الباب الثاني

الاتصالات الرقمية Digital modulation

انواع الاشارات في انظمة الاتصالات

① الاشارات المماثلة analog signals

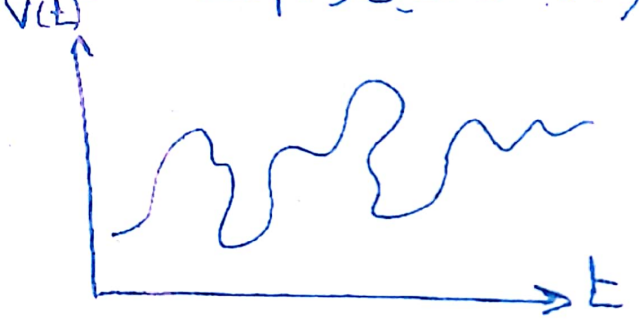
② الاشارات الرقمية Digital

1 الاشارات المماثلة

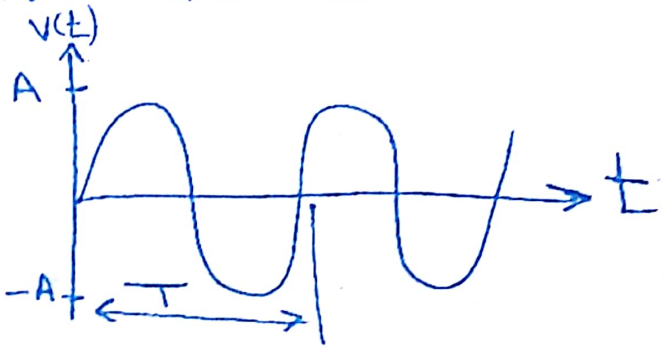
* هي اشارات تأخذ قيم متغيرة ومتواصلة دون انقطاع خلال فترة زمنية محددة مثل

① اشارة كهربية صادرة من مصدر كهربي

② اشارة كهربية صادرة عن ميكروفون الهاتف



ميكروفون الهاتف

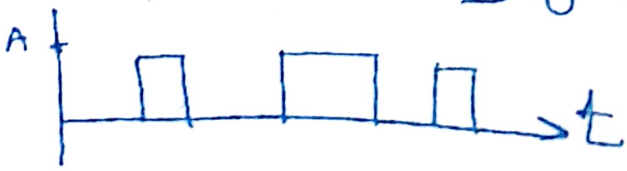


موجة جيبية

2 الاشارات الرقمية

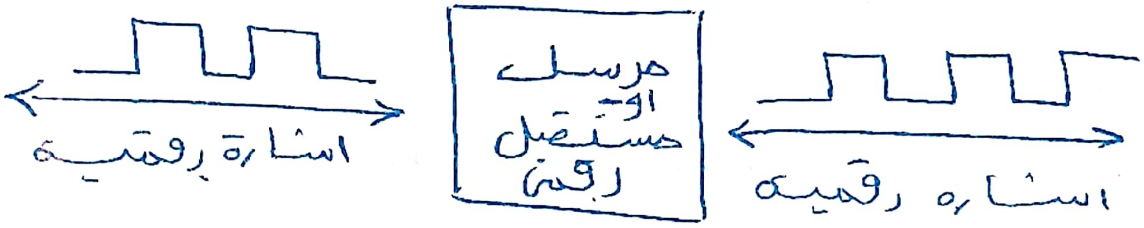
هي اشارات تأخذ قيماً محددة عند تغيرها مع الزمن ويعبر عنها بقيمتين (0 , 1)

