جامعة المنارة الخاصة
كلـــــية الهندســـــة
هندسة ميـــكاترونيك

# الشبكات الصناعية

# Industrial Networks CEMC606

مدرس المقرر
د. بسام حسن

## مفردات من المحاضرة السادسة :

- Wired LANs
- Standard Ethernet
- Cyclic Redundancy Check (CRC)

# data link layer

# طبقة ربط البيانات

الجهاز او الهاردوير الذي يفهم ويتعامل مع هذه الطبقة هو السويتش

تسمى البيانات أو الداتا في هذه الطبقة بـ فريم ( Frame ) وسميت بهذا الاسم لأنها تضع للباكيت القادمة من طبقة الشبكة رأس (header) وذيل (trailer) .

الرأس مكون من :

- طبقة التحكم المنطقية LLC logical link control
- عنوان الماك ادرس Mac Address ( للمرسل والمستقبل )

والذيل مكون من :

frame check sequence ( fcs )

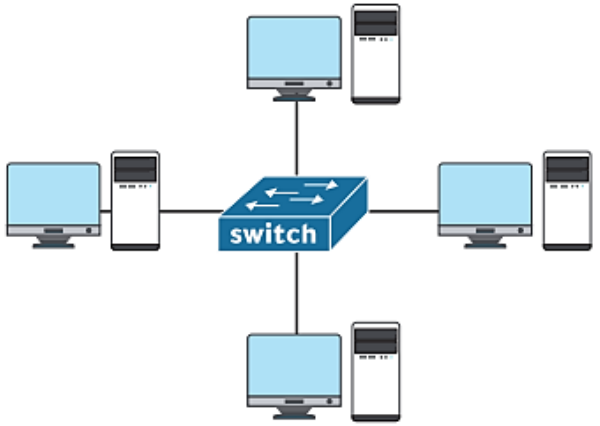
يتم استخدامه من الجهاز المستقبل لاكتشاف اي أخطاء حدثت أثناء الارسال error detection

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 7 | Application \| التطبيق | data | | | | |
| 6 | Presentation \| العرض | data | | | | |
| 5 | Session \| الجلسة | data | | | | |
| 4 | Transport \| النقل | data | tcp | | | segment |
| 3 | Network \| الشبكة | data | tcp | تحديد مسار + iP | | packet |
| 2 | data link \| ربط البيانات | MAC | data | tcp | تحديد مسار + iP | FCS Frame |
| 1 | Physical \| المادي | | | | | |

# وظيفة طبقة ربط البيانات

- تنظيم عملية الارسال على الوسائط المشتركة بين عدة أجهزة لضمان عدم تداخل الإشارات وبالتالي تجنب تداخل البيانات وضياعها
- إنشاء نظام عنونة محلي /العناوين الفيزيائية/
  - ✓ لكل بطاقة شبكة NIC عنوان فيزيائي فريد مكون من 48 bit بترميز ستعشري
- تنسيق تبادل الرسائل باستخدام الإطار frame

# Wired LANs




LAN

LAN Area Network

الشبكة المحلية

يغطي هذا النوع من الشبكات عادة المناطق الجغرافية الصغيرة مثل الجامعات أو أحد فروع الشركات الكبيرة أو شبكة الحاسوب في منزل ما .

- Project 802 by IEEE : معايير لتمكين الاتصالات بين التجهيزات

طريقة لتحديد الوظائف الخاصة للطبقتين الفيزيائية وربط البيانات لبروتوكولات LAN الأساسية

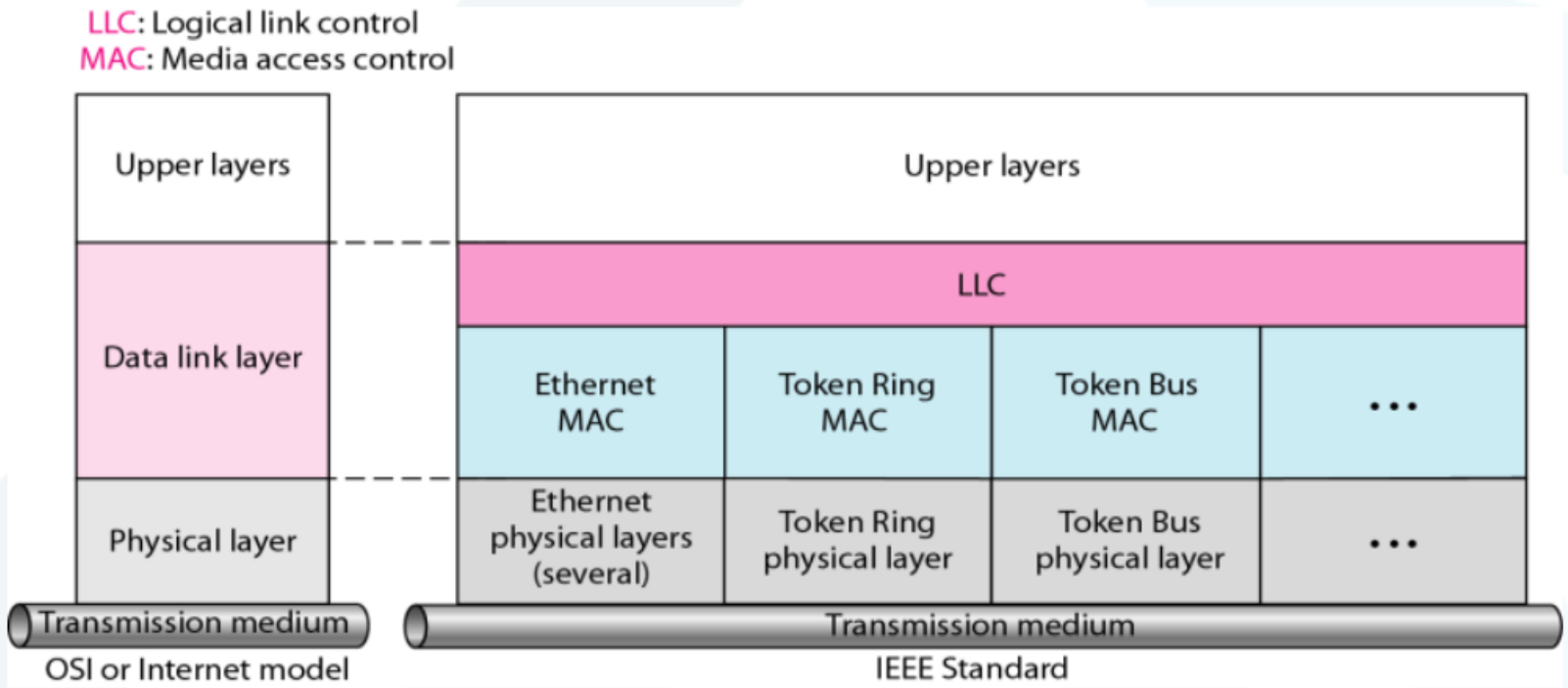
- IEEE subdivided data link layer:

  Logical Link Control (LLC), Media Access Control (MAC).

- LLC provides one single data link control protocol for all IEEE LANs.
- MAC provides different protocols for different LANs.

MAC defines specific access method for each LAN:

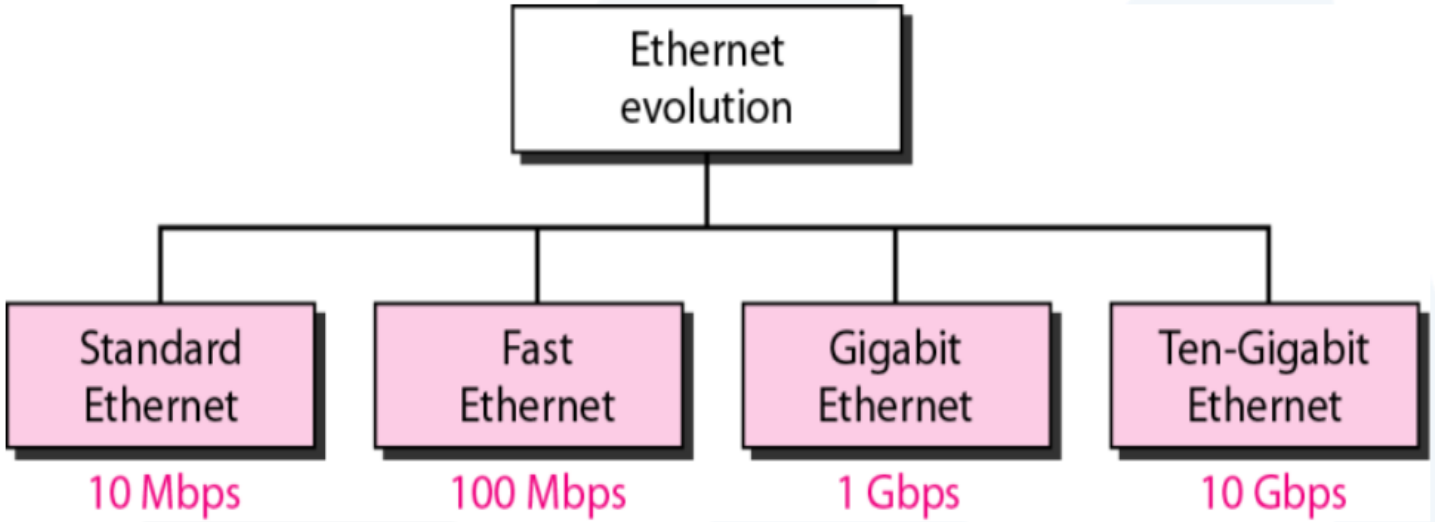
- CSMA/CD for Ethernet LAN,
- Token passing for token ring,
- ...



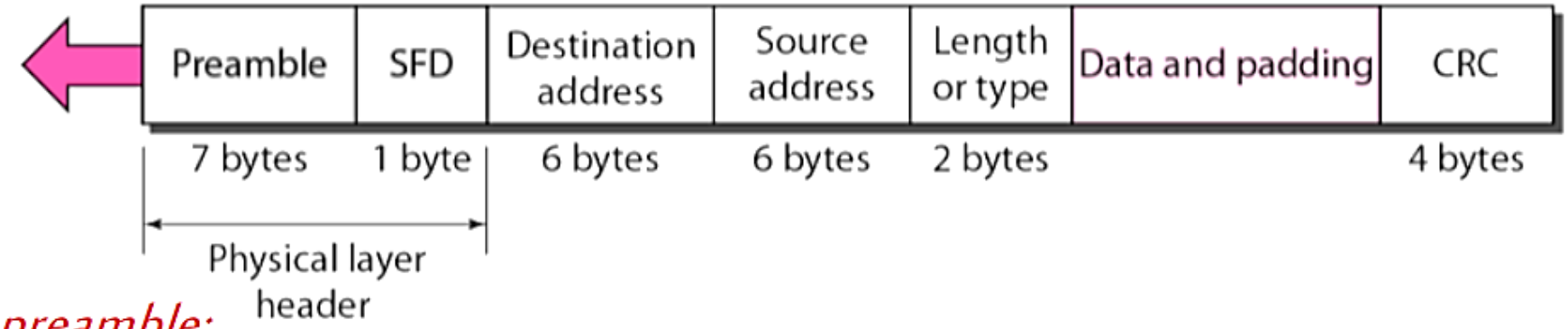
- Ethernet LAN is defined by IEEE 802.3 standard, it uses I-persistent CSMA/CD as the access method.

الايثرنت هو الأكثر استخداماً في شبكات المناطق المحلية LAN

- The MAC sublayer is responsible for the operation of the CSMA/CD.



## Standard Ethernet 802.3 frame format

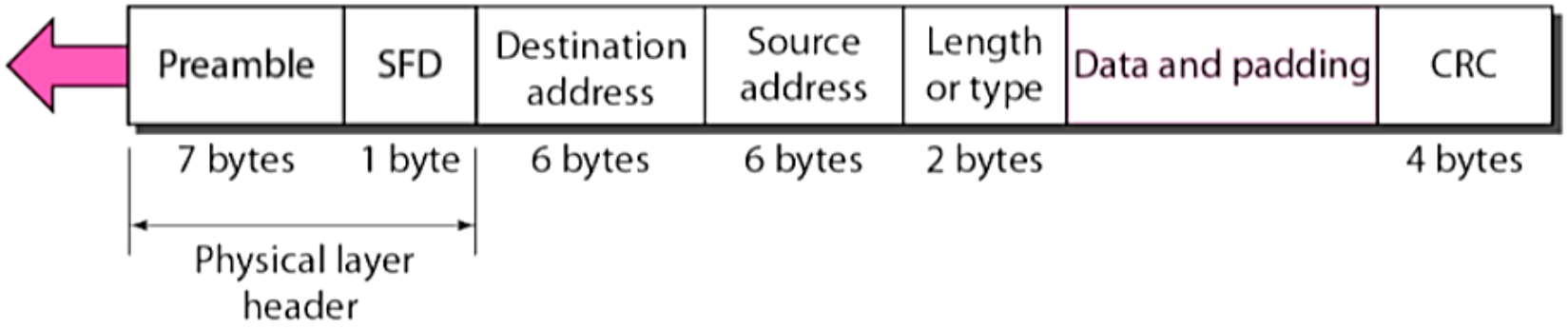



*preamble:*

- 7 bytes with pattern 10101010 followed by one byte with pattern 10101011
- used to synchronize receiver and sender clock rates

• لكل محطة/هدف عنوان فريد مكون من 48 bit مطبوع على بطاقة الشبكة الخاصة بها Network Interface Card (NIC).

# Wired LANs: Standard Ethernet




Example of an address in hexadecimal notation:

- Unicast: LSB of first byte 0
- Broadcast: All 1's

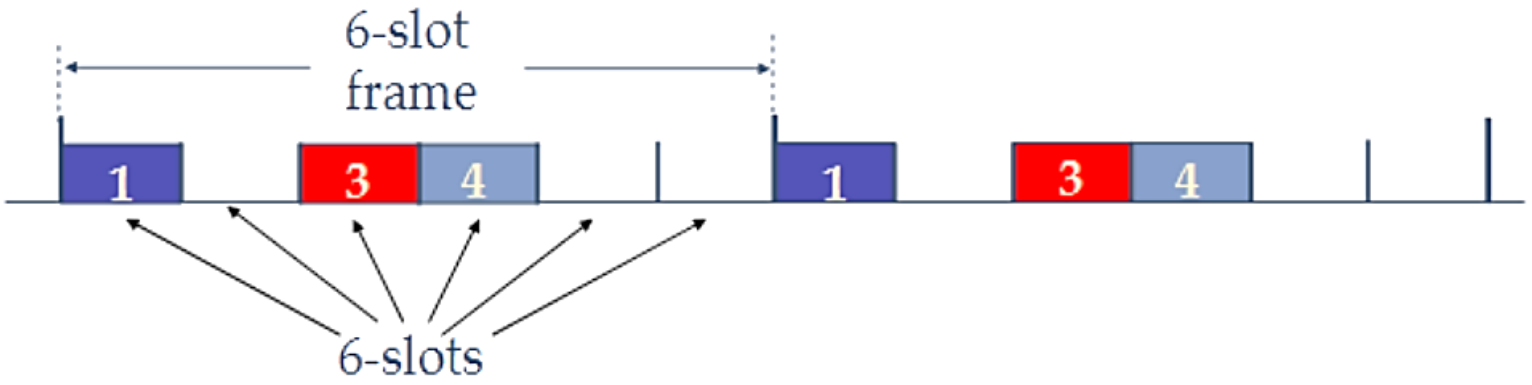
06 : 01 : 02 : 01 : 2C : 4B

6 bytes = 12 hex digits = 48 bits

- Frame length: The minimum frame length is 64 bytes; the maximum is 1518 bytes.

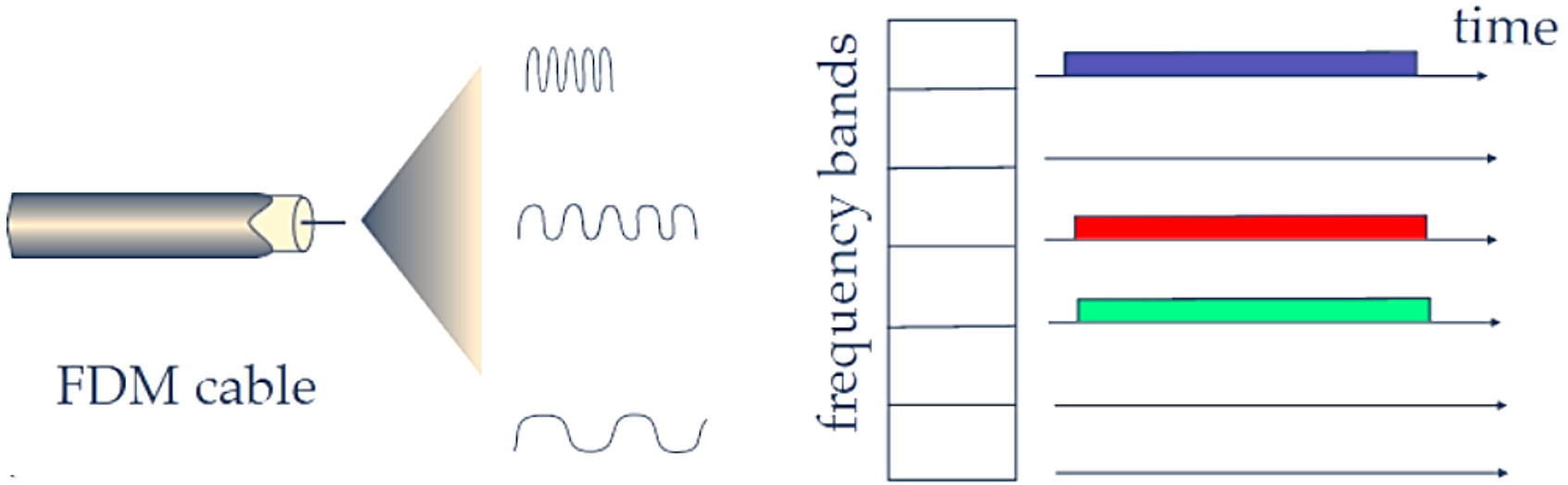
## TDMA: Time Division Multiple Access!

- يتم فيه الوصول إلى القناة في جولات! "rounds"
- تحصل كل محطة على حيز slot ذو طول ثابت (length = single frame transmission time) in each round !
- الحيزات غير المستخدمة تصبح خاملة!! idle
- Example: 6-station LAN; 1, 3, 4 have frames, slots 2, 5, 6 idle



## FDMA: Frequency Division Multiple Access!

- ينقسم طيف القناة إلى نطاقات ترددية frequency bands
- تحصل كل محطة على نطاق ترددي ثابت
- زمن الإرسال غير المستخدم في النطاقات الترددية تصبح خاملة!! idle
- Example: 6-station LAN; 1, 3, 4 have frames, frequency bands 2, 5, 6 idle

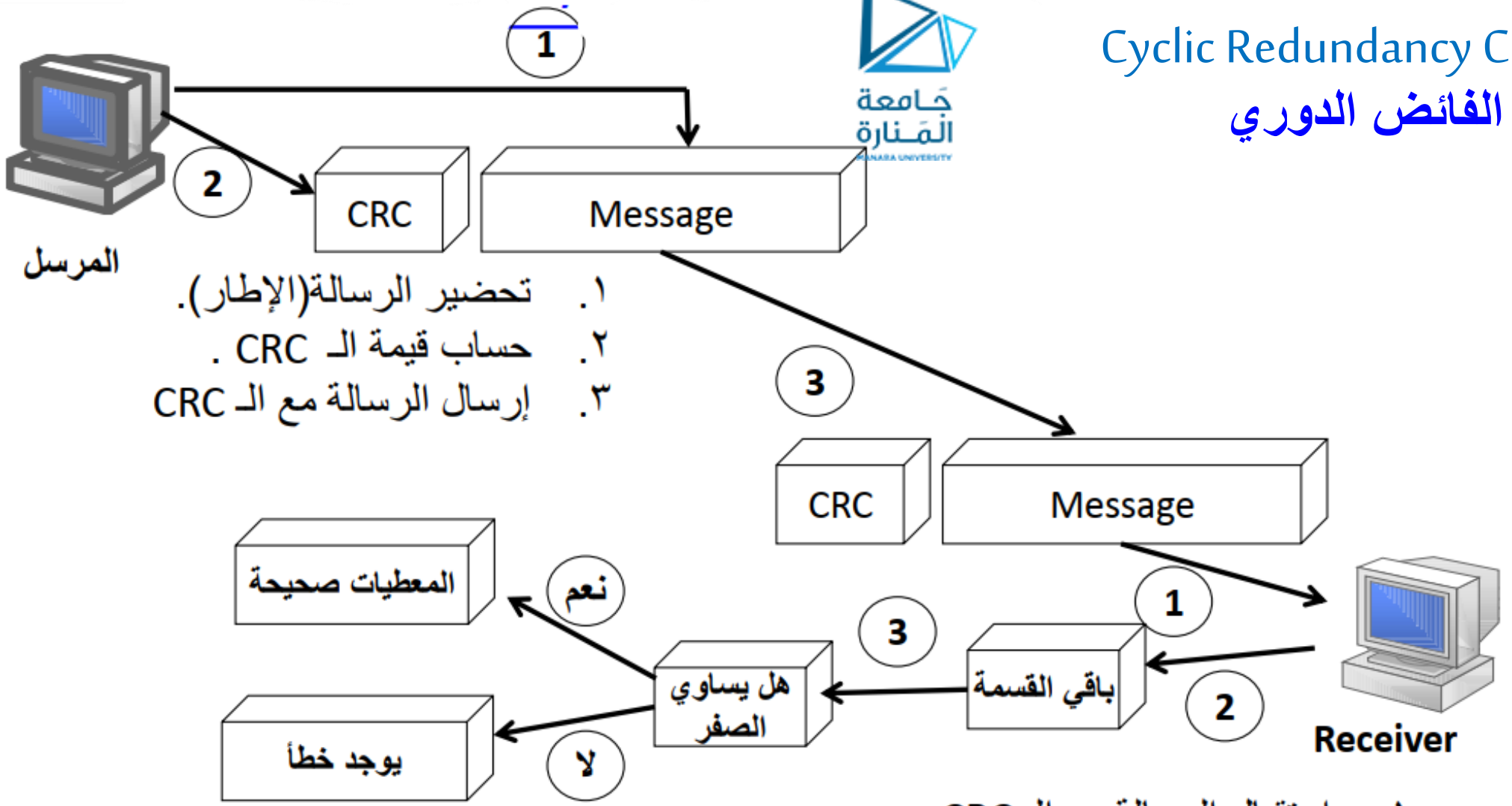


# Cyclic Redundancy Check (CRC)
# فحص الفائض الدوري

- هناك طريقة فعالة وقوية لاكتشاف الأخطاء في المعطيات المستقبلة هو بتجميع بايتات المعطيات في بلوكات/كتل وحساب CRC.
- يتم فعل ذلك من قبل بروتوكول وصلة المعطيات وحساب CRC الذي يتم إضافته/ إلحاقه بنهاية إطارات طبقة وصل المعطيات.
- يتم حساب CRC من خلال إنجاز باقي القسمة الثنائية (modulo 2 division) للمعطيات بواسطة سلسة من البتات المولدة تمثل ككثير الحدود المولد generator polynomial(معرف في المصدر والهدف من خلال استخدام نفس البرتوكول ضمن طبقة وصلة المعطيات بالمرسل والمستقبل) وأخذ باقي القسمة بعد التقسيم ليكون هو قيمة CRC وإلحاقها بإطار المعطيات قبل الإرسال.

- يقوم الجهاز الوجهة باستقبال إطار المعطيات(طبقة وصلة المعطيات بالوجهة) المكون من المعطيات وقيمة CRC ليقوم بتقسيمها ثنائياً على نفس كثير الحدود generator polynomial المستخدم بالجهاز المصدر، فإذا كان باقي القسمة صفر يستنتج أن المعطيات المستقبلة صحيحة وإلا فيعتبر أن هناك خطأ قد حدث.
- يتم حساب CRC عبر خوارزمية تفحص خطأ قوية ومعقدة أكثر من طريقة الإنجابية.

# Cyclic Redundancy Check (CRC)
# فحص الفائض الدوري




١. تحضير الرسالة(الإطار).
٢. حساب قيمة الـ CRC .
٣. إرسال الرسالة مع الـ CRC

١. استقبال الرسالة مع الـ CRC
٢. إجراء القسمة الثنائية للمعطيات المستقبلة على سلسلة البتات المولدة .
٣. مقارنة باقي القسمة من العملية السابقة مع الصفر واستنتاج صحة المعطيات من عدمها.

# Cyclic Redundancy Check (CRC)
# فحص الفائض الدوري

➢ **ضمن طبقة المعطيات للمرسل:**

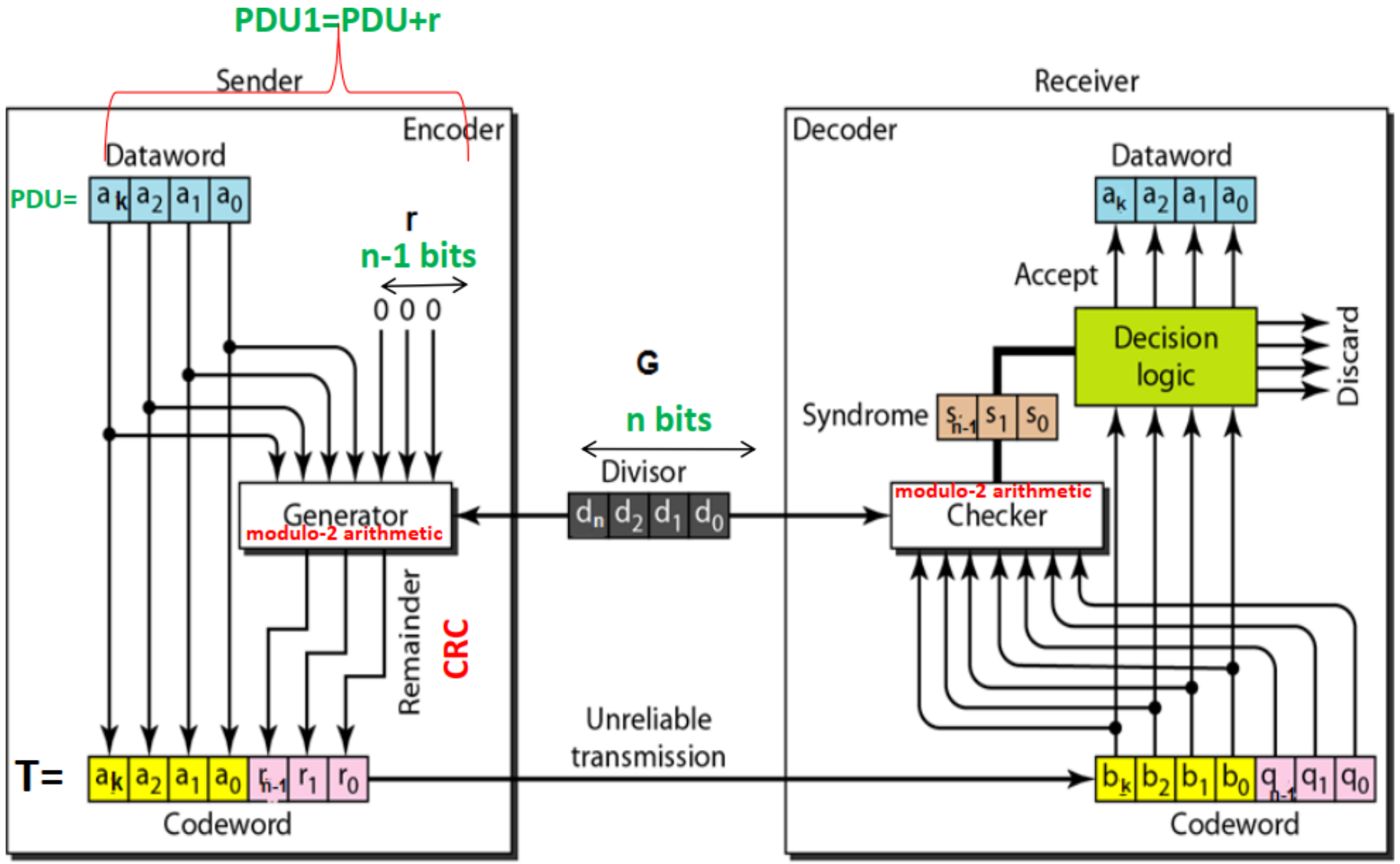
١. تجهز طبقة وصلة المعطيات وحدة معطيات PDU.ويمكن أن نسميها كلمات المعطيات (Data words).
٢. تولد خوارزمية CRC سلسة من البتات نسميها G ذات طول n bits وهي عبارة عن بتات معروفة بالمرسل والمستقبل من قبل البرتوكول المستخدم في طبقة وصلة المعطيات لكليهما.
٣. تقوم خوارزمية CRC بإضافة بتات نسميها r مؤلفة من (n-1) bits ذات قيمة 0 إلى نهاية الـ PDU وتشكيل وحدة معطيات جديدة هي PDU1=PDU+r.
٤. تقوم الخوارزمية بإجراء القسمة الثنائية (modulo-2 arithmetic ) لوحدة المعطيات PDU1 على G وباقي القسمة R يكون هو قيمة الـ CRC . (CRC=R)
٥. تضاف البتات المؤلفة لباقي القسمة الثنائية R لوحدة المعطيات PDU1 لتشكل كلمة الترميز(codeword) وهي عبارة سلسلة البتات T التي سوف ترسل T=PDU1+R .وبالتالي باقي القسمة الثنائية لـ T على G سوف يكون دائماً صفر.

➢ **ضمن طبقة المعطيات للمستقبل:**

١. تستلم طبقة وصلة المعطيات سلسلة البتات لتشكل وحدة المعطيات وهي عبارة عن سلسلة البتات T (code word).
٢. تولد خوارزمية CRC السلسلة G ذات طول n bits وهي نفسها السلسة المولدة بطبقة وصلة المعطيات للمرسل.
٣. تقوم خوارزمية الـ CRC بإجراء القسمة الثنائية (modulo-2 arithmetic ) T على G .
٤. إذا كانت قيمة باقي القسمة لا يساوي الصفر عندها يكتشف المستقبل أن هناك خطأ ويهمل الرسالة.
٥. أما إذا كانت قيمة باقي القسمة يساوي الصفر تقوم عندها الخوارزمية باستخلاص وحدة المعطيات PDU (Data word) بإزالة بتات الـ CRC.

# Cyclic Redundancy Check (CRC) خطوات خوارزمية الـ

# Cyclic Redundancy Check (CRC)
## فحص الفائض الدوري

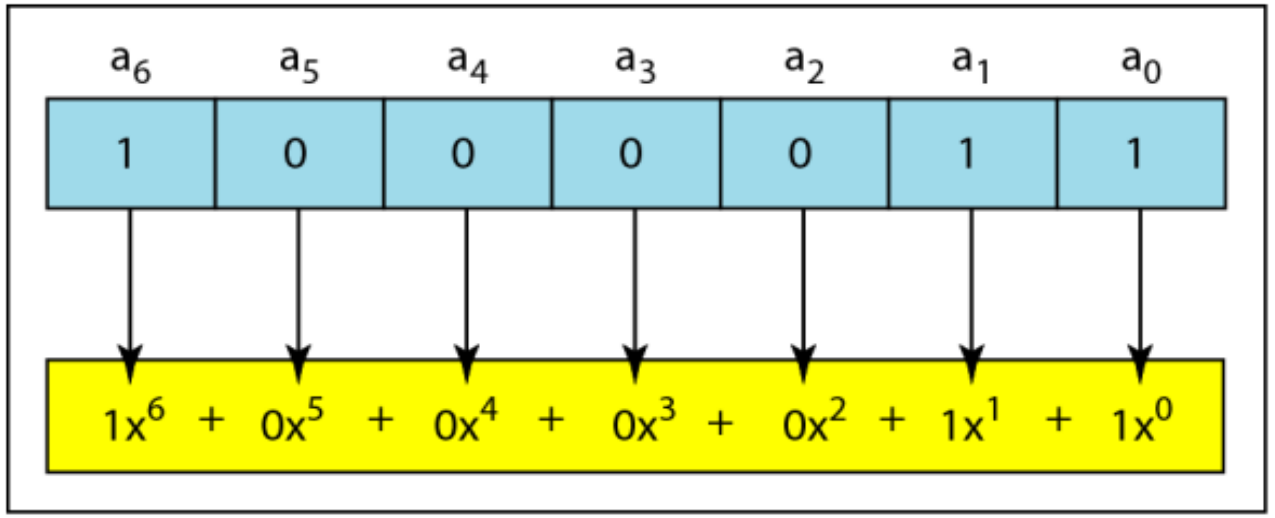


- Modulo 2 arithmetic:
  - Add الجمع :
    - 0 + 0 = 0
    - 0 + 1 = 1
    - 1 + 0 = 1
    - 1 + 1 = 0
  - **Subtract الطرح : (XOR Gate)**
    - **0 - 0 = 0**
    - **0 - 1 = 1**
    - **1 - 0 = 1**
    - **1 - 1 = 0**
  - Multiplication الضرب:
    - 0 * 0 = 0
    - 0 * 1 = 0
    - 1 * 0 = 1
    - 1 * 1 = 1

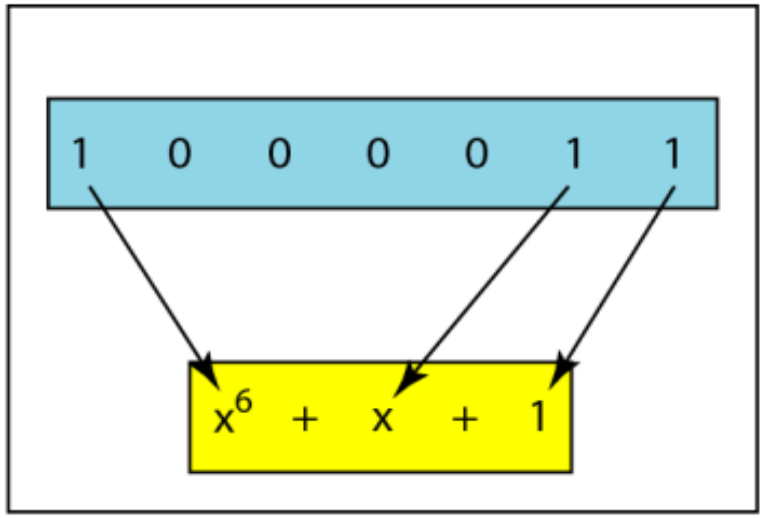
- نلاحظ أن الجمع والطرح نفس الناتج.

## استخدام كثيرات الحدود Polynomials بخوارزمية CRC

- يمكن استخدام كثيرات الحدود Polynomials لتمثيل الكلمات الرقمية (المعطيات).
- يتم استبدال كل بت من اليمين إلى اليسار بمتحول X مرفوع لقوة n (حد).
- تكون قيمة القوة حسب ترتيب البت فمثلاً البت الأول من اليمين يقابلها قوة 0 والبت الذي بعدها قوة 1 وهكذا.
- إذا كانت قيمة البت 0 عندها يحذف الحد المقابل لها من كثير الحدود ويدعى بالتمثيل المختصر short form.




a. Binary pattern and polynomial




b. Short form

بفرض نريد إرسال المعطيات التالية باستخدام خوارزمية CRC:

PDU= 1101

وكانت سلسلة البتات المولدة في المرسل والمستقبل باستخدام خوارزمية CRC معطاة بالشكل:

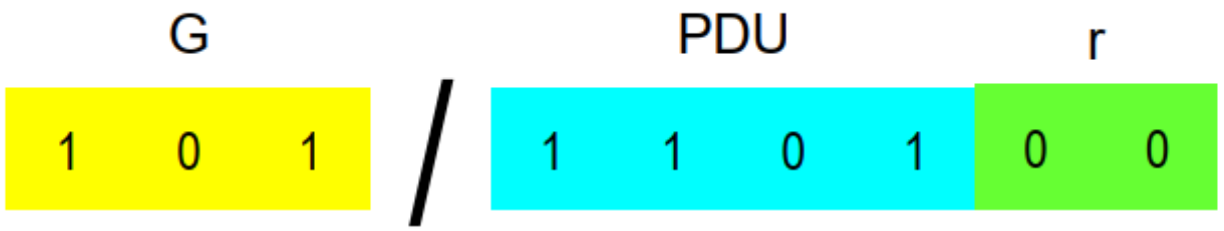
G= 101

والمطلوب: باستخدام طريقة كثير الحدود

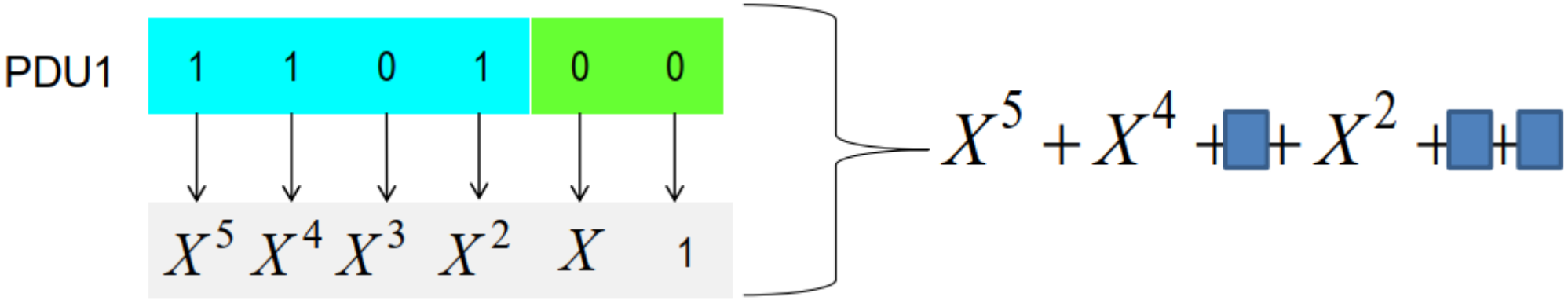
١- ما هي الرسالة المرسلة T(code word) وفق خوارزمية الـ CRC؟

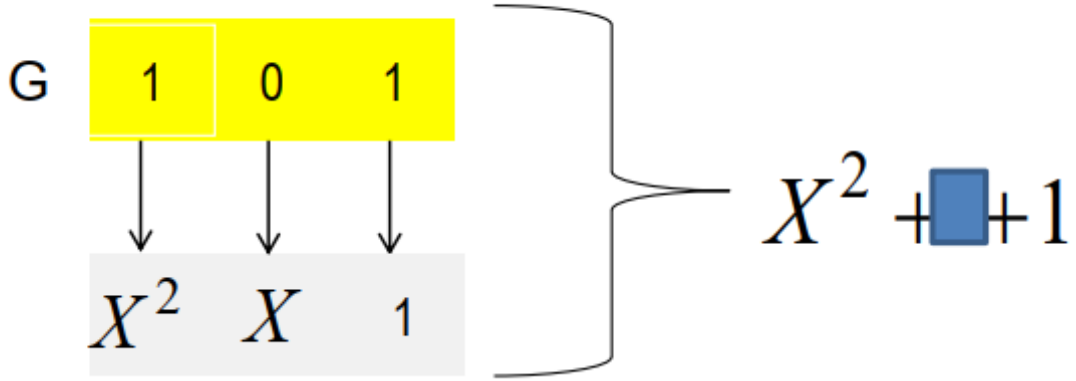
٢- لنفترض أن المستقبل استقبل كلمة الترميز code word المرسلة بدون أخطاء كيف سيتأكد أنها خالية من الأخطاء وضح ذلك وماهو الإجراء الذي سيتخذه؟.

# خطوات خوارزمية الـCyclic Redundancy Check (CRC)




- بعد هذا الحساب يتم التحويل إلى كثيرات الحدود لتسهيل القسمة، كما يلي:



- بعد التحويل إلى كثيرات الحدود، تتم القسمة:

$$
\begin{array}{l}
\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad X^3+X^2+X \;\}\; Q = 1\ 1\ 1\ 0 \\
X^2+\square+1 \;\overline{)}\; X^5+X^4+\square+X^2+\square+\square \\
\qquad\qquad\qquad\qquad\quad X^5+\square+X^3 \\
\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\quad X^4+X^3+X^2+\square+\square \\
\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\quad X^4+\square+X^2 \\
\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\quad X^3+\square+\square+\square \\
\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\quad X^3+\square+X \\
\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\quad X+\square \;\}\; R = 1\ 0
\end{array}
$$

# خطوات خوارزمية الـCyclic Redundancy Check (CRC)

T = *PDU1+ R*⇒

$$T = \frac{X^5 + X^4 + \square + X^2 + \square + \square}{X^5 + X^4 + \square + X^2 + X + \square} + \frac{}{X + \square}$$

| 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 |
|---|---|---|---|---|---|

T =110110⇒

لمعرفة أن هذه الرسالة تحتوي على أخطاء أم تم استقبالها بشكل صحيح:
نجري القسمة الثنائية لـ T على G :

$$
\begin{array}{r}
X^3+X^2+X \\
\hline
X^2++1 \;\Big|\; X^5+X^4++X^2+X+ \\
\underline{X^5+\quad+X^3} \\
X^4+X^3+X^2++ \\
\underline{X^4+\quad+X^2} \\
X^3++X+ \\
\underline{X^3++X} \\
0\qquad 0
\end{array}
$$

بما أن باقي القسمة يساوي الصفر فإن الرسالة لا تحتوي على أخطاء وسيتم استقبالها من قبل وصلة المعطيات.

جَامعة المَنارة
MANARA UNIVERSITY

# نهاية المحاضرة السادسة