

**Politechnika  Białostocka**

**Wydział Elektryczny**

**Katedra Telekomunikacji i Aparatury Elektronicznej**

**Instrukcja  
do pracowni specjalistycznej z przedmiotu**

**Kodowanie i transmisja sygnałów**

**Kod przedmiotu: TS1C410203**

**Opracował  
dr inż. Adam Nikołajew**

Białystok 2017 r.

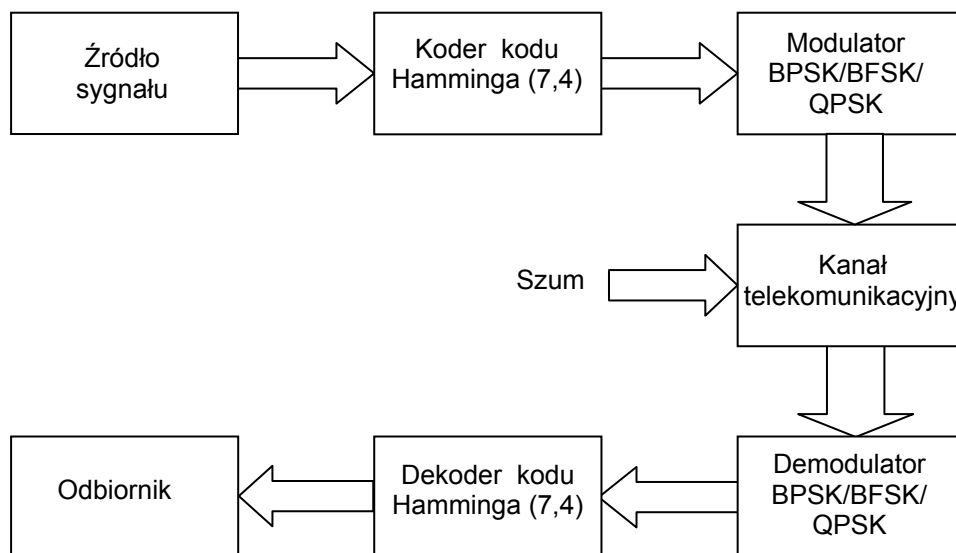
## Temat: Badanie modulatorów i demodulatorów BPSK, BFSK i QPSK oraz kodu Hamminga (7,4)

### Cel zajęć

Zapoznanie studentów z podstawowymi modulacjami cyfrowymi, ich parametrami oraz wpływem parametrów zakłóceń w kanale telekomunikacyjnym na bitową i symbolową stopę błędów. Zaznajomienie z działaniem jednego z kodów korekcyjnych oraz wpływem tego rodzaju kodowania na jakość transmisji.

### Zakres symulacji

Przeprowadzić symulację transmisji czteroznakowych symboli zakodowanych za pomocą kodu Hamminga (7,4) przez kanał transmisyjny, w którym występują zakłócenia w postaci szumu o rozkładzie Gaussa. Symulacja powinna zostać przeprowadzona w funkcji SNR, przynajmniej dla 10000 symboli w każdym przypadku.



Rys. 1. Schemat symulowanego systemu telekomunikacyjnego

Symulacja transmisji powinna zostać przeprowadzona w środowisku programistycznym MATLAB. Jej efektem końcowym powinny być wykresy prawdopodobieństwa następujących zdarzeń:

1. bezbłędnej transmisji ramki,
2. transmisji ramki z pojedynczym błędem, skorygowanym przez dekoderek kodu Hamminga,
3. transmisji ramki z liczbą błędów 2 -7

w funkcji stosunku sygnału do szumu SNR. W ćwiczeniu należy rozważyć 3 rodzaje modulacji sygnału : BPSK, BFSK i QPSK. W celu oceny jakości transmisji, należy porównać w każdym przypadku sygnał odebrany przez odbiornik z sygnałem nadanym.

Ocenę skuteczności kodu Hamminga (7,4) należy przeprowadzić w przypadkach modulacji BPSK i BFSK, porównując stopę błędów transmisji, dokonanej w identycznych warunkach z zastosowaniem kodera (7,4) i bez niego.

### **Opisy poszczególnych bloków na rys. 1:**

#### 1. Źródło sygnału

Generuje losowo czteroznakowe ciągi danych binarnych w kodzie (RZ lub NRZ) właściwym dla danego rodzaju modulacji.

#### 2. Koder Hamminga

Dopisuje do ciągu wyjściowego źródła sygnału 3 bity parzystości - zamienia czteroznakowy ciąg danych binarnych na ciąg o długości 7 znaków. Jest to wynikiem pomnożenia modulo 2 sygnału wyjściowego źródła przez macierz generującą kod Hamminga  $G$  o wymiarach  $7 \times 4$ .

#### 3. Modulator BPSK/BFSK/QPSK

Nakłada dane binarne na falę nośną o zadanych parametrach. Amplituda fali nośnej jest tak dobrana, aby otrzymać wymaganą wartość stosunku sygnału do szumu SNR. W środowisku MATLAB każdy okres fali nośnej powinien być reprezentowany przez co najmniej 20 próbek.

#### 4. Kanał telekomunikacyjny

W symulacji jego realizacja polega na nałożeniu na każdą próbkę sygnału wyjściowego modulatora szumu o rozkładzie Gaussa i zadanej mocy.

#### 5. Demodulator BPSK/BFSK/QPSK

Zamienia sekwencję 7 sygnałów modulowanych BPSK/BFSK/QPSK na ciąg 7 danych binarnych w odpowiednim kodzie (RZ lub NRZ).

#### 6. Dekoder Hamminga (7,4)

Sprawdza poprawność transmisji poprzez obliczenie syndromu, który jest wynikiem mnożenia modulo 2 sygnału wyjściowego demodulatora przez macierz kontroli parzystości  $H$ . W zależności od wartości syndromu jest korygowany jeden z symboli.

### **Opracowanie wyników symulacji.**

Na podstawie przeprowadzonych symulacji należy wykonać dokumentację, zawierającą:

1. Cel i zakres symulacji (0 ... 1 pkt).
2. Warunki symulacji: opis metody kodowania kanałowego, rodzaje modulacji wraz z krótkim ich opisem, opis kanału telekomunikacyjnego (parametry zakłóceń) zakres i metodę zmiany SNR w kanale telekomunikacyjnym (0 ... 5 pkt).
3. Napisane skrypty, symulujące działanie układów (wraz z opisami) (0 ... 3 pkt).

4. Wyniki symulacji w postaci wykresów, przedstawiających zależność bitowej i symbolowej stopy błędów w funkcji SNR dla wszystkich rodzajów modulacji przy zastosowaniu kodowania kanałowego i bez niego, a także prawdopodobieństwa zdarzeń w przypadku kodowania Hamminga (7,4) (0 ... 5 pkt).
5. Wnioski, które powinny zawierać (0 ... 6 pkt):
  - analizę poprawności działania programu wraz z wartościami prawdopodobieństw poszczególnych zdarzeń przy  $\text{SNR} \rightarrow 0$
  - porównanie analizowanych rodzajów modulacji pod względem jakości i prędkości transmisji
  - analizę skuteczności kodowania Hamminga (7,4) poprzez porównanie stopy błędów poszczególnych rodzajach modulacji przy zastosowaniu kodowania kanałowego i bez niego.

### **Wymagania BHP**

Zgodnie z podanymi na pierwszych zajęciach i potwierdzonymi przez studentów zasadami obowiązującymi w pomieszczeniu, w którym odbywają się ćwiczenia. Stosowny regulamin BHP jest też wywieszony w pomieszczeniu laboratorium.

### **Literatura**

- [1] Haykin S., *Systemy telekomunikacyjne t. 2*, WKŁ, Warszawa, 2004.
- [2] Wesołowski K., *Podstawy cyfrowych systemów telekomunikacyjnych*, WKiŁ, Warszawa 2003
- [3] Williams R. N., *A Painless Guide to CRC Error Detection Algorithms*, [http://www.repairfaq.org/filipg/LINK/F\\_crc\\_v3.html](http://www.repairfaq.org/filipg/LINK/F_crc_v3.html).
- [4] RFC1321, *The MD5 Message-Digest Algorithm*.