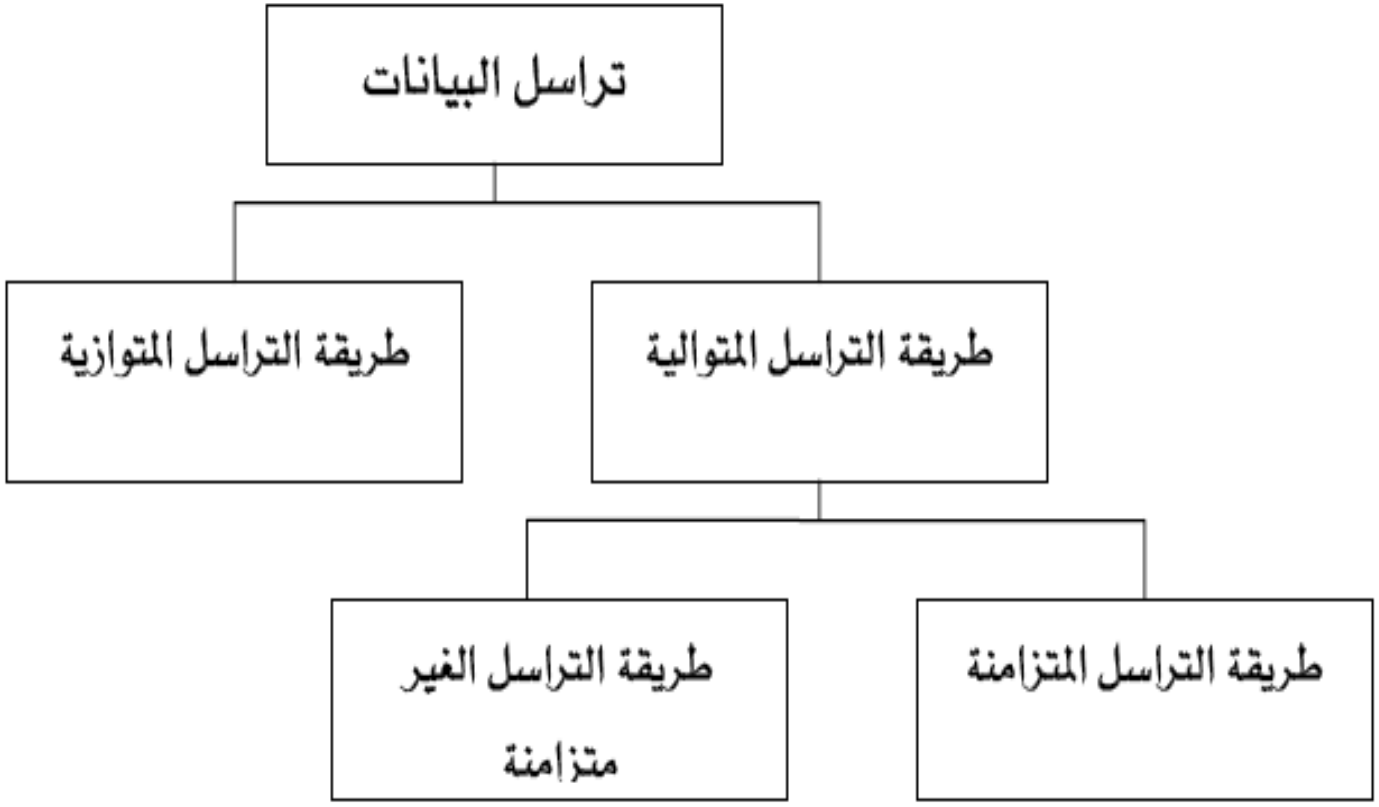
Data TransmissionTechniques

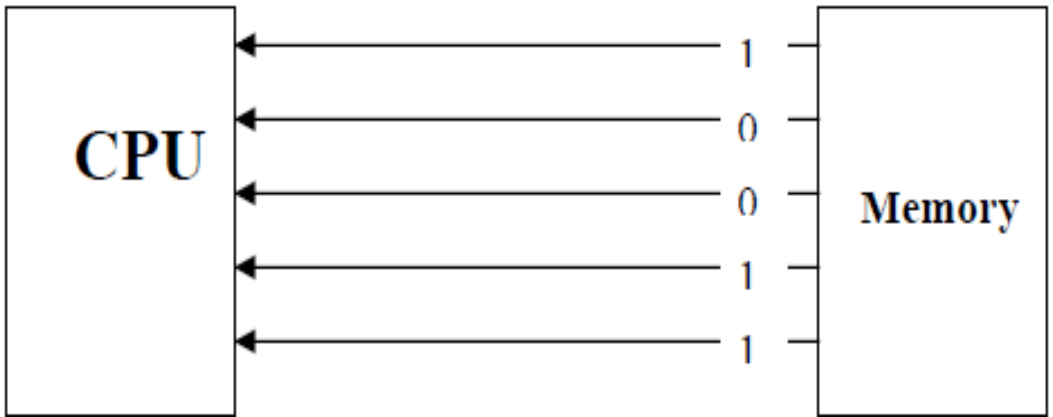
٥ -٢طرق تراسل البيانات الرقمية (Digital Data Transmission Methods)

يمكن أن ترسل البيانات في صورة بت يعقبها بت وهكذا أو ترسل في صورة مجموعة من البت يعقبها مجموعة من البت وهكذا كما يمكن لمجموعة البت هذه أن ترسل في صورة متوالية أو صورة متوازية والشكل(٥ -١) يوضح الطرق المختلفة لتراسل البيانات عبر قنوات التراسل.



٥ -٢ -١ طريقة التراسل المتوازية (Parallel Transmission)

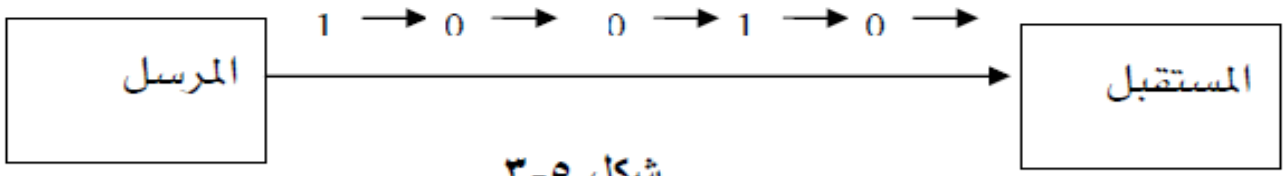
في هذه الطريقة كما هو مبين بالشكل (٥ -٢) يتم التراسل عن طريق إرسال مجموعة من النبضات عددها n في وقت واحد باستخدام عدد من أسلاك الاتصال عددها n أيضا حيث كل نبضة لها السلك المخصص لإرسالها كما يمكن ملحوظة أن هذه المجموعة من النبضات ترسل في وقت واحد باستخدام نبضة استثارة واحدة one clock pulse. من مميزات طريقة التراسل المتوازية سرعة التراسل العالية لكنها تعتبر مكلفة نظرا لأنها تتطلب أسلاكاً كثيرة للتراسل كما إنها تستخدم للاتصال لمسافات قصيرة مثل التوصيلات داخل الحاسبات (بين الذاكرة والمعالج - بين الدخل والذاكرة - بين الذاكرة والخرج) أو بين الحاسب والطابعة. توجد بعض التقنيات التي تستخدم تراسلاً متوازياً بـ ٨ - ١٦ - ٣٢ - ٦٤ بت.



٥ -٢ -٢ طريقة التراسل المتوالية (Serial Transmission)

في هذه الطريقة يتم التراسل عن طريق إرسال مجموعة النبضات بالتتالي خلال سلك أو قناة اتصال واحدة حيث كل نبضة يتطلب لها نبضة استثارة لإرسالها فإذا كان لدينا عدد n من النبضات الرقمية ويراد إرسالها بالتتالي فلابد من استخدام عدد n من نبضات الاستثارة أيضا. تستخدم في بعض التطبيقات دوائر تحويل من توازي لتوالي أو توالي لتوازي في كل من المرسل والمستقبل.كما هو مبين بالشكل (٥ - ٣).

من مميزات طريقة التراسل المتوالية أنها بسيطة جدا وتستخدم للتراسل لمسافات بعيدة لكن يعيبها أنها ذات سرعة تراسل منخفضة.



شكل ٥-٣

في طريقة التراسل المتوالية حيث ترسل البيانات نبضة نبضة بالتتالي عبر وسط التراسل لذلك لابد من وجود درجة عالية من التناغم أو التوافق بين المرسل والمستقبل بمعنى أن تواقت أو تزامن هذه النبضات بين المرسل والمستقبل يكون متشابها (معدل التراسل - عرض النبضة - المسافة) ولذلك فإن التراسل المتوالي يمكن تقسيمه من حيث التزامن إلي الطريق غير المتزامنة والطريقة المتزامنة.

From Signals to Packets

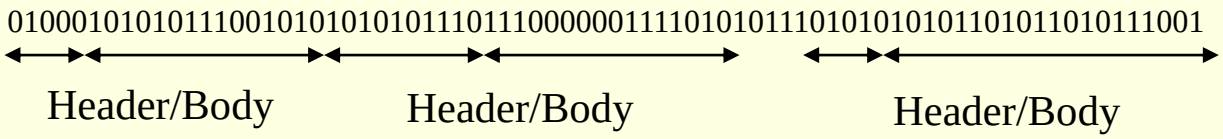
Analog Signal

"Digital" Signal

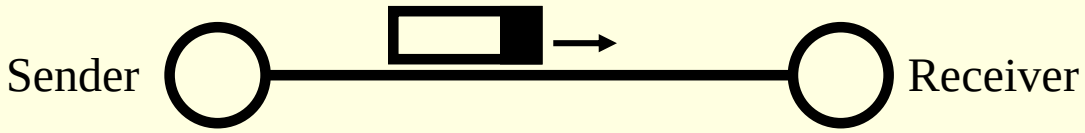
Bit Stream

0 0 1 0 1 1 1 0 0 0 1

Packets



Packet Transmission



Asynchronous and Synchronous Transmission

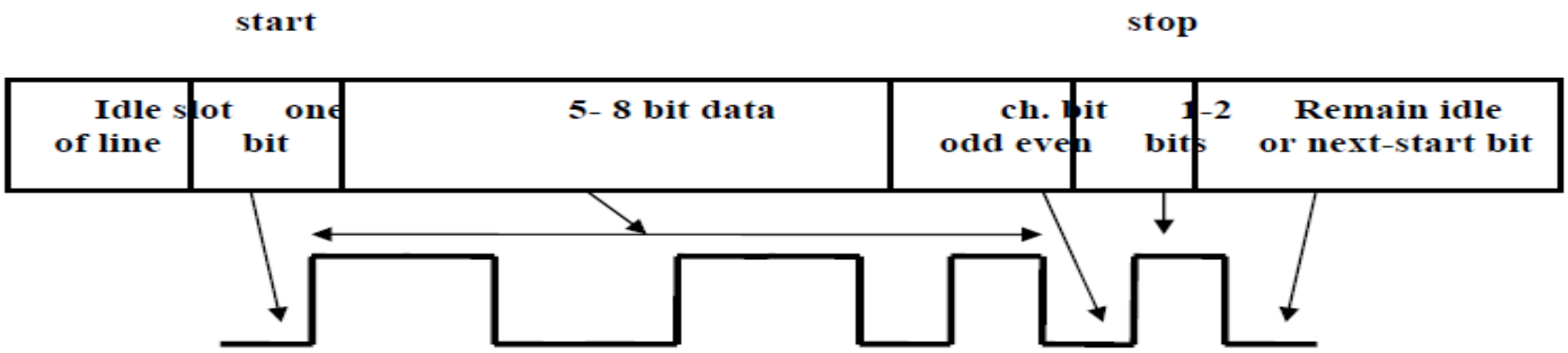
- timing problems require a mechanism to synchronize the transmitter and receiver
  - receiver samples stream at bit intervals
  - if clocks not aligned and drifting will sample at wrong time after sufficient bits are sent
- two solutions to synchronizing clocks
  - asynchronous transmission
  - synchronous transmission

أ - طريقة التراسل غير المتزامنة (Asynchronous Transmission)

في هذه الطريقة من التراسل يتم إرسال البيانات في مجموعات غير منتظمة من الـ 0,s والـ 1,s تمثل حروفاً أو أرقاماً أو تعليمات حيث يتم تمثيل كل حرف أو رقم من ٥ إلي ٨ بت ثم يحاط ببت خاصة لتنبيه المستقبل متى تبدأ البيانات ومتى تنتهي بالإضافة إلي وجود بت للتحكم والكشف عن الأخطاء التي يمكن أن تحدث للبيانات أثناء عملية التراسل وعادة يسمى الشكل العام المكون للبت الكلية المراد إرسالها بالإطار frameالذي يتكون من:

- بداية تراسل الإطار تميز بالبت 0 بزمن قدره Tb.
- الحرف أو الرمز الذي يمثل البيانات يتكون من ٥ إلي ٨ بت.
- نهاية تراسل الإطار تميز بالبت 1 بزمن قدره من Tb إلي 2Tb.
- وسيلة الكشف عن الأخطاء تميز بالبت 0 أو 1 حسب الطريق المستخدمة لتوليدها.

يلاحظ في هذا النوع من التراسل أنه لا يوجد تزامن علي مستوى الحروف حيث أن كل حرف مستقل عن الحرف الآخر ولا يحتاج المستقبل إلي معرفة الحرف السابق لكي يحدد بداية الحرف اللاحق ولكن مع ذلك يحتاج إلي تزامن علي مستوى البت الواحدة لتحديد بداية كل بت ونهايتها. الشكل(٥ - ٤) يبين توزيع البت داخل الإطار لهذا النوع من التراسل.



- كفاءة التراسل (Transmission Efficiency)

تعد طريقة التراسل غير المتزامن ذات كفاءة تراسل منخفضة نظرا للهدر أو الإهدار الحادث نتيجة إضافة بت التزامن والتحكم حيث أن جزءا كبيرا نسبيا من وقت التراسل يستخدم لإرسال بت التزامن والتحكم لذلك فهذا النوع من التراسل يمكن أن يكون أكثر فاعلية لإرسال الرسائل القصيرة بالإضافة إلي بساطته وقلة تكاليفه. يمكن تعريف كفاءة التراسل علي أنها النسبة بين عدد بت البيانات k التي يحتويها الإطار إلي عدد البت الكلية n التي يحتويها الإطار كما يلي:

$$\text{Transmission Efficiency} = k/n \times 100\ \%$$

$$=8/11 X 100\% = 72.73\ \%$$

$$\text{waste percentage} = 100\% - 72.73\ \% = 27.27\ \%$$

Asynchronous and Synchronous Transmission

- timing problems require a mechanism to synchronize the transmitter and receiver
  - receiver samples stream at bit intervals
  - if clocks not aligned and drifting will sample at wrong time after sufficient bits are sent
- two solutions to synchronizing clocks
  - asynchronous transmission
  - synchronous transmission

ب - طريقة التراسل المتزامن (Synchronous Transmission)

لمنع الانحراف أو التزحزح الزمني بين النبضات المرسلة والمستقبلة ذات السرعات العالية وأيضا دقة تحديد بداياتها ونهاياتها فإن نبضات التوقيت أو التزامن يجب أن تتضمنها بيانات المعلومات المراد إرسالها لكي يتم التزامن بين المرسل والمستقبل. في طريقة التراسل هذه لا يتم إرسال البيانات حرفاً بل ترسل البيانات في صورة مجموعة كبيرة من الحروف تسمى Block تكون موجودة داخل الإطار حيث يتكون هذا الإطار من:

- حقل بداية الإطار مكون من ٨ بت ذات شكل مميز ويستخدم للتزامن بين المرسل والمستقبل.
- حقل التحكم مكون من ٨ - ١٦ بت ويستخدم للتحكم في التراسل مثل تحديد سرعة التراسل وطلب إعادة الإرسال أو أن ذاكرة المستقبل غير مستعدة لاستقبال أي بيانات لأنه مملوء بالبيانات وغير ذلك.
- حقل بيانات المعلومات الذي يحتوي علي كمية كبيرة من البت Block بدون فواصل.
- حقل اكتشاف الأخطاء مكون من ٨ -١٦ بت ويستخدم لتحليل بيانات المعلومات المستقبلة والتأكد من صحتها.
- حقل نهاية الإطار مكون من ٨ بت ذات شكل مميز ومشابه لحقل بداية الإطار ويستخدم للتنبيه عن نهاية الإطار وبداية إطار جديد.

في هذا النوع من التراسل المتزامن نجد أن المستقبل يبحث دائما علي حقل بداية الإطار وعندما يحصل عليه كاملا يقوم المستقبل بتحليل الإطار للحصول في النهاية علي بيانات المعلومات المراد استقبالها. تعتمد طريقة التراسل المتزامن علي البروتوكول (ألوسائل والإجراءات) المستخدمة لتكوين الإطار وعلي نوع التراسل كما تعد طريقة التراسل هذه أكثر كفاءة وفاعلية لتراسل البيانات ذات الرسائل الطويلة والسرعات العالية حيث أن كمية بيانات المعلومات تعد كبيرة جدا مقارنة بما يضاف من بت التحكم والتنبيه واكتشاف الأخطاء في الإطار والشكل(٥ -٥) يبين توزيع حقول البت داخل الإطار لهذا النوع من التراسل.

8-bit flag (sync.)	control 8 or 16 bits	Block of Data 2400bits	Error control 8 or 16 bits	8-bit flag (sync.)

مثال:

من توزيع البت في الإطار السابق نجد أن كفاءة التراسل المتزامن يمكن إيجادها كما يلي.

Transmission Efficiency = k/n×100 %

=2400/2432 × 100%

=98.68 %

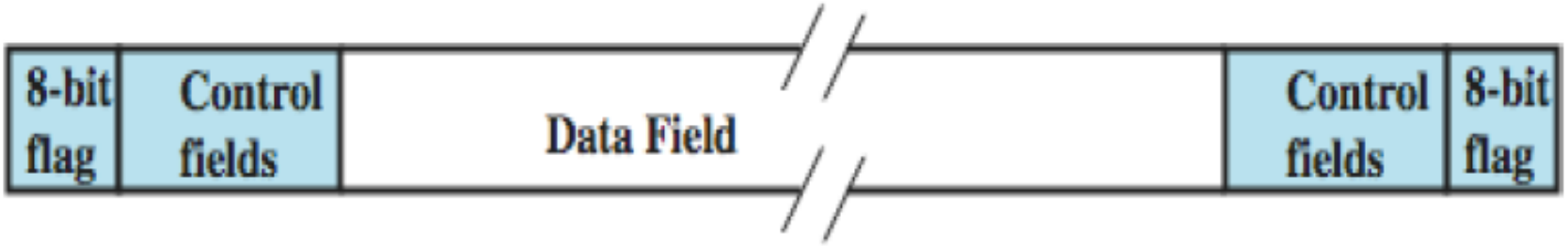
waste percentage= 100% - 98.68% =1.32 %

مما سبق نجد أن كفاءة التراسل المتزامن أكثر فعالية من كفاءة التراسل غير المتزامن.

من البروتوكولات الهامة والمستخدمة لتراسل البيانات المتزامن البروتوكول high-level data link control protocol (HDLC).

Synchronous Transmission

- block of data transmitted sent as a frame
- clocks must be synchronized
  - can use separate clock line
  - or embed clock signal in data
- need to indicate start and end of block
  - use preamble and postamble
- more efficient (lower overhead) than async



Performance

Performance measurement terms:

Bandwidth

Throughput

Latency -Delay

Delay Jitter.

Bandwidth

- The term can be used in two different contexts with two different measuring values: bandwidth in **hertz** and bandwidth in **bits per second**.
- ***Bandwidth in Hertz***
- We have discussed this concept. Bandwidth in hertz is the range of frequencies contained in a composite signal or the range of frequencies a channel can pass. For example, we can say the bandwidth of a subscriber telephone line is 4 kHz.
- ***Bandwidth in Bits per Seconds***
- The term bandwidth can also refer to the number of bits per second that a channel, a link, or even a network can transmit. For example, one can say the bandwidth of a Fast Ethernet network (or the links in this network) is a maximum of 100 Mbps. This means that this network can send 100 Mbps.
- *Relationship between BW (Hz) & BW (bps)*

There is an explicit relationship between the bandwidth in hertz and bandwidth in bits per seconds.

Throughput

- The throughput is a measure of how fast we can actually send data through a network. Although, at first glance, bandwidth in bits per second and throughput seem the same, they are different.
- A link may have a bandwidth of B bps, but we can only send T bps through this link with **T always less than B**.
- For example, we may have a link with a bandwidth of 1 Mbps, but the devices connected to the end of the link may handle only 200 kbps. This means that we cannot send more than 200 kbps through this link.
- Imagine a highway designed to transmit 1000 cars per minute from one point to another. However, if there is congestion on the road, this figure may be reduced to 100 cars per minute. The bandwidth is 1000 cars per minute; the throughput is 100 cars per minute.

Latency (Delay)

- The latency or delay defines how long it takes for an entire message to completely arrive at the destination from the time the first bit is sent out from the source.
- We can say that latency is made of four components: **propagation time, transmission time, queuing time and processing delay.**

Latency - *Propagation Time*

- Propagation time measures the time required for a bit to travel from the source to the destination.

$$\text{Propagation time} = \frac{\text{Distance}}{\text{Propagation speed}}$$

Latency - *Transmission Time*

- In data communications we don't send just 1 bit, we send a message. The first bit may take a time equal to the propagation time to reach its destination; the last bit also may take the same amount of time. However, there is a time between the first bit leaving the sender and the last bit arriving at the receiver. The first bit leaves earlier and arrives earlier; the last bit leaves later and arrives later. The time required for transmission of a message depends on the size of the message and the bandwidth of the channel.

$$\text{Transmission time} = \frac{\text{Message size}}{\text{Bandwidth}}$$

Latency - *Queuing Time*

- The third component in latency is the queuing time, the time needed for each intermediate or end device to hold the message before it can be processed. The queuing time is not a fixed factor; it changes with the load imposed on the network. When there is heavy traffic on the network, the queuing time increases. An intermediate device, such as a router, queues the arrived messages and processes them one by one. If there are many messages, each message will have to wait.

Jitter

- Another performance issue that is related to delay is **jitter.** We can roughly say that jitter is a problem if different packets of data encounter different delays and the application using the data at the receiver site is time-sensitive (audio and video data, for example). **If** the delay for the first packet is 20 ms, for the second is 45 ms, and for the third is 40 ms, then the real-time application that uses the packets endures jitter.