المحاضرة السادسة

تحويل الإشارة التماثلية إلي رقمية

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

التحويل من تماثلي الى رقمي: Analog to Digital Conversion

- تعتمد هذه الآلية على تحويل الإشارات التماثلية الى سلسلة من النبضات وفقا لتغير إشارة المعلومات التماثلية ويرمز لها بالرمز ADC أو A/D
- حيث يكفي إرسال عينات فقط من الإشارة بصورة منتظمة في وحدة الزمن عوضاً عن إرسال الإشارة التماثلية كاملة
- تنقسم الإشارات بشكل عام الى نوعين هما:-

i. إشارات تماثلية Analog signals

ii. إشارات رقمية Digital signals

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

التحويل من تماثلي الى رقمي: Analog to Digital Conversion

- ***الإشارات التماثلية: Analog Signal***

- وهي إشارات تأخذ قيما متغيرة ومستمرة مع الزمن أي دون انقطاع خلال فترة زمنية محددة
- مثل الإشارات الكهربائية الجيبية الصادرة عن مصدر كهربائي أو الإشارات الكهربائية الصادرة عن ميكرفون الهاتف

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

التحويل من تماثلي الى رقمي: Analog to Digital Conversion

- ***الإشارات الرقمية: Digital Signal***

- وهي تلك الإشارات التي تأخذ قيما محددة عند تغيرها مع الزمن
- مثال لذلك الإشارات الصادرة عن الحاسب الآلي

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

مميزات أنظمة الإتصال الرقمي

i. الجودة والكفاءة العالية لنوعية المعلومات في جهاز الاستقبال الرقمي.
ii. تتميز أجهزة الاتصال الرقمي بفاعلية وإستقرارية ووثوقية في الأداء والعمل أفضل من أجهزة الاتصال التماثلي.
iii. انخفاض تأثير الضوضاء على الأنظمة الرقمية أكثر منه في الأنظمة التماثلية.

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

مميزات أنظمة الإتصال الرقمي

iv. إمكانية دمج عدد من الإشارات على نفس قناة البث باستخدام تقنيات الإرسال الرقمي وتقنيات الخلط Multiplexing.

v. إمكانية تشفير البيانات الرقمية مما يجعلها تتميز بدرجة عالية من الأمن والحماية .

vi. استخدام التقنيات المحو سبة في معالجة الإشارات الرقمية

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

سلبيات أنظمة الاتصال الرقمي

i. تعد أنظمة الاتصال الرقمي أكثر تعقيدا من الأنظمة التماثلية.
ii. تحتاج الأنظمة الرقمية لعرض نطاق كبير جدا مقارنة مع الأنظمة التماثلية.
iii. تحتاج الأنظمة الرقمية إلى تكلفة اقتصادية عالية.
iv. صعوبة إمكانية التزامن بين المرسل والمستقبل

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

مراحل آلية التحويل من تماثلي إلى رقمي

١. أخذ العينات Sampling
٢. التكميم Quantizing
٣. الترميزEncoding

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

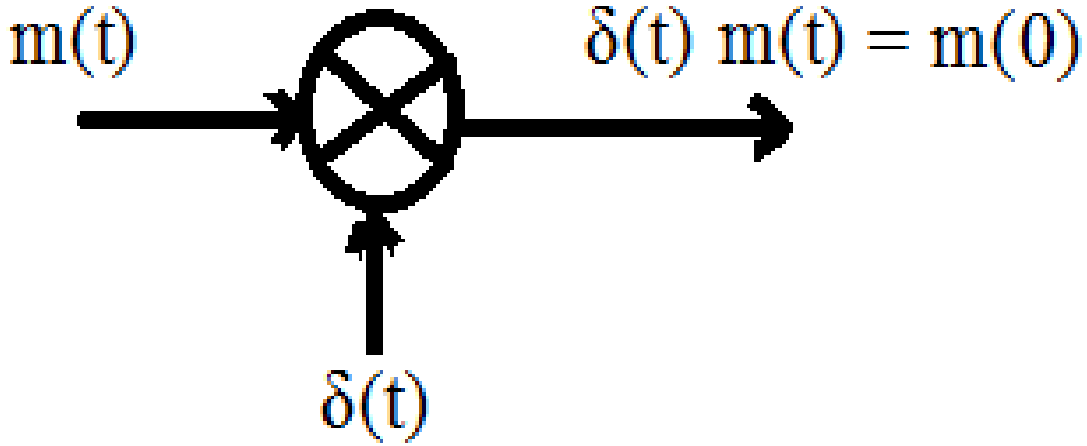
أخذ العينات: Sampling

- تطور منظومات الإتصالات الحالية كان نتيجة لاستخدام التقنيات الرقمية وذلك بما تتميز به الإتصالات الرقمية عن التماثلية.
- في أنظمة التضمين الرقمي تكون إشارة المعلومات عبارة عن إشارة رقمية أي قطار من الأصفار والاحاد
- ولكن السؤال ماذا لو أردنا إرسال إشارة تماثلية في منظومة اتصالات رقمية تستخدم التضمين الرقمي وتتعامل مع إشارات رقمية؟
- لاشك أن الإجابة هي أن نحول إشارة المعلومات التماثلية إلى إشارة رقمية وبذلك يكون أخذ العينات هي الخطوة الأولى في تحويل الإشارة التماثلية إلى رقمية.

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كردي

أخذ العينات: Sampling

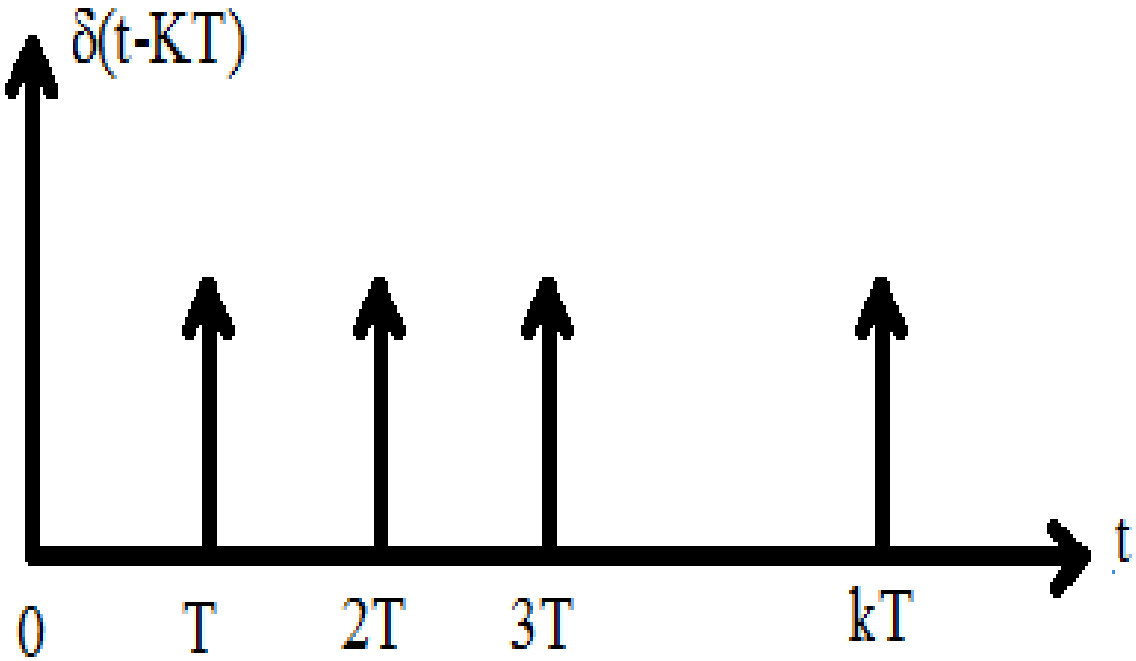
- نستخدم في هذه العملية دالة دلتا أو إشارة النبيضة δ(t) التي لاقيمة لها في كل الحيز الزمني عدا عند t =0
- وعند ضرب إشارة دلتا بأي إشارة أخرى فإن الناتج يكون قيمة هذه الإشارة عند t =0 فقط



د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

أخذ العينات: Sampling

- إذا استبدلت إشارة النبيضة الواحدة بقطار من النبضات $\delta(t-KT)$ حيث T هي الزمن الدوري للإشارة نحصل على



د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كردي

أخذ العينات: Sampling

- أخذ العينات هي عبارة عن عملية ضرب الإشارة التماثلية m(t)في قطار من النبضات δ(t-KT) حيث يكون الناتج عبارة عن إشارة متقطعة لا قيمة لها(تساوي صفر) عندما يكون t≠kT ولها نفس قيمة الإشارة الأصلية عند t=kT.

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كردي

نظرية أخذ العينات: Sampling Theorem

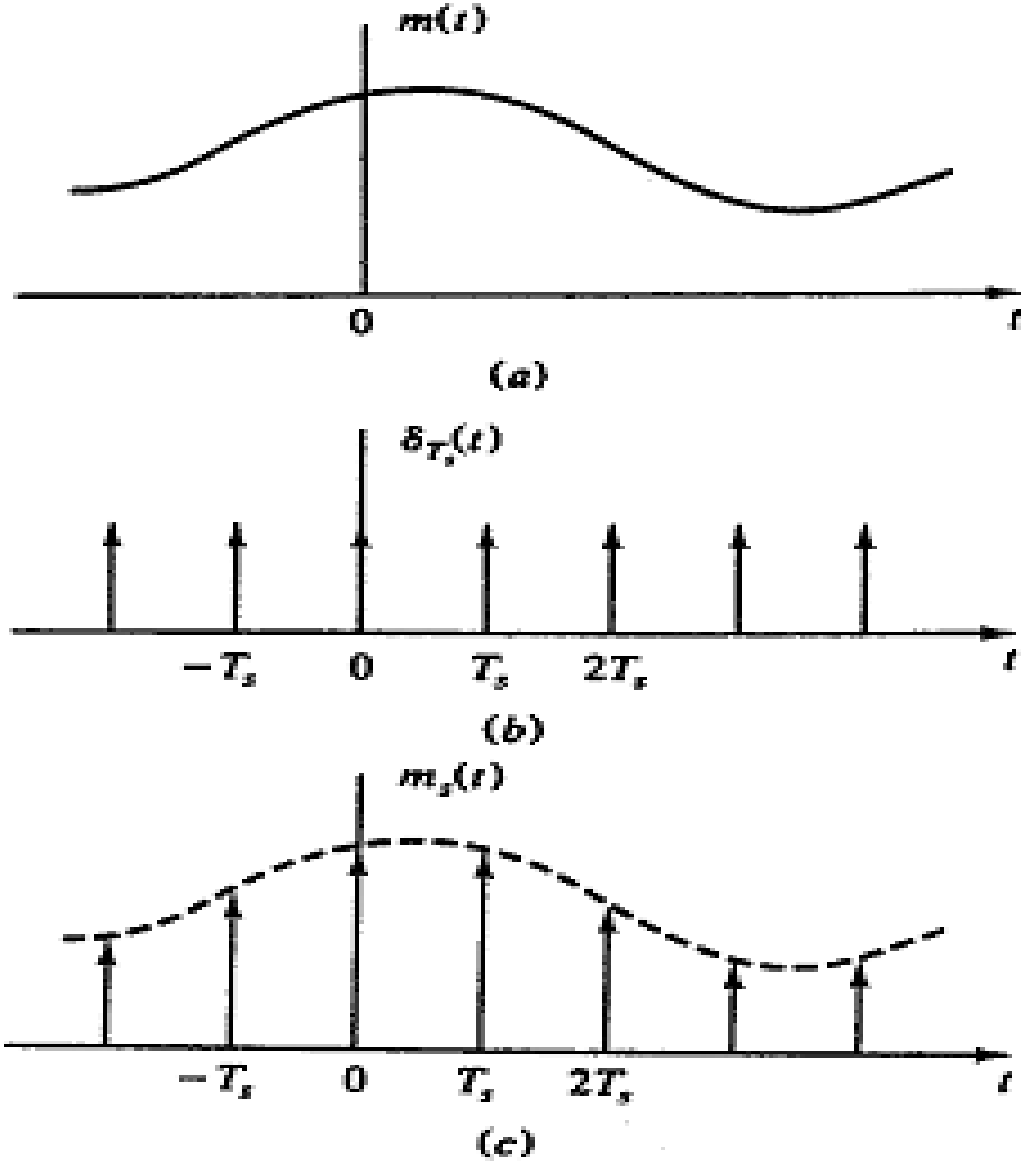
- تنص نظرية أخذ العينات أو ما يعرف بنظرية نيكوست Nyquist على أنه يمكننا استرجاع إشارة المعلومات الأصلية من قيم عيناتها التي أخذت منها بشرط أن يكون تردد أخذ العينات أكبر من أو يساوي ضعف أكبر تردد في إشارة المعلومات والذي يعرف بمعدل نيكوست

$$m(t) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} m(nT_s) \frac{\sin \omega_M (t - nT_s)}{\omega_M (t - nT_s)}$$

$$f_s > 2 f_m$$

$$T_s = 1 / f_s$$

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري



أخذ العينات لإشارة مثالية

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كردي

نظرية أخذ العينات: Sampling Theorem

- وتعرف عملية أخذ العينات أيضا بالتعديل النبضي المطالي Pulse Amplitude Modulation PAM والذي يعتبر أحد طرق التعديل الرقمي والتي تضم أيضا:-

i. تضمين موضع النبضة Pulse Position Modulation PPM

ii. وتضمين شفرة النبضة Pulse Code Modulation PCMوغيرها .

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كردي

نظرية أخذ العينات: Sampling Theorem

- بعد عملية أخذ العينات لإشارة المعلومات التماثلية يمكن تحويل كل عينة من العينات إلى رقم يرمز إلى مقدارها
- وفي هذا توجد عدة طرق لتمثيل الإشارات الكهربائية الى أرقام أكثرها شيوعا استخدام النبضات أو البتات أو ما يعرف بالنظام الثنائي Binary system
- حيث يمثل أحد مستويات النبضة بالخانة واحد بينما المستوى الثاني بالخانة صفر

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

نظرية أخذ العينات: Sampling Theorem

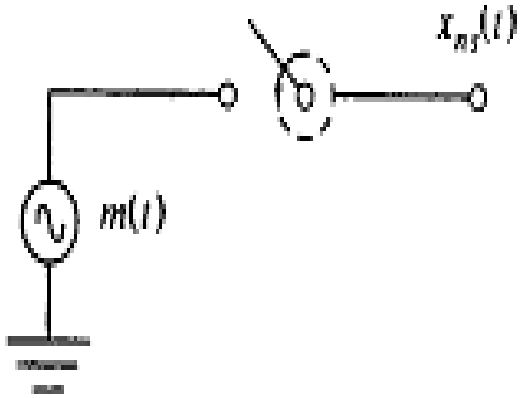
- استنادا على نظرية أخذ العينات سالفة الذكريتم تحويل الإشارة التماثلية الأصلية إلى إشارة متقطعة بعينات تحمل مقدار أو قيمة الإشارة الأصلية وتوجد عدة أنواع لاخذ العينات منها :-

i. أخذ العينات اللحظي
ii. أخذ العينات الطبيعي
iii. أخذ العينات ذو القمة المسطحة، ويتم ذلك بواسطة دائرة مفتاح ميكانيكي ذو سرعة عالية.

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

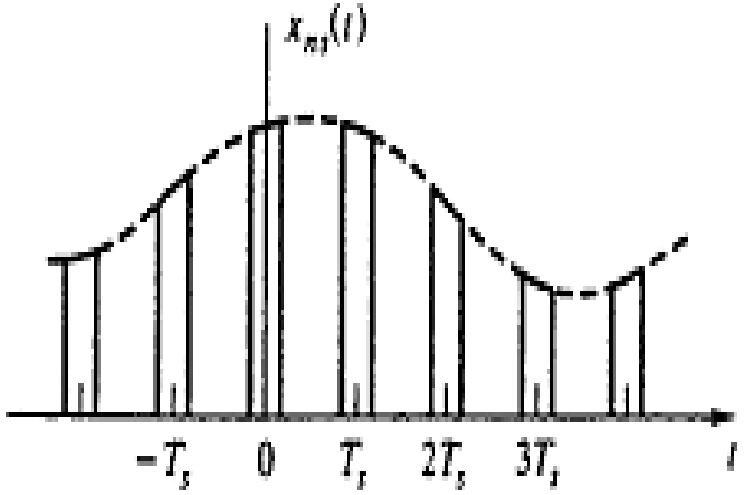
نظرية أخذ العينات: Sampling Theorem

- ويتم ذلك بواسطة دائرة مفتاح ميكانيكي ذو سرعة عالية كما يبين الشكل التالي.



(a)

دائرة أخذ العينات



(b)

إشارة متقطعة

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كردفان

التكميم: Quantizing

- التكميم أو عملية التكمئة هي عبارة عن تقسيم مطال إشارة المعلومات التماثلية إلى مستويات L بخطوات معينة كل خطوة لها مقدار Δ يعطى بالعلاقة:

$$\Delta = \frac{2m_p}{L}$$

- من عملية التكميم تنتج نسبة خطأ عند عملية استرجاع الإشارة الأصلية يعرف بضجيج أو خطأ التكميم ويمكن ان نعبر عنه بالعلاقة الآتية:

$$q_e^2 = \frac{1}{\Delta}\int_{-\Delta/2}^{\Delta/2} q_e^2 dq_e = \frac{\Delta^2}{12}$$

$$q_e^2 = \frac{m_p^2}{3L^2}$$

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كردي

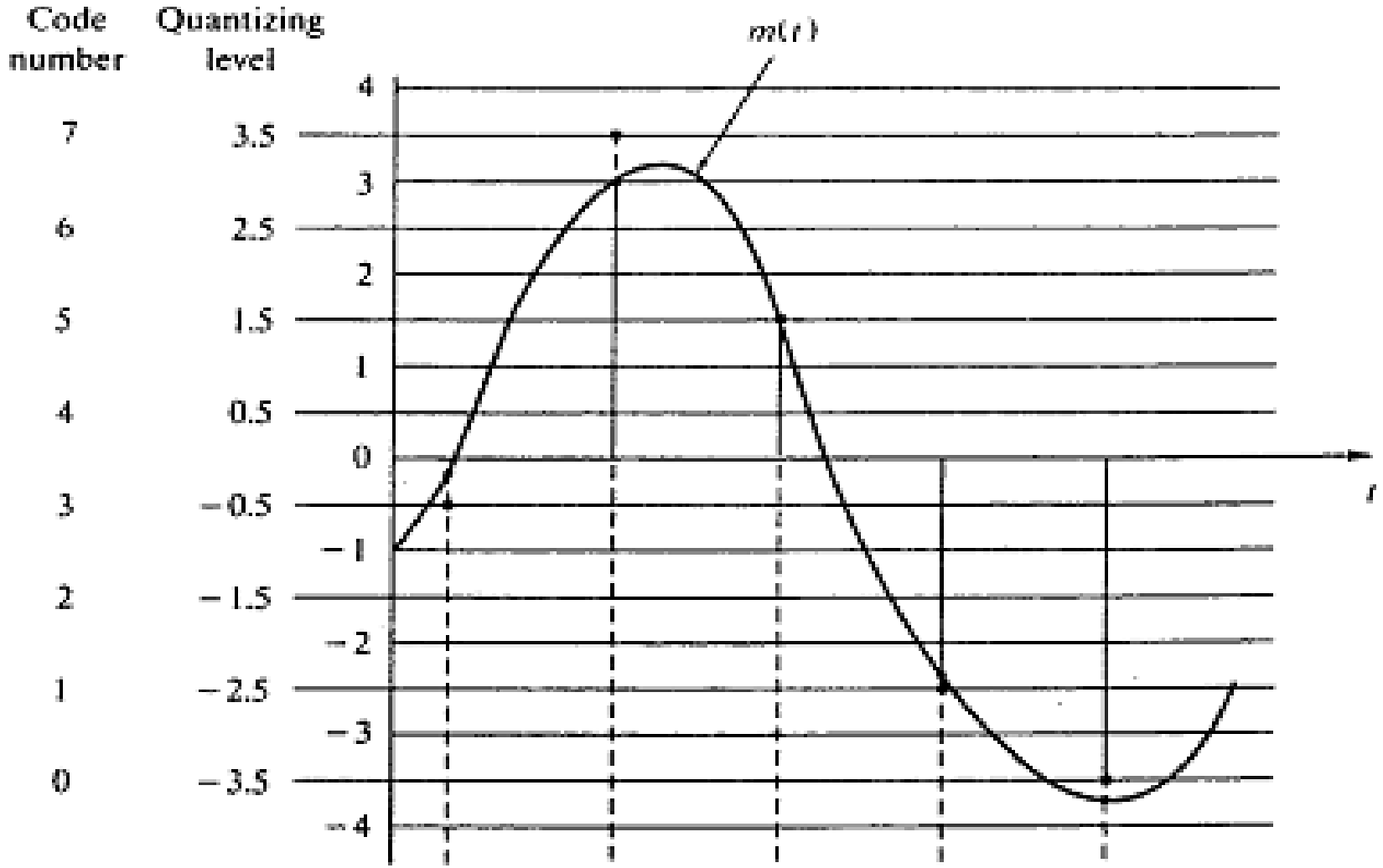
الترميز: Encoding

- في عملية الترميز نعطي كل عينة مكممة شفرة رقمية تحمل مقدارها وتمثلها وغالبا ما تكون الشفرة بالنظام الثنائي حيث تمثل العينة المكممة بقطار من الاصفار والاحاد
- عدد الخانات التي تمثل العينة المكممة يتناسب مع عدد مستويات التكميم حيث تربطها العلاقة:

$$L = 2^n$$

$$n = log_2$$

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كردي



Sampled value	−0.25	3.1	1.5	−2.4	−3.7
Quantized value	−0.5	3.5	1.5	−2.5	−3.5
Code number	3	7	5	1	0
Binary code	011	111	101	001	000

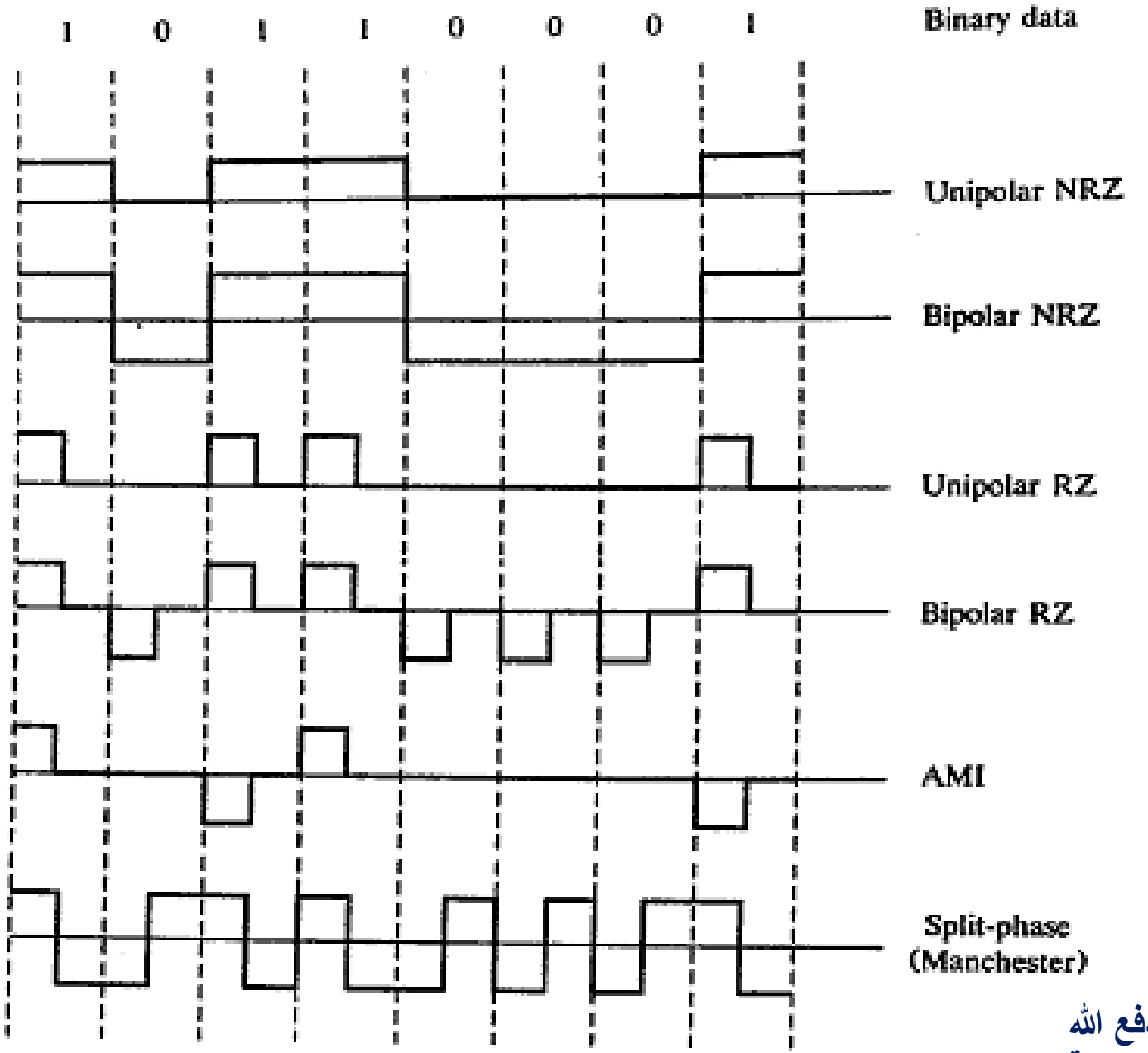
د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كردي

ترميز الخط: Signaling Format

- لا يمكن إرسال الإشارات الرقمية أو سلسلة الأصفار والآحاد من غير ترميزها بإحدى طرق الترميز المتعارف عليها حيث يكون لقطار الأصفار والآحاد شكل معين حسب نوع الترميز المستخدم
- فمثلا عند إرسال إشارة رقمية 10110001 ترسل وفقا لأحد أنواع الترميز الآتية:

- Unipolar NRZ, Bipolar NRZ, Unipolar RZ, Bipolar RZ, Alternate Mark Inversion AMI, Manchester

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري



د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كردي

ترميز الخط: Signaling Format

Unipolar NRZ Code

- في هذا النوع من الترميز أحادي القطب يتم تمثيل الواحد بإرسال نبضة مطالها ثابت A+ ولا يمثل الصفر بأي نبضة.

Bipolar NRZ Code

- هذا الترميز ثنائي القطب يتم تمثيل الواحد والصفر بنبضتين متساويتين في المطال ومختلفتين(A+، A-) في العلامة بحيث تكون موجبة للواحد وسالبة للصفر.

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

ترميز الخط: Signaling Format

Unipolar RZ Code

- في هذا النوع من الترميز أحادي القطب يتم تمثيل الواحد بإرسال نبضة مطالها ثابت A+ لكنها تعود للصفر قبل انتهاء فترتها بينما يظل الصفر بدون نبضة.

Bipolar RZ Code

- هذا الترميز ثنائي القطب يتم تمثيل الواحد والصفر بنبضتين متساويتين في المطال ومختلفتين(A+، A-) في العلامة بحيث تكون موجبة للواحد وسالبة للصفر لكنها ترجع للصفر في كل حالة.

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

ترميز الخط: Signaling Format

Alternate Mark Inversion AMI

- في هذا النوع من الترميز يتم تمثيل الواحد فقط وبالتعاقب مع تغيير العلامة مرة موجبة والأخرى سالبة بحيث تعود النبضة للصفر قبل نهاية فترتها ولا يمثل الصفر بأي نبضة.

Split phase (Manchester)

- هذا النوع يعرف بتقسيم الطيف حيث يمثل كل من الآحاد والاصفار بنبضتين لطيفين متساويين في المطال موجب وسالب، يمثل الواحد بنبضة موجبة تعقبها أخرى سالبة بينما يتم عكس قطبية النبضتين بالنسبة للصفر.

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

العوامل التى يجب أخذها فى الاعتبار عند اختيار ترميز الخط:

- توجد عوامل يجب مراعاتها عند اختيار نوع معين من أنواع ترميز الخط وهي:

✓ **عرض حزمة الإرسال:**

يجب معرفة عرض حزمة الإرسال عند اختيار نوع معين من أنواع ترميز الخط بحيث أن يكون عرض الحزمة أقل ما يمكن

✓ **كفاءة القدرة:**

ليكون عرض الحزمة محدود عند اختيار ترميز معين يجب أن تكون القدرة المرسلة للترميز المعين أقل ما يمكن

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

العوامل التى يجب أخذها فى الاعتبار عند اختيار ترميز الخط:

- ✓ **المقدرة على كشف وتصحيح الأخطاء:**

بحيث يجب ان تكون للترميز المعين قدرة ذاتية عالية على كشف وتصحيح الأخطاء.

- ✓ **الشفافية:**

بحيث ينبغي إرسال الإشارة الرقمية بطريقة صحيحة بغض النظر عن خط الآحاد والاصفار

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

العوامل التى يجب أخذها فى الاعتبار عند اختيار ترميز الخط:

- ✓ **الكثافة الطيفية للقدرة:**

حيث يراعى أن تكون الكثافة الطيفية الخاصة بالترميز المعين موزعة بطريقة تناسب تسهيل إرسال القدرة عبر قناة الاتصال المخصصة.

- ✓ **المحتوى المناسب من التوقيت:**

كما معلوم أن عملية التزامن بين المرسل والمستقبل من أكبر المشكلات في الإتصالات الرقمية لذا يجب أن يمكن الترميز من عملية استخلاص إشارة التزامن من الإشارة المرسلة نفسها

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري