيانية، بطاقة الربط مع الشبكة الرقمية للخدمات المتكاملة Adapter – ISDN وبطاقة الصوت). بمساعدة برمجيات مناسبة يمكن للمستخدم الاتصال مع الحاسوب وتوظيفه لإنجاز وظائف مختلفة. يترجم البرنامج داخلياً إلى شكل مفهوم من قبل الحاسوب يسمى شيفرة الآلة (Machine Code) ثم يعالج من قبل المعالج ووحداته الفرعية. تقوم بعملية التحويل هذه (الترجمة) برامج خاصة (المفسر: Compiler والروابط: Linker). برمجيات نظم التشغيل هي برمجيات (Software) خاصة جداً، لا يمكن للحاسوب وأجهزته المحيطية الموصلة به أن تعمل إلا إذا تم التحكم بها من قبل نظام التشغيل.

❶ تمثيل القيم في أنظمة عدّ مختلفة

القيمة	عشري	ثنائي	ست عشري
□	0	0	0
□□	1	1	1
□□□	2	10	2
□□□□	3	11	3
□□□□□	4	100	4
□□□□□□	5	101	5
□□□□□□□	6	110	6
□□□□□□□□	7	111	7
□□□□□□□□□	8	1000	8
□□□□□□□□□□	9	1001	9
□□□□□□□□□□□	10	1010	A
□□□□□□□□□□□□	11	1011	B
	12	1100	C
	13	1101	D
	14	1110	E
	15	1111	F

❷ رموز الأسكي

bi_4	bi_3	bi_2	bi_1	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	HEX
0	0	0	0	00		SP	0	@	P	`	p	Ç	É	á	▒	└	ð	Ó	SH	0
0	0	0	1	01		!	1	A	Q	a	q	ü	æ	í	▒	┴	Ð	ß	≠	1
0	0	1	0	02		"	2	B	R	b	r	é	Æ	ó	▒	┬	Ê	Ô	≡	2
0	0	1	1	03		#	3	C	S	c	s	â	ô	ú	▒	├	Ë	Ò	¾	3
0	1	0	0	04		$	4	D	T	d	t	ä	ö	ñ	┤	─	È	õ	¶	4
0	1	0	1	05		%	5	E	U	e	u	à	ò	Ñ	Á	┼	ı	Õ	§	5
0	1	1	0	06		&	6	F	V	f	v	ã	û	ª	Â	ã	Í	µ	÷	6
0	1	1	1	07		#	7	G	W	g	w	ç	ù	º	À	Ã	Î	Þ	¸	7
1	0	0	0	08		(	8	H	X	h	x	ê	ÿ	¿	©	╚	Ï	þ	°	8
1	0	0	1	09		)	9	I	Y	i	y	ë	Ö	®	╣	╔	┘	Ú	·	9
1	0	1	0	10		*	:	J	Z	j	z	è	Ü	¬	╝	═	┌	Û	·	A
1	0	1	1	11		+	;	K	[	k	{	ï	ø	½	╗	╦	■	Ù	¹	B
1	1	0	0	12		_	<	L	\	l	|	î	£	¼	╜	╠	▀	³	C
1	1	0	1	13		-	=	M	]	m	}	ì	Ø	¡	¢	═	╬	Ý	²	D
1	1	1	0	14		.	>	N	^	n	~	Ä	×	«	¥	╛	╧	Ì	¯	■	E
1	1	1	1	15		/	?	O	_	o	DE	Å	ƒ	»	┐	¤	■	'	NS	F
HEX				0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F	

حسب DIN (رقم ٦٦٠٠٤، القسم ١٢)

❸ جداول الحقيقة والتوابع المنطقية والرموز التخطيطية للتوابع الأساسية

جدول الحقيقة	التابع المنطقي	العملية	الرمز الأمريكي ANSI/IEEE 91-1984	الرمز الألماني DIN 40900 Teil 12
x_1 x_2 | y 0 0 | 0 0 1 | 0 1 0 | 0 1 1 | 1	$y = x_1 x_2$	UND	x_1, x_2 → y	x_1, x_2 → & → y
x_1 x_2 | y 0 0 | 0 0 1 | 1 1 0 | 1 1 1 | 1	$y = x_1 x_2$	ODER	x_1, x_2 → ≥1 → y	x_1, x_2 → ≥1 → y
x_1 | y 0 | 0 1 | 1	$y = x_1$	مضخم	x_1 → y	x_1 → 1 → y
x_1 x_2 | y 0 0 | 1 0 1 | 1 1 0 | 1 1 1 | 0	$\bar{y} = x_1 x_2$ oder $y = \overline{x_1 x_2}$	NAND	x_1, x_2 → y	x_1, x_2 → & → y
x_1 x_2 | y 0 0 | 1 0 1 | 0 1 0 | 0 1 1 | 0	$\bar{y} = x_1 + x_2$ oder $y = \overline{x_1 + x_2}$	NOR	x_1, x_2 → y	x_1, x_2 → ≥1 → y
x_1 | y 0 | 1 1 | 0	$\bar{y} = x_1$ oder $y = \overline{x_1}$	NICHT	x_1 → y	x_1 → 1 → y
x_1 x_2 | y 0 0 | 0 0 1 | 1 1 0 | 1 1 1 | 0	$y = \overline{x_1} x_2 + x_1 \overline{x_2}$ oder $y = x_1 \oplus x_2$	XOR	x_1, x_2 → y	x_1, x_2 → =1 → y
x_1 x_2 | y 0 0 | 1 0 1 | 0 1 0 | 0 1 1 | 1	$y = \overline{x_1}\,\overline{x_2} + x_1 x_2$ oder $y = \overline{x_1 \oplus x_2}$ oder $y = x_1 \oplus \overline{x_2}$	XNOR	x_1, x_2 → y	x_1, x_2 → =1 → y

حسب مجلة IEEE لعام ١٩٨٤

❹ تحقيق التوابع الأساسية لبوابات AND و OR و NOT و NAND و NOR

التابع الأساسي	بوابات NAND	بوابات NOR
NICHT: x_1 → 1 → y	x_1 → & → y; oder; x_1 → 1 → & → y	x_1 → ≥1 → y; oder; x_1 → 0 → ≥1 → y
UND: x_1, x_2 → & → y	x_1, x_2 → & → & → y	x_1 → ≥1; x_2 → ≥1; ≥1 → y
ODER: x_1, x_2 → ≥1 → y	x_1 → &; x_2 → &; & → y	x_1, x_2 → ≥1 → ≥1 → y

المعالجات الصغرية

عند الحديث عن معالج صغري يتجه التفكير دائماً إلى الحاسوب. توظف حالياً المعالجات الصغرية في كثير من الأجهزة الإلكترونية لأغراض الحساب والتحكم. يحتوي المعالج الصغري على معالج مؤلف من كسرة (رقاقة) تحتوي على عناصر نصف ناقلة عالية التكامل (شكل ١)، يقوم هذا المعالج بمعالجة الأوامر. تنفذ الوظائفة الرئيسية للمعالج من قبل وحدتين وحدة تنفيذ ووحدة تحكم. إن اتحاد المعالج الصغري مع وحدات أخرى يؤدي لتكوين أساس الحاسوب الميكروي. يحدد تنظيم الحاسوب الميكروي بأربعة وحدات رئيسية (شكل٢): الذاكرة الرئيسية لخزن البرامج والبيانات ووحدة التحكم التي تفسر البرنامج ووحدة الحساب التي تنفذ العمليات الحسابية ووحدة الإدخال و الإخراج التي تقوم بوظيفة الاتصال مع المحيط الخارجي للحاسوب.

وحدة الحساب ❷

تتكون وحدة التنفيذ (Execution Unit) على الأقل من وحدة حساب ومنطق (ALU: Arithmetic Logic Unit) تقوم بتنفيذ العمليات الحسابية. هذه العمليات الحسابية هي أوامر مصاغة بلغة الآلة تصدرها برامج خاصة (Compiler,Linker) بناءً على تعليمات البرنامج الموضوع من قبل مطوري البرامج، المعالج يفهم هذه الأوامر البسيطة فقط. على جانب العمليات الحسابية (جمع، طرح، ضرب...) التي تنفذها وحدة التنفيذ توجد التوابع المنطقية (الاجتماع، التقاطع، النفي...) إضافة إلى ما سبق تنفذ وحدة التنفيذ عمليات الإزاحة والمقارنة. تحتوي وحدة التنفيذ أيضا ذواكر متنوعة على شكل دارات إلكترونية رقمية تدعى مسجلات من أجل تخزين قيم العوامل والنتائج المختلفة.

openkanal.com

وحدة التحكم ❷

تتحكم وحدة التحكم (Control Unit) بمختلف مكونات الحاسوب المكروي وتتمثل وظيفتها بشكل خاص بتحليل وتفسير تعليمات لغة الآلة ومعالجتها بشكل متسلسل تعليمة بعد تعليمة. تتأثر وظيفة وحدة التحكم بشكل أساسي بثلاث مسجلات. أولها عداد البرنامج (Program Counter) الذي يحتوي عنوان تعليمة الآلة التالية التي يجب أن تعالج وتنفذ. المسجل الثاني هو مسجل التعليمة (Instruction Register)، الذي يحتوي التعليمة التي يجب تنفيذها حالياً. المسجل الأخير يدعى مسجل الحالة (Status Register)، هو الذي يتلقى رسائل من الوحدات الفرعية للمعالج الصغري عن حالة المعالجة في هذه الوحدات وبالتالي يؤثر على معالجة تعليمات الآلة التالية. عند حدوث أخطاء (تقسيم على صفر) تتم مقاطعة المعالجة الطبيعية أي تتم مقاطعة البرنامج الجاري تنفيذه وعوضاً عن ذلك تنفيذ عملية قفز إلى برنامج معالجة مقاطعة (Interrupt Routine). إن المسؤول عن هذه العملية هو وحدة التحكم بالمقاطعة (Interrupt control unit). توضع إشارة مناسبة لشروط مرغوبة محددة (على سبيل المثال خطأ ما) في مسجل الحالة تواقت مع ساعة المعالج وتؤدي لمقاطعة البرنامج.

دورة تعليمية الآلة ❸

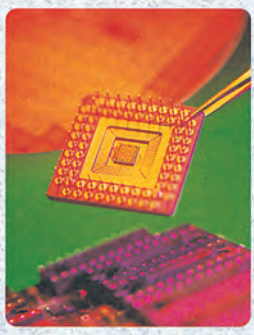
تنظيم دخول عملية معالجة تعلمية آلة ما بواسطة دورة تعلمية الآلة (الشكل٣). تصف دورة تعليمة الآلة مراحل العمل الستة التالية: مرحلة جلب التعليمة (تتم فيها عملية جلب تعليمة الآلة التالية إلى مسجل التعليمة الذي يوجد في وحدة التحكم)، مرحلة تحليل التعليمة (تفسر التعليمة)، مرحلة جلب المعاملات (تهيئ معاملات التعليمة)؟، مرحلة التنفيذ التفصيلية (تنفذ العملية المطلوبة بالتعليمة بالكامل)، مرحلة إعادة النتيجة والكتابة العكسية (تعيد تسجيل النتيجة في الذاكرة) ومرحلة العنونة (تغير قيمة عداد البرنامج بما يطابق تسلسل المعالجة ليشير على عنوان التعليمة التالية).