مثل الاشارات الصادرة عن الحاسب والتلغراف

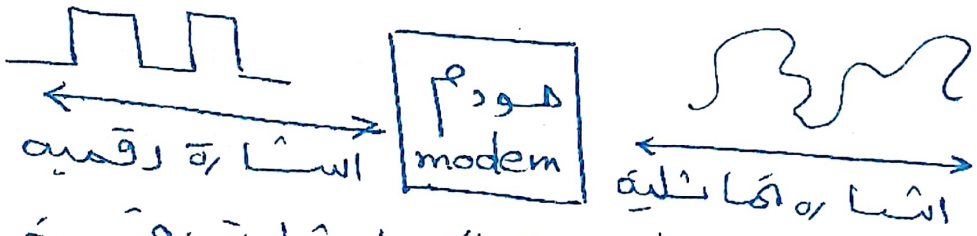


* ما هي انواع تحويل وتعديل هذه الإشارات التماثلية والرقمية ؟

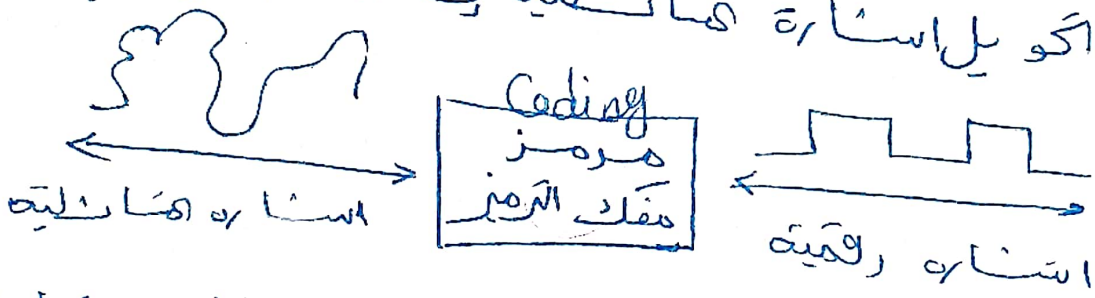
① تحويل اشارة رقمية الى اشارة رقمية



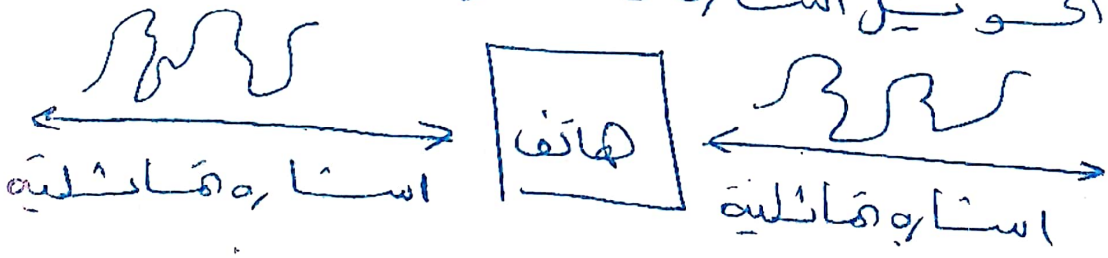
② تحويل اشارة رقمية الى اشارة تماثلية



③ تحويل اشارة تماثلية الى اشارة رقمية



④ تحويل اشارة تماثلية الى اشارة تماثلية



VIP

* ما هي مميزات انظمه الاتصالات الرقميه عن الاتصالات التماثلية مع ذكر العيوب؟

(١) الجودة والكفاءه العاليه لنوعية المعلومات في المستقبل الرقمي

(٢) بها فعالية واستقرارية وموثوقية بالعمل افضل من التماثلية

(٣) تمايز الضوضاء او التشويش (noise) اقل نظراً لامكانية تصحيح الخطأ عكس الاتصالات التماثلية

(٤) امكانية دمج عدد من الإشارات على نفس قناه البث في الانظمه الرقميه باستخدام تقنيات الارسال الرقمي المتعدد

(٥) تعتمد على تشفير البيانات مما يعطيها ميزه عاليه بالامن والحماية

(٦) اكثر اقتصاداً من الانظمة التماثلية (رخيص الثمن)

(٧) تستخدم الانظمة الرقمية التقنيات المتوسطه في الاشارات الرقمية (تخزين - تشفير - تحكم)
(Control - encryption - storage)

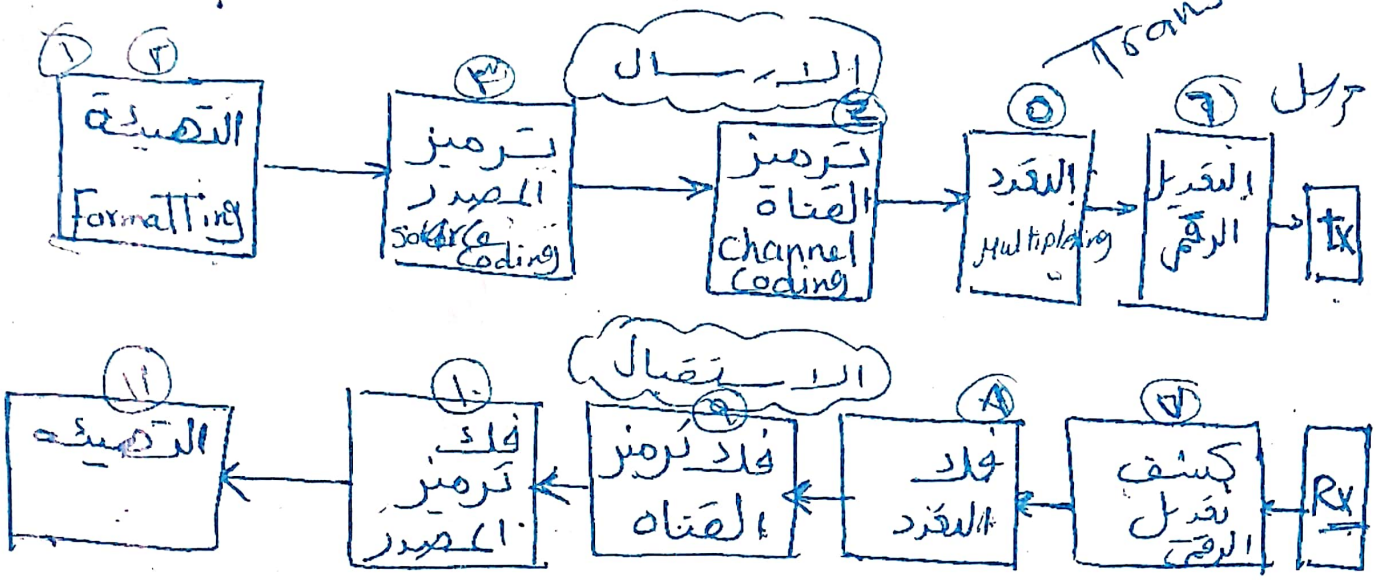
عيوبها

(١) اكثر تعقيداً من الانظمه التماثلية

(٢) تحتاج الى نطاق كبير جداً مقارنه بالانظمة التماثليه

(٣) استعمال محدود في الترددات العاليه

ارسم المخطط العام لعناصر نظام الاتصالات الرقمية [الارسال والاستقبال] مع الشرح



① مصدر المعلومات: هي المعلومات المراد ارسالها عبر نظام الاتصالات الرقمي سواء كانت صوت او صورة

② التهيئة: يتم تحويل الاشارة التي تحمل المعلومة إلى رموز رقمية من خلال مرحلتين ① اخذ العينات ② التكميم

الرموز الرقمية Digital Symbol ← وهي تتضمن اخذ العينات (Sampling) ومرحلة التكميم Quantization حيث يتم تحديد قيمة كل عينة ضمن المستويات quantization level

٣ ترميز المصدر Source encoding

يتم ترميز او تشفير الرموز الرقمية وذلك لضغط البيانات للتخلص من المعلومات الزائدة

في حالة الاشارات المتماثلية فإن ترميز المصدر يقوم بعملية التحويل من تماثلي الى رقمي

٤ ترميز القناة channel encoding

← هنا نقوم بترميز او تشفير الاشارة (المحتوى على المعلومة) المراد ارسالها حتى نقلل من تأثير التشويش والضوضاء (noise)

وعادة ما يلزم بإضافة معلومات (بتات) Bits زائدة للمساعدة على اكتشاف وتصحيحها

٥ التعدد Multiplexing

هي عملية تسمح بإرسال العديد من الاشارات من مصادر مختلفة على نفس القناة وفي نفس الوقت

وعادة ما تستخدم طريقة التعدد بالتقسيم الزمني TDM

وهناك طرق مختلفة مثل FDM ، CDMA الخ

٦ التعديل الرقمي Band-Pass Digital Modulation

فيها يتم تحويل البيانات الرقمية الى موجات رقمية

٧ كشف التعديل الرقمي Band-Pass Digital Modulation

يتم عكس ما تم في مرحلة التعديل الرقمي حيث يتم استرجاع البيانات الرقمية من الموجات الرقمية

٨ فك التعدد DeMultiplexing

يتم فيها توزيع الاشارات المرسلة الى مصادرها المختلفة

٩ فك ترميز القناة channel Decoding

هنا يتم استرجاع الكلمات الرقمية الاساسية بعد ما تمت عملية اكتشاف الاخطاء وتصحيحها احياناً

١٠ فك ترميز المصدر Source Decoding

هي عكس مرحلة ترميز المصدر يتم فيها استرجاع المعلومات الرقمية الى صيغتها الاولى

١١ التهيئة

يتم تحويل الاشارة المتقطعة الى اشارة تماثلية

الاشارة الرقمية ← يتم ارسالها بشكل سهل ومباشر في انظمة الاتصالات الرقمية

الاشارة تماثلية ← يتم تحويلها من اشارة متصلة زمنياً الى اشارة متقطعة زمنياً وهما يسمى اخذ العينات

الشرح مع الرسم كيفية تحويل من الاشاره التماثليه إلى الاشاره الرقمية (A/D) ؟

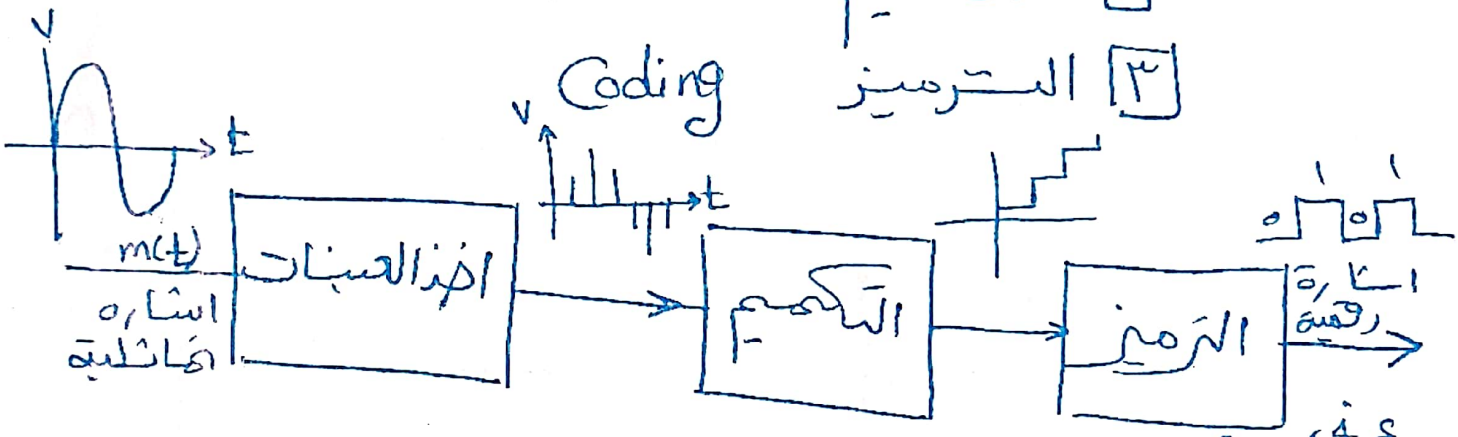
مهم جداً

تتم عمليه التحويل من A/D عن طريق ثلاث مراحل

هما ① اخذ العينات Sampling

② التكميم Quantization

③ الترميز Coding



① اخذ العينات هي تتم فيه أخذ قيم لحظية لاتساع الاشارة التماثلية المتصله في فترات زمنية محددة بحيث تصبح منفصله في مجال الزمن

ولكي يتم استعادة الاشارة الاصليه من خلال العينات يجب علينا تحديد تردد التقسيم (F_s)

قانون شانون

ينص على ان تردد اخذ العينات (تردد التقسيم F_s) اكبر من او يساوي ضعف اكبر تردد للاشارة التماثلية

$$F_s \geq 2F_m$$

F_m ← اكبر تردد تحتوي عليه الاشاره التماثليه

F_s ← تردد اخذ العينات

ملحوظة: لا يمكن استرجاع الإشارة اذا لم يتحقق قانون شانون

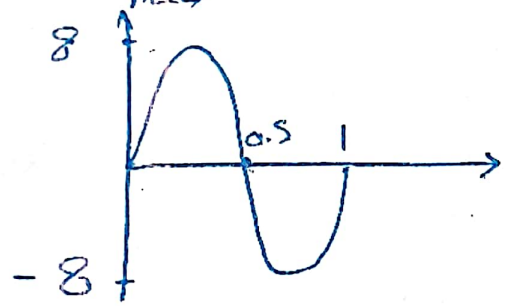
مثال: اشارة جيبية ممثلة بالمعادلة الاتية

$m(t) = 8\sin(2\pi 1000 t)$ اوجد ما يأتي

① اتساع الإشارة A ② تردد الإشارة F_m

③ زمن الدورة T ④ تردد التعتيم F_s

⑤ زمن اخذ العينات T_s ⑥ عدد العينات في كل فترة n



$\boxed{1}$ $A = 8$ Volt

$\boxed{2}$ $F_m = 1000\ Hz$

$\boxed{3}$ $T = \frac{1}{F_m} = \frac{1}{1000} = 1\ msec$

$\boxed{4}$ $F_s = 2F_m$

$F_s = 2 \times 1000 = 2000\ Hz$

$\boxed{5}$ $T_s = \frac{1}{F_s}$

$T_s = \frac{1}{2000} = 0.5\ msec$

$\boxed{6}$ $n = \frac{F_s}{F_m}$

$\leftarrow n = \frac{2000}{1000} = 2$

n ← عدد العينات

$$n = \frac{F_s}{F_m}$$

F_s ← تردد اخذ العينات

F_m ← اكبر تردد للاشارة المتماثلة

A ← اتساع الإشارة

T ← الزمن الدوري

T_s ← زمن اخذ العينات

٢ مرحلة التكميم Quantization

تعريف

هي عملية تقريب القيم اللحظية او كل عينة التي أخذت في مرحلة اخذ العينات إلى اقرب مستويات التكميم مما يسهل عملية الترميز

مثال لنفرض ان اشارة المعلومات $m(t)$ هي عبارة عن اشارة خرج دائرة اخذ العينات محدودة الاتساع ضمن الفترة $[A, -A]$ وتقسم هذه الفترة الى عدد من المستويات او الدرجات المتساوية Δ

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

$A \Leftarrow$ اتساع الاشارة بالفولت

$L \Leftarrow$ عدد المستويات او الدرجات

$n \Leftarrow$ تمثل عدد خانات الثنائية اللازمة لتمثيل كل عينة عند الترميز

$$\boxed{L = 2^n}$$

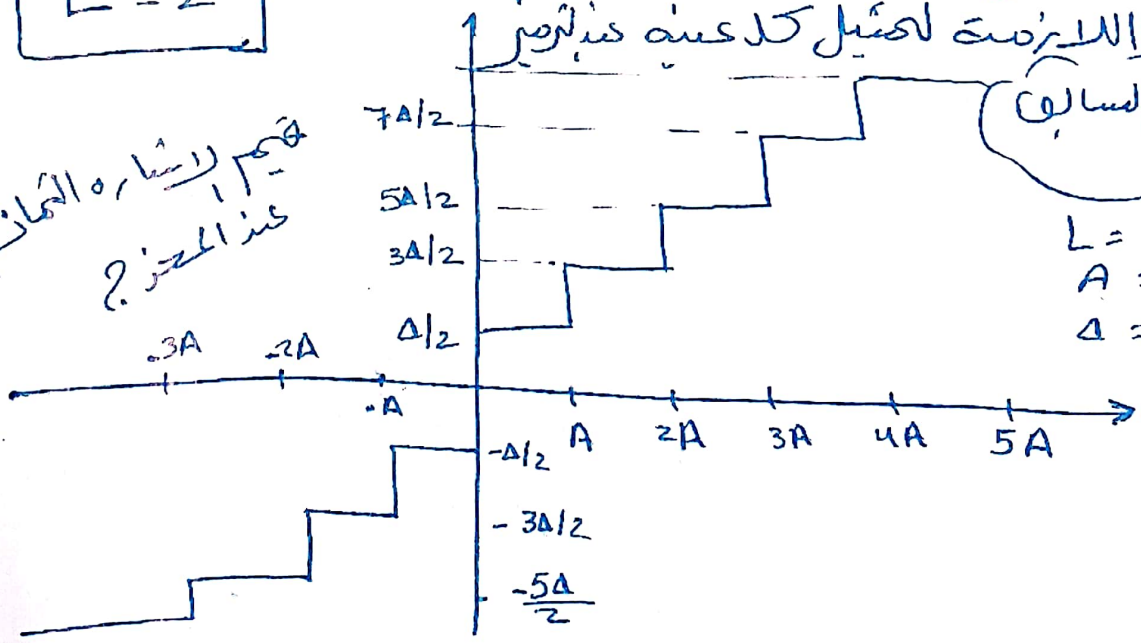
تابع المثال السابق

$L = 8$

$A = 4$

$\Delta = \frac{2A}{L} = \frac{2 \times 4}{8} = 1$

قيم الاشارة المماثلة عند المخرج؟



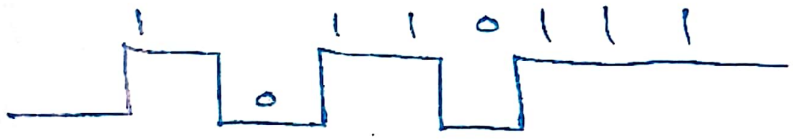
(٣) مرحلة الترميز او التشفير Coding

وفيها يتم اعطاء كل عينة عند مخرج المكمم ترميزاً ثنائياً

وكل عينة ثلاث خانات ثنائية لان المكمم له 8 مستويات

$L = 2^n = 8 = 2^3$

عدد المستويات — عدد الخانات الثنائية



تقنيات التعديل الرقمي

تنقسم عملية تعديل النبضات إلى نوعين

(١) تعديل النبضات التماثلي

- (أ) تعديل سعة النبضة PAM
- (ب) تعديل عرض النبضة PWM
- (ج) تعديل موقع النبضة PPM

(٢) تعديل النبضات الرقمي

- (أ) تعديل ترميز النبضات PCM
- (ب) تعديل دلتا DM

* ينقسم التعديل الرقمي في مجال الترددي العالي الى

(أ) تعديل سعة المفتاحي ASK

(ب) تعديل التردد المفتاحي FSK

(ج) تعديل الطور المفتاحي PSK

PAM = Pulse amplitude modulation
PWM = Pulse width modulation
PPM = Pulse Position modulation
PCM = Pulse Code modulation
DM = Delta modulation

عرف كل من انواع تعديل النبضات التماثلي ؟

مهم جداً

① تعديل سعة النبضة PAM

← هو تضمين سعة النبضة او اتساع النبضة وهنا يتناسب اتساع النبضة (الموجة كاملة) تناسباً طردياً مع اتساع المعلومة مع ثبوت عرض النبضة

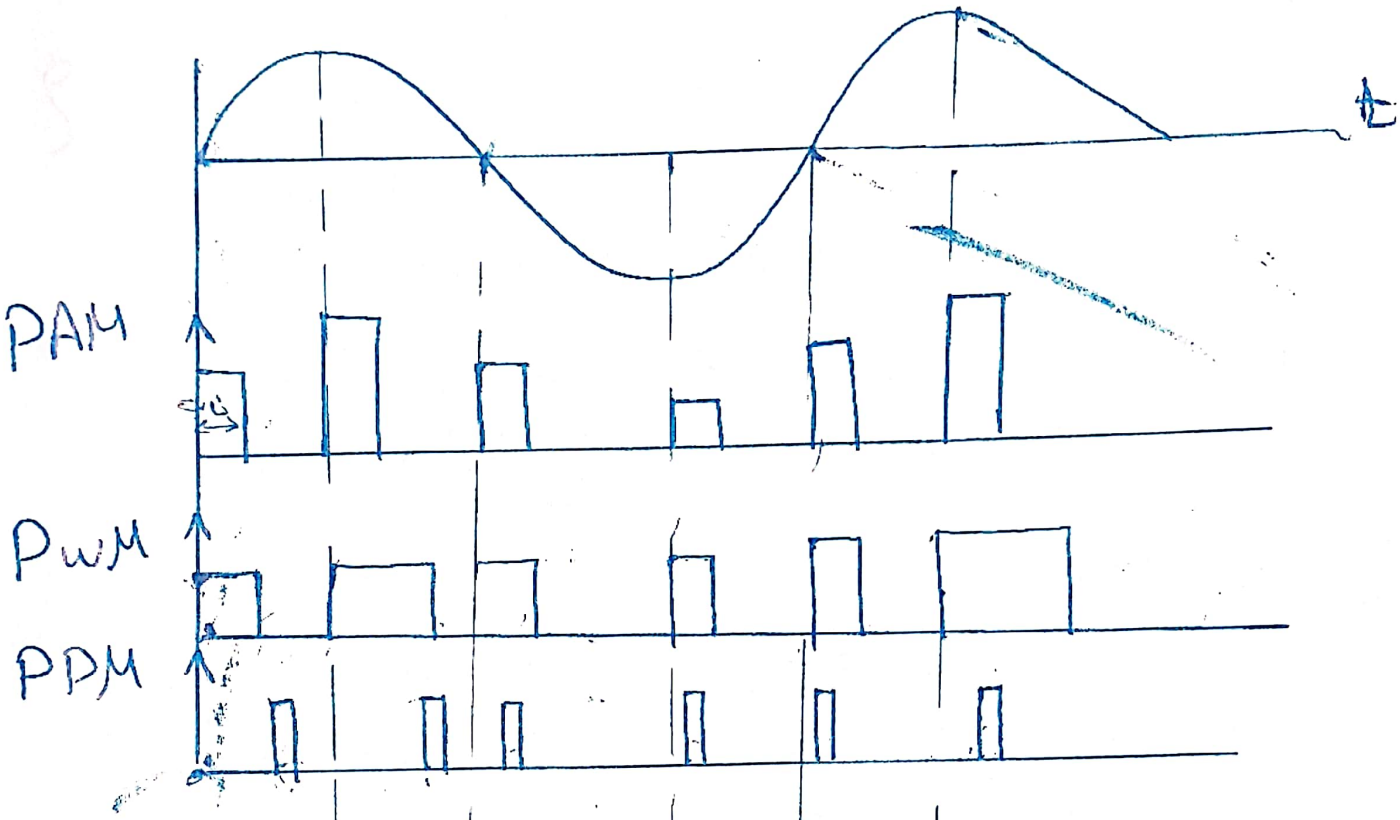
② تعديل او تضمين عرض النبضة PWM او PDM او PLM

← وفيه يتناسب عرض النبضة (للموجة كاملة) تناسباً طردياً مع اتساع اشارة المعلومات في نفس اللحظة مع ثبات اتساع النبضة يزداد عرض النبضة بزيادة اتساع او ارتفاع الاشارة والعكس صحيح وهو اقل تشويه من PAM

③ تعديل او تضمين مكان النبضة PPM

← وفيه يتناسب موقع النبضة تناسباً طردياً مع اتساع اشارة المعلومات في نفس اللحظة الزمنية مع ثبوت اتساع وعرض النبضة حيث يزداد تأخير موقع النبضة بزيادة اتساع الاشارة

ارسم شكل الإشارة بعد عمليات التعديل لكل من
PAM — PWM — PPM



وضح فيما تستخدم هذه الأنظمة PPM - PAM - PWM ؟

① في معدات الميكروويف
② في أنظمة الاتصالات قصيرة المدى
③ الليزر

عيوبها
① تحتاج الى عرض نطاق ترددي كبير

تعديل النبضات الرقمي

① التضمين النبضي PCM

اذكر مميزات وعيوب التعديل النبضي؟

① اكثر الانظمه شيوعاً واستخداماً في انظمه الاتصالات الهاتفية

② فاعلية عالية ضد التشويش

③ واستخدامه في التجميع الرقمي TDM

عيوبه

① يحتاج الى عرض نطاق ترددي كبير

② تعقيد أجهزه الارسال والاستقبال الخاصه به

الضوضاء Noise

عرف الضوضاء؟

هي عبارة عن طاقة غير مرغوب فيها تنشأ من مختلف عناصر انظمه الاتصالات

اذكر انواع التشويش؟ مع تعريف كل واحدة؟

① التشويش الغير مرتبط بالاشارة

② التشويش المرتبط بالاشارة

① التشويش الغير مرتبط بالاشارة

هو عبارة عن تشويش ليس له علاقة بالاشارة الاصلية المطلوب نقلها وله نوعان

Ⓐ التشويش الخارجي ← ضوضاء الغلاف الجوي
ضوضاء ناتجه من صنع الانسان

Ⓑ التشويش الداخلي ← هو تشويش ينتج من عناصر الدائرة الالكترونية مثل المقاومات وارتفاع درجه حرارة المكونات الالكترونية

② التشويش المرتبط بالاشارة

هو عبارة عن تشويش مرتبط بالاشارة الاصلية المطلوب نقلها

تشويش جونسون

ينص على ان طاقة التشويش الحراري تتناسب تناسباً طردياً مع عرض النطاق الترددي ودرجه الحرارة T

$$N = KTB$$

$K = 1.38 \times 10^{-23}$ J/K

K ← ثابت بولتزمان

N ← الضوضاء

T ← درجه الحرارة بالكلفن

B ← عرض النطاق الترددي بالهرتز

K° درجه الحرارة بالكلفن = C° درجه الحرارة بالسيلزيوس + 273

الضوضاء بالديسبل $N_{dB} = 10 \log KTB$

عرف نسبة الاشارة الى التشويش $\frac{S}{N}$

هي النسبه بين قدرة الاشارة بالوات P_s وقدرة التشويش بالوات P_n

$$\frac{S}{N} = \frac{P_s}{P_n}$$

بالديسبل $\left(\frac{S}{N}\right)dB = 10 \log\left(\frac{P_s}{P_n}\right)$

P_s ← قدرة الاشارة بالوات

P_n ← قدرة التشويش بالوات

مثال) اذا كان جهاز الكتروني يعمل عند درجه حرارة $17C^\circ$ وعرض النطاق الترددي $10KHZ$ احسب

① طاقة التشويش بالوات

② طاقة التشويش بالديسبل

الحل

$$T = 17^\circ C + 273 = 290\ K^\circ$$

$$B = 10KHZ$$

$$K = 1.38 \times 10^{-23}\ J/K$$

$$N = KTB$$

$$N = 290 * 1.23 \times 10^{-23} * 10 \times 10^{3} = \underline{4 \times 10^{-17}\ watt}$$

$$N(dB) = 10 \log KTB$$

$$= 10 \log 4 \times 10^{-17}$$

$$= \underline{\underline{\ldots\ dB}}$$

مثال: اذا كانت طاقة إشارة خرج مكبر 10watt و طاقة تشويش إشارة الخرج 0,01watt

احسب ما يلي

1. نسبة طاقة الاشارة الى طاقة التشويش
2. نسبة طاقة الاشارة الى طاقة التشويش بالديسبل

الحل

$P_s = 10$ watt

$P_n = 0,01$ watt

$$\frac{S}{N} = \frac{P_s}{P_n} = \frac{10}{0,01} = 1000$$

$$\left(\frac{S}{N}\right) dB = 10 \log \left(\frac{S}{N}\right)$$

$$= 10 \log 1000$$

$$\frac{S}{N} dB = 30 \ dB$$

اذكر انواع الارسال المتعدد المستخدمة في انظمة الاتصالات؟

1. الارسال المتعدد بالتقسيم المكاني SDM
2. الارسال المتعدد بالتقسيم الترددي FDM
3. الارسال المتعدد بالتقسيم الزمني TDM
4. الارسال المتعدد بالتقسيم الرمزي CDMA
5. الارسال المتعدد بالتقسيم الزمني والترددي TDM, FDM

تعريف الإرسال المتعدد

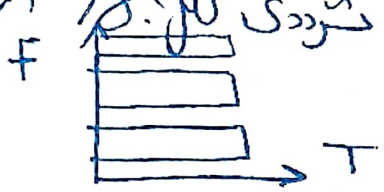
هي عملية تستخدم لإرسال عدد كبير من الإشارات على نفس القناة وذلك للاستغلال الكامل لعرض النطاق الترددي لقناة الاتصال

① الإرسال المتعدد بالتقسيم المكاني SDM

يتم تقسيم الترددات والقنوات المتاحة على المناطق الجغرافية حيث تخطى كل منطقة بنطاق من الترددات يختلف عن المنطقة المجاورة لها لمنع حدوث التداخل

② الإرسال المتعدد بالتقسيم الترددي FDM

يعتمد عمل هذا النوع على فصل ترددات الإشارات المرسلة ويتم تخصيص نطاق ترددي لكل جهاز إرسال



③ الإرسال المتعدد بالتقسيم الزمني TDM

يتم في هذا النوع تقسيم الزمن بين أجهزة الإرسال في خط اتصال واحد للاستفادة من الفترات الزمنية التالية وهذا يتطلب المزامنة بين أجهزة الإرسال والاستقبال

④ الإرسال المتعدد بالتقسيم الرمزي CDMA

في هذا النوع يتم استغلال كافة القنوات المتاحة في عملية الإرسال حيث اعطاء كل جهاز إرسال رمز خاص به وفي أجهزة الاستقبال يتم التعرف على هذه الإشارات حسب رمز كل جهاز

مميزات هذا النوع

① زيادة معدل النظم مقارنة بالنظم الأخرى
② عدم الحاجة الى مزامنة بين اجهزة الارسال والاستقبال
③ الارسال المتعدد بالتقسيم الزمني والترددي TDM, FDM

في هذا النوع يتم الاستفادة من مميزات التقسيم الزمني والتقسيم الترددي وذلك عن طريق تخصيص اكثر من نطاق ترددي للبث وتقسيم هذه النطاقات زمنياً بين اجهزة الارسال والاستقبال

العيوب

① الاحتياج الدائم لعملية المزامنة وتنسيق الارسال والاستقبال
② تعقيد هذه الاجهزة

اسئلة هامة
على الباب الثاني

س١ ماهي انواع الاشارات المستخدمة في انظمة الاتصالات؟
مع ذكر امثال للتعديل وتحويل هذه الاشارات

س٢ اذكر مزايا وعيوب الانظمة الرقمية عن الانظمة التماثلية

س٣ ارسم المخطط العام عناصر نظام الاتصالات الرقمية مع شرح الاستقبال

س٤ ماهي العمليات التي تتم في مرحلة التهيئة للاشارات التماثلية والرقمية

س٥ عرف الضوضاء في نظام الاتصالات الرقمية؟ واذكر انواعها

س٦ ماهي مميزات وعيوب التضمين PCM؟

س٧ اذكر انواع الارسال المتعدد؟

س٨ اذكر انواع التعديل الرقمي؟

س٩ عرف الضوضاء مع ذكر انواعها واحسب طاقة التشويش بالوات والديسيبل اذا كان جهاز الكتروني يعمل عند درجة حرارة 20°C وعرض النطاق 16 كيلوهرتز

س١٠ اذا كان جهاز الكتروني يعمل عند درجة حرارة 18°C وعرض النطاق 15KHZ احسب طاقة التشويش بالوات والديسيبل