## مسائل PCM (Pulse Code Modulation)

- المسألة الأولى:

- إشارة تناظرية (Analog Signal) ذات تردد 4 kHz يتم تحويلها إلى إشارة رقمية باستخدام نظام PCM
- عدد مستويات التكميم هو 16. المطلوب:

1. حساب تردد أخذ العينات؟
2. حساب عدد البتات لكل عينة؟
3. حساب معدل نقل البيانات؟

* الحل:

1. وفقاً لنظرية نايكويست: $f_s \geq 2 \times f_{max}$

لدينا $f_{max} = 4\ kHz \leftarrow f_s = 2 \times 4 = 8\ kHz$

2. لدينا العلاقة: $L = 2^n$ عدد مستويات التكميم

عدد البتات لكل عينة $\rightarrow n = \log_2(16) = 4$

3. معدل نقل البيانات: $R_b = f_s \times n = 8000 \times 4 = 32000\ (bps)$

- المسألة الثانية:

- تم تحويل إشارة تناظرية إلى إشارة رقمية باستخدام PCM حيث:

$f_s = 12\ kHz$ تردد أخذ العينات

$n = 6$ عدد البتات لكل عينة

$ts = 10\ sec$ مدة الإشارة

- المطلوب: حساب حجم البيانات (Data size) التي تمثل هذه الإشارة الرقمية؟

* الحل: حجم البيانات = معدل أخذ العينات × عدد البتات لكل عينة × مدة الإشارة

$\rightarrow$ Data size $= 12000 \times 6 \times 10 = 720000\ bits$

تحويل إلى Byte (1 بايت = 8 بت)

$\rightarrow$ Data size $= \frac{720000}{8} = 90000\ bytes = 90\ KB.$

REDMI 13C 10/28/2025 16:22

/ /

## المسألة الثالثة:

- تم تحويل إشارة تناظرية إلى إشارة رقمية باستخدام PCM. عدد مستويات التكميم L = 32، ونطاق الإشارة هو من -5V إلى 5V.

المطلوب:

① حساب الخطأ الأقصى في التكميم

② حساب الخطأ المتوسط في التكميم

* الحل:

① الخطأ الأقصى في التكميم يحدث عندما تكون العينة في أقصى مدى لها (بين مستويين متجاورين)، يتم حسابه باستخدام العلاقة الآتية:

الخطأ الأقصى في التكميم = $V_{max} - V_{min} / 2L$

حيث:

$V_{max} = 5V$

$V_{min} = -5V$

$L = 32$

$\rightarrow 5 - (-5) / 2 \times 32 = 10 / 64 = 0.15625 (V)$

② الخطأ المتوسط في التكميم = الخطأ الأقصى بالتكميم $/ \sqrt{3}$

$= 0.15625 / \sqrt{3} \approx 0.09 (V)$

## المسألة الرابعة:

- إشارة تناظرية يتم تحويلها إلى إشارة رقمية باستخدام PCM:

$f_s = 10 kHz$

$t = 2 Sec$

المطلوب: حساب عدد العينات التي سيتم أخذها من الإشارة التناظرية؟

الحل:

عدد العينات = $f_s \times t = 10 \times 2 = 20000$ عينة

REDMI 13C S A B B A 10/28/2025 16:22

## PSK (phase shift keying)

## مسائل

- المسألة الأولى:

- في تعديل الطور PSK، إذا كان لدينا إشارة رقمية وتستخدم PSK-2 ما هي عدد الأطوار الممكنة:

الحل:

- في PSK-2 يوجد طوران فقط (طورين مختلفين بالمرحلة)

إذن عدد الأطوار الممكنة = 2.

- المسألة الثانية:

- إذا كان تردد الإشارة في BPSK (Binary psk) هو (1 MHz) والزمن لكل بت هو (1 NS) فما هو معدل البيانات في النظام؟

الحل:

معدل البيانات = 1 / الزمن لكل بت

$$= \frac{1}{1\,NS} = 1Mbps$$

- المسألة الثالثة:

- في PSK-4 إذا تم تعديل البيانات باستخدام 4 أطوار مختلفة فما هو عدد البتات التي يمكن إرسالها في كل طور؟

الحل: نعلم أن عدد الأطوار = $2^n$ حيث n عدد البتات

$4 = 2^n \Rightarrow n = 2$ بت (في كل طور)

- المسألة الرابعة:

- في نظام BPSK، إذا كانت الطاقة لكل بت $E = 5\ mJ$ وكانت الضوضاء ($N_0$) تساوي 1 (mW) احسب نسبة الطاقة إلى الضوضاء (SNR).

الحل:

$$SNR = \frac{E_b}{N_0} = \frac{5 \times 10^{-3}\ (J)}{1 \times 10^{-3}\ (W)} = 5$$

Nehad S A B B A G H
REDMI 13C 10/28/2025 16:22

## مسائل QAM (Quadrature Amplitude Modulation)

- المسألة الأولى:

- في نظام QAM-64 إذا كان معدل البيانات $R = 10\,Mbps$
ما هو عدد الرموز في الثانية في النظام ؟

الحل: $R =$ عدد البتات لكل رمز $\times$ معدل الرموز في الثانية

بما أنه لدينا QAM-64 ← كل رمز يمثل 6 بتات لأن:

$$M = 64 \Rightarrow 2^n = 64 \Rightarrow n = 6$$

معدل الرموز في الثانية إذن $= \frac{R}{n} = \frac{10}{6} =$

$= 1.67\ M\,Symbols/sec$

- المسألة الثانية:

- في نظام QAM-16 إذا كانت مدة إرسال كل رمز هي $1\,\mu s$
فما معدل البيانات إذا كان كل رمز يمثل 4 بتات ؟

الحل:

$$\text{معدل البيانات} = \frac{\text{عدد البتات في كل رمز}}{\text{مدة إرسال كل رمز}} = \frac{4}{1\,\mu s} =$$

$$= 4 \times 10^6\ bps = 4\ Mbps$$

REDMI 13C 10/28/2025 16:23
Nehad S A B B A G H