الوحدات الرئيسية الأخرى :

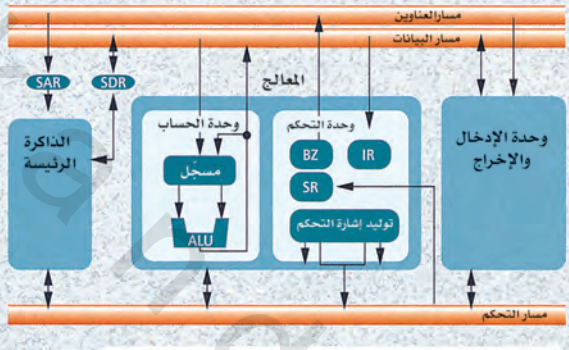
يوضع البرنامج والبيانات الخاصة به في الذاكرة الرئيسية. إحدى وظائف وحدة التحكم هي دعم عنونة الذاكرة الرئيسية. تقوم وحدة إدارة الذاكرة (MMU: Memory Management Unit) بلا شك بمعظم العمل. تقسم الذاكرة في معظم الأحوال إلى أجزاء كثيرة (قطاعات). وللوصول إلى البيانات والتعليمات بشكل أسرع، توفر وحدة إدارة الذاكرة جداول تساعد في تحويل العناوين المستخدمة في عنونة قطاعات الذاكرة من شكل لآخر. لتسريع معالجة التعليمات أكثر من ذلك توجد ذواكر أخرى خاصة وذواكر مؤقتة(Caches) تتوضع منطقياً بين المعالج والذاكرة الرئيسة. تخزن في هذه الذواكر التعليمات التي يجب إتمام معالجتها فيهما بعد شكل مؤقت. وحدات التحكم بعمليات الإدخال والإخراج (Control Units O/I) تتحطم بالاتصال بين الذاكرة والأجهزة المحيطية (على سبيل المثال لوحة المفاتيح، الفأرة، الشاشة، والطابعة).

obeikandl.com

❶ المعالج الصغري

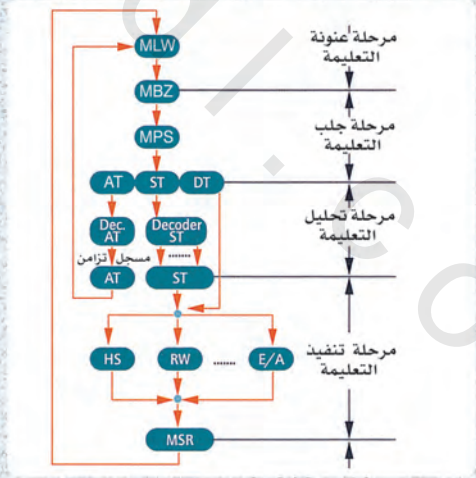


❷ المعالج وتعامله مع الوحدات الأخرى



SAR = مسجل تخزين العناوين
SDR = مسجل تخزين البيانات
BZ = عداد
IR = عداد
SR = مسجل الحالة
ALU = وحدة الحساب والمنطق

❸ مراحل دورة تعليمة الآلة وتنفيذها فى المعالج



MLW = وحدة الحكم بالبرنامج
MBZ = عداد التعليمات
MPS = ذاكرة البرنامج
MIR = مسجل التعليمات
AT = قطاع العناوين
ST = قطاع الحكم
DT = قطاع البيانات المباشرة
Dec. = محلل الترميز (فك الشيفرة)
HS = ذاكرة رئيسة
RW = وحدة الحساب
E/A = مدخل/ مخرج
MSR = مسجل الحالة

المعالجات الصغرّيه

العناصر نصف الناقلة

تتأثر كفاءة أي حاسوب (⟵) بشكل حاسم بالدارات المتكاملة (الموجودة فيه). بالاستعانة بتقنية أنصاف النواقل يمكن تحقيق العمليات المنطقية في هذه الدارات باستخدام عناصر غير خطية. إن هدف تقنية أنصاف النواقل هو جمع هذه العناصر على رقاقة (كسرة) سيلسيسوم بأصغر حجم ممكن، من أجل السعي المستمر لإنتاج دارات تكاملية ذات كفاءة أعلى.

أنصاف النواقل ❷

في العناصر الخطيّة توصف علاقة التوتر بواسطة معادلات خطية، كقانون أوم: مقاومة= R التوتر/U شدة التيار I. قيمة المقاومة R هنا ثابتة زمنياً ولاتتعلق بالقيم الفيزيائية الأخرى (الشكل ٢). خلافاً لذلك فإن المقاومة الأومية للعناصر غير الخطية (أنصاف النواقل)، التي لها ناقلية متوسطة بين العوازل والنواقل تتعلق بدرجة الحرارة.

من العناصر نصف الناقلة الهامة الثنائي نصف الناقل Diode والترانزستور Transistor. يتألف كلا العنصرين من طبقات نصف ناقلة غير نقيّة (مشوبة)، عاد السليسيوم والجرمانيوم، كل من هاتين المادتين رباعية القيم (التكافؤية) كيميائياً، أي أن لكل منها أربعة إلكترونات تشارك في الشروط الكيميائية. في درجات الحرارة المنخفضة تلزم الإلكترونات مكانها في البنية البلورية، أما في درجات الحرارة العالية فإنها تنسلخ عن هذه البنية، فتسبب فائضاً في الشحنات الموجبة (الثقوب) وتتحرك بحرية ضمن المادة حتى تقع في أحد هذه الثقوب.

إذا تعرضت المادة لتوتر كهربائي، فإن هذه الإلكترونات الحرة تتحرك باتجاه واحد، مما يؤدي لنشوء تيار في مادة (غير نافلة عند درجات الحرارة المنخفضة). فإذا أشيبت المادة الرباعية التكافؤ بمادة أخرى خماسية التكافؤ، يحصل المرء على فائض من الإلكترونات في البنية البلورية، وذلك يعني فائض في الشحنات السالبة

openkandil.com

(طبقة n). وبالمقابل يحصل المرء على فائض في الشحنات الموجبة (طبقة p) عن طريق الإشابة بمادة ثلاثية التكافؤ. وعند تطبيق تتوتر كهربائي يحدث في الحالة الأولى النقل (التيار) عن طريق الإلكترونات (ناقل n)، أما في الحالة الثانية فتعمل الثقوب الزائدة، عمل شحنة موجبة متحركة (ناقل p).

الثنائي النصف الناقل و الترانزستور ❸ ❹ ❺

يتألف الثنائي النصف الناقل من طبقة n وطبقة :p عبر الطبقة الفاصلة تتحرك الإلكترونات من الطبقة n إلى الطبقة p ذات الثقوب الزائدة (الانتشار)، مما يؤدي إلى نشوء فرق تتوتر على الطبقة الفاصلة. فإذا تم وصل منبع توتر بقطبه السالب إلى الطبقة p وقطبه الموجب إلى الطبقة n ، ينشأ ذلك تراكم شحنات على الطبقة p بسبب الإلكترونات الوافدة. بالمقابل لا تتلقى الطبقة n أية إلكترونات. يمثل ذلك ازدياد فرق التوتر على الطبقة الحدية من جهة الإلكترونات والثقوب على السواء، حيث يكاد ينعدم الانتشار (الشكل ٣)، ويصبح الثنائي سيئ النقل. فإذا عكسنا قطبية منبع التوتر، فإن مزيداً من الالكترونات سوف تسحب من الطبقة p، مما يتسبب في تسهيل حركة الإلكترونات من الطبقة n إلى الطبقةp ، ويصبح الثنائي جيد النقل.

يتألف الترنزستور من ثلاث طبقات متتالية مرتبة بالتناوب من المادتين نصف الناقليتين p وn. لذلك نحصل على ترانزستورات من نوع pnp ونوع npn (الشكل ٤). يدعى المجالان لطبقتي نصف الناقل المتماثلين بمنطقة الباعث ومنطقة المجمع، ويدعى المجال الأوسط بمنطقة القاعدة، و تسمى الإلكترودات الموصلة بها بالباعث والقاعدة والمجمع. بما أن نوعين من الشحنات يسهم في عمل الترانزستور (شحنات n وشحنات p)، لذلك فهو يدعى ترانزستور ثنائي القطبية Bipolar Transistor. هناك نوع آخر هو الترانزستور الأحادية القطبية أو ترانزستور الأثر الحلقي FET، الذي تؤدي العمل فيه شحنة واحدة فقط.

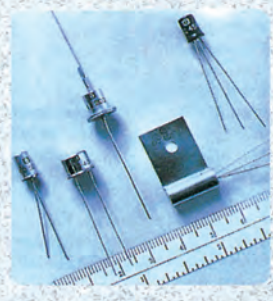
إن أسس جُل العمليات الجارية في أجهزة معالجة البيانات الرقمية تعتمد على العناصر ننصف الناقلة، التي تستخدم كمفاتيح إلكترونية. وأهم هذه العناصر هي الترانزستور (بما فيها أيضاً EFTS). إذا تم عكس قطبية التوتر بين الباعث والقاعدة وبين الباعث والمجمع في ترانزستور pnp، فإن معبّري n–p يكونان باتجاه التمرير، وفي حال عكس القطبية باتجاه الحجز، هذا يعني أن الترانزستور يعمل عمل مفتاح (الشكل ٥).

الدارات المنطقية الأساسية:

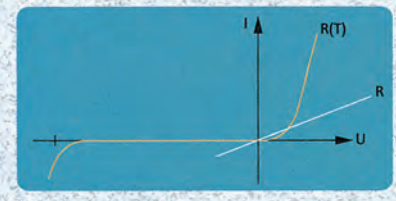
إن الدارات المنطقية الأساسية، التي تبني غالباً من بوابات NAND أو NOR (الحاسوب)، تتشكل من عناصر منطقية (عائلات) ذات تقنيات مختلفة. الأهم في هذه العائلات هي: TTL (Transistor Transisito Logic) و ECL (Emitter Cou-pled Logic) و (CMOS Complementary Metal Oxide Semiconductor). تحظى دارات الـ TTL بالانتشار الأوسع ويمكن تصنيعها بأحجام صغيرة جداً بينما تعمل دارات ECL بسرعة عالية، أما دارات الـ CMOS فتتمتع باستهلاك قدرة ضئيل.

obeikandl.com

❶ من عنصر نصف ناقل كتوم إلى الدارة التكاملية



❷ منحني أداء الثنائي ذي المقاومة المتعلقة بدرجة الحرارة

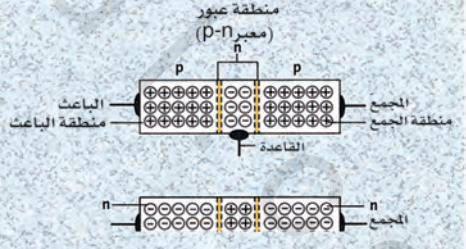


R(T) = مقاومة متعلقة بدرجة الحرارة
R = مقاومة ثابتة لعنصر خطي
U = التوتر
I = سكرة التيار

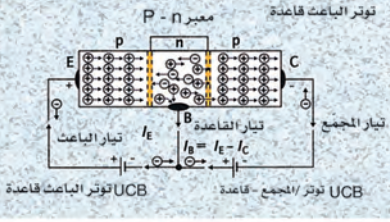
❸ العلاقة بين قطبية التوتر وناقلية الثنائي

❹ البنية والرمز لترانزستورات مختلفة

ⓐ ترانستور - pnp



❺ الترانزستور pnp كمفتاح



العناصر النصف الناقلة

ذواكر أنصاف النواقل

من أجل تخزين المعلومات في الحاسوب (كالبرامج مثلاً) يلزم عناصر ذاكرة ذات سرعة وصول عالية. بوساطة تقنية أنصاف النواقل بين ذواكر التي تستخدم في الحواسب كذواكر رئيسية. يمكن التمييز في ذواكر أنصاف النواقل بين ذواكر جداول وذواكر وظائف (الشكل ١). تتشكل الذواكر من القابلات Flip – flops (مفاتيح قلابة إلكترونية) بوساطة الترانزستورات (العناصر النصف الناقلة ⟵) والمكثفات والمقاومات. تختلف التقانتان المستخدمتان (الذواكر الثنائية القطبية وذواكر MOS) في سرعة وصول استهلاك التيار وفي قابلية التجميع على رقاقة (كسرة) واحدة. تعد الذواكر الثنائية القطبية (Trasistor Trasistor Logic: TTL) و (Emitter Coupled Logic: ECL) أسرع، لكن تجميعها التكاملي محدود بسبب استهلاكها العالي للتيار. أما ذواكر MOS (Metaloxid semiconductor) فهي أبطأ قليلاً لكنها تبدي قابلية عالية للتجميع التكاملي.

ذواكر القراءة والكتابة ❷

تستخدم ذواكر القراءة والكتابة ذات الوصول الاختياري (RAM ذاكرة الوصول العشوائي) لحفظ الترامج والمعطيات اللازمة لعمل الحواسب، هناك ذواكر يمكن للمرء أن يخزن فيها المعطيات تحت عنون محدد وأن يقررأ محتواها. ترمز مداخل العناوين عن طريق مرمّز العناوين، من أجل قراءة خلية الذاكرة المطلوبة، مما يؤدي للحصول على جدول خاص. في عناصر ذواكر الكتابة والقراءة يمكن أن نميز بين DRAM (RAM dynamic) و SRAM (RAM static). تتألف ذاكرة الحاسوب في وقتنا الحالي على الأغلب من عناصر DRAM، بينما تستخدم عناصر SRAM السريعة فقط في حواسيب الاستطاعة العالية وفي الذواكر البينية/أو المؤقتة (cache memory) تحتوي ذواكر القراءة و الكتابة الديناميكية (DRAM) في نواتها على مصفوفة الذاكرة، تمثل كالعقدة منها من خلية واحدة ١– BIT. تتألف هذه

الخلية من ارانزستور ومكثف. تخاطر الخلايا من خلال عنوان السطر وعنوان العمود (الشكل ٢). بسبب ضياعات الشحنة يجب إعادة إنعاش الخلايا الدائمة (كل ٨ ميلي ثانية تقريباً). بسبب هذا «الإنعاش» (أو التجديد) اكتسب ذواكر القراءة والكتابة الديناميكية اسمها. بشكل مشابه تصم ذواكر SRAM، لكنها تحوي من ترانزستور إلى ستة تترانزستورات لكل خلية واحدة (BIT١).

ذواكر القيمة الثابتة:

تعرف ذواكر الجداول (التي يمكن أن تقرأ فقط) بذواكر القيمة الثابتة (Read Only Memory: ROM) تبرمج هذه الذواكر بمضمونها المعلوماتي من قبل المصنع قبل عمليات الإنهاء وتبقى محفوظة حتى بعد قطع توتر التغذية (مثلاً بعد إطفاء الحاسوب). كما في ذواكر القراءة والكتابة تملك ذواكر القيمة الثابتة أيضاً آلية وصول اختياري إلى كل عنصر فيها، هذا يعني أن بواسطة عنوان محدد يمكن قراءة كلمة بيانات مطلوبة. في الشكل (١) تظهر أنواع مختلفة من ذواكر القيمة الثابتة (MROM, PROM, EPROM, EEPROM) وتختلف فيما بينما في الحقيقة فقط في نوع وأسلوب برمجتها. تبرمج MROMS من قبل الصانع بواسطة قناع. خلافاً لها يمكن للمستخدم أن يبرمج الـ PROMS بواسطة جهاز برمجة خاص. ويمكن للمستخدم ببرمجة ذاكرة القيمة الثابتة المسوحة بالأشعة فوق البنفسجية EP-ROMS كما يمكن له أيضاً مسحها بواسطة الضوء فوق البنفسجي. أما في ذواكر القيمة الثابتة المسوحة كهربائياً (EEPROM) فيمكن تدوين أية عبارة معطيات مطلوب تخزينها في موضع محدد من الذاكرة و تحت عنوان محدد بواسطة جهاز يؤمن توتر البرمجية اللازم.

العناصر المنطقية القابلة للبرمجة ❸

تمثل المجموعة الثالثة من الذواكر النصف ناقلة ذواكر الوظيفة. بخلاف ذواكر الجداول يخزن في هذه المجموعة (ROMS×RAMS) توابع وليس جداول

(الحاسوب ⟵). يتبع مجموعة العناصر القابلة للبرمجة الـ PLD logic Pro- grammable) (Device) كل من PALAS، LCAs،pla (الشكل ١). PLAs Pro- grammable) (logic Arrays صعبة البرمجة لذلك ليس لها أهمية كبيرة في وقتنا الحضر. الـ LCAs (logic cell arrays) هي عناصر جديدة تماماً، لا تخزن التوابع المنطقية الجديدة فحسب وإنما أيضاً ممرات المعطيات المتبعة بين كتل التوابع. الأكثر انتشاراً والأسهل برمجة هي الـ PALs (array logic programmable). في البداية تنفذ عمليات الجمع (AND) لمتحولات الداخل ثم تطبق عليها عمليات الاختيار (OR). في الشكل (٣-ب) توجد برمجة التابع الموجود في (٣-آ) وفقاً للـ PAL.

لم يعد تصميم الـ PALs في هذه الأيام يدوياً وإنما يتم ذلك بالاستعانة ببرامج حاسوبية، تقوم بتوجيه أجهزة برمجة خاصة. تستخدم الـ PALs في أجهزة التشغيل/ التوصيل الكبيرة.

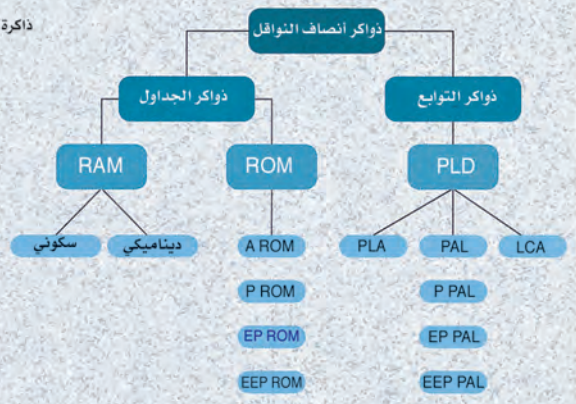
obeikandl.com

❶ لمحة عامة عن ذواكر أنصاف النواقل

RAM = ذاكرة الوصول العشوائي (قراءة وكتابة)

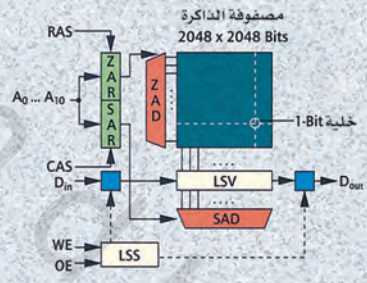
ROM = ذاكرة للقراءة فقط

M = مبرمج بالقناع
P = قابل للبرمجة
EP = قابل للبرمجة والمسح
PLD = دارة منطقية قابلة للبرمجة
PLA = حقل منطقي قابل للبرمجة
PAL = حقل قابل للبرمجة منطقياً
LCA = مصفوفة خلايا منطقية
EEP = قابل للبرمجة والمسح كهربائياً



❷ رسم توضيحي لعنصر DRAM يحوي ٤ ميغا × ١ (دون دارة إنعاش منطقي)

ZAR = مسجل عناوين الطور
SAR = مسجل عناوين الأعمدة
ZAD = مرمز عناوين السطور
SAD = مرمز عناوين الأعمدة
LSV = مضخم القراءة والكتابة
LSS = التحكم بالقراءة والكتابة
RAS = اختيار عنوان صف
CAS = اختيار عنوان عمود
WE = إمكان الكتابة
OE = إمكان التسليم
A_i = عنوان
D_{in} = بيانات دخل
D_{out} = بيانات خرج



❸ العناصر المنطقية القابلة للبرمجة

ⓐ مثال لجدول الحقيقة وتوابعه المنطقية

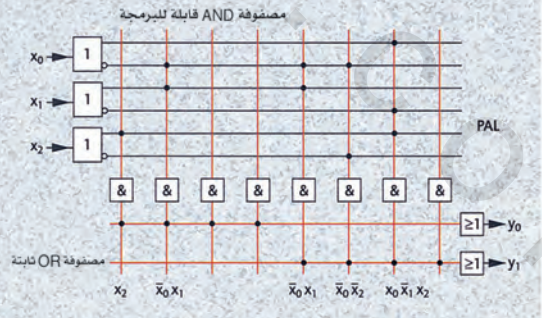
Z	x_2	x_1	x_0	y_1	y_0
0	0	0	0	1	0
1	0	0	1	0	0
2	0	1	0	1	1
3	0	1	1	0	0
4	1	0	0	0	1
5	1	0	1	1	1
6	1	1	0	1	1
7	1	1	1	0	1

$y_0 = x_2 + \bar{x}_0 x_1$

$y_1 = \bar{x}_0 x_1 + x_0 x_2 + x_0 x_1 x_2$

X1 : تعني نفي القيمة X 1

ⓑ تحقيق التابع المعروض في آ بواسطة PAL



الذواكر الخارجية

إن مهمة الذواكر الخارجية في أي نظام حاسوبي هي التخزين الدائم للمعلومات والبرامج وتمديد الذاكرة الرئيسية (RAM) أثناء تنفيذ البرنامج. بعد إطفاء الحاسوب تضيع كل المعلومات الخزنة في الـ RAM. فللحصول على المعطيات الملقمة للحاسوب وعلى البرامج المتعلقة بها يلزم تخزين المعلومات تخزيناً دائما.

تتميز الذواكر الخارجية بالعنصرين التاليين: الأول هو حامل البيانات، الذي بإمكانه تخزين حالتين (٠ أو١) وبذلك يمكنه الحفاظ على سلاسل البيانات المرمزة ثنائياً، والثاني هو رأس القراءة والكتابة الذي يستطيع قراءة البيانات ومسحها وتدوين غيرها. يتم التحكم بكل ذلك عن طريق المنظم، الذي هو عبارة عن نظام برمجي موجود في ذاكرة القيمة الثابتة (ROM)، بإمكانه توجيه رأس الكتابة والقراءة إلى أي موضع محدد من حامل البيانات.

بناءً على التقانات المختلفة المستخدمة في تخزين المعلومات على حوامل البيانات يمكن أن نفرق بين ذواكر مغناطيسية وذواكر بصرية (ضوئية) وأخرى مغناطيسية بصرية.

ذواكر الأقراص المغناطيسية و الشريط المغناطيسي ❶ ❷ ❸

تنقسم الذواكر المغناطيسية نظراً لطريقة الوصول إلى البيانات فيها إلى نوعين: أولاً- ذواكر ذات وصول عشوائي (كالقرص الصلب hard disc مثلاً) وفيها يمكن الوصول إلى أي قطاع من قطاعات حامل البيانات دون الحاجة إلى قراءة أي قطاع آخر، وثانياً - ذواكر ذات وصول تسلسلي (كالشريط مثلاً)، التي يجبر فيها رأس الكتابة والقراءة على الحركة وقراءة جميع المواضيع التي يتحرك فوقها (إلى أن تصل إلى القطاع المطلوب).

تستخدم في ذواكر الأقراص المغناطيسية صفائح (دائرية) رقيقة عليها طبقة من الكوبالت والنيكل. تخزن المعلومات على هذه الأقراص موجهة على امتداد مسارات

(منحنية) متحدة المراكز. تتركب رؤوس الكتابة والقراءة على ذراع وصول متعدد النهايات (كالمشط)، حيث يمكّنها ذلك من الوصول إلى أي مسار مطلوب بين الأقراص (الشكلين ١ و٢). تصل في هذه الأيام سرعة الأقراص الصلبة حتى ١٠٠٠٠ دورة في الدقيقة، أما سعتها فتقاس الأن بالغيغا بايت. وتتألف الأقراص المرنة floppy discs من قرص مغناطيسي واحد فقط، محاط بغلاف واق. من التنسيقات الشائعة لقرص الـ ٥,٢٥ إنش ما سمح له باستيعاب ١٠٢ ميغا بايت أما قرص الـ ٣,٥ إنش الأكثر استعمالاً فيستوعب ١,٤٤ أو ٢,٨٨ ميغا بايت. وتملك ذواكر الأشرطة المغناطيسية (streamer) شريطاً مغناطيسياً من مادة لدائنية (لحمل المعلومات) ملفوف على بكرتين. ويكون رأس الكتابة والقراءة على اتصال مستمر مع الوسيط. من أشكال التدوين العملية المستخدمة الـ QIC (Quarter Inch Cartridge) والـ DAT (Digital Audio Tape). يستخدم التخزين على الشريط غالباً لحفظ المعلومات وتصنيفها (في الأرشيف). حتى لو تضرر الشريط يمكن استرجاع المعلومات المحمولة عليه.

الذواكر البصرية ❹

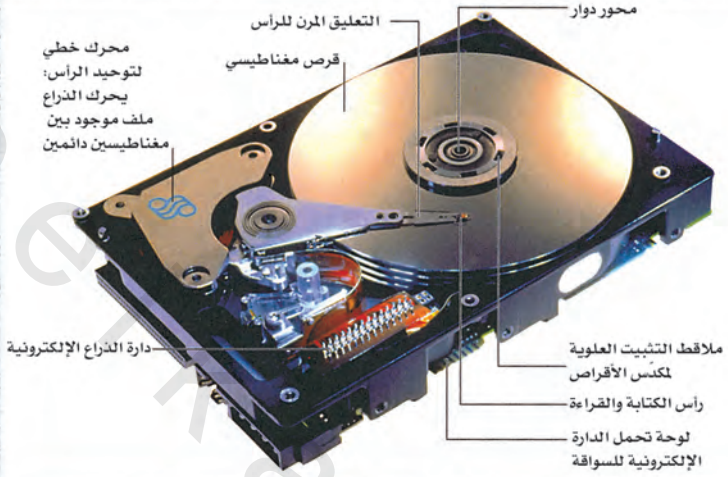
تخزن المعلومات في القرص المدمج (ROM-CD) على مسار حلزوني واحد (من الداخل إلى الخارج). تحدث على الوجه السفلي للقرص المدمج تجاويف صغيرة (pits) تمثل ترميزاً ثنائياً للمعلومات (الشكل ٤). يتم تحسس القرص المدمج بواسطة شعاع ليزري والتقاط المعلومات الواردة عليه ثم تقوّم بواسطة ثنائيات ضوئية (قارئات الـ CD ⟵) الإضافة إلى هذه الأقراص المدمجة القابلة للقراءة فقط يوجد اليوم أقراص مدمجة قابلة للتسجيل (Recordable: Compact Disc CD-Rs)، تدعى: CD خام ويكتب عليها لمرة واحدة بواسطة «حراقة CD» خاصة ويمكن قراءتها بواسطة أي جهاز قراءة. بالإضافة لذلك يوجد أيضاً أقراص مدمجة قابلة لإعادة الكتابة -(CD WR)، التي تحتاج أيضاً إلى أجهزة كتابة خاصة

(ناسخات). إن السعة الأعظمية التي يمكن أن يستوعبها من كل الأنواع المذكورة لا يتجاوز٦٥٠ ميغا بايت.

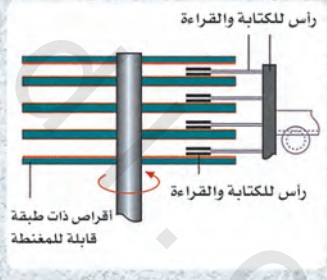
الذواكر المغناطيسية البصرية:

يتم التخزين في الذواكر المغناطيسية البصرية (memories-Mo) كما في الأقراص الصلبة مغناطيسياً، وتستخدم الأساليب البصرية فقط عند القراءة والكتابة، ومن أجل المغنطة الدائمة عند كتابة المعلومات يحتاج المرء فقط إلى حقل مغناطيسي ضئيل الشدة، لأن النقطة المراد مغنطتها قد سُخنت حتى ٢٠٠ م بواسطة شعاع ليزري (أثر شوري). بالإضافة لذلك فإن الذواكر المغناطيسية البصرية منيعة جداً، لأن أي تغير في المغنطة عند درجة حرارة الغرفة يحتاج إلى حقل مغناطيسي عالي الشدة. ومن الجدير بالذكر أن إعادة الكتابة على مثل هذه الذواكر تحتاج إلى وقت من مما تحتاج الكتابة على القرص الصلب، لأن دورة الكتابة تتألف من ثلاث دورات: المسح (أو إزالة المغنطة) ثم الكتابة.

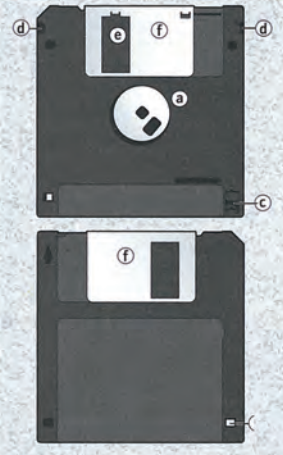
❶ بنية القرص الصلب



❷ القرص الصلب : مكدّس الأقراص وذراع الوصول الذي يحمل رأس الكتابة والقراءة

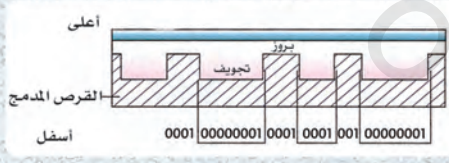


❸ قرص مرن بحجم ٣.٥ إنش



ⓐ مرتكز عنصر التحريك
ⓑ الحماية من الكتابة (فعالة)
ⓒ الحماية من الكتابة (غير فعالة)
ⓓ يد على استقرار القرص في مكانه الصحيح
ⓔ فتحة لرأس الكتابة والقراءة ولحامل المعلومات
ⓕ صفيحة حماية

❹ سطح الـ CD - ROM



تعمل البروزات والتجاويف على انعكاس وامتصاص شعاع ليزري مركز.

الذواكر الخارجية

الطابعات

نحتاج إلى الطابعة من أجل تشكيل المعلومات الموجودة في الحاسوب على الورق. ويخاطبها الحاسوب عبر واجهة ربط تفرعيه. تصنف الطابعات بحسب التقانات التي تعمل، كما في الشكل (١).

طابعات التلامس: ❷

تقسم طابعات التلامس حسب أسلوب الطباعة إلى طابعات المصفوفة وطابعات المحارف الكاملة. تعد الآن طابعات المحارف الكاملة مثل الطابعات التسلسلية وطابعات دولاب النماذج ذات أهمية ضئيلة. في مقابل ذلك تستخدم طابعات المصفوفة بشكل متزايد باستمرار، وخاصة في طباعة الاستثمارات بنسخ كثيرة. في طابعات المصفوفة (غالباً ما تسمى الطابعات الإبرية) يتم تشكيل كل محرف عن طريق مصفوفة نقطية، أما في طابعات المحارف الكاملة فإن ذلك يتم بواسطة عملية دمغ. في عملية الطباعة الإبرية يتحرك رأس الطباعة، الذي يصل محتواه حتى ٤٨ إبرة، أفقياً على طول السطر. لدى تحريك إحدى الإبر فإنها تنضغط على شريط لوني، مما يؤدي إلى وصول بقعة صغيرة من الحبر إلى الورق (الشكل ٢-آ). تحقق الطابعات الإبريّة الحديثة اليوم دقة تبلغ ٣٦٠ dpi (dot per inch= بقعة في البوصة) وتصل سرعة طباعتها إلى ما يزيد عن ٥٠٠ محرف في الثانية.

طبعات عدم التلامس: ❷ ❸

في الطابعات الحرارية إما أن يتم نقل الجزيئات اللونية من شريط لوني إلى الورق، أو أن يتم تلوين ورق خاص بالتسخين، إذ تستخدم لذلك صفيحات تسخين صغيرة (مقاومات أومية) كعناصر طباعة. يستخدم هنا أسلوبان في الطباعة. باستخدام ضغط الانتقال الحراري تتم إذابة اللون بالتسخين ثم ينتقل إلى الورق بالضغط. ينتشر اليوم أكثر استخدام ضغط التفاعل الحراري المباشر، وفيه يوجد شريط لوني ذو طبقة واحدة مكون من مادتين، واحدة مشكلة للون وأخرى لتظهيره،

عن طريق التسخين حتى ١٠٠ م يتم إطلاق تفاعل كيميائي يتسبب في ظهور طيف لوني واسع. تعمل الطابعات الحرارية بضجيج منخفض جداً، لكنها بطيئة، فهي تنتج ٤ صفحات في الدقيقة تصل حتى ٦٠٠ dpi.

تنتمي الطابعات النافثات للحبر للطابعات الأكثر استخداماً في يومنا هذا (الشكل ٣). وقد أثبتت فعاليتها بالأخص في المجال الشخصي، لأنها بالمقارنة مع الطابعات الليزرية أقل ثمناً مع تحقيقها لنوعية طباعة مشابهة لها. يتم إيصال الحبر إلى الورق عبر النفاثات تحت الضغط. ويحدث ذلك إما عن طريق الإرذاذ أو بواسطة النفث المستمر. لكن الأخير لم يثبت جدارته في الطابعات الأحدث. هناك أسلوبان لتحقيق الإرذاذ: هما أسلوب فقاعات البخار (jet-bubble) والأسلوب الكهرإجهادي (piezoelectric). في طريقة نافورة الفقاعات ينضغط الحبر على الورق عن طريق فقاعة بخار صغيرة تخرج من النفاثة. من الطريقة الكهرإجهادية تحاط قناة النافثة ببلورات كهرإجهادية تولد موجات ضغط بالاهتزاز، مما يؤدي إلى قذف الحبر على قطرات (الشكل ٢- ب). يمكن بسهولة تشكيل الصور الملونة باشتراك ثلاث إلى أربع نافورات من الحبر. تصل دقة الطابعات النافثة للحبر الحديثة حتى ٧٢٠ dpi وتبلغ سرعة الطباعة حوالي ١٠ صفحات في الدقيقة. عند الطباعة الملونة تنخفض سرعة الطباعة بوضوح لحوالي ٤ صفحات في الدقيقة.

الطابعات الليزرية وتدعى أيضاً طابعات الصفحة، لأن لأسلوب الطباعة فيها يستدعي بالضرورة تحضير الصفحة كاملة قبل بدء عملية طباعتها. تدعى هذه الطريقة أيضاً بالتصوير الكهربائي المنقول الجاف أو الزيروغرافيا. حيث يتم تشكيل صورة ضوئية للصفحة المراد طباعتها على طنبور ناقل ضوئي مشحون بشكل متجانس (الشكل ٢-ج). بواسطة شعاع ليزري يتم تفريغ الأماكن من الطنبور التي ستظهر عليها عناصر الصورة. بذلك تتشكل على الطنبور صورة للصفحة المراد طباعتها. وفي المرحلة التالية تكتسي المناطق المشحونة من الطنبور بمسحوق المادة الملوّنة (الحبر الجاف). وفي الخطوة الأخيرة تنتقل الصورة المتشكلة من المسحوق

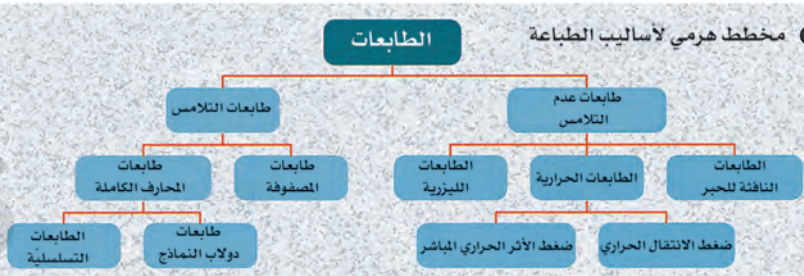
لتثبت على الورق بواسطة الضغط والحرارة وتفاعل كيميائي. ثم تمسح الشحنة من على الطنبور. تتمتع الطابعات الليزرية بسرعة طباعة عالية تصل حتى ٢٠ صفحة في الدقيقة، ودقة تصل حتى ١٢٠٠ dpi.

الراسمات:

تستخدم الراسمات (Plotter) بالدرجة الأولى في المجالات العلمية التقنية، حيث يلزم طباعة رسومات تصميمية كبيرة على مساحة ورقية تتجاوز A0 . هناك نوعان من الرأسمات: في الراسمات المسطحة تثبت الورقة على مساحة الرسم ويتحرك فوقها رأس الطباعة ذو الأقلام (بسماكات وألوان مختلفة) بشكل ثنائي البعد (اتجاهي x وy). وفي راسمات اللفّ يتم سحب الورق بواسطة ملفاف أمام الرأس الذي يتحرك أفقياً فقط.

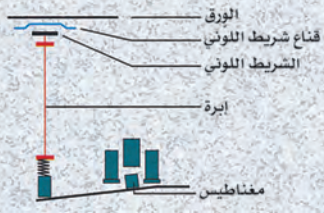
obeikandl.com

❶ مخطط هرمي لأساليب الطباعة

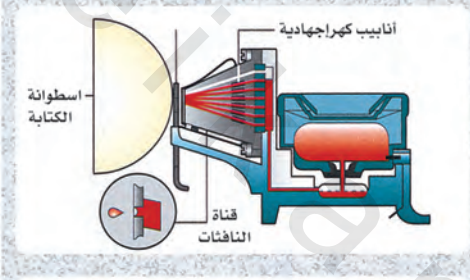


❷ مبادىء عمل أساليب الطباعة المختلفة

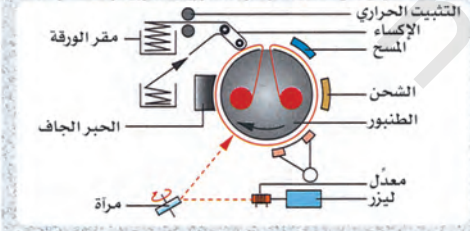
ⓐ الطابعات الإبرية



ب - الطابعات النافثة للحبر (الأسلوب الكهرإجهادي) ⓑ



ج - الطابعات الليزرية ⓒ



❸ طابعة نافثة للحبر للطباعة الملونة

الطابعات

المودمات (المعدّلات وكاشفات التعديل)

في استخدام الحواسيب تظهر كثيراً الحاجة لربط أكثر من حاسوب مع بعضها وتبادل المعلومات. يمكن ربط الحواسيب المتجاورة نسبياً (كما في حواسيب الشركة الواحدة مثلاً) عن طريق كابل منفصل أو بواسطة شبكة كابلات محلية (Local Area Network: LAN)، أما الحواسيب البعيدة عن بعضها مكانياً فيمكن ربطها عن طريق شبكة الهاتف. لكن الأخيرة مصممة أصلاً لنقل إشارات الكلام التمثيلية. لذلك تحتاج إشارات الحاسوب الرقمية (١ و٠) إلى أن تنقل إلى أصوات مسموعة إذا أريد لها أن تنتقل عبر شبكة الهاتف التي تعمل بشكل تمثيلي. يقوم بهذه المهمة المعدّلات Modulators وكاشفات التعديل Demodulators التي تدعى معاً اختصاراً Modems.

التعديل وكشف التعديل ❶

التعديل (يدعى أيضاً التضمين) يعني أن معلومات الإشارة ستحل على وسيط حامل. في البث الإذاعي يستفاد على سبيل المثال من الموجات اللاسلكية العالية التردد كحامل فتتراكب مع الكلام أو الموسيقى (أي تتعدّل). مع العلم ان البث اللاسلكي يستخدم التعديل المطالي (للموجات المتوسطة) أو التعديل الترددي (للموجات القصيرة جداً)، فإن المودمات الحديثة ذات السرعة العالية تقتصر تقريباً في عملها على التعديل الطوري (أسلوب القفزة الزاوية)، لأن ذلك يتيح سرعات نقل عالية (الشكل ١). عند المستقبل يجب فصل معلومات الإشارة عن الإشارة الحاملة. الأمر الذي يقوم به كاشف التعديل. فيالمودم نجد عناصر الإرسال والاستقبال (المعدَّل وكاشف التعديل) مجموعة معاً في جهاز واحد.

توصيل المودمات ❷ ❸

من أجل نقل المعطيات بين حاسوبين موجودين بعيداً عن بعضهما يجهز كل منهما بمودم (الشكل ٢)، إذ يمكن هنا أن يكون المودم عبارة عن بطاقة تضاف إلى

obeikandl.com

الحاسوب أو على شكل جهاز خارجي يوصل معه (الشكل ٣). تخاطب المودمات الداخلية مباشرة عن طريق ممرات المعلومات في الحاسوب (Data Bus)، بينما يتم التواصل بين الحاسوب والمودم الخارجي بواسطة واجهة ربط تسلسلية. ويوصل المودم من جهة ثانية بالشبكة الهاتفية.

نقل المعلومات:

قبل أن يستطيع أي حاسوبين التخاطب عبر الشبكة الهاتفية، لا بد من تحقيق الاتصال الهاتفي أولاً. لذلك إما أن يطلب أحد الحاسوبين خط (رقم) الحاسوب الثاني مباشرة، أو يتم في البداية اختيار رقم مركز الخدمة المستمرة، الذي يقوم بإتمام الاتصال. تعمل معظم المودمات في الوقت الحاضر بأسلوب الناخب النغمي، وفيه تمثل كل نغمة مولدة رقماً محدداً من الرقم الهاتفي؛ بعض الأجهزة القديمة ما تزال تعمد بأسلوب الناخب النبضي الأبطأ. هناك مكبر صوت من ضمن الحاسوب يتيح سماع (طنطنة) الاتصال.

وحالما يتم الاتصال بين الحاسوبين، يصبح تبادل المعلومات ممكناً بالاتجاهين. هنا لا بد من توافق السرعة والشكل (Protocol) اللذين يحكمان عملية النقل، بين كلا الطرفين.

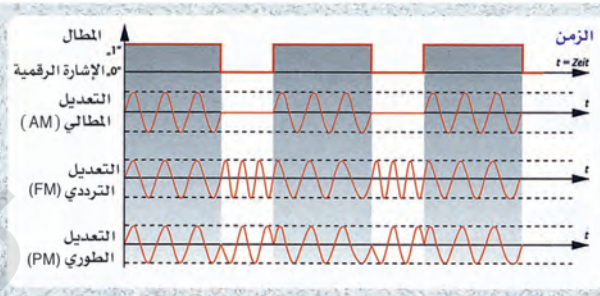
تعبّر السرعة عن معدل النقل وتقاس بالبت (Bit) في الثانية (bps و baud) وتبلغ في المودمات الحالية حوالي ٥٦٠٠٠ بت/ثا. يحدد البروتوكول (مثل v32 أو v34 وv42 وغيرهم..) أسلوب ضغط المعلومات وأمور أخرى متعلقى بذلك. في حالة سلسلة طويلة من المحارف المتشابهة (كإشارات فراغ متتالية مثلاً) لا تنقل كل الإشارات بالضرورة، وإنما يكفي التعبير عنها باختصار. الأمر الذي يساعد على تسريع بالغ في نقل المعلومات. عن طريق بروتوكول موحّد يمكن ضمان استخدام أسلوب واحد في ضغط المعلومات وإعادة تمددها لدى الطرفين. كما يحدد البروتوكول أيضاً كيفية التصرف في حالة حدوث خطأ في النقل، الذي يظهر من خلال علامات تحكم ثم يتم تصحيحه بإعادة عملية الإرسال.

التطبيقات:

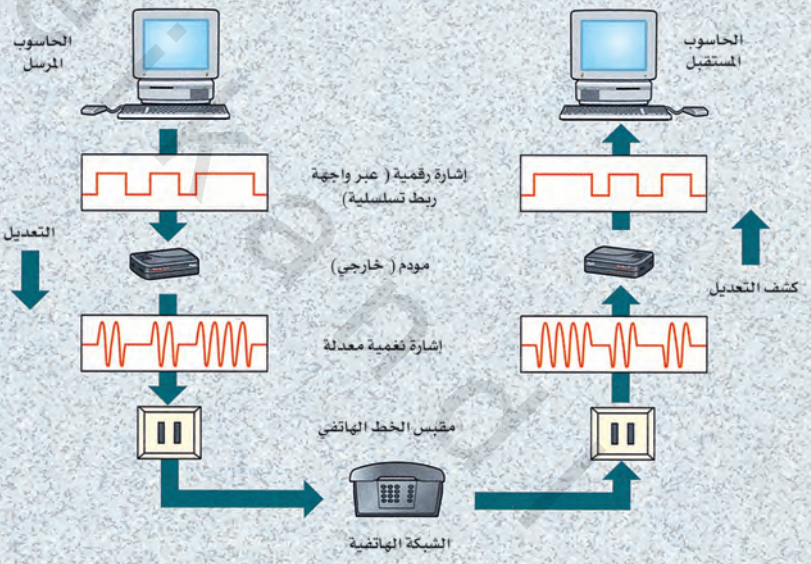
إن بإمكان مجموعة حاسوب ومودم مع البرامج المناسبة القيام بمهام ما كانت ممكنة، إلا بواسطة أجهزة خاصة. إذ يمكنها على سبيل المثال إرسال الفاكسات واستقبالها. وإذ زود الحاسوب ببطاقة صوت فيمكن له القيام بوظيفة المجيب الآلي.

إن أهم استخدامات الحاسوب الموصول مع الشبكة الهاتفية هو الاستفادة من مراكز الخدمة المستمرة ومن شبكة المعلومات العالمية (الإنترنت ⟵). تستخدم المودمات الآن ريثما يتم تحويل الشبكات الهاتفية التمثيلية الراهنة إلى معالجة الإشارات الرقمية، وعندها ستفقد المودمات أهميتها. منذ الآن يمكن عبر مأخذ هاتفي رقم (مثل ISDN؛ ⟵ شبكات الاتصالات البعيدة) إرسال واستقبال المعطيات الحاسوبية دون الحاجة إلى تحويل الإشارات الحاسوبية إلى إشارات نغمية.

❶ أنواع التعديل



❷ مسار انتقال المعلومات الحاسوبية عبر الشبكة الهاتفية



❸ مودم - فاكس خارجي

مـودم

الشبكة العالمية (الإنترنت)

الإنترنت هي شبكة حاسوبية تغطي المعالم، تستخدم لنقل المعلومات والبيانات، قامت بإنشائها وزارة الدفاع الأمريكية، وتستخدم اليوم من قبل الجامعات والهيئات العامة والأشخاص والشركات.

تتكون الإنترنت من دمج شبكات محلية مستقلة كثيرة، تستخدم الحواسيب وأوساط النقل المختلفة (كخطوط الهاتف وكابلات الألياف الزجاجية الأقمار الصناعية على سبيل المثال). لا توجد للإنترنت إدارة شاملة، ولكنها تستخدم مع ذلك نظام نقل عياري موحّد (Protocol). يمكن بواسطة هذا البروتوكول التعامل مع الاستخدامات المختلفة للإنترنت (البرامج). أشهر استخداماتها هي البريد الإلكتروني والمجموعات الإخبارية وتبادل المعلومات والمنافذ البعيدة شبكة الانتشار العالمي (World Wide Web: www). من الأمور الجديرة بالذكر أن النقل لايتعلق بالجهات المستخدمة.

كيفة تعمل الإنترنت؟ ❶ ❷

يشكل بريد الرسائل التقليدية تناظراً جيداً مع نقل البيانات عبر الإنترنت: ترسل الرسالة إلى المكان المطلوب عبر المكاتب البريد الفرعية المختلفة، وهنا يقوم ساعي البريد بإيصالها إلى العنوان المذكور. كذلك في الإنترنت يملك كل حاسوب عنواناً محدداً يتألف من أربعة أرقام (مثلاً: ٣٧، ٤، ١١٣، ١٩٢) أول العنوان يحدد الشبكة المحلية (قارن: المدينة) وآخره يحدد الحاسوب (قارن: الشارع مع رقم البيت). غالباً ما يستعاض عن هذه العناوين بأسماء ذات دلالة تحوي كلمات وتكون قراءتها أفضل (مثل: ix.urz.uni.heidelberg.de). إن أردنا إرسال بيانات من حاسوب إلى آخر فإنها توضع في مغلّف بيانات (قارن: ظرف الرسالة) يكتب عليه اسم كل من المرسل والمستقبل. يتم ربط الشبكات المحلية المختلفة التابعة للإنترنت بواسطة حواسيب

خاصة (العقد Router). وهي تمثل مكاتب البريد الفرعية وتحدد الطرق التي ستسلكها مغلفات البيانات (الشكل ١). لمنع الإجهاد الزائد للشبكة يسمح فقط للمغلفات التي لا يتجاوز عدد محارفها ١٥٠٠ محرفاً بالمرور. وتدعى حدود النقل هذه ببروتوكول الإنترنت (IP). من أجل نقل كميات أكبر من البيانات لابد من بروتوكول ثان (هو غالباً Protocol Transmission Control: TCP). وهو يعمل على تقسيم كتل البيانات الكبيرة إلى مغلفات صغيرة وإرسالها بواسطة بروتوكول الإنترنت IP (الشكل ٢)، كما أنه يرقم المغلفات ويراقبها حتى يعاد تركيبها عند وصولها بالشكل الصحيح. هنا يمكن أن يبلغ الخبر المرسل من أوروبا إلى أستراليا هدفه عبر طرق مختلفة، هذا يعني أن جزءاً من مغلفات الـ IP يمر عبر أمريكا وجزءاً آخر يمر عبر آسيا.

البريد الإلكتروني ومجموعة الأخبار:

البريد الإلكتروني (mail-E) هو أحد التطبيقات التي يتم فيها انتقال الأخبار من شخص إلى آخر بواسطة البروتوكولات الناظمة. من أجل إرسال أو استقبال البريد الإلكتروني لا بد من عنوان (mail-Address-E). يتألف هذا العنوان من اسم دليل على الحاسوب ومن جزء شخصي (غالباً الاسم) مرتبطين بواسطة علامة @، على سبيل المثال christain.taut@ix.ur2.uni-heidellberg.de.

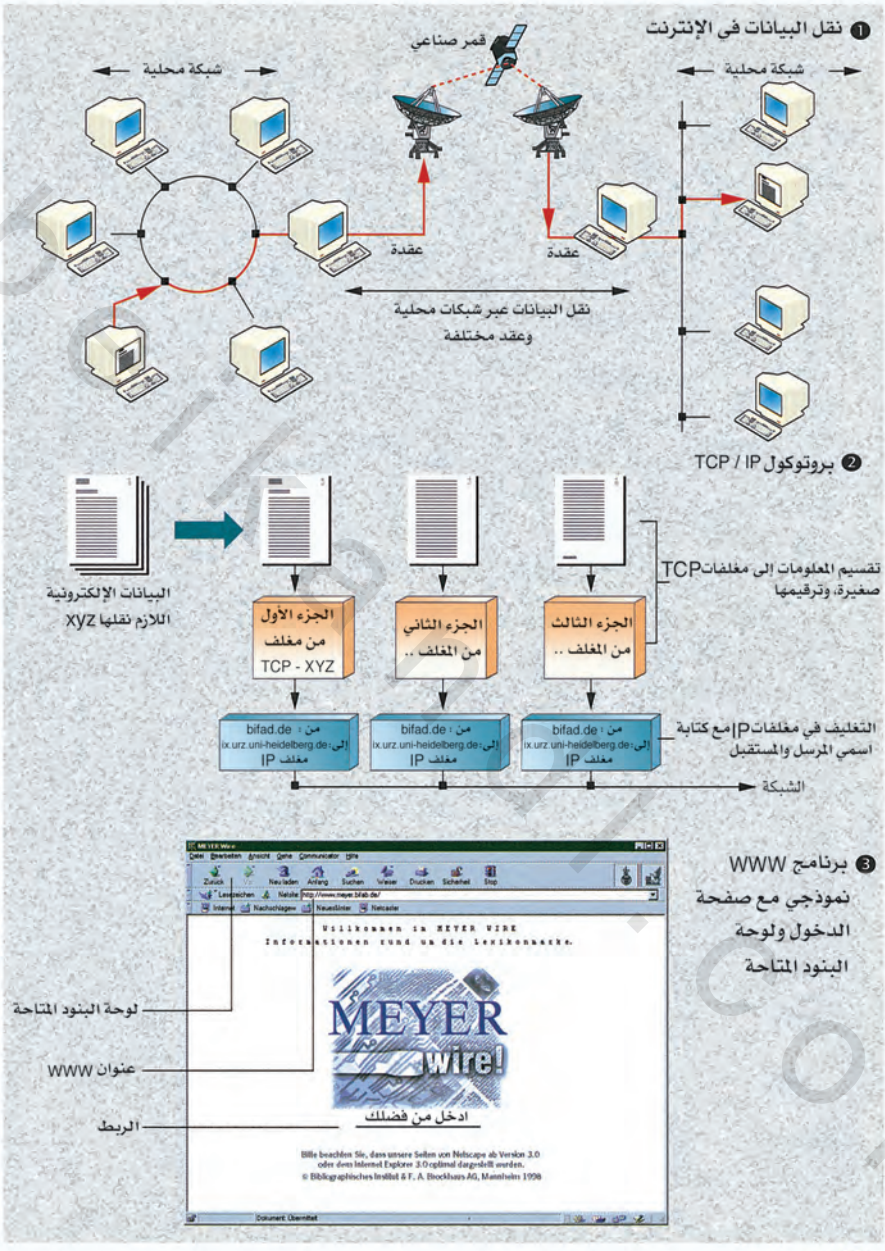
مجموعات الأنباء هي ألواح إلكترونية سوداء من مختلف المواضيع، مثلاً في مجال الهوايات أو السياسية أو الرياضة، يمكن للمستخدم قراءة مشاركات مستخدمين آخرين أو إرسال مشاركته الخاصة. تصنف المواضيع هرمياً بحسب عناوينها الفرعية، فمثلاً يشير العنوان sci.mech.fluids إلى ما يتعلق بالوسائل (fluids) في مجال الميكانيك (mech) العلمي (sci). يتم انتقال هذه المشاركات بشكل مشابه لانتقال البريد الإلكتروني.

نقل الملفات والمنافذ البعيدة:

لقد مكن نقل الملفات بواسطة بروتوكول النقل الخاص (file transfer protocol) من نقل الملفات (كالبرامج مثلاً) من حاسوب إلى آخر. يمكن للمرء الدخول إلى حاسوب آخر من أحد المنافذ البعيدة (Telnet (Teletype Network)، هذا يعني أنه يستطيع من حاسوبه الخاص الدخول والتحرك في حاسوب آخر (كأن يشغل بعض البرامج فيه)، يعتمد هذان الاستخدامان على TCP/IP ويحتاجان اسماً دليلاً للحاسوب ويمكن أن يحتاجان أيضاً لكلمة سر.

شبكة الانتشار العالمي :Word Wide Web

إن شبكة الانتشار العالمي هي بيئة تمكن أي حاسوب مشترك في الإنترنت من استيعاب المعلومات على شكل نصوص أو صور أو أصوات أو أشرطة فلمية. تدعى أول صفحة في أي وثيقة من www عادة صفحة الدخول Home Page، التي يعرّف فيها صاحب الموقع عن نفسه (الشكل ٣). تحمل المعلومات عنوانها الذي يشتق من اسمها الدليل الذي تحمله (مثلاً: http:///www.meyer.bifab.de) ويمكن الوصول إليها بواسطة TCP/IP من أي حاسوب لا على التعيين. من الميزات الهامّة لهذه المعلومات هي إمكانية ربطها مع الشبكة «Links».


❶ نقل البيانات فى الإنترنت
قمر صناعي
شبكة محلية
شبكة محلية
عقدة
عقدة
نقل البيانات عبر شبكات محلية
وعقد مختلفة
❷ بروتوكول TCP / IP
البيانات الإلكترونية
اللازم نقلها XYZ
الجزء الأول
من مغلف
TCP - XYZ
الجزء الثاني
من المغلف ..
الجزء الثالث
من المغلف ..
تقسيم المعلومات إلى مغلفات TCP
صغيرة، وترقيمها
من : bifad.de
إلى: ix.urz.uni-heidelberg.de
مغلف IP
التغليف في مغلفات IP مع كتابة
اسمي المرسل والمستقبل
الشبكة
❸ برنامج WWW
نموذجي مع صفحة
الدخول ولوحة
البنود المتاحة
لوحة البنود المتاحة
عنوان WWW
الربط
MEYER
Wire!
ادخل من فضلك

إنترنت

التقطيع الرقمي

في التقنية الرقمية تترجم المعلومات (كالنصوص والمحارف والصور واللغة) إلى نظام من الرموز الرقمية المجردة. ويمكن للدارات الإلكترونية الرقمية المستخدمة في هذا المجال أن يكون لها واحدة من حالتين فيزيائيتين محددتين (تيار أو لا تيار، توتر أو لا توتر) يمكن أن يرمز لها بأحد الرقمين ١ أو ٠ (مفتوح أو مغلق). ويشكل هذا الترميز أساس النظام الثنائي (← الحاسوب). بواسطة النظام الثنائي تصبح الآلات قادرة على فهم المعلومات المرمزة وعلى معالجتها.

التحول إلى معطيات رقمية ❶ ❷

إن تحول الإشارة التمثيلية إلى إشارة رقمية يتم من خلال مبدل تمثيلي رقمي (converter –D/A) وهو عنصر إلكتروني. يحدد الـ ADC قيمة الإشارة التمثيلية في نقاط زمنية مناسبة ويرمزها بقيم ثنائية. يتم أخذ عيّنات الإشارة (Sampling) وتكميمها (Quantifing) باستمرار في فترات زمنية متساوية (الشكل ١). يجب أن يتناسب عدد العيّنات مع مسار منحني الإشارة التمثيلية. إذاً يجب أن لا يقل معدل العينات عن ضعفي أو أعلى تردد محمول على الإشارة. في عملية التكميم تخفيض القيمة الحقيقة المقاسة عند لحظة أخذ العينة إلى كمية محدودة من القيم المتاحة بالتقريب. تحدد النوعية وحجم المعطيات الناتجة عن تقطيع المعلومات رقمياً من خلال معدل العينات (معدل التعيين)، فكلما صغرت فاصلة التعيين (المسافة بين عينتين)، كلما كان إعادة بناء المسار الزمني للإشارة التمثيلية أدق.

كذلك يمكن تقطيع الصورة رقمياً ثم معالجتها في الحاسوب. يتم ذلك بتقسيم الصورة إلى عناصر صغيرة (Pixel) وإعطاء كل عنصر منها قيمة تعكس متوسط إضاءته ولونه وصفات أخرى يمكن أن يحملها. هذه القيمة هي إذاً الرقم الذي سيقترن بهذه العناصر (Pixel). يقوم كثير من الأجهزة بهذا العمل بشكل آلي، على سبيل المثال تقوم Matrixcamera – CCD بهذه الإجراءات بشكل آلي تبعاً للوضوح

obeikandl.com

عند تشكل الصورة من مصفوفة (الشكل ٢). في التقطيع الرقمي تخزن الصورة على شكل حقل ثنائي الأبعاد، عناصره هي القيم المقترنة بالعناصر المكانية (Pixels). وحسب عدد الـ Pixels يضيع جزء من المعلومات الأصلية المحمولة على الصورة. لو أردنا نقل صورة بدقة تقارب دقة رؤية العين البشرية فإن علينا تقطيعها إلى عناصر بعرض ٠,١مم. ففي حال كون حجم الصورة E4. فإن ذلك يعني أنها يجب أن تقطع إلى حوالي ٦,٢ مليون عنصر (Pixel).

نقل كميات كبيرة من البيانات بواسطة ضغطها ❸

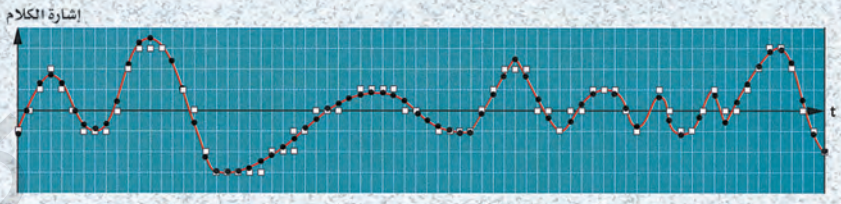
إن معالجة ونقل كميات ضخمة من المعطيات، كالتي تنتج عن التقطيع الرقمي للصورة والموسيقى، تحتاج بالضرورة إلى ضغط هذه البيانات. حيث يتم رصّ المعلومات لتصغير حيز الذاكرة الذي تحجزه ولتقليل زمن النقل الذي تحتاجه. من حيث المبدأ هناك أسلوبان مختلفان: في الطريقة العديمة المفاقيد تتطابق المعطيات قبل وبعد ضغطها وذلك أمر هام في النصوص والبرامج المرمزة على سبيل المثال. ففي طريقة هوفمان تخصص الإشارات المتكررة ذكرها برموز أقصر من تلك التي تخصص الإشارة النادرة الورود (مبدأ أبجدية مورس). وفي الطريقة المصحوبة بمفاقيد يضيع جزء من بيانات، إذ تحتوي بيانات المستقر تفاصيل أقل من معطيات المنطبق، فعند ضغط البيانات الموسيقية على سبيل المثال تمهل مجالات التردد التي لا تميزها الأذن البشرية بشكل جيد.

هناك ثلاث طرائق هامة مرجعة للضغط أوجدتها مجموعات مختلفة من الخبراء، الذين وضعوا اقتراحات لضغط وترميز الصورة الثابتة والمتحركة والإشارات الصوتية، وهم JPEG (Joint photographic experts group) (Motion JPEG) وmpeg(Mtion picture experts group) في طريقة JPEG تحذف العناصر الزائدة، أي البيانات المتكررة أكثر من مرة وتختصر المعلومات المتشابهة ← (ضغط مصحوب بمفاقيد). بما أن عرض الصورة الكثيرة المتلاحقة يستخدم في عرض الصورة

المتحركة، فإن طريقة JPEG-M تعد مناسبة في ضغط تسجيلات الفيديو الرقمية (الشكل ٣). كما أن الطريقة MPEG هي أيضاً مصحوبة بمفاقيد وتناسب ضغط إشارات الصورة والصوت، ويفضل استخدامها إذا كانت كمية المعلومات ضخمة، في مجال التلفزيون تم تطوير طريقة MPEG-٢ التي تحدد على سبيل المثال معدل انتقال المعلومات لـ HDTV الرقمية (التلفزيون الرقمي ⟵). تضمن كل هذه الطرائق تواصل أجهزة التلفاز المنتجة من شركات مختلفة وتبادلها للبيانات.

obeikandl.com

❶ التقطيع الرقمي لإشارة كلام تمثيلية بالتعيين (أو أخذ العينات) (•) والتكميم (▫)



❷ التقطيع الرقمي للصور

تقسم الصورة إلى عناصر صغيرة، حيث يعطى كل عنصر قيمة محددة، تتضمن مثلا إضاءة أو لون هذا الجزء من الصورة

❸ صورة مع درجات متزايدة من ضغط المعلومات (طريقة JPEG - M)

التقطيع الرقمي

الحواسيب الفائقة

بالرغم من الارتفاع البالغ في استطاعة الحواسيب المتاحة للعموم في السنوات الأخيرة ما زالت هناك سلسلة من الاستخدامات تتطلب استطاعة حساب وماسحات ذاكرة تفوق بمرات هذه الاستطاعات المتوفرة في الحواسيب العيارية. ضمن هذه «التحديات الكبيرة» نذكر بشكل خاص أنظمة المحاكاة التقنية العلمية؛ كالتنبؤ المناخي أو أمثلة عمليات الاحتراق المضطربة (العشوائية والدواميّة الشديدة) وتحليل المورثات البشرية (الفطرية الوراثية المحمولة على جملة الصبغيات) على سبيل المثال، أو حساب بعض القيم في فيزاء الطاقة العالية.

بنية الحواسيب الفائقة ❶

لدى تصميم حواسيب الاستطاعة الأعلى للاستخدامات المذكورة يكون الدور الحاسم للمبدأين التفريغ (المعالجة التفرعية) والحساب الشعاعي.

في الحواسيب التفرعية تعمل عدة معالجات في مشكل واحد في وقت واحد. يكمن أن يميز المرء هنا بين حواسيب تفرعية مع ذواكر موزعة. وفيها يتعامل كل معالج مع ذاكرة محلية خاصة به، ويتم تبادل المعطيات بين المعالجات عبر شبكات ربط، وبين حواسيب تفرعية بذاكرة مجمّعة واحدة (SMP). إذ إن للأخيرة ذاكرة شاملة تستطيع جميع المعالجات الوصول إليها. ويؤدي إلى التسهيل البالغ لبرمجة هذه الحواسيب، لكن من نتائجه أيضاً الحد من عدد المعالجات الممكن استخدامها. حيث بإمكان الأنظمة المصممة على هذا النحو في هذه الآونة (١٩٩٨) استخدام حتى ١٢٨ معالج. بالمقارنة مع الحواسيب التفرعية ذات الذواكر الموزعة، التي يمكن أن تعمل بمساعدة آلاف المعالجات. والتي اشتهرت لهذا السبب أيضاً بأنظمة الحواسيب التفرعية الثقيلة (MPP).

لقد وُضع مبدأ الحساب الشعاعي موضع التنفي لأول مرة عام ١٩٧٦ في ما يسمى (Cray1) المطور من قبل سيمور كراي Seymour Cray. تحتوي معالجات

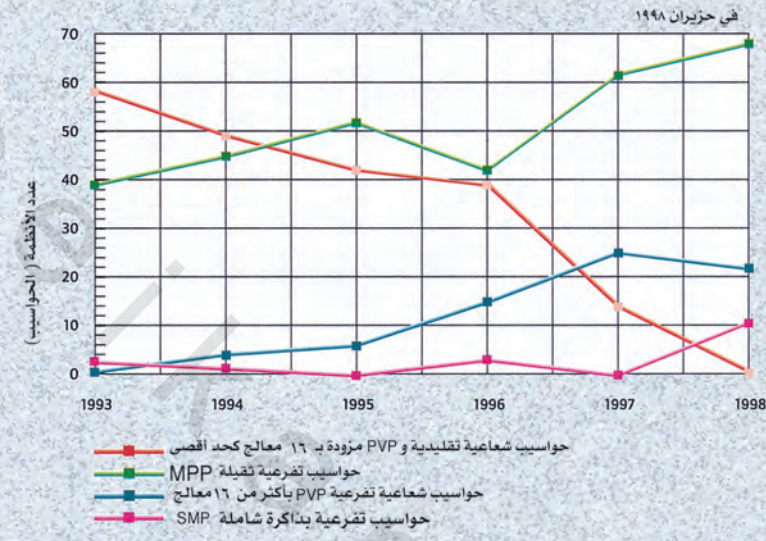
هذه النوع من الحساب وحدات تنفيية خاصة «خطوات أنابيب» لمعالجة العمليات الرياضية على الأشعة. هذا تجزأ العملية إلى أكبر عدد مكن من العمليات الجزئية المتساوية ثم تتم معالجتها بالتسلسل في مراحل الخط الأنبوبي كما في خط الإنتاج السيار، بذلك يمكن في وقت واحد تنفيذ العمليات الجزئية على العناصر الشعاعية المختلفة في مراحل مختلفة من الخط الانبوبي. فيكون الكسب الزمني في أحد خطوط الأنابيب ذات الأشعة الطويلة في مقابل المعالجة التسلسلية البحتة (المعالجة التتابعية عنصراً بعنصر) مساوياً لعدد مراحل الخط الأنبوبي. يعتمد النجاح الكبير لهذا التصميم الحاسوبي على كثير من التطبيقات العلمية التقنية، التي تشكل فيها العمليات الشعاعية جزءاً كبيراً من زمن الحساب، كما يعتمد على إمكانية جعل البرامج تتوافق مع هذه الحواسيب أتوتاتيكياً عن طريق المفسرات الشعاعية (برامج لترجمة لغة البرمجة إلى لغة الآلة).

إن دمج مبدأي التصميم (المعالجة التفرعية والحساب الشعاعي) يقود إلى الحواسيب الشعاعية التفرعية. (PVP)، التي تستخدم فيها عدة معالجات شعاعية في حاسوب تفرعي واحد وكالعادة بذاكرة واحدة شاملة. خلافاً للحواسيب التفرعية (PVPs) يمكن للحواسب التفرعية الثقيلة استخدام عناصر من مجال الحاسوب الشخصي PC ومحطات العمل الحاسوبي work station. بالرغم من الكلفة المتزايدة لتطوير وإنتاج المعالجات، فإن الأمر ينطوي على فائدة حاسمة، لكنها يمكن ألا تدوم طويلاً، لأن بعض المنتجين قد بدأوا بالعمل على إنتاج معالجات ذات وحدات شعاعية بكميات تسويقية. يظهر في الشكل (١) التطور الزمني لنسب التصاميم الحاسوبية المختلفة من أصل أسرع (١٠٠) حاسوب فائق مركب على أرض الواقع في العالم. في الجيل القادم للحواسيب الفائقة ستسود مجموعات الـ SMP، التي تقوم على الجمع بين عدة حواسيب SMPs، (كما تكون المعالجات كما في الـ MPP) المرتبطة جميعاً في نظام حاسوبي واحد عن طريق شبكة سريعة.

تطوير الاستطاعة ❷

من المقاييس المرتبطة على نحو خاص بالتطبيقات العلمية والتي تُستخدم كثيراً للدلالة على الاستطاعة الحسابية للأنظمة الحاسوبية عدد عمليات الفاصلة العائمة المنفذة في الثانية الواحدة Floating comma operation (لوب/ثا = flops/s)، تُنجز الحواسيب الشخصية حوالي ١٠٠ ميغا فلوب/ثا (١٠٦ x ١٠٠ FLOP/s)، بقدر استطاعة «Crayl» عام ١٩٧٦. تم تحقيق استطاعة 109 flops/s) Gflops/s=) لأول مرة عام ١٩٨٥ بواسطة «Cray ٢». أما أسرع حاسوب فائق الآن (١٩٩٨) فهو حاسوب ASCI-RED التفرعي الثقيل المركب في مختبرات ساندیا ناشنال، الذي يتمتع باستطاعة تزيد عن 1012flop/s) Tflops/s=). يضم هذا الحاسوب ٤٥٣٦ عقدة حساب، كل منها مزودة بمعالجين Pentium، وله ذاكرة رئيسية موزعة تبلغ سعتها الإجمالية ٤٦٧ غيغا بايت. تتوزع عناصر الـ ASCI-RED على ٨٥ غلاف صندوقي (على شكل خزانة)، تقف جميعاً على مساحة تقارب ١٥٠م٢ (الشكل ٢).

❶ التطور الزمني لنسب التصاميم الحاسوبية المختلفة من أصل مئة حاسوب فائق مركب على نطاق العالم



❷ أبعاد الحاسوب الفائق (ASCI - Red)

الحواسيب الفائقة

الحقيقة الافتراضية (تقليد الحقيقة)

ينضوي تحت الحقيقة الافتراضية (Virtual Reality): VR كل الطرائق والتقنيات اللازمة لتمثيل الإنسان في بيئة ثلاثية الأبعاد مولّد في الحاسوب. وللتمكن من تهيئة هذه العروض الثلاثية الأبعاد، كان لا بد من تطوير لغة تساعد على توصيف الأشكال الثلاثية الأبعاد. فظهرت لغة (Virtual Reality Modeling Language). وهي لغة عابرة للرصيف (هذا يعني ليست مرتبطة بنوع معين من الحواسيب) وقابلة للتطوير وقابلة للاستخدام أيضاً في حزم الضيقة. يعد الـ VR أحد مجالات الذكاء الصنعي (⟵) وغالباً ما يدعى (الفضاء الآلي) Cyberspace.

أجهزة VR ❶ ❷

بالإضافة إلى لغة التوصيف VRML يحتاج الأمر إلى الأجهزة VR خاصة، لإبلاغ الحاسوب بأفعال المستخدم. من هذه الأجهزة ملاحق الوضعية والاتجاه (Tracker) قفازات البيانات (Data gloves / الشكل ١)، التي تعمل في الغالب بمبدأ كابلات الألياف الضوئية. تشوه هذه الكابلات البصرية قصداً عند مفاصل الأصابع فترسل بحسب الانحناء نبضات ضوئية مختلفة الشدة، يتم استقبالها عن طريق حساسات (ثنائيات ضوئية أو ترانزستورات ضوئية) على سطح القفازات وتُحول إلى إشارات كهربائية ثم تدخل إلى الحاسوب. يمكن تقليد حاسمة اللمس بعدة أساليب لكن على نحو غير كاف حتى الآن، مثلاً بالاستعانة بفقاعات هوائية صغيرة في القفاز.

تستخدم شاشات الإسقاط الكبيرة أو خوذات خاصة (خوذة المنظار eyephone / الشكل ٢) كأجهزة خرج (لترئية) الواقع الافتراضي المقلّد من قبل الحاسوب. بواسطة خوذة المنظار يرى المستخدم شاشتين مزودتين بعدستين ذواتي شبكة مسطحة أو فراغية، يتم الحصول على انطباع الثلاثة الأبعاد. بأن تنقل الصورة في كل لحظة زمنية محددة إلى إحدى العينين فقط. فإن لم يكن تردد الصورة عالياً

بالقدر الكافي، فإنها ستهتز. ويؤمن الحاسوب الأصوات المرافقة إلى المستخدم بواسطة مكبر صوت ضمن الجهاز.

لغة التوصيف VRMIL

لتوصيف دخول العوالم الافتراضية يستخدم المرء لغة التوصيف VRML. هناك شبكة كبيرة بين هذه اللغة ولغة التوصيف HTML (Hypertext Markup Lan-guage)، التي توصِّف صفحات الإنترنت (⟵). المكونات الأساسية لـ VRML هي عناصر هندسية كالناقط والخطوط والكعب وغيرها. تركب هذه مع بعضها لتشكل الفراغات الافتراضية. لتمثيل الأجواء الثلاثية الأبعاد على الحاسوب لا بد من برامج خاصة. قياساً للمتصفح Browser (وهو برنامج للتجول بين صفحات www، مثل Netscape Navigator أو Internet Explore) اللازم لعرض صفحات الـ www الثنائية الأبعاد، فإن هناك حاجة لدليل VRMIL – Browser أو رائي VRML-Viewer لعرض المناظر الثلاثية الأبعاد، حيث تكون VRML-Browsers برامج مستقلة قادرة على عرض كل من HTML VRML. في مقابل ذلك فإن رائي VRML هو توسعة (Plug in) للدليل Browset، يمكن استدعاؤه عن طلب ملف VRML من الإنترنت. وبما أن التوصيف في تطبيقات الحقيقة الافتراضية يمكن أن يكون واسعاً فلا بد من كيان صلب Hardware ذي استطاعة عالية (معالج سريع وذاكرة عمل واسعة وتواصل سريع مع الإنترنت) من أجل الحصول على متعة استعراض الحوادث بالزمن الحقيقي.

مجالات تطبيق الحقيقة الافتراضية ❸

تنتشر الحقيقة الافتراضية في الإنترنت بسرعة متزايدة باستمرار. إن استخدام الـ VR عملياً لا يعرف الحدود. هناك محاولات لتقليد كل شيء بصورة مطابقة للواقع قدر الإمكان بواسطة الأجواء الافتراضية. من كل ذلك تظهر احتمالات تطبيق الحقيقة الافتراضية على نحو خاص في المجالات التالية:

الفن: يمكن تقليد المتاحف والقصور وغيرها من الأبنية، والحصول بذلك عبر الشبكة على مهتتين جدد. يمكن «للزوار» بهذه الطريقة التجول في المعارض بكل هدوء داخل بيوتهم (الشكل ٣).

التسلية: في مجال التسلية يمكن وضع ألعاب المشاركة الحية تحت تصرف عدد من اللاعبين.

التعليم: في التعليم يمكن تحضير نماذج ثلاثية الأبعاد للتوضيح.

البحث: وفي مجال البحث العلمي يمكن بواسطة نماذج ثلاثية الأبعاد عرض النتائج العلمية في مجالات الكيمياء والعلوم الطبيعية والفيزيائية والطب بشكل أفضل.

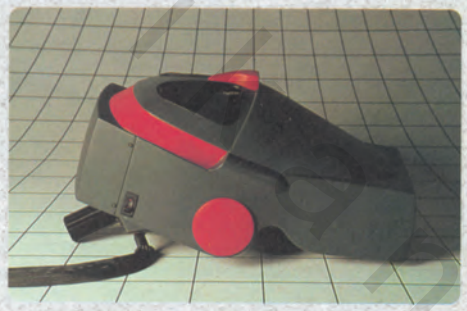
الصناعة: في الصناعة يمكن مراقبة عمليات إنتاج بأكملها ومحاكاتها.

صالات البيع: يمكن للشركات عرض منتجاتها على شكل فهارس (كتالوكات) إلكترونية وعرضها في ممرات للتسوّق.

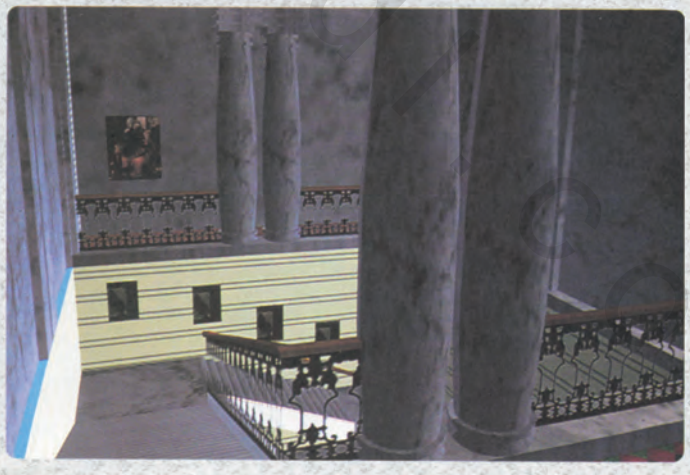
obeikandl.com

❶ قفاز البيانات لنقل الأفعال الثلاثية الأبعاد

❷ خوذة لعرض الصور الثلاثية الأبعاد



❸ معرض افتراضي



الحقيقية الافتراضية

الذكاء الصنعي

الذكاء الصنعي (Artificial Intelligance) هو الاختصاص العلمي الذي يهدف إلى تقليد الإدراك البشري، والقدرة على الفهم والمعالجة الناتجة عنها بواسطة الآلة. في الجدول (١) توجد بعض مجالات الـ A1.

يهدف الذكاء الصنعي من جهة إلى فهم الذكاء البشري، ومن جهة أخرى لتسهيل العمل عن طريق ترشيد الإمكانيات (حسن استثمارها). هناك طرائق مختلفة لتحقيق الذكاء الصنعي، منها الشبكات العصبونية Neoral Network التي تمثل البنية الأقرب إلى بنية العقل البشري. من الأساليب الشهيرة الأخرى: النظم الخبيرة Expert Systems والنظم العائمة Fuzzy Systems والخوارزميات الوراثية.

في الحقيقة يمكن الآن تصميم كائن آلي (Robot) قادر على تقليد حركة إحدى الحشرات (الشكل ٢). لكن حتى الآن لم يتم التوصل إلى آلة قادرة على تقليد الاستطاعة الفكرية للكائن البشري. بل ليس من الواضح، إن كان بالإمكان محاكاة الوعي البشري عن طريق الآلة أم لا.

متطلبات الـ AI:

يمكن تقسيم مقدرات الذكاء الصنعي إلى مجموعات مختلفة. من المهم في البداية أن يكون للـ KI تماس مع العالم الخارجي. يتحقق ذلك عن طريق الحساسات، كلاقط الصوت Mickrofon أو الكامير ولاقط درجة الحرارة. تدخل القيم المقاسة بواسطة هذه الحساسات إلى حاسوب. كما لا بد للـ KI من ذاكرة معرفة. إذ ليس من السهل إيجاد صيغة مناسبة لمعالجة معطيات هذه المعرفة. لبناء ذاكرة المعرفة لا بد من أن يتضمن الـ KI آلية تعلّم. من الضروري أيضاً أن يكون النظام قادراً على التعامل مع الصورة والصوت؛ من أجل التواصل مع الكائنات الذكية الأخرى ولمواجهة البيئة كذلك الأمر. من الأمور المعقدة المطلوبة من الـ KI

التمييز وهو المقدرة على التعرّف. من أجل معرفة حالة ما، لا بد من وجود حساسات ومخزون معرفي مسبق، لوضعه على تماس مع الحالة الجديدة. من المتطلّبات المعقّدة الأخرى تأقلمه مع البيئة ومرونته. لايوجد حتى الآن نظام صنعي واحد يفي بكل هذه المتطلبات ولاحتى على وجه التقريب.

الشبكات العصبونية ❸ ❹

الشبكات العصبونية الصنعية هي تقليد للخلايا العصبية (الشبكة العصبية الطبيعيّة) في المخ. تتألف العصبيّة الطبيعيّة (Neuron/ الشكل ٢) من نواة الخلية وجسمها والمشابك synapses ومحور الخلية Axon ويمكنها معالجة الإشارات الكهربائية. حيث تعمل الأذرع عمل خطوط الدخل ويعمل المحور عمل خط الخرج. يرتبط حوالي ٩٠٪ من العصبونات عن طريق اتصال محول الخلية بأذرع خلية أخرى عبر مشبك عصبي. أما الـ ١٠٪ الباقية فتحتوي على أذرع أو محاور تغذي الشبكة أو تخرّج إشاراتها. يعطي العصبون إشارة عبر محوره عندما يتجاوز مجموع إشارات الدخل على أذرعه عتبة محددة. بإمكان المشابك تضخيم الإشارة أو توهينها، بذلك تؤثر على نشاط العصبونات اللاحقة. يتألف الدماغ البشري من ١٠ إلى ١٠٠٠ مليار عصبون، يمكن أن يتصل كل منها بعدد من العصبونات الأخرى (حتى عدة آلاف).

يتألف العصبون الصنعي (الشكل ٤) من n خط دخل (قارن الأذرع) تزوده بإشارات Xn1 ةX2, X1، فتضخمها أو توهنها بمعاملات تثقيل Wn ة. W1 (قارن المشابك). يعطي العصبون إشارة عبر خط الخارج (قارن المحور)، عندما يتجاوز مجموع الإشارات المثقّلة عتبة حددة S؛ حيث:

$$w1\ x1 + w2\ x2 + \ldots\ldots + xn\ wn > s$$

هنا تعمل خطوط الدخل والخرج أيضاً عمل الرابط فيما بين العصبونات. يمكن تحقيق مثل هذه الشبكات بواسطة برامج حاسوبية.

تدريب الشبكات العصبونية الصنعية:

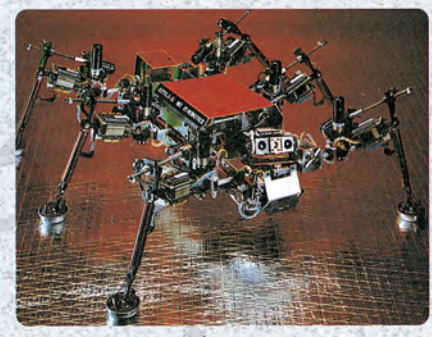
في البداية لابد من تدريب هذه الشبكات، إذ يقدم «خبير» نموذجاً تدريبياً (صورة وجه يطلب التعرف عليه على سبيل المثال) عبر خطوط الدخل إلى الشبكة، منها تقوم الشبكة بحساب قيمة خرج يقارنها الخبير مع قيمة الخرج المطلوبة (مثلاً: الرقم المرافق هذا الوجه). يستخدم الخطأ الناتج عن الفرق بين قيمة الخرج المطلوب والخرج الحقيقي لتعديل معاملات التثقيل في الشبكة، حتى يتضاءل هذا الخطأ. الهدف هو الاستمرار في تدريب الشبكة حتى تستطيع التعرف على الوجه المشابه في صورة أخرى. ومما يمكن حدوثه، أن تحفظ الشبكة النموذج التردديبي تماماً، فلا تدرك بذلك الوجه المشابه على صورة أخرى. ويلزم إيقاف تدريب الشبكة قبل الوصول إلى هذا الوضع المسمى «فرط التعليم». إلى جانب التعرف على النماذج والصورة تستخدم الشبكات العصبونية غالباً لا يمكن تحديد العلاقة الدقيقة بين السبب والنتيجة، كالتعرف على الأصوات مثلاً.

obeikandl.com

❶ أمثلة على التطبيقات

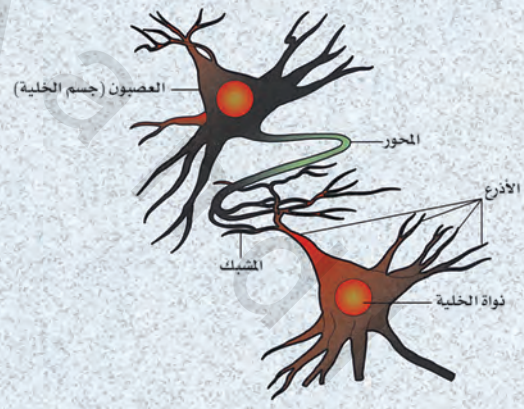
أمثلة	مجالات تطبيقات الذكاء الصنعي
مترجم	التعرف على الكلام توليد الكلام
الطيار الآلي	التعرف على الصور
المنشأة الإنتاجية	المحاكاة والتحكم
الطب	التشخيص
عربة المريخ	الكائنات الآلية
الشطرنج الحيوانات المنزلية الصنعية	الألعاب

❷ «حشرة آلية» ذات تحكم ذاتي منعكس



إنها تهدف لاختبار احتمالات التوجه والحركة للأنظمة المستقلة

❸ تمثيل توضيحي لعصبونين طبيعيين



❹ العصبون الصنعي

$w_1 _ w_n$ معاملات التثقيل $x_1 _ x_n$ خطوط الدخل