

Praktikumsbericht 13 – Kanalcodierung

Praktikum Teleinformatik 2



Ecole d'ingénieurs et d'architectes de Fribourg
Hochschule für Technik und Architektur Freiburg

I-1d & T-1d

M. Heinzer

Michael.heinzer@edu.hefr.ch

B. Leutwiler

Bernhard.leutwiler@edu.hefr.ch

Inhaltsverzeichnis

1. Einführung.....	2
2. Aufgaben	3
2.1 Polynomialer Kodierer / Dekodierer	3
2.2 Fehlererkennung: Manuelle Berechnung und praktische Überprüfung	4
2.3 Fehlerkorrektur: Manuelle Berechnung und praktische Überprüfung	7
3. Schlussfolgerung.....	8

1. Einführung

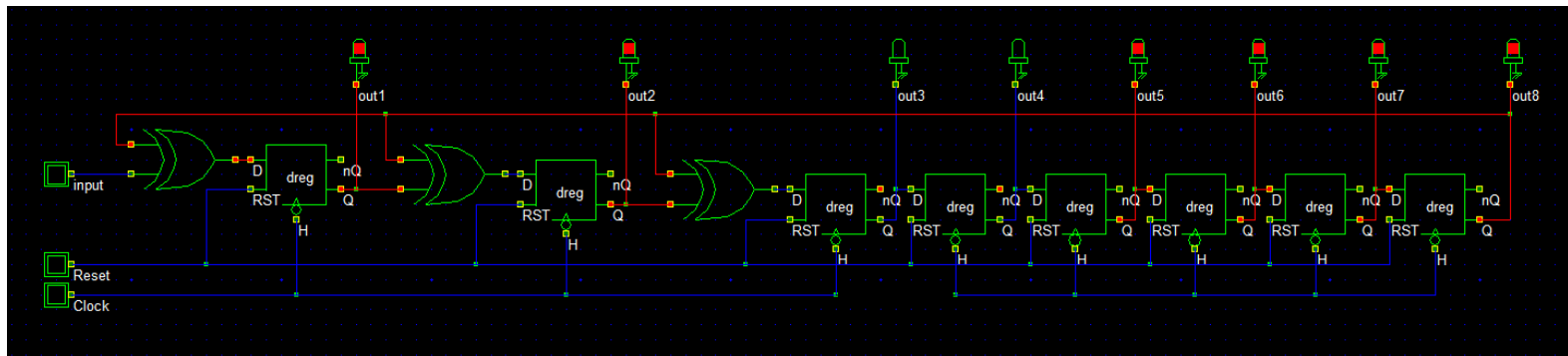
In diesem Labor stand die Anwendung und der praktische Bezug bei der CRC Berechnung im Vordergrund. Wir mussten eine Elektronische Schaltung mit logischen Bausteinen aufbauen, um unsere Berechnungen zu Überprüfen. Zusätzlich werden wir die CRCs mit zwei unterschiedlichen Verfahren per Hand ausrechnen.

2. Aufgaben

2.1 Polynomialer Kodierer / Dekodierer

P1: Entwickeln Sie den Logikplan („Logigramme“) für die obenstehende Schaltung (Schema A) mit Hilfe von Flip-Flops und XOR-Gatter und realisieren Sie diese.

Mithilfe der Programms DSCH haben wir ein Logigramm erstellt welches die geforderte Schaltung realisiert:



2.2 Fehlererkennung: Manuelle Berechnung und praktische Überprüfung

P2: Berechnen Sie von Hand die kodierte Meldung (Y) für die folgende Datenbitfolgen (M).

Kontrollieren Sie danach mit Ihrer Schaltung.

a) 00111100

	Meldung								Füllbits								
	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
			1	0	0	0	0	0	1	1	1						
				1	1	1	0	0	1	1	1	0					
				1	0	0	0	0	0	1	1	1					
					1	1	0	0	1	0	0	1	0				
					1	0	0	0	0	0	1	1	1				
						1	0	0	1	0	1	0	1	0			
							1	0	0	0	0	0	1	1	1		
								CRC =	1	0	1	1	0	1	0	0	
L=	0	0	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	0	1	0	0	

b) 00000000

	Meldung								Füllbits							
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
								CRC =	0	0	0	0	0	0	0	0
L=	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Da die Meldung nur aus Nullen besteht ist keine Aktion notwendig.

c) 10101010

	Meldung								Füllbits							
	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1	0	0	0	0	0	1	1	1							
			1	0	1	0	0	1	1	0	0					
				1	0	0	0	0	1	1	1					
					1	0	0	1	0	1	1	0	0			
						1	0	0	0	0	1	1	1			
								1	0	1	0	1	1	0	0	0
								1	0	0	0	0	0	1	1	1
								CRC =	0	1	0	1	1	1	1	1
L=	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1

d) 11111111

Meldung								Füllbits							
1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	1	1	1							
	1	1	1	1	1	0	0	1	0						
	1	0	0	0	0	0	1	1	1						
		1	1	1	1	0	1	0	1	0					
		1	0	0	0	0	0	1	1	1					
			1	1	1	0	1	1	0	1	0				
			1	0	0	0	0	0	1	1	1				
				1	1	0	1	1	1	0	1	0			
				1	0	0	0	0	0	1	1	1			
					1	0	1	1	1	1	0	1	0		
					1	0	0	0	0	0	1	1	1		
							1	1	1	1	1	0	1	0	0
							1	0	0	0	0	0	1	1	1
							CRC =	1	1	1	1	0	0	1	1
L=	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1

P3: Berechnen sie für P2(a) die Werte welche bei jedem Taktschritt in den Schieberegistern des Kodierers/Dekodierers erscheinen sollten. Kontrollieren Sie mit Hilfe Ihrer Schaltung.

Takt	Schieberegister								Input			
	7	6	5	4	3	2	1	0				
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
3	0	0	0	0	0	0	0	0	1			
4	0	0	0	0	0	0	1	1	1			
5	0	0	0	0	0	1	1	1	1			
6	0	0	0	0	1	1	1	1	1			
7	0	0	0	1	1	1	1	0	0			
8	0	0	1	1	1	1	0	0	0			
9	0	1	1	1	1	0	0	0	0			
10	1	1	1	1	0	0	0	0	0			
11	1	1	1	0	0	1	1	1	0			
12	1	1	0	0	1	0	0	1	0			
13	1	0	0	1	0	1	0	1	0			
14	0	0	1	0	1	1	0	1	0			
15	0	1	0	1	1	0	1	0	0			
16	1	0	1	1	0	1	0	0	0			
Registerfolge:												
	7	6	5	4	3	2	x	1	x	0	x	in

P4: Berechnen Sie die Fehlersyndrome für die folgende erhaltenen, kodierte Meldungen und verifizieren Sie mit Hilfe Ihrer Schaltung:

a)

Meldung								CRC							
1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1
1	0	0	0	0	0	1	1	1							
		1	0	1	0	0	1	1	1	0					
		1	0	0	0	0	0	1	1	1					
				1	0	0	1	0	0	1	1	1			
				1	0	0	0	0	0	1	1	1			
							1	0	0	0	0	0	1	1	1
							1	0	0	0	0	0	1	1	1
								0	0	0	0	0	0	0	0
Kein Fehler detektiert															

b)

Meldung								CRC							
1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1
1	0	0	0	0	0	1	1	1							
		1	1	1	0	1	0	0	0	1					
		1	0	0	0	0	1	1	1	1					
			1	1	0	1	0	1	1	0	1				
			1	0	0	0	0	1	1	1					
				1	0	1	0	1	0	1	0	1			
				1	0	0	0	0	1	1	1				
					1	0	1	0	0	1	0	0	0		
					1	0	0	0	0	0	1	1	1		
							1	0	0	1	1	1	1	1	1
							1	0	0	0	0	0	1	1	1
								0	0	0	1	1	1	0	0
Fehlersyndrom: 56															

Erhaltene, codierte Meldung	Syndrom
1010101001011111	00000000
1111011111110011	00111000

- ⇒ Kein Fehler
- ⇒ Fehler nr. 56

2.3 Fehlerkorrektur: Manuelle Berechnung und praktische Überprüfung

P5: Verifizieren Sie mit Hilfe des Dekodierers, dass zwei unterschiedliche, codierte Meldungen ($M1(x)$ und $M2(x)$) mit einem Einzelbitfehler an derselben Stelle (d.h. gleiches $E(x)$) das gleiche Fehlersyndrom $S(x)$ ergeben. Beschreiben Sie Ihren Versuch.

Wir haben zwei Meldungen erfunden und, denn CRC berechnet und anschliessend bei den beiden Meldungen an vierter Stelle einen Bitfehler eingefügt. Die Fehlersyndrome die wir gefunden haben waren dann identisch.

Originale Meldung	CRC	Meldung mit Bitfehler bei Bit 4	Syndrom
10101010	01011111	10111010	01110000
01010101	10101010	01000101	01110000

P6: Bestimmen Sie mit Hilfe des Kodierers/Dekodierers die Fehlersyndrome für die Einzelbitfehler auf den Positionen 1-8 der kodierten Meldung:

E(x)		Syndrom S(x)
Fehler in „x'M(x)“	Fehler in „R(x)“	
10000000	00000000	10001001
01000000	00000000	11000111
00100000	00000000	11100000
00010000	00000000	01110000
00001000	00000000	00111000
00000100	00000000	00011100
00000010	00000000	00001110
00000001	00000000	00000111
00000000	10000000	10000000
00000000	01000000	01000000
00000000	00100000	00100000
00000000	00010000	00010000
00000000	00001000	00001000
00000000	00000100	00000100
00000000	00000010	00000010
00000000	00000001	00000001

P7: Verifizieren Sie die erhaltenen Syndrome bezüglich der Aufgabe P4.

Erhaltene, codierte Meldung	Syndrom	Schlussfolgerung
1010101001011111	00000000	Es hat kein Bitfehler stattgefunden
1111011111110011	00111000	Der Bitfehler hat an der 4. Stelle der Meldung zugeschlagen

P9: Können doppelte Bitfehler erkannt werden wenn die Korrektur von Einzelbitfehlern gewährleistet ist? Begründen Sie Ihre Antwort. Betrachten Sie die Hamming-Distanzen und die Formeln 2-10 und 2-11 im Begleitbuch „Teleinformatik“.

Ja, damit 1 Bitfehler korrigiert werden kann ist eine Hamming-Distanz von 3 ($1+2*1$) nötig, für das Detektieren vorhandener 2 Bitfehler braucht es „nur“ eine Hamming Distanz von 3. So ist erkennbar, dass beides möglich ist.

Bei unserer Schaltung des Labors, wäre sogar mehr möglich, da die kleinste mögliche Hamming Distanz mit dieser Codierung 4 ist.

3. Schlussfolgerung

Dieser Rapport bot uns eine gute Vertiefung des Themas CRC. Unser Verständnis für das Thema ist sicher gewachsen und sollte es uns nun erlauben die Standardoperationen ohne Fehler durchzuführen. Grössere Schwierigkeiten hatten wir nicht zu beseitigen während diesem Labor.