Réseaux

emmanuel.jeandel@univ-lorraine.fr

1 Questions

Exercice 1 (réponse page 12)

Q 1) Calculer le CRC obtenu à partir de la séquence 10100100 lorsqu'on utilise le polynôme générateur $X^5 + X^4 + X^2 + 1$.

Exercice 2 (réponse page 13)

Q 1) Calculer le CRC obtenu à partir de la séquence 11111001 lorsqu'on utilise le polynôme générateur $X^5 + X + 1$.

Exercice 3 (réponse page 14)

Q 1) Calculer le CRC obtenu à partir de la séquence 01000110 lorsqu'on utilise le polynôme générateur $X^6 + X^4 + X^3 + 1$.

Exercice 4 (réponse page 15)

Q 1) Calculer le CRC obtenu à partir de la séquence 10010100 lorsqu'on utilise le polynôme générateur $X^5 + X^4 + X^2 + 1$.

Exercice 5 (réponse page 16)

Q 1) Calculer le CRC obtenu à partir de la séquence 10111010 lorsqu'on utilise le polynôme générateur $X^5 + X^4 + X^2 + 1$.

Exercice 6 (réponse page 17)

Q 1) Calculer le CRC obtenu à partir de la séquence 01011110 lorsqu'on utilise le polynôme générateur $X^4 + X + 1$.

Exercice 7 (réponse page 18)

Q 1) Calculer le CRC obtenu à partir de la séquence 00011110 lorsqu'on utilise le polynôme générateur $X^5 + X + 1$.

Exercice 8 (réponse page 19)

Q 1) Calculer le CRC obtenu à partir de la séquence 10011110 lorsqu'on utilise le polynôme générateur $X^5 + X^4 + X^2 + 1$.

Exercice 9 (réponse page 20)

Q 1) Calculer le CRC obtenu à partir de la séquence 10110001 lorsqu'on utilise le polynôme générateur $X^6 + X^4 + X^3 + 1$.

Exercice 10 (réponse page 21)

Q 1) Calculer le CRC obtenu à partir de la séquence 11001001 lorsqu'on utilise le polynôme générateur $X^4 + X + 1$.

Exercice 11 (réponse page 22)

Q 1) Calculer le CRC obtenu à partir de la séquence 01100111 lorsqu'on utilise le polynôme générateur $X^5 + X + 1$.

Exercice 12 (réponse page 23)

Q 1) Calculer le CRC obtenu à partir de la séquence 01011100 lorsqu'on utilise le polynôme générateur $X^5 + X^4 + X^2 + 1$.

Exercice 13 (réponse page 24)

Q 1) Calculer le CRC obtenu à partir de la séquence 11001101 lorsqu'on utilise le polynôme générateur $X^5 + X + 1$.

Exercice 14 (réponse page 25)

Q 1) Calculer le CRC obtenu à partir de la séquence 10110001 lorsqu'on utilise le polynôme générateur $X^5 + X^4 + X^2 + 1$.

Exercice 15 (réponse page 26)

Q 1) Calculer le CRC obtenu à partir de la séquence 10001101 lorsqu'on utilise le polynôme générateur $X^5 + X^4 + X^2 + 1$.

Exercice 16 (réponse page 27)

Q 1) Calculer le CRC obtenu à partir de la séquence 10010010 lorsqu'on utilise le polynôme générateur $X^6 + X^4 + X^3 + 1$.

Exercice 17 (réponse page 28)

Q 1) Calculer le CRC obtenu à partir de la séquence 10100000 lorsqu'on utilise le polynôme générateur $X^5 + X^4 + X^2 + 1$.

Exercice 18 (réponse page 29)

Q 1) Calculer le CRC obtenu à partir de la séquence 01010101 lorsqu'on utilise le polynôme générateur $X^5 + X^4 + X^2 + 1$.

Exercice 19 (réponse page 30)

Q 1) Calculer le CRC obtenu à partir de la séquence 11101000 lorsqu'on utilise le polynôme générateur $X^4 + X + 1$.

Exercice 20 (réponse page 31)

Q 1) Calculer le CRC obtenu à partir de la séquence 11110111 lorsqu'on utilise le polynôme générateur $X^5 + X^4 + X^2 + 1$.

Exercice 21 (réponse page 32)

Q 1) Calculer le CRC obtenu à partir de la séquence 01101010 lorsqu'on utilise le polynôme générateur $X^4 + X + 1$.

Exercice 22 (réponse page 33)

Q 1) Calculer le CRC obtenu à partir de la séquence 01000111 lorsqu'on utilise le polynôme générateur $X^4 + X + 1$.

Exercice 23 (réponse page 34)

Q 1) Calculer le CRC obtenu à partir de la séquence 01011101 lorsqu'on utilise le polynôme générateur $X^4 + X + 1$.

Exercice 24 (réponse page 35)

Q 1) Calculer le CRC obtenu à partir de la séquence 10100011 lorsqu'on utilise le polynôme générateur $X^5 + X + 1$.

Exercice 25 (réponse page 36)

Q 1) Calculer le CRC obtenu à partir de la séquence 11000100 lorsqu'on utilise le polynôme générateur $X^6 + X^4 + X^3 + 1$.

Exercice 26 (réponse page 37)

Q 1) Calculer le CRC obtenu à partir de la séquence 00110110 lorsqu'on utilise le polynôme générateur $X^5 + X + 1$.

Exercice 27 (réponse page 38)

Q 1) Calculer le CRC obtenu à partir de la séquence 01001100 lorsqu'on utilise le polynôme générateur $X^5 + X^4 + X^2 + 1$.

Exercice 28 (réponse page 39)

Q 1) Calculer le CRC obtenu à partir de la séquence 11010010 lorsqu'on utilise le polynôme générateur $X^5 + X^4 + X^2 + 1$.

Exercice 29 (réponse page 40)

Q 1) Calculer le CRC obtenu à partir de la séquence 11111100 lorsqu'on utilise le polynôme générateur $X^6 + X^4 + X^3 + 1$.

Exercice 30 (réponse page 41)

Q 1) Calculer le CRC obtenu à partir de la séquence 01001101 lorsqu'on utilise le polynôme générateur $X^6 + X^4 + X^3 + 1$.

Exercice 31 (réponse page 42)

Q 1) Calculer le CRC obtenu à partir de la séquence 00111011 lorsqu'on utilise le polynôme générateur $X^5 + X + 1$.

Exercice 32 (réponse page 43)

Q 1) Calculer le CRC obtenu à partir de la séquence 01000000 lorsqu'on utilise le polynôme générateur $X^5 + X + 1$.

Exercice 33 (réponse page 44)

Q 1) Calculer le CRC obtenu à partir de la séquence 10011101 lorsqu'on utilise le polynôme générateur $X^5 + X^4 + X^2 + 1$.

Exercice 34 (réponse page 45)

Q 1) Calculer le CRC obtenu à partir de la séquence 01110100 lorsqu'on utilise le polynôme générateur $X^4 + X + 1$.

Exercice 35 (réponse page 46)

Q 1) Calculer le CRC obtenu à partir de la séquence 01100110 lorsqu'on utilise le polynôme générateur $X^5 + X^4 + X^2 + 1$.

Exercice 36 (réponse page 47)

Q 1) Calculer le CRC obtenu à partir de la séquence 10111000 lorsqu'on utilise le polynôme générateur $X^4 + X + 1$.

Exercice 37 (réponse page 48)

Q 1) Calculer le CRC obtenu à partir de la séquence 11000110 lorsqu'on utilise le polynôme générateur $X^6 + X^4 + X^3 + 1$.

Exercice 38 (réponse page 49)

Q 1) Calculer le CRC obtenu à partir de la séquence 11011110 lorsqu'on utilise le polynôme générateur $X^4 + X + 1$.

Exercice 39 (réponse page 50)

Q 1) Calculer le CRC obtenu à partir de la séquence 01000011 lorsqu'on utilise le polynôme générateur $X^5 + X + 1$.

Exercice 40 (réponse page 51)

Q 1) Calculer le CRC obtenu à partir de la séquence 11101111 lorsqu'on utilise le polynôme générateur $X^4 + X + 1$.

Exercice 41 (réponse page 52)

Q 1) Calculer le CRC obtenu à partir de la séquence 10001001 lorsqu'on utilise le polynôme générateur $X^5 + X + 1$.

Exercice 42 (réponse page 53)

Q 1) Calculer le CRC obtenu à partir de la séquence 10111001 lorsqu'on utilise le polynôme générateur $X^4 + X + 1$.

Exercice 43 (réponse page 54)

Q 1) Calculer le CRC obtenu à partir de la séquence 10001100 lorsqu'on utilise le polynôme générateur $X^5 + X + 1$.

Exercice 44 (réponse page 55)

Q 1) Calculer le CRC obtenu à partir de la séquence 11110110 lorsqu'on utilise le polynôme générateur $X^5 + X + 1$.

Exercice 45 (réponse page 56)

Q 1) Calculer le CRC obtenu à partir de la séquence 01100101 lorsqu'on utilise le polynôme générateur $X^5 + X + 1$.

Exercice 46 (réponse page 57)

Q 1) Calculer le CRC obtenu à partir de la séquence 01000010 lorsqu'on utilise le polynôme générateur $X^5 + X + 1$.

Exercice 47 (réponse page 58)

Q 1) Calculer le CRC obtenu à partir de la séquence 10011000 lorsqu'on utilise le polynôme générateur $X^4 + X + 1$.

Exercice 48 (réponse page 59)

Q 1) Calculer le CRC obtenu à partir de la séquence 11000101 lorsqu'on utilise le polynôme générateur $X^5 + X + 1$.

Exercice 49 (réponse page 60)

Q 1) Calculer le CRC obtenu à partir de la séquence 00111100 lorsqu'on utilise le polynôme générateur $X^6 + X^4 + X^3 + 1$.

Exercice 50 (réponse page 61)

Q 1) Calculer le CRC obtenu à partir de la séquence 10100000 lorsqu'on utilise le polynôme générateur $X^4 + X + 1$.

Exercice 51 (réponse page 62)

Q 1) Calculer le CRC obtenu à partir de la séquence 11101010 lorsqu'on utilise le polynôme générateur $X^5 + X + 1$.

Exercice 52 (réponse page 63)

Q 1) Calculer le CRC obtenu à partir de la séquence 10110000 lorsqu'on utilise le polynôme générateur $X^5 + X + 1$.

Exercice 53 (réponse page 64)

Q 1) Calculer le CRC obtenu à partir de la séquence 11110000 lorsqu'on utilise le polynôme générateur $X^5 + X + 1$.

Exercice 54 (réponse page 65)

Q 1) Calculer le CRC obtenu à partir de la séquence 01001001 lorsqu'on utilise le polynôme générateur $X^5 + X^4 + X^2 + 1$.

Exercice 55 (réponse page 66)

Q 1) Calculer le CRC obtenu à partir de la séquence 11011010 lorsqu'on utilise le polynôme générateur $X^6 + X^4 + X^3 + 1$.

Exercice 56 (réponse page 67)

Q 1) Calculer le CRC obtenu à partir de la séquence 11011010 lorsqu'on utilise le polynôme générateur $X^5 + X + 1$.

Exercice 57 (réponse page 68)

Q 1) Calculer le CRC obtenu à partir de la séquence 11000001 lorsqu'on utilise le polynôme générateur $X^5 + X + 1$.

Exercice 58 (réponse page 70)

Q 1) Calculer le CRC obtenu à partir de la séquence 11100101 lorsqu'on utilise le polynôme générateur $X^5 + X^4 + X^2 + 1$.

Exercice 59 (réponse page 71)

Q 1) Calculer le CRC obtenu à partir de la séquence 00111110 lorsqu'on utilise le polynôme générateur $X^5 + X + 1$.

Exercice 60 (réponse page 72)

Q 1) Calculer le CRC obtenu à partir de la séquence 11110110 lorsqu'on utilise le polynôme générateur $X^5 + X^4 + X^2 + 1$.

Exercice 61 (réponse page 73)

Q 1) Calculer le CRC obtenu à partir de la séquence 11111011 lorsqu'on utilise le polynôme générateur $X^6 + X^4 + X^3 + 1$.

Exercice 62 (réponse page 74)

Q 1) Calculer le CRC obtenu à partir de la séquence 11000001 lorsqu'on utilise le polynôme générateur $X^4 + X + 1$.

Exercice 63 (réponse page 75)

Q 1) Calculer le CRC obtenu à partir de la séquence 11110100 lorsqu'on utilise le polynôme générateur $X^6 + X^4 + X^3 + 1$.

Exercice 64 (réponse page 76)

Q 1) Calculer le CRC obtenu à partir de la séquence 11001011 lorsqu'on utilise le polynôme générateur $X^6 + X^4 + X^3 + 1$.

Exercice 65 (réponse page 77)

Q 1) Calculer le CRC obtenu à partir de la séquence 11101011 lorsqu'on utilise le polynôme générateur $X^4 + X + 1$.

Exercice 66 (réponse page 78)

Q 1) Calculer le CRC obtenu à partir de la séquence 11010001 lorsqu'on utilise le polynôme générateur $X^5 + X + 1$.

Exercice 67 (réponse page 79)

Q 1) Calculer le CRC obtenu à partir de la séquence 10011111 lorsqu'on utilise le polynôme générateur $X^6 + X^4 + X^3 + 1$.

Exercice 68 (réponse page 80)

Q 1) Calculer le CRC obtenu à partir de la séquence 01011010 lorsqu'on utilise le polynôme générateur $X^4 + X + 1$.

Exercice 69 (réponse page 81)

Q 1) Calculer le CRC obtenu à partir de la séquence 11000000 lorsqu'on utilise le polynôme générateur $X^4 + X + 1$.

Exercice 70 (réponse page 82)

Q 1) Calculer le CRC obtenu à partir de la séquence 01001111 lorsqu'on utilise le polynôme générateur $X^5 + X^4 + X^2 + 1$.

Exercice 71 (réponse page 83)

Q 1) Calculer le CRC obtenu à partir de la séquence 01101001 lorsqu'on utilise le polynôme générateur $X^5 + X^4 + X^2 + 1$.

Exercice 72 (réponse page 84)

Q 1) Calculer le CRC obtenu à partir de la séquence 11010011 lorsqu'on utilise le polynôme générateur $X^6 + X^4 + X^3 + 1$.

Exercice 73 (réponse page 85)

Q 1) Calculer le CRC obtenu à partir de la séquence 10101001 lorsqu'on utilise le polynôme générateur $X^5 + X + 1$.

Exercice 74 (réponse page 86)

Q 1) Calculer le CRC obtenu à partir de la séquence 01001110 lorsqu'on utilise le polynôme générateur $X^6 + X^4 + X^3 + 1$.

Exercice 75 (réponse page 87)

Q 1) Calculer le CRC obtenu à partir de la séquence 01000000 lorsqu'on utilise le polynôme générateur $X^5 + X^4 + X^2 + 1$.

Exercice 76 (réponse page 88)

Q 1) Calculer le CRC obtenu à partir de la séquence 00100111 lorsqu'on utilise le polynôme générateur $X^6 + X^4 + X^3 + 1$.

Exercice 77 (réponse page 89)

Q 1) Calculer le CRC obtenu à partir de la séquence 10011001 lorsqu'on utilise le polynôme générateur $X^4 + X + 1$.

Exercice 78 (réponse page 90)

Q 1) Calculer le CRC obtenu à partir de la séquence 11110110 lorsqu'on utilise le polynôme générateur $X^4 + X + 1$.

Exercice 79 (réponse page 91)

Q 1) Calculer le CRC obtenu à partir de la séquence 01000011 lorsqu'on utilise le polynôme générateur $X^4 + X + 1$.

Exercice 80 (réponse page 92)

Q 1) Calculer le CRC obtenu à partir de la séquence 00110110 lorsqu'on utilise le polynôme générateur $X^4 + X + 1$.

Exercice 81 (réponse page 93)

Q 1) Calculer le CRC obtenu à partir de la séquence 11111100 lorsqu'on utilise le polynôme générateur $X^4 + X + 1$.

Exercice 82 (réponse page 94)

Q 1) Calculer le CRC obtenu à partir de la séquence 10001101 lorsqu'on utilise le polynôme générateur $X^5 + X^4 + X^2 + 1$.

Exercice 83 (réponse page 95)

Q 1) Calculer le CRC obtenu à partir de la séquence 01101110 lorsqu'on utilise le polynôme générateur $X^4 + X + 1$.

Exercice 84 (réponse page 96)

Q 1) Calculer le CRC obtenu à partir de la séquence 10110011 lorsqu'on utilise le polynôme générateur $X^5 + X^4 + X^2 + 1$.

Exercice 85 (réponse page 97)

Q 1) Calculer le CRC obtenu à partir de la séquence 11011010 lorsqu'on utilise le polynôme générateur $X^5 + X + 1$.

Exercice 86 (réponse page 98)

Q 1) Calculer le CRC obtenu à partir de la séquence 10101010 lorsqu'on utilise le polynôme générateur $X^5 + X^4 + X^2 + 1$.

Exercice 87 (réponse page 99)

Q 1) Calculer le CRC obtenu à partir de la séquence 11001010 lorsqu'on utilise le polynôme générateur $X^5 + X + 1$.

Exercice 88 (réponse page 100)

Q 1) Calculer le CRC obtenu à partir de la séquence 01101001 lorsqu'on utilise le polynôme générateur $X^6 + X^4 + X^3 + 1$.

Exercice 89 (réponse page 101)

Q 1) Calculer le CRC obtenu à partir de la séquence 01110100 lorsqu'on utilise le polynôme générateur $X^5 + X + 1$.

Exercice 90 (réponse page 102)

Q 1) Calculer le CRC obtenu à partir de la séquence 01001110 lorsqu'on utilise le polynôme générateur $X^5 + X^4 + X^2 + 1$.

Exercice 91 (réponse page 103)

Q 1) Calculer le CRC obtenu à partir de la séquence 11011001 lorsqu'on utilise le polynôme générateur $X^5 + X + 1$.

Exercice 92 (réponse page 104)

Q 1) Calculer le CRC obtenu à partir de la séquence 11001110 lorsqu'on utilise le polynôme générateur $X^5 + X + 1$.

Exercice 93 (réponse page 105)

Q 1) Calculer le CRC obtenu à partir de la séquence 01000111 lorsqu'on utilise le polynôme générateur $X^5 + X^4 + X^2 + 1$.

Exercice 94 (réponse page 106)

Q 1) Calculer le CRC obtenu à partir de la séquence 01110010 lorsqu'on utilise le polynôme générateur $X^5 + X^4 + X^2 + 1$.

Exercice 95 (réponse page 107)

Q 1) Calculer le CRC obtenu à partir de la séquence 01110100 lorsqu'on utilise le polynôme générateur $X^6 + X^4 + X^3 + 1$.

Exercice 96 (réponse page 108)

Q 1) Calculer le CRC obtenu à partir de la séquence 11111001 lorsqu'on utilise le polynôme générateur $X^4 + X + 1$.

Exercice 97 (réponse page 109)

Q 1) Calculer le CRC obtenu à partir de la séquence 10010001 lorsqu'on utilise le polynôme générateur $X^5 + X^4 + X^2 + 1$.

Exercice 98 (réponse page 110)

Q 1) Calculer le CRC obtenu à partir de la séquence 11001010 lorsqu'on utilise le polynôme générateur $X^5 + X^4 + X^2 + 1$.

Exercice 99 (réponse page 111)

Q 1) Calculer le CRC obtenu à partir de la séquence 10011000 lorsqu'on utilise le polynôme générateur $X^5 + X^4 + X^2 + 1$.

Exercice 100 (réponse page 112)

Q 1) Calculer le CRC obtenu à partir de la séquence 00010111 lorsqu'on utilise le polynôme générateur $X^5 + X + 1$.

2 Réponses

Réponse à l'exercice 1

Première méthode

Le polynôme générateur G est de degré 5 donc on ajoute 5 bits, qu'on fixe initialement à 0, pour obtenir

$$1010010000000$$

On le traduit en polynôme, ce qui donne

$$X^{12} + X^{10} + X^7$$

On effectue ensuite la division du polynôme $X^{12} + X^{10} + X^7$ par $X^5 + X^4 + X^2 + 1$:

$$
\begin{array}{cccccccc|l}
X^{12} & & +X^{10} & & & +X^7 & & & X^5 + X^4 + X^2 + 1 \\
\cline{9-9}
X^{12} & +X^{11} & & +X^9 & & +X^7 & & & X^7 + X^6 + X^4 \\
\cline{1-6}
 & X^{11} & +X^{10} & +X^9 & & & & & \\
 & X^{11} & +X^{10} & & +X^8 & & +X^6 & & \\
\cline{2-7}
 & & & X^9 & +X^8 & & +X^6 & & \\
 & & & X^9 & +X^8 & & +X^6 & +X^4 & \\
\cline{4-8}
 & & & & & & & X^4 &
\end{array}
$$

Le résultat est le polynôme X^4, qui se convertit en la suite de bits 10000. Le CRC cherché est donc 10000.

Deuxième méthode

Le polynôme générateur G est de degré 5 donc on ajoute 5 bits, qu'on fixe initialement à 0, pour obtenir

$$1010010000000$$

On convertit le polynôme générateur $X^5 + X^4 + X^2 + 1$ en une suite de bits, ce qui donne 110101. On soustrait (xor) cette suite de bits de la suite de bits initiale de façon à supprimer tous les 1, sauf ceux dans les 5 dernières positions :

$$
\begin{array}{ccccccccccccc}
1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & & & & & & & \\
\hline
0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & & & & & & \\
\cline{2-13}
 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 & & & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & & & & \\
\cline{4-13}
 & & & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0
\end{array}
$$

Le CRC cherché est donc 10000.

Réponse à l’exercice 2

Première méthode

Le polynôme générateur G est de degré 5 donc on ajoute 5 bits, qu’on fixe initialement à 0, pour obtenir

1111100100000

On le traduit en polynôme, ce qui donne

$$X^{12} + X^{11} + X^{10} + X^9 + X^8 + X^5$$

On effectue ensuite la division du polynôme $X^{12} + X^{11} + X^{10} + X^9 + X^8 + X^5$ par $X^5 + X + 1$:

$$
\begin{array}{ccccccccccc|l}
X^{12} & +X^{11} & +X^{10} & +X^9 & +X^8 & & & +X^5 & & & & X^5 + X + 1 \\
X^{12} & & & & +X^8 & +X^7 & & & & & & \overline{X^7 + X^6 + X^5 + X^4 + 1} \\
\hline
 & X^{11} & +X^{10} & +X^9 & & +X^7 & & +X^5 & & & & \\
 & X^{11} & & & & +X^7 & +X^6 & & & & & \\
\hline
 & & X^{10} & +X^9 & & & +X^6 & +X^5 & & & & \\
 & & X^{10} & & & & +X^6 & +X^5 & & & & \\
\hline
 & & & X^9 & & & & & & & & \\
 & & & X^9 & & & & +X^5 & +X^4 & & & \\
\hline
 & & & & & & & X^5 & +X^4 & & & \\
 & & & & & & & X^5 & & +X & +1 & \\
\hline
 & & & & & & & & X^4 & +X & +1 &
\end{array}
$$

Le résultat est le polynôme $X^4 + X + 1$, qui se convertit en la suite de bits 10011. Le CRC cherché est donc 10011.

Deuxième méthode

Le polynôme générateur G est de degré 5 donc on ajoute 5 bits, qu’on fixe initialement à 0, pour obtenir

1111100100000

On convertit le polynôme générateur $X^5 + X + 1$ en une suite de bits, ce qui donne 100011. On soustrait (xor) cette suite de bits de la suite de bits initiale de façon à supprimer tous les 1, sauf ceux dans les 5 dernières positions :

```
1 1 1 1 1 0 0 1 0 0 0 0 0
1 0 0 0 1 1
-------------------------
0 1 1 1 0 1 0 1 0 0 0 0 0
  1 0 0 0 1 1
  -----------------------
  0 1 1 0 0 1 1 0 0 0 0 0
    1 0 0 0 1 1
    ---------------------
    0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0
      1 0 0 0 1 1
      -------------------
      0 0 0 0 1 1 0 0 0 0
              1 0 0 0 1 1
              -----------
              0 1 0 0 1 1
```

Le CRC cherché est donc 10011.

Réponse à l'exercice 3

Première méthode

Le polynôme générateur G est de degré 6 donc on ajoute 6 bits, qu'on fixe initialement à 0, pour obtenir

$$01000110000000$$

On le traduit en polynôme, ce qui donne

$$X^{12} + X^8 + X^7$$

On effectue ensuite la division du polynôme $X^{12} + X^8 + X^7$ par $X^6 + X^4 + X^3 + 1$:

$$\begin{array}{llllllllll|l}
X^{12} & & & +X^8 & +X^7 & & & & & & X^6 + X^4 + X^3 + 1 \\ \cline{11-11}
X^{12} & +X^{10} & +X^9 & & & +X^6 & & & & & X^6 + X^4 + X^3 + X \\ \cline{1-6}
 & X^{10} & +X^9 & +X^8 & +X^7 & +X^6 & & & & & \\
 & X^{10} & & +X^8 & +X^7 & & & +X^4 & & & \\ \cline{2-8}
 & & X^9 & & & +X^6 & & +X^4 & & & \\
 & & X^9 & & +X^7 & +X^6 & & & +X^3 & & \\ \cline{3-9}
 & & & & X^7 & & & +X^4 & +X^3 & & \\
 & & & & X^7 & & +X^5 & +X^4 & & +X & \\ \cline{5-10}
 & & & & & & X^5 & & +X^3 & +X &
\end{array}$$

Le résultat est le polynôme $X^5 + X^3 + X$, qui se convertit en la suite de bits 101010. Le CRC cherché est donc 101010.

Deuxième méthode

Le polynôme générateur G est de degré 6 donc on ajoute 6 bits, qu'on fixe initialement à 0, pour obtenir

$$01000110000000$$

On convertit le polynôme générateur $X^6 + X^4 + X^3 + 1$ en une suite de bits, ce qui donne 1011001. On soustrait (xor) cette suite de bits de la suite de bits initiale de façon à supprimer tous les 1, sauf ceux dans les 6 dernières positions :

$$\begin{array}{cccccccccccccc}
0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & & & & & & \\ \cline{2-14}
 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 & & & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & & & & \\ \cline{4-14}
 & & & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 & & & & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & & & \\ \cline{5-14}
 & & & & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\
 & & & & & & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & \\ \cline{7-14}
 & & & & & & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0
\end{array}$$

Le CRC cherché est donc 101010.

Réponse à l'exercice 4

Première méthode

Le polynôme générateur G est de degré 5 donc on ajoute 5 bits, qu'on fixe initialement à 0, pour obtenir

1001010000000

On le traduit en polynôme, ce qui donne

$$X^{12} + X^9 + X^7$$

On effectue ensuite la division du polynôme $X^{12} + X^9 + X^7$ par $X^5 + X^4 + X^2 + 1$:

$$
\begin{array}{cccccccccccc|l}
X^{12} & & & +X^9 & & +X^7 & & & & & & & X^5 + X^4 + X^2 + 1 \\ \cline{13-13}
X^{12} & +X^{11} & & +X^9 & & +X^7 & & & & & & & X^7 + X^6 + X^5 + X^4 + X^2 + X \\ \cline{1-6}
 & X^{11} & & & & & & & & & & & \\
 & X^{11} & +X^{10} & & +X^8 & & +X^6 & & & & & & \\ \cline{2-7}
 & & X^{10} & & +X^8 & & +X^6 & & & & & & \\
 & & X^{10} & +X^9 & & +X^7 & & +X^5 & & & & & \\ \cline{3-8}
 & & & X^9 & +X^8 & +X^7 & +X^6 & +X^5 & & & & & \\
 & & & X^9 & +X^8 & & +X^6 & & +X^4 & & & & \\ \cline{4-9}
 & & & & & X^7 & & +X^5 & +X^4 & & & & \\
 & & & & & X^7 & +X^6 & & +X^4 & & +X^2 & & \\ \cline{6-11}
 & & & & & & X^6 & +X^5 & & & +X^2 & & \\
 & & & & & & X^6 & +X^5 & & +X^3 & & +X & \\ \cline{7-12}
 & & & & & & & & & X^3 & +X^2 & +X &
\end{array}
$$

Le résultat est le polynôme $X^3 + X^2 + X$, qui se convertit en la suite de bits 01110. Le CRC cherché est donc 01110.

Deuxième méthode

Le polynôme générateur G est de degré 5 donc on ajoute 5 bits, qu'on fixe initialement à 0, pour obtenir

1001010000000

On convertit le polynôme générateur $X^5 + X^4 + X^2 + 1$ en une suite de bits, ce qui donne 110101. On soustrait (xor) cette suite de bits de la suite de bits initiale de façon à supprimer tous les 1, sauf ceux dans les 5 dernières positions :

```
1 0 0 1 0 1 0 0 0 0 0 0 0
1 1 0 1 0 1
-------------------------
0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
  1 1 0 1 0 1
  -----------------------
  0 1 0 1 0 1 0 0 0 0 0 0
    1 1 0 1 0 1
    ---------------------
    0 1 1 1 1 1 0 0 0 0 0
      1 1 0 1 0 1
      -------------------
      0 0 1 0 1 1 0 0 0 0
          1 1 0 1 0 1
          ---------------
          0 1 1 0 0 1 0 0
            1 1 0 1 0 1
            -------------
            0 0 0 1 1 1 0
```

Le CRC cherché est donc 01110.

Réponse à l'exercice 5

Première méthode

Le polynôme générateur G est de degré 5 donc on ajoute 5 bits, qu'on fixe initialement à 0, pour obtenir

$$1011101000000$$

On le traduit en polynôme, ce qui donne

$$X^{12} + X^{10} + X^9 + X^8 + X^6$$

On effectue ensuite la division du polynôme $X^{12} + X^{10} + X^9 + X^8 + X^6$ par $X^5 + X^4 + X^2 + 1$:

$$\begin{array}{ccccccccccccc|l}
X^{12} & & +X^{10} & +X^9 & +X^8 & & +X^6 & & & & & & & X^5+X^4+X^2+1 \\ \cline{14-14}
X^{12} & +X^{11} & & +X^9 & & +X^7 & & & & & & & & X^7+X^6+X^2+X+1 \\ \cline{1-6}
 & X^{11} & +X^{10} & & +X^8 & +X^7 & +X^6 & & & & & & & \\
 & X^{11} & +X^{10} & & +X^8 & & +X^6 & & & & & & & \\ \cline{2-7}
 & & & & & X^7 & & & & & & & & \\
 & & & & & X^7 & +X^6 & & +X^4 & & +X^2 & & & \\ \cline{6-11}
 & & & & & & X^6 & & +X^4 & & +X^2 & & & \\
 & & & & & & X^6 & +X^5 & & +X^3 & & +X & & \\ \cline{7-12}
 & & & & & & & X^5 & +X^4 & +X^3 & +X^2 & +X & & \\
 & & & & & & & X^5 & +X^4 & & +X^2 & & +1 & \\ \cline{8-13}
 & & & & & & & & & X^3 & & +X & +1 &
\end{array}$$

Le résultat est le polynôme $X^3 + X + 1$, qui se convertit en la suite de bits 01011. Le CRC cherché est donc 01011.

Deuxième méthode

Le polynôme générateur G est de degré 5 donc on ajoute 5 bits, qu'on fixe initialement à 0, pour obtenir

$$1011101000000$$

On convertit le polynôme générateur $X^5 + X^4 + X^2 + 1$ en une suite de bits, ce qui donne 110101. On soustrait (xor) cette suite de bits de la suite de bits initiale de façon à supprimer tous les 1, sauf ceux dans les 5 dernières positions :

$$\begin{array}{ccccccccccccc}
1&0&1&1&1&0&1&0&0&0&0&0&0 \\
1&1&0&1&0&1& & & & & & & \\ \hline
0&1&1&0&1&1&1&0&0&0&0&0&0 \\
 &1&1&0&1&0&1& & & & & & \\ \cline{2-13}
 &0&0&0&0&1&0&0&0&0&0&0&0 \\
 & & & & &1&1&0&1&0&1& & \\ \cline{6-13}
 & & & & &0&1&0&1&0&1&0&0 \\
 & & & & & &1&1&0&1&0&1& \\ \cline{7-13}
 & & & & & &0&1&1&1&1&1&0 \\
 & & & & & & &1&1&0&1&0&1 \\ \cline{8-13}
 & & & & & & &0&0&1&0&1&1
\end{array}$$

Le CRC cherché est donc 01011.

Réponse à l'exercice 6

Première méthode

Le polynôme générateur G est de degré 4 donc on ajoute 4 bits, qu'on fixe initialement à 0, pour obtenir

$$010111100000$$

On le traduit en polynôme, ce qui donne

$$X^{10} + X^8 + X^7 + X^6 + X^5$$

On effectue ensuite la division du polynôme $X^{10} + X^8 + X^7 + X^6 + X^5$ par $X^4 + X + 1$:

$$\begin{array}{cccccccc|l}
X^{10} & +X^8 & +X^7 & +X^6 & +X^5 & & & & X^4 + X + 1 \\
\cline{9-9}
X^{10} & & +X^7 & +X^6 & & & & & X^6 + X^4 + 1 \\
\cline{1-4}
 & X^8 & & & +X^5 & & & & \\
 & X^8 & & & +X^5 & +X^4 & & & \\
\cline{2-6}
 & & & & & X^4 & & & \\
 & & & & & X^4 & +X & +1 & \\
\cline{6-8}
 & & & & & & X & +1 &
\end{array}$$

Le résultat est le polynôme $X + 1$, qui se convertit en la suite de bits 0011. Le CRC cherché est donc 0011.

Deuxième méthode

Le polynôme générateur G est de degré 4 donc on ajoute 4 bits, qu'on fixe initialement à 0, pour obtenir

$$010111100000$$

On convertit le polynôme générateur $X^4 + X + 1$ en une suite de bits, ce qui donne 10011. On soustrait (xor) cette suite de bits de la suite de bits initiale de façon à supprimer tous les 1, sauf ceux dans les 4 dernières positions :

$$\begin{array}{cccccccccccc}
0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & & & & & & \\
\cline{2-12}
 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 & & & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & & & & \\
\cline{4-12}
 & & & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 & & & & & & & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 \\
\cline{8-12}
 & & & & & & & 0 & 0 & 0 & 1 & 1
\end{array}$$

Le CRC cherché est donc 0011.

Réponse à l'exercice 7

Première méthode

Le polynôme générateur G est de degré 5 donc on ajoute 5 bits, qu'on fixe initialement à 0, pour obtenir

0001111000000

On le traduit en polynôme, ce qui donne

$$X^9 + X^8 + X^7 + X^6$$

On effectue ensuite la division du polynôme $X^9 + X^8 + X^7 + X^6$ par $X^5 + X + 1$:

$$\begin{array}{cccccccccc|l}
X^9 & +X^8 & +X^7 & +X^6 & & & & & & & X^5+X+1 \\ \cline{11-11}
X^9 & & & & +X^5 & +X^4 & & & & & X^4+X^3+X^2+X+1 \\ \cline{1-6}
 & X^8 & +X^7 & +X^6 & +X^5 & +X^4 & & & & & \\
 & X^8 & & & & +X^4 & +X^3 & & & & \\ \cline{2-7}
 & & X^7 & +X^6 & +X^5 & & +X^3 & & & & \\
 & & X^7 & & & & +X^3 & +X^2 & & & \\ \cline{3-8}
 & & & X^6 & +X^5 & & & +X^2 & & & \\
 & & & X^6 & & & & +X^2 & +X & & \\ \cline{4-9}
 & & & & X^5 & & & & +X & & \\
 & & & & X^5 & & & & +X & +1 & \\ \cline{5-10}
 & & & & & & & & & 1 &
\end{array}$$

Le résultat est le polynôme 1, qui se convertit en la suite de bits 00001. Le CRC cherché est donc 00001.

Deuxième méthode

Le polynôme générateur G est de degré 5 donc on ajoute 5 bits, qu'on fixe initialement à 0, pour obtenir

0001111000000

On convertit le polynôme générateur $X^5 + X + 1$ en une suite de bits, ce qui donne 100011. On soustrait (xor) cette suite de bits de la suite de bits initiale de façon à supprimer tous les 1, sauf ceux dans les 5 dernières positions :

$$\begin{array}{ccccccccccccc}
0&0&0&1&1&1&1&0&0&0&0&0&0 \\
&&&1&0&0&0&1&1&&&& \\ \cline{4-13}
&&&0&1&1&1&1&1&0&0&0&0 \\
&&&&1&0&0&0&1&1&&& \\ \cline{5-13}
&&&&0&1&1&1&0&1&0&0&0 \\
&&&&&1&0&0&0&1&1&& \\ \cline{6-13}
&&&&&0&1&1&0&0&1&0&0 \\
&&&&&&1&0&0&0&1&1& \\ \cline{7-13}
&&&&&&0&1&0&0&0&1&0 \\
&&&&&&&1&0&0&0&1&1 \\ \cline{8-13}
&&&&&&&0&0&0&0&0&1
\end{array}$$

Le CRC cherché est donc 00001.

Réponse à l'exercice 8

Première méthode

Le polynôme générateur G est de degré 5 donc on ajoute 5 bits, qu'on fixe initialement à 0, pour obtenir

1001111000000

On le traduit en polynôme, ce qui donne

$$X^{12} + X^9 + X^8 + X^7 + X^6$$

On effectue ensuite la division du polynôme $X^{12} + X^9 + X^8 + X^7 + X^6$ par $X^5 + X^4 + X^2 + 1$:

$$\begin{array}{ccccccccccccc|l}
X^{12} & & & +X^9 & +X^8 & +X^7 & +X^6 & & & & & & & X^5+X^4+X^2+1 \\
X^{12} & +X^{11} & & +X^9 & & +X^7 & & & & & & & & \\ \cline{14-14}
\cline{1-6}
 & X^{11} & & & +X^8 & & +X^6 & & & & & & & X^7+X^6+X^5+X^4+X^3+X+1 \\
 & X^{11} & +X^{10} & & +X^8 & & +X^6 & & & & & & & \\
\cline{2-7}
 & & X^{10} & & & & & & & & & & & \\
 & & X^{10} & +X^9 & & +X^7 & & +X^5 & & & & & & \\
\cline{3-8}
 & & & X^9 & & +X^7 & & +X^5 & & & & & & \\
 & & & X^9 & +X^8 & & +X^6 & & +X^4 & & & & & \\
\cline{4-9}
 & & & & X^8 & +X^7 & +X^6 & +X^5 & +X^4 & & & & & \\
 & & & & X^8 & +X^7 & & +X^5 & & +X^3 & & & & \\
\cline{5-10}
 & & & & & & X^6 & & +X^4 & +X^3 & & & & \\
 & & & & & & X^6 & +X^5 & & +X^3 & & +X & & \\
\cline{7-12}
 & & & & & & & X^5 & +X^4 & & & +X & & \\
 & & & & & & & X^5 & +X^4 & & +X^2 & & +1 & \\
\cline{8-13}
 & & & & & & & & & & X^2 & +X & +1 &
\end{array}$$

Le résultat est le polynôme $X^2 + X + 1$, qui se convertit en la suite de bits 00111. Le CRC cherché est donc 00111.

Deuxième méthode

Le polynôme générateur G est de degré 5 donc on ajoute 5 bits, qu'on fixe initialement à 0, pour obtenir

1001111000000

On convertit le polynôme générateur $X^5 + X^4 + X^2 + 1$ en une suite de bits, ce qui donne 110101. On soustrait (xor) cette suite de bits de la suite de bits initiale de façon à supprimer tous les 1, sauf ceux dans les 5 dernières positions :

$$\begin{array}{ccccccccccccc}
1&0&0&1&1&1&1&0&0&0&0&0&0\\
1&1&0&1&0&1&&&&&&&\\
\hline
0&1&0&0&1&0&1&0&0&0&0&0&0\\
&1&1&0&1&0&1&&&&&&\\
\cline{2-13}
&0&1&0&0&0&0&0&0&0&0&0&0\\
&&1&1&0&1&0&1&&&&&\\
\cline{3-13}
&&0&1&0&1&0&1&0&0&0&0&0\\
&&&1&1&0&1&0&1&&&&\\
\cline{4-13}
&&&0&1&1&1&1&1&0&0&0&0\\
&&&&1&1&0&1&0&1&&&\\
\cline{5-13}
&&&&0&0&1&0&1&1&0&0&0\\
&&&&&&1&1&0&1&0&1&\\
\cline{7-13}
&&&&&&0&1&1&0&0&1&0\\
&&&&&&&1&1&0&1&0&1\\
\cline{8-13}
&&&&&&&0&0&0&1&1&1
\end{array}$$

Le CRC cherché est donc 00111.

Réponse à l'exercice 9

Première méthode

Le polynôme générateur G est de degré 6 donc on ajoute 6 bits, qu'on fixe initialement à 0, pour obtenir

10110001000000

On le traduit en polynôme, ce qui donne

$$X^{13} + X^{11} + X^{10} + X^6$$

On effectue ensuite la division du polynôme $X^{13} + X^{11} + X^{10} + X^6$ par $X^6 + X^4 + X^3 + 1$:

$$\begin{array}{cccccccccc|l}
X^{13} & +X^{11} & +X^{10} & & +X^6 & & & & & & X^6 + X^4 + X^3 + 1 \\
X^{13} & +X^{11} & +X^{10} & +X^7 & & & & & & & \hline X^7 + X + 1 \\
\cline{1-5}
 & & & X^7 & +X^6 & & & & & & \\
 & & & X^7 & & +X^5 & +X^4 & & +X & & \\
\cline{4-9}
 & & & & X^6 & +X^5 & +X^4 & & +X & & \\
 & & & & X^6 & & +X^4 & +X^3 & & +1 & \\
\cline{5-10}
 & & & & & X^5 & & +X^3 & +X & +1 &
\end{array}$$

Le résultat est le polynôme $X^5 + X^3 + X + 1$, qui se convertit en la suite de bits 101011. Le CRC cherché est donc 101011.

Deuxième méthode

Le polynôme générateur G est de degré 6 donc on ajoute 6 bits, qu'on fixe initialement à 0, pour obtenir

10110001000000

On convertit le polynôme générateur $X^6 + X^4 + X^3 + 1$ en une suite de bits, ce qui donne 1011001. On soustrait (xor) cette suite de bits de la suite de bits initiale de façon à supprimer tous les 1, sauf ceux dans les 6 dernières positions :

$$\begin{array}{cccccccccccccc}
1&0&1&1&0&0&0&1&0&0&0&0&0&0 \\
1&0&1&1&0&0&1& & & & & & & \\
\hline
0&0&0&0&0&0&1&1&0&0&0&0&0&0 \\
 & & & & & &1&0&1&1&0&0&1& \\
\cline{7-14}
 & & & & & &0&1&1&1&0&0&1&0 \\
 & & & & & & &1&0&1&1&0&0&1 \\
\cline{8-14}
 & & & & & & &0&1&0&1&0&1&1
\end{array}$$

Le CRC cherché est donc 101011.

Réponse à l'exercice 10

Première méthode

Le polynôme générateur G est de degré 4 donc on ajoute 4 bits, qu'on fixe initialement à 0, pour obtenir

110010010000

On le traduit en polynôme, ce qui donne

$$X^{11} + X^{10} + X^7 + X^4$$

On effectue ensuite la division du polynôme $X^{11} + X^{10} + X^7 + X^4$ par $X^4 + X + 1$:

$$
\begin{array}{cccccccccccc|l}
X^{11} & +X^{10} & & & +X^7 & & & +X^4 & & & & & X^4 + X + 1 \\
\cline{13-13}
X^{11} & & & +X^8 & +X^7 & & & & & & & & X^7 + X^6 + X^4 + X^3 + X^2 + X + 1 \\
\cline{1-5}
 & X^{10} & & +X^8 & & & & +X^4 & & & & & \\
 & X^{10} & & & +X^7 & +X^6 & & & & & & & \\
\cline{2-6}
 & & & X^8 & +X^7 & +X^6 & & +X^4 & & & & & \\
 & & & X^8 & & & +X^5 & +X^4 & & & & & \\
\cline{4-8}
 & & & & X^7 & +X^6 & +X^5 & & & & & & \\
 & & & & X^7 & & & +X^4 & +X^3 & & & & \\
\cline{5-9}
 & & & & & X^6 & +X^5 & +X^4 & +X^3 & & & & \\
 & & & & & X^6 & & & +X^3 & +X^2 & & & \\
\cline{6-10}
 & & & & & & X^5 & +X^4 & & +X^2 & & & \\
 & & & & & & X^5 & & & +X^2 & +X & & \\
\cline{7-11}
 & & & & & & & X^4 & & & +X & & \\
 & & & & & & & X^4 & & & +X & +1 & \\
\cline{8-12}
 & & & & & & & & & & & 1 &
\end{array}
$$

Le résultat est le polynôme 1, qui se convertit en la suite de bits 0001. Le CRC cherché est donc 0001.

Deuxième méthode

Le polynôme générateur G est de degré 4 donc on ajoute 4 bits, qu'on fixe initialement à 0, pour obtenir

110010010000

On convertit le polynôme générateur $X^4 + X + 1$ en une suite de bits, ce qui donne 10011. On soustrait (xor) cette suite de bits de la suite de bits initiale de façon à supprimer tous les 1, sauf ceux dans les 4 dernières positions :

$$
\begin{array}{cccccccccccc}
1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
1 & 0 & 0 & 1 & 1 & & & & & & & \\
\hline
0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & & & & & & \\
\cline{2-12}
 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 & & & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & & & & \\
\cline{4-12}
 & & & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 & & & & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & & & \\
\cline{5-12}
 & & & & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\
 & & & & & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & & \\
\cline{6-12}
 & & & & & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\
 & & & & & & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & \\
\cline{7-12}
 & & & & & & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 \\
 & & & & & & & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 \\
\cline{8-12}
 & & & & & & & 0 & 0 & 0 & 0 & 1
\end{array}
$$

Le CRC cherché est donc 0001.

Réponse à l'exercice 11

Première méthode

Le polynôme générateur G est de degré 5 donc on ajoute 5 bits, qu'on fixe initialement à 0, pour obtenir

0110011100000

On le traduit en polynôme, ce qui donne

$$X^{11} + X^{10} + X^7 + X^6 + X^5$$

On effectue ensuite la division du polynôme $X^{11} + X^{10} + X^7 + X^6 + X^5$ par $X^5 + X + 1$:

$$
\begin{array}{l|l}
\begin{array}{llllllll}
X^{11} & +X^{10} & & +X^7 & +X^6 & +X^5 & & \\
X^{11} & & & +X^7 & +X^6 & & & \\ \hline
 & X^{10} & & & & +X^5 & & \\
 & X^{10} & & & +X^6 & +X^5 & & \\ \hline
 & & & & X^6 & & & \\
 & & & & X^6 & & +X^2 & +X \\ \hline
 & & & & & & X^2 & +X
\end{array} &
\begin{array}{l} X^5 + X + 1 \\ \hline X^6 + X^5 + X \\ \\ \\ \\ \\ \\ \end{array}
\end{array}
$$

Le résultat est le polynôme $X^2 + X$, qui se convertit en la suite de bits 00110. Le CRC cherché est donc 00110.

Deuxième méthode

Le polynôme générateur G est de degré 5 donc on ajoute 5 bits, qu'on fixe initialement à 0, pour obtenir

0110011100000

On convertit le polynôme générateur $X^5 + X + 1$ en une suite de bits, ce qui donne 100011. On soustrait (xor) cette suite de bits de la suite de bits initiale de façon à supprimer tous les 1, sauf ceux dans les 5 dernières positions :

$$
\begin{array}{ccccccccccccc}
0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & & & & & & \\ \hline
 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 & & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & & & & & \\ \hline
 & & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 & & & & & & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & \\ \hline
 & & & & & & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0
\end{array}
$$

Le CRC cherché est donc 00110.

Réponse à l'exercice 12

Première méthode

Le polynôme générateur G est de degré 5 donc on ajoute 5 bits, qu'on fixe initialement à 0, pour obtenir

0101110000000

On le traduit en polynôme, ce qui donne

$$X^{11} + X^9 + X^8 + X^7$$

On effectue ensuite la division du polynôme $X^{11} + X^9 + X^8 + X^7$ par $X^5 + X^4 + X^2 + 1$:

$$\begin{array}{ccccccccccc|l}
X^{11} & & +X^9 & +X^8 & +X^7 & & & & & & & X^5 + X^4 + X^2 + 1 \\ \cline{12-12}
X^{11} & +X^{10} & & +X^8 & & +X^6 & & & & & & X^6 + X^5 + X \\ \cline{1-6}
& X^{10} & +X^9 & & +X^7 & +X^6 & & & & & & \\
& X^{10} & +X^9 & & +X^7 & & +X^5 & & & & & \\ \cline{2-7}
& & & & & X^6 & +X^5 & & & & & \\
& & & & & X^6 & +X^5 & & +X^3 & & +X & \\ \cline{6-11}
& & & & & & & & X^3 & & +X &
\end{array}$$

Le résultat est le polynôme $X^3 + X$, qui se convertit en la suite de bits 01010. Le CRC cherché est donc 01010.

Deuxième méthode

Le polynôme générateur G est de degré 5 donc on ajoute 5 bits, qu'on fixe initialement à 0, pour obtenir

0101110000000

On convertit le polynôme générateur $X^5 + X^4 + X^2 + 1$ en une suite de bits, ce qui donne 110101. On soustrait (xor) cette suite de bits de la suite de bits initiale de façon à supprimer tous les 1, sauf ceux dans les 5 dernières positions :

$$\begin{array}{ccccccccccccc}
0&1&0&1&1&1&0&0&0&0&0&0&0 \\
&1&1&0&1&0&1&&&&&& \\ \cline{2-13}
&0&1&1&0&1&1&0&0&0&0&0&0 \\
&&1&1&0&1&0&1&&&&& \\ \cline{3-13}
&&0&0&0&0&1&1&0&0&0&0&0 \\
&&&&&&1&1&0&1&0&1& \\ \cline{7-13}
&&&&&&0&0&0&1&0&1&0
\end{array}$$

Le CRC cherché est donc 01010.

Réponse à l'exercice 13

Première méthode

Le polynôme générateur G est de degré 5 donc on ajoute 5 bits, qu'on fixe initialement à 0, pour obtenir

1100110100000

On le traduit en polynôme, ce qui donne

$$X^{12} + X^{11} + X^8 + X^7 + X^5$$

On effectue ensuite la division du polynôme $X^{12} + X^{11} + X^8 + X^7 + X^5$ par $X^5 + X + 1$:

$$\begin{array}{cccccccccc|l}
X^{12} & +X^{11} & +X^8 & +X^7 & & +X^5 & & & & & X^5+X+1 \\ \cline{11-11}
X^{12} & & +X^8 & +X^7 & & & & & & & X^7+X^6+X^2+X+1 \\ \cline{1-4}
& X^{11} & & & & +X^5 & & & & & \\
& X^{11} & & +X^7 & +X^6 & & & & & & \\ \cline{2-5}
& & & X^7 & +X^6 & +X^5 & & & & & \\
& & & X^7 & & & +X^3 & +X^2 & & & \\ \cline{4-8}
& & & & X^6 & +X^5 & +X^3 & +X^2 & & & \\
& & & & X^6 & & & +X^2 & +X & & \\ \cline{5-9}
& & & & & X^5 & +X^3 & & +X & & \\
& & & & & X^5 & & & +X & +1 & \\ \cline{6-10}
& & & & & & X^3 & & & +1 &
\end{array}$$

Le résultat est le polynôme $X^3 + 1$, qui se convertit en la suite de bits 01001. Le CRC cherché est donc 01001.

Deuxième méthode

Le polynôme générateur G est de degré 5 donc on ajoute 5 bits, qu'on fixe initialement à 0, pour obtenir

1100110100000

On convertit le polynôme générateur $X^5 + X + 1$ en une suite de bits, ce qui donne 100011. On soustrait (xor) cette suite de bits de la suite de bits initiale de façon à supprimer tous les 1, sauf ceux dans les 5 dernières positions :

$$\begin{array}{ccccccccccccc}
1&1&0&0&1&1&0&1&0&0&0&0&0 \\
1&0&0&0&1&1& & & & & & & \\ \cline{1-13}
0&1&0&0&0&0&0&1&0&0&0&0&0 \\
 &1&0&0&0&1&1& & & & & & \\ \cline{2-13}
 &0&0&0&0&1&1&1&0&0&0&0&0 \\
 & & & & &1&0&0&0&1&1& & \\ \cline{6-13}
 & & & & &0&1&1&0&1&1&0&0 \\
 & & & & & &1&0&0&0&1&1& \\ \cline{7-13}
 & & & & & &0&1&0&1&0&1&0 \\
 & & & & & & &1&0&0&0&1&1 \\ \cline{8-13}
 & & & & & & &0&0&1&0&0&1
\end{array}$$

Le CRC cherché est donc 01001.

Réponse à l'exercice 14

Première méthode

Le polynôme générateur G est de degré 5 donc on ajoute 5 bits, qu'on fixe initialement à 0, pour obtenir

$$1011000100000$$

On le traduit en polynôme, ce qui donne

$$X^{12} + X^{10} + X^9 + X^5$$

On effectue ensuite la division du polynôme $X^{12} + X^{10} + X^9 + X^5$ par $X^5 + X^4 + X^2 + 1$:

$$\begin{array}{ccccccccccccc|l}
X^{12} & & +X^{10} & +X^9 & & & & +X^5 & & & & & & X^5+X^4+X^2+1 \\
X^{12} & +X^{11} & & +X^9 & & +X^7 & & & & & & & & X^7+X^6+X^3+X+1 \\
\hline
& X^{11} & +X^{10} & & & +X^7 & & +X^5 & & & & & & \\
& X^{11} & +X^{10} & & +X^8 & & +X^6 & & & & & & & \\
\hline
& & & & X^8 & +X^7 & +X^6 & +X^5 & & & & & & \\
& & & & X^8 & +X^7 & & +X^5 & & +X^3 & & & & \\
\hline
& & & & & & X^6 & & & +X^3 & & & & \\
& & & & & & X^6 & +X^5 & & +X^3 & & +X & & \\
\hline
& & & & & & & X^5 & & & & +X & & \\
& & & & & & & X^5 & +X^4 & & +X^2 & & +1 & \\
\hline
& & & & & & & & X^4 & & +X^2 & +X & +1 &
\end{array}$$

Le résultat est le polynôme $X^4 + X^2 + X + 1$, qui se convertit en la suite de bits 10111. Le CRC cherché est donc 10111.

Deuxième méthode

Le polynôme générateur G est de degré 5 donc on ajoute 5 bits, qu'on fixe initialement à 0, pour obtenir

$$1011000100000$$

On convertit le polynôme générateur $X^5 + X^4 + X^2 + 1$ en une suite de bits, ce qui donne 110101. On soustrait (xor) cette suite de bits de la suite de bits initiale de façon à supprimer tous les 1, sauf ceux dans les 5 dernières positions :

$$\begin{array}{ccccccccccccc}
1&0&1&1&0&0&0&1&0&0&0&0&0 \\
1&1&0&1&0&1& & & & & & & \\
\hline
0&1&1&0&0&1&0&1&0&0&0&0&0 \\
 &1&1&0&1&0&1& & & & & & \\
\hline
 &0&0&0&1&1&1&1&0&0&0&0&0 \\
 & & & &1&1&0&1&0&1& & & \\
\hline
 & & & &0&0&1&0&0&1&0&0&0 \\
 & & & & & &1&1&0&1&0&1& \\
\hline
 & & & & & &0&1&0&0&0&1&0 \\
 & & & & & & &1&1&0&1&0&1 \\
\hline
 & & & & & & &0&1&0&1&1&1
\end{array}$$

Le CRC cherché est donc 10111.

Réponse à l'exercice 15

Première méthode

Le polynôme générateur G est de degré 5 donc on ajoute 5 bits, qu'on fixe initialement à 0, pour obtenir

$$1000110100000$$

On le traduit en polynôme, ce qui donne

$$X^{12} + X^8 + X^7 + X^5$$

On effectue ensuite la division du polynôme $X^{12} + X^8 + X^7 + X^5$ par $X^5 + X^4 + X^2 + 1$:

$$\begin{array}{llllllllll|l}
X^{12} & & & & +X^8 & +X^7 & & +X^5 & & & X^5+X^4+X^2+1 \\ \cline{11-11}
X^{12} & +X^{11} & & +X^9 & & +X^7 & & & & & X^7+X^6+X^5+X^2 \\ \cline{1-6}
& X^{11} & & +X^9 & +X^8 & & & +X^5 & & & \\
& X^{11} & +X^{10} & & +X^8 & & +X^6 & & & & \\ \cline{2-7}
& & X^{10} & +X^9 & & & +X^6 & +X^5 & & & \\
& & X^{10} & +X^9 & & +X^7 & & +X^5 & & & \\ \cline{3-8}
& & & & & X^7 & +X^6 & & & & \\
& & & & & X^7 & +X^6 & & +X^4 & +X^2 & \\ \cline{6-10}
& & & & & & & & X^4 & +X^2 &
\end{array}$$

Le résultat est le polynôme $X^4 + X^2$, qui se convertit en la suite de bits 10100. Le CRC cherché est donc 10100.

Deuxième méthode

Le polynôme générateur G est de degré 5 donc on ajoute 5 bits, qu'on fixe initialement à 0, pour obtenir

$$1000110100000$$

On convertit le polynôme générateur $X^5 + X^4 + X^2 + 1$ en une suite de bits, ce qui donne 110101. On soustrait (xor) cette suite de bits de la suite de bits initiale de façon à supprimer tous les 1, sauf ceux dans les 5 dernières positions :

```
 1 0 0 0 1 1 0 1 0 0 0 0 0
 1 1 0 1 0 1
---------------------------
 0 1 0 1 1 0 0 1 0 0 0 0 0
   1 1 0 1 0 1
---------------------------
   0 1 1 0 0 1 1 0 0 0 0 0
     1 1 0 1 0 1
---------------------------
     0 0 0 1 1 0 0 0 0 0 0
           1 1 0 1 0 1
---------------------------
           0 0 0 1 0 1 0 0
```

Le CRC cherché est donc 10100.

Réponse à l'exercice 16

Première méthode

Le polynôme générateur G est de degré 6 donc on ajoute 6 bits, qu'on fixe initialement à 0, pour obtenir

10010010000000

On le traduit en polynôme, ce qui donne

$$X^{13} + X^{10} + X^7$$

On effectue ensuite la division du polynôme $X^{13} + X^{10} + X^7$ par $X^6 + X^4 + X^3 + 1$:

$$
\begin{array}{cccccccccccc|l}
X^{13} & & +X^{10} & & & +X^7 & & & & & & & X^6 + X^4 + X^3 + 1 \\ \cline{13-13}
X^{13} & +X^{11} & +X^{10} & & & +X^7 & & & & & & & X^7 + X^5 + X^3 + X^2 + X \\ \cline{1-6}
& X^{11} & & & & & & & & & & & \\
& X^{11} & & +X^9 & +X^8 & & & +X^5 & & & & & \\ \cline{2-8}
& & & X^9 & +X^8 & & & +X^5 & & & & & \\
& & & X^9 & & +X^7 & +X^6 & & & +X^3 & & & \\ \cline{4-10}
& & & & X^8 & +X^7 & +X^6 & +X^5 & & +X^3 & & & \\
& & & & X^8 & & +X^6 & +X^5 & & & +X^2 & & \\ \cline{5-11}
& & & & & X^7 & & & & +X^3 & +X^2 & & \\
& & & & & X^7 & & +X^5 & +X^4 & & & +X & \\ \cline{6-12}
& & & & & & & X^5 & +X^4 & +X^3 & +X^2 & +X &
\end{array}
$$

Le résultat est le polynôme $X^5 + X^4 + X^3 + X^2 + X$, qui se convertit en la suite de bits 111110. Le CRC cherché est donc 111110.

Deuxième méthode

Le polynôme générateur G est de degré 6 donc on ajoute 6 bits, qu'on fixe initialement à 0, pour obtenir

10010010000000

On convertit le polynôme générateur $X^6 + X^4 + X^3 + 1$ en une suite de bits, ce qui donne 1011001. On soustrait (xor) cette suite de bits de la suite de bits initiale de façon à supprimer tous les 1, sauf ceux dans les 6 dernières positions :

$$
\begin{array}{cccccccccccccc}
1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & & & & & & & \\ \hline
0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
& & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & & & & & \\ \cline{3-14}
& & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
& & & & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & & & \\ \cline{5-14}
& & & & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\
& & & & & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & & \\ \cline{6-14}
& & & & & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \\
& & & & & & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & \\ \cline{7-14}
& & & & & & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0
\end{array}
$$

Le CRC cherché est donc 111110.

Réponse à l'exercice 17

Première méthode

Le polynôme générateur G est de degré 5 donc on ajoute 5 bits, qu'on fixe initialement à 0, pour obtenir

$$1010000000000$$

On le traduit en polynôme, ce qui donne

$$X^{12} + X^{10}$$

On effectue ensuite la division du polynôme $X^{12} + X^{10}$ par $X^5 + X^4 + X^2 + 1$:

$$
\begin{array}{ccccccccccccc|l}
X^{12} & & +X^{10} & & & & & & & & & & & X^5+X^4+X^2+1 \\
\cline{14-14}
X^{12} & +X^{11} & & +X^9 & & +X^7 & & & & & & & & X^7+X^6+X^4+X^2+X+1 \\
\cline{1-6}
 & X^{11} & +X^{10} & +X^9 & & +X^7 & & & & & & & & \\
 & X^{11} & +X^{10} & & +X^8 & & +X^6 & & & & & & & \\
\cline{2-7}
 & & & X^9 & +X^8 & +X^7 & +X^6 & & & & & & & \\
 & & & X^9 & +X^8 & & +X^6 & & +X^4 & & & & & \\
\cline{4-9}
 & & & & & X^7 & & & +X^4 & & & & & \\
 & & & & & X^7 & +X^6 & & +X^4 & & +X^2 & & & \\
\cline{6-11}
 & & & & & & X^6 & & & & +X^2 & & & \\
 & & & & & & X^6 & +X^5 & & +X^3 & & +X & & \\
\cline{7-12}
 & & & & & & & X^5 & & +X^3 & +X^2 & +X & & \\
 & & & & & & & X^5 & +X^4 & & +X^2 & & +1 & \\
\cline{8-13}
 & & & & & & & & X^4 & +X^3 & & +X & +1 &
\end{array}
$$

Le résultat est le polynôme $X^4 + X^3 + X + 1$, qui se convertit en la suite de bits 11011. Le CRC cherché est donc 11011.

Deuxième méthode

Le polynôme générateur G est de degré 5 donc on ajoute 5 bits, qu'on fixe initialement à 0, pour obtenir

$$1010000000000$$

On convertit le polynôme générateur $X^5 + X^4 + X^2 + 1$ en une suite de bits, ce qui donne 110101. On soustrait (xor) cette suite de bits de la suite de bits initiale de façon à supprimer tous les 1, sauf ceux dans les 5 dernières positions :

$$
\begin{array}{ccccccccccccc}
1&0&1&0&0&0&0&0&0&0&0&0&0 \\
1&1&0&1&0&1& & & & & & & \\
\hline
0&1&1&1&0&1&0&0&0&0&0&0&0 \\
 &1&1&0&1&0&1& & & & & & \\
\cline{2-13}
 &0&0&1&1&1&1&0&0&0&0&0&0 \\
 & & &1&1&0&1&0&1& & & & \\
\cline{4-13}
 & & &0&0&1&0&0&1&0&0&0&0 \\
 & & & & &1&1&0&1&0&1& & \\
\cline{6-13}
 & & & & &0&1&0&0&0&1&0&0 \\
 & & & & & &1&1&0&1&0&1& \\
\cline{7-13}
 & & & & & &0&1&0&1&1&1&0 \\
 & & & & & & &1&1&0&1&0&1 \\
\cline{8-13}
 & & & & & & &0&1&1&0&1&1
\end{array}
$$

Le CRC cherché est donc 11011.

Réponse à l'exercice 18

Première méthode

Le polynôme générateur G est de degré 5 donc on ajoute 5 bits, qu'on fixe initialement à 0, pour obtenir

0101010100000

On le traduit en polynôme, ce qui donne

$$X^{11} + X^9 + X^7 + X^5$$

On effectue ensuite la division du polynôme $X^{11} + X^9 + X^7 + X^5$ par $X^5 + X^4 + X^2 + 1$:

$$
\begin{array}{ccccccccccc|l}
X^{11} & & +X^9 & & +X^7 & & +X^5 & & & & & X^5 + X^4 + X^2 + 1 \\ \cline{12-12}
X^{11} & +X^{10} & & +X^8 & & +X^6 & & & & & & X^6 + X^5 + X^3 + X^2 + 1 \\ \cline{1-6}
 & X^{10} & +X^9 & +X^8 & +X^7 & +X^6 & +X^5 & & & & & \\
 & X^{10} & +X^9 & & +X^7 & & +X^5 & & & & & \\ \cline{2-7}
 & & & X^8 & & +X^6 & & & & & & \\
 & & & X^8 & +X^7 & & +X^5 & & +X^3 & & & \\ \cline{4-9}
 & & & & X^7 & +X^6 & +X^5 & & +X^3 & & & \\
 & & & & X^7 & +X^6 & & +X^4 & & +X^2 & & \\ \cline{5-10}
 & & & & & & X^5 & +X^4 & +X^3 & +X^2 & & \\
 & & & & & & X^5 & +X^4 & & +X^2 & +1 & \\ \cline{7-11}
 & & & & & & & & X^3 & & +1 &
\end{array}
$$

Le résultat est le polynôme $X^3 + 1$, qui se convertit en la suite de bits 01001. Le CRC cherché est donc 01001.

Deuxième méthode

Le polynôme générateur G est de degré 5 donc on ajoute 5 bits, qu'on fixe initialement à 0, pour obtenir

0101010100000

On convertit le polynôme générateur $X^5 + X^4 + X^2 + 1$ en une suite de bits, ce qui donne 110101. On soustrait (xor) cette suite de bits de la suite de bits initiale de façon à supprimer tous les 1, sauf ceux dans les 5 dernières positions :

$$
\begin{array}{ccccccccccccc}
0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & & & & & & \\ \cline{2-13}
 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 & & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & & & & & \\ \cline{3-13}
 & & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 & & & & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & & & \\ \cline{5-13}
 & & & & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\
 & & & & & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & & \\ \cline{6-13}
 & & & & & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\
 & & & & & & & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ \cline{8-13}
 & & & & & & & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1
\end{array}
$$

Le CRC cherché est donc 01001.

Réponse à l’exercice 19

Première méthode

Le polynôme générateur G est de degré 4 donc on ajoute 4 bits, qu’on fixe initialement à 0, pour obtenir

111010000000

On le traduit en polynôme, ce qui donne

$$X^{11} + X^{10} + X^9 + X^7$$

On effectue ensuite la division du polynôme $X^{11} + X^{10} + X^9 + X^7$ par $X^4 + X + 1$:

$$
\begin{array}{ccccccccc|l}
X^{11} & +X^{10} & +X^9 & & +X^7 & & & & & X^4 + X + 1 \\
\cline{10-10}
X^{11} & & & +X^8 & +X^7 & & & & & X^7 + X^6 + X^5 + X^4 + X^3 \\
\cline{1-5}
 & X^{10} & +X^9 & +X^8 & & & & & & \\
 & X^{10} & & & +X^7 & +X^6 & & & & \\
\cline{2-6}
 & & X^9 & +X^8 & +X^7 & +X^6 & & & & \\
 & & X^9 & & & +X^6 & +X^5 & & & \\
\cline{3-7}
 & & & X^8 & +X^7 & & +X^5 & & & \\
 & & & X^8 & & & +X^5 & +X^4 & & \\
\cline{4-8}
 & & & & X^7 & & & +X^4 & & \\
 & & & & X^7 & & & +X^4 & +X^3 & \\
\cline{5-9}
 & & & & & & & & X^3 &
\end{array}
$$

Le résultat est le polynôme X^3, qui se convertit en la suite de bits 1000. Le CRC cherché est donc 1000.

Deuxième méthode

Le polynôme générateur G est de degré 4 donc on ajoute 4 bits, qu’on fixe initialement à 0, pour obtenir

111010000000

On convertit le polynôme générateur $X^4 + X + 1$ en une suite de bits, ce qui donne 10011. On soustrait (xor) cette suite de bits de la suite de bits initiale de façon à supprimer tous les 1, sauf ceux dans les 4 dernières positions :

$$
\begin{array}{cccccccccccc}
1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
1 & 0 & 0 & 1 & 1 & & & & & & & \\
\hline
0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & & & & & & \\
\cline{2-12}
 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 & & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & & & & & \\
\cline{3-12}
 & & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 & & & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & & & & \\
\cline{4-12}
 & & & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 & & & & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & & & \\
\cline{5-12}
 & & & & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0
\end{array}
$$

Le CRC cherché est donc 1000.

Réponse à l'exercice 20

Première méthode

Le polynôme générateur G est de degré 5 donc on ajoute 5 bits, qu'on fixe initialement à 0, pour obtenir

1111011100000

On le traduit en polynôme, ce qui donne

$$X^{12} + X^{11} + X^{10} + X^9 + X^7 + X^6 + X^5$$

On effectue ensuite la division du polynôme $X^{12}+X^{11}+X^{10}+X^9+X^7+X^6+X^5$ par $X^5+X^4+X^2+1$:

$$\begin{array}{ccccccccccccc|l}
X^{12} & +X^{11} & +X^{10} & +X^9 & & +X^7 & +X^6 & +X^5 & & & & & & X^5+X^4+X^2+1 \\
X^{12} & +X^{11} & & +X^9 & & +X^7 & & & & & & & & \hline X^7+X^5+X^4+X^3+1 \\
\cline{1-7}
 & & X^{10} & & & & +X^6 & +X^5 & & & & & & \\
 & & X^{10} & +X^9 & & +X^7 & & +X^5 & & & & & & \\
\cline{3-8}
 & & & X^9 & & +X^7 & +X^6 & & & & & & & \\
 & & & X^9 & +X^8 & & +X^6 & & +X^4 & & & & & \\
\cline{4-9}
 & & & & X^8 & +X^7 & & & +X^4 & & & & & \\
 & & & & X^8 & +X^7 & & +X^5 & & +X^3 & & & & \\
\cline{5-10}
 & & & & & & & X^5 & +X^4 & +X^3 & & & & \\
 & & & & & & & X^5 & +X^4 & & +X^2 & & +1 & \\
\cline{8-13}
 & & & & & & & & & X^3 & +X^2 & & +1 &
\end{array}$$

Le résultat est le polynôme $X^3 + X^2 + 1$, qui se convertit en la suite de bits 01101. Le CRC cherché est donc 01101.

Deuxième méthode

Le polynôme générateur G est de degré 5 donc on ajoute 5 bits, qu'on fixe initialement à 0, pour obtenir

1111011100000

On convertit le polynôme générateur $X^5 + X^4 + X^2 + 1$ en une suite de bits, ce qui donne 110101. On soustrait (xor) cette suite de bits de la suite de bits initiale de façon à supprimer tous les 1, sauf ceux dans les 5 dernières positions :

$$\begin{array}{ccccccccccccc}
1&1&1&1&0&1&1&1&0&0&0&0&0\\
1&1&0&1&0&1&&&&&&&\\
\hline
0&0&1&0&0&0&1&1&0&0&0&0&0\\
&&1&1&0&1&0&1&&&&&\\
\cline{3-13}
&&0&1&0&1&1&0&0&0&0&0&0\\
&&&1&1&0&1&0&1&&&&\\
\cline{4-13}
&&&0&1&1&0&0&1&0&0&0&0\\
&&&&1&1&0&1&0&1&&&\\
\cline{5-13}
&&&&0&0&0&1&1&1&0&0&0\\
&&&&&&&1&1&0&1&0&1\\
\cline{8-13}
&&&&&&&0&0&1&1&0&1
\end{array}$$

Le CRC cherché est donc 01101.

Réponse à l'exercice 21

Première méthode

Le polynôme générateur G est de degré 4 donc on ajoute 4 bits, qu'on fixe initialement à 0, pour obtenir

011010100000

On le traduit en polynôme, ce qui donne

$$X^{10} + X^9 + X^7 + X^5$$

On effectue ensuite la division du polynôme $X^{10} + X^9 + X^7 + X^5$ par $X^4 + X + 1$:

$$\begin{array}{cccccc|l}
X^{10} & +X^9 & +X^7 & & +X^5 & & X^4 + X + 1 \\ \cline{7-7}
X^{10} & & +X^7 & +X^6 & & & X^6 + X^5 \\ \cline{1-4}
& X^9 & & +X^6 & +X^5 & & \\
& X^9 & & +X^6 & +X^5 & & \\ \cline{2-5}
& & & & & &
\end{array}$$

Le résultat est le polynôme 0, qui se convertit en la suite de bits 0000. Le CRC cherché est donc 0000.

Deuxième méthode

Le polynôme générateur G est de degré 4 donc on ajoute 4 bits, qu'on fixe initialement à 0, pour obtenir

011010100000

On convertit le polynôme générateur $X^4 + X + 1$ en une suite de bits, ce qui donne 10011. On soustrait (xor) cette suite de bits de la suite de bits initiale de façon à supprimer tous les 1, sauf ceux dans les 4 dernières positions :

$$\begin{array}{cccccccccccc}
0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
& 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & & & & & & \\ \cline{2-12}
& 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
& & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & & & & & \\ \cline{3-12}
& & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0
\end{array}$$

Le CRC cherché est donc 0000.

Réponse à l'exercice 22

Première méthode

Le polynôme générateur G est de degré 4 donc on ajoute 4 bits, qu'on fixe initialement à 0, pour obtenir

010001110000

On le traduit en polynôme, ce qui donne

$$X^{10} + X^6 + X^5 + X^4$$

On effectue ensuite la division du polynôme $X^{10} + X^6 + X^5 + X^4$ par $X^4 + X + 1$:

$$
\begin{array}{llllllll|l}
X^{10} & & +X^6 & +X^5 & +X^4 & & & & X^4 + X + 1 \\
\cline{9-9}
X^{10} & +X^7 & +X^6 & & & & & & X^6 + X^3 + X \\
\cline{1-3}
 & X^7 & & +X^5 & +X^4 & & & & \\
 & X^7 & & & +X^4 & +X^3 & & & \\
\cline{2-6}
 & & & X^5 & & +X^3 & & & \\
 & & & X^5 & & & +X^2 & +X & \\
\cline{4-8}
 & & & & & X^3 & +X^2 & +X &
\end{array}
$$

Le résultat est le polynôme $X^3 + X^2 + X$, qui se convertit en la suite de bits 1110. Le CRC cherché est donc 1110.

Deuxième méthode

Le polynôme générateur G est de degré 4 donc on ajoute 4 bits, qu'on fixe initialement à 0, pour obtenir

010001110000

On convertit le polynôme générateur $X^4 + X + 1$ en une suite de bits, ce qui donne 10011. On soustrait (xor) cette suite de bits de la suite de bits initiale de façon à supprimer tous les 1, sauf ceux dans les 4 dernières positions :

$$
\begin{array}{cccccccccccc}
0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & & & & & & \\
\cline{2-12}
 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 & & & & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & & & \\
\cline{5-12}
 & & & & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\
 & & & & & & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & \\
\cline{7-12}
 & & & & & & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0
\end{array}
$$

Le CRC cherché est donc 1110.

Réponse à l'exercice 23

Première méthode

Le polynôme générateur G est de degré 4 donc on ajoute 4 bits, qu'on fixe initialement à 0, pour obtenir

010111010000

On le traduit en polynôme, ce qui donne

$$X^{10} + X^8 + X^7 + X^6 + X^4$$

On effectue ensuite la division du polynôme $X^{10} + X^8 + X^7 + X^6 + X^4$ par $X^4 + X + 1$:

$$
\begin{array}{llllllll|l}
X^{10} & +X^8 & +X^7 & +X^6 & & +X^4 & & & X^4+X+1 \\ \cline{9-9}
X^{10} & & +X^7 & +X^6 & & & & & X^6+X^4+X \\ \cline{1-4}
 & X^8 & & & & +X^4 & & & \\
 & X^8 & & & +X^5 & +X^4 & & & \\ \cline{2-6}
 & & & & X^5 & & & & \\
 & & & & X^5 & & +X^2 & +X & \\ \cline{5-8}
 & & & & & & X^2 & +X &
\end{array}
$$

Le résultat est le polynôme $X^2 + X$, qui se convertit en la suite de bits 0110. Le CRC cherché est donc 0110.

Deuxième méthode

Le polynôme générateur G est de degré 4 donc on ajoute 4 bits, qu'on fixe initialement à 0, pour obtenir

010111010000

On convertit le polynôme générateur $X^4 + X + 1$ en une suite de bits, ce qui donne 10011. On soustrait (xor) cette suite de bits de la suite de bits initiale de façon à supprimer tous les 1, sauf ceux dans les 4 dernières positions :

$$
\begin{array}{cccccccccccc}
0&1&0&1&1&1&0&1&0&0&0&0 \\
 &1&0&0&1&1& & & & & & \\ \hline
 &0&0&1&0&0&0&1&0&0&0&0 \\
 & & &1&0&0&1&1& & & & \\ \cline{4-12}
 & & &0&0&0&1&0&0&0&0&0 \\
 & & & & & & 1&0&0&1&1& \\ \cline{7-12}
 & & & & & & 0&0&0&1&1&0
\end{array}
$$

Le CRC cherché est donc 0110.

Réponse à l'exercice 24

Première méthode

Le polynôme générateur G est de degré 5 donc on ajoute 5 bits, qu'on fixe initialement à 0, pour obtenir

1010001100000

On le traduit en polynôme, ce qui donne

$$X^{12} + X^{10} + X^6 + X^5$$

On effectue ensuite la division du polynôme $X^{12} + X^{10} + X^6 + X^5$ par $X^5 + X + 1$:

$$
\begin{array}{ccccccccc|l}
X^{12} & +X^{10} & & & +X^6 & +X^5 & & & & X^5 + X + 1 \\
X^{12} & & +X^8 & +X^7 & & & & & & \overline{X^7 + X^5 + X^3 + X^2} \\
\hline
 & X^{10} & +X^8 & +X^7 & +X^6 & +X^5 & & & & \\
 & X^{10} & & & +X^6 & +X^5 & & & & \\
\hline
 & & X^8 & +X^7 & & & & & & \\
 & & X^8 & & & & +X^4 & +X^3 & & \\
\hline
 & & & X^7 & & & +X^4 & +X^3 & & \\
 & & & X^7 & & & & +X^3 & +X^2 & \\
\hline
 & & & & & & X^4 & & +X^2 &
\end{array}
$$

Le résultat est le polynôme $X^4 + X^2$, qui se convertit en la suite de bits 10100. Le CRC cherché est donc 10100.

Deuxième méthode

Le polynôme générateur G est de degré 5 donc on ajoute 5 bits, qu'on fixe initialement à 0, pour obtenir

1010001100000

On convertit le polynôme générateur $X^5 + X + 1$ en une suite de bits, ce qui donne 100011. On soustrait (xor) cette suite de bits de la suite de bits initiale de façon à supprimer tous les 1, sauf ceux dans les 5 dernières positions :

```
 1 0 1 0 0 0 1 1 0 0 0 0 0
 1 0 0 0 1 1
---------------------------
 0 0 1 0 1 1 1 1 0 0 0 0 0
     1 0 0 0 1 1
     ----------------------
     0 0 1 1 0 0 0 0 0 0 0
         1 0 0 0 1 1
         ------------------
         0 1 0 0 1 1 0 0 0
           1 0 0 0 1 1
           ----------------
           0 0 0 1 0 1 0 0
```

Le CRC cherché est donc 10100.

Réponse à l'exercice 25

Première méthode

Le polynôme générateur G est de degré 6 donc on ajoute 6 bits, qu'on fixe initialement à 0, pour obtenir

11000100000000

On le traduit en polynôme, ce qui donne

$$X^{13} + X^{12} + X^8$$

On effectue ensuite la division du polynôme $X^{13} + X^{12} + X^8$ par $X^6 + X^4 + X^3 + 1$:

$$
\begin{array}{ccccccccccccc|c}
X^{13} & +X^{12} & & & & +X^8 & & & & & & & & X^6 + X^4 + X^3 + 1 \\
\cline{14-14}
X^{13} & & +X^{11} & +X^{10} & & & +X^7 & & & & & & & X^7 + X^6 + X^5 + X + 1 \\
\cline{1-7}
 & X^{12} & +X^{11} & +X^{10} & & +X^8 & +X^7 & & & & & & & \\
 & X^{12} & & +X^{10} & +X^9 & & & +X^6 & & & & & & \\
\cline{2-8}
 & & X^{11} & & +X^9 & +X^8 & +X^7 & +X^6 & & & & & & \\
 & & X^{11} & & +X^9 & +X^8 & & & +X^5 & & & & & \\
\cline{3-9}
 & & & & & & X^7 & +X^6 & +X^5 & & & & & \\
 & & & & & & X^7 & & +X^5 & +X^4 & & +X & & \\
\cline{7-12}
 & & & & & & & X^6 & & +X^4 & & +X & & \\
 & & & & & & & X^6 & & +X^4 & +X^3 & & +1 & \\
\cline{8-13}
 & & & & & & & & & & X^3 & +X & +1 &
\end{array}
$$

Le résultat est le polynôme $X^3 + X + 1$, qui se convertit en la suite de bits 001011. Le CRC cherché est donc 001011.

Deuxième méthode

Le polynôme générateur G est de degré 6 donc on ajoute 6 bits, qu'on fixe initialement à 0, pour obtenir

11000100000000

On convertit le polynôme générateur $X^6 + X^4 + X^3 + 1$ en une suite de bits, ce qui donne 1011001. On soustrait (xor) cette suite de bits de la suite de bits initiale de façon à supprimer tous les 1, sauf ceux dans les 6 dernières positions :

$$
\begin{array}{cccccccccccccc}
1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & & & & & & & \\
\hline
0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & & & & & & \\
\cline{2-14}
 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 & & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & & & & & \\
\cline{3-14}
 & & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 & & & & & & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & \\
\cline{7-14}
 & & & & & & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 \\
 & & & & & & & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 \\
\cline{8-14}
 & & & & & & & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1
\end{array}
$$

Le CRC cherché est donc 001011.

Réponse à l'exercice 26

Première méthode

Le polynôme générateur G est de degré 5 donc on ajoute 5 bits, qu'on fixe initialement à 0, pour obtenir

0011011000000

On le traduit en polynôme, ce qui donne

$$X^{10} + X^9 + X^7 + X^6$$

On effectue ensuite la division du polynôme $X^{10} + X^9 + X^7 + X^6$ par $X^5 + X + 1$:

$$\begin{array}{cccccccc|l}
X^{10} & +X^9 & +X^7 & +X^6 & & & & & X^5 + X + 1 \\ \cline{9-9}
X^{10} & & & +X^6 & +X^5 & & & & X^5 + X^4 + X^2 \\ \cline{1-5}
& X^9 & +X^7 & & +X^5 & & & & \\
& X^9 & & & +X^5 & +X^4 & & & \\ \cline{2-6}
& & X^7 & & & +X^4 & & & \\
& & X^7 & & & & +X^3 & +X^2 & \\ \cline{3-8}
& & & & & X^4 & +X^3 & +X^2 &
\end{array}$$

Le résultat est le polynôme $X^4 + X^3 + X^2$, qui se convertit en la suite de bits 11100. Le CRC cherché est donc 11100.

Deuxième méthode

Le polynôme générateur G est de degré 5 donc on ajoute 5 bits, qu'on fixe initialement à 0, pour obtenir

0011011000000

On convertit le polynôme générateur $X^5 + X + 1$ en une suite de bits, ce qui donne 100011. On soustrait (xor) cette suite de bits de la suite de bits initiale de façon à supprimer tous les 1, sauf ceux dans les 5 dernières positions :

$$\begin{array}{ccccccccccccc}
0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 & & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & & & & & \\ \cline{3-13}
 & & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 & & & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & & & & \\ \cline{4-13}
 & & & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 & & & & & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & & \\ \cline{6-13}
 & & & & & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0
\end{array}$$

Le CRC cherché est donc 11100.

Réponse à l'exercice 27

Première méthode

Le polynôme générateur G est de degré 5 donc on ajoute 5 bits, qu'on fixe initialement à 0, pour obtenir

0100110000000

On le traduit en polynôme, ce qui donne

$$X^{11} + X^8 + X^7$$

On effectue ensuite la division du polynôme $X^{11} + X^8 + X^7$ par $X^5 + X^4 + X^2 + 1$:

$$
\begin{array}{cccccccccccc|l}
X^{11} & & & +X^8 & +X^7 & & & & & & & & X^5 + X^4 + X^2 + 1 \\
\cline{13-13}
X^{11} & +X^{10} & & +X^8 & & +X^6 & & & & & & & X^6 + X^5 + X^4 + X^3 + X^2 + X + 1 \\
\cline{1-6}
 & X^{10} & & & +X^7 & +X^6 & & & & & & & \\
 & X^{10} & +X^9 & & +X^7 & & +X^5 & & & & & & \\
\cline{2-7}
 & & X^9 & & & +X^6 & +X^5 & & & & & & \\
 & & X^9 & +X^8 & & +X^6 & & +X^4 & & & & & \\
\cline{3-8}
 & & & X^8 & & & +X^5 & +X^4 & & & & & \\
 & & & X^8 & +X^7 & & +X^5 & & +X^3 & & & & \\
\cline{4-9}
 & & & & X^7 & & & +X^4 & +X^3 & & & & \\
 & & & & X^7 & +X^6 & & +X^4 & & +X^2 & & & \\
\cline{5-10}
 & & & & & X^6 & & & +X^3 & +X^2 & & & \\
 & & & & & X^6 & +X^5 & & +X^3 & & +X & & \\
\cline{6-11}
 & & & & & & X^5 & & & +X^2 & +X & & \\
 & & & & & & X^5 & +X^4 & & +X^2 & & +1 & \\
\cline{7-12}
 & & & & & & & X^4 & & & +X & +1 &
\end{array}
$$

Le résultat est le polynôme $X^4 + X + 1$, qui se convertit en la suite de bits 10011. Le CRC cherché est donc 10011.

Deuxième méthode

Le polynôme générateur G est de degré 5 donc on ajoute 5 bits, qu'on fixe initialement à 0, pour obtenir

0100110000000

On convertit le polynôme générateur $X^5 + X^4 + X^2 + 1$ en une suite de bits, ce qui donne 110101. On soustrait (xor) cette suite de bits de la suite de bits initiale de façon à supprimer tous les 1, sauf ceux dans les 5 dernières positions :

```
0 1 0 0 1 1 0 0 0 0 0 0 0
  1 1 0 1 0 1
  -----------------------
  0 1 0 0 1 1 0 0 0 0 0 0
    1 1 0 1 0 1
    ---------------------
    0 1 0 0 1 1 0 0 0 0 0
      1 1 0 1 0 1
      -------------------
      0 1 0 0 1 1 0 0 0 0
        1 1 0 1 0 1
        -----------------
        0 1 0 0 1 1 0 0 0
          1 1 0 1 0 1
          ---------------
          0 1 0 0 1 1 0 0
            1 1 0 1 0 1
            -------------
            0 1 0 0 1 1 0
              1 1 0 1 0 1
              -----------
              0 1 0 0 1 1
```

Le CRC cherché est donc 10011.

Réponse à l'exercice 28

Première méthode

Le polynôme générateur G est de degré 5 donc on ajoute 5 bits, qu'on fixe initialement à 0, pour obtenir

1101001000000

On le traduit en polynôme, ce qui donne

$$X^{12} + X^{11} + X^9 + X^6$$

On effectue ensuite la division du polynôme $X^{12} + X^{11} + X^9 + X^6$ par $X^5 + X^4 + X^2 + 1$:

$$
\begin{array}{ccccccc|l}
X^{12} & +X^{11} & +X^9 & & +X^6 & & & X^5+X^4+X^2+1 \\
\cline{8-8}
X^{12} & +X^{11} & +X^9 & +X^7 & & & & X^7+X^2 \\
\cline{1-5}
& & & X^7 & +X^6 & & & \\
& & & X^7 & +X^6 & +X^4 & +X^2 & \\
\cline{4-7}
& & & & & X^4 & +X^2 &
\end{array}
$$

Le résultat est le polynôme $X^4 + X^2$, qui se convertit en la suite de bits 10100. Le CRC cherché est donc 10100.

Deuxième méthode

Le polynôme générateur G est de degré 5 donc on ajoute 5 bits, qu'on fixe initialement à 0, pour obtenir

1101001000000

On convertit le polynôme générateur $X^5 + X^4 + X^2 + 1$ en une suite de bits, ce qui donne 110101. On soustrait (xor) cette suite de bits de la suite de bits initiale de façon à supprimer tous les 1, sauf ceux dans les 5 dernières positions :

$$
\begin{array}{ccccccccccccc}
1&1&0&1&0&0&1&0&0&0&0&0&0\\
1&1&0&1&0&1&&&&&&&\\
\hline
0&0&0&0&0&1&1&0&0&0&0&0&0\\
&&&&&1&1&0&1&0&1&&\\
\cline{6-13}
&&&&&0&0&0&1&0&1&0&0
\end{array}
$$

Le CRC cherché est donc 10100.

Réponse à l'exercice 29

Première méthode

Le polynôme générateur G est de degré 6 donc on ajoute 6 bits, qu'on fixe initialement à 0, pour obtenir

11111100000000

On le traduit en polynôme, ce qui donne

$$X^{13} + X^{12} + X^{11} + X^{10} + X^9 + X^8$$

On effectue ensuite la division du polynôme $X^{13} + X^{12} + X^{11} + X^{10} + X^9 + X^8$ par $X^6 + X^4 + X^3 + 1$:

$$\begin{array}{ccccccccccc|l}
X^{13} & +X^{12} & +X^{11} & +X^{10} & +X^9 & +X^8 & & & & & & X^6 + X^4 + X^3 + 1 \\
\cline{12-12}
X^{13} & & +X^{11} & +X^{10} & & & +X^7 & & & & & X^7 + X^6 + X^4 + 1 \\
\cline{1-7}
 & X^{12} & & & +X^9 & +X^8 & +X^7 & & & & & \\
 & X^{12} & & +X^{10} & +X^9 & & & +X^6 & & & & \\
\cline{2-8}
 & & & X^{10} & & +X^8 & +X^7 & +X^6 & & & & \\
 & & & X^{10} & & +X^8 & +X^7 & & +X^4 & & & \\
\cline{4-9}
 & & & & & & & X^6 & +X^4 & & & \\
 & & & & & & & X^6 & +X^4 & +X^3 & +1 & \\
\cline{8-11}
 & & & & & & & & & X^3 & +1 &
\end{array}$$

Le résultat est le polynôme $X^3 + 1$, qui se convertit en la suite de bits 001001. Le CRC cherché est donc 001001.

Deuxième méthode

Le polynôme générateur G est de degré 6 donc on ajoute 6 bits, qu'on fixe initialement à 0, pour obtenir

11111100000000

On convertit le polynôme générateur $X^6 + X^4 + X^3 + 1$ en une suite de bits, ce qui donne 1011001. On soustrait (xor) cette suite de bits de la suite de bits initiale de façon à supprimer tous les 1, sauf ceux dans les 6 dernières positions :

$$\begin{array}{cccccccccccccc}
1&1&1&1&1&1&0&0&0&0&0&0&0&0\\
1&0&1&1&0&0&1&&&&&&&\\
\hline
0&1&0&0&1&1&1&0&0&0&0&0&0&0\\
&1&0&1&1&0&0&1&&&&&&\\
\cline{2-14}
&0&0&1&0&1&1&1&0&0&0&0&0&0\\
&&&1&0&1&1&0&0&1&&&&\\
\cline{4-14}
&&&0&0&0&0&1&0&1&0&0&0&0\\
&&&&&&&1&0&1&1&0&0&1\\
\cline{8-14}
&&&&&&&0&0&0&1&0&0&1
\end{array}$$

Le CRC cherché est donc 001001.

Réponse à l'exercice 30

Première méthode

Le polynôme générateur G est de degré 6 donc on ajoute 6 bits, qu'on fixe initialement à 0, pour obtenir

01001101000000

On le traduit en polynôme, ce qui donne

$$X^{12} + X^9 + X^8 + X^6$$

On effectue ensuite la division du polynôme $X^{12} + X^9 + X^8 + X^6$ par $X^6 + X^4 + X^3 + 1$:

$$\begin{array}{ccccccccc|l}
X^{12} & & +X^9 & +X^8 & & +X^6 & & & & X^6 + X^4 + X^3 + 1 \\
X^{12} & +X^{10} & +X^9 & & & +X^6 & & & & \overline{X^6 + X^4 + X} \\
\hline
 & X^{10} & & +X^8 & & & & & & \\
 & X^{10} & & +X^8 & +X^7 & & & +X^4 & & \\
\hline
 & & & & X^7 & & & +X^4 & & \\
 & & & & X^7 & & +X^5 & +X^4 & +X & \\
\hline
 & & & & & & X^5 & & +X &
\end{array}$$

Le résultat est le polynôme $X^5 + X$, qui se convertit en la suite de bits 100010. Le CRC cherché est donc 100010.

Deuxième méthode

Le polynôme générateur G est de degré 6 donc on ajoute 6 bits, qu'on fixe initialement à 0, pour obtenir

01001101000000

On convertit le polynôme générateur $X^6 + X^4 + X^3 + 1$ en une suite de bits, ce qui donne 1011001. On soustrait (xor) cette suite de bits de la suite de bits initiale de façon à supprimer tous les 1, sauf ceux dans les 6 dernières positions :

$$\begin{array}{cccccccccccccc}
0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & & & & & & \\
\hline
 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 & & & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & & & & \\
\hline
 & & & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 & & & & & & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & \\
\hline
 & & & & & & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0
\end{array}$$

Le CRC cherché est donc 100010.

Réponse à l'exercice 31

Première méthode

Le polynôme générateur G est de degré 5 donc on ajoute 5 bits, qu'on fixe initialement à 0, pour obtenir

0011101100000

On le traduit en polynôme, ce qui donne

$$X^{10} + X^9 + X^8 + X^6 + X^5$$

On effectue ensuite la division du polynôme $X^{10} + X^9 + X^8 + X^6 + X^5$ par $X^5 + X + 1$:

$$
\begin{array}{ccccccccc|l}
X^{10} & +X^9 & +X^8 & +X^6 & +X^5 & & & & & X^5 + X + 1 \\ \cline{10-10}
X^{10} & & & +X^6 & +X^5 & & & & & X^5 + X^4 + X^3 + 1 \\ \cline{1-5}
 & X^9 & +X^8 & & & & & & & \\
 & X^9 & & & +X^5 & +X^4 & & & & \\ \cline{2-6}
 & & X^8 & & +X^5 & +X^4 & & & & \\
 & & X^8 & & & +X^4 & +X^3 & & & \\ \cline{3-7}
 & & & & X^5 & & +X^3 & & & \\
 & & & & X^5 & & & +X & +1 & \\ \cline{5-9}
 & & & & & & X^3 & +X & +1 &
\end{array}
$$

Le résultat est le polynôme $X^3 + X + 1$, qui se convertit en la suite de bits 01011. Le CRC cherché est donc 01011.

Deuxième méthode

Le polynôme générateur G est de degré 5 donc on ajoute 5 bits, qu'on fixe initialement à 0, pour obtenir

0011101100000

On convertit le polynôme générateur $X^5 + X + 1$ en une suite de bits, ce qui donne 100011. On soustrait (xor) cette suite de bits de la suite de bits initiale de façon à supprimer tous les 1, sauf ceux dans les 5 dernières positions :

$$
\begin{array}{ccccccccccccc}
0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 & & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & & & & & \\ \cline{3-13}
 & & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 & & & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & & & & \\ \cline{4-13}
 & & & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 & & & & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & & & \\ \cline{5-13}
 & & & & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\
 & & & & & & & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ \cline{8-13}
 & & & & & & & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1
\end{array}
$$

Le CRC cherché est donc 01011.

Réponse à l'exercice 32

Première méthode

Le polynôme générateur G est de degré 5 donc on ajoute 5 bits, qu'on fixe initialement à 0, pour obtenir

$$0100000000000$$

On le traduit en polynôme, ce qui donne

$$X^{11}$$

On effectue ensuite la division du polynôme X^{11} par $X^5 + X + 1$:

$$\begin{array}{llllll|l}
X^{11} & & & & & & X^5 + X + 1 \\ \cline{7-7}
X^{11} & +X^7 & +X^6 & & & & X^6 + X^2 + X \\ \cline{1-3}
 & X^7 & +X^6 & & & & \\
 & X^7 & & +X^3 & +X^2 & & \\ \cline{2-5}
 & & X^6 & +X^3 & +X^2 & & \\
 & & X^6 & & +X^2 & +X & \\ \cline{3-6}
 & & & X^3 & & +X &
\end{array}$$

Le résultat est le polynôme $X^3 + X$, qui se convertit en la suite de bits 01010. Le CRC cherché est donc 01010.

Deuxième méthode

Le polynôme générateur G est de degré 5 donc on ajoute 5 bits, qu'on fixe initialement à 0, pour obtenir

$$0100000000000$$

On convertit le polynôme générateur $X^5 + X + 1$ en une suite de bits, ce qui donne 100011. On soustrait (xor) cette suite de bits de la suite de bits initiale de façon à supprimer tous les 1, sauf ceux dans les 5 dernières positions :

$$\begin{array}{ccccccccccccc}
0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & & & & & & \\ \cline{2-13}
 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 & & & & & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & & \\ \cline{6-13}
 & & & & & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \\
 & & & & & & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & \\ \cline{7-13}
 & & & & & & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0
\end{array}$$

Le CRC cherché est donc 01010.

Réponse à l'exercice 33

Première méthode

Le polynôme générateur G est de degré 5 donc on ajoute 5 bits, qu'on fixe initialement à 0, pour obtenir

1001110100000

On le traduit en polynôme, ce qui donne

$$X^{12} + X^9 + X^8 + X^7 + X^5$$

On effectue ensuite la division du polynôme $X^{12} + X^9 + X^8 + X^7 + X^5$ par $X^5 + X^4 + X^2 + 1$:

$$\begin{array}{cccccccccccc|l}
X^{12} & & & +X^9 & +X^8 & +X^7 & & +X^5 & & & & & X^5+X^4+X^2+1 \\ \cline{13-13}
X^{12} & +X^{11} & & +X^9 & & +X^7 & & & & & & & X^7+X^6+X^5+X^4+X^3+1 \\ \cline{1-6}
 & X^{11} & & & +X^8 & & & +X^5 & & & & & \\
 & X^{11} & +X^{10} & & +X^8 & & +X^6 & & & & & & \\ \cline{2-7}
 & & X^{10} & & & & +X^6 & +X^5 & & & & & \\
 & & X^{10} & +X^9 & & +X^7 & & +X^5 & & & & & \\ \cline{3-8}
 & & & X^9 & & +X^7 & +X^6 & & & & & & \\
 & & & X^9 & +X^8 & & +X^6 & & +X^4 & & & & \\ \cline{4-9}
 & & & & X^8 & +X^7 & & & +X^4 & & & & \\
 & & & & X^8 & +X^7 & & +X^5 & & +X^3 & & & \\ \cline{5-10}
 & & & & & & & X^5 & +X^4 & +X^3 & & & \\
 & & & & & & & X^5 & +X^4 & & +X^2 & +1 & \\ \cline{8-12}
 & & & & & & & & & X^3 & +X^2 & +1 &
\end{array}$$

Le résultat est le polynôme $X^3 + X^2 + 1$, qui se convertit en la suite de bits 01101. Le CRC cherché est donc 01101.

Deuxième méthode

Le polynôme générateur G est de degré 5 donc on ajoute 5 bits, qu'on fixe initialement à 0, pour obtenir

1001110100000

On convertit le polynôme générateur $X^5 + X^4 + X^2 + 1$ en une suite de bits, ce qui donne 110101. On soustrait (xor) cette suite de bits de la suite de bits initiale de façon à supprimer tous les 1, sauf ceux dans les 5 dernières positions :

$$\begin{array}{ccccccccccccc}
1&0&0&1&1&1&0&1&0&0&0&0&0 \\
1&1&0&1&0&1&&&&&&& \\ \hline
0&1&0&0&1&0&0&1&0&0&0&0&0 \\
&1&1&0&1&0&1&&&&&& \\ \cline{2-13}
&0&1&0&0&0&1&1&0&0&0&0&0 \\
&&1&1&0&1&0&1&&&&& \\ \cline{3-13}
&&0&1&0&1&1&0&0&0&0&0&0 \\
&&&1&1&0&1&0&1&&&& \\ \cline{4-13}
&&&0&1&1&0&0&1&0&0&0&0 \\
&&&&1&1&0&1&0&1&&& \\ \cline{5-13}
&&&&0&0&0&1&1&1&0&0&0 \\
&&&&&&&1&1&0&1&0&1 \\ \cline{8-13}
&&&&&&&0&0&1&1&0&1
\end{array}$$

Le CRC cherché est donc 01101.

Réponse à l'exercice 34

Première méthode

Le polynôme générateur G est de degré 4 donc on ajoute 4 bits, qu'on fixe initialement à 0, pour obtenir

011101000000

On le traduit en polynôme, ce qui donne

$$X^{10} + X^9 + X^8 + X^6$$

On effectue ensuite la division du polynôme $X^{10} + X^9 + X^8 + X^6$ par $X^4 + X + 1$:

$$
\begin{array}{lllllllll|l}
X^{10} & +X^9 & +X^8 & & +X^6 & & & & & X^4 + X + 1 \\
\cline{10-10}
X^{10} & & & +X^7 & +X^6 & & & & & X^6 + X^5 + X^4 + X^3 + X^2 \\
\cline{1-5}
 & X^9 & +X^8 & +X^7 & & & & & & \\
 & X^9 & & & +X^6 & +X^5 & & & & \\
\cline{2-6}
 & & X^8 & +X^7 & +X^6 & +X^5 & & & & \\
 & & X^8 & & & +X^5 & +X^4 & & & \\
\cline{3-7}
 & & & X^7 & +X^6 & & +X^4 & & & \\
 & & & X^7 & & & +X^4 & +X^3 & & \\
\cline{4-8}
 & & & & X^6 & & & +X^3 & & \\
 & & & & X^6 & & & +X^3 & +X^2 & \\
\cline{5-9}
 & & & & & & & & X^2 &
\end{array}
$$

Le résultat est le polynôme X^2, qui se convertit en la suite de bits 0100. Le CRC cherché est donc 0100.

Deuxième méthode

Le polynôme générateur G est de degré 4 donc on ajoute 4 bits, qu'on fixe initialement à 0, pour obtenir

011101000000

On convertit le polynôme générateur $X^4 + X + 1$ en une suite de bits, ce qui donne 10011. On soustrait (xor) cette suite de bits de la suite de bits initiale de façon à supprimer tous les 1, sauf ceux dans les 4 dernières positions :

$$
\begin{array}{r}
0\;1\;1\;1\;0\;1\;0\;0\;0\;0\;0\;0 \\
1\;0\;0\;1\;1\; \\
\hline
0\;1\;1\;1\;0\;0\;0\;0\;0\;0\;0 \\
1\;0\;0\;1\;1\; \\
\hline
0\;1\;1\;1\;1\;0\;0\;0\;0\;0 \\
1\;0\;0\;1\;1\; \\
\hline
0\;1\;1\;0\;1\;0\;0\;0\;0 \\
1\;0\;0\;1\;1\; \\
\hline
0\;1\;0\;0\;1\;0\;0\;0 \\
1\;0\;0\;1\;1\; \\
\hline
0\;0\;0\;0\;1\;0\;0
\end{array}
$$

Le CRC cherché est donc 0100.

Réponse à l'exercice 35

Première méthode

Le polynôme générateur G est de degré 5 donc on ajoute 5 bits, qu'on fixe initialement à 0, pour obtenir

$$0110011000000$$

On le traduit en polynôme, ce qui donne

$$X^{11} + X^{10} + X^7 + X^6$$

On effectue ensuite la division du polynôme $X^{11} + X^{10} + X^7 + X^6$ par $X^5 + X^4 + X^2 + 1$:

$$\begin{array}{cccccccccc|l}
X^{11} & +X^{10} & & +X^7 & +X^6 & & & & & & X^5+X^4+X^2+1 \\ \cline{11-11}
X^{11} & +X^{10} & +X^8 & & +X^6 & & & & & & X^6+X^3+1 \\ \cline{1-5}
 & & X^8 & +X^7 & & & & & & & \\
 & & X^8 & +X^7 & & +X^5 & & +X^3 & & & \\ \cline{3-8}
 & & & & & X^5 & & +X^3 & & & \\
 & & & & & X^5 & +X^4 & & +X^2 & +1 & \\ \cline{6-10}
 & & & & & & X^4 & +X^3 & +X^2 & +1 &
\end{array}$$

Le résultat est le polynôme $X^4 + X^3 + X^2 + 1$, qui se convertit en la suite de bits 11101. Le CRC cherché est donc 11101.

Deuxième méthode

Le polynôme générateur G est de degré 5 donc on ajoute 5 bits, qu'on fixe initialement à 0, pour obtenir

$$0110011000000$$

On convertit le polynôme générateur $X^5 + X^4 + X^2 + 1$ en une suite de bits, ce qui donne 110101. On soustrait (xor) cette suite de bits de la suite de bits initiale de façon à supprimer tous les 1, sauf ceux dans les 5 dernières positions :

$$\begin{array}{ccccccccccccc}
0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & & & & & & \\ \cline{2-13}
 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 & & & & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & & & \\ \cline{5-13}
 & & & & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\
 & & & & & & & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ \cline{8-13}
 & & & & & & & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1
\end{array}$$

Le CRC cherché est donc 11101.

Réponse à l'exercice 36

Première méthode

Le polynôme générateur G est de degré 4 donc on ajoute 4 bits, qu'on fixe initialement à 0, pour obtenir

101110000000

On le traduit en polynôme, ce qui donne

$$X^{11} + X^9 + X^8 + X^7$$

On effectue ensuite la division du polynôme $X^{11} + X^9 + X^8 + X^7$ par $X^4 + X + 1$:

$$\begin{array}{ccccccccc|l}
X^{11} & +X^9 & +X^8 & +X^7 & & & & & & X^4 + X + 1 \\
X^{11} & & +X^8 & +X^7 & & & & & & \overline{X^7 + X^5 + X^2 + X} \\
\cline{1-4}
 & X^9 & & & & & & & & \\
 & X^9 & & & +X^6 & +X^5 & & & & \\
\cline{2-6}
 & & & & X^6 & +X^5 & & & & \\
 & & & & X^6 & & +X^3 & +X^2 & & \\
\cline{5-8}
 & & & & & X^5 & +X^3 & +X^2 & & \\
 & & & & & X^5 & & +X^2 & +X & \\
\cline{6-9}
 & & & & & & X^3 & & +X &
\end{array}$$

Le résultat est le polynôme $X^3 + X$, qui se convertit en la suite de bits 1010. Le CRC cherché est donc 1010.

Deuxième méthode

Le polynôme générateur G est de degré 4 donc on ajoute 4 bits, qu'on fixe initialement à 0, pour obtenir

101110000000

On convertit le polynôme générateur $X^4 + X + 1$ en une suite de bits, ce qui donne 10011. On soustrait (xor) cette suite de bits de la suite de bits initiale de façon à supprimer tous les 1, sauf ceux dans les 4 dernières positions :

```
  1 0 1 1 1 0 0 0 0 0 0 0
  1 0 0 1 1
 ________________________
  0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0
      1 0 0 1 1
      ____________________
      0 0 0 1 1 0 0 0 0 0
            1 0 0 1 1
            ______________
            0 1 0 1 1 0 0
              1 0 0 1 1
              ____________
              0 0 1 0 1 0
```

Le CRC cherché est donc 1010.

Réponse à l'exercice 37

Première méthode

Le polynôme générateur G est de degré 6 donc on ajoute 6 bits, qu'on fixe initialement à 0, pour obtenir

11000110000000

On le traduit en polynôme, ce qui donne

$$X^{13} + X^{12} + X^8 + X^7$$

On effectue ensuite la division du polynôme $X^{13} + X^{12} + X^8 + X^7$ par $X^6 + X^4 + X^3 + 1$:

$$\begin{array}{cccccccccccc|l}
X^{13} & +X^{12} & & & & +X^8 & +X^7 & & & & & & X^6 + X^4 + X^3 + 1 \\
X^{13} & & +X^{11} & +X^{10} & & & +X^7 & & & & & & \overline{X^7 + X^6 + X^5 + 1} \\
\hline
 & X^{12} & +X^{11} & +X^{10} & & +X^8 & & & & & & & \\
 & X^{12} & & +X^{10} & +X^9 & & & +X^6 & & & & & \\
\hline
 & & X^{11} & & +X^9 & +X^8 & & +X^6 & & & & & \\
 & & X^{11} & & +X^9 & +X^8 & & & +X^5 & & & & \\
\hline
 & & & & & & & X^6 & +X^5 & & & & \\
 & & & & & & & X^6 & & +X^4 & +X^3 & +1 & \\
\hline
 & & & & & & & & X^5 & +X^4 & +X^3 & +1 &
\end{array}$$

Le résultat est le polynôme $X^5+X^4+X^3+1$, qui se convertit en la suite de bits 111001. Le CRC cherché est donc 111001.

Deuxième méthode

Le polynôme générateur G est de degré 6 donc on ajoute 6 bits, qu'on fixe initialement à 0, pour obtenir

11000110000000

On convertit le polynôme générateur $X^6 + X^4 + X^3 + 1$ en une suite de bits, ce qui donne 1011001. On soustrait (xor) cette suite de bits de la suite de bits initiale de façon à supprimer tous les 1, sauf ceux dans les 6 dernières positions :

$$\begin{array}{cccccccccccccc}
1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & & & & & & & \\
\hline
0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & & & & & & \\
\hline
 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 & & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & & & & & \\
\hline
 & & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 & & & & & & & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 \\
\hline
 & & & & & & & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1
\end{array}$$

Le CRC cherché est donc 111001.

Réponse à l'exercice 38

Première méthode

Le polynôme générateur G est de degré 4 donc on ajoute 4 bits, qu'on fixe initialement à 0, pour obtenir

110111100000

On le traduit en polynôme, ce qui donne

$$X^{11} + X^{10} + X^8 + X^7 + X^6 + X^5$$

On effectue ensuite la division du polynôme $X^{11} + X^{10} + X^8 + X^7 + X^6 + X^5$ par $X^4 + X + 1$:

$$\begin{array}{cccccccccccc|l}
X^{11} & +X^{10} & & +X^8 & +X^7 & +X^6 & +X^5 & & & & & & X^4 + X + 1 \\
\cline{13-13}
X^{11} & & & +X^8 & +X^7 & & & & & & & & X^7 + X^6 + X^3 + X + 1 \\
\cline{1-5}
 & X^{10} & & & & +X^6 & +X^5 & & & & & & \\
 & X^{10} & & & +X^7 & +X^6 & & & & & & & \\
\cline{2-6}
 & & & & X^7 & & +X^5 & & & & & & \\
 & & & & X^7 & & & +X^4 & +X^3 & & & & \\
\cline{5-9}
 & & & & & & X^5 & +X^4 & +X^3 & & & & \\
 & & & & & & X^5 & & & +X^2 & +X & & \\
\cline{7-11}
 & & & & & & & X^4 & +X^3 & +X^2 & +X & & \\
 & & & & & & & X^4 & & & +X & +1 & \\
\cline{8-12}
 & & & & & & & & X^3 & +X^2 & & +1 &
\end{array}$$

Le résultat est le polynôme $X^3 + X^2 + 1$, qui se convertit en la suite de bits 1101. Le CRC cherché est donc 1101.

Deuxième méthode

Le polynôme générateur G est de degré 4 donc on ajoute 4 bits, qu'on fixe initialement à 0, pour obtenir

110111100000

On convertit le polynôme générateur $X^4 + X + 1$ en une suite de bits, ce qui donne 10011. On soustrait (xor) cette suite de bits de la suite de bits initiale de façon à supprimer tous les 1, sauf ceux dans les 4 dernières positions :

$$\begin{array}{cccccccccccc}
1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
1 & 0 & 0 & 1 & 1 & & & & & & & \\
\hline
0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & & & & & & \\
\cline{2-12}
 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 & & & & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & & & \\
\cline{5-12}
 & & & & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\
 & & & & & & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & \\
\cline{7-12}
 & & & & & & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 \\
 & & & & & & & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 \\
\cline{8-12}
 & & & & & & & 0 & 1 & 1 & 0 & 1
\end{array}$$

Le CRC cherché est donc 1101.

Réponse à l’exercice 39

Première méthode

Le polynôme générateur G est de degré 5 donc on ajoute 5 bits, qu’on fixe initialement à 0, pour obtenir

0100001100000

On le traduit en polynôme, ce qui donne

$$X^{11} + X^6 + X^5$$

On effectue ensuite la division du polynôme $X^{11} + X^6 + X^5$ par $X^5 + X + 1$:

$$
\begin{array}{cccccccc|l}
X^{11} & & +X^6 & +X^5 & & & & & X^5+X+1 \\
X^{11} & +X^7 & +X^6 & & & & & & \overline{X^6+X^2+1} \\ \cline{1-4}
 & X^7 & & +X^5 & & & & & \\
 & X^7 & & & +X^3 & +X^2 & & & \\ \cline{2-6}
 & & & X^5 & +X^3 & +X^2 & & & \\
 & & & X^5 & & & +X & +1 & \\ \cline{4-8}
 & & & & X^3 & +X^2 & +X & +1 &
\end{array}
$$

Le résultat est le polynôme $X^3 + X^2 + X + 1$, qui se convertit en la suite de bits 01111. Le CRC cherché est donc 01111.

Deuxième méthode

Le polynôme générateur G est de degré 5 donc on ajoute 5 bits, qu’on fixe initialement à 0, pour obtenir

0100001100000

On convertit le polynôme générateur $X^5 + X + 1$ en une suite de bits, ce qui donne 100011. On soustrait (xor) cette suite de bits de la suite de bits initiale de façon à supprimer tous les 1, sauf ceux dans les 5 dernières positions :

$$
\begin{array}{ccccccccccccc}
0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & & & & & & \\ \cline{2-13}
 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 & & & & & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & & \\ \cline{6-13}
 & & & & & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \\
 & & & & & & & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ \cline{8-13}
 & & & & & & & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1
\end{array}
$$

Le CRC cherché est donc 01111.

Réponse à l'exercice 40

Première méthode

Le polynôme générateur G est de degré 4 donc on ajoute 4 bits, qu'on fixe initialement à 0, pour obtenir

$$111011110000$$

On le traduit en polynôme, ce qui donne

$$X^{11} + X^{10} + X^9 + X^7 + X^6 + X^5 + X^4$$

On effectue ensuite la division du polynôme $X^{11} + X^{10} + X^9 + X^7 + X^6 + X^5 + X^4$ par $X^4 + X + 1$:

$$
\begin{array}{cccccccccccc|l}
X^{11} & +X^{10} & +X^9 & & +X^7 & +X^6 & +X^5 & +X^4 & & & & & X^4 + X + 1 \\
\cline{13-13}
X^{11} & & & +X^8 & +X^7 & & & & & & & & X^7 + X^6 + X^5 + X^4 + X^3 + X^2 + X + 1 \\
\cline{1-5}
 & X^{10} & +X^9 & +X^8 & & +X^6 & +X^5 & +X^4 & & & & & \\
 & X^{10} & & & +X^7 & +X^6 & & & & & & & \\
\cline{2-6}
 & & X^9 & +X^8 & +X^7 & & +X^5 & +X^4 & & & & & \\
 & & X^9 & & & +X^6 & +X^5 & & & & & & \\
\cline{3-7}
 & & & X^8 & +X^7 & +X^6 & & +X^4 & & & & & \\
 & & & X^8 & & & +X^5 & +X^4 & & & & & \\
\cline{4-8}
 & & & & X^7 & +X^6 & +X^5 & & & & & & \\
 & & & & X^7 & & & +X^4 & +X^3 & & & & \\
\cline{5-9}
 & & & & & X^6 & +X^5 & +X^4 & +X^3 & & & & \\
 & & & & & X^6 & & & +X^3 & +X^2 & & & \\
\cline{6-10}
 & & & & & & X^5 & +X^4 & & +X^2 & & & \\
 & & & & & & X^5 & & & +X^2 & +X & & \\
\cline{7-11}
 & & & & & & & X^4 & & & +X & & \\
 & & & & & & & X^4 & & & +X & +1 & \\
\cline{8-12}
 & & & & & & & & & & & 1 &
\end{array}
$$

Le résultat est le polynôme 1, qui se convertit en la suite de bits 0001. Le CRC cherché est donc 0001.

Deuxième méthode

Le polynôme générateur G est de degré 4 donc on ajoute 4 bits, qu'on fixe initialement à 0, pour obtenir

$$111011110000$$

On convertit le polynôme générateur $X^4 + X + 1$ en une suite de bits, ce qui donne 10011. On soustrait (xor) cette suite de bits de la suite de bits initiale de façon à supprimer tous les 1, sauf ceux dans les 4 dernières positions :

$$
\begin{array}{cccccccccccc}
1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
1 & 0 & 0 & 1 & 1 & & & & & & & \\
\hline
0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & & & & & & \\
\cline{2-12}
 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 & & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & & & & & \\
\cline{3-12}
 & & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 & & & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & & & & \\
\cline{4-12}
 & & & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 & & & & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & & & \\
\cline{5-12}
 & & & & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\
 & & & & & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & & \\
\cline{6-12}
 & & & & & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\
 & & & & & & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & \\
\cline{7-12}
 & & & & & & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 \\
 & & & & & & & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 \\
\cline{8-12}
 & & & & & & & 0 & 0 & 0 & 0 & 1
\end{array}
$$

Le CRC cherché est donc 0001.

Réponse à l'exercice 41

Première méthode

Le polynôme générateur G est de degré 5 donc on ajoute 5 bits, qu'on fixe initialement à 0, pour obtenir

1000100100000

On le traduit en polynôme, ce qui donne

$$X^{12} + X^8 + X^5$$

On effectue ensuite la division du polynôme $X^{12} + X^8 + X^5$ par $X^5 + X + 1$:

$$\begin{array}{cccccccc|l}
X^{12} & +X^8 & & +X^5 & & & & & X^5 + X + 1 \\ \cline{9-9}
X^{12} & +X^8 & +X^7 & & & & & & X^7 + X^2 + 1 \\ \cline{1-3}
 & & X^7 & +X^5 & & & & & \\
 & & X^7 & & +X^3 & +X^2 & & & \\ \cline{3-6}
 & & & X^5 & +X^3 & +X^2 & & & \\
 & & & X^5 & & & +X & +1 & \\ \cline{4-8}
 & & & & X^3 & +X^2 & +X & +1 &
\end{array}$$

Le résultat est le polynôme $X^3 + X^2 + X + 1$, qui se convertit en la suite de bits 01111. Le CRC cherché est donc 01111.

Deuxième méthode

Le polynôme générateur G est de degré 5 donc on ajoute 5 bits, qu'on fixe initialement à 0, pour obtenir

1000100100000

On convertit le polynôme générateur $X^5 + X + 1$ en une suite de bits, ce qui donne 100011. On soustrait (xor) cette suite de bits de la suite de bits initiale de façon à supprimer tous les 1, sauf ceux dans les 5 dernières positions :

$$\begin{array}{ccccccccccccc}
1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & & & & & & & \\ \hline
0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 & & & & & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & & \\ \cline{6-13}
 & & & & & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \\
 & & & & & & & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ \cline{8-13}
 & & & & & & & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1
\end{array}$$

Le CRC cherché est donc 01111.

Réponse à l'exercice 42

Première méthode

Le polynôme générateur G est de degré 4 donc on ajoute 4 bits, qu'on fixe initialement à 0, pour obtenir

101110010000

On le traduit en polynôme, ce qui donne

$$X^{11} + X^9 + X^8 + X^7 + X^4$$

On effectue ensuite la division du polynôme $X^{11} + X^9 + X^8 + X^7 + X^4$ par $X^4 + X + 1$:

$$
\begin{array}{ccccccccccc|l}
X^{11} & +X^9 & +X^8 & +X^7 & & & +X^4 & & & & & X^4+X+1 \\ \cline{12-12}
X^{11} & & +X^8 & +X^7 & & & & & & & & X^7+X^5+X^2+X+1 \\ \cline{1-4}
 & X^9 & & & & & +X^4 & & & & & \\
 & X^9 & & & +X^6 & +X^5 & & & & & & \\ \cline{2-6}
 & & & & X^6 & +X^5 & +X^4 & & & & & \\
 & & & & X^6 & & & +X^3 & +X^2 & & & \\ \cline{5-9}
 & & & & & X^5 & +X^4 & +X^3 & +X^2 & & & \\
 & & & & & X^5 & & & +X^2 & +X & & \\ \cline{6-10}
 & & & & & & X^4 & +X^3 & & +X & & \\
 & & & & & & X^4 & & & +X & +1 & \\ \cline{7-11}
 & & & & & & & X^3 & & & +1 &
\end{array}
$$

Le résultat est le polynôme $X^3 + 1$, qui se convertit en la suite de bits 1001. Le CRC cherché est donc 1001.

Deuxième méthode

Le polynôme générateur G est de degré 4 donc on ajoute 4 bits, qu'on fixe initialement à 0, pour obtenir

101110010000

On convertit le polynôme générateur $X^4 + X + 1$ en une suite de bits, ce qui donne 10011. On soustrait (xor) cette suite de bits de la suite de bits initiale de façon à supprimer tous les 1, sauf ceux dans les 4 dernières positions :

$$
\begin{array}{cccccccccccc}
1&0&1&1&1&0&0&1&0&0&0&0 \\
1&0&0&1&1& & & & & & & \\ \hline
0&0&1&0&0&0&0&1&0&0&0&0 \\
 & &1&0&0&1&1& & & & & \\ \cline{3-12}
 & &0&0&0&1&1&1&0&0&0&0 \\
 & & & & &1&0&0&1&1& & \\ \cline{6-12}
 & & & & &0&1&1&1&1&0&0 \\
 & & & & & &1&0&0&1&1& \\ \cline{7-12}
 & & & & & &0&1&1&0&1&0 \\
 & & & & & & &1&0&0&1&1 \\ \cline{8-12}
 & & & & & & &0&1&0&0&1
\end{array}
$$

Le CRC cherché est donc 1001.

Réponse à l'exercice 43

Première méthode

Le polynôme générateur G est de degré 5 donc on ajoute 5 bits, qu'on fixe initialement à 0, pour obtenir

1000110000000

On le traduit en polynôme, ce qui donne

$$X^{12} + X^8 + X^7$$

On effectue ensuite la division du polynôme $X^{12} + X^8 + X^7$ par $X^5 + X + 1$:

$$\begin{array}{llll|l} X^{12} & & +X^8 & +X^7 & X^5 + X + 1 \\ \cline{5-5} X^{12} & & +X^8 & +X^7 & X^7 \\ \cline{1-4} & & & & \end{array}$$

Le résultat est le polynôme 0, qui se convertit en la suite de bits 00000. Le CRC cherché est donc 00000.

Deuxième méthode

Le polynôme générateur G est de degré 5 donc on ajoute 5 bits, qu'on fixe initialement à 0, pour obtenir

1000110000000

On convertit le polynôme générateur $X^5 + X + 1$ en une suite de bits, ce qui donne 100011. On soustrait (xor) cette suite de bits de la suite de bits initiale de façon à supprimer tous les 1, sauf ceux dans les 5 dernières positions :

$$\begin{array}{l} 1\,0\,0\,0\,1\,1\,0\,0\,0\,0\,0\,0\,0 \\ 1\,0\,0\,0\,1\,1 \\ \hline 0\,0\,0\,0\,0\,0\,0\,0\,0\,0\,0\,0\,0 \end{array}$$

Le CRC cherché est donc 00000.

Réponse à l'exercice 44

Première méthode

Le polynôme générateur G est de degré 5 donc on ajoute 5 bits, qu'on fixe initialement à 0, pour obtenir

$$1111011000000$$

On le traduit en polynôme, ce qui donne

$$X^{12} + X^{11} + X^{10} + X^9 + X^7 + X^6$$

On effectue ensuite la division du polynôme $X^{12} + X^{11} + X^{10} + X^9 + X^7 + X^6$ par $X^5 + X + 1$:

$$
\begin{array}{cccccccccccc|l}
X^{12} & +X^{11} & +X^{10} & +X^9 & & +X^7 & +X^6 & & & & & & X^5+X+1 \\
\cline{13-13}
X^{12} & & & & +X^8 & +X^7 & & & & & & & X^7+X^6+X^5+X^4+X^3+X^2+X \\
\cline{1-7}
& X^{11} & +X^{10} & +X^9 & +X^8 & & +X^6 & & & & & & \\
& X^{11} & & & & +X^7 & +X^6 & & & & & & \\
\cline{2-8}
& & X^{10} & +X^9 & +X^8 & +X^7 & & & & & & & \\
& & X^{10} & & & & +X^6 & +X^5 & & & & & \\
\cline{3-9}
& & & X^9 & +X^8 & +X^7 & +X^6 & +X^5 & & & & & \\
& & & X^9 & & & & +X^5 & +X^4 & & & & \\
\cline{4-10}
& & & & X^8 & +X^7 & +X^6 & & +X^4 & & & & \\
& & & & X^8 & & & & +X^4 & +X^3 & & & \\
\cline{5-11}
& & & & & X^7 & +X^6 & & & +X^3 & & & \\
& & & & & X^7 & & & & +X^3 & +X^2 & & \\
\cline{6-12}
& & & & & & X^6 & & & & +X^2 & & \\
& & & & & & X^6 & & & & +X^2 & +X & \\
\cline{7-12}
& & & & & & & & & & & X &
\end{array}
$$

Le résultat est le polynôme X, qui se convertit en la suite de bits 00010. Le CRC cherché est donc 00010.

Deuxième méthode

Le polynôme générateur G est de degré 5 donc on ajoute 5 bits, qu'on fixe initialement à 0, pour obtenir

$$1111011000000$$

On convertit le polynôme générateur $X^5 + X + 1$ en une suite de bits, ce qui donne 100011. On soustrait (xor) cette suite de bits de la suite de bits initiale de façon à supprimer tous les 1, sauf ceux dans les 5 dernières positions :

$$
\begin{array}{ccccccccccccc}
1&1&1&1&0&1&1&0&0&0&0&0&0 \\
1&0&0&0&1&1& & & & & & & \\
\hline
0&1&1&1&1&0&1&0&0&0&0&0&0 \\
 &1&0&0&0&1&1& & & & & & \\
\cline{2-13}
 &0&1&1&1&1&0&0&0&0&0&0&0 \\
 & &1&0&0&0&1&1& & & & & \\
\cline{3-13}
 & &0&1&1&1&1&1&0&0&0&0&0 \\
 & & &1&0&0&0&1&1& & & & \\
\cline{4-13}
 & & &0&1&1&1&0&1&0&0&0&0 \\
 & & & &1&0&0&0&1&1& & & \\
\cline{5-13}
 & & & &0&1&1&0&0&1&0&0&0 \\
 & & & & &1&0&0&0&1&1& & \\
\cline{6-13}
 & & & & &0&1&0&0&0&1&0&0 \\
 & & & & & &1&0&0&0&1&1& \\
\cline{7-13}
 & & & & & &0&0&0&0&0&1&0
\end{array}
$$

Le CRC cherché est donc 00010.

Réponse à l'exercice 45

Première méthode

Le polynôme générateur G est de degré 5 donc on ajoute 5 bits, qu'on fixe initialement à 0, pour obtenir

0110010100000

On le traduit en polynôme, ce qui donne

$$X^{11} + X^{10} + X^7 + X^5$$

On effectue ensuite la division du polynôme $X^{11} + X^{10} + X^7 + X^5$ par $X^5 + X + 1$:

$$\begin{array}{cccccc|l}
X^{11} & +X^{10} & & +X^7 & & +X^5 & X^5 + X + 1 \\ \cline{7-7}
X^{11} & & & +X^7 & +X^6 & & X^6 + X^5 \\ \cline{1-5}
 & X^{10} & & & +X^6 & +X^5 & \\
 & X^{10} & & & +X^6 & +X^5 & \\ \cline{2-6}
\end{array}$$

Le résultat est le polynôme 0, qui se convertit en la suite de bits 00000. Le CRC cherché est donc 00000.

Deuxième méthode

Le polynôme générateur G est de degré 5 donc on ajoute 5 bits, qu'on fixe initialement à 0, pour obtenir

0110010100000

On convertit le polynôme générateur $X^5 + X + 1$ en une suite de bits, ce qui donne 100011. On soustrait (xor) cette suite de bits de la suite de bits initiale de façon à supprimer tous les 1, sauf ceux dans les 5 dernières positions :

$$\begin{array}{ccccccccccccc}
0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & & & & & & \\ \cline{2-13}
 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 & & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & & & & & \\ \cline{3-13}
 & & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0
\end{array}$$

Le CRC cherché est donc 00000.

Réponse à l'exercice 46

Première méthode

Le polynôme générateur G est de degré 5 donc on ajoute 5 bits, qu'on fixe initialement à 0, pour obtenir

$$0100001000000$$

On le traduit en polynôme, ce qui donne

$$X^{11} + X^6$$

On effectue ensuite la division du polynôme $X^{11} + X^6$ par $X^5 + X + 1$:

$$\begin{array}{llllll|l}
X^{11} & & & +X^6 & & & X^5 + X + 1 \\
\cline{7-7}
X^{11} & & +X^7 & +X^6 & & & X^6 + X^2 \\
\cline{1-4}
 & & X^7 & & & & \\
 & & X^7 & & +X^3 & +X^2 & \\
\cline{3-6}
 & & & & X^3 & +X^2 &
\end{array}$$

Le résultat est le polynôme $X^3 + X^2$, qui se convertit en la suite de bits 01100. Le CRC cherché est donc 01100.

Deuxième méthode

Le polynôme générateur G est de degré 5 donc on ajoute 5 bits, qu'on fixe initialement à 0, pour obtenir

$$0100001000000$$

On convertit le polynôme générateur $X^5 + X + 1$ en une suite de bits, ce qui donne 100011. On soustrait (xor) cette suite de bits de la suite de bits initiale de façon à supprimer tous les 1, sauf ceux dans les 5 dernières positions :

$$\begin{array}{ccccccccccccc}
0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & & & & & & \\
\cline{2-13}
 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 & & & & & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & & \\
\cline{6-13}
 & & & & & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0
\end{array}$$

Le CRC cherché est donc 01100.

Réponse à l'exercice 47

Première méthode

Le polynôme générateur G est de degré 4 donc on ajoute 4 bits, qu'on fixe initialement à 0, pour obtenir

100110000000

On le traduit en polynôme, ce qui donne

$$X^{11} + X^8 + X^7$$

On effectue ensuite la division du polynôme $X^{11} + X^8 + X^7$ par $X^4 + X + 1$:

$$\begin{array}{lll|l} X^{11} & +X^8 & +X^7 & X^4 + X + 1 \\ \cline{4-4} X^{11} & +X^8 & +X^7 & X^7 \\ \cline{1-3} & & & \end{array}$$

Le résultat est le polynôme 0, qui se convertit en la suite de bits 0000. Le CRC cherché est donc 0000.

Deuxième méthode

Le polynôme générateur G est de degré 4 donc on ajoute 4 bits, qu'on fixe initialement à 0, pour obtenir

100110000000

On convertit le polynôme générateur $X^4 + X + 1$ en une suite de bits, ce qui donne 10011. On soustrait (xor) cette suite de bits de la suite de bits initiale de façon à supprimer tous les 1, sauf ceux dans les 4 dernières positions :

$$\begin{array}{l} 1\,0\,0\,1\,1\,0\,0\,0\,0\,0\,0\,0 \\ 1\,0\,0\,1\,1 \\ \hline 0\,0\,0\,0\,0\,0\,0\,0\,0\,0\,0\,0 \end{array}$$

Le CRC cherché est donc 0000.

Réponse à l'exercice 48

Première méthode

Le polynôme générateur G est de degré 5 donc on ajoute 5 bits, qu'on fixe initialement à 0, pour obtenir

1100010100000

On le traduit en polynôme, ce qui donne

$$X^{12} + X^{11} + X^7 + X^5$$

On effectue ensuite la division du polynôme $X^{12} + X^{11} + X^7 + X^5$ par $X^5 + X + 1$:

$$
\begin{array}{ccccccccccc|l}
X^{12} & +X^{11} & & +X^7 & & +X^5 & & & & & & X^5 + X + 1 \\ \cline{12-12}
X^{12} & & +X^8 & +X^7 & & & & & & & & X^7 + X^6 + X^3 + X^2 + X + 1 \\ \cline{1-4}
 & X^{11} & +X^8 & & & +X^5 & & & & & & \\
 & X^{11} & & +X^7 & +X^6 & & & & & & & \\ \cline{2-5}
 & & X^8 & +X^7 & +X^6 & +X^5 & & & & & & \\
 & & X^8 & & & & +X^4 & +X^3 & & & & \\ \cline{3-8}
 & & & X^7 & +X^6 & +X^5 & +X^4 & +X^3 & & & & \\
 & & & X^7 & & & & +X^3 & +X^2 & & & \\ \cline{4-9}
 & & & & X^6 & +X^5 & +X^4 & & +X^2 & & & \\
 & & & & X^6 & & & & +X^2 & +X & & \\ \cline{5-10}
 & & & & & X^5 & +X^4 & & & +X & & \\
 & & & & & X^5 & & & & +X & +1 & \\ \cline{6-11}
 & & & & & & X^4 & & & & +1 &
\end{array}
$$

Le résultat est le polynôme $X^4 + 1$, qui se convertit en la suite de bits 10001. Le CRC cherché est donc 10001.

Deuxième méthode

Le polynôme générateur G est de degré 5 donc on ajoute 5 bits, qu'on fixe initialement à 0, pour obtenir

1100010100000

On convertit le polynôme générateur $X^5 + X + 1$ en une suite de bits, ce qui donne 100011. On soustrait (xor) cette suite de bits de la suite de bits initiale de façon à supprimer tous les 1, sauf ceux dans les 5 dernières positions :

$$
\begin{array}{ccccccccccccc}
1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & & & & & & & \\ \hline
0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & & & & & & \\ \cline{2-13}
 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 & & & & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & & & \\ \cline{5-13}
 & & & & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\
 & & & & & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & & \\ \cline{6-13}
 & & & & & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\
 & & & & & & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & \\ \cline{7-13}
 & & & & & & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 \\
 & & & & & & & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ \cline{8-13}
 & & & & & & & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1
\end{array}
$$

Le CRC cherché est donc 10001.

Réponse à l'exercice 49

Première méthode

Le polynôme générateur G est de degré 6 donc on ajoute 6 bits, qu'on fixe initialement à 0, pour obtenir

$$00111100000000$$

On le traduit en polynôme, ce qui donne

$$X^{11} + X^{10} + X^9 + X^8$$

On effectue ensuite la division du polynôme $X^{11} + X^{10} + X^9 + X^8$ par $X^6 + X^4 + X^3 + 1$:

$$
\begin{array}{cccccccccccc|l}
X^{11} & +X^{10} & +X^9 & +X^8 & & & & & & & & & X^6+X^4+X^3+1 \\ \cline{13-13}
X^{11} & & +X^9 & +X^8 & & & +X^5 & & & & & & X^5+X^4+X^2+X+1 \\ \cline{1-7}
& X^{10} & & & & & +X^5 & & & & & & \\
& X^{10} & & +X^8 & +X^7 & & & +X^4 & & & & & \\ \cline{2-8}
& & & X^8 & +X^7 & & +X^5 & +X^4 & & & & & \\
& & & X^8 & & +X^6 & +X^5 & & & +X^2 & & & \\ \cline{4-10}
& & & & X^7 & +X^6 & & +X^4 & & +X^2 & & & \\
& & & & X^7 & & +X^5 & +X^4 & & & +X & & \\ \cline{5-11}
& & & & & X^6 & +X^5 & & & +X^2 & +X & & \\
& & & & & X^6 & & +X^4 & +X^3 & & & +1 & \\ \cline{6-12}
& & & & & & X^5 & +X^4 & +X^3 & +X^2 & +X & +1 &
\end{array}
$$

Le résultat est le polynôme $X^5 + X^4 + X^3 + X^2 + X + 1$, qui se convertit en la suite de bits 111111. Le CRC cherché est donc 111111.

Deuxième méthode

Le polynôme générateur G est de degré 6 donc on ajoute 6 bits, qu'on fixe initialement à 0, pour obtenir

$$00111100000000$$

On convertit le polynôme générateur $X^6 + X^4 + X^3 + 1$ en une suite de bits, ce qui donne 1011001. On soustrait (xor) cette suite de bits de la suite de bits initiale de façon à supprimer tous les 1, sauf ceux dans les 6 dernières positions :

$$
\begin{array}{cccccccccccccc}
0&0&1&1&1&1&0&0&0&0&0&0&0&0\\
&&1&0&1&1&0&0&1&&&&&\\ \cline{3-14}
&&0&1&0&0&0&0&1&0&0&0&0&0\\
&&&1&0&1&1&0&0&1&&&&\\ \cline{4-14}
&&&0&0&1&1&0&1&1&0&0&0&0\\
&&&&&1&0&1&1&0&0&1&&\\ \cline{6-14}
&&&&&0&1&1&0&1&0&1&0&0\\
&&&&&&1&0&1&1&0&0&1&\\ \cline{7-14}
&&&&&&0&1&1&0&0&1&1&0\\
&&&&&&&1&0&1&1&0&0&1\\ \cline{8-14}
&&&&&&&0&1&1&1&1&1&1
\end{array}
$$

Le CRC cherché est donc 111111.

Réponse à l'exercice 50

Première méthode

Le polynôme générateur G est de degré 4 donc on ajoute 4 bits, qu'on fixe initialement à 0, pour obtenir

$$101000000000$$

On le traduit en polynôme, ce qui donne

$$X^{11} + X^9$$

On effectue ensuite la division du polynôme $X^{11} + X^9$ par $X^4 + X + 1$:

$$
\begin{array}{lllllllll|l}
X^{11} & +X^9 & & & & & & & & X^4+X+1 \\ \cline{10-10}
X^{11} & & +X^8 & +X^7 & & & & & & X^7+X^5+X^4+X^3+X^2 \\ \cline{1-4}
 & X^9 & +X^8 & +X^7 & & & & & & \\
 & X^9 & & & +X^6 & +X^5 & & & & \\ \cline{2-6}
 & & X^8 & +X^7 & +X^6 & +X^5 & & & & \\
 & & X^8 & & & +X^5 & +X^4 & & & \\ \cline{3-7}
 & & & X^7 & +X^6 & & +X^4 & & & \\
 & & & X^7 & & & +X^4 & +X^3 & & \\ \cline{4-8}
 & & & & X^6 & & & +X^3 & & \\
 & & & & X^6 & & & +X^3 & +X^2 & \\ \cline{5-9}
 & & & & & & & & X^2 &
\end{array}
$$

Le résultat est le polynôme X^2, qui se convertit en la suite de bits 0100. Le CRC cherché est donc 0100.

Deuxième méthode

Le polynôme générateur G est de degré 4 donc on ajoute 4 bits, qu'on fixe initialement à 0, pour obtenir

$$101000000000$$

On convertit le polynôme générateur $X^4 + X + 1$ en une suite de bits, ce qui donne 10011. On soustrait (xor) cette suite de bits de la suite de bits initiale de façon à supprimer tous les 1, sauf ceux dans les 4 dernières positions :

$$
\begin{array}{cccccccccccc}
1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
1 & 0 & 0 & 1 & 1 & & & & & & & \\ \hline
0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 & & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & & & & & \\ \cline{3-12}
 & & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 & & & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & & & & \\ \cline{4-12}
 & & & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 & & & & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & & & \\ \cline{5-12}
 & & & & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\
 & & & & & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & & \\ \cline{6-12}
 & & & & & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0
\end{array}
$$

Le CRC cherché est donc 0100.

Réponse à l'exercice 51

Première méthode

Le polynôme générateur G est de degré 5 donc on ajoute 5 bits, qu'on fixe initialement à 0, pour obtenir

1110101000000

On le traduit en polynôme, ce qui donne

$$X^{12} + X^{11} + X^{10} + X^8 + X^6$$

On effectue ensuite la division du polynôme $X^{12} + X^{11} + X^{10} + X^8 + X^6$ par $X^5 + X + 1$:

$$\begin{array}{cccccccccc|l}
X^{12} & +X^{11} & +X^{10} & +X^8 & & +X^6 & & & & & X^5+X+1 \\ \cline{11-11}
X^{12} & & & +X^8 & +X^7 & & & & & & X^7+X^6+X^5+X+1 \\ \cline{1-5}
& X^{11} & +X^{10} & & +X^7 & +X^6 & & & & & \\
& X^{11} & & & +X^7 & +X^6 & & & & & \\ \cline{2-6}
& & X^{10} & & & & & & & & \\
& & X^{10} & & & +X^6 & +X^5 & & & & \\ \cline{3-7}
& & & & & X^6 & +X^5 & & & & \\
& & & & & X^6 & & +X^2 & +X & & \\ \cline{6-9}
& & & & & & X^5 & +X^2 & +X & & \\
& & & & & & X^5 & & +X & +1 & \\ \cline{7-10}
& & & & & & & X^2 & & +1 &
\end{array}$$

Le résultat est le polynôme $X^2 + 1$, qui se convertit en la suite de bits 00101. Le CRC cherché est donc 00101.

Deuxième méthode

Le polynôme générateur G est de degré 5 donc on ajoute 5 bits, qu'on fixe initialement à 0, pour obtenir

1110101000000

On convertit le polynôme générateur $X^5 + X + 1$ en une suite de bits, ce qui donne 100011. On soustrait (xor) cette suite de bits de la suite de bits initiale de façon à supprimer tous les 1, sauf ceux dans les 5 dernières positions :

$$\begin{array}{ccccccccccccc}
1&1&1&0&1&0&1&0&0&0&0&0&0 \\
1&0&0&0&1&1& & & & & & & \\ \hline
0&1&1&0&0&1&1&0&0&0&0&0&0 \\
 &1&0&0&0&1&1& & & & & & \\ \cline{2-13}
 &0&1&0&0&0&0&0&0&0&0&0&0 \\
 & &1&0&0&0&1&1& & & & & \\ \cline{3-13}
 & &0&0&0&0&1&1&0&0&0&0&0 \\
 & & & & & &1&0&0&0&1&1& \\ \cline{7-13}
 & & & & & &0&1&0&0&1&1&0 \\
 & & & & & & &1&0&0&0&1&1 \\ \cline{8-13}
 & & & & & & &0&0&0&1&0&1
\end{array}$$

Le CRC cherché est donc 00101.

Réponse à l'exercice 52

Première méthode

Le polynôme générateur G est de degré 5 donc on ajoute 5 bits, qu'on fixe initialement à 0, pour obtenir

1011000000000

On le traduit en polynôme, ce qui donne

$$X^{12} + X^{10} + X^9$$

On effectue ensuite la division du polynôme $X^{12} + X^{10} + X^9$ par $X^5 + X + 1$:

$$\begin{array}{ccccccccccc|l}
X^{12} & +X^{10} & +X^9 & & & & & & & & & X^5+X+1 \\ \cline{12-12}
X^{12} & & & +X^8 & +X^7 & & & & & & & X^7+X^5+X^4+X^3+X^2+X \\ \cline{1-5}
 & X^{10} & +X^9 & +X^8 & +X^7 & & & & & & & \\
 & X^{10} & & & & +X^6 & +X^5 & & & & & \\ \cline{2-7}
 & & X^9 & +X^8 & +X^7 & +X^6 & +X^5 & & & & & \\
 & & X^9 & & & & +X^5 & +X^4 & & & & \\ \cline{3-8}
 & & & X^8 & +X^7 & +X^6 & & +X^4 & & & & \\
 & & & X^8 & & & & +X^4 & +X^3 & & & \\ \cline{4-9}
 & & & & X^7 & +X^6 & & & +X^3 & & & \\
 & & & & X^7 & & & & +X^3 & +X^2 & & \\ \cline{5-10}
 & & & & & X^6 & & & & +X^2 & & \\
 & & & & & X^6 & & & & +X^2 & +X & \\ \cline{6-11}
 & & & & & & & & & & X &
\end{array}$$

Le résultat est le polynôme X, qui se convertit en la suite de bits 00010. Le CRC cherché est donc 00010.

Deuxième méthode

Le polynôme générateur G est de degré 5 donc on ajoute 5 bits, qu'on fixe initialement à 0, pour obtenir

1011000000000

On convertit le polynôme générateur $X^5 + X + 1$ en une suite de bits, ce qui donne 100011. On soustrait (xor) cette suite de bits de la suite de bits initiale de façon à supprimer tous les 1, sauf ceux dans les 5 dernières positions :

$$\begin{array}{ccccccccccccc}
1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & & & & & & & \\ \hline
0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 & & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & & & & & \\ \cline{3-13}
 & & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 & & & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & & & & \\ \cline{4-13}
 & & & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 & & & & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & & & \\ \cline{5-13}
 & & & & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\
 & & & & & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & & \\ \cline{6-13}
 & & & & & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\
 & & & & & & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & \\ \cline{7-13}
 & & & & & & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0
\end{array}$$

Le CRC cherché est donc 00010.

Réponse à l'exercice 53

Première méthode

Le polynôme générateur G est de degré 5 donc on ajoute 5 bits, qu'on fixe initialement à 0, pour obtenir

1111000000000

On le traduit en polynôme, ce qui donne

$$X^{12} + X^{11} + X^{10} + X^9$$

On effectue ensuite la division du polynôme $X^{12} + X^{11} + X^{10} + X^9$ par $X^5 + X + 1$:

$$
\begin{array}{cccccccccc|l}
X^{12} & +X^{11} & +X^{10} & +X^9 & & & & & & & X^5+X+1 \\ \cline{11-11}
X^{12} & & & & +X^8 & +X^7 & & & & & X^7+X^6+X^5+X^4+X^3 \\ \cline{1-6}
 & X^{11} & +X^{10} & +X^9 & +X^8 & +X^7 & & & & & \\
 & X^{11} & & & & +X^7 & +X^6 & & & & \\ \cline{2-7}
 & & X^{10} & +X^9 & +X^8 & & +X^6 & & & & \\
 & & X^{10} & & & & +X^6 & +X^5 & & & \\ \cline{3-8}
 & & & X^9 & +X^8 & & & +X^5 & & & \\
 & & & X^9 & & & & +X^5 & +X^4 & & \\ \cline{4-9}
 & & & & X^8 & & & & +X^4 & & \\
 & & & & X^8 & & & & +X^4 & +X^3 & \\ \cline{5-10}
 & & & & & & & & & X^3 &
\end{array}
$$

Le résultat est le polynôme X^3, qui se convertit en la suite de bits 01000. Le CRC cherché est donc 01000.

Deuxième méthode

Le polynôme générateur G est de degré 5 donc on ajoute 5 bits, qu'on fixe initialement à 0, pour obtenir

1111000000000

On convertit le polynôme générateur $X^5 + X + 1$ en une suite de bits, ce qui donne 100011. On soustrait (xor) cette suite de bits de la suite de bits initiale de façon à supprimer tous les 1, sauf ceux dans les 5 dernières positions :

$$
\begin{array}{ccccccccccccc}
1&1&1&1&0&0&0&0&0&0&0&0&0 \\
1&0&0&0&1&1& & & & & & & \\ \hline
0&1&1&1&1&1&0&0&0&0&0&0&0 \\
 &1&0&0&0&1&1& & & & & & \\ \cline{2-13}
 &0&1&1&1&0&1&0&0&0&0&0&0 \\
 & &1&0&0&0&1&1& & & & & \\ \cline{3-13}
 & &0&1&1&0&0&1&0&0&0&0&0 \\
 & & &1&0&0&0&1&1& & & & \\ \cline{4-13}
 & & &0&1&0&0&0&1&0&0&0&0 \\
 & & & &1&0&0&0&1&1& & & \\ \cline{5-13}
 & & & &0&0&0&0&0&1&0&0&0
\end{array}
$$

Le CRC cherché est donc 01000.

Réponse à l'exercice 54

Première méthode

Le polynôme générateur G est de degré 5 donc on ajoute 5 bits, qu'on fixe initialement à 0, pour obtenir

$$0100100100000$$

On le traduit en polynôme, ce qui donne

$$X^{11} + X^8 + X^5$$

On effectue ensuite la division du polynôme $X^{11} + X^8 + X^5$ par $X^5 + X^4 + X^2 + 1$:

$$\begin{array}{ccccccccccc|l}
X^{11} & & & +X^8 & & & +X^5 & & & & & X^5+X^4+X^2+1 \\ \cline{12-12}
X^{11} & +X^{10} & & +X^8 & & +X^6 & & & & & & X^6+X^5+X^4+X^3+1 \\ \cline{1-6}
 & X^{10} & & & & +X^6 & +X^5 & & & & & \\
 & X^{10} & +X^9 & & +X^7 & & +X^5 & & & & & \\ \cline{2-7}
 & & X^9 & & +X^7 & +X^6 & & & & & & \\
 & & X^9 & +X^8 & & +X^6 & & +X^4 & & & & \\ \cline{3-8}
 & & & X^8 & +X^7 & & & +X^4 & & & & \\
 & & & X^8 & +X^7 & & +X^5 & & +X^3 & & & \\ \cline{4-9}
 & & & & & & X^5 & +X^4 & +X^3 & & & \\
 & & & & & & X^5 & +X^4 & & +X^2 & +1 & \\ \cline{7-11}
 & & & & & & & & X^3 & +X^2 & +1 &
\end{array}$$

Le résultat est le polynôme $X^3 + X^2 + 1$, qui se convertit en la suite de bits 01101. Le CRC cherché est donc 01101.

Deuxième méthode

Le polynôme générateur G est de degré 5 donc on ajoute 5 bits, qu'on fixe initialement à 0, pour obtenir

$$0100100100000$$

On convertit le polynôme générateur $X^5 + X^4 + X^2 + 1$ en une suite de bits, ce qui donne 110101. On soustrait (xor) cette suite de bits de la suite de bits initiale de façon à supprimer tous les 1, sauf ceux dans les 5 dernières positions :

$$\begin{array}{ccccccccccccc}
0&1&0&0&1&0&0&1&0&0&0&0&0 \\
 &1&1&0&1&0&1& & & & & & \\ \cline{2-13}
 &0&1&0&0&0&1&1&0&0&0&0&0 \\
 & &1&1&0&1&0&1& & & & & \\ \cline{3-13}
 & &0&1&0&1&1&0&0&0&0&0&0 \\
 & & &1&1&0&1&0&1& & & & \\ \cline{4-13}
 & & &0&1&1&0&0&1&0&0&0&0 \\
 & & & &1&1&0&1&0&1& & & \\ \cline{5-13}
 & & & &0&0&0&1&1&1&0&0&0 \\
 & & & & & & &1&1&0&1&0&1 \\ \cline{8-13}
 & & & & & & &0&0&1&1&0&1
\end{array}$$

Le CRC cherché est donc 01101.

Réponse à l'exercice 55

Première méthode

Le polynôme générateur G est de degré 6 donc on ajoute 6 bits, qu'on fixe initialement à 0, pour obtenir

11011010000000

On le traduit en polynôme, ce qui donne

$$X^{13} + X^{12} + X^{10} + X^9 + X^7$$

On effectue ensuite la division du polynôme $X^{13} + X^{12} + X^{10} + X^9 + X^7$ par $X^6 + X^4 + X^3 + 1$:

$$\begin{array}{ccccccccccc|l}
X^{13} & +X^{12} & & +X^{10} & +X^9 & & +X^7 & & & & & X^6 + X^4 + X^3 + 1 \\
\cline{12-12}
X^{13} & & +X^{11} & +X^{10} & & & +X^7 & & & & & X^7 + X^6 + X^5 + X^4 + X^3 \\
\cline{1-7}
 & X^{12} & +X^{11} & & +X^9 & & & & & & & \\
 & X^{12} & & +X^{10} & +X^9 & & & +X^6 & & & & \\
\cline{2-8}
 & & X^{11} & +X^{10} & & & & +X^6 & & & & \\
 & & X^{11} & & +X^9 & +X^8 & & & +X^5 & & & \\
\cline{3-9}
 & & & X^{10} & +X^9 & +X^8 & & +X^6 & +X^5 & & & \\
 & & & X^{10} & & +X^8 & +X^7 & & & +X^4 & & \\
\cline{4-10}
 & & & & X^9 & & +X^7 & +X^6 & +X^5 & +X^4 & & \\
 & & & & X^9 & & +X^7 & +X^6 & & & +X^3 & \\
\cline{5-11}
 & & & & & & & & X^5 & +X^4 & +X^3 &
\end{array}$$

Le résultat est le polynôme $X^5 + X^4 + X^3$, qui se convertit en la suite de bits 111000. Le CRC cherché est donc 111000.

Deuxième méthode

Le polynôme générateur G est de degré 6 donc on ajoute 6 bits, qu'on fixe initialement à 0, pour obtenir

11011010000000

On convertit le polynôme générateur $X^6 + X^4 + X^3 + 1$ en une suite de bits, ce qui donne 1011001. On soustrait (xor) cette suite de bits de la suite de bits initiale de façon à supprimer tous les 1, sauf ceux dans les 6 dernières positions :

$$\begin{array}{cccccccccccccc}
1&1&0&1&1&0&1&0&0&0&0&0&0&0 \\
1&0&1&1&0&0&1& & & & & & & \\
\hline
0&1&1&0&1&0&0&0&0&0&0&0&0&0 \\
 &1&0&1&1&0&0&1& & & & & & \\
\cline{2-14}
 &0&1&1&0&0&0&1&0&0&0&0&0&0 \\
 & &1&0&1&1&0&0&1& & & & & \\
\cline{3-14}
 & &0&1&1&1&0&1&1&0&0&0&0&0 \\
 & & &1&0&1&1&0&0&1& & & & \\
\cline{4-14}
 & & &0&1&0&1&1&1&1&0&0&0&0 \\
 & & & &1&0&1&1&0&0&1& & & \\
\cline{5-14}
 & & & &0&0&0&0&1&1&1&0&0&0
\end{array}$$

Le CRC cherché est donc 111000.

Réponse à l’exercice 56

Première méthode

Le polynôme générateur G est de degré 5 donc on ajoute 5 bits, qu’on fixe initialement à 0, pour obtenir

1101101000000

On le traduit en polynôme, ce qui donne

$$X^{12} + X^{11} + X^9 + X^8 + X^6$$

On effectue ensuite la division du polynôme $X^{12} + X^{11} + X^9 + X^8 + X^6$ par $X^5 + X + 1$:

$$\begin{array}{llllllllll|l}
X^{12} & +X^{11} & +X^9 & +X^8 & & +X^6 & & & & & X^5+X+1 \\ \cline{11-11}
X^{12} & & & +X^8 & +X^7 & & & & & & X^7+X^6+X^4+1 \\ \cline{1-5}
 & X^{11} & +X^9 & & +X^7 & +X^6 & & & & & \\
 & X^{11} & & & +X^7 & +X^6 & & & & & \\ \cline{2-6}
 & & X^9 & & & & & & & & \\
 & & X^9 & & & & +X^5 & +X^4 & & & \\ \cline{3-8}
 & & & & & & X^5 & +X^4 & & & \\
 & & & & & & X^5 & & +X & +1 & \\ \cline{7-10}
 & & & & & & & X^4 & +X & +1 &
\end{array}$$

Le résultat est le polynôme $X^4 + X + 1$, qui se convertit en la suite de bits 10011. Le CRC cherché est donc 10011.

Deuxième méthode

Le polynôme générateur G est de degré 5 donc on ajoute 5 bits, qu’on fixe initialement à 0, pour obtenir

1101101000000

On convertit le polynôme générateur $X^5 + X + 1$ en une suite de bits, ce qui donne 100011. On soustrait (xor) cette suite de bits de la suite de bits initiale de façon à supprimer tous les 1, sauf ceux dans les 5 dernières positions :

$$\begin{array}{ccccccccccccc}
1&1&0&1&1&0&1&0&0&0&0&0&0 \\
1&0&0&0&1&1& & & & & & & \\ \hline
0&1&0&1&0&1&1&0&0&0&0&0&0 \\
 &1&0&0&0&1&1& & & & & & \\ \cline{2-13}
 &0&0&1&0&0&0&0&0&0&0&0&0 \\
 & & &1&0&0&0&1&1& & & & \\ \cline{4-13}
 & & &0&0&0&0&1&1&0&0&0&0 \\
 & & & & & & &1&0&0&0&1&1 \\ \cline{8-13}
 & & & & & & &0&1&0&0&1&1
\end{array}$$

Le CRC cherché est donc 10011.

Réponse à l'exercice 57

Première méthode

Le polynôme générateur G est de degré 5 donc on ajoute 5 bits, qu'on fixe initialement à 0, pour obtenir

1100000100000

On le traduit en polynôme, ce qui donne

$$X^{12} + X^{11} + X^5$$

On effectue ensuite la division du polynôme $X^{12} + X^{11} + X^5$ par $X^5 + X + 1$:

$$
\begin{array}{ccccccccccc|l}
X^{12} & +X^{11} & & & & +X^5 & & & & & & X^5 + X + 1 \\
X^{12} & & +X^8 & +X^7 & & & & & & & & X^7 + X^6 + X^3 + X + 1 \\
\hline
 & X^{11} & +X^8 & +X^7 & & +X^5 & & & & & & \\
 & X^{11} & & +X^7 & +X^6 & & & & & & & \\
\hline
 & & X^8 & & +X^6 & +X^5 & & & & & & \\
 & & X^8 & & & & +X^4 & +X^3 & & & & \\
\hline
 & & & & X^6 & +X^5 & +X^4 & +X^3 & & & & \\
 & & & & X^6 & & & & +X^2 & +X & & \\
\hline
 & & & & & X^5 & +X^4 & +X^3 & +X^2 & +X & & \\
 & & & & & X^5 & & & & +X & +1 & \\
\hline
 & & & & & & X^4 & +X^3 & +X^2 & & +1 &
\end{array}
$$

Le résultat est le polynôme $X^4 + X^3 + X^2 + 1$, qui se convertit en la suite de bits 11101. Le CRC cherché est donc 11101.

Deuxième méthode

Le polynôme générateur G est de degré 5 donc on ajoute 5 bits, qu'on fixe initialement à 0, pour obtenir

1100000100000

On convertit le polynôme générateur $X^5 + X + 1$ en une suite de bits, ce qui donne 100011. On soustrait (xor) cette suite de bits de la suite de bits initiale de façon à supprimer tous les 1, sauf ceux dans les 5 dernières positions :

$$
\begin{array}{ccccccccccccc}
1&1&0&0&0&0&0&1&0&0&0&0&0\\
1&0&0&0&1&1&&&&&&&\\
\hline
0&1&0&0&1&1&0&1&0&0&0&0&0\\
&1&0&0&0&1&1&&&&&&\\
\hline
&0&0&0&1&0&1&1&0&0&0&0&0\\
&&&&1&0&0&0&1&1&&&\\
\hline
&&&&0&0&1&1&1&1&0&0&0\\
&&&&&&1&0&0&0&1&1&\\
\hline
&&&&&&0&1&1&1&1&1&0\\
&&&&&&&1&0&0&0&1&1\\
\hline
&&&&&&&0&1&1&1&0&1
\end{array}
$$

Le CRC cherché est donc 11101.

Réponse à l'exercice 58

Première méthode

Le polynôme générateur G est de degré 5 donc on ajoute 5 bits, qu'on fixe initialement à 0, pour obtenir

1110010100000

On le traduit en polynôme, ce qui donne

$$X^{12} + X^{11} + X^{10} + X^7 + X^5$$

On effectue ensuite la division du polynôme $X^{12} + X^{11} + X^{10} + X^7 + X^5$ par $X^5 + X^4 + X^2 + 1$:

$$\begin{array}{cccccccccccc|l}
X^{12} & +X^{11} & +X^{10} & & +X^7 & & +X^5 & & & & & & X^5 + X^4 + X^2 + 1 \\ \cline{13-13}
X^{12} & +X^{11} & & +X^9 & +X^7 & & & & & & & & X^7 + X^5 + X^2 + X + 1 \\ \cline{1-5}
 & & X^{10} & +X^9 & & & +X^5 & & & & & & \\
 & & X^{10} & +X^9 & +X^7 & & +X^5 & & & & & & \\ \cline{3-7}
 & & & & X^7 & & & & & & & & \\
 & & & & X^7 & +X^6 & & +X^4 & & +X^2 & & & \\ \cline{5-10}
 & & & & & X^6 & & +X^4 & & +X^2 & & & \\
 & & & & & X^6 & +X^5 & & +X^3 & & +X & & \\ \cline{6-11}
 & & & & & & X^5 & +X^4 & +X^3 & +X^2 & +X & & \\
 & & & & & & X^5 & +X^4 & & +X^2 & & +1 & \\ \cline{7-12}
 & & & & & & & & X^3 & & +X & +1 &
\end{array}$$

Le résultat est le polynôme $X^3 + X + 1$, qui se convertit en la suite de bits 01011. Le CRC cherché est donc 01011.

Deuxième méthode

Le polynôme générateur G est de degré 5 donc on ajoute 5 bits, qu'on fixe initialement à 0, pour obtenir

1110010100000

On convertit le polynôme générateur $X^5 + X^4 + X^2 + 1$ en une suite de bits, ce qui donne 110101. On soustrait (xor) cette suite de bits de la suite de bits initiale de façon à supprimer tous les 1, sauf ceux dans les 5 dernières positions :

$$\begin{array}{ccccccccccccc}
1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & & & & & & & \\ \hline
0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 & & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & & & & & \\ \cline{3-13}
 & & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 & & & & & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & & \\ \cline{6-13}
 & & & & & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\
 & & & & & & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & \\ \cline{7-13}
 & & & & & & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 \\
 & & & & & & & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ \cline{8-13}
 & & & & & & & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1
\end{array}$$

Le CRC cherché est donc 01011.

Réponse à l'exercice 59

Première méthode

Le polynôme générateur G est de degré 5 donc on ajoute 5 bits, qu'on fixe initialement à 0, pour obtenir

$$0011111000000$$

On le traduit en polynôme, ce qui donne

$$X^{10} + X^9 + X^8 + X^7 + X^6$$

On effectue ensuite la division du polynôme $X^{10} + X^9 + X^8 + X^7 + X^6$ par $X^5 + X + 1$:

$$
\begin{array}{ccccccccc|l}
X^{10} & +X^9 & +X^8 & +X^7 & +X^6 & & & & & X^5 + X + 1 \\
\cline{10-10}
X^{10} & & & & +X^6 & +X^5 & & & & X^5 + X^4 + X^3 + X^2 \\
\cline{1-6}
 & X^9 & +X^8 & +X^7 & & +X^5 & & & & \\
 & X^9 & & & & +X^5 & +X^4 & & & \\
\cline{2-7}
 & & X^8 & +X^7 & & & +X^4 & & & \\
 & & X^8 & & & & +X^4 & +X^3 & & \\
\cline{3-8}
 & & & X^7 & & & & +X^3 & & \\
 & & & X^7 & & & & +X^3 & +X^2 & \\
\cline{4-9}
 & & & & & & & & X^2 & \\
\end{array}
$$

Le résultat est le polynôme X^2, qui se convertit en la suite de bits 00100. Le CRC cherché est donc 00100.

Deuxième méthode

Le polynôme générateur G est de degré 5 donc on ajoute 5 bits, qu'on fixe initialement à 0, pour obtenir

$$0011111000000$$

On convertit le polynôme générateur $X^5 + X + 1$ en une suite de bits, ce qui donne 100011. On soustrait (xor) cette suite de bits de la suite de bits initiale de façon à supprimer tous les 1, sauf ceux dans les 5 dernières positions :

$$
\begin{array}{ccccccccccccc}
0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 & & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & & & & & \\
\cline{3-13}
 & & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 & & & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & & & & \\
\cline{4-13}
 & & & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 & & & & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & & & \\
\cline{5-13}
 & & & & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\
 & & & & & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & & \\
\cline{6-13}
 & & & & & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\
\end{array}
$$

Le CRC cherché est donc 00100.

Réponse à l'exercice 60

Première méthode

Le polynôme générateur G est de degré 5 donc on ajoute 5 bits, qu'on fixe initialement à 0, pour obtenir

1111011000000

On le traduit en polynôme, ce qui donne

$$X^{12} + X^{11} + X^{10} + X^9 + X^7 + X^6$$

On effectue ensuite la division du polynôme $X^{12} + X^{11} + X^{10} + X^9 + X^7 + X^6$ par $X^5 + X^4 + X^2 + 1$:

$$\begin{array}{cccccccccc|l}
X^{12} & +X^{11} & +X^{10} & +X^9 & & +X^7 & +X^6 & & & & X^5 + X^4 + X^2 + 1 \\
\cline{11-11}
X^{12} & +X^{11} & & +X^9 & & +X^7 & & & & & X^7 + X^5 + X^4 + X^3 \\
\cline{1-6}
 & & X^{10} & & & & +X^6 & & & & \\
 & & X^{10} & +X^9 & & +X^7 & & +X^5 & & & \\
\cline{3-8}
 & & & X^9 & & +X^7 & +X^6 & +X^5 & & & \\
 & & & X^9 & +X^8 & & +X^6 & & +X^4 & & \\
\cline{4-9}
 & & & & X^8 & +X^7 & & +X^5 & +X^4 & & \\
 & & & & X^8 & +X^7 & & +X^5 & & +X^3 & \\
\cline{5-10}
 & & & & & & & & X^4 & +X^3 &
\end{array}$$

Le résultat est le polynôme $X^4 + X^3$, qui se convertit en la suite de bits 11000. Le CRC cherché est donc 11000.

Deuxième méthode

Le polynôme générateur G est de degré 5 donc on ajoute 5 bits, qu'on fixe initialement à 0, pour obtenir

1111011000000

On convertit le polynôme générateur $X^5 + X^4 + X^2 + 1$ en une suite de bits, ce qui donne 110101. On soustrait (xor) cette suite de bits de la suite de bits initiale de façon à supprimer tous les 1, sauf ceux dans les 5 dernières positions :

$$\begin{array}{ccccccccccccc}
1&1&1&1&0&1&1&0&0&0&0&0&0\\
1&1&0&1&0&1&&&&&&&\\
\hline
0&0&1&0&0&0&1&0&0&0&0&0&0\\
&&1&1&0&1&0&1&&&&&\\
\cline{3-13}
&&0&1&0&1&1&1&0&0&0&0&0\\
&&&1&1&0&1&0&1&&&&\\
\cline{4-13}
&&&0&1&1&0&1&1&0&0&0&0\\
&&&&1&1&0&1&0&1&&&\\
\cline{5-13}
&&&&0&0&0&0&1&1&0&0&0
\end{array}$$

Le CRC cherché est donc 11000.

Réponse à l'exercice 61

Première méthode

Le polynôme générateur G est de degré 6 donc on ajoute 6 bits, qu'on fixe initialement à 0, pour obtenir

11111011000000

On le traduit en polynôme, ce qui donne

$$X^{13} + X^{12} + X^{11} + X^{10} + X^9 + X^7 + X^6$$

On effectue ensuite la division du polynôme $X^{13}+X^{12}+X^{11}+X^{10}+X^9+X^7+X^6$ par $X^6+X^4+X^3+1$:

$$\begin{array}{cccccccccccccc|l}
X^{13} & +X^{12} & +X^{11} & +X^{10} & +X^9 & & +X^7 & +X^6 & & & & & & & X^6+X^4+X^3+1 \\ \cline{15-15}
X^{13} & & +X^{11} & +X^{10} & & & +X^7 & & & & & & & & X^7+X^6+X^4+X^2+X+1 \\ \cline{1-8}
 & X^{12} & & & +X^9 & & & +X^6 & & & & & & & \\
 & X^{12} & & +X^{10} & +X^9 & & & +X^6 & & & & & & & \\ \cline{2-8}
 & & & X^{10} & & & & & & & & & & & \\
 & & & X^{10} & & +X^8 & +X^7 & & & +X^4 & & & & & \\ \cline{4-10}
 & & & & & X^8 & +X^7 & & & +X^4 & & & & & \\
 & & & & & X^8 & & +X^6 & +X^5 & & & +X^2 & & & \\ \cline{6-12}
 & & & & & & X^7 & +X^6 & +X^5 & +X^4 & & +X^2 & & & \\
 & & & & & & X^7 & & +X^5 & +X^4 & & & +X & & \\ \cline{7-13}
 & & & & & & & X^6 & & & & +X^2 & +X & & \\
 & & & & & & & X^6 & & +X^4 & +X^3 & & & +1 & \\ \cline{8-14}
 & & & & & & & & & X^4 & +X^3 & +X^2 & +X & +1 &
\end{array}$$

Le résultat est le polynôme $X^4 + X^3 + X^2 + X + 1$, qui se convertit en la suite de bits 011111. Le CRC cherché est donc 011111.

Deuxième méthode

Le polynôme générateur G est de degré 6 donc on ajoute 6 bits, qu'on fixe initialement à 0, pour obtenir

11111011000000

On convertit le polynôme générateur $X^6 + X^4 + X^3 + 1$ en une suite de bits, ce qui donne 1011001. On soustrait (xor) cette suite de bits de la suite de bits initiale de façon à supprimer tous les 1, sauf ceux dans les 6 dernières positions :

$$\begin{array}{cccccccccccccc}
1&1&1&1&1&0&1&1&0&0&0&0&0&0 \\
1&0&1&1&0&0&1& & & & & & & \\ \hline
0&1&0&0&1&0&0&1&0&0&0&0&0&0 \\
 &1&0&1&1&0&0&1& & & & & & \\ \cline{2-14}
 &0&0&1&0&0&0&0&0&0&0&0&0&0 \\
 & & &1&0&1&1&0&0&1& & & & \\ \cline{4-14}
 & & &0&0&1&1&0&0&1&0&0&0&0 \\
 & & & & &1&0&1&1&0&0&1& & \\ \cline{6-14}
 & & & & &0&1&1&1&1&0&1&0&0 \\
 & & & & & &1&0&1&1&0&0&1& \\ \cline{7-14}
 & & & & & &0&1&0&0&0&1&1&0 \\
 & & & & & & &1&0&1&1&0&0&1 \\ \cline{8-14}
 & & & & & & &0&0&1&1&1&1&1
\end{array}$$

Le CRC cherché est donc 011111.

Réponse à l'exercice 62

Première méthode

Le polynôme générateur G est de degré 4 donc on ajoute 4 bits, qu'on fixe initialement à 0, pour obtenir

110000010000

On le traduit en polynôme, ce qui donne

$$X^{11} + X^{10} + X^4$$

On effectue ensuite la division du polynôme $X^{11} + X^{10} + X^4$ par $X^4 + X + 1$:

$$
\begin{array}{ccccccccccc|l}
X^{11} & +X^{10} & & & & & & +X^4 & & & & X^4 + X + 1 \\
X^{11} & & & +X^8 & +X^7 & & & & & & & \hline X^7 + X^6 + X^4 + X^2 + X \\
\cline{1-5}
 & X^{10} & & +X^8 & +X^7 & & & +X^4 & & & & \\
 & X^{10} & & & +X^7 & +X^6 & & & & & & \\
\cline{2-6}
 & & & X^8 & & +X^6 & & +X^4 & & & & \\
 & & & X^8 & & & +X^5 & +X^4 & & & & \\
\cline{4-8}
 & & & & & X^6 & +X^5 & & & & & \\
 & & & & & X^6 & & & +X^3 & +X^2 & & \\
\cline{6-10}
 & & & & & & X^5 & & +X^3 & +X^2 & & \\
 & & & & & & X^5 & & & +X^2 & +X & \\
\cline{7-11}
 & & & & & & & & X^3 & & +X &
\end{array}
$$

Le résultat est le polynôme $X^3 + X$, qui se convertit en la suite de bits 1010. Le CRC cherché est donc 1010.

Deuxième méthode

Le polynôme générateur G est de degré 4 donc on ajoute 4 bits, qu'on fixe initialement à 0, pour obtenir

110000010000

On convertit le polynôme générateur $X^4 + X + 1$ en une suite de bits, ce qui donne 10011. On soustrait (xor) cette suite de bits de la suite de bits initiale de façon à supprimer tous les 1, sauf ceux dans les 4 dernières positions :

$$
\begin{array}{cccccccccccc}
1&1&0&0&0&0&0&1&0&0&0&0\\
1&0&0&1&1& & & & & & & \\
\hline
0&1&0&1&1&0&0&1&0&0&0&0\\
 &1&0&0&1&1& & & & & & \\
\cline{2-12}
 &0&0&1&0&1&0&1&0&0&0&0\\
 & & &1&0&0&1&1& & & & \\
\cline{4-12}
 & & &0&0&1&1&0&0&0&0&0\\
 & & & & &1&0&0&1&1& & \\
\cline{6-12}
 & & & & &0&1&0&1&1&0&0\\
 & & & & & &1&0&0&1&1& \\
\cline{7-12}
 & & & & & &0&0&1&0&1&0
\end{array}
$$

Le CRC cherché est donc 1010.

Réponse à l'exercice 63

Première méthode

Le polynôme générateur G est de degré 6 donc on ajoute 6 bits, qu'on fixe initialement à 0, pour obtenir

11110100000000

On le traduit en polynôme, ce qui donne

$$X^{13} + X^{12} + X^{11} + X^{10} + X^8$$

On effectue ensuite la division du polynôme $X^{13} + X^{12} + X^{11} + X^{10} + X^8$ par $X^6 + X^4 + X^3 + 1$:

$$
\begin{array}{cccccccccccc|l}
X^{13} & +X^{12} & +X^{11} & +X^{10} & & +X^8 & & & & & & & X^6+X^4+X^3+1 \\
\cline{13-13}
X^{13} & & +X^{11} & +X^{10} & & & +X^7 & & & & & & X^7+X^6+X^4+X^3+X \\
\cline{1-7}
 & X^{12} & & & & +X^8 & +X^7 & & & & & & \\
 & X^{12} & & +X^{10} & +X^9 & & & +X^6 & & & & & \\
\cline{2-8}
 & & & X^{10} & +X^9 & +X^8 & +X^7 & +X^6 & & & & & \\
 & & & X^{10} & & +X^8 & +X^7 & & & +X^4 & & & \\
\cline{4-10}
 & & & & X^9 & & & +X^6 & & +X^4 & & & \\
 & & & & X^9 & & +X^7 & +X^6 & & & +X^3 & & \\
\cline{5-11}
 & & & & & & X^7 & & & +X^4 & +X^3 & & \\
 & & & & & & X^7 & & +X^5 & +X^4 & & +X & \\
\cline{7-12}
 & & & & & & & & X^5 & & +X^3 & +X &
\end{array}
$$

Le résultat est le polynôme $X^5 + X^3 + X$, qui se convertit en la suite de bits 101010. Le CRC cherché est donc 101010.

Deuxième méthode

Le polynôme générateur G est de degré 6 donc on ajoute 6 bits, qu'on fixe initialement à 0, pour obtenir

11110100000000

On convertit le polynôme générateur $X^6 + X^4 + X^3 + 1$ en une suite de bits, ce qui donne 1011001. On soustrait (xor) cette suite de bits de la suite de bits initiale de façon à supprimer tous les 1, sauf ceux dans les 6 dernières positions :

$$
\begin{array}{cccccccccccccc}
1&1&1&1&0&1&0&0&0&0&0&0&0&0\\
1&0&1&1&0&0&1&&&&&&&\\
\hline
0&1&0&0&0&1&1&0&0&0&0&0&0&0\\
&1&0&1&1&0&0&1&&&&&&\\
\cline{2-14}
&0&0&1&1&1&1&1&0&0&0&0&0&0\\
&&&1&0&1&1&0&0&1&&&&\\
\cline{4-14}
&&&0&1&0&0&1&0&1&0&0&0&0\\
&&&&1&0&1&1&0&0&1&&&\\
\cline{5-14}
&&&&0&0&1&0&0&1&1&0&0&0\\
&&&&&&1&0&1&1&0&0&1&\\
\cline{7-14}
&&&&&&0&0&1&0&1&0&1&0
\end{array}
$$

Le CRC cherché est donc 101010.

Réponse à l'exercice 64

Première méthode

Le polynôme générateur G est de degré 6 donc on ajoute 6 bits, qu'on fixe initialement à 0, pour obtenir

11001011000000

On le traduit en polynôme, ce qui donne

$$X^{13} + X^{12} + X^9 + X^7 + X^6$$

On effectue ensuite la division du polynôme $X^{13} + X^{12} + X^9 + X^7 + X^6$ par $X^6 + X^4 + X^3 + 1$:

$$
\begin{array}{ccccccccccccc|l}
X^{13} & +X^{12} & & & +X^9 & & +X^7 & +X^6 & & & & & & X^6+X^4+X^3+1 \\ \cline{14-14}
X^{13} & & +X^{11} & +X^{10} & & & +X^7 & & & & & & & X^7+X^6+X^5+X^3+X^2+X \\ \cline{1-7}
 & X^{12} & +X^{11} & +X^{10} & +X^9 & & & +X^6 & & & & & & \\
 & X^{12} & & +X^{10} & +X^9 & & & +X^6 & & & & & & \\ \cline{2-8}
 & & X^{11} & & & & & & & & & & & \\
 & & X^{11} & & +X^9 & +X^8 & & & +X^5 & & & & & \\ \cline{3-9}
 & & & & X^9 & +X^8 & & & +X^5 & & & & & \\
 & & & & X^9 & & +X^7 & +X^6 & & & +X^3 & & & \\ \cline{5-11}
 & & & & & X^8 & +X^7 & +X^6 & +X^5 & & +X^3 & & & \\
 & & & & & X^8 & & +X^6 & +X^5 & & & +X^2 & & \\ \cline{6-12}
 & & & & & & X^7 & & & & +X^3 & +X^2 & & \\
 & & & & & & X^7 & & +X^5 & +X^4 & & & +X & \\ \cline{7-13}
 & & & & & & & & X^5 & +X^4 & +X^3 & +X^2 & +X &
\end{array}
$$

Le résultat est le polynôme $X^5+X^4+X^3+X^2+X$, qui se convertit en la suite de bits 111110. Le CRC cherché est donc 111110.

Deuxième méthode

Le polynôme générateur G est de degré 6 donc on ajoute 6 bits, qu'on fixe initialement à 0, pour obtenir

11001011000000

On convertit le polynôme générateur $X^6 + X^4 + X^3 + 1$ en une suite de bits, ce qui donne 1011001. On soustrait (xor) cette suite de bits de la suite de bits initiale de façon à supprimer tous les 1, sauf ceux dans les 6 dernières positions :

$$
\begin{array}{cccccccccccccc}
1&1&0&0&1&0&1&1&0&0&0&0&0&0 \\
1&0&1&1&0&0&1&&&&&&& \\ \hline
0&1&1&1&1&0&0&1&0&0&0&0&0&0 \\
&1&0&1&1&0&0&1&&&&&& \\ \cline{2-14}
&0&1&0&0&0&0&0&0&0&0&0&0&0 \\
&&1&0&1&1&0&0&1&&&&& \\ \cline{3-14}
&&0&0&1&1&0&0&1&0&0&0&0&0 \\
&&&&1&0&1&1&0&0&1&&& \\ \cline{5-14}
&&&&0&1&1&1&1&0&1&0&0&0 \\
&&&&&1&0&1&1&0&0&1&& \\ \cline{6-14}
&&&&&0&1&0&0&0&1&1&0&0 \\
&&&&&&1&0&1&1&0&0&1& \\ \cline{7-14}
&&&&&&0&0&1&1&1&1&1&0
\end{array}
$$

Le CRC cherché est donc 111110.

Réponse à l'exercice 65

Première méthode

Le polynôme générateur G est de degré 4 donc on ajoute 4 bits, qu'on fixe initialement à 0, pour obtenir

$$111010110000$$

On le traduit en polynôme, ce qui donne

$$X^{11} + X^{10} + X^9 + X^7 + X^5 + X^4$$

On effectue ensuite la division du polynôme $X^{11} + X^{10} + X^9 + X^7 + X^5 + X^4$ par $X^4 + X + 1$:

$$\begin{array}{cccccccccccc|l}
X^{11} & +X^{10} & +X^9 & & +X^7 & & +X^5 & +X^4 & & & & & X^4+X+1 \\ \cline{13-13}
X^{11} & & & +X^8 & +X^7 & & & & & & & & X^7+X^6+X^5+X^4+X^3+X+1 \\ \cline{1-5}
& X^{10} & +X^9 & +X^8 & & & +X^5 & +X^4 & & & & & \\
& X^{10} & & & +X^7 & +X^6 & & & & & & & \\ \cline{2-6}
& & X^9 & +X^8 & +X^7 & +X^6 & +X^5 & +X^4 & & & & & \\
& & X^9 & & & +X^6 & +X^5 & & & & & & \\ \cline{3-7}
& & & X^8 & +X^7 & & & +X^4 & & & & & \\
& & & X^8 & & & +X^5 & +X^4 & & & & & \\ \cline{4-8}
& & & & X^7 & & +X^5 & & & & & & \\
& & & & X^7 & & & +X^4 & +X^3 & & & & \\ \cline{5-9}
& & & & & & X^5 & +X^4 & +X^3 & & & & \\
& & & & & & X^5 & & & +X^2 & +X & & \\ \cline{7-11}
& & & & & & & X^4 & +X^3 & +X^2 & +X & & \\
& & & & & & & X^4 & & & +X & +1 & \\ \cline{8-12}
& & & & & & & & X^3 & +X^2 & & +1 &
\end{array}$$

Le résultat est le polynôme $X^3 + X^2 + 1$, qui se convertit en la suite de bits 1101. Le CRC cherché est donc 1101.

Deuxième méthode

Le polynôme générateur G est de degré 4 donc on ajoute 4 bits, qu'on fixe initialement à 0, pour obtenir

$$111010110000$$

On convertit le polynôme générateur $X^4 + X + 1$ en une suite de bits, ce qui donne 10011. On soustrait (xor) cette suite de bits de la suite de bits initiale de façon à supprimer tous les 1, sauf ceux dans les 4 dernières positions :

$$\begin{array}{cccccccccccc}
1&1&1&0&1&0&1&1&0&0&0&0\\
1&0&0&1&1&&&&&&&\\ \hline
0&1&1&1&0&0&1&1&0&0&0&0\\
&1&0&0&1&1&&&&&&\\ \cline{2-12}
&0&1&1&1&1&1&1&0&0&0&0\\
&&1&0&0&1&1&&&&&\\ \cline{3-12}
&&0&1&1&0&0&1&0&0&0&0\\
&&&1&0&0&1&1&&&&\\ \cline{4-12}
&&&0&1&0&1&0&0&0&0&0\\
&&&&1&0&0&1&1&&&\\ \cline{5-12}
&&&&0&0&1&1&1&0&0&0\\
&&&&&&1&0&0&1&1&\\ \cline{7-12}
&&&&&&0&1&1&1&1&0\\
&&&&&&&1&0&0&1&1\\ \cline{8-12}
&&&&&&&0&1&1&0&1
\end{array}$$

Le CRC cherché est donc 1101.

Réponse à l'exercice 66

Première méthode

Le polynôme générateur G est de degré 5 donc on ajoute 5 bits, qu'on fixe initialement à 0, pour obtenir

1101000100000

On le traduit en polynôme, ce qui donne

$$X^{12} + X^{11} + X^9 + X^5$$

On effectue ensuite la division du polynôme $X^{12} + X^{11} + X^9 + X^5$ par $X^5 + X + 1$:

$$\begin{array}{ccccccccccc|l}
X^{12} & +X^{11} & +X^9 & & & & +X^5 & & & & & X^5 + X + 1 \\ \cline{12-12}
X^{12} & & & +X^8 & +X^7 & & & & & & & X^7 + X^6 + X^4 + X^3 + X \\ \cline{1-5}
 & X^{11} & +X^9 & +X^8 & +X^7 & & +X^5 & & & & & \\
 & X^{11} & & & +X^7 & +X^6 & & & & & & \\ \cline{2-6}
 & & X^9 & +X^8 & & +X^6 & +X^5 & & & & & \\
 & & X^9 & & & & +X^5 & +X^4 & & & & \\ \cline{3-8}
 & & & X^8 & & +X^6 & & +X^4 & & & & \\
 & & & X^8 & & & & +X^4 & +X^3 & & & \\ \cline{4-9}
 & & & & & X^6 & & & +X^3 & & & \\
 & & & & & X^6 & & & & +X^2 & +X & \\ \cline{6-11}
 & & & & & & & & X^3 & +X^2 & +X &
\end{array}$$

Le résultat est le polynôme $X^3 + X^2 + X$, qui se convertit en la suite de bits 01110. Le CRC cherché est donc 01110.

Deuxième méthode

Le polynôme générateur G est de degré 5 donc on ajoute 5 bits, qu'on fixe initialement à 0, pour obtenir

1101000100000

On convertit le polynôme générateur $X^5 + X + 1$ en une suite de bits, ce qui donne 100011. On soustrait (xor) cette suite de bits de la suite de bits initiale de façon à supprimer tous les 1, sauf ceux dans les 5 dernières positions :

$$\begin{array}{ccccccccccccc}
1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & & & & & & & \\ \hline
0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & & & & & & \\ \cline{2-13}
 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 & & & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & & & & \\ \cline{4-13}
 & & & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 & & & & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & & & \\ \cline{5-13}
 & & & & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\
 & & & & & & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & \\ \cline{7-13}
 & & & & & & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0
\end{array}$$

Le CRC cherché est donc 01110.

Réponse à l'exercice 67

Première méthode

Le polynôme générateur G est de degré 6 donc on ajoute 6 bits, qu'on fixe initialement à 0, pour obtenir

10011111000000

On le traduit en polynôme, ce qui donne

$$X^{13} + X^{10} + X^9 + X^8 + X^7 + X^6$$

On effectue ensuite la division du polynôme $X^{13} + X^{10} + X^9 + X^8 + X^7 + X^6$ par $X^6 + X^4 + X^3 + 1$:

$$\begin{array}{ccccccccccc|l}
X^{13} & & +X^{10} & +X^9 & +X^8 & +X^7 & +X^6 & & & & & X^6+X^4+X^3+1 \\ \cline{12-12}
X^{13} & +X^{11} & +X^{10} & & & +X^7 & & & & & & X^7+X^5+1 \\ \cline{1-6}
 & X^{11} & & +X^9 & +X^8 & & +X^6 & & & & & \\
 & X^{11} & & +X^9 & +X^8 & & & +X^5 & & & & \\ \cline{2-8}
 & & & & & & X^6 & +X^5 & & & & \\
 & & & & & & X^6 & & +X^4 & +X^3 & +1 & \\ \cline{7-11}
 & & & & & & & X^5 & +X^4 & +X^3 & +1 &
\end{array}$$

Le résultat est le polynôme $X^5+X^4+X^3+1$, qui se convertit en la suite de bits 111001. Le CRC cherché est donc 111001.

Deuxième méthode

Le polynôme générateur G est de degré 6 donc on ajoute 6 bits, qu'on fixe initialement à 0, pour obtenir

10011111000000

On convertit le polynôme générateur $X^6 + X^4 + X^3 + 1$ en une suite de bits, ce qui donne 1011001. On soustrait (xor) cette suite de bits de la suite de bits initiale de façon à supprimer tous les 1, sauf ceux dans les 6 dernières positions :

$$\begin{array}{cccccccccccccc}
1&0&0&1&1&1&1&1&0&0&0&0&0&0 \\
1&0&1&1&0&0&1& & & & & & & \\ \hline
0&0&1&0&1&1&0&1&0&0&0&0&0&0 \\
 & &1&0&1&1&0&0&1& & & & & \\ \cline{3-14}
 & &0&0&0&0&0&1&1&0&0&0&0&0 \\
 & & & & & & & 1&0&1&1&0&0&1 \\ \cline{8-14}
 & & & & & & & 0&1&1&1&0&0&1
\end{array}$$

Le CRC cherché est donc 111001.

Réponse à l'exercice 68

Première méthode

Le polynôme générateur G est de degré 4 donc on ajoute 4 bits, qu'on fixe initialement à 0, pour obtenir

010110100000

On le traduit en polynôme, ce qui donne

$$X^{10} + X^8 + X^7 + X^5$$

On effectue ensuite la division du polynôme $X^{10} + X^8 + X^7 + X^5$ par $X^4 + X + 1$:

$$\begin{array}{llllllllll|l}
X^{10} & +X^8 & +X^7 & & +X^5 & & & & & & X^4 + X + 1 \\ \cline{11-11}
X^{10} & & +X^7 & +X^6 & & & & & & & X^6 + X^4 + X^2 + 1 \\ \cline{1-4}
 & X^8 & & +X^6 & +X^5 & & & & & & \\
 & X^8 & & & +X^5 & +X^4 & & & & & \\ \cline{2-6}
 & & & X^6 & & +X^4 & & & & & \\
 & & & X^6 & & & +X^3 & +X^2 & & & \\ \cline{4-8}
 & & & & & X^4 & +X^3 & +X^2 & & & \\
 & & & & & X^4 & & & +X & +1 & \\ \cline{6-10}
 & & & & & & X^3 & +X^2 & +X & +1 &
\end{array}$$

Le résultat est le polynôme $X^3 + X^2 + X + 1$, qui se convertit en la suite de bits 1111. Le CRC cherché est donc 1111.

Deuxième méthode

Le polynôme générateur G est de degré 4 donc on ajoute 4 bits, qu'on fixe initialement à 0, pour obtenir

010110100000

On convertit le polynôme générateur $X^4 + X + 1$ en une suite de bits, ce qui donne 10011. On soustrait (xor) cette suite de bits de la suite de bits initiale de façon à supprimer tous les 1, sauf ceux dans les 4 dernières positions :

$$\begin{array}{cccccccccccc}
0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & & & & & & \\ \cline{2-12}
 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 & & & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & & & & \\ \cline{4-12}
 & & & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 & & & & & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & & \\ \cline{6-12}
 & & & & & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\
 & & & & & & & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ \cline{8-12}
 & & & & & & & 0 & 1 & 1 & 1 & 1
\end{array}$$

Le CRC cherché est donc 1111.

Réponse à l'exercice 69

Première méthode

Le polynôme générateur G est de degré 4 donc on ajoute 4 bits, qu'on fixe initialement à 0, pour obtenir

$$110000000000$$

On le traduit en polynôme, ce qui donne

$$X^{11} + X^{10}$$

On effectue ensuite la division du polynôme $X^{11} + X^{10}$ par $X^4 + X + 1$:

$$
\begin{array}{ccccccccccc|l}
X^{11} & +X^{10} & & & & & & & & & & X^4 + X + 1 \\
\cline{12-12}
X^{11} & & +X^8 & +X^7 & & & & & & & & X^7 + X^6 + X^4 + X^2 + X + 1 \\
\cline{1-4}
 & X^{10} & +X^8 & +X^7 & & & & & & & & \\
 & X^{10} & & +X^7 & +X^6 & & & & & & & \\
\cline{2-5}
 & & X^8 & & +X^6 & & & & & & & \\
 & & X^8 & & & +X^5 & +X^4 & & & & & \\
\cline{3-7}
 & & & & X^6 & +X^5 & +X^4 & & & & & \\
 & & & & X^6 & & & +X^3 & +X^2 & & & \\
\cline{5-9}
 & & & & & X^5 & +X^4 & +X^3 & +X^2 & & & \\
 & & & & & X^5 & & & +X^2 & +X & & \\
\cline{6-10}
 & & & & & & X^4 & +X^3 & & +X & & \\
 & & & & & & X^4 & & & +X & +1 & \\
\cline{7-11}
 & & & & & & & X^3 & & & +1 &
\end{array}
$$

Le résultat est le polynôme $X^3 + 1$, qui se convertit en la suite de bits 1001. Le CRC cherché est donc 1001.

Deuxième méthode

Le polynôme générateur G est de degré 4 donc on ajoute 4 bits, qu'on fixe initialement à 0, pour obtenir

$$110000000000$$

On convertit le polynôme générateur $X^4 + X + 1$ en une suite de bits, ce qui donne 10011. On soustrait (xor) cette suite de bits de la suite de bits initiale de façon à supprimer tous les 1, sauf ceux dans les 4 dernières positions :

$$
\begin{array}{cccccccccccc}
1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
1 & 0 & 0 & 1 & 1 & & & & & & & \\
\hline
0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & & & & & & \\
\cline{2-12}
 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 & & & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & & & & \\
\cline{4-12}
 & & & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 & & & & & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & & \\
\cline{6-12}
 & & & & & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\
 & & & & & & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & \\
\cline{7-12}
 & & & & & & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 \\
 & & & & & & & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 \\
\cline{8-12}
 & & & & & & & 0 & 1 & 0 & 0 & 1
\end{array}
$$

Le CRC cherché est donc 1001.

Réponse à l'exercice 70

Première méthode

Le polynôme générateur G est de degré 5 donc on ajoute 5 bits, qu'on fixe initialement à 0, pour obtenir

0100111100000

On le traduit en polynôme, ce qui donne

$$X^{11} + X^8 + X^7 + X^6 + X^5$$

On effectue ensuite la division du polynôme $X^{11} + X^8 + X^7 + X^6 + X^5$ par $X^5 + X^4 + X^2 + 1$:

$$
\begin{array}{lllllllllll|l}
X^{11} & & & +X^8 & +X^7 & +X^6 & +X^5 & & & & & X^5 + X^4 + X^2 + 1 \\
\cline{12-12}
X^{11} & +X^{10} & & +X^8 & & +X^6 & & & & & & X^6 + X^5 + X^4 + X^3 + X^2 + 1 \\
\cline{1-6}
 & X^{10} & & & +X^7 & & +X^5 & & & & & \\
 & X^{10} & +X^9 & & +X^7 & & +X^5 & & & & & \\
\cline{2-7}
 & & X^9 & & & & & & & & & \\
 & & X^9 & +X^8 & & +X^6 & & +X^4 & & & & \\
\cline{3-8}
 & & & X^8 & & +X^6 & & +X^4 & & & & \\
 & & & X^8 & +X^7 & & +X^5 & & +X^3 & & & \\
\cline{4-9}
 & & & & X^7 & +X^6 & +X^5 & +X^4 & +X^3 & & & \\
 & & & & X^7 & +X^6 & & +X^4 & & +X^2 & & \\
\cline{5-10}
 & & & & & & X^5 & & +X^3 & +X^2 & & \\
 & & & & & & X^5 & +X^4 & & +X^2 & +1 & \\
\cline{7-11}
 & & & & & & & X^4 & +X^3 & & +1 &
\end{array}
$$

Le résultat est le polynôme $X^4 + X^3 + 1$, qui se convertit en la suite de bits 11001. Le CRC cherché est donc 11001.

Deuxième méthode

Le polynôme générateur G est de degré 5 donc on ajoute 5 bits, qu'on fixe initialement à 0, pour obtenir

0100111100000

On convertit le polynôme générateur $X^5 + X^4 + X^2 + 1$ en une suite de bits, ce qui donne 110101. On soustrait (xor) cette suite de bits de la suite de bits initiale de façon à supprimer tous les 1, sauf ceux dans les 5 dernières positions :

$$
\begin{array}{ccccccccccccc}
0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & & & & & & \\
\cline{2-13}
 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 & & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & & & & & \\
\cline{3-13}
 & & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 & & & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & & & & \\
\cline{4-13}
 & & & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 & & & & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & & & \\
\cline{5-13}
 & & & & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\
 & & & & & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & & \\
\cline{6-13}
 & & & & & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \\
 & & & & & & & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 \\
\cline{8-13}
 & & & & & & & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1
\end{array}
$$

Le CRC cherché est donc 11001.

Réponse à l'exercice 71

Première méthode

Le polynôme générateur G est de degré 5 donc on ajoute 5 bits, qu'on fixe initialement à 0, pour obtenir

0110100100000

On le traduit en polynôme, ce qui donne

$$X^{11} + X^{10} + X^8 + X^5$$

On effectue ensuite la division du polynôme $X^{11} + X^{10} + X^8 + X^5$ par $X^5 + X^4 + X^2 + 1$:

$$\begin{array}{ccccccc|l}
X^{11} & +X^{10} & +X^8 & & +X^5 & & & X^5 + X^4 + X^2 + 1 \\ \cline{8-8}
X^{11} & +X^{10} & +X^8 & +X^6 & & & & X^6 + X \\ \cline{1-5}
 & & & X^6 & +X^5 & & & \\
 & & & X^6 & +X^5 & +X^3 & +X & \\ \cline{4-7}
 & & & & & X^3 & +X &
\end{array}$$

Le résultat est le polynôme $X^3 + X$, qui se convertit en la suite de bits 01010. Le CRC cherché est donc 01010.

Deuxième méthode

Le polynôme générateur G est de degré 5 donc on ajoute 5 bits, qu'on fixe initialement à 0, pour obtenir

0110100100000

On convertit le polynôme générateur $X^5 + X^4 + X^2 + 1$ en une suite de bits, ce qui donne 110101. On soustrait (xor) cette suite de bits de la suite de bits initiale de façon à supprimer tous les 1, sauf ceux dans les 5 dernières positions :

$$\begin{array}{ccccccccccccc}
0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & & & & & & \\ \cline{2-13}
 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 & & & & & & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & \\ \cline{7-13}
 & & & & & & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0
\end{array}$$

Le CRC cherché est donc 01010.

Réponse à l'exercice 72

Première méthode

Le polynôme générateur G est de degré 6 donc on ajoute 6 bits, qu'on fixe initialement à 0, pour obtenir

11010011000000

On le traduit en polynôme, ce qui donne

$$X^{13} + X^{12} + X^{10} + X^7 + X^6$$

On effectue ensuite la division du polynôme $X^{13} + X^{12} + X^{10} + X^7 + X^6$ par $X^6 + X^4 + X^3 + 1$:

$$
\begin{array}{ccccccccccccc|l}
X^{13} & +X^{12} & & +X^{10} & & & +X^7 & +X^6 & & & & & & X^6 + X^4 + X^3 + 1 \\
\cline{14-14}
X^{13} & & +X^{11} & +X^{10} & & & +X^7 & & & & & & & X^7 + X^6 + X^5 + X^4 + X \\
\cline{1-8}
 & X^{12} & +X^{11} & & & & & +X^6 & & & & & & \\
 & X^{12} & & +X^{10} & +X^9 & & & +X^6 & & & & & & \\
\cline{2-8}
 & & X^{11} & +X^{10} & +X^9 & & & & & & & & & \\
 & & X^{11} & & +X^9 & +X^8 & & & +X^5 & & & & & \\
\cline{3-9}
 & & & X^{10} & & +X^8 & & & +X^5 & & & & & \\
 & & & X^{10} & & +X^8 & +X^7 & & & +X^4 & & & & \\
\cline{4-10}
 & & & & & & X^7 & & +X^5 & +X^4 & & & & \\
 & & & & & & X^7 & & +X^5 & +X^4 & & & +X & \\
\cline{7-13}
 & & & & & & & & & & & & X &
\end{array}
$$

Le résultat est le polynôme X, qui se convertit en la suite de bits 000010. Le CRC cherché est donc 000010.

Deuxième méthode

Le polynôme générateur G est de degré 6 donc on ajoute 6 bits, qu'on fixe initialement à 0, pour obtenir

11010011000000

On convertit le polynôme générateur $X^6 + X^4 + X^3 + 1$ en une suite de bits, ce qui donne 1011001. On soustrait (xor) cette suite de bits de la suite de bits initiale de façon à supprimer tous les 1, sauf ceux dans les 6 dernières positions :

```
1 1 0 1 0 0 1 1 0 0 0 0 0 0
1 0 1 1 0 0 1
----------------------------
0 1 1 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0
  1 0 1 1 0 0 1
  --------------------------
  0 1 1 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0
    1 0 1 1 0 0 1
    ------------------------
    0 1 0 1 0 0 1 0 0 0 0 0
      1 0 1 1 0 0 1
      ----------------------
      0 0 0 1 0 1 1 0 0 0 0
            1 0 1 1 0 0 1
            ----------------
            0 0 0 0 0 0 1 0
```

Le CRC cherché est donc 000010.

Réponse à l'exercice 73

Première méthode

Le polynôme générateur G est de degré 5 donc on ajoute 5 bits, qu'on fixe initialement à 0, pour obtenir

1010100100000

On le traduit en polynôme, ce qui donne

$$X^{12} + X^{10} + X^8 + X^5$$

On effectue ensuite la division du polynôme $X^{12} + X^{10} + X^8 + X^5$ par $X^5 + X + 1$:

$$
\begin{array}{ccccccccc|l}
X^{12} & +X^{10} & +X^8 & & & +X^5 & & & & X^5+X+1 \\
X^{12} & & +X^8 & +X^7 & & & & & & \overline{X^7+X^5+X^2+X} \\
\cline{1-4}
 & X^{10} & & +X^7 & & +X^5 & & & & \\
 & X^{10} & & & +X^6 & +X^5 & & & & \\
\cline{2-6}
 & & & X^7 & +X^6 & & & & & \\
 & & & X^7 & & & +X^3 & +X^2 & & \\
\cline{4-8}
 & & & & X^6 & & +X^3 & +X^2 & & \\
 & & & & X^6 & & & +X^2 & +X & \\
\cline{5-9}
 & & & & & & X^3 & & +X &
\end{array}
$$

Le résultat est le polynôme $X^3 + X$, qui se convertit en la suite de bits 01010. Le CRC cherché est donc 01010.

Deuxième méthode

Le polynôme générateur G est de degré 5 donc on ajoute 5 bits, qu'on fixe initialement à 0, pour obtenir

1010100100000

On convertit le polynôme générateur $X^5 + X + 1$ en une suite de bits, ce qui donne 100011. On soustrait (xor) cette suite de bits de la suite de bits initiale de façon à supprimer tous les 1, sauf ceux dans les 5 dernières positions :

$$
\begin{array}{ccccccccccccc}
1&0&1&0&1&0&0&1&0&0&0&0&0 \\
1&0&0&0&1&1& & & & & & & \\
\hline
0&0&1&0&0&1&0&1&0&0&0&0&0 \\
 & &1&0&0&0&1&1& & & & & \\
\cline{3-13}
 & &0&0&0&1&1&0&0&0&0&0&0 \\
 & & & & &1&0&0&0&1&1& & \\
\cline{6-13}
 & & & & &0&1&0&0&1&1&0&0 \\
 & & & & & &1&0&0&0&1&1& \\
\cline{7-13}
 & & & & & &0&0&0&1&0&1&0
\end{array}
$$

Le CRC cherché est donc 01010.

Réponse à l'exercice 74

Première méthode

Le polynôme générateur G est de degré 6 donc on ajoute 6 bits, qu'on fixe initialement à 0, pour obtenir

01001110000000

On le traduit en polynôme, ce qui donne

$$X^{12} + X^9 + X^8 + X^7$$

On effectue ensuite la division du polynôme $X^{12} + X^9 + X^8 + X^7$ par $X^6 + X^4 + X^3 + 1$:

$$
\begin{array}{lllllllll|l}
X^{12} & & +X^9 & +X^8 & +X^7 & & & & & X^6+X^4+X^3+1 \\ \cline{10-10}
X^{12} & +X^{10} & +X^9 & & & +X^6 & & & & X^6+X^4+1 \\ \cline{1-6}
 & X^{10} & & +X^8 & +X^7 & +X^6 & & & & \\
 & X^{10} & & +X^8 & +X^7 & & +X^4 & & & \\ \cline{2-7}
 & & & & & X^6 & +X^4 & & & \\
 & & & & & X^6 & +X^4 & +X^3 & +1 & \\ \cline{6-9}
 & & & & & & & X^3 & +1 &
\end{array}
$$

Le résultat est le polynôme $X^3 + 1$, qui se convertit en la suite de bits 001001. Le CRC cherché est donc 001001.

Deuxième méthode

Le polynôme générateur G est de degré 6 donc on ajoute 6 bits, qu'on fixe initialement à 0, pour obtenir

01001110000000

On convertit le polynôme générateur $X^6 + X^4 + X^3 + 1$ en une suite de bits, ce qui donne 1011001. On soustrait (xor) cette suite de bits de la suite de bits initiale de façon à supprimer tous les 1, sauf ceux dans les 6 dernières positions :

```
0 1 0 0 1 1 1 0 0 0 0 0 0 0
  1 0 1 1 0 0 1
  -------------------------
  0 0 1 0 1 1 1 0 0 0 0 0 0
      1 0 1 1 0 0 1
      ---------------------
      0 0 0 0 1 0 1 0 0 0 0
              1 0 1 1 0 0 1
              -------------
              0 0 0 1 0 0 1
```

Le CRC cherché est donc 001001.

Réponse à l'exercice 75

Première méthode

Le polynôme générateur G est de degré 5 donc on ajoute 5 bits, qu'on fixe initialement à 0, pour obtenir

$$0100000000000$$

On le traduit en polynôme, ce qui donne

$$X^{11}$$

On effectue ensuite la division du polynôme X^{11} par $X^5 + X^4 + X^2 + 1$:

$$\begin{array}{ccccccccccc|l}
X^{11} & & & & & & & & & & & X^5+X^4+X^2+1 \\ \cline{12-12}
X^{11} & +X^{10} & & +X^8 & & +X^6 & & & & & & X^6+X^5+X^4+X^2+X \\ \cline{1-6}
 & X^{10} & & +X^8 & & +X^6 & & & & & & \\
 & X^{10} & +X^9 & & +X^7 & & +X^5 & & & & & \\ \cline{2-7}
 & & X^9 & +X^8 & +X^7 & +X^6 & +X^5 & & & & & \\
 & & X^9 & +X^8 & & +X^6 & & +X^4 & & & & \\ \cline{3-8}
 & & & & X^7 & & +X^5 & +X^4 & & & & \\
 & & & & X^7 & +X^6 & & +X^4 & & +X^2 & & \\ \cline{5-10}
 & & & & & X^6 & +X^5 & & & +X^2 & & \\
 & & & & & X^6 & +X^5 & & +X^3 & & +X & \\ \cline{6-11}
 & & & & & & & & X^3 & +X^2 & +X &
\end{array}$$

Le résultat est le polynôme $X^3 + X^2 + X$, qui se convertit en la suite de bits 01110. Le CRC cherché est donc 01110.

Deuxième méthode

Le polynôme générateur G est de degré 5 donc on ajoute 5 bits, qu'on fixe initialement à 0, pour obtenir

$$0100000000000$$

On convertit le polynôme générateur $X^5 + X^4 + X^2 + 1$ en une suite de bits, ce qui donne 110101. On soustrait (xor) cette suite de bits de la suite de bits initiale de façon à supprimer tous les 1, sauf ceux dans les 5 dernières positions :

```
0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
  1 1 0 1 0 1
  -----------------------
  0 1 0 1 0 1 0 0 0 0 0 0
    1 1 0 1 0 1
    ---------------------
    0 1 1 1 1 1 0 0 0 0 0
      1 1 0 1 0 1
      -------------------
      0 0 1 0 1 1 0 0 0 0
          1 1 0 1 0 1
          ---------------
          0 1 1 0 0 1 0 0
            1 1 0 1 0 1
            -------------
            0 0 0 1 1 1 0
```

Le CRC cherché est donc 01110.

Réponse à l'exercice 76

Première méthode

Le polynôme générateur G est de degré 6 donc on ajoute 6 bits, qu'on fixe initialement à 0, pour obtenir

00100111000000

On le traduit en polynôme, ce qui donne

$$X^{11} + X^8 + X^7 + X^6$$

On effectue ensuite la division du polynôme $X^{11} + X^8 + X^7 + X^6$ par $X^6 + X^4 + X^3 + 1$:

$$\begin{array}{lllllll|l}
X^{11} & & +X^8 & +X^7 & +X^6 & & & X^6 + X^4 + X^3 + 1 \\ \cline{8-8}
X^{11} & +X^9 & +X^8 & & & +X^5 & & X^5 + X^3 \\ \cline{1-6}
 & X^9 & & +X^7 & +X^6 & +X^5 & & \\
 & X^9 & & +X^7 & +X^6 & & +X^3 & \\ \cline{2-7}
 & & & & & X^5 & +X^3 &
\end{array}$$

Le résultat est le polynôme $X^5 + X^3$, qui se convertit en la suite de bits 101000. Le CRC cherché est donc 101000.

Deuxième méthode

Le polynôme générateur G est de degré 6 donc on ajoute 6 bits, qu'on fixe initialement à 0, pour obtenir

00100111000000

On convertit le polynôme générateur $X^6 + X^4 + X^3 + 1$ en une suite de bits, ce qui donne 1011001. On soustrait (xor) cette suite de bits de la suite de bits initiale de façon à supprimer tous les 1, sauf ceux dans les 6 dernières positions :

$$\begin{array}{cccccccccccccc}
0&0&1&0&0&1&1&1&0&0&0&0&0&0 \\
&&1&0&1&1&0&0&1&&&&& \\ \cline{3-14}
&&0&0&1&0&1&1&1&0&0&0&0&0 \\
&&&&1&0&1&1&0&0&1&&& \\ \cline{5-14}
&&&&0&0&0&0&1&0&1&0&0&0
\end{array}$$

Le CRC cherché est donc 101000.

Réponse à l'exercice 77

Première méthode

Le polynôme générateur G est de degré 4 donc on ajoute 4 bits, qu'on fixe initialement à 0, pour obtenir

100110010000

On le traduit en polynôme, ce qui donne

$$X^{11} + X^8 + X^7 + X^4$$

On effectue ensuite la division du polynôme $X^{11} + X^8 + X^7 + X^4$ par $X^4 + X + 1$:

$$\begin{array}{cccccc|l}
X^{11} & +X^8 & +X^7 & +X^4 & & & X^4 + X + 1 \\
\cline{7-7}
X^{11} & +X^8 & +X^7 & & & & X^7 + 1 \\
\cline{1-3}
 & & & X^4 & & & \\
 & & & X^4 & +X & +1 & \\
\cline{4-6}
 & & & & X & +1 &
\end{array}$$

Le résultat est le polynôme $X + 1$, qui se convertit en la suite de bits 0011. Le CRC cherché est donc 0011.

Deuxième méthode

Le polynôme générateur G est de degré 4 donc on ajoute 4 bits, qu'on fixe initialement à 0, pour obtenir

100110010000

On convertit le polynôme générateur $X^4 + X + 1$ en une suite de bits, ce qui donne 10011. On soustrait (xor) cette suite de bits de la suite de bits initiale de façon à supprimer tous les 1, sauf ceux dans les 4 dernières positions :

$$\begin{array}{cccccccccccc}
1&0&0&1&1&0&0&1&0&0&0&0 \\
1&0&0&1&1& & & & & & & \\
\hline
0&0&0&0&0&0&0&1&0&0&0&0 \\
 & & & & & & &1&0&0&1&1 \\
\cline{8-12}
 & & & & & & &0&0&0&1&1
\end{array}$$

Le CRC cherché est donc 0011.

Réponse à l'exercice 78

Première méthode

Le polynôme générateur G est de degré 4 donc on ajoute 4 bits, qu'on fixe initialement à 0, pour obtenir

111101100000

On le traduit en polynôme, ce qui donne

$$X^{11} + X^{10} + X^9 + X^8 + X^6 + X^5$$

On effectue ensuite la division du polynôme $X^{11} + X^{10} + X^9 + X^8 + X^6 + X^5$ par $X^4 + X + 1$:

$$\begin{array}{cccccccccc|l}
X^{11} & +X^{10} & +X^9 & +X^8 & & +X^6 & +X^5 & & & & X^4 + X + 1 \\ \cline{11-11}
X^{11} & & & +X^8 & +X^7 & & & & & & X^7 + X^6 + X^5 + X^2 \\ \cline{1-5}
 & X^{10} & +X^9 & & +X^7 & +X^6 & +X^5 & & & & \\
 & X^{10} & & & +X^7 & +X^6 & & & & & \\ \cline{2-6}
 & & X^9 & & & & +X^5 & & & & \\
 & & X^9 & & & +X^6 & +X^5 & & & & \\ \cline{3-7}
 & & & & & X^6 & & & & & \\
 & & & & & X^6 & & & +X^3 & +X^2 & \\ \cline{6-10}
 & & & & & & & & X^3 & +X^2 &
\end{array}$$

Le résultat est le polynôme $X^3 + X^2$, qui se convertit en la suite de bits 1100. Le CRC cherché est donc 1100.

Deuxième méthode

Le polynôme générateur G est de degré 4 donc on ajoute 4 bits, qu'on fixe initialement à 0, pour obtenir

111101100000

On convertit le polynôme générateur $X^4 + X + 1$ en une suite de bits, ce qui donne 10011. On soustrait (xor) cette suite de bits de la suite de bits initiale de façon à supprimer tous les 1, sauf ceux dans les 4 dernières positions :

$$\begin{array}{cccccccccccc}
1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
1 & 0 & 0 & 1 & 1 & & & & & & & \\ \hline
0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & & & & & & \\ \cline{2-12}
 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 & & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & & & & & \\ \cline{3-12}
 & & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 & & & & & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & & \\ \cline{6-12}
 & & & & & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0
\end{array}$$

Le CRC cherché est donc 1100.

Réponse à l'exercice 79

Première méthode

Le polynôme générateur G est de degré 4 donc on ajoute 4 bits, qu'on fixe initialement à 0, pour obtenir

010000110000

On le traduit en polynôme, ce qui donne

$$X^{10} + X^5 + X^4$$

On effectue ensuite la division du polynôme $X^{10} + X^5 + X^4$ par $X^4 + X + 1$:

$$\begin{array}{llllllll|l}
X^{10} & & & +X^5 & +X^4 & & & & X^4 + X + 1 \\ \cline{9-9}
X^{10} & +X^7 & +X^6 & & & & & & X^6 + X^3 + X^2 + X \\ \cline{1-3}
 & X^7 & +X^6 & +X^5 & +X^4 & & & & \\
 & X^7 & & & +X^4 & +X^3 & & & \\ \cline{2-6}
 & & X^6 & +X^5 & & +X^3 & & & \\
 & & X^6 & & & +X^3 & +X^2 & & \\ \cline{3-7}
 & & & X^5 & & & +X^2 & & \\
 & & & X^5 & & & +X^2 & +X & \\ \cline{4-8}
 & & & & & & & X &
\end{array}$$

Le résultat est le polynôme X, qui se convertit en la suite de bits 0010. Le CRC cherché est donc 0010.

Deuxième méthode

Le polynôme générateur G est de degré 4 donc on ajoute 4 bits, qu'on fixe initialement à 0, pour obtenir

010000110000

On convertit le polynôme générateur $X^4 + X + 1$ en une suite de bits, ce qui donne 10011. On soustrait (xor) cette suite de bits de la suite de bits initiale de façon à supprimer tous les 1, sauf ceux dans les 4 dernières positions :

$$\begin{array}{cccccccccccc}
0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & & & & & & \\ \cline{2-12}
 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 & & & & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & & & \\ \cline{5-12}
 & & & & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\
 & & & & & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & & \\ \cline{6-12}
 & & & & & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\
 & & & & & & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & \\ \cline{7-12}
 & & & & & & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0
\end{array}$$

Le CRC cherché est donc 0010.

Réponse à l'exercice 80

Première méthode

Le polynôme générateur G est de degré 4 donc on ajoute 4 bits, qu'on fixe initialement à 0, pour obtenir

001101100000

On le traduit en polynôme, ce qui donne

$$X^9 + X^8 + X^6 + X^5$$

On effectue ensuite la division du polynôme $X^9 + X^8 + X^6 + X^5$ par $X^4 + X + 1$:

$$
\begin{array}{cccccccc|l}
X^9 & +X^8 & +X^6 & +X^5 & & & & & X^4+X+1 \\ \cline{9-9}
X^9 & & +X^6 & +X^5 & & & & & X^5+X^4+X+1 \\ \cline{1-4}
 & X^8 & & & & & & & \\
 & X^8 & & +X^5 & +X^4 & & & & \\ \cline{2-5}
 & & & X^5 & +X^4 & & & & \\
 & & & X^5 & & +X^2 & +X & & \\ \cline{4-7}
 & & & & X^4 & +X^2 & +X & & \\
 & & & & X^4 & & +X & +1 & \\ \cline{5-8}
 & & & & & X^2 & & +1 &
\end{array}
$$

Le résultat est le polynôme $X^2 + 1$, qui se convertit en la suite de bits 0101. Le CRC cherché est donc 0101.

Deuxième méthode

Le polynôme générateur G est de degré 4 donc on ajoute 4 bits, qu'on fixe initialement à 0, pour obtenir

001101100000

On convertit le polynôme générateur $X^4 + X + 1$ en une suite de bits, ce qui donne 10011. On soustrait (xor) cette suite de bits de la suite de bits initiale de façon à supprimer tous les 1, sauf ceux dans les 4 dernières positions :

$$
\begin{array}{cccccccccccc}
0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 & & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & & & & & \\ \cline{3-12}
 & & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 & & & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & & & & \\ \cline{4-12}
 & & & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 & & & & & & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & \\ \cline{7-12}
 & & & & & & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 \\
 & & & & & & & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ \cline{8-12}
 & & & & & & & 0 & 0 & 1 & 0 & 1
\end{array}
$$

Le CRC cherché est donc 0101.

Réponse à l'exercice 81

Première méthode

Le polynôme générateur G est de degré 4 donc on ajoute 4 bits, qu'on fixe initialement à 0, pour obtenir

111111000000

On le traduit en polynôme, ce qui donne

$$X^{11} + X^{10} + X^9 + X^8 + X^7 + X^6$$

On effectue ensuite la division du polynôme $X^{11} + X^{10} + X^9 + X^8 + X^7 + X^6$ par $X^4 + X + 1$:

$$\begin{array}{cccccccccccc|l}
X^{11} & +X^{10} & +X^9 & +X^8 & +X^7 & +X^6 & & & & & & & X^4+X+1 \\ \cline{13-13}
X^{11} & & & +X^8 & +X^7 & & & & & & & & X^7+X^6+X^5+X^3+X^2+X+1 \\ \cline{1-5}
 & X^{10} & +X^9 & & & +X^6 & & & & & & & \\
 & X^{10} & & & +X^7 & +X^6 & & & & & & & \\ \cline{2-6}
 & & X^9 & & +X^7 & & & & & & & & \\
 & & X^9 & & & +X^6 & +X^5 & & & & & & \\ \cline{3-7}
 & & & & X^7 & +X^6 & +X^5 & & & & & & \\
 & & & & X^7 & & & +X^4 & +X^3 & & & & \\ \cline{5-9}
 & & & & & X^6 & +X^5 & +X^4 & +X^3 & & & & \\
 & & & & & X^6 & & & +X^3 & +X^2 & & & \\ \cline{6-10}
 & & & & & & X^5 & +X^4 & & +X^2 & & & \\
 & & & & & & X^5 & & & +X^2 & +X & & \\ \cline{7-11}
 & & & & & & & X^4 & & & +X & & \\
 & & & & & & & X^4 & & & +X & +1 & \\ \cline{8-12}
 & & & & & & & & & & & 1 &
\end{array}$$

Le résultat est le polynôme 1, qui se convertit en la suite de bits 0001. Le CRC cherché est donc 0001.

Deuxième méthode

Le polynôme générateur G est de degré 4 donc on ajoute 4 bits, qu'on fixe initialement à 0, pour obtenir

111111000000

On convertit le polynôme générateur $X^4 + X + 1$ en une suite de bits, ce qui donne 10011. On soustrait (xor) cette suite de bits de la suite de bits initiale de façon à supprimer tous les 1, sauf ceux dans les 4 dernières positions :

$$\begin{array}{cccccccccccc}
1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
1 & 0 & 0 & 1 & 1 & & & & & & & \\ \hline
0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & & & & & & \\ \cline{2-12}
 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 & & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & & & & & \\ \cline{3-12}
 & & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 & & & & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & & & \\ \cline{5-12}
 & & & & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\
 & & & & & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & & \\ \cline{6-12}
 & & & & & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\
 & & & & & & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & \\ \cline{7-12}
 & & & & & & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 \\
 & & & & & & & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ \cline{8-12}
 & & & & & & & 0 & 0 & 0 & 0 & 1
\end{array}$$

Le CRC cherché est donc 0001.

Réponse à l'exercice 82

Première méthode

Le polynôme générateur G est de degré 5 donc on ajoute 5 bits, qu'on fixe initialement à 0, pour obtenir

$$1000110100000$$

On le traduit en polynôme, ce qui donne

$$X^{12} + X^8 + X^7 + X^5$$

On effectue ensuite la division du polynôme $X^{12} + X^8 + X^7 + X^5$ par $X^5 + X^4 + X^2 + 1$:

$$
\begin{array}{cccccccccc|l}
X^{12} & & & & +X^8 & +X^7 & & +X^5 & & & X^5 + X^4 + X^2 + 1 \\
\cline{11-11}
X^{12} & +X^{11} & & +X^9 & & +X^7 & & & & & X^7 + X^6 + X^5 + X^2 \\
\cline{1-6}
 & X^{11} & & +X^9 & +X^8 & & & +X^5 & & & \\
 & X^{11} & +X^{10} & & +X^8 & & +X^6 & & & & \\
\cline{2-7}
 & & X^{10} & +X^9 & & & +X^6 & +X^5 & & & \\
 & & X^{10} & +X^9 & & +X^7 & & +X^5 & & & \\
\cline{3-8}
 & & & & & X^7 & +X^6 & & & & \\
 & & & & & X^7 & +X^6 & & +X^4 & +X^2 & \\
\cline{6-10}
 & & & & & & & & X^4 & +X^2 &
\end{array}
$$

Le résultat est le polynôme $X^4 + X^2$, qui se convertit en la suite de bits 10100. Le CRC cherché est donc 10100.

Deuxième méthode

Le polynôme générateur G est de degré 5 donc on ajoute 5 bits, qu'on fixe initialement à 0, pour obtenir

$$1000110100000$$

On convertit le polynôme générateur $X^5 + X^4 + X^2 + 1$ en une suite de bits, ce qui donne 110101. On soustrait (xor) cette suite de bits de la suite de bits initiale de façon à supprimer tous les 1, sauf ceux dans les 5 dernières positions :

$$
\begin{array}{ccccccccccccc}
1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & & & & & & & \\
\hline
0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & & & & & & \\
\cline{2-13}
 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 & & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & & & & & \\
\cline{3-13}
 & & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 & & & & & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & & \\
\cline{6-13}
 & & & & & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0
\end{array}
$$

Le CRC cherché est donc 10100.

Réponse à l'exercice 83

Première méthode

Le polynôme générateur G est de degré 4 donc on ajoute 4 bits, qu'on fixe initialement à 0, pour obtenir

011011100000

On le traduit en polynôme, ce qui donne

$$X^{10} + X^9 + X^7 + X^6 + X^5$$

On effectue ensuite la division du polynôme $X^{10} + X^9 + X^7 + X^6 + X^5$ par $X^4 + X + 1$:

$$\begin{array}{lllllll|l}
X^{10} & +X^9 & +X^7 & +X^6 & +X^5 & & & X^4 + X + 1 \\ \cline{8-8}
X^{10} & & +X^7 & +X^6 & & & & X^6 + X^5 + X^2 \\ \cline{1-4}
 & X^9 & & & +X^5 & & & \\
 & X^9 & & +X^6 & +X^5 & & & \\ \cline{2-5}
 & & & X^6 & & & & \\
 & & & X^6 & & +X^3 & +X^2 & \\ \cline{4-7}
 & & & & & X^3 & +X^2 & \\
\end{array}$$

Le résultat est le polynôme $X^3 + X^2$, qui se convertit en la suite de bits 1100. Le CRC cherché est donc 1100.

Deuxième méthode

Le polynôme générateur G est de degré 4 donc on ajoute 4 bits, qu'on fixe initialement à 0, pour obtenir

011011100000

On convertit le polynôme générateur $X^4 + X + 1$ en une suite de bits, ce qui donne 10011. On soustrait (xor) cette suite de bits de la suite de bits initiale de façon à supprimer tous les 1, sauf ceux dans les 4 dernières positions :

$$\begin{array}{cccccccccccc}
0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & & & & & & \\ \cline{2-12}
 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 & & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & & & & & \\ \cline{3-12}
 & & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 & & & & & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & & \\ \cline{6-12}
 & & & & & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \\
\end{array}$$

Le CRC cherché est donc 1100.

Réponse à l’exercice 84

Première méthode

Le polynôme générateur G est de degré 5 donc on ajoute 5 bits, qu’on fixe initialement à 0, pour obtenir

1011001100000

On le traduit en polynôme, ce qui donne

$$X^{12} + X^{10} + X^9 + X^6 + X^5$$

On effectue ensuite la division du polynôme $X^{12} + X^{10} + X^9 + X^6 + X^5$ par $X^5 + X^4 + X^2 + 1$:

$$
\begin{array}{cccccccccc|l}
X^{12} & & +X^{10} & +X^{9} & & & +X^{6} & +X^{5} & & & X^5+X^4+X^2+1 \\ \cline{11-11}
X^{12} & +X^{11} & & +X^{9} & & +X^{7} & & & & & X^7+X^6+X^3 \\ \cline{1-6}
 & X^{11} & +X^{10} & & & +X^{7} & +X^{6} & +X^{5} & & & \\
 & X^{11} & +X^{10} & & +X^{8} & & +X^{6} & & & & \\ \cline{2-7}
 & & & & X^{8} & +X^{7} & & +X^{5} & & & \\
 & & & & X^{8} & +X^{7} & & +X^{5} & & +X^{3} & \\ \cline{5-10}
 & & & & & & & & & X^{3} &
\end{array}
$$

Le résultat est le polynôme X^3, qui se convertit en la suite de bits 01000. Le CRC cherché est donc 01000.

Deuxième méthode

Le polynôme générateur G est de degré 5 donc on ajoute 5 bits, qu’on fixe initialement à 0, pour obtenir

1011001100000

On convertit le polynôme générateur $X^5 + X^4 + X^2 + 1$ en une suite de bits, ce qui donne 110101. On soustrait (xor) cette suite de bits de la suite de bits initiale de façon à supprimer tous les 1, sauf ceux dans les 5 dernières positions :

$$
\begin{array}{ccccccccccccc}
1&0&1&1&0&0&1&1&0&0&0&0&0 \\
1&1&0&1&0&1& & & & & & & \\ \hline
0&1&1&0&0&1&1&1&0&0&0&0&0 \\
 &1&1&0&1&0&1& & & & & & \\ \cline{2-13}
 &0&0&0&1&1&0&1&0&0&0&0&0 \\
 & & & &1&1&0&1&0&1& & & \\ \cline{5-13}
 & & & &0&0&0&0&0&1&0&0&0
\end{array}
$$

Le CRC cherché est donc 01000.

Réponse à l'exercice 85

Première méthode

Le polynôme générateur G est de degré 5 donc on ajoute 5 bits, qu'on fixe initialement à 0, pour obtenir

1101101000000

On le traduit en polynôme, ce qui donne

$$X^{12} + X^{11} + X^9 + X^8 + X^6$$

On effectue ensuite la division du polynôme $X^{12} + X^{11} + X^9 + X^8 + X^6$ par $X^5 + X + 1$:

$$
\begin{array}{cccccccccc|l}
X^{12} & +X^{11} & +X^9 & +X^8 & & +X^6 & & & & & X^5 + X + 1 \\
X^{12} & & & +X^8 & +X^7 & & & & & & \overline{X^7 + X^6 + X^4 + 1} \\
\hline
 & X^{11} & +X^9 & & +X^7 & +X^6 & & & & & \\
 & X^{11} & & & +X^7 & +X^6 & & & & & \\
\hline
 & & X^9 & & & & & & & & \\
 & & X^9 & & & & +X^5 & +X^4 & & & \\
\hline
 & & & & & & X^5 & +X^4 & & & \\
 & & & & & & X^5 & & +X & +1 & \\
\hline
 & & & & & & & X^4 & +X & +1 &
\end{array}
$$

Le résultat est le polynôme $X^4 + X + 1$, qui se convertit en la suite de bits 10011. Le CRC cherché est donc 10011.

Deuxième méthode

Le polynôme générateur G est de degré 5 donc on ajoute 5 bits, qu'on fixe initialement à 0, pour obtenir

1101101000000

On convertit le polynôme générateur $X^5 + X + 1$ en une suite de bits, ce qui donne 100011. On soustrait (xor) cette suite de bits de la suite de bits initiale de façon à supprimer tous les 1, sauf ceux dans les 5 dernières positions :

$$
\begin{array}{ccccccccccccc}
1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & & & & & & & \\
\hline
0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & & & & & & \\
\hline
 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 & & & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & & & & \\
\hline
 & & & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 & & & & & & & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \\
\hline
 & & & & & & & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1
\end{array}
$$

Le CRC cherché est donc 10011.

Réponse à l'exercice 86

Première méthode

Le polynôme générateur G est de degré 5 donc on ajoute 5 bits, qu'on fixe initialement à 0, pour obtenir

$$1010101000000$$

On le traduit en polynôme, ce qui donne

$$X^{12} + X^{10} + X^8 + X^6$$

On effectue ensuite la division du polynôme $X^{12} + X^{10} + X^8 + X^6$ par $X^5 + X^4 + X^2 + 1$:

$$
\begin{array}{cccccccccccc|l}
X^{12} & & +X^{10} & & +X^8 & & +X^6 & & & & & & X^5+X^4+X^2+1 \\
\cline{13-13}
X^{12} & +X^{11} & & +X^9 & & +X^7 & & & & & & & X^7+X^6+X^4+X^3+X \\
\hline
 & X^{11} & +X^{10} & +X^9 & +X^8 & +X^7 & +X^6 & & & & & & \\
 & X^{11} & +X^{10} & & +X^8 & & +X^6 & & & & & & \\
\hline
 & & & X^9 & & +X^7 & & & & & & & \\
 & & & X^9 & +X^8 & & +X^6 & & +X^4 & & & & \\
\hline
 & & & & X^8 & +X^7 & +X^6 & & +X^4 & & & & \\
 & & & & X^8 & +X^7 & & +X^5 & & +X^3 & & & \\
\hline
 & & & & & & X^6 & +X^5 & +X^4 & +X^3 & & & \\
 & & & & & & X^6 & +X^5 & & +X^3 & & +X & \\
\hline
 & & & & & & & & X^4 & & & +X &
\end{array}
$$

Le résultat est le polynôme $X^4 + X$, qui se convertit en la suite de bits 10010. Le CRC cherché est donc 10010.

Deuxième méthode

Le polynôme générateur G est de degré 5 donc on ajoute 5 bits, qu'on fixe initialement à 0, pour obtenir

$$1010101000000$$

On convertit le polynôme générateur $X^5 + X^4 + X^2 + 1$ en une suite de bits, ce qui donne 110101. On soustrait (xor) cette suite de bits de la suite de bits initiale de façon à supprimer tous les 1, sauf ceux dans les 5 dernières positions :

$$
\begin{array}{ccccccccccccc}
1&0&1&0&1&0&1&0&0&0&0&0&0\\
1&1&0&1&0&1& & & & & & & \\
\hline
0&1&1&1&1&1&1&0&0&0&0&0&0\\
 &1&1&0&1&0&1& & & & & & \\
\hline
 &0&0&1&0&1&0&0&0&0&0&0&0\\
 & & &1&1&0&1&0&1& & & & \\
\hline
 & & &0&1&1&1&0&1&0&0&0&0\\
 & & & &1&1&0&1&0&1& & & \\
\hline
 & & & &0&0&1&1&1&1&0&0&0\\
 & & & & & &1&1&0&1&0&1& \\
\hline
 & & & & & &0&0&1&0&0&1&0
\end{array}
$$

Le CRC cherché est donc 10010.

Réponse à l'exercice 87

Première méthode

Le polynôme générateur G est de degré 5 donc on ajoute 5 bits, qu'on fixe initialement à 0, pour obtenir

$$1100101000000$$

On le traduit en polynôme, ce qui donne

$$X^{12} + X^{11} + X^8 + X^6$$

On effectue ensuite la division du polynôme $X^{12} + X^{11} + X^8 + X^6$ par $X^5 + X + 1$:

$$\begin{array}{llllll|l}
X^{12} & +X^{11} & & +X^8 & & +X^6 & X^5 + X + 1 \\
X^{12} & & & +X^8 & +X^7 & & \overline{X^7 + X^6} \\
\hline
 & X^{11} & & & +X^7 & +X^6 & \\
 & X^{11} & & & +X^7 & +X^6 & \\
\hline
\end{array}$$

Le résultat est le polynôme 0, qui se convertit en la suite de bits 00000. Le CRC cherché est donc 00000.

Deuxième méthode

Le polynôme générateur G est de degré 5 donc on ajoute 5 bits, qu'on fixe initialement à 0, pour obtenir

$$1100101000000$$

On convertit le polynôme générateur $X^5 + X + 1$ en une suite de bits, ce qui donne 100011. On soustrait (xor) cette suite de bits de la suite de bits initiale de façon à supprimer tous les 1, sauf ceux dans les 5 dernières positions :

$$\begin{array}{ccccccccccccc}
1&1&0&0&1&0&1&0&0&0&0&0&0\\
1&0&0&0&1&1&&&&&&&\\
\hline
0&1&0&0&0&1&1&0&0&0&0&0&0\\
&1&0&0&0&1&1&&&&&&\\
\hline
&0&0&0&0&0&0&0&0&0&0&0&0
\end{array}$$

Le CRC cherché est donc 00000.

Réponse à l'exercice 88

Première méthode

Le polynôme générateur G est de degré 6 donc on ajoute 6 bits, qu'on fixe initialement à 0, pour obtenir

$$01101001000000$$

On le traduit en polynôme, ce qui donne

$$X^{12}+X^{11}+X^9+X^6$$

On effectue ensuite la division du polynôme $X^{12}+X^{11}+X^9+X^6$ par $X^6+X^4+X^3+1$:

$$\begin{array}{ccccccccccc|l}
X^{12} & +X^{11} & & +X^9 & & & +X^6 & & & & & X^6+X^4+X^3+1 \\ \cline{12-12}
X^{12} & & +X^{10} & +X^9 & & & +X^6 & & & & & X^6+X^5+X^4+X^3+1 \\ \cline{1-7}
 & X^{11} & +X^{10} & & & & & & & & & \\
 & X^{11} & & +X^9 & +X^8 & & & +X^5 & & & & \\ \cline{2-8}
 & & X^{10} & +X^9 & +X^8 & & & +X^5 & & & & \\
 & & X^{10} & & +X^8 & +X^7 & & & +X^4 & & & \\ \cline{3-9}
 & & & X^9 & & +X^7 & & +X^5 & +X^4 & & & \\
 & & & X^9 & & +X^7 & +X^6 & & & +X^3 & & \\ \cline{4-10}
 & & & & & & X^6 & +X^5 & +X^4 & +X^3 & & \\
 & & & & & & X^6 & & +X^4 & +X^3 & +1 & \\ \cline{7-11}
 & & & & & & & X^5 & & & +1 &
\end{array}$$

Le résultat est le polynôme X^5+1, qui se convertit en la suite de bits 100001. Le CRC cherché est donc 100001.

Deuxième méthode

Le polynôme générateur G est de degré 6 donc on ajoute 6 bits, qu'on fixe initialement à 0, pour obtenir

$$01101001000000$$

On convertit le polynôme générateur $X^6+X^4+X^3+1$ en une suite de bits, ce qui donne 1011001. On soustrait (xor) cette suite de bits de la suite de bits initiale de façon à supprimer tous les 1, sauf ceux dans les 6 dernières positions :

$$\begin{array}{cccccccccccccc}
0&1&1&0&1&0&0&1&0&0&0&0&0&0 \\
 &1&0&1&1&0&0&1& & & & & & \\ \cline{2-14}
 &0&1&1&0&0&0&0&0&0&0&0&0&0 \\
 & &1&0&1&1&0&0&1& & & & & \\ \cline{3-14}
 & &0&1&1&1&0&0&1&0&0&0&0&0 \\
 & & &1&0&1&1&0&0&1& & & & \\ \cline{4-14}
 & & &0&1&0&1&0&1&1&0&0&0&0 \\
 & & & &1&0&1&1&0&0&1& & & \\ \cline{5-14}
 & & & &0&0&0&1&1&1&1&0&0&0 \\
 & & & & & & &1&0&1&1&0&0&1 \\ \cline{8-14}
 & & & & & & &0&1&0&0&0&0&1
\end{array}$$

Le CRC cherché est donc 100001.

Réponse à l'exercice 89

Première méthode

Le polynôme générateur G est de degré 5 donc on ajoute 5 bits, qu'on fixe initialement à 0, pour obtenir

$$0111010000000$$

On le traduit en polynôme, ce qui donne

$$X^{11} + X^{10} + X^9 + X^7$$

On effectue ensuite la division du polynôme $X^{11} + X^{10} + X^9 + X^7$ par $X^5 + X + 1$:

$$\begin{array}{lllllll|l}
X^{11} & +X^{10} & +X^9 & +X^7 & & & & X^5+X+1 \\ \cline{8-8}
X^{11} & & & +X^7 & +X^6 & & & X^6+X^5+X^4 \\ \cline{1-5}
 & X^{10} & +X^9 & & +X^6 & & & \\
 & X^{10} & & & +X^6 & +X^5 & & \\ \cline{2-6}
 & & X^9 & & & +X^5 & & \\
 & & X^9 & & & +X^5 & +X^4 & \\ \cline{3-7}
 & & & & & & X^4 &
\end{array}$$

Le résultat est le polynôme X^4, qui se convertit en la suite de bits 10000. Le CRC cherché est donc 10000.

Deuxième méthode

Le polynôme générateur G est de degré 5 donc on ajoute 5 bits, qu'on fixe initialement à 0, pour obtenir

$$0111010000000$$

On convertit le polynôme générateur $X^5 + X + 1$ en une suite de bits, ce qui donne 100011. On soustrait (xor) cette suite de bits de la suite de bits initiale de façon à supprimer tous les 1, sauf ceux dans les 5 dernières positions :

$$\begin{array}{ccccccccccccc}
0&1&1&1&0&1&0&0&0&0&0&0&0 \\
 &1&0&0&0&1&1& & & & & & \\ \cline{2-13}
 &0&1&1&0&0&1&0&0&0&0&0&0 \\
 & &1&0&0&0&1&1& & & & & \\ \cline{3-13}
 & &0&1&0&0&0&1&0&0&0&0&0 \\
 & & &1&0&0&0&1&1& & & & \\ \cline{4-13}
 & & &0&0&0&0&0&1&0&0&0&0
\end{array}$$

Le CRC cherché est donc 10000.

Réponse à l'exercice 90

Première méthode

Le polynôme générateur G est de degré 5 donc on ajoute 5 bits, qu'on fixe initialement à 0, pour obtenir

0100111000000

On le traduit en polynôme, ce qui donne

$$X^{11} + X^8 + X^7 + X^6$$

On effectue ensuite la division du polynôme $X^{11} + X^8 + X^7 + X^6$ par $X^5 + X^4 + X^2 + 1$:

$$
\begin{array}{llllllllll|l}
X^{11} & & & +X^8 & +X^7 & +X^6 & & & & & X^5 + X^4 + X^2 + 1 \\
X^{11} & +X^{10} & & +X^8 & & +X^6 & & & & & \\ \cline{1-6} \cline{11-11}
 & X^{10} & & & +X^7 & & & & & & X^6 + X^5 + X^4 + X^3 + X^2 \\
 & X^{10} & +X^9 & & +X^7 & & +X^5 & & & & \\ \cline{2-7}
 & & X^9 & & & & +X^5 & & & & \\
 & & X^9 & +X^8 & & +X^6 & & +X^4 & & & \\ \cline{3-8}
 & & & X^8 & & +X^6 & +X^5 & +X^4 & & & \\
 & & & X^8 & +X^7 & & +X^5 & & +X^3 & & \\ \cline{4-9}
 & & & & X^7 & +X^6 & & +X^4 & +X^3 & & \\
 & & & & X^7 & +X^6 & & +X^4 & & +X^2 & \\ \cline{5-10}
 & & & & & & & & X^3 & +X^2 &
\end{array}
$$

Le résultat est le polynôme $X^3 + X^2$, qui se convertit en la suite de bits 01100. Le CRC cherché est donc 01100.

Deuxième méthode

Le polynôme générateur G est de degré 5 donc on ajoute 5 bits, qu'on fixe initialement à 0, pour obtenir

0100111000000

On convertit le polynôme générateur $X^5 + X^4 + X^2 + 1$ en une suite de bits, ce qui donne 110101. On soustrait (xor) cette suite de bits de la suite de bits initiale de façon à supprimer tous les 1, sauf ceux dans les 5 dernières positions :

$$
\begin{array}{ccccccccccccc}
0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & & & & & & \\ \cline{2-13}
 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 & & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & & & & & \\ \cline{3-13}
 & & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 & & & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & & & & \\ \cline{4-13}
 & & & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 & & & & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & & & \\ \cline{5-13}
 & & & & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\
 & & & & & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & & \\ \cline{6-13}
 & & & & & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0
\end{array}
$$

Le CRC cherché est donc 01100.

Réponse à l'exercice 91

Première méthode

Le polynôme générateur G est de degré 5 donc on ajoute 5 bits, qu'on fixe initialement à 0, pour obtenir

1101100100000

On le traduit en polynôme, ce qui donne

$$X^{12} + X^{11} + X^9 + X^8 + X^5$$

On effectue ensuite la division du polynôme $X^{12} + X^{11} + X^9 + X^8 + X^5$ par $X^5 + X + 1$:

$$\begin{array}{llllllllllll|l}
X^{12} & +X^{11} & & +X^9 & +X^8 & & & +X^5 & & & & & X^5 + X + 1 \\
\cline{13-13}
X^{12} & & & & +X^8 & +X^7 & & & & & & & X^7 + X^6 + X^4 + X \\
\cline{1-6}
 & X^{11} & & +X^9 & & +X^7 & & +X^5 & & & & & \\
 & X^{11} & & & & +X^7 & +X^6 & & & & & & \\
\cline{2-7}
 & & & X^9 & & & +X^6 & +X^5 & & & & & \\
 & & & X^9 & & & & +X^5 & +X^4 & & & & \\
\cline{4-9}
 & & & & & & X^6 & & +X^4 & & & & \\
 & & & & & & X^6 & & & & +X^2 & +X & \\
\cline{7-12}
 & & & & & & & & X^4 & & +X^2 & +X &
\end{array}$$

Le résultat est le polynôme $X^4 + X^2 + X$, qui se convertit en la suite de bits 10110. Le CRC cherché est donc 10110.

Deuxième méthode

Le polynôme générateur G est de degré 5 donc on ajoute 5 bits, qu'on fixe initialement à 0, pour obtenir

1101100100000

On convertit le polynôme générateur $X^5 + X + 1$ en une suite de bits, ce qui donne 100011. On soustrait (xor) cette suite de bits de la suite de bits initiale de façon à supprimer tous les 1, sauf ceux dans les 5 dernières positions :

$$\begin{array}{r}
1\ 1\ 0\ 1\ 1\ 0\ 0\ 1\ 0\ 0\ 0\ 0\ 0 \\
1\ 0\ 0\ 0\ 1\ 1\ \\
\hline
0\ 1\ 0\ 1\ 0\ 1\ 0\ 1\ 0\ 0\ 0\ 0\ 0 \\
1\ 0\ 0\ 0\ 1\ 1\ \\
\hline
0\ 0\ 1\ 0\ 0\ 1\ 1\ 0\ 0\ 0\ 0\ 0 \\
1\ 0\ 0\ 0\ 1\ 1\ \\
\hline
0\ 0\ 0\ 1\ 0\ 1\ 0\ 0\ 0\ 0 \\
1\ 0\ 0\ 0\ 1\ 1\ \\
\hline
0\ 0\ 1\ 0\ 1\ 1\ 0
\end{array}$$

Le CRC cherché est donc 10110.

Réponse à l'exercice 92

Première méthode

Le polynôme générateur G est de degré 5 donc on ajoute 5 bits, qu'on fixe initialement à 0, pour obtenir

$$1100111000000$$

On le traduit en polynôme, ce qui donne

$$X^{12} + X^{11} + X^8 + X^7 + X^6$$

On effectue ensuite la division du polynôme $X^{12} + X^{11} + X^8 + X^7 + X^6$ par $X^5 + X + 1$:

$$\begin{array}{ccccccc|l}
X^{12} & +X^{11} & +X^8 & +X^7 & +X^6 & & & X^5 + X + 1 \\ \cline{8-8}
X^{12} & & +X^8 & +X^7 & & & & X^7 + X^6 + X^2 \\ \cline{1-5}
 & X^{11} & & & +X^6 & & & \\
 & X^{11} & & +X^7 & +X^6 & & & \\ \cline{2-5}
 & & & X^7 & & & & \\
 & & & X^7 & & +X^3 & +X^2 & \\ \cline{4-7}
 & & & & & X^3 & +X^2 &
\end{array}$$

Le résultat est le polynôme $X^3 + X^2$, qui se convertit en la suite de bits 01100. Le CRC cherché est donc 01100.

Deuxième méthode

Le polynôme générateur G est de degré 5 donc on ajoute 5 bits, qu'on fixe initialement à 0, pour obtenir

$$1100111000000$$

On convertit le polynôme générateur $X^5 + X + 1$ en une suite de bits, ce qui donne 100011. On soustrait (xor) cette suite de bits de la suite de bits initiale de façon à supprimer tous les 1, sauf ceux dans les 5 dernières positions :

$$\begin{array}{ccccccccccccc}
1&1&0&0&1&1&1&0&0&0&0&0&0 \\
1&0&0&0&1&1& & & & & & & \\ \hline
0&1&0&0&0&0&1&0&0&0&0&0&0 \\
 &1&0&0&0&1&1& & & & & & \\ \cline{2-13}
 &0&0&0&0&1&0&0&0&0&0&0&0 \\
 & & & & &1&0&0&0&1&1& & \\ \cline{6-13}
 & & & & &0&0&0&0&1&1&0&0
\end{array}$$

Le CRC cherché est donc 01100.

Réponse à l'exercice 93

Première méthode

Le polynôme générateur G est de degré 5 donc on ajoute 5 bits, qu'on fixe initialement à 0, pour obtenir

0100011100000

On le traduit en polynôme, ce qui donne

$$X^{11} + X^7 + X^6 + X^5$$

On effectue ensuite la division du polynôme $X^{11} + X^7 + X^6 + X^5$ par $X^5 + X^4 + X^2 + 1$:

$$\begin{array}{cccccccccccc|l}
X^{11} & & & & +X^7 & +X^6 & +X^5 & & & & & & X^5 + X^4 + X^2 + 1 \\ \cline{13-13}
X^{11} & +X^{10} & & +X^8 & & +X^6 & & & & & & & X^6 + X^5 + X^4 + X + 1 \\ \cline{1-6}
 & X^{10} & & +X^8 & +X^7 & & +X^5 & & & & & & \\
 & X^{10} & +X^9 & & +X^7 & & +X^5 & & & & & & \\ \cline{2-7}
 & & X^9 & +X^8 & & & & & & & & & \\
 & & X^9 & +X^8 & & +X^6 & & +X^4 & & & & & \\ \cline{3-8}
 & & & & & X^6 & & +X^4 & & & & & \\
 & & & & & X^6 & +X^5 & & +X^3 & & +X & & \\ \cline{6-11}
 & & & & & & X^5 & +X^4 & +X^3 & & +X & & \\
 & & & & & & X^5 & +X^4 & & +X^2 & & +1 & \\ \cline{7-12}
 & & & & & & & & X^3 & +X^2 & +X & +1 &
\end{array}$$

Le résultat est le polynôme $X^3 + X^2 + X + 1$, qui se convertit en la suite de bits 01111. Le CRC cherché est donc 01111.

Deuxième méthode

Le polynôme générateur G est de degré 5 donc on ajoute 5 bits, qu'on fixe initialement à 0, pour obtenir

0100011100000

On convertit le polynôme générateur $X^5 + X^4 + X^2 + 1$ en une suite de bits, ce qui donne 110101. On soustrait (xor) cette suite de bits de la suite de bits initiale de façon à supprimer tous les 1, sauf ceux dans les 5 dernières positions :

$$\begin{array}{ccccccccccccc}
0&1&0&0&0&1&1&1&0&0&0&0&0 \\
 &1&1&0&1&0&1& & & & & & \\ \cline{2-13}
 &0&1&0&1&1&0&1&0&0&0&0&0 \\
 & &1&1&0&1&0&1& & & & & \\ \cline{3-13}
 & &0&1&1&0&0&0&0&0&0&0&0 \\
 & & &1&1&0&1&0&1& & & & \\ \cline{4-13}
 & & &0&0&0&1&0&1&0&0&0&0 \\
 & & & & & &1&1&0&1&0&1& \\ \cline{7-13}
 & & & & & &0&1&1&1&0&1&0 \\
 & & & & & & &1&1&0&1&0&1 \\ \cline{8-13}
 & & & & & & &0&0&1&1&1&1
\end{array}$$

Le CRC cherché est donc 01111.

Réponse à l'exercice 94

Première méthode

Le polynôme générateur G est de degré 5 donc on ajoute 5 bits, qu'on fixe initialement à 0, pour obtenir

$$0111001000000$$

On le traduit en polynôme, ce qui donne

$$X^{11} + X^{10} + X^9 + X^6$$

On effectue ensuite la division du polynôme $X^{11} + X^{10} + X^9 + X^6$ par $X^5 + X^4 + X^2 + 1$:

$$
\begin{array}{cccccccccccc|l}
X^{11} & +X^{10} & +X^9 & & & +X^6 & & & & & & & X^5 + X^4 + X^2 + 1 \\
\cline{13-13}
X^{11} & +X^{10} & & +X^8 & & +X^6 & & & & & & & X^6 + X^4 + X + 1 \\
\cline{1-6}
 & & X^9 & +X^8 & & & & & & & & & \\
 & & X^9 & +X^8 & & +X^6 & & +X^4 & & & & & \\
\cline{3-8}
 & & & & & X^6 & & +X^4 & & & & & \\
 & & & & & X^6 & +X^5 & & +X^3 & & +X & & \\
\cline{6-11}
 & & & & & & X^5 & +X^4 & +X^3 & & +X & & \\
 & & & & & & X^5 & +X^4 & & +X^2 & & +1 & \\
\cline{7-12}
 & & & & & & & & X^3 & +X^2 & +X & +1 &
\end{array}
$$

Le résultat est le polynôme $X^3 + X^2 + X + 1$, qui se convertit en la suite de bits 01111. Le CRC cherché est donc 01111.

Deuxième méthode

Le polynôme générateur G est de degré 5 donc on ajoute 5 bits, qu'on fixe initialement à 0, pour obtenir

$$0111001000000$$

On convertit le polynôme générateur $X^5 + X^4 + X^2 + 1$ en une suite de bits, ce qui donne 110101. On soustrait (xor) cette suite de bits de la suite de bits initiale de façon à supprimer tous les 1, sauf ceux dans les 5 dernières positions :

$$
\begin{array}{ccccccccccccc}
0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & & & & & & \\
\cline{2-13}
 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 & & & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & & & & \\
\cline{4-13}
 & & & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 & & & & & & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & \\
\cline{7-13}
 & & & & & & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 \\
 & & & & & & & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 \\
\cline{8-13}
 & & & & & & & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1
\end{array}
$$

Le CRC cherché est donc 01111.

Réponse à l'exercice 95

Première méthode

Le polynôme générateur G est de degré 6 donc on ajoute 6 bits, qu'on fixe initialement à 0, pour obtenir

$$01110100000000$$

On le traduit en polynôme, ce qui donne

$$X^{12} + X^{11} + X^{10} + X^8$$

On effectue ensuite la division du polynôme $X^{12} + X^{11} + X^{10} + X^8$ par $X^6 + X^4 + X^3 + 1$:

$$\begin{array}{cccccccccc|l}
X^{12} & +X^{11} & +X^{10} & & +X^8 & & & & & & X^6+X^4+X^3+1 \\ \cline{11-11}
X^{12} & & +X^{10} & +X^9 & & +X^6 & & & & & X^6+X^5+1 \\ \cline{1-6}
 & X^{11} & & +X^9 & +X^8 & +X^6 & & & & & \\
 & X^{11} & & +X^9 & +X^8 & & +X^5 & & & & \\ \cline{2-7}
 & & & & & X^6 & +X^5 & & & & \\
 & & & & & X^6 & & +X^4 & +X^3 & +1 & \\ \cline{6-10}
 & & & & & & X^5 & +X^4 & +X^3 & +1 &
\end{array}$$

Le résultat est le polynôme $X^5 + X^4 + X^3 + 1$, qui se convertit en la suite de bits 111001. Le CRC cherché est donc 111001.

Deuxième méthode

Le polynôme générateur G est de degré 6 donc on ajoute 6 bits, qu'on fixe initialement à 0, pour obtenir

$$01110100000000$$

On convertit le polynôme générateur $X^6 + X^4 + X^3 + 1$ en une suite de bits, ce qui donne 1011001. On soustrait (xor) cette suite de bits de la suite de bits initiale de façon à supprimer tous les 1, sauf ceux dans les 6 dernières positions :

$$\begin{array}{cccccccccccccc}
0&1&1&1&0&1&0&0&0&0&0&0&0&0 \\
 &1&0&1&1&0&0&1& & & & & & \\ \cline{2-14}
 &0&1&0&1&1&0&1&0&0&0&0&0&0 \\
 & &1&0&1&1&0&0&1& & & & & \\ \cline{3-14}
 & &0&0&0&0&0&1&1&0&0&0&0&0 \\
 & & & & & & &1&0&1&1&0&0&1 \\ \cline{8-14}
 & & & & & & &0&1&1&1&0&0&1
\end{array}$$

Le CRC cherché est donc 111001.

Réponse à l'exercice 96

Première méthode

Le polynôme générateur G est de degré 4 donc on ajoute 4 bits, qu'on fixe initialement à 0, pour obtenir

111110010000

On le traduit en polynôme, ce qui donne

$$X^{11} + X^{10} + X^9 + X^8 + X^7 + X^4$$

On effectue ensuite la division du polynôme $X^{11} + X^{10} + X^9 + X^8 + X^7 + X^4$ par $X^4 + X + 1$:

$$\begin{array}{ccccccccccc|l}
X^{11} & +X^{10} & +X^9 & +X^8 & +X^7 & & & +X^4 & & & & X^4+X+1 \\ \cline{12-12}
X^{11} & & & +X^8 & +X^7 & & & & & & & X^7+X^6+X^5+X^3+X \\ \cline{1-5}
& X^{10} & +X^9 & & & & & +X^4 & & & & \\
& X^{10} & & & +X^7 & +X^6 & & & & & & \\ \cline{2-6}
& & X^9 & & +X^7 & +X^6 & & +X^4 & & & & \\
& & X^9 & & & +X^6 & +X^5 & & & & & \\ \cline{3-7}
& & & & X^7 & & +X^5 & +X^4 & & & & \\
& & & & X^7 & & & +X^4 & +X^3 & & & \\ \cline{5-9}
& & & & & & X^5 & & +X^3 & & & \\
& & & & & & X^5 & & & +X^2 & +X & \\ \cline{7-11}
& & & & & & & & X^3 & +X^2 & +X &
\end{array}$$

Le résultat est le polynôme $X^3 + X^2 + X$, qui se convertit en la suite de bits 1110. Le CRC cherché est donc 1110.

Deuxième méthode

Le polynôme générateur G est de degré 4 donc on ajoute 4 bits, qu'on fixe initialement à 0, pour obtenir

111110010000

On convertit le polynôme générateur $X^4 + X + 1$ en une suite de bits, ce qui donne 10011. On soustrait (xor) cette suite de bits de la suite de bits initiale de façon à supprimer tous les 1, sauf ceux dans les 4 dernières positions :

$$\begin{array}{cccccccccccc}
1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
1 & 0 & 0 & 1 & 1 & & & & & & & \\ \hline
0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
& 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & & & & & & \\ \cline{2-12}
& 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
& & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & & & & & \\ \cline{3-12}
& & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
& & & & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & & & \\ \cline{5-12}
& & & & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\
& & & & & & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & \\ \cline{7-12}
& & & & & & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0
\end{array}$$

Le CRC cherché est donc 1110.

Réponse à l'exercice 97

Première méthode

Le polynôme générateur G est de degré 5 donc on ajoute 5 bits, qu'on fixe initialement à 0, pour obtenir

1001000100000

On le traduit en polynôme, ce qui donne

$$X^{12} + X^9 + X^5$$

On effectue ensuite la division du polynôme $X^{12} + X^9 + X^5$ par $X^5 + X^4 + X^2 + 1$:

$$
\begin{array}{ccccccccc|l}
X^{12} & & & +X^9 & & & & +X^5 & & X^5 + X^4 + X^2 + 1 \\ \cline{10-10}
X^{12} & +X^{11} & & +X^9 & & +X^7 & & & & X^7 + X^6 + X^5 + X^4 \\ \cline{1-6}
 & X^{11} & & & & +X^7 & & +X^5 & & \\
 & X^{11} & +X^{10} & & +X^8 & & +X^6 & & & \\ \cline{2-7}
 & & X^{10} & & +X^8 & +X^7 & +X^6 & +X^5 & & \\
 & & X^{10} & +X^9 & & +X^7 & & +X^5 & & \\ \cline{3-8}
 & & & X^9 & +X^8 & & +X^6 & & & \\
 & & & X^9 & +X^8 & & +X^6 & & +X^4 & \\ \cline{4-9}
 & & & & & & & & X^4 &
\end{array}
$$

Le résultat est le polynôme X^4, qui se convertit en la suite de bits 10000. Le CRC cherché est donc 10000.

Deuxième méthode

Le polynôme générateur G est de degré 5 donc on ajoute 5 bits, qu'on fixe initialement à 0, pour obtenir

1001000100000

On convertit le polynôme générateur $X^5 + X^4 + X^2 + 1$ en une suite de bits, ce qui donne 110101. On soustrait (xor) cette suite de bits de la suite de bits initiale de façon à supprimer tous les 1, sauf ceux dans les 5 dernières positions :

$$
\begin{array}{ccccccccccccc}
1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & & & & & & & \\ \hline
0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & & & & & & \\ \cline{2-13}
 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 & & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & & & & & \\ \cline{3-13}
 & & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 & & & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & & & & \\ \cline{4-13}
 & & & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0
\end{array}
$$

Le CRC cherché est donc 10000.

Réponse à l'exercice 98

Première méthode

Le polynôme générateur G est de degré 5 donc on ajoute 5 bits, qu'on fixe initialement à 0, pour obtenir

$$1100101000000$$

On le traduit en polynôme, ce qui donne

$$X^{12} + X^{11} + X^8 + X^6$$

On effectue ensuite la division du polynôme $X^{12} + X^{11} + X^8 + X^6$ par $X^5 + X^4 + X^2 + 1$:

$$
\begin{array}{cccccccccccc|l}
X^{12} & +X^{11} & & +X^8 & & +X^6 & & & & & & & X^5+X^4+X^2+1 \\ \cline{13-13}
X^{12} & +X^{11} & +X^9 & & +X^7 & & & & & & & & X^7+X^4+X^2+X+1 \\ \cline{1-6}
 & & X^9 & +X^8 & +X^7 & +X^6 & & & & & & & \\
 & & X^9 & +X^8 & & +X^6 & & +X^4 & & & & & \\ \cline{3-8}
 & & & & X^7 & & & +X^4 & & & & & \\
 & & & & X^7 & +X^6 & & +X^4 & & +X^2 & & & \\ \cline{5-10}
 & & & & & X^6 & & & & +X^2 & & & \\
 & & & & & X^6 & +X^5 & & +X^3 & & +X & & \\ \cline{6-11}
 & & & & & & X^5 & & +X^3 & +X^2 & +X & & \\
 & & & & & & X^5 & +X^4 & & +X^2 & & +1 & \\ \cline{7-12}
 & & & & & & & X^4 & +X^3 & & +X & +1 &
\end{array}
$$

Le résultat est le polynôme $X^4 + X^3 + X + 1$, qui se convertit en la suite de bits 11011. Le CRC cherché est donc 11011.

Deuxième méthode

Le polynôme générateur G est de degré 5 donc on ajoute 5 bits, qu'on fixe initialement à 0, pour obtenir

$$1100101000000$$

On convertit le polynôme générateur $X^5 + X^4 + X^2 + 1$ en une suite de bits, ce qui donne 110101. On soustrait (xor) cette suite de bits de la suite de bits initiale de façon à supprimer tous les 1, sauf ceux dans les 5 dernières positions :

$$
\begin{array}{r}
1\,1\,0\,0\,1\,0\,1\,0\,0\,0\,0\,0\,0 \\
1\,1\,0\,1\,0\,1 \\ \hline
0\,0\,0\,1\,1\,1\,1\,0\,0\,0\,0\,0\,0 \\
1\,1\,0\,1\,0\,1 \\ \hline
0\,0\,1\,0\,0\,1\,0\,0\,0\,0 \\
1\,1\,0\,1\,0\,1 \\ \hline
0\,1\,0\,0\,0\,1\,0\,0 \\
1\,1\,0\,1\,0\,1 \\ \hline
0\,1\,0\,1\,1\,1\,0 \\
1\,1\,0\,1\,0\,1 \\ \hline
0\,1\,1\,0\,1\,1
\end{array}
$$

Le CRC cherché est donc 11011.

Réponse à l'exercice 99

Première méthode

Le polynôme générateur G est de degré 5 donc on ajoute 5 bits, qu'on fixe initialement à 0, pour obtenir

1001100000000

On le traduit en polynôme, ce qui donne

$$X^{12} + X^9 + X^8$$

On effectue ensuite la division du polynôme $X^{12} + X^9 + X^8$ par $X^5 + X^4 + X^2 + 1$:

$$
\begin{array}{ccccccccccccc|l}
X^{12} & & & +X^9 & +X^8 & & & & & & & & & X^5+X^4+X^2+1 \\ \cline{14-14}
X^{12} & +X^{11} & & +X^9 & & +X^7 & & & & & & & & X^7+X^6+X^5+X^4+X^3+X^2+X+1 \\ \cline{1-6}
 & X^{11} & & & +X^8 & +X^7 & & & & & & & & \\
 & X^{11} & +X^{10} & & +X^8 & & +X^6 & & & & & & & \\ \cline{2-7}
 & & X^{10} & & & +X^7 & +X^6 & & & & & & & \\
 & & X^{10} & +X^9 & & +X^7 & & +X^5 & & & & & & \\ \cline{3-8}
 & & & X^9 & & & +X^6 & +X^5 & & & & & & \\
 & & & X^9 & +X^8 & & +X^6 & & +X^4 & & & & & \\ \cline{4-9}
 & & & & X^8 & & & +X^5 & +X^4 & & & & & \\
 & & & & X^8 & +X^7 & & +X^5 & & +X^3 & & & & \\ \cline{5-10}
 & & & & & X^7 & & & +X^4 & +X^3 & & & & \\
 & & & & & X^7 & +X^6 & & +X^4 & & +X^2 & & & \\ \cline{6-11}
 & & & & & & X^6 & & & +X^3 & +X^2 & & & \\
 & & & & & & X^6 & +X^5 & & +X^3 & & +X & & \\ \cline{7-12}
 & & & & & & & X^5 & & & +X^2 & +X & & \\
 & & & & & & & X^5 & +X^4 & & +X^2 & & +1 & \\ \cline{8-13}
 & & & & & & & & X^4 & & & +X & +1 &
\end{array}
$$

Le résultat est le polynôme $X^4 + X + 1$, qui se convertit en la suite de bits 10011. Le CRC cherché est donc 10011.

Deuxième méthode

Le polynôme générateur G est de degré 5 donc on ajoute 5 bits, qu'on fixe initialement à 0, pour obtenir

1001100000000

On convertit le polynôme générateur $X^5 + X^4 + X^2 + 1$ en une suite de bits, ce qui donne 110101. On soustrait (xor) cette suite de bits de la suite de bits initiale de façon à supprimer tous les 1, sauf ceux dans les 5 dernières positions :

$$
\begin{array}{ccccccccccccc}
1&0&0&1&1&0&0&0&0&0&0&0&0 \\
1&1&0&1&0&1& & & & & & & \\ \hline
0&1&0&0&1&1&0&0&0&0&0&0&0 \\
 &1&1&0&1&0&1& & & & & & \\ \cline{2-13}
 &0&1&0&0&1&1&0&0&0&0&0&0 \\
 & &1&1&0&1&0&1& & & & & \\ \cline{3-13}
 & &0&1&0&0&1&1&0&0&0&0&0 \\
 & & &1&1&0&1&0&1& & & & \\ \cline{4-13}
 & & &0&1&0&0&1&1&0&0&0&0 \\
 & & & &1&1&0&1&0&1& & & \\ \cline{5-13}
 & & & &0&1&0&0&1&1&0&0&0 \\
 & & & & &1&1&0&1&0&1& & \\ \cline{6-13}
 & & & & &0&1&0&0&1&1&0&0 \\
 & & & & & &1&1&0&1&0&1& \\ \cline{7-13}
 & & & & & &0&1&0&0&1&1&0 \\
 & & & & & & &1&1&0&1&0&1 \\ \cline{8-13}
 & & & & & & &0&1&0&0&1&1
\end{array}
$$

Le CRC cherché est donc 10011.

Réponse à l'exercice 100

Première méthode

Le polynôme générateur G est de degré 5 donc on ajoute 5 bits, qu'on fixe initialement à 0, pour obtenir

0001011100000

On le traduit en polynôme, ce qui donne

$$X^9 + X^7 + X^6 + X^5$$

On effectue ensuite la division du polynôme $X^9 + X^7 + X^6 + X^5$ par $X^5 + X + 1$:

$$\begin{array}{llllllll|l}
X^9 & +X^7 & +X^6 & +X^5 & & & & & X^5 + X + 1 \\
X^9 & & & +X^5 & +X^4 & & & & \hline X^4 + X^2 + X \\
\cline{1-5}
 & X^7 & +X^6 & & +X^4 & & & & \\
 & X^7 & & & & +X^3 & +X^2 & & \\
\cline{2-7}
 & & X^6 & & +X^4 & +X^3 & +X^2 & & \\
 & & X^6 & & & & +X^2 & +X & \\
\cline{3-8}
 & & & & X^4 & +X^3 & & +X &
\end{array}$$

Le résultat est le polynôme $X^4 + X^3 + X$, qui se convertit en la suite de bits 11010. Le CRC cherché est donc 11010.

Deuxième méthode

Le polynôme générateur G est de degré 5 donc on ajoute 5 bits, qu'on fixe initialement à 0, pour obtenir

0001011100000

On convertit le polynôme générateur $X^5 + X + 1$ en une suite de bits, ce qui donne 100011. On soustrait (xor) cette suite de bits de la suite de bits initiale de façon à supprimer tous les 1, sauf ceux dans les 5 dernières positions :

```
0 0 0 1 0 1 1 1 0 0 0 0 0
      1 0 0 0 1 1
      -----------------
      0 0 1 1 0 1 0 0 0 0
          1 0 0 0 1 1
          -------------
          0 1 0 1 1 1 0 0
            1 0 0 0 1 1
            -----------
            0 0 1 1 0 1 0
```

Le CRC cherché est donc 11010.