النواقل التسلسلية للبيانات

Serial Data Communication

تأليف

م.ر.مهندسين نعمة عواد جاسم الطائي

ر.قسم اتصالات الشمال الغربي

مديرية الاتصالات ونقل المعلومات الشمالية

وزارة الكهرباء العراقية

Neama70@gmail.com

تم نشر الكتاب في موقع المكتبة العربية

www.Kutub.info

المؤلف اثناء اعمال تنغيم اجهزة DPLC نوع ALSTOM في محطة نينوى الغازية

م. نعمة عواد جاسم الطائي

Neama70@gmail.com

- مواليد 1970 في مدينة الموصل – العراق .
- خريج جامعة الموصل / كلية الهندسة – قسم الالكترونيك والاتصالات عام 1994.
- عمل للفترة من 1996/11/16ولغاية 1997/12/3بصورة وقتية في الشركة العامة لتوزيع كهرباء الشمال – الموصل في شعبة الاتصالات وفحص القابلوات .
- عمل منذ بداية عام 2000كمهندس اتصالات في وزارة الكهرباء/ مديرية الاتصالات ونقل المعلومات – المنطقة الشما لية ويحمل حاليا درجة معاون رئيس مهندسين ويترأس قسم اتصالات الشمال الغربي فيها .
- حضر الدورات التدريبية التا لية خارج العراق :
- الاولى عام 2005 في شركة ABB – سويسرا حول بدالات Sopho is 3000 .
- الثانية عام 2007في في شركة Technology Partner – الاردن حول بدالات Avaya ومباديء تراسل البيانات Data Transmission .
- الثالثة عام 2012 في شركة USCOM في تركيا حول جهاز .MUXنوع SAGIM FMX12 .
- الرابعة عام 2013في شركة ALSTOM في فرنسا حول جهاز DPLC نوع T390 .
- كما حضر وشارك بالعديد من الدورات التدريبية داخل العراق ومنها :
- دورة لمدة اسبوعين حول مباديء التراسل الرقمي غير المتزامن PDH والتراسل الرقمي المتزامن SDH في المعهد العالي للاتصالات في بغداد .
- دورة لمدة اربع اشهر حول صيانة الاجهزة الالكترونية في مركز التدريب المهني في الموصل .

- دورة CISCO/ CCNA1 في جامعة الموصل / مركز الحاسبة الالكترونية بتقدير 85 .
- دورة CISCO / IT Essentials في جامعة الموصل / مركز الحاسبة الالكترونية بتقدير 82 .

اعمال المؤلف المنشورة على الويب:-

١. (كيف تعمل اجهزة الهاتف) على الـ URL الرئيسي التالي :
http://www.kutub.info/library/book/5927 وفي مواقع استضافة عديدة اخرى .

٢. (اسلوب التشبيك التناظري E& M)على ا لURL التالية :
http://www.kutub.info/library/book/5468 .

٣. (OFDM & OFDMA Techniqics & applications in Digital PLC`S)
المنشور على الـURL التالية :
http://www.4shared.com/document/tyvXdFOQ/OFDM__OFDMA_TECHNIQUES___APPLI.html

٤.(تقنيات التأشير في انظمة الاتصالات الحديثة) المنشور في موقع WWW.Kutub.info على الرابط الرئيسي التالي :
http://www.kutub.info/library/book/8107 والعديد من مواقع نشر الكتب العربية المجانية على الويب .

٥.(تنصيب وتفعيل برنامج الحماية kaspersky internet security2008) المنشور في موقع WWW.Kutub.info

٦.(جهاز تكديس المعطيات SAGIM FMX12) المنشور في موقع WWW.Kutub.info على الرابط التالي :
http://www.kutub.info/library/book/11905
وفي مواقع استضافة مجانية اخرى عديدة .

٧. محاضرات فيديو (14 محاضرة)عن برمجة بدالات SELTA IPX500 مرفوعة الى موقع YOU TUBE
في ال URL الرئيسي التالي :
http://www.youtube.com/watch?v=1DOFcFaBY0o

صفحتي على الفيسبوك :

http://www.facebook.com/neamah.jasim

النواقل التسلسلية للبيانات Serial Communication

ان البيانات او المعطيات (data) يتم ارسالها واستلامها باسلوبين متميزين هما ارسال التوالي(Serial transmission) وارسال التوازي (Parallel transmission) وخلال عملية نقل المعطيات من المصدر (Source) الى الهدف (target) تمر البيانات بعمليات مختلفة من التكييف وتغيير شكل البيانات وترميزها وتشفيرها اعتمادا" على نوع وسط النقل والمسافة وقدرة الاشارة والمناعة ضد الضوضاء ....الخ.وبشكل عام تمر البيانات خلال هذه العمليات بمرحلتين متعاقبتين هما :-

١ - Access .
٢ - Transmission

Access

عملية الايصال او الولوج هي عملية استلام البيانات من مصادرها الاصلية وترميزها (incoding) بالشكل الذي يحافظ عليها من التشويه او التشتت وقد تشتمل عملية الترميز على استخدام اليات ترميز تتضمن تحديد الاخطاء او معالجتها. مثل ال(NRZ,RZ,ASCII ,AMI)وغيرها من طرق الترميز ،تشتمل عملية الايصال على التعامل مع مصادر البيانات والواقعة فيزيائيا" في نفس البناية او المكتب ومن الامثلة على ذلك ربط حاسبة مع سيرفر او راوتر مثلا" او ربط جهاز طرفي RTU مع جهاز مازج بيانات (Multiplexer)...الخ . هنا في هذه الحالة فان المسافة بين المصدر والهدف قصيرة وتعد بالامتار. تكون سرع البيانات في مستويات الايصال عادة مستويات واطئة السرعة.وعند تجميع(Multiplexing) بضع عشرات من القنوات قد تصل السرع في هذه المرحلة بمستوى T1(1.5Mb/s) او E1(2Mb/s).

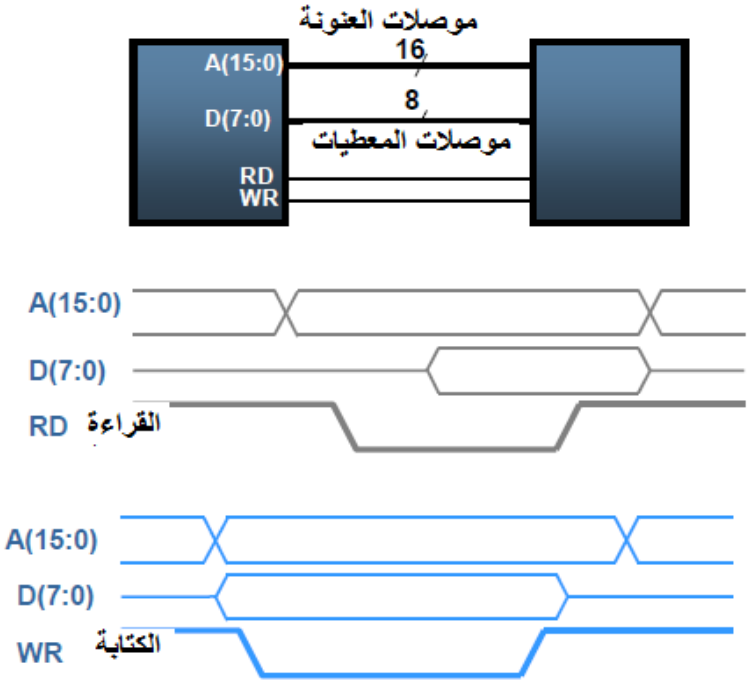
Transmission

عندما يزداد معدل سرعة البيانات والتي تصل الى مستويات عالية مثل STM1 او STM4 واكثر فانه يتم ارسال هذه الكميات الهائلة من البيانات والتي تعود الى مئات اوالاف القنوات المختلفة فانه يتم ارسال البيانات ولمسافات بعيدة جدا" قد تكون بين قارة واخرى او دولة ودولة اخرى او بين مناطق متباعدة...الخ. وهنا يتم اللجوء الى اليات التضمين الرقمي مثل QPSK,QAM,CDMA,OFDM...الخ ، كي تنقل عبر الفضاء باستخدام المايكرويف او تنقل عبر الالياف الضوئية او عبر القابلوات المحورية او عبر الاقمار الصناعية فهنا في هذه المرحلة فان وسط النقل Media قد تغير وبالتالي لابد من تغيير شكل البيانات ويتم تشفيرها (Encryption) ولابد من ان تشتمل طرق التشفير هذه على اليات لكشف الاخطاء او تصحيحها ....الخ. ان عملية نقل البيانات بصورة توالي او توازي تتم عادة في مرحلة Access.وسوف تكون محور هذه المقالة.

وجدير بالذكر انه في العديد من الاشكال التوضيحية الواردة في هذه المقالة تعمدت عدم ترجمة المصطلحات الواردة لاسباب عدة منها عامل الوقت ولانني اردت ابقائها على اصلها وذلك حتى يكون ذلك حافزا لدفع المهندسين لتعلم قراءة المصادر الاجنبية بلغاتها الاصلية فهذا اسهل سبيل لتعلم هذه التقنيات والمعارف مقارنة مع ترجمتها وما يتطلبه ذلك من مطابقة مصطلحات وتوفير كوادر ترجمة متخصصة وللكم الهائل من الكتب والمعارف الموجودة في الانترنيت وعملية ترجمتها كلها او معظمها يعد امرا غير وارد .

الارسال المتوازي للبيانات Parallel DATA Communication

في هذا الاسلوب فانه يتم ارسال البيانات عبر مسارات او موصلات او bus مستقلة متوازية وعددها يشكل عرض الكلمة(data word) حيث ينقل كل مسار bit واحد من المعطيات مرة واحدة عند كل نبضة قدح او تزامن(clock pulses) اضافة الى هذه المسارات هناك مسارات للسيطرة او للتأشير...الخ. تستخدم هذه الطريقة لتراسل البيانات لمسافات قصيرة مثل التوصيلات داخل الحاسبة بين المعالج ووحدات الذاكرة Memory او بين وحدات الادخال والذاكرة او بين الحاسبة وجهاز طرفي مثل بعض انواع الطابعات مثل الطابعات النقطية (Plotter printers) كما يستخدم الارسال المتوازي بشكل عام لربط معدات الفحص وتشتمل معظم حاسبات الديسك توب على منفذ توازي الطابعة يشبه منفذ التوالي DB-25 وتمتاز هذه الطريقة بسرعة نقل عالية للبيانات وبعرض كلمة يتراوح من (8-bit) 1byte ولحد-(64 8 byte bit) . لاحظ الشكل (1).كما تشتمل حاسبات الديسك توب عادة على منفذ توازي يشبه منفذ التوالي DB-25



الشكل (1)

الارسال المتوالي للبيانات Serial transmission of DATA

في هذه الطريقة فانه يتم استخدام موصل او سلك واحد لنقل البيانات عليه bit وراء bit ولاتتحرك كل نبضة الا بتسليط نبضة قدح او استثارة(CLOCK PULSE) فلو كان لدينا n من النبضات الرقمية فنحتاج الى n من نبضات الاستثارة لغرض ارسالها كاملة الى الهدف والذي يطلق عليه Peripherals . من مميزات هذه الطريقة في الارسال انها بسيطة جدا"وغير مكلفة لاستخدامها موصلا" واحدا" وتستخدم للارسال لمسافات طويلة قد تصل الى بضع عشرات المئات من الامتاركنها لاتصلح الا للبيانات ذات السرع الواطئة ويجب ان يكون هناك توافق تام في تواقيت او تزامن نبضات البيانات بين المرسل والمستقبل(معدل التراسل- عرض النبضة-المسافة) للبيانات.ويكون الارسال عادة من نوع Half (Duplex) على الاغلب وفي بعض التطبيقات يكون الارسال من نوع ال(Full Duplex) . من الامثلة على الارسال المتوالي :

- **RS-232 Standard & similar standards like RS-422,RS-485,V.20,V.21..etc. (using UART).**

هذه المعايير تحدد اساليب الربط بين الحاسبة والاجهزة الطرفية (Peripherals) المختلفة والمدرج قسم منها في ادناه :

- **Dial-up modems**
- **GPS receivers (typically NMEA 0183 at 4,800 bit/s)**
- **Bar code scanners and other point of sale devices**
- **LED and LCD text displays**
- **Satellite phones, low-speed satellite modems and other satellite based transceiver devices**
- **Flat-screen (LCD and Plasma) monitors to control screen functions by external computer, other AV components or remotes**
- **Test and measuring equipment such as digital multimeters and weighing systems**
- **Updating Firmware on various consumer devices.**
- **Some CNC controllers**
- **Uninterruptible power supply**
- **Stenography or Stenotype machines.**
- **Software debuggers that run on a second computer.**
- **Industrial field buses**
- **Printers**
- **Computer terminal, teletype**
- **Older digital cameras**
- **Networking (Macintosh AppleTalk using RS-422 at 230.4 kbit/s)**
- **Serial mouse**
- **Older GSM mobile phones**
- **Some Telescopes**

- **System Management bus (SMBus).**

- **Serial ATA (SATA)**

- **Serial peripherals interface (SPI)**

- **Infrared communication used in lap tops peripheral equipments like printers.**

ال(SPI) هو منفذ توالي متزامن يستخدم 4 او 3 اسلاك للاتصال بين نبيطه Master ونبيطه Slave اما ال(SMBus) فهو مسار توالي مؤلف من موصلين واحد لارسال واستلام المعطيات والاخر للتواقيت(clock). اما ال(SATA) فهو شكل التوالي من نواقل الATA المتوازية والتي تستعمل لربط المعالج مع الdisk drivers. بالاضافة الى ذلك فان معظم اجهزة الاتصالات والشبكات مثل البدالات او الراوترات او السويجات...الخ . قد تشتمل على منافذ توالي قياسية او يتم برمجتها (Configuration) عن طريق منفذ التوالي في حاسبة الصيانة Local craft terminal (LCT) باستخدام برنامج الربط الفائق Hyper Terminal وغيره.

مزايا الارسا ل المتوالي على الارسال المتوازي

1- مدى التراسل المتوالي اكبر بكثير من مدى التراسل المتوازي بسبب عدة عوامل منها اختلاف جهد المنطق الواطىء و جهد المنطق العالي في التراسل المتوالي عنه في التراسل المتوازي مما يحدد مدى انتشار الاشارة ومدى مناعتها ضد التوهين والتداخل ..الخ .

2 – ان كلفة كيبلات التراسل المتوازي اكبر من تلك الخاصة بالتراسل المتوالي بسبب ا لعدد الكبير من الموصلات والترتيبات الارمة لمنع التداخل فيما بينها .

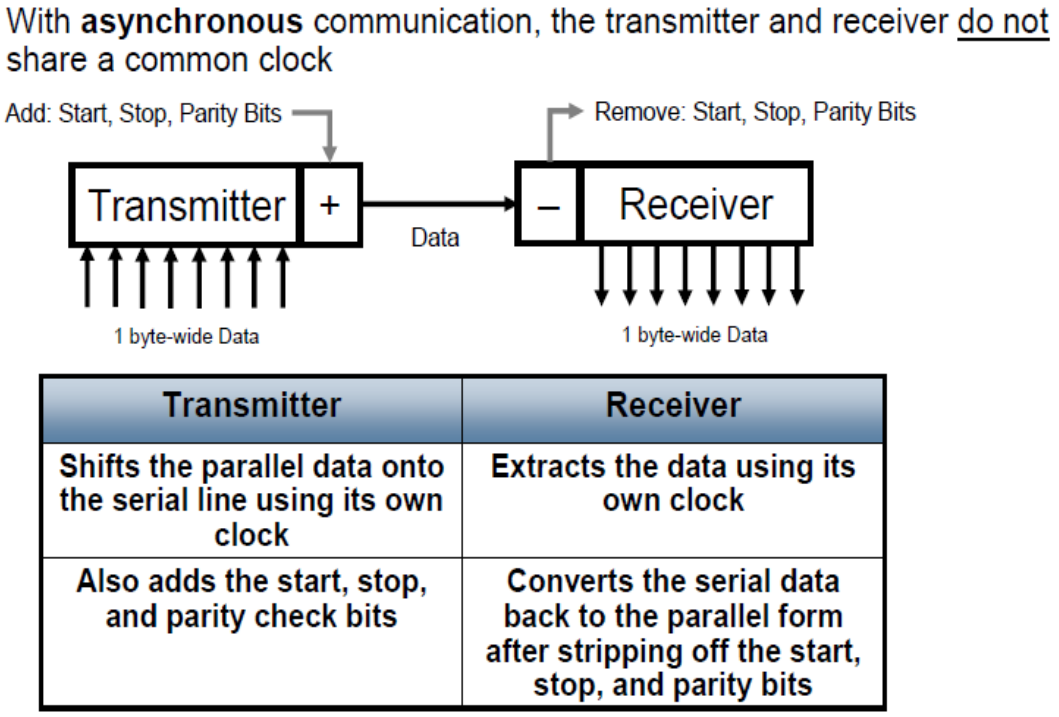
3 – التراسل المتوازي اسرع بكثيرفي نقل البيانات مقارنة بالتراسل المتوالي .

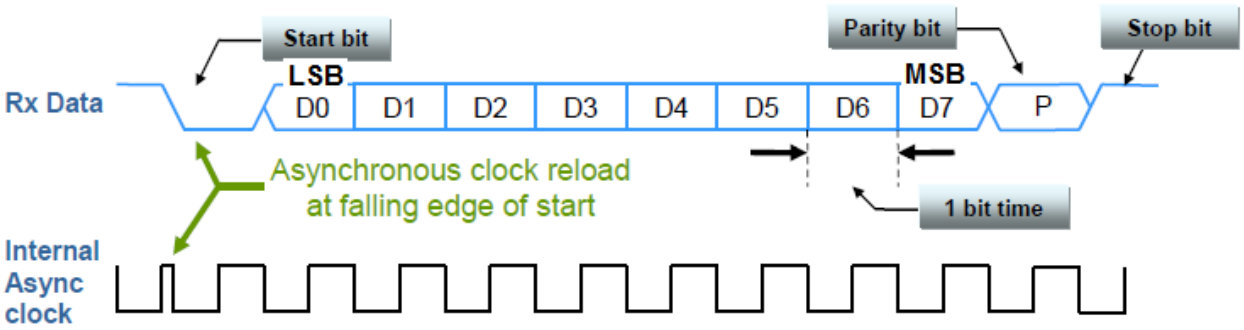
ان التراسل المتوالي للبيانات ينقسم الى نوعين رئيسيين:-

١ - تراسل متزامن (Synchronous Transmission).
٢ - تراسل غير متزامن (Asynchronous Transmission).

اتصالات التوالي غير المتزامنة Asynchronous Serial Communication:-

في طريقة الارسال هذه يتم ارسال البيانات (data word) بت وراء بت عبر نفس الموصل او السلك ويكون عدد بتات البيانات 8بتات (1byte) اذا كانت الكلمة تتبع ال ASCII code عادة او 5بتات اذا كانت تتبع ال (BADOUT CODE) او 7 بتات في تطبيقات اخرى ويقوم المرسل باضافة بت واحد في بداية الارسال يدعى (start bit) ويتم وضع بت اخر في نهاية الكلمة يدعى (stop bit) وفي بعض الاحيان قد يضاف قبل ذلك بت اخر يدعى (parity bit) وهذا البت يستخدم للكشف عن الاخطاء ويكون بقيمتيين زوجي (even) و فردي (odd) اعتمادا" على عدد الواحدات (Mark) في البيانات واذا حصل اختلاف في القيمة فيؤشر ذلك على وجود خطأ في الارسال. لاحظ الشكل (2) ادناه.

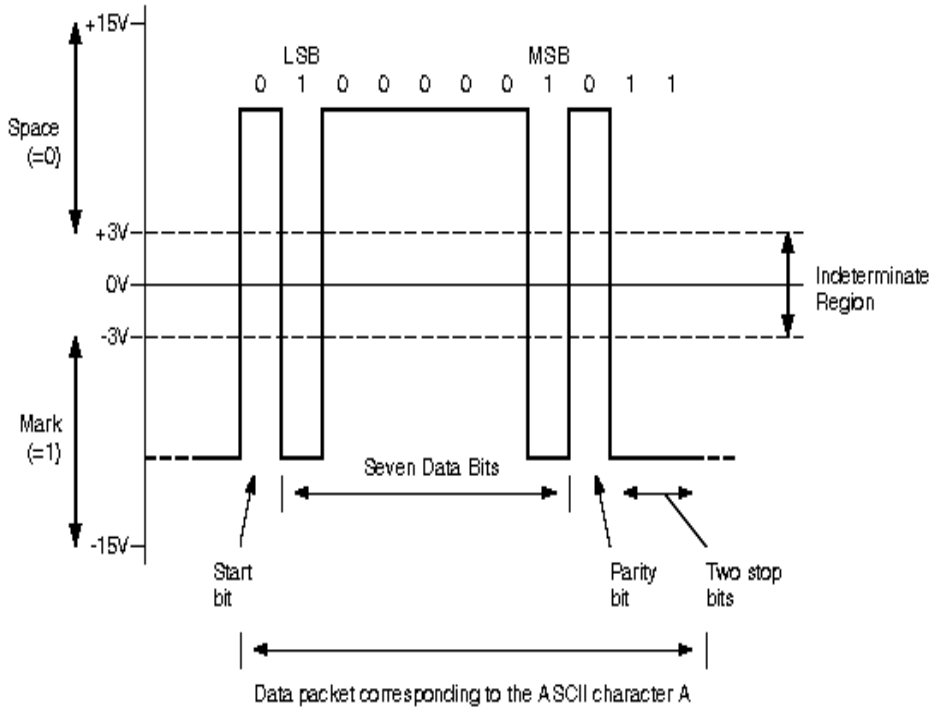




الشكل (2)

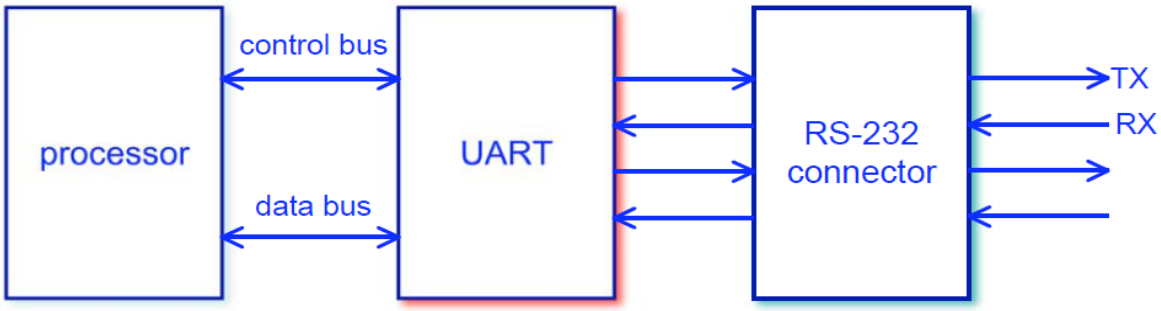
في هذا النمط من الارسال يتم ارسال البيانات بدون نبضات استثارة او قدح اوتوقيت(clock). لذلك فان طرف الاستلام يزامن دائرة توقيت الخاصة بمجرد استلام اول بت (start bit) اعتمادا" على دائرة التوقيت الخاصة به ولان هناك

احتمالية في حصول فرق في التواقيت بين الارسال والاستلام فان هناك احتمالية لحصول ازاحة نبضية تدعى (bias) بين الطرفين وفي بعض تطبيقات الارسال المتوالي يتم ارسال عدد بتات المعطيات (band rate) مع المعلومات المرسلة. لاحظ المخطط في الشكل (3) .ففي هذا النمط من الارسال فان المرسل والمستقبل لايملكان ساعة توقيت مشتركة. ففي طرف الارسال يتم دفع بتات البيانات الى الخط باستخدام التوقيت الخاص بالمرسلة ويتم اضافة بتات في بداية ونهاية رتل البيانات هي : start bit, stop bit, parity bit ليتشكل مايعرف بالفريم (frame) او مايعرف بالحرف (Character)وتدعى هذه البتات الاضافية ب(Header) ورغم انها مفيدة في تحديد بداية ونهاية الفريم وتحديد الاخطاء في البيانات الا انها تشكل جزءا" كبيرا" من عدد البتات المرسلة لذا تسبب تقليل كفاءة هذا النوع من الارسال وتقليل ال(through) الكلية للخط. يقوم طرف الاستلام باستخلاص بتات البيانات ورفع او طرح الهيدر ومن ثم يقوم بتحويل البتات من صيغة توالي الى صيغة توازي. الشكل (3) يمثل Character مكتوب بترميز ال ASCII Code يبين مستويات الجهد لكل قيمة منطقية وبتات الهيدر المضافة .



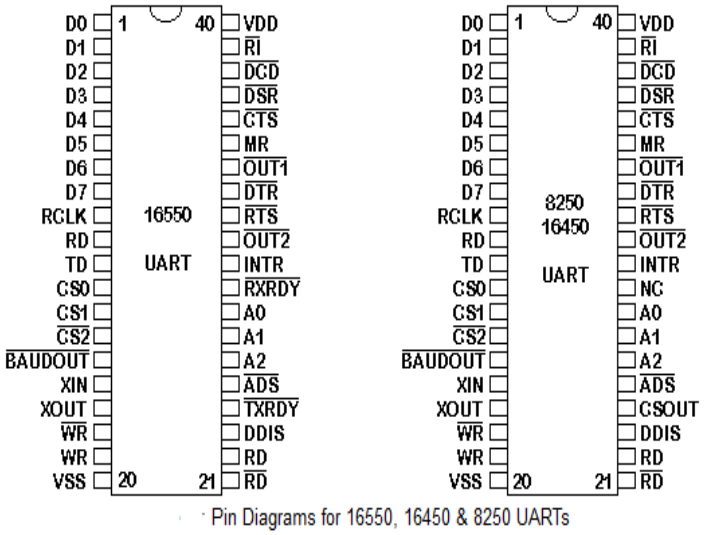
الشكل (3)

ان الوحدة المسؤولة عن ارسال واستلام بيانات التوالي غير المتزامنة تدعى (Universal Asynchronous Receiver & Transmitter (UART وهي عبارة عن رقاقة(chip) خاصة موجودة في الحاسبة وتقوم بتحويل المعلومات من توالي الى توازي وتنظم ارسال واستلام المعلومات عبر منفذ التوالي للحاسبة (RS-232) لاحظ الشكل (4)وتوجد بطرازات وسرع مختلفة وتسمح بالاتصال بين الحاسبة وانواع مختلفة من النبائط (printer , modems) ويتم الربط باستخدام منفذ التوالي في الحاسبة او ما يعرف بال(Com) وهو منفذ يخضع لمعيار التراسل المتوالي RS-232 ويكون من نوع DB-25 او DB-9 او الانواع الاخرى من منافذ التوالي.



الشكل (4)

ان سرعة ارسال البيانات ثابته واول بت يتم ارساله هو ال Least Significant Bit(LSB) وعندما لاتكون هناك بيانات مرسلة فان الخط ياخذ قيمة ال Mark (1) او (-VDC) وال Space (15 Vdc-) وهذه الحالة تعرف ب(IdIe state) . ان كفاءة التراسل المتوالي غير المتزامن اقل بكثير من كفاءة الارسال المتوالي المتزامن لان جزءا"كبيرا" من البيانات المنقولة هي (Header) يتم التخلص منها في جهة الاستقبال . لكن بالمقابل تستخدم طريقة التراسل غير المتزامن لارسال البيانات لمسافات طويلة وبسرع واطئة اقل من سرع الارسال المتزامن وتكمن الميزة في رخص الكلفة لانه يستخدم موصلا" واحدا" ولاحاجة لموصلات اضافية لاغراض السيطرة او التأشير او التوقيت . الجدول ادناه يبين بعض السرع لبعض السلاسل من الUART`S لاحظ الشكل (5) .



Pin Diagrams for 16550, 16450 & 8250 UARTs

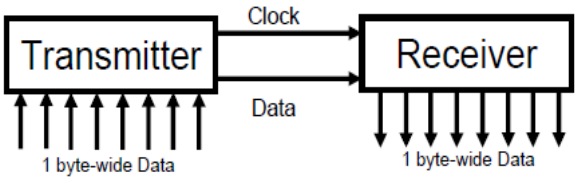
UART Chips and Their Associated Speeds

UART Chip	Speed (bps)
8250	9,600
16450	115,200
16550	115,200
16650	430,800
16750	921,600
16950	921,600

الشكل (5)

اتصالات التوالي المتزامنة (Synchronous Serial Communication)

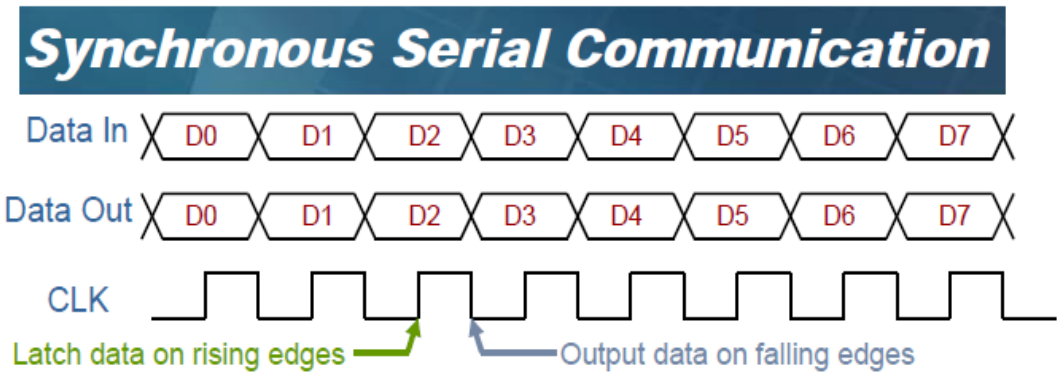
في هذا النوع من الارسال فان البيانات ترسل من المصدر (data processing equipment) مثل الحاسبة الى الهدف (peripherals) بت وراء بت عبر سلك او موصل واحد لكن نبضات التوقيت (clock) ترسل على قناة منفصلة من المرسل الى المستقبل وبالتالي فان كلا" من المرسل والمستقبل يتشاركان نفس التوقيت لاحظ الشكل (6).



Transmitter	Receiver
Shifts the data onto the serial line using its own clock	Extracts the data using the clock provided by the transmitter
Provides the clock as a separate signal	Converts the serial data back to the parallel form
No start, stop, or parity bits added to data	

الشكل (6)

حيث يتم دفع بتات البيانات بت وراء بت عبر سلك المعطيات في الحافة الصاعدة لنبضة القدح تزحف بت واحد من البيانات من المرسل الى الخط وفي الحافة النازلة لنفس النبضة يتم استرجاع نبضة البيانات هذه باستخدام ساعة توقيت المرسل وفي طرف الاستلام يتم استخدام نفس الساعة لاسترجاع البيانات ولا يتم اضافة اية بتات اضافية مثل parity bit , stop bit , start bit ان الساعة المجهزة من المرسل تحدد سرعة البيانات المرسلة (rate). في المودمات التناظرية (نبيطة DCE) يتم استعادة نبضات التوقيت من سيل بتات البيانات القادمة وتحول الى نبضات توقيت (clock pulses) وتنساق الى نبضة DTE المستقبلة. ان نبضة ال DTE المستقبلة للبيانات تنظر لانتقال (negaitive-going clock) لتحديد بداية ونهاية نبضات الداتا (sampling data stream). ان نبضات القدح السالبة توضع في مركز او وسط نبيطة البيانات (data bit) وبالتالي تقلل مشكلة ال(bias) اي تظهر في الانظمة غير المتزامنة. لاحظ الشكل (7) .



الشكل (7)

ان نبضات التوقيت المستلمة تضمن التشكل او التمضوع المضبوط لبتات البيانات. ان المرسل يرسل البيانات بصورة مستمرة على مجموعة بتات تشكل كتلة block او طقم(frame) ويتم ارسال تركيبة خاصة من بتات (special

synchronization character) التزامن في بداية الفريم وهذه التركيبة تحدد للمستقبل بداية ونهاية الفريم وفق الشكل المبين ورغم ان التركيبات او الكلمات تضيف بعض الاوفرهيد لكنها وبسبب سرعة نقل البيانات لاتشكل سوى 20% من كمية البيانات المرسلة مقارنة مع التراسل المتوالي غير المتزامن.

تركيب فريم النقل المتوالي المتزامن

لمنع الانحراف او الازاحة الزمنية بين النبضات المرسلة والمستقبلة وذات السرع العالية ولزيادة دقة تحديد بداية ونهاية النبضات المرسلة فان نبضات التوقيت او التزامن يجب ان ترسل مع بيانات المعلومات وهنا لايتم ارسال البيانات حرفا" بل ترسل بشكل كتل بتات تدعى blocks لتشكل فريم البيانات وهذا الفريم يتالف مما يلي :

١ ـ حقل بداية الفريم مؤلف من 8 بتات ذات شكل مميز وتستخدم للتزامن بين المرسل والمستقبل.
٢ ـ حقل التحكم مؤلف من 8 او 16 بت ويستخدم لاغراض التاشير مثل تحديد سرعة التراسل وطلب اعادة الارسال او ان ذاكرة المستقبل غير مستعدة لاستقبال اية بيانات نهائيا" مملوءة(وهذه الحالة تدعى الاختناق conjunction).
٣ ـ حقل البيانات والذي يحوي كمية كبيرة من bit blocks بدون فواصل.
٤ ـ حقل اكتشاف الاخطاء مؤلف من 8 او 16 بت ويستخدم لتحليل بيانات المعلومات المستقبلة والتاكد من عدم وجود اخطاء.
٥ ـ حقل نهاية الاطار مؤلف من 8 بتات ذات شكل مميز ومشابه لحقل بداية الاطار ويستخدم لتحديد نهاية الاطار.

Synch. 8-bit	Control 8 or 16 bit	DATA 2400bits	Eroor Control	8-bit Synch

الشكل (8)

في هذا النوع من التراسل المتزامن نجد ان المسقبل يبحث دائما" على حقل بداية الاطار وعندما يحصل عليه كاملا" يقوم المستقبل بتحليل الاطار للحصول في النهاية على بيانات المعلومات المراد استقبالها. تعتمد طريقة التراسل المتزامن على البروتوكول المستخدم لتكوين الاطار وعلى نوع التراسل كما تعد طريقة التراسل هذه اكثر كفاءة وفاعلية لتراسل البيانات ذات الرسائل الطويلة والسرعات العالية حيث ان كمية بيانات المعلومات تعد كبيرة جدا" مقارنة بما يضاف من بت التحكم والتنبيه واكتشاف الأخطاء في الإطار. مما سبق نجد ان كفاءة التراسل المتزامن اكثر فاعلية من كفاءة التراسل غير المتزامن.من البروتوكولات الهامة والمستخدمة لتراسل البيانات المتزامن ,والعاملة في الطبقتين 2و1من النموذج المعياري OSI ووفقا للمعيار القياسي RS-232 البروتوكول High-level data link control protocol (HLDC) ان الارسال المتزامن يفيد في ارسال بيانات بسرع عالية لكن لمسافات قصيرة لاتتعدى بضع امتار ويكون ذا كلفة اعلى من النقل الغير متزامن لانه يحتاج الى عتاد(hard ware).

المعيار (RS-232)

اختصار لكلمة (Recommended standard -232) هو معيار منافذ طور عام 1962 من قبل هيئة Electronic Industries Association (EIA) لربط النبائط على التوالي . فهو اذن معيار يصف الخواص الفيزيائية لمنافذ التوالي التي تسند الارسال والاستلام المتوالي للبيانات والموجودة عادة في الحاسبة وغيرها من النبائط ويصف هذا المعيار البروتوكولات المختلفة التي تؤسس لتأمين اتصال او تبادل للبيانات بين نبيطتين مختلفتين وبسرع بيانات واطئة ولمسافات طويلة. هذا المعيار وضع اصلا" لاجهزة او نبائط (teletypewriter) و بالذات الفيش (Connector)القياسية نوع DB 25 (25-pin D Type connector) – وقد خضع المعيار لتطويرات عدة ففي عام 1969قامت شركة IBM بانزال الفيش نوع (9-pin D Type connector) DB-9 والتي تخضع لشكل محور من المعيار سمي ب RS-232C وفي عام 1987 تم اصدار طراز احدث من هذا المعيار يسمى ب(EIA-232-D) وهذا المعيار يسند او يوصف بشكل اساسي النوعين المذكورين اعلاه ن المنافذ الموجودة في الحاسبة والبعض يشير الى هذه المنافذ بشكل عام باسم (RS-232) وفي الحاسبة المكتبية يوجد عادة كلا المنفذين (من نوع المذكر Male type) ويجري سوقهما برقاقة ال(UART).وفيما بعد ظهرت اشكال مطورة من هذا المعيار وسنمر عليها لاحقا .الشكل (9) .

انواع المنافذ المستخدمة في التراسل المتوالي غير المتزامن:-

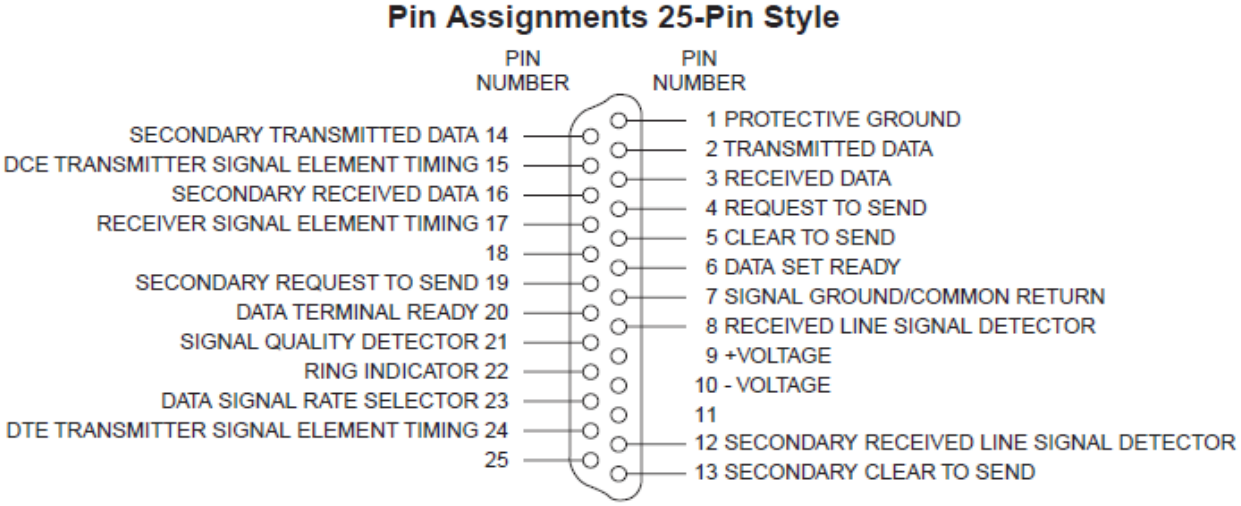
في الحاسبة كما ذكرنا سابقا يوجد عادة نوعين من المنافذ التي تسند الارسال المتوالي غير المتزامن يدعيان RS-232 or D-Type plug وهو 9 pin D-Type plug connector ويعرف ايضا" ب RS-232 او J3 connector او يسمى باسم المنفذ التوالي (Com). وعادة تحمل الحاسبات منفذ واحد من هذا النوع .ومن الجدير بالذكر ان الهاردوير المعياري لحاسبات IBMالمخصصة للتراسل المتوالي في الحاسبة لايسند الارسال المتزامن.كما تتضمن الحاسبات من نوع الديسك توب عادة منفذ توالي اخر من نوع D-Type25pin plug connector .يقوم ال(UART) بسوق هذه المنافذ وتخضع هذه المنافذ للمعيار التسلسلي RS-232.وهناك انواع اخرى من منافذ التوالي سنمر عليها فيما بعد . والجدول التالي يبين استخدامات المسامير (pins) لهذه المنافذ، الشكلين (10)و(11).

9 pin Male D-Type plug Connector	25 pin Female D-Type plug Connector
9 pin Female D-Type plug Connector	25 pin Male D-Type plug Connector

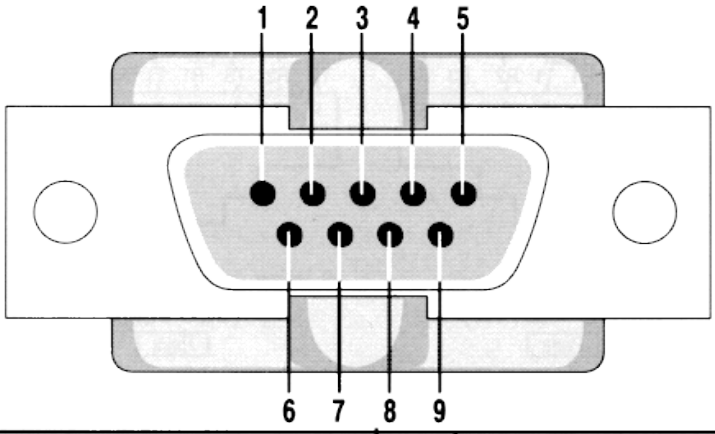
الشكل (9)

Pin Number	Signal	Description
1	PG	Protective ground
2	TD	Transmitted data
3	RD	Received data
4	RTS	Request to send
5	CTS	Clear to send
6	DSR	Data set ready
7	SG	Signal Ground
8	CD	Carrier detect
9	+	Voltage (testing)
10	-	Voltage (testing)
11		
12	SCD	Secondary CD
13	SCS	Secondary CTS
14	STD	Secondary TD
15	TC	Transmit Clock
16	SRD	Secondary RD
17	RS	Receiver clock
18		Ready to Send
19	SRS	Secondary RTS
20	DTR	Data Terminal Ready
21	SQD	Signal Quality Detector
22	RI	Ring Indicator
23	DRS	Data rate select
24	XTC	External Clock
25		

RS232 on DB25 (25-pin D-type connector)



الشكل (10)



Pin	Signal	Pin	Signal
1	Data Carrier Detect	6	Data Set Ready
2	Received Data	7	Request to Send
3	Transmitted Data	8	Clear to Send
4	Data Terminal Ready	9	Ring Indicator
5	Signal Ground		

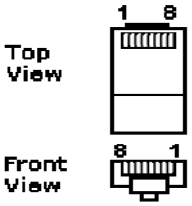
الشكل (11)

ونظرا لسرع الارسال الواطئة نسبيا لمنافذ التوالي القياسية والاحجام الكبيرة للمنافذ العاملة تحت معايير التراسل المتوالي القياسية تلك وتأرجح قيم الفولتية بين المنطق العالي (Mark) او(15V-) والمنطق الواطيء(Space) او (15V) فقد استعيض عن منافذ التوالي تلك بمعيار جديد مستند على التراسل المتوالي هو Universal Serial port(USB) وقد حل في كثير من التطبيقات ولاسيما للجهزة الطرفية ولذا فان معظم الاجيال الجديدة من الحاسبات المحمولة قد لاتملك منافذ توالي قياسية . لكن هذا لايعني نهاية هذه المنافذ او المعايير التي تحكمها فهي ما زالت مستخدمة في الكثير من التطبيقات .وفي حالة عدم توفرهذه المنافذ في الانواع الحديثة من الحاسبات وبخاصة الحاسبات المحمولة فبالامكان استخدام ما يعرف(RS-232 –USB Adapter) لتحويل المنفذ لاحظ الشكل(12) .

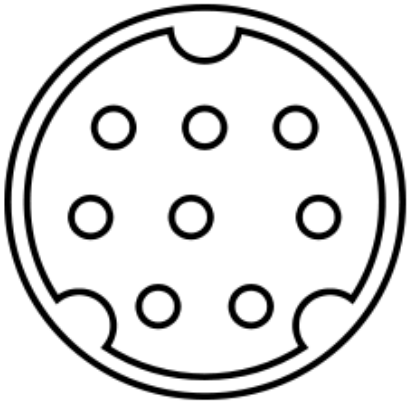
الشكل (12)

كما انه في بعض التطبيقات النادرة تم اسقاط مواصفات المعيار RS-232 على نوع اخر من الفيش (connector)هو الفيشة RJ-45(Registered Jack -45) والتي هي اصلا" مخصصة لشبكات الانترنت لاحظ الشكل( ).كما ان شركة ابل قد اصدرت نسختها الخاصة من المنافذ المتوالية الخاصة بحاسبات ماكنتوش لاحظ الشكل (13) .

Pin No.	Name	Notes/Description
1	DSR/RI	Data set Ready/ring indicator
2	DCD	Data Carrier Detect
3	DTR	Data Terminal Ready
4	SGND	Signal Ground
5	RD	Receive Data
6	TD	Transmit Data
7	CTS	Clear to Send
8	RTS	Request to Send



RS232D standard for RS232 communication



A male Mini DIN-8 connector used for a serial port on a Macintosh or SGI style computer.

الشكل (13)

مصطلحات خاصة بالتراسل المتوالي غير المتزامن

1- start bit — يحدد بداية الفريم او (data word)

2- stop bit — يحدد نهاية الفريم او(data word)

3- parity bit — يحدد الاخطاء في ال(word)

وقيمته تعتمد على عدد الواحدات في ال(datd word).

4- baud rate — سرعة البتات في الثانية للفريم

5- UART, Universal Asynchronous Receiver & Transmitter

6- through — هو عدد البتات المفيدة او المحتملة (الداتا الفعلية)

لل(data word) من سيل البيانات الكلي المنقول.

النبائط التي تستخدم المنافذ التسلسلية

ان االنبائط التي تستعمل النواقل او المنافذ التسلسلية يمكن ان تنقسم الى نوعين رئيسيين هي:

1- DTE (Data Termination Equipments).

من الامثلة عليها terminal device like PCS , dumb-terminals, peripherals الحاسبات –الطابعات – الاجهزة الطرفية.

2- DCE (Data Communication Equipment)

Or (Data Circuit Equipment)
Or (Data Channel Equipment)
Or (Channel Servicing Equipment)

من الامثلة عليها- Modems - السيرفرات – الحاسبات المركزية CSU line termination Equipments / Main frame . اضافة الى تصنيفات اخرى وسنمر على هذه المصطلحات تباعا". اما النبائط التي تعمل في توجيه او فلترة البيانات وتحديد مساراتها مثل(router-bridges-encryption devices) كلا النوعين فهي تملك النوعين من المنافذ (DCE-DTE) ومعظم Serial Communication Controllers(SCC) يمكن ان تبرمج وتعمل في كلا الطورين كDCE او DTE وهذه يمكن في بعض التطبيقات ان تنقسم بدورها الى الانواع التالية من النبائط:

CSU (Channel Service Unit).

DSU(Data Services Unit).

Data Communication Equipment (DCE)

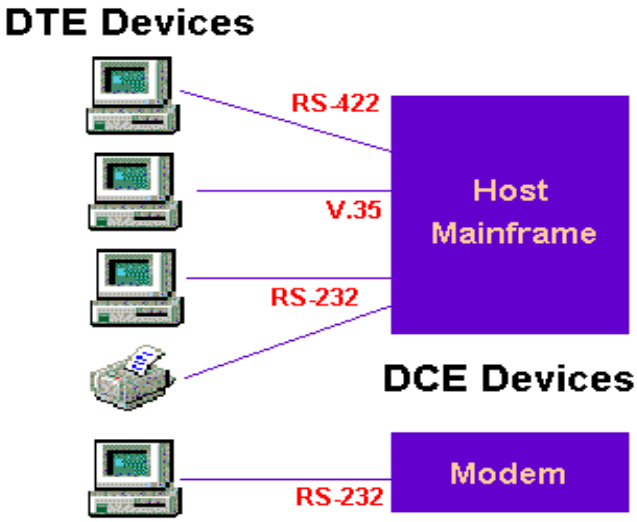
وتعرف ايضا ب(Data Circuit Equipments) او (Data Channel Equipments) او

(Channel Servicing Equipments) وهي نبائط او وحدات رقمية خاصة تقوم بتجهيز او تشكيل البيانات الرقمية الواصلة على التوالي من ال DTEووصفها في شكل ملائم للارسال او بتعبير اخر يقوم بترميزها وتشكيلها بما يلائم ارسالهاعبر خط النقل ووظيفتها التعديل والكشف وتنظيم سريان البيانات والتحكم (Encoding) والتزامن اوالتوقيت Timing or Clocking signals للبيانات ومن امثلتها المودم واجهزة المعالجة الرقمية وتكون الـ DCE مسوولة عن عمليات التزامن والسيطرة على المحاورة مع الـ DTE ويعمل الـ DCE بمثابة Mster Load او يعتبر كمجهز خدمة Service Provider لل DTE . الDCE تقع دائما" على نهايتي خط طويل (خط هاتفي او وسط نقل Transmission Media) او شبكة WANو يقوم الDCE بتغيير البتات القادمة على التوالي من الحاسبة او ال DTE الى صيغة بيانات مرمزة او مضمنة(ملائمة للارسال اماعبر الخط الهاتفي بتحويلها الى نغمات تناظرية (Tones).او عبروسط النقل). ويجهز ال DCE اشارة clocking او التزامن الى ال DTE . معدات ال DCE تتضمن مودمات ، CSU/DSU. قد تعمل الوحدات الطرفية Terminal Equipment احيانا ك DTE وفي احيان اخرى DCE . من الامثلة على الـ DCE بالاضافة الى المودمات الخوادم Servers او Main Frame PC's .وغيرها . الشكل ( ) يبين بعض من هذه النبائط والمنافذ المستخدمة معها ، اما الشكل ( ) فيبين بعض انماط عمل هذه النبائط في منظومة اتصالات الامواج المحملة Power Line Carrier (PLC) والمستخدمة لاغراض الاتصالات والسيطرة على منظومة نقل وتوزيع الطاقة الكهربائية حيث تعمل الـ PLC`S الرقمية تارة كنبائط DCE وتارة اخرى كنبائط DTE ونفس الشيء بالنسبة لاجهزة تكديس لبيانات Multiplexers (MUX) والتي تلعب نفس الدور والتي قد تكون اما

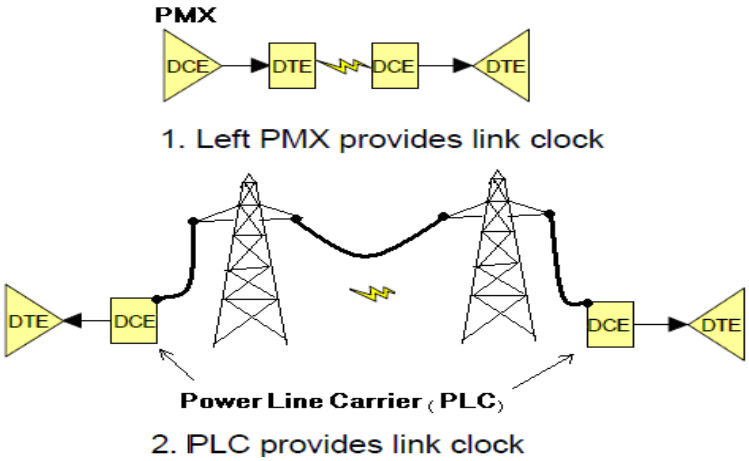
نبائط منفصلة او مضمنة Integrated ضمن الـ PLC`S . قد تعمل الوحدات الطرفية Terminal Equipment احيانا كنبائط DTE وفي احيان اخرى DCE ،اما النبائط Serial Communication Controllers (SCC) التي تعمل على توجيه البيانات او تحديد مساراتها او فلترتها مثلا(Routers, Bridges ,Switches, Encryption devices) فهي قد تملك كلا النوعين من منافذ التوالي (DTE/DCE) .

Data Terminal Equipment (DTE).

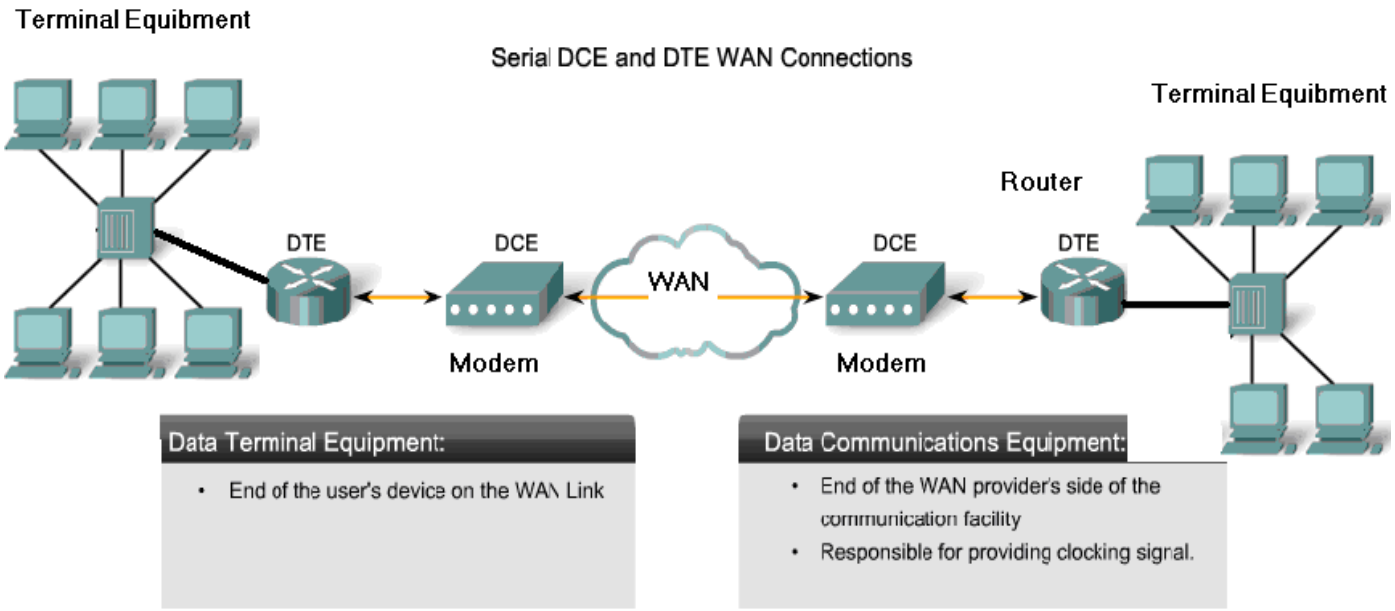
هي الاجهزة او الوحدات التي تصدر عنها البيانات الرقمية كاجهزة الحاسب والطابعات ومحطات العمل الرقمية ووحدات استشعار البيانات او هي الاحمال الرقمية الطرفية او النهائية في الشبكة والتي تكون بمثابة Slave Loads بالنسبة للDCE وتستلم الخدمة منها . ويجب ان يحصل تطابق في لمواصفات الفيزيائية وغيرها لكل منهما حتى يعملان معا وفي حالات معينة قد يتم وضع وحدات موائمة بينهما . ان منافذ التوالي للراوترات والحاسبات هي DTE في شبكات الكمبيوتر وانظمة نقل المعلومات تشيع هذه المفاهيم كثيرا فمثلا في شبكات الـ Wide Area Networks (WAN) هي عبارة عن شبكة ند للند Networks Peet-to-Peer(P2P)مولفة من شبكتين متباعدتين قد يفصل بينهما مئات الكيلومترات والوسط الناقل بينهما قد يكون كيبل الياف ضوئية او كيبل بحري او عبر الاقمار الصناعية(لاحظ الشكلين (14ب،أ14)) والذي يمثل انماط عمل هذه النبائط يبين مثل هذه الشبكات .



الشكل (14أ) بعض انواع المنافذ المستخدمة مع الـDCE والـDTE

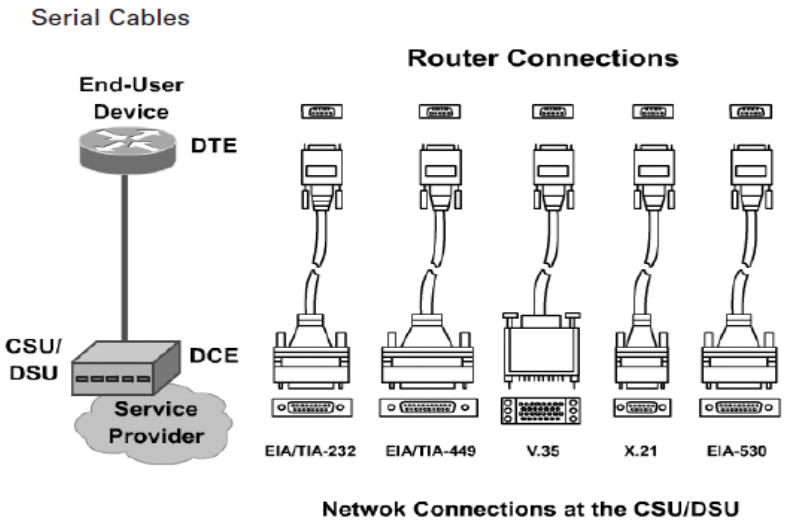


الشكل (14ب) يمثل بعض انماط عمل هذه النبائط



الشكل(15) شبكة WAN حيث يعمل كل مودم كمجهز توقيت DCE للشبكة المتصلة به

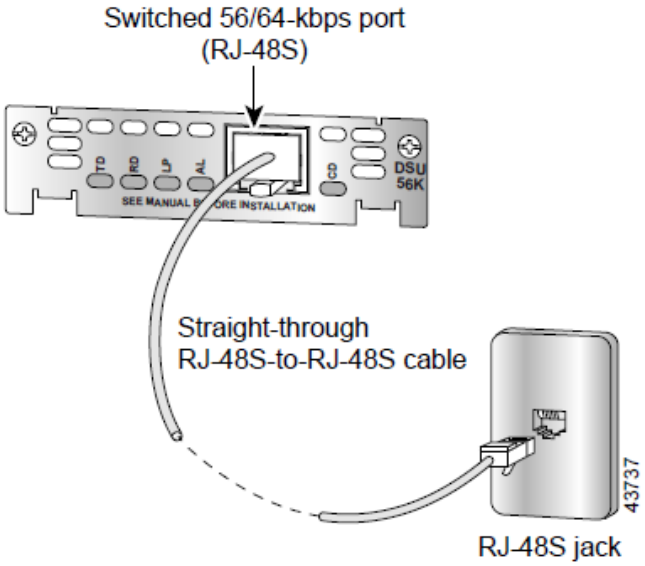
ان الـ Net Modem هنا يستخدم لغرض الموائمة مع وسط النقل ويعتبر بمثابة مجهز خدمة للراوتر المتصل به والذي هو معبر او عبارة Gateway لشبكة الاثرنت الواقعة خلفه ومجهز خدمة للمودم الواقع في الطرف البعيد من الشبكة ومسؤوليته الرئيسية هي التزامن مع ذلك الطرف ولكون الطرفين يقعان على مسافات بعيدة عن بعضهما فان وسط النقل يسبب حصول تأخير Delay في تبادل الاشارات بينهما . يطلق على الـDCU مصطلح Channel Service Unit/DATA Service Unit (CSU/DSU) لانه عندما يرسل الى الطرف البعيد فأنه يعتبر مجهز خدمة وتوقيت DCE وعندما يستلم من الطرف البعيد فانه يصبح Slave Load او زبون DTU Clint اما الراوتر في أطراف الشبكة فهي دائما زبائن على المودمات لذا فهي دائما DTE . ان الـCSU/DSU هي اما ان تكون نبائط مستقلة عن باقي معدات الشبكة (Standalone) او كما هي الحالة الغالبة تكون متكاملة ضمن بنية الراوتر حيث ان بعض الراوترات قد تحوي كلا النوعين من المنافذ DCE&DTE لاحظ الشكل (16) والذي يبين منافذ الراوتر DTE على النت مودم DCE المحتمل تواجدها على الراوترات . تعمل منافذ الـCSU/DSU كمترجم بروتوكولات بين الراوتر وشبكة الـWAN . لاحظ انح ميع هذه المنافذ هي من نوع التوالي .



الشكل (16)

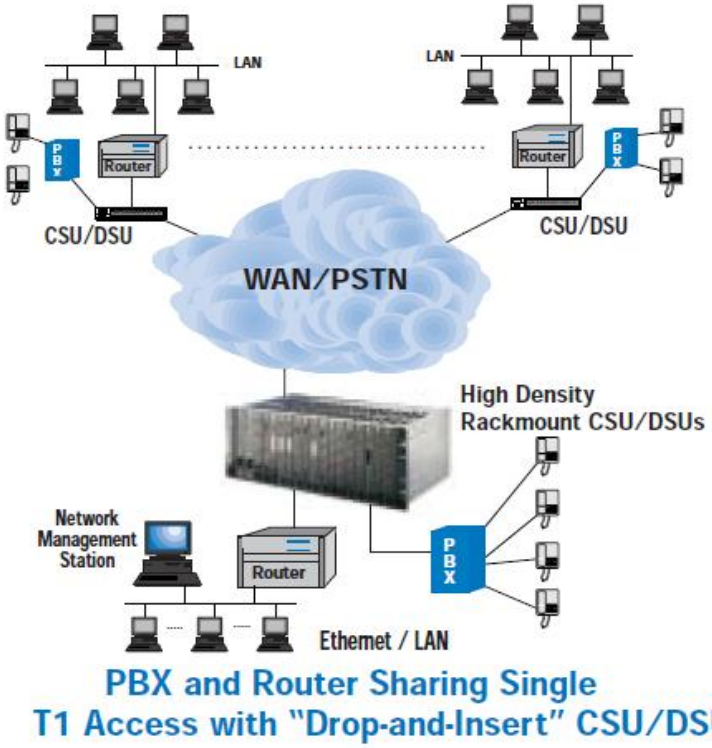
فهي نبائط تعمل على تغيير البيانات الرقمية من نمط تكنلوجيات الارسال للشبكات المحلية (LAN) الى نمط او بنية بيانات (DATA FORMAT) ملائمة لشبكات ال(WAN) وبالعكس وتتمثل هذه النبائط عادة بمنافذ الربط مع شبكات ال(WAN) ذات السرع بمستوى T1 او كسورهما (DS1=64KB/S) او (FT1=56KB/S) وتعمل هذه النبائط على توفير الربط الملائم بين معدات الاتصالات كالبدالات PBX وشبكة الهواتف العامة Telephone Company Circuit (TELCO) وتوفر التزامن وامكانيات فحص Loop back وعمل الاطارات (framing) . الشكل (17) ادناه يمثل ربط راوتر يعمل كنبيطة CSU/DSU مع مأخذ ADSL .

Connecting the 56/64-kbps DSU/CSU WIC to a 56/64-kbps Services Wall Jack



الشكل (17)

بالنسبة للشبكات الهاتفية فان هذه المفاهيم يتم تناولها عند التعامل مع تقنيات نقل البيانات عبر شبكات الهاتف القديمة (Dial up networks) وكذلك شبكات الهاتف العاملة وفق تقنية الـ ISDN وشبكات الاتصالات الهاتفية العاملة وفق تقنية الـVOIP والتي تستخدم بروتوكولات اقلاب الرزم Packet Switching (شبكة الانترنيت)مثل الـSIP والـH.323 وغيرها حيث تصبح الوحدات الطرفية الرقمية مثل هواتف الـVIOP والفاكسات والكمبيوترات واحهزة الـPDA وغيرها بمثابةأحمال DTE على الشبكة .يتم الربط بين نبائط الDCE ونبائط الDTE باستخدام كيبل ربط مباشر (Straight throw cable) لاحظ الشكل (18)والذي يبين كيفية ربط هذه النبائط وعبر شبكة الهاتف العمومي



الشكل (18)

وصف إشارات المسامير(pins) للمنفذ التسلسلي RS-232 (RS-232Pinning)

*Pin-3 TxD (Transmit data by DTE to DCE)

هذا المسمار يرسل الداتا من الحاسبة(DTE)الى النبيطة التوالي .

*2 RxD (Receive data by DTE from DCE.

هذا المسمار لاستلام البيانات من نبيطة التوالي الى الحاسبة.

*DTR (Data terminal ready).

DTE indicates DCE may go off-hook.

هذا المسمار يستخدم من الكومبيوتر الى الاشارة انها مستعدة للتبادل مع نبيطة DCE مثل المودم وبكلمة اخرى يحدد هذا المسمارالى نبيطة DCE مثل المودم او DSU/CCU (منفذ الراوتر على شبكة الWAN) ان الDTE (الحاسبة) شغال ON .

*DSR Data Set Ready.

يشبه عمله عمل المسمار DTR وهو اشعار من الDCE or Data set انه شغال on.

*DCD (data carrier detect). (مؤشر على ان الحاملة لارسال البيانات شغالةon.)

*RTS (Reguest to send).

بداية الارسال.يستعمل لطلب السماح بارسال البيانات الى المودم (DCE) .

*CTS (Clear to Send).. البدء الفعلي في الارسال

يستعمل هذا المسمار في نبيطة التوالي او للاجابه على طلب الحاسبة (DTE) بالاشارة (RTS). في معظم الاحيان فان الRTS والCTS مستمرين خلال كل فترة الحاسبة.

*clock signals (TC , RC , XTC).. اشارات التوقيت تستخدم فقط في حال الارسال المتزامن

يقوم المودم(DCE) او الDSU باستخلاص اشارة التوقيت من سيل البيانات ويجهز اشارة توقيت مستقرة clock لنبيطه (DTE) ولاحظ ان اشارة توقيت المرسل واشارة توقيت المستلم قد لايكونان بالضرورة متماثلين او يملكان نفس ال(baud rate) تماما" بل هناك بعض ال(bias) لان مذبذب كل نبيطه قد لاتولد بالضرورة نفس اشارة التوقيت وهناك مقدار مسموح به في الانحراف الزمني بينهما.

*CD (carrier detect).

هذه الاشارة من هذا المسار يستخدمها المودم(DCE) كاشعارات قد اسس اتصالا" مع مودم اخر او انه اكتشف نغمة حاملة او بمعنى ان هذه الاشارة يستخدمها المودم ان اشارة الحاملة قد استلمت من المودم البعيد.

*RI (Ring Indicator).

ان المودم يغير حالة الخط عند وصول اشارة جرس على خط التليفون (مادام النقل يستخدم خطوط الهاتف العادية Dial-up Network) اي انه يستعمل من قبل المودم للاعلام انه استلم اشارة جرس هاتفية قادمة.

ان كلا الاشارتين RI و CD متوفرين فقط عند الربط مع مودم لان معظم المودمات ترسل معلومات حالة الى الحاسبة عند كشف اشارة حاملة او عند وصول اشارة جرس. لاحظ ان معظم التسميات هذه تعود الى ايام استخدام شبكات المعلومات عبر خطوط الهاتف Dial-up network وباستخدام المودمات لنقل البيانات عبر خطوط الهاتف.

في مايلي ملخص لجميع نقاط المنفذ RS-232 ودلالة كل مسمار مع اتجاه ارسال او استلام اليانات مع النبيطة المعنية :

CTS	**Clear To Send [DCE --> DTE]**
DCD	**Data Carrier Detected (Tone from a modem) [DCE --> DTE]**
DCE	**Data Communications Equipment eg. modem**
DSR	**Data Set Ready [DCE --> DTE]**
DSRS	**Data Signal Rate Selector [DCE --> DTE] (Not commonly used)**
DTE	**Data Terminal Equipment eg. computer, printer**
DTR	**Data Terminal Ready [DTE --> DCE]**
FG	**Frame Ground (screen or chassis)**
NC	**No Connection**
RCk	**Receiver (external) Clock input**
RI	**Ring Indicator (ringing tone detected)**
RTS	**Request To Send [DTE --> DCE]**
RxD	**Received Data [DCE --> DTE]**
SG	**Signal Ground**
SCTS	**Secondary Clear To Send [DCE --> DTE]**
SDCD	**Secondary Data Carrier Detected (Tone from a modem) [DCE --> DTE]**
SRTS	**Secondary Request To Send [DTE --> DCE]**
SRxD	**Secondary Received Data [DCE --> DTE]**
STxD	**Secondary Transmitted Data [DTE --> DCE]**
TxD	**Transmitted Data [DTE --> DCE]**

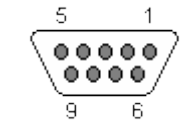
الربط بين نبائط الDTE والDCE

تستخدم الانواع التالية من كيبلات الربط لربط نبائط الDTE و الDCE

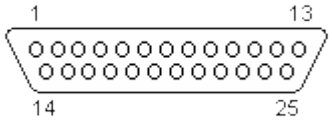
1- DTE – DCE straight cable
2- DTE - DTE Null – modem cable (cross cable)
3- DCE - DCE Tail circuit cable (cross cable)

Straight cable

الكيبل المباشر يستخدم لربط نبيطتين مختلفتين كحاسبة مع مودم لاحظ الشكل (19) .



الشكل ().(To Computer)



(To Modem).

9 PIN D-SUB FEMALE to the Computer
25 PIN D-SUB MALE to the Modem

Signal Description	female connector 9-pin DTE	male connector 25-pin DCE	Remarks
Carrier Detect (CD)	1	8	from Modem
Receive Data (RD)	2	3	from Modem
Transmit Data (TD)	3	2	from Terminal/Computer
Data Terminal Ready (DTR)	4	20	From Terminal/Computer
Signal Ground (SG)	5	7	from Modem
Data Set Ready (DSR)	6	6	from Modem
Request to Send (RTS)	7	4	From Terminal/Computer
Clear to Send (CTS)	8	5	from Modem
Ring Indicator (RI)	9	22	from Modem

الشكل (19)

Null modem

يستخدم ما يعرف بالnull modem لربط نبيطتين DTE (كحاسبتين مثلا) مع بعض وهو كيبل كروس (Cross Over cable) يربط نقاط الاستلام مع الارسال ونقاط ال DSR مع DTR وال CTS مع RTS على شكل كروس وهذه الطريقة تستخدم بشكل عام باعتبارها ارخص وسيلة لتبادل بيانات بين حاسبتين وباستخدام بعض البروتوكولات الخاصة بالربط مثل Zmodem protocol , X modem protocol . لاحظ شكل مخطط الربط.

	D-Sub 1	D-Sub 2	
Recieve Data (RD)	3	2	Transmit Data
Transmit Data	2	3	Receive Data
Data Terminal Ready	20	6+8	Data Set Ready + Carrier Detect
System Ground	7	7	System Ground
Data Set Ready + Carrier Detect	6+8	20	Data Terminal Ready
Request to Send	4	5	Clear to Send
Clear to Send	5	4	Request to Send

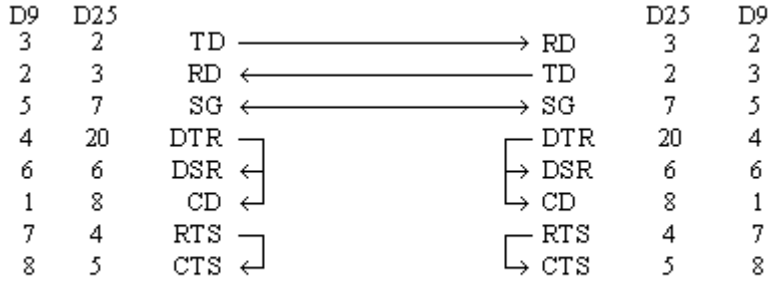
Connecting 25 pin to 25 pin for Null modem

Signal description	Pin no.		Signal description
Recieve Data	2	3	Transmit Data
Transmit Data	3	2	Recieve Data
Data Terminal Ready	4	6+1	Data Set Ready + Carrier Detect
System Ground	5	5	System Ground
Data Set Ready + Carrier Detect	6+1	4	Data Terminal Ready
Request to Send	7	8	Clear to Send
Clear to Send	8	7	Request to Send

Connecting 9 pin to 9 pin for Null modem

	9 pin	25 pin	
Recieve Data	2	2	Transmit Data
Transmit Data	3	3	Recieve Data
Data Terminal Ready	4	6+8	Data Set Ready + Carrier Detect
System Ground	5	7	System Ground
Data Set Ready + Carrier Detect	6+1	20	Data Terminal Ready
Request to Send	7	5	Clear to Send
Clear to Send	8	4	Request to Send

Connecting 9 pin to 25 pin for null modem



Null Modem Wiring Diagram

بهذا الربط نجعل الكمبيوتر يعتقد انه يتحاور مع مودم وليس كمبيوتر اخر اي معلومات مرسلة من الحاسب الاول تستلم عند الحاسب الثاني لذلك تربط TD مع RD ويجب ان يملك كلا الكمبيوتر ارضي مشترك. ان اشارة DTR تربط مع DSR و CD وlooped back .وعندما يتفعل DTR فان الDSR والCDي تفعلان مباشرة" وعند هذه النقطة يعتقد الحاسب ان المودم المربوط معه مهيء او مستعد وثم اكتشاف الحاملة للمودم الثاني. ولما كان الحاسبين مربوطين معا" ويتبادلان البيانات بنفس السرعة فلا حاجة للتحكم في تدفق البيانات (flow control) لذا يتم ربط ال CTSوالRTS معا" في كل حاسب وعندما يرغب كل حاسب بارسال البيانات فانه يغير قيمة ال RTS الى المنطق العالي (1) Mark or ولانه مربوط مع الCTS فان الحاسب يحصل مباشرة على ايجاب بالموافقة على الارسال. لاحظ ان ال RI لم يربط وهذا المسمار يحمل اشارة تعلم الحاسبة ان هناك اشارة جرس قادمة عبر الخط الهاتفي في الانواع القديمة من المودمات ولانه حاليا" لاتربط المودمات عبر خطوط الهاتف فان هذا المسمار يترك بدون ربط.

مفهوم المصافحة Hand shaking

استخدمت المودمات منذ بداية الستينات لنقل البيانات ذات السرع الواطئة عبر خطوط الهاتف العادية على التوالي ومنها ثم اشتقاق تسميات ازرار المنفذ المتوالي. تقوم المودمات بتشكيل وتغيير شكل اشارات البيانات كي تلائم ارسالها لمسافات طويلة عبر خط الهاتف او غيره من اوساط النقل كما مبين في الشكل ( ) . وتتحكم المودمات بعملية تنظيم الارسال والاستلام وفق عملية تدعى المصافحة (Handshaking) وهي تشبه لحد ما عملية انشاء اتصال (Session) في نبائط الشبكات فالمصافحة هي عملية فحص المسار او ال link بين نبائط DCEكالمودم وDTE كالحاسبة قبل ارسال البيانات . يتم ارسال واستلام البيانات عبر المنفذ المتوالي com اوRS-232 في الاسنان 2 ، 3 وحسب التالي:

يتم اولا تهيئة الاتصال بين المودم والحاسبة عبر الخطوات التالية عبر المسمارين DSR و DTR حيث يقوم ال DCE بالاعلام انه شغال ON ومستعد لارسال واستلام البيانات بارسال اشارة عبر المسمار Data Set Ready (DSR) ونفس الشيء فان ال(DTE) يعلم ال(DCE)انه شغال ON بارسال اشارة عبر المسمار(Data Terminal (DTR Ready .اما الاشارة في المسمار Data Carrier Detect (CD) فهي ترسل من نبيطة ال(DTE) تؤشر ان حاملة جيدة (good carrier) مستلمة من المودم البعيد (remote modem). ان عملية تبادل الاشارات للسيطرة على تدفق البيانات تدعى Handshaking بين نبائط ال DTE والDCE وتشتمل هذه العملية فيما بعدعلى عملية التحكم في تدفق البيانات وسرعها وتتم هذه العملية اما بالسوفت وير Xon /Xoff او الهاردوير RTS/CTS .وسنمر على كل منها .

مفهوم التحكم في تدفق البيانات(Flow Control)

ان سرعة التراسل بين نبيطتي(DCE ⟹ DTE)هي اسرع بكثير من سرعة التراسل (DCE ⟹ DCE) وذلك لاختلاف سرعة الUART واختلاف نوع التراسل (متزامن ام غير متزامن) عاجلا" ام اجلا" فان البيانات سوف تفقد لتشبع الbuffer في الUART وهنا لابد من استخدام التحكم في تدفق البيانات (flow control) ان ال flow control يتم باسلوبين (الهاردوير والسوفت وير).

١ - Hard ware

٢ - Soft ware

Software flow control

يعبر عنها احيانا" بتحكم (Xon/Xoff)وتستعمل لهذا الغرض ايعازين في بروتوكول تشغيل ال UART وهما مولفين من بايتيين (2 bytes) او ايعازيين character في ترميز ASCII هما:

XON (DC1,Ctrl +Q , ASCII17)

XOFF (DC3 , Ctrl + Q , ASCII19)

. فلما كانت ذاكرة ال buffer للUART محدودة السعة فعندما يقوم الكومبيوتر باتخامها بالبيانات فان المودم يرسل ايعاز Xoff عبر خط TX (وهذا يكافيء تحويل RTSمن ON الى OFF). لاخبار الكمبيوتر بايقاف ارسال البيانات وعندما يصبح الbuffer فارغ فان المودم يرسل ايعاز Xon وهذابمكان(تحويل حالة RTS من off الى on) لاخبار الحاسبة باستئناف ارسال البيانات. . هذا النوع في التحكم في انسياب البيانات يفيد لكونه لايحتاج الى اسلاك لان الايعازات ترسل عبر السلكين TD/RD .

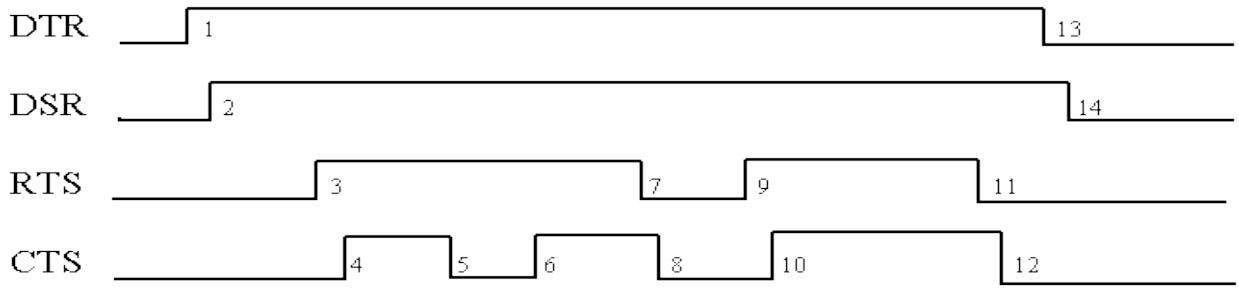
Hardware flow control

ان الارسال عبر منفذ التوالي هو اما half duplex او full duplex اي ان هناك مسارين Tx ,Rx فكل نبيطة اما ان ترسل اوان تستلم في نفس الوقت يعرف ايضا" بتحكم انسياب RTS/CTS ويستخدم سلكين في المنفذ المتوالي بدلا" من الايعازين(characters) في خطوط البيانات (لذلك فان التحكم في انسياب البيانات سوف لن يقلل من سرعة البيانات كما في الحالة الاولى (Xon / Xoff) عندما يرغب الكمبيوتر في ارسال البيانات فانه يفعل خط ال(RTS) واذا كان المودم يملك جزءا" في ذاكرته لاستلام البيانات فانه يجيب بتفعيل الطرف او المسار او الخط CTS وعندها يبدأ الكمبيوتر بارسال البيانات واذا كان المودم لايملك حيزا" للبيانات فانه لايرسل CTS. لذلك فان الازرارCTS تتحكم في الارسال من الDTE الى DCE وعند الارسال من الDCE الى الDTE يعمل زر RTS للقيام بنفس العمل.هذه العملية تحصل على التعاقب التالي : -

١ - يقوم الDTE بطلب ارسال البيانات Request to send data (RTS) من الDCE (المودم).
٢ - يجيب الDCE بانه مستعد لارسال البيانات Ready to clear to send data (CTS) .
٣ - كلا" من الRTS والCTS يستخدمان للسيطرة على انسياب البيانات بين الDTE والDCE .

ان بروتوكول المصافحة handshaking بين الكمبيوتر والمودم الكامل مبين في المخططات التالية في الشكل(20)

وقد ابقيت على الشرح باللغة الانكليزية وحسب المصدر الاجنبي والمنشور في الانترنيت لاني اعتقد ان الترجمة وحتى بتصرف فسوف تسي للمعنى الضمني المذكور في النص الاجنبي وكي يحفز هذا على تعلم قراءة المصادر الاجنبية بلغاتها الاصلية .



الشكل (20)

1 **The computer sets DTR to indicate that it wants to make use of the modem.**

2 **The modem signals that it is ready and that a connection has been established.**

3 **The computer requests permission to send.**

4 **The modem informs the computer that it is now ready to receive data from the computer and send it through the phone wires.**

5 **The modem drops CTS to signal to the computer that its internal buffers are full; the computer stops sending characters to the modem.**

6 **The buffers of the modem have been purged, so the computer may continue to send data.**

7 **This situation is not clear; either the computer's buffers are full and it wants to inform the modem of this, or it doesn't have any more data to be send to the modem. Normally, modems are configured to stop any transmission between the computer and the modem when RTS is dropped.**

8 **The modem acknowledges RTS by dropping CTS.**

9 **RTS is again raised by the computer to re-establish data transmission.**

10 **The modem shows that it is ready to do its job.**

11 **No more data is to be sent.**

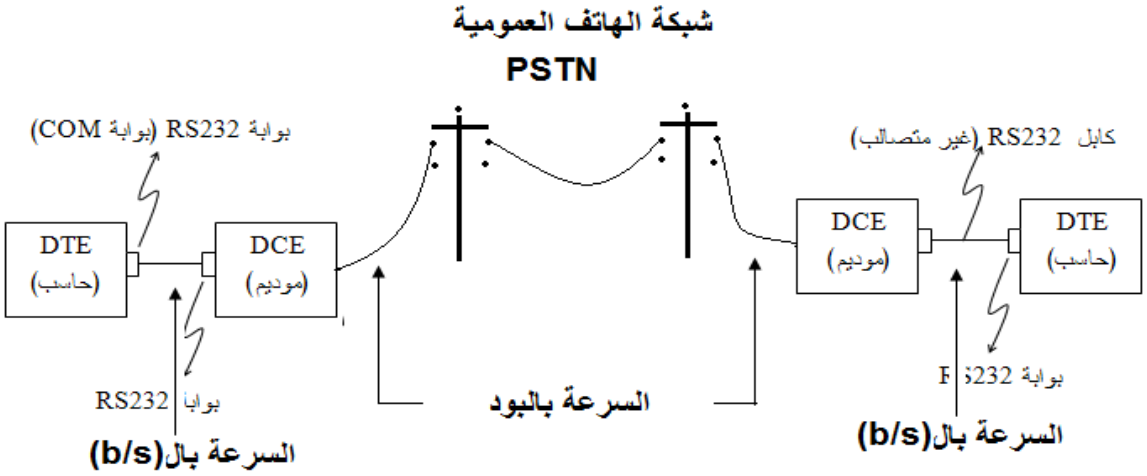
12 **The modem acknowledges this.**

13 **DTR is dropped by the computer; this causes most modems to hang up. After hang-up, the modem acknowledges with DSR low. If the connection breaks, the modem also drops DSR to inform the computer about it.**

البود Baud مقارنة مع الBPS

البود وحدة قياس لسرعة البيانات الغير متزامنة المنقولة على التوالي ويعرف اختصارا (Bd) وهي كلمة ماخوذة من اسم Jaen Maurice Emile Baudot والذي هو ضابط في خدمات التلغراف الفرنسية وهو اول من ارسل رسائل تلغراف مؤلفة من شفرة 5 bit تدعى شفرة بود (baudot code) على اجهزة طابعات التلغراف القديمة نوع tele typing .البود مؤشر على سرعة تغير حالة الخط او الاشارة المرمزة باسلوب (QAM , QPSK ....الخ من اساليب ترميز الخط) للاشارة الخارجة من المودم عبر خط تلفوني وعلى ذلك فان البود محدد كاقصى قيمة هو (2400 baud) وعندما يكون هناك معدلات بيانات اكثر فيتم الوصول الى قيم بود اعلى حتى 9600baudot باستخدام اساليب ضغط البيانات فلو ربطنا المنفذ التوالي لنبيطتي توالي بكيبل مباشر فان البود وال BPS هو نفسه تقريبا" فلو كانت السرعة 19200BPS فان البود هو نفسه 19200 لان الخط يتغير بنفس هذه السرعة. لكن الاشارة الخارجة من المودم هي ليست نفسها التي تصله من الDTE لانه يضيف اليها الهيدر والترايلر والاشارة حتى تصبح ملائمة للنقل عبر خط الهاتف يتم ترميز وتضمينها لذا فان معدل البتات لها يتغير لذلك فان القول ان البود هو البت بالثانية هو ليس نفسه BPS .فلو كان لدينا سيل من معطيات 2400

b/s من نوع 8n1 (word = 8bit , No parity , 1bit stop bit start bit) فانه تحمل through او معلومات فعلية بمعدل (1920 bps) ويقوم المودم بارسالها بسرعة 600 baud خلال الخط الهاتفي.ولاشارة اخرى بسرعة 1200bps عند (7E1)فان سرعة البيانات الفعلية هي (840bps) ويرسلها المودم بسرعة 600baud ولتفسير ذلك لاحظ المخطط ادناه في الشكل (22) .



الشكل (21)

ان البيانات الخارجة من المنفذ التوالي هي ليست بنفس السرعة دائما" حيث ان ال data word قد تكون 6و7و8 او 5bit في كل بايت اعتمادا" على نوع الكود فلو كانت المعلومة مرمزة ب ASCII فان عرض الكلمة هو 8bit اما لو كانت مرمزة باسلوب اخر مثل badout code فان عرض الكلمة هو (5bit). من جانب اخر وحسب كل (character) قادم فان الUART الذي يسوق منفذ التوالي قد يضيف Parity bit او stop bit وعندما تصل هذه البتات الى المودم فانه يقوم باستخدام البيانات الاصلية ويطرح كل الهيدر المضاف ويقوم بعد ذلك بترميز البيانات باحدى اساليب الترميز en coding الملائمة للارسال عبر الخط مثل FSK اوQAM او غير ذلك وهنا يتغير معدل البت في الثانية او بمعنى يتغير معدل تغير حالة الخط في الثانية وهذا هو الذي نشير اليه بالبود.

مثال على ذلك الكلمة character :

1- (8 n1) = 1 start bit , 8 data word ,1 stop bit , No parity bit = 10 bit per byte

القادم من منفذ التوالي. فعند ما تكون السرعة تساوي

2400 b/s ⟹ 240 bytes / character per second

وهذا السيل الرقمي (Data Stream)وبهذه السرعة (2400b/s) يرسل عادة باسلوب تضمين معين مثل QAM حيث ان كل رمز sample يمثل ب(4 bit) وهذا يودي الى جعل معدل سرعة او تغير الاشارة الخارجة من المودم 600 baud . مثال اخر

2- (7 e1) = 1start , 7 data word , 1 parity , 1 stop bit = 10 bit /sec

At 1200b/s ⟹ 120 bytes / character per second

1200b/s encoded by DPSK

وهنا فان كل معلومة تمثل ب(2 bits)وهذا يعطي 600 baud .

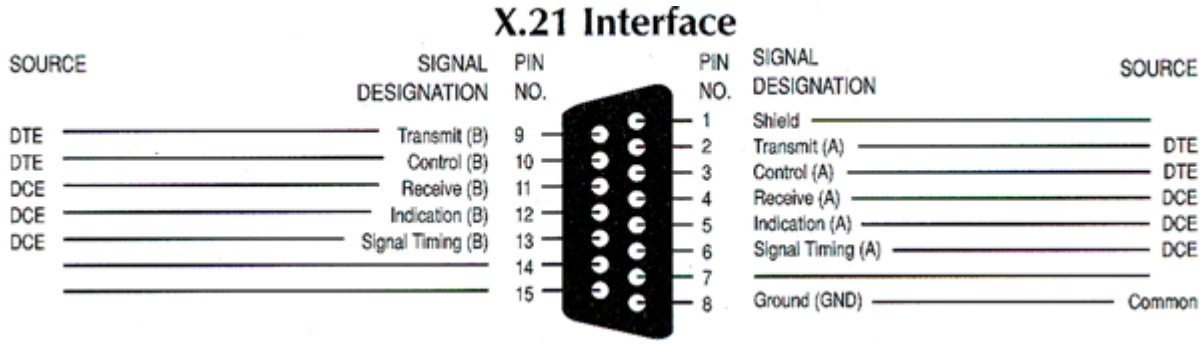
معايير اتصالات توالي اخرى Other Serial Communication Standards

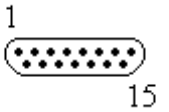
للمعيار التسلسلي RS-232 بعض العيوب المتمثلة انه يسند الارسال للبيانات لمسافات قصيرة نسبيا" ولسرع واطئة كما ان الفرق في الفولتية بين ال Mark (v 15-) والSpace(v 15+) يجعل تغير الفولتية غير ملائم لاسناد الارسال بترددات عالية ، ان استخدام فولتيات بهذه القيم وبخاصة عن معدلات البود العالية (تغير حالة الخط) يؤدي الى ظهور مشاكل التداخل(cross talk) وكذلك مشاكل الضوضاء (noise) وغير ذلك، لذلك ظهرت معايير اخرى تسند الارسال المتوالي للبيانات وهذه العايير مبينه في ادناه :

المعايير المشابهة للمعيار RS-232

لقد طرحت منظمة (EIA) المعيار التسلسلي RS-232 في عام 1962 وكان مخصص لوصف المواصفات الكهربائية والميكانيكية....وغيرها لارسال البيانات الرقمية على التوالي وقد كانت المنفذ القياسي لهذا المعيار هو المنفذ DB-25 وفيما بعد ظهرت تحورات وتطويرات على هذا المعيار فظهرت معايير اخرى تسند الارسال عالي السرعة ولمسافات طويلة مثل المعيار RS-422 ، RS-423 ، RS-424 ...الخ.وقد كانت شركة IBM بطرح المنفذ المتوالي DB-9 والذي يعمل وفق مواصفات هذا المعيار(RS-232).في المقابل اريد توحيد هذه المعايير بحيث تصبح معايير عالمية فكان ان تبنت المنظمة الدولية للاتصالات (CCITT) معايير جديدة تسند منافذ جديدة مشابهة اومشتقة من المعايير السابقة مثل المعايير /V.24 V.28 , X.20bis / X.21bis, ISO2110 وغيرها. في هذه المعايير فان المنظمة الدولية CCITT قامت بتصنيف هذه المعايير حسب مواصفاتها الميكانيكية(V.24) او تسند الارسال الغير متزامن (X.20 bis) او تسند الارسال المتزامن (X.21 bis) بينما المعايير القديمة والخاصة بمنظمة EIA/TIA تصنف كل هذه المواصفات تحت مظلة المعيار القياسي RS-232 او اشكاله اللاحقة. فالمعيار RS-232 يمكن ان يوجد على انواع مختلفة من المنافذ وفق مواصفات معينة (مثل DB-25 او DB-9 او RJ-45) بينما منظمة CCITT فقط تعرف نقاط المنفذ(pins) Sub D-25 بينما منظمة EIA/TIA تعرف طرازين هما RS-232C على منفذ نوع (SB-D 25) وRS-232D على منفذ (RJ-45) . المنفذ او المعيار X.21 طرح عام 1976 من قبل منظمة CCITT ويعرف بانه منفذ تاشير رقمي بين ال(DTE) وال(DCE). وجميع الاشارات له من النوع balance اي بمعنى هناك زوج(-/+) لكل اشارة والاشارات هي نفسها للمعيار RS-422 . هذا المنفذ يسند ومع منفذ V.11 الارسال المتزامن حصراوبسرع عالية من 100KB/Sولحد 10MB/Sولمسافة قد تصل الى 1000M.ويقوم ال(DCE) او المودم باستخلاص اشارات التزامن من سيل البيانات (تحديد بداية الفريم او الحرف character) ويجهز اشارة توقيت clock الى نبيطة الDTE(الحاسبة مثلا"). يستخدم هذا المعيار نوع من المنافذ يدعى (DB-15) لاحظ الشكل(22) وهناك شكلين متزن وغير متزن وحسب السرع المبينة ادناه :

Voltages:	+/- 0.3Vdc
Speeds:	Max. 100Kbps (X.26)Unbalanced
	Max. 10Mbps (X.27)Balanced



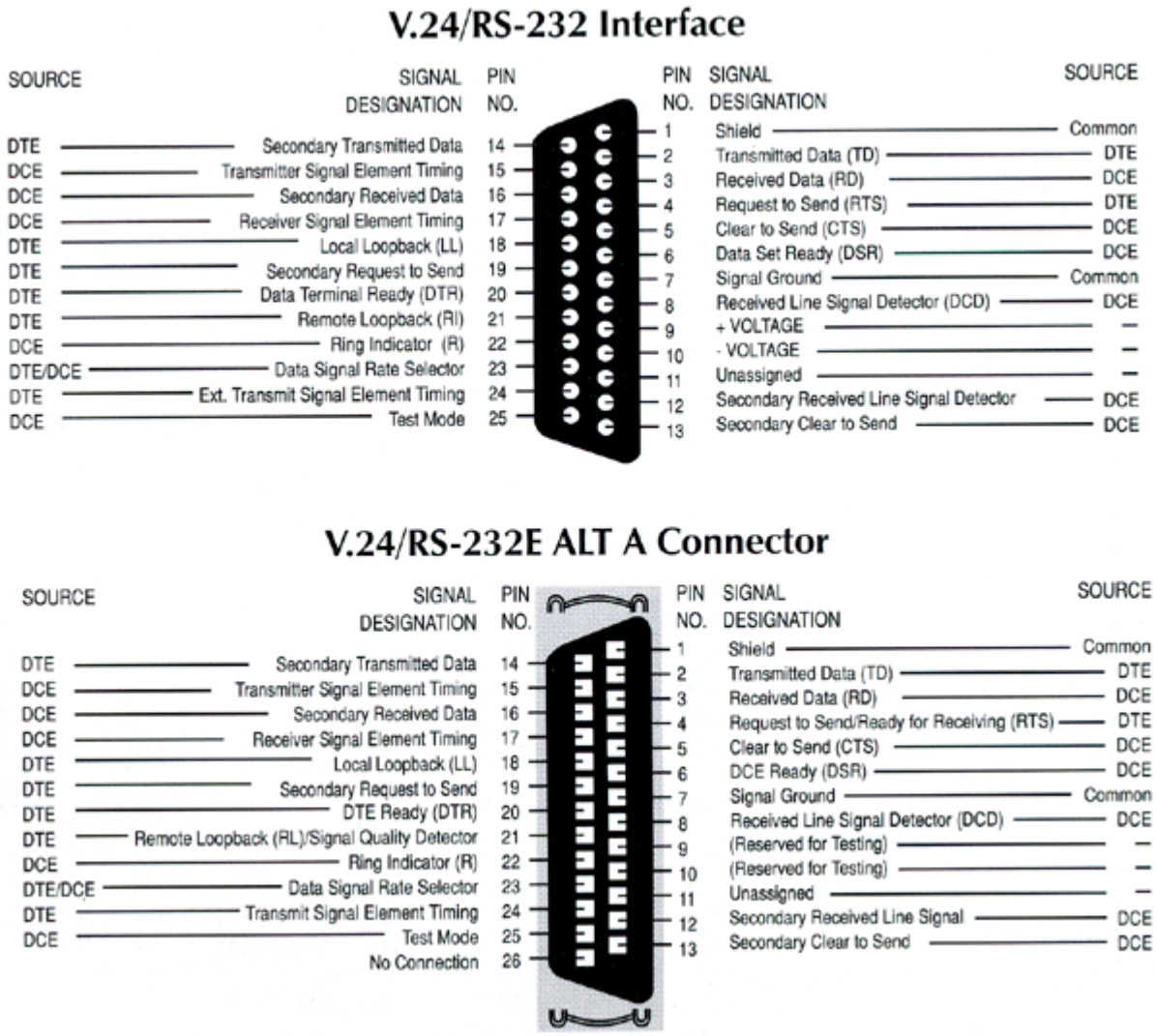


Sub-D15 Male | Sub-D15 Female

Pin	Signal	abbr.	DTE	DCE
1	Shield		-	-
2	Transmit (A)		Out	In
3	Control (A)		Out	In
4	Receive (A)		In	Out
5	Indication (A)		In	Out
6	Signal Timing (A)		In	Out
7	Unassigned			
8	Ground		-	-
9	Transmit (B)		Out	In
10	Control (B)		Out	In
11	Receive (B)		In	Out
12	Indication (B)		In	Out
13	Signal Timing (B)		In	Out
14	Unassigned			
15	Unassigned			

الشكل (22)

كما ان مواصفات المعيار RS-232 قد اعيد اصدارها من قبل المنظمة الدولية للاتصالات CCITT ولكن بتصنيفات جديدة اعتمادا على اما على خواصها الكهربائية (V.28) او الميكانيكية (V.24) او نمط التشغيل متزامن (X.21) او غير متزامن (X.20) كما ذكرنا سابقا لاحظ الشكل (23) للفيش V.24 .



الشكل (23)

المعيار RS-422

عند ارسال البيانات لمسافات بعيدة وبسرع عالية فان من المفضل في هذه الحالات استخدام ارسال البيانات التفاضلي (Differential Data Transmission) او (Balanced Differential Signal) وهذا الترتيب يعالج مشاكل الضوضاء ذات النمط العام Common mode noise حيث يستخدم زوج من الموصلات لكا من الارسال والاستلام وهذا يزيد المناعة من الضوضاء ويزيد مدى الارسال مقارنة مع المعيار RS-232 ، ولهذا السبب اصدرت منظمة EIA اصدارا" او معيارا" تسلسليا" جديدا" هو المعيار RS-422 وRS-485 وهذين المعياريين مصممان للارسال بسرع عالية من المعيار RS-232 سرعة الارسال تصل الى 100kbit/sec ولمسافة (4000ft).وهذا المعيار مستخدم في منفذ التوالي لحاسبات ماكنتوش لشركة ابل .

المعيار RS-485

هو معيار اخر من اصدارات منظمة EIA وهوتطوير للمعيارRS-422 يسند انواع مختلفة من المنافذ او الفيش مثل DB-37, 9 وهو يشبه RS-422 لكنه يسند عدد اكبر من العقد (nodes) من 10الى 32 ولمسافة تصل الى 1200m

(4000ft). وهو مخصص لشبكات (multi-point communication) كحال الربط اجهزة RTU مع مراكز السيطرة في منظومتنا.

الجدول التالي يبين مقارنة لمواصفات بعض معايير التراسل المتوالي

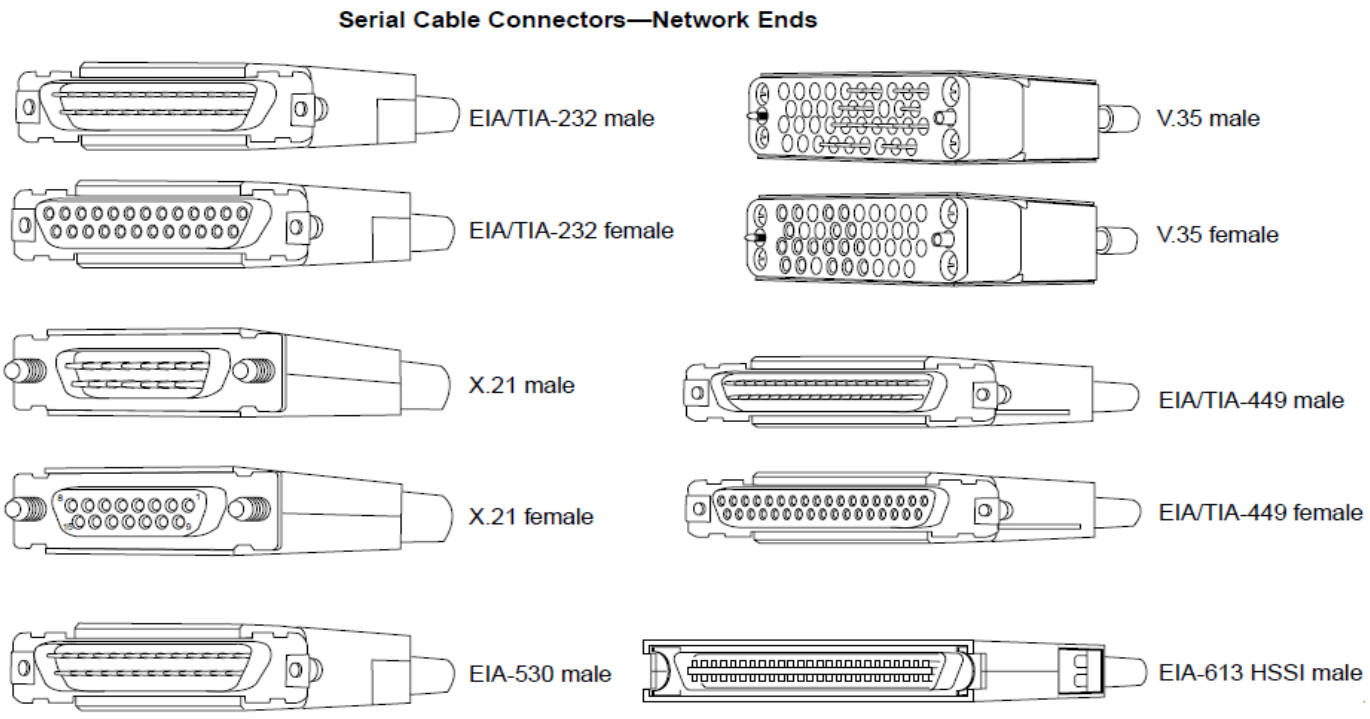
Specifications for RS232, RS423, RS422, and RS485

Specifications	RS232	RS423	RS422	RS485
Mode of Operation	Single-Ended	Single-Ended	Differential	Differential
Allowed no. of Tx and Rx	1 Tx, 1 Rx	1 Tx, 10 Rx	1 Tx, 10 Rx	32 Tx, 32 Rx
Maximum cable length	50 Feet	4000 Feet	4000 Feet	4000 Feet
Maximum data rate	20 kbps	100 kbps / 10 mbps	100 kbps / 10 mbps	100 kbps / 10 mbps
Minimum driver output range	±5V to ±15V	±3.6V	±2V	±1.5V
Maximum driver output range	±25V	±6V	±6V	±6V
Tx load impedance (Ohms)	3k to 7k	>=450	100	54
Rx input sensitivity	±3V	±200mV	±200mV	±200mV
Rx input voltage range	±15V	±12V	±7V	-7V to +12V
Maximum Rx input resistance (Ohms)	3k to 7k	4k min	4k min	>=12k

معايير اتصالات توالي مشابهة لRS-232

- **RS-422 (a high-speed system similar to RS-232 but with differential signaling)**
- **RS-423 (a high-speed system similar to RS-422 but with unbalanced signaling)**
- **RS-449 (a functional and mechanical interface that used RS-422 and RS-423 signals - it never caught on like RS-232 and was withdrawn by the EIA)**
- **RS-485 (a descendant of RS-422 that can be used as a bus in multidrop configurations)**
- **MIL-STD-188 (a system like RS-232 but with better impedance and rise time control)**
- **EIA-530 (a high-speed system using RS-422 or RS-423 electrical properties in an EIA-232 pinout configuration, thus combining the best of both; supersedes RS-449)**
- **EIA/TIA-561 8 Position Non-Synchronous Interface Between Data Terminal Equipment and Data Circuit Terminating Equipment Employing Serial Binary Data Interchange**
- **EIA/TIA-562 Electrical Characteristics for an Unbalanced Digital Interface (low-voltage version of EIA/TIA-232)**
- **TIA-574 (standardizes the 9-pin D-subminiature connector pinout for use with EIA-232 electrical signalling, as originated on the IBM PC/AT)**
- **SpaceWire (high-speed serial system designed for use on board spacecraft).**

الشكل (24) يبين بعض من منافذ التوالي المستخدمة لاغراض الاتصالات والشبكات وبشكل خاص راوترات CISCO

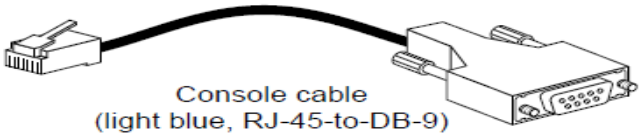


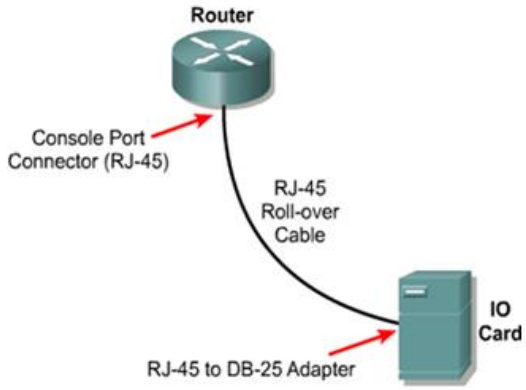
الشكل (24)

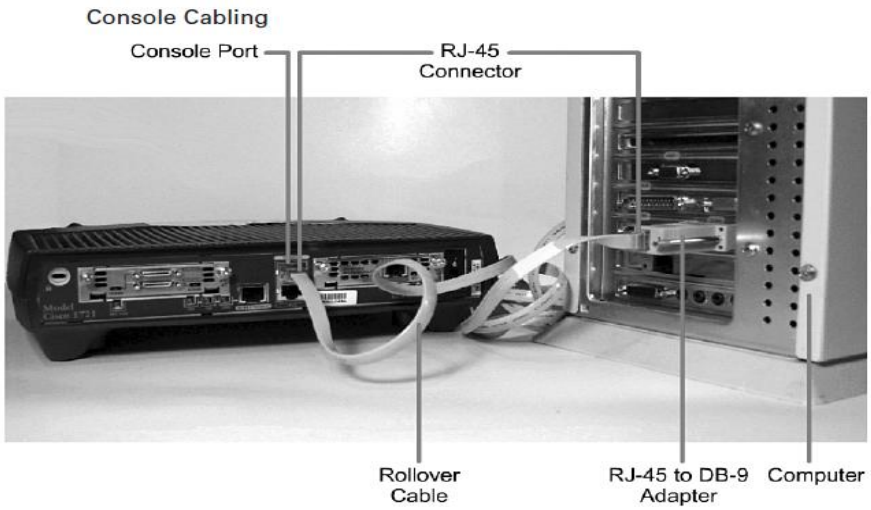
التطبيقات التي تستخدم تراسل التوالي غير المتزامن عبر المنفذ RS-232

اذا كانت متطلبات العمل تتضمن ارسال بيانات بسرع واطئة ولمسافات طويلة قد تصل الى بضع عشرات من الامتار اضافة الى عامل الكلفة فان تراسل التوالي غير المتزامن قد يكون الخيار الافضل وهناك العديد من التطبيقات التي تستخدم هذا النوع من التراسل لعمليات ال Management او ال Configuration لمعظم اجهزة الاتصالات مثل الراوترات- السويجات- البدلات – اجهزة ال plc –الRTU –المجمعات MUX والعديد العديد من اجهزة الاتصالات كالمايكرويف او الVSAT...الخ.تستخدم مرفأ توالي RS-232 يربط بحاسبة الصيانة عن طريق ال(com) ومنه يتم الربط وعمل ال configuration اللازم لهذه الاجهزة وباستخدام برامج المحاكاة الطرفية (Terminal Emulator)مثل برنامج ال HyperTerminal الملحق بنظام التشغيل windows اوبرنامج PTTYاوباستخدام الربط عبر الTelnet او عن طريق لوحة سطر الاوامر (Cmd)...الخ. ومعظم اجهزة الاتصالات هذه قد تملك منفذ توالي RS-232 يسمى ال(console) عادة لهذا الغرض. وفي اجهزة اتصالات المنظومة الكهربائية فان هذه الوسيلة هي المستخدمة لربط معلومات ال RTU فيما بين الRTU والPLC وفيما بين PLC واخرتتم عبر هذه المنافذ . لاحظ الاشكال التالية في الشكل (25) والتي تبين كيبل برمجة الراوتر CONSOLE CABLE ومنفذ البرمجة المتوالي CONSOLE PORT في الراوتر .

A





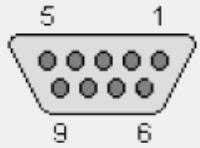


الشكل (25)

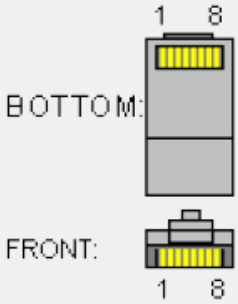
اما الشكل (26) فيبين نقاط ربط كيبل البرمجة هذا والذي يسمى احيانا Management Cable لاحظ ان الكيبل قد ينتهي احيانا بفيشة RJ-45 وهنا لابد من استخدام Adapter تحويل من RJ-45 الى DB-9 لاحظ الشكل (27) .

Use this cable to configure a Cisco router thru the Console port at the router.

	DB-9	RJ-45	Dir
Receive Data	2	3	←
Transmit Data	3	6	→
Data Terminal Ready	4	7	→
Ground (use as shield)	5	5	—
Ground (use as shield)	5	4	—
Data Set Ready	6	2	←
Request to Send	7	8	→
Clear to Send	8	1	←

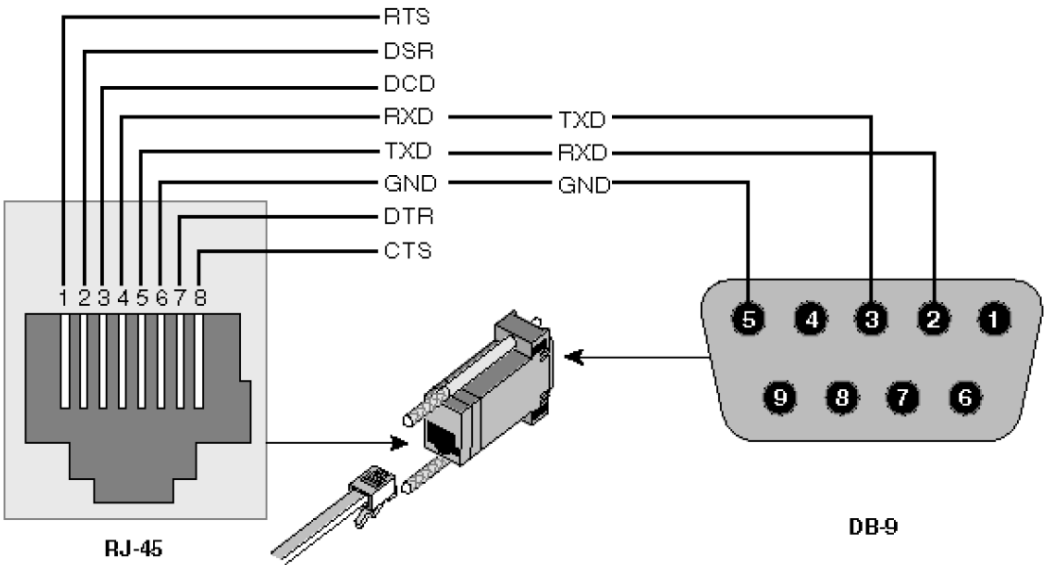


9 pin D-SUB
female connector
at the computer



8 pin RJ45 (8P8C)
male connector
at the Cisco router cable

الشكل (26)



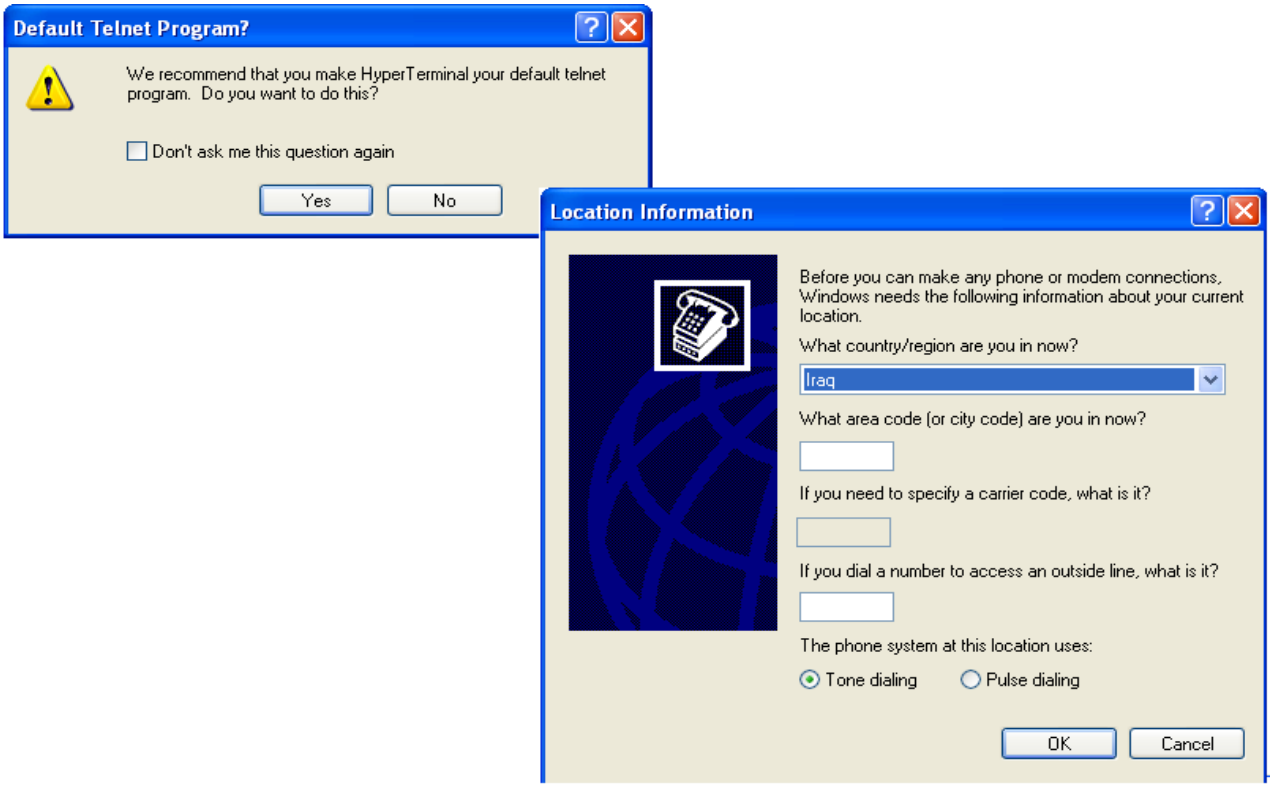
الشكل (27)

استخدام برنامج المحاكاة Hyper Terminal

نربط كيبل البرمجة والمبين نقاط الربط له Layout في الشكل (27) مع جهاز اتصالات مثلا راوتر او .MUX في منفذالتوالي Console port ونربط الجهة الاخرى بالمنفذ المتوالي **لحاسبة** البرمجة (عادة DB-9) او DB-25 والتي تعرف عندها في بعض المصادر ب(Local Craft Terminal (LCT) او تدعى (Management PC) ....الخ
،ونفتح نظام التشغيل Windows ونذهب الى :

START
↓
ALL PROGRAMS
↓
Accessories
↓
Communication
↓
Hyper Terminal

قد تظهرالرسالة المبينة ادنه نتجاهلها ثم تظهر النافذة الثانية والتي نعطي فيها البلد والرمز البريدي له(بالنسبة للعراق 27500) وقد تظهرنافذة اخرى لتحديد مواصفات الرمز البريدي والافضل تجاهلها الشكل (28)



الشكل (28)

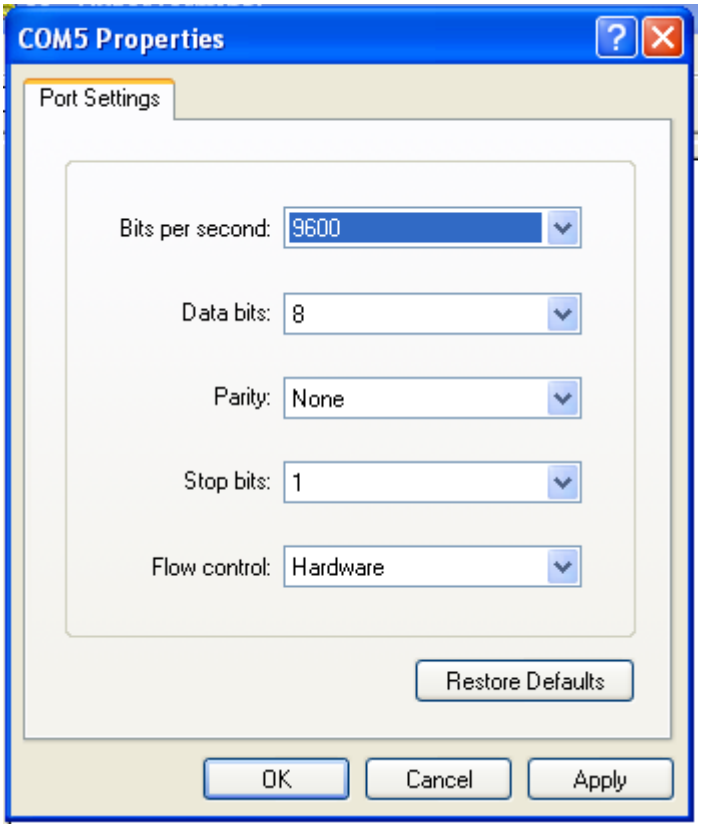
ثم تظهر النافذة في الشكل (29) وفيها ندخل اسما للربط ونختار ايقونة للربط .

الشكل (29)

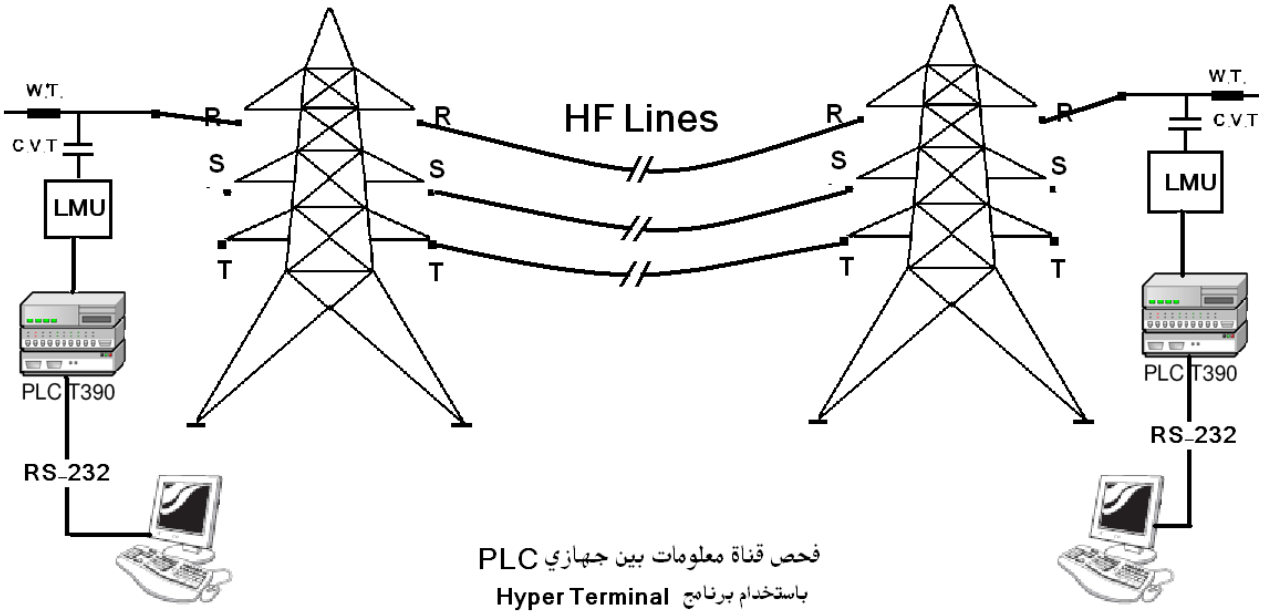
الان تظهر هذه النافذة وفيها نحدد طريقة الربط بين حاسبة الصيانة والجهاز الطرفي وحسب الخيارات التي تظهر في النافذة فاذا كان الربط يتم عبر مودم ومن شركة هاتف (Dial up network) فهنا سيطلب رقم الهاتف ومن ثم قد يطلب شركة الهاتف لكن هذه الطريقة غير محبذة في الربط لاحظ الشكل (30) .

الشكل (30)

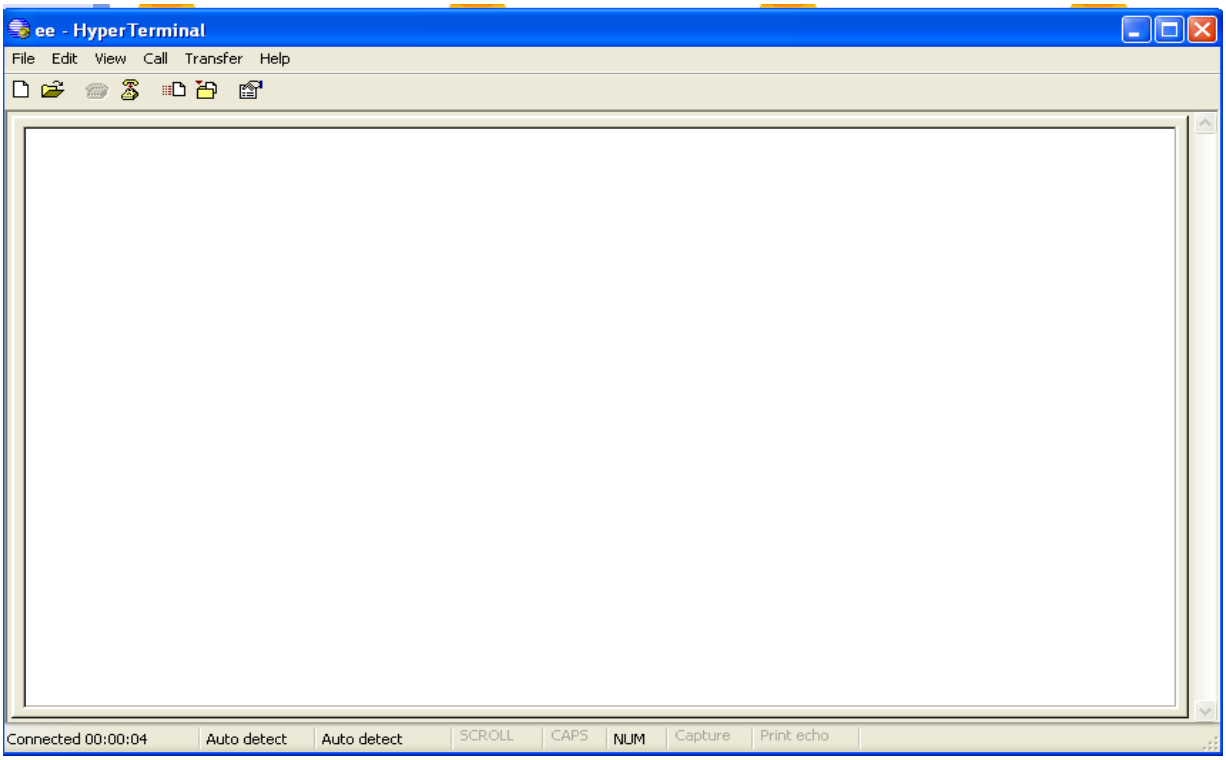
الطريقة الاكثر شيوعا والمتبعة عندنا تتمثل في الربط عبر منفذ التوالي وهنا تختار رقم منفذ التوالي COM الان اذا تحقق الربط تظهر الواجهة البرمجية للجهاز .وفيها نحدد خواص منفذ التوالي (Port Sittings) لاحظ الشكل (31) . بعدها تظهر نافذة الشكل (32) والتي هي صفحة الربط الفائق وفيها اذا كانت الحاسبة مربوطة مثلا مع حاسبة اخرى عبر وسط نقل مثلا عبر جهاز PLC او عبر مودم فان اي كتابة اي حرف او رمز على احد الحاسبتين يظهر مباشرة على شاشة الحاسبة الثانية وهذه طريقة فحص قناة االمعلومات لاحظ الشكل (31) .



الشكل (31)

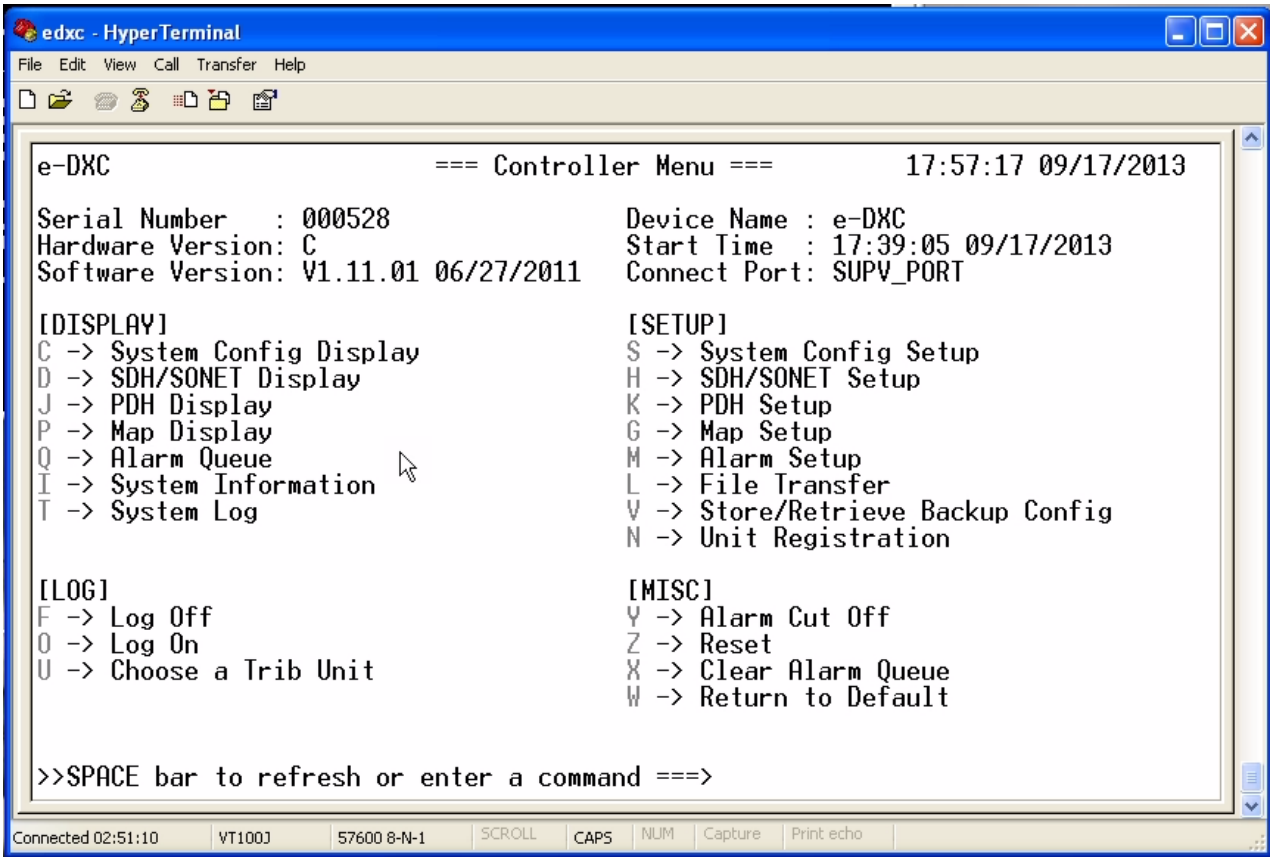


الشكل (32)



الشكل (33)

اما لو ربطنا الحاسبة على جهاز اتصالات معين مثلا لدينا هنا جهاز .SDH MUX فقد تظهر نافذة البرمجة للجهاز كما في الشكل (34) . وفيها فقرات برنامج الجهاز (Configuration Menu) مكتوبة بلغة اللينكس وتتضمن فقرات برنامج الجهاز ،وجدير بالذكر ان هذه النافذة قد تختلف حسب نوع الجهاز .



الشكل (34)

المصادر :

١ -الكتب التي بصيغة PDF والمنشورة على الويب .

1-Introduction to Serial Communication –

2- Serial Communications

3- The RS-232 standard

4- What is Serial communication?

5- Networking Devices

6- Serial Cables

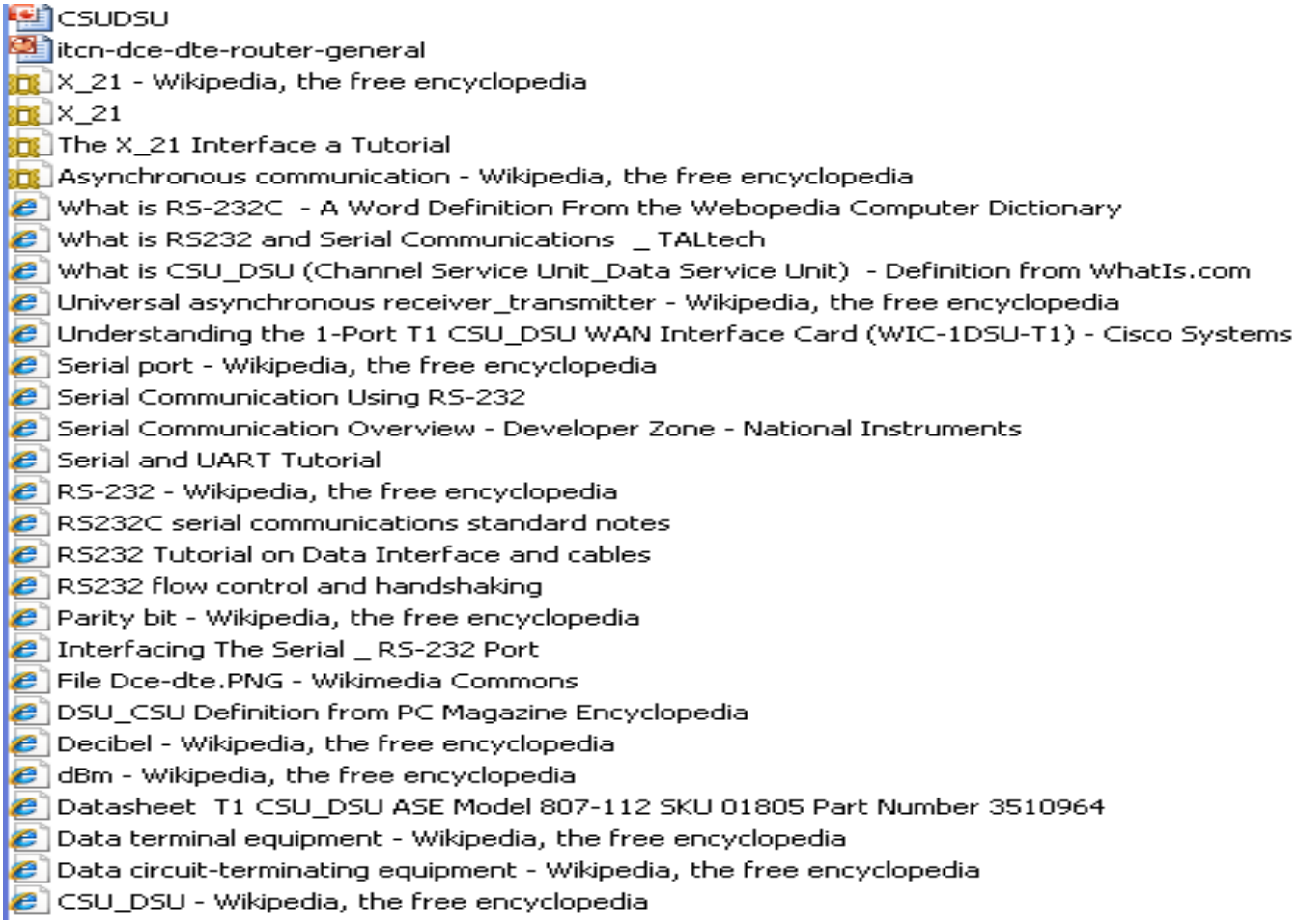
7- Serial Port Communication Service

8- The Secrets of Flow Control in Serial Communication

9- WANs and Routers

10- T1/E1 High-Speed WAN Interface Card for Cisco 1861Router
11- CSU/DSU Non-Integrated vs. Router-Integrated
12-(كتاب المولف المعنون (تقنيات التأشير في انظمة الاتصالات الحديثة

الصفحات الالكترونية التالية على الويب .



اضافة الى مصادر عديدة اخرى متناثرة في الانترنيت

تم الكتاب والحمد لله