

## Cezary Wernik

Asystent, KAKiT, WI, ZUT

---

## 7. Kodowanie transmisyjne

---

**Uwaga:** Studencie! – na koniec zajęć laboratoryjnych **bezwzględnie zaktualizuj** swoje repozytorium/e-dysk, zawierające prace z zajęć laboratoryjnych tego przedmiotu. Brak systematycznych aktualizacji repozytorium może zostać uznany za brak dokumentacji postępu w realizacji zadań laboratoryjnych, co może skutkować oceną niedostateczną.

---

### Skrót z teorii:

„Każda transmisja cyfrowa danych wiąże się z koniecznością zamiany strumienia binarnego na poziomy napięciowe by można je było przesłać pomiędzy nadajnikiem a odbiornikiem.” [1] Zamieniając bity na poziomy napięciowe, mamy na celu m.in. spełnienie pewnych kryteriów: minimalizację składowej stałej, ułatwienie odzysku zegara, uniknięcie dwuznaczności przy dekodowaniu. Istnieje wiele kodów liniowych jednak z uwagi na rozległość tematu, na laboratoriach przećwiczymy tylko podstawowe, najpopularniejsze.

### Kodowanie TTL unipolarne RZ (Return to Zero)

Praktycznie używane w transmisjach przewodowych przy małych odległościach. Kodowanie mało odporne na zakłócenia. Wymaga dobrej synchronizacji.

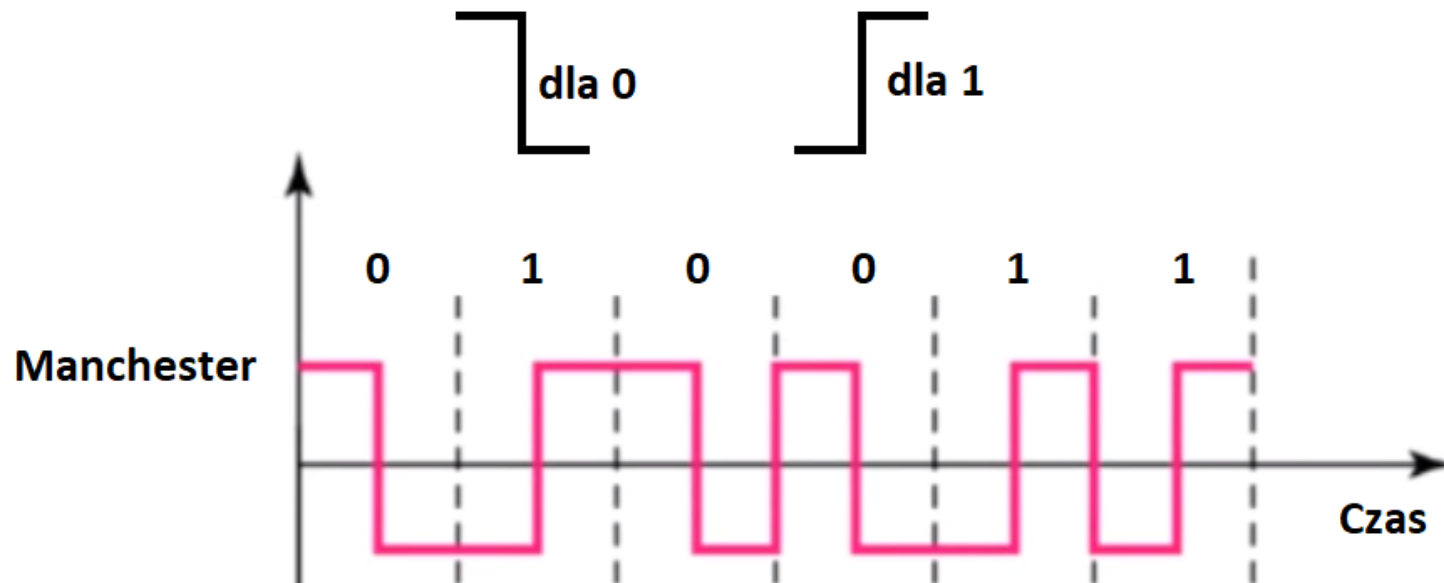
Sposób kodowania:

Wraz z początkiem cyklu zegara każdej wartości bitu przy przyporządkowywana jest odpowiednia wartość napięcia trwająca przez dany cykl.

- „1” binarna jest zamieniana na stan wysoki
- „0” binarne jest zamieniane na stan niski

Dekodowanie odbywa się wprost z odczytanej wartości.

### Kodowanie Manchester



Praktycznie stosowane w różnych systemach (np. Ethernet), o szybkości transmisji do 100Mb/s.

Sposób kodowania:

- na zboczu opadającym cyklu zegarowego następuje zmiana wartości sygnału, dla wartości „1” ze stanu wysokiego na stan niski i odwrotnie dla „0”
- dodatkowo na rosnącym zboczu cyklu zegarowego następuje tzw. powrót – czyli jeżeli bieżąca wartość bitu i poprzednia są takie same to następuje zmiana stanu sygnału.

Dekodowanie odbywa się poprzez pomiar czasu trwania stanów logicznych i detekcję ich zmian.

### **Kodowanie NRZI (Non Return to Zero Inverted)**

Kodowanie stosowane np. w komunikacji USB, dosyć wrażliwe na transmisję długich ciągów zer lub jedynek ze względu na możliwość desynchronizacji.

Sposób kodowania:

Kodowanie odbywa się poprzez zmianę stanu logicznego sygnału gdy wysyłana jest wartość „1”, natomiast przy „0” stan logiczny sygnału pozostaje niezmienny.

Dekodowanie odbywa się poprzez operację XOR pomiędzy odczytanymi dwoma kolejnymi stanami logicznymi sygnału (bieżący z poprzednim).

### **Kodowanie BAMI (Bipolar AMI – Bipolar Alternate Mark Inversion)**

Powszechnie stosowany w telekomunikacji, jest trójstanowym kodem, kod ten jest wrażliwy na długie ciągi zer, ze względu na możliwość desynchronizacji zegara.

Sposób kodowania:

Jeżeli występuje „1” zmień stan sygnału zgodnie z kolejnością  $(+V) \rightarrow (-V) \rightarrow (+V)$ , natomiast przy występowaniu „0” stan sygnału jest równy 0V.

Dekodowanie odbywa się