

תרגיל בית 4

בכל השאלות, הראה את דרך החישוב.

1. פרימיניג

a. קידוד פרימיניג:

- i. מה יהיה הרצף שישדר אחריו פרימיניג, כ商量ים בום, כשהמבחן 0xBB הוא FLAG והו 0xAA.

כשה-FLAG ישדר את הרצף הבא:

0x AA AA BB BB BB B1 1B 11 1A A1 AB 7A

- ii. מה יהיה הרצף שישדר כשהפרימיניג יבוצע-ב Byte stuffing שתוואר בשקפי הרצאה כפי שמצוין ב프וטוקול PPP over SONET, עבור הרצף הבא:

0x 7E 7D 7E 7D 5E 5D 5D AA AA BB BB 7E 7E 11

- iii. מה יהיה הרצף שישדר אחריו פרימיניג, כ商量ים בום, כמו שתואר בהרצאה. כשהנדרש לשדר את הרצף הבא:

0x AA FA FF A8 FF FF AA

b. פיענוח פרימיניג:

- i. יש לפענה את רצף הבתים שהתקבלו בשכבת הLINK, לרצף שהיה לפני ביצוע הפרימיניג.

0x AA BB AA 1B BB BB BB AB BB BB 1A A1 BB BB AA

- כשהפרימיניג יבוצע-ב Byte stuffing כשה-FLAG הוא 0xAA ו-ESC הוא 0xBB.

- ii. יש לפענה את רצף הבתים שהתקבלו בשכבת הLINK, לרצף שהיה לפני ביצוע הפרימיניג.

0x 7E 7D 5E AA 7D 5D BB 7D 5E 7D 5E 11 22 BB 7D 5E 7E

- כשהפרימיניג יבוצע-ב Byte stuffing שתוואר בשקפי הרצאה כפי שמצוין בפרוטוקול PPP over SONET

2. internet checksum

a. חשב את ה-internet checksum של ההודעה הבאה:

0x 4B C7 E0 9B 0D 73 2F FD B7 67 84 B2 6A F9 47 5E 05 09

- b. בדוק האם הייתה שגיאה בהודעה הבאה התקבלה עם קוד לגילוי שגיאות internet checksum. בשים:

0x 9B AF B7 9F 31 35 C1 08 16 A3 35 D0 23 D5 EB B2 B0 B9

3. CRC

a. חשב את ה-CRC של ההודעה הבאה, עם ה-generator 10010:

0x 77 AC 3A

- b. בדוק האם הייתה התקבלה עם קוד CRC לגילוי שגיאות, עם ה-generator 10010: 0x 35 F1 BC 0D

האם היו שגיאות בשידור?

4. Hamming code

a. להוכיח את הטענה Hamming code לגילוי שגיאות:

0x 35 F1 BC

נתון שכלל היותר הייתה שגיאה של בית אחד בשידור. האם הייתה שגיאה בשידור? מה המידע ששודר?

5. יש להוכיח את השאלות 13 ו-15 מקובץ השאלות מה מבחנים על שכבת הLINK פרימיניג וגילוי ותיקון שגיאות.

1. פרימיניג

a. קידוד פרימיניג:

i. מה יהיה הרצף שישודר אחרי פרימיניג, כשבוצעים ,Flag byte with byte stuffing כשה-FLAG הוא 0xAA וה-ESC הוא 0xBB. כנדרש לשדר את הרצף הבא:

0x AA AA BB BB BB B1 1B 11 1A A1 AB 7A

ii. מה יהיה הרצף שישודר כשהפרימיניג יבוצע ב- Byte stuffing שתואר בשקפי הרצאה כפי שבוצע בפrotocol PPP over SONET, עברו הרצף הבא:

0x 7E 7D 7E 7D 5E 5E 5D 5D AA AA BB BB 7E 7E 11

iii. מה יהיה הרצף שישודר אחרי פרימיניג, כשבוצעים ,bit stuffing כמו שתואר בהרצאה. כנדרש לשדר את הרצף הבא:

0x AA FA FF A8 FF FF AA

$$E = \text{ESC}$$

$$F = \text{Flag ESC}$$

F F E E E

0x AA AA BB BB BB B1 1B 11 1A A1 AB 7A

0x AA B6 AAB DAA BBD B8 B8 B8 B8 B8 B8 B1 1B 11 1A A1 AB 7A AA

ii. מה יהיה הרצף שישודר כשהפרימיניג יבוצע ב- Byte stuffing שתואר בשקפי הרצאה כפי שבוצע בפrotocol PPP over SONET, עברו הרצף הבא:

0x 7E 7D 7E 7D 5E 5E 5D 5D AA AA BB BB 7E 7E 11

PPP over Sonet :

7E ⇒ 7D SE

7D ⇒ 7D SD

7E 7E *

7E 7DSE 7DSD 7DSE 7DSD SE SE SD SD AA AA
BB B8 7DSE 7DSE 11 7E

iii. מה יהיה הרצף שישודר אחרי פרימינג, כשמבצעים bit stuffing כמו שתואר בהרצאה. כשנדרש לשדר את הרצף הבא:

0x AA FA FF A8 FF FF AA

<u>AA</u> 10101010 <u>FF</u> 11111111	<u>FA</u> 11111010 <u>AA</u> 10101010	<u>FF</u> 11111111 <u>AA</u> 10101010	<u>A8</u> 10101000 <u>FF</u> 11111111
--	--	--	--

Flag 01111110 10101010 111110₌₁₀ 111101₌ 101000 111110₌₁
 1111101₌ 010101010 C1111110

b. פיענוח פרויימינג:

יש לפענה את רצף הבטים שהתקבלו בשכבת הלינק, לרוץ' שהיה לפני ביצוע הפרימינג.

0x AA BB AA 1B BB BB BB BB AB BB BB 1A A1 BB BB AA

כשהפרימיניג בוצע ב-FLAG הוא 0xAA וה-ESC הוא 0xBB Byte stuffing

iii. יש לפענה את רצף הבתים שהתקבלו בשכבת הלינק, לרצף שהיה לפני ביצוע הפרימינג.

0x 7E 7D 5E AA 7D 5D BB 7D 5E 7D 5E 11 22 BB 7D 5E 7E

כשהפרימינג בוצע ב-byte stuffing שתוואר בשקפי הרצאה כפי שמצוע ב프וטוקול

PPP over SONET

0x AA BB AA 1B BB BB BB BB AB BB BB 1A A1 BB BB AA

Res: OX AA 1B BB BB AB BB 1A A1 BB

0x 7E 7D 5E AA 7D 5D BB 7D 5E 7D 5E 11 22 BB 7D 5E 7E
7D 5E → 7E
7D 5D → 7D

internet checksum .2

. חשב את ה-internet checksum של ההודעה הבאה:

0x 4B C7 E0 9B 0D 73 2F FD B7 67 84 B2 6A F9 47 5E 05 09

b. הבדיקה הבאה התקבלה עם קוד לגילוי שגיאות internet checksum. בדוק אם הייתה שגיאה.

בשידור:

0x 9B AF B7 9F 31 35 C1 08 16 A3 35 D0 23 D5 EB B2 B0 B9

0x 4B C7 E0 9B 0D 73 2F FD B7 67 84 B2 6A F9 47 5E 05 09 (Q

1971 1972 1973

$$\begin{array}{r}
 & 4BC7 \\
 + & E09B \\
 + & OD73 \\
 + & 2F FD \\
 + & B7G7 \\
 + & 84B2 \\
 + & GAF9 \\
 + & 47SE \\
 + & CS09 \\
 \hline
 & 0X SDSE
 \end{array}$$

$$P(\omega) \approx 1 - \int \rho_{\text{th}}(y) dy$$

Checksum = $\sim 0 \times 5DSE$

checksum = 0x A7B1

0x 9B AF B7 9F 31 35 C1 08 16 A3 35 D0 23 D5 EB B2 B0 B9

= 3.32 0.1 0.1 1.17 1.17 (b)

9B AF

+
B79F

+
3135

+
C108

+
16A3

+
35D0

+
F3D5

+
EBB2

BC B9

0x 5232

Checksum = ~0x5232 = 0x ADCD ≠ 0xFFFF

idle ~...? / 0f

CRC .3

.a

0x 77 AC 3A

.b

0x 35 F1 BC 0D

האם היו שגיאות בשידור?

10010: generator של ההודעה הבאה, עם ה-CRC

10010: generatorCRC 0x 77 AC 3A

ההודעה הבאה התקבלה עם קוד CRC לגילוי שגיאות, עם ה-CRC

ר睹כ יא → ביהי עגנ גראן:

0 111 0111 1010 1100 0011 1010
 יונס ? נס? יונס ? נס? CRC → CRC

0 111 0111 1010 1100 0011 1010 0000

Generator - סינון CRC פירוט

100 10

0 111	0 111	1 000	1 011	1 011	0 101	0 000
0 111	0 111	1 010	1 100	0 011	1 010	0 000

$$\begin{array}{r}
 0000\ 0 \\
 \hline
 111\ 01 \\
 \hline
 100\ 10 \\
 \hline
 11\ 111 \\
 \hline
 10\ 010 \\
 \hline
 11011 \\
 \hline
 10010 \\
 \hline
 10011 \\
 \hline
 10010
 \end{array}$$

10 010

111 10

100 10

11000

100 10

$$\begin{array}{r}
 10100 \\
 10010 \\
 \hline
 11001 \\
 10010 \\
 \hline
 10111 \\
 10010 \\
 \hline
 010110 \\
 10010 \\
 \hline
 010010 \\
 10010 \\
 \hline
 0000 \quad \text{CRC} \\
 \hline
 000
 \end{array}$$

$$\text{CRC} = 0 \Rightarrow \text{OK}$$

b. ההודעה הבאה התקבלה עם קוד CRC לגילוי שגיאות, עם ה-
generator 0x35 F1 BC 0D

0c11 0101 1111 0001 1011 1100 0000 1101 / פיר גדי יק.

$$\text{generator} = 10010 \Rightarrow \text{F1BC}$$

$$\begin{array}{r}
 10010 \longdiv{0c11010111110001101111000001101} \\
 10010 \\
 \hline
 10001 \\
 10010 \\
 \hline
 0011111 \\
 10010 \\
 \hline
 11011 \\
 10010 \\
 \hline
 10010
 \end{array}$$

0000 0011 011

10010

—————
10011

10010

—————
00011000

10010

—————
10100

10010

—————
11000

10010

—————
10101

10010

—————
011110

10010

—————
11001

10010

—————
1011

2

↗ ↘ > — 11001 10 < — 10010 011' ↗ ↘

Hamming code .4

ההודה הבהה התקבלה עם Hamming code לגילוי שגיאות:

0x 35 F1 BC

נתון שלכל היוטר הייתה שגיאה של בית אחד בשידור. האם הייתה שגיאה בשידור? מה המידע ששודר?

ר' יר. מחרב:

12 4 8 16
 00 11 01 01 11 11 000
 = = = = = = =

XOR

9 bit 1

0 bit 2

0 bit 4

1 bit 8

0 bit 16

• C - סט של כל גיבוב. S_{17} \rightarrow S_{17} \rightarrow S_{17}

00110100	11110001	10111100
----------	----------	----------

סימן נגדי: ✓ ✓ ✓

101 0111 1000 1011 1100

13. בערך מסוים מועברים פרימיום באורך 1000 ביטים. בערך יש שגיאות אקראיות, אך מובטח שבפריים מסוימים המרחק המיקסומי בין זוג ביטים שגויים יהיה תמיד קטן מ-20. לעומת זאת לדוגמה הביט השגוי הראשון בפריים הוא הביט ה-500 עד הביט האחרון השגוי בפריים הוא הביט ה-519 ואין ביטים שגויים אחריו ביט זה.

בנה אלגוריתם לתקן שגיאות שמתוארים לערך.

כמה ביטים נוספים נדרש לשדר באלגוריתם שכתבת מלבד ביטי הפריים המקורי?

השאלה היא כלהלן: נניח ש- x_0, x_1, \dots, x_{999} הם הביטים
 רצונם הוא $x_0 = 1000$, $x_1 = 1001$, ..., $x_{499} = 500$, $x_{500} = 519$, ..., $x_{999} = 1000$
 ו- $x_{500} = 519$ הוא שגוי. עלינו למצוא x_{501}, \dots, x_{999} כך ש- x_{500} יהיה שגוי.
 נשים לב ש- x_{500} הוא שגוי, ולכן $x_{500} \oplus x_{501} \oplus \dots \oplus x_{999}$ יהיה לא-שגוי. לכן
 $x_{500} \oplus x_{501} \oplus \dots \oplus x_{999} = 1000$.
 נשים לב ש- $x_{500} = 519$, ולכן $x_{501} \oplus \dots \oplus x_{999} = 519$.
 נשים לב ש- $x_{500} = 519$, ולכן $x_{501} \oplus \dots \oplus x_{999} = 519$.

מקוד parity אפשר לבנות קוד parity תלת ממד שגם יכול לתקן שגיאות. הרעיון הוא לשדר 15 bites בлокים כשל בлок הוא בעל ח' שורות עם ו' bites לשורה. בכל בлок סוכמים כל שורה ומוסיפים bites parity בסוף כל שורה. בנוסף בכל בлок סוכמים כל עמודה ומוסיפים bites parity בסוף העמודה כך שנוצרת שורה נוספת של bites parity. בנוסף סוכמים את כל הביטים בעלי מקומות דומים בכל הבלוקים ליצור parity בлок נוסף קר שמתקיים בכל הבלוק parity נוסף.

הדוגמה הבאה היא של בлок parity תלת ממד בגודל של 3×3 .

1	0	0	1
0	1	1	0
0	0	0	0
1	1	1	1

1	0	1	0
1	1	0	0
0	0	1	1
0	1	0	1

1	0	1	0
1	0	0	1
1	1	1	1
1	1	0	0

1	0	0	1
0	0	1	1
1	1	0	0
0	1	1	0

ביטי parity מסומנים באפור. רואים שבכל בлок י' עבר כל שורה וכל עמודה ביט parity

טסף. אפשר לראות לדוגמה בבלוק הראשון שבשורה השנייה חושב ביט parity עם ערך 0

(מסומן בחז'). בנוסף הבלוק הרביעי הוא בлок parity, וכל הביטים שבו הם ביטי parity שחושבו על הביטים המתאימים בשלושת הבלוקים הראשונים.

8

כתב כאן מה Hamming Distance של קוד parity התלת ממד:

הסביר:

ההבדל בין סדרה נורמלית ו- נורמלית הוא 8 (ההפרש בין סדרה ג'ריז' 8 לבין סדרה צ'ריז' 8). נורמלית נורמלית ו- נורמלית נורמלית ג'ריז' 8 צ'ריז' 8. סדרה ג'ריז' נורמלית נורמלית.

פתרונות תרגיל בית 4

.1

פרימיניג

a. קידוד פרימיניג:

.i. מה יהיה הרצף שישדר אחרי פרימיניג, כ商量ים, כשהמוצעיםFlag byte with byte stuffing, הוא 0xAA וה-ESC הוא 0xBB. כנדרש לשדר את הרצף הבא:

0x AA AA BB BB BB B1 1B 11 1A A1 AB 7A

פתרון:

0x **AA** BB AA **BB** AA **BB** BB BB BB BB B1 1B 11 1A A1 AB 7A **AA**
בירוק ה-FLAG, בכחול ה-ESC.

.ii. מה יהיה הרצף שישדר כהפרימיניג יבוצע ב-Byte stuffing שתואר בשקפי ההרצאה כפי שמדובר ב프וטוקול PPP over SONET, עבור הרצף הבא:

0x 7E 7D 7E 7D 5E 5D 5D AA AA BB BB 7E 11

פתרון:

0x **7E** **7D** **5E** **7D** **5D** **7D** **5E** **5D** 5D AA AA BB BB **7D** **5E** **7D** **5E** 11 **7E**
.ESC, באדום הבטים שהשתנו אחרי ששמו את ה-FLAG.

.iii. מה יהיה הרצף שישדר אחרי פרימיניג, כ商量ים, כמו שתואר בהרצאה. כנדרש לשדר את הרצף הבא:

0x AA FA FF A8 FF FF AA

פתרון:

訳文

1010 1010 1111 1010 1000 1111 1111 1111 1111 1111 1010 1010

נוסף flags ו-bit stuffing, כפי שמתואר בהרצאה:

0111 1110 1010 1010 1111 10010 1111 10111 1010 1000 1111 10111 11011 11101 1010 1010 0111 1110
bit stuffing, FLAG, בכחול ה-FLAG, בירוק ה-ESC.

b. פיענוח פרימיניג:

.i. יש לפענה את רצף הבטים שהתקבלו בשכבה הילינק, לרצף שהוא לפני ביצוע הפרימיניג.

0x AA BB AA 1B BB BB BB AB BB BB 1A A1 BB BB AA
כשהפרימיניג יבוצע ב-Byte stuffing כשה-ESC הוא 0xAA וה-FLAG הוא 0xBB.

פתרון:

0x **AA** **BB** AA **1B** **BB** **BB** **BB** AB **BB** **BB** 1A A1 **BB** **BB** **AA**
0x AA 1B BB BB AB BB BB 1A A1 BB

.ii. יש לפענה את רצף הבטים שהתקבלו בשכבה הילינק, לרצף שהוא לפני ביצוע הפרימיניג.

0x 7E 7D 5E AA 7D 5D BB 7D 5E 7D 5E 11 22 BB 7D 5E 7E
כשהפרימיניג יבוצע ב-Byte stuffing כמי שמדובר בפרוטוקול PPP over SONET

פתרון:

0x **7E** **7D** **7E** AA **7D** **7D** BB **7D** **7E** **7D** **7E** 11 22 BB **7D** **7E** **7E**
0x 7E AA 7D BB 7E 7E 11 22 BB 7E

internet checksum .2

חשב את ה-internet checksum של ההודעה הבאה: .a

0x 4B C7 E0 9B 0D 73 2F FD B7 67 84 B2 6A F9 47 5E 05 09

תשובה:

נחלק את ההודעה לקובוצות של 16 ביט, נסכום ב-1's complement

$$\begin{array}{r} 4B \quad C7 \\ + \quad E0 \quad 9B \\ + \quad 0D \quad 73 \\ + \quad 2F \quad FD \\ + \quad B7 \quad 67 \\ + \quad 84 \quad B2 \\ + \quad 6A \quad F9 \\ + \quad 47 \quad 5E \\ + \quad 05 \quad 09 \\ \hline 3 \quad 5D \quad 4B \\ + \quad 5D \quad 4B \\ \hline \quad \quad \quad 3 \\ \hline 5D \quad 4E \end{array}$$

نمיר לבינארי ונחליף סימן ב-1's complement, כלומר נהפרק כל בית:

0101 1101 0100 1110
0101 0010 1011 0001

نمיר בחזרה לבסיס 16, ונקבל sha-checksum הוא: A2B1

.b. ההודעה הבאה התקבלה עם קוד לגילוי שגיאות internet checksum. בדוק האם הייתה שגיאה בשידור:

0x 9B AF B7 9F 31 35 C1 08 16 A3 35 D0 23 D5 EB B2 B0 B9

תשובה:

נחלק את ההודעה לקובוצות של 16 ביט, נסכום ב-1's complement

$$\begin{array}{r} 9B \quad AF \\ + \quad B7 \quad 9F \\ + \quad 31 \quad 35 \\ + \quad C1 \quad 08 \\ + \quad 16 \quad A3 \\ + \quad 35 \quad D0 \\ + \quad 23 \quad D5 \\ + \quad EB \quad B2 \\ + \quad B0 \quad B9 \\ \hline 4 \quad 52 \quad 3E \\ + \quad 52 \quad 3E \\ \hline \quad \quad \quad 4 \\ \hline 52 \quad 42 \end{array}$$

החיבור אמר ליצאת FFFF ששකול ב-1's complement ל-0. כיוון שלא יצא כך אנחנו מניחים שיש שגיאה בשידור.

CRC .3

чисב את ה-CRC של ההודעה הבאה, עם ה-generator .a

0x 77 AC 3A

פתרונות:

נמיר את ההודעה לבינארי:

0111 0111 1010 1100 0011 1010

ה-CRC יהיה בגודל 4, ולכן נוסיף 4 אפסים, ונחלק ב-generator :

$$\begin{array}{r} 1 \quad 0 \quad 0 \quad 1 \quad 0 \\ \text{---} \\ 0 \quad 1 \quad 1 \quad 1 \quad 0 \quad 1 \quad 1 \quad 1 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 1 \quad 0 \quad 1 \quad 1 \quad 0 \quad 1 \quad 0 \quad 1 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \\ 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \\ \text{---} \\ 1 \quad 1 \quad 1 \quad 0 \quad 1 \\ 1 \quad 0 \quad 0 \quad 1 \quad 0 \\ \text{---} \\ 1 \quad 1 \quad 1 \quad 1 \quad 1 \\ 1 \quad 0 \quad 0 \quad 1 \quad 0 \\ \text{---} \\ 1 \quad 1 \quad 0 \quad 1 \quad 1 \\ 1 \quad 0 \quad 0 \quad 1 \quad 0 \\ \text{---} \\ 1 \quad 0 \quad 0 \quad 1 \quad 1 \\ 1 \quad 0 \quad 0 \quad 1 \quad 0 \\ \text{---} \\ 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 1 \quad 0 \quad 0 \quad 1 \quad 0 \\ \text{---} \\ 1 \quad 0 \quad 0 \quad 1 \quad 0 \\ \text{---} \\ 1 \quad 1 \quad 1 \quad 1 \quad 0 \\ 1 \quad 0 \quad 0 \quad 1 \quad 0 \\ \text{---} \\ 1 \quad 1 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \\ 1 \quad 0 \quad 0 \quad 1 \quad 0 \\ \text{---} \\ 1 \quad 0 \quad 0 \quad 1 \quad 0 \\ 1 \quad 0 \quad 0 \quad 1 \quad 0 \\ \text{---} \\ 0 \quad 1 \quad 0 \quad 0 \quad 1 \quad 0 \\ 1 \quad 0 \quad 0 \quad 1 \quad 0 \\ \text{---} \\ 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \end{array}$$

קיבלנו שה-CRC הוא 0000

הערה: בחילוק יש כאן קיצור, שמקוצר קצר את הכתיבה. אפשר לעבוד לפי הקיצור זהה או פשוט לכתוב הכל, התוצאה אמורה לצאת זהה.

ההודעה הבאה התקבלה עם קוד CRC לגילוי שגיאות, עם ה-*hex*

0x 35 F1 BC 0D

אם היו שגיאות בשידור?

פתרונות:

נמיר את ההודעה לבינארי:

0011 0101 1111 0001 1011 1100 0000 1101

ונחלק ב-*generator*:

$$\begin{array}{r} 1 \quad 0 \quad 0 \quad 1 \quad 0 \quad | \quad 0 \quad 0 \quad 1 \quad 1 \quad 0 \quad 1 \quad 0 \quad 0 \quad 1 \quad 1 \quad 1 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 1 \quad 1 \quad 0 \quad 0 \quad 1 \quad 1 \quad 1 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 1 \quad 1 \\ \underline{-} \quad 1 \quad 0 \quad 0 \quad 1 \quad 0 \\ \hline 1 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 1 \\ \underline{-} \quad 1 \quad 0 \quad 0 \quad 1 \quad 0 \\ \hline 0 \quad 0 \quad 1 \quad 1 \\ \underline{-} \quad 1 \quad 0 \quad 0 \quad 1 \quad 0 \\ \hline 1 \quad 1 \quad 0 \quad 1 \\ \underline{-} \quad 1 \quad 0 \quad 0 \quad 1 \quad 0 \\ \hline 1 \quad 0 \quad 0 \quad 1 \\ \underline{-} \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \\ \hline 0 \quad 0 \quad 1 \quad 1 \\ \underline{-} \quad 1 \quad 0 \quad 0 \quad 1 \quad 0 \\ \hline 1 \quad 0 \quad 0 \quad 1 \\ \underline{-} \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \\ \hline 0 \quad 0 \quad 1 \quad 1 \\ \underline{-} \quad 1 \quad 0 \quad 0 \quad 1 \quad 0 \\ \hline 1 \quad 0 \quad 0 \quad 1 \\ \underline{-} \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 1 \\ \hline 1 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \\ \underline{-} \quad 1 \quad 0 \quad 0 \quad 1 \\ \hline 1 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \\ \underline{-} \quad 1 \quad 0 \quad 0 \quad 1 \\ \hline 1 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \\ \underline{-} \quad 0 \quad 1 \quad 1 \quad 1 \\ \hline 1 \quad 0 \quad 0 \quad 1 \quad 0 \\ \underline{-} \quad 1 \quad 1 \quad 0 \quad 0 \\ \hline 1 \quad 0 \quad 1 \quad 0 \end{array}$$

רואים שיש שרירות ולכן אנחנו מניחים שהיו שגיאות.

Hamming code .4

ההודעה הבאה התקבלה עם Hamming code לגילוי שגיאות:

0x 35 F1 BC

נתנו שלכל היותר הייתה שגיאה של בית אחד בשידור. האם היה שגיאה בשידור? מה המידע ששודר?

תשובה:

נמיר את ההודעה לBINARI:

0011 0101 1111 0001 1011 1100

נכתב את הביטים עם המספר שלהם ונסמן את ביתי הבדיקה:

$\frac{0}{1}$	$\frac{0}{2}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{0}{5}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{0}{7}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{9}$	$\frac{1}{10}$	$\frac{1}{11}$	$\frac{1}{12}$	$\frac{0}{13}$	$\frac{0}{14}$	$\frac{0}{15}$	$\frac{1}{16}$	$\frac{1}{17}$	$\frac{0}{18}$	$\frac{1}{19}$	$\frac{1}{20}$	$\frac{1}{21}$	$\frac{1}{22}$	$\frac{1}{23}$	$\frac{0}{24}$
---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------

נחשב את הסינדרום:

נוסף את הסכום של בית 1, ביחסים: 1,3,5,7,9,11,13,15,17,19,21,23 כולם 0

נוסף את הסכום של בית 2, בתיים: 2,3,6,7,10,11,14,15,18,19,22,23 כלומר 0

סכום את הסכום של ביתים: 4,5,6,7,12,13,14,15,20,21,22,23 כולם 0

נסכם את הסכום של בית 8, ביטים: 8,9,10,11,12,13,14,15,24

נסכם את הסכום של בית 16, ביטים: 16,17,18,19,20,21,22,23,24 כלומר 0

נסדר את הסכימות לפי סדר יורד של הביטים ונקבע שיש שגיאה בבית: 01000 = 8

המשמעותי הוי שהשגיאה נוצרה בשידור היא בכלל בבית בדיקה.

נתכן את השגיאה ונקבל שמה שנשלח הוא:

0	0	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	

ו-המידע שנשלח (ללא סיביות הבדיקה) הוא: 1010111100010111100

אפשר לראות את אותו חישוב רק במצב יומר גרפיה בטבלה הבאה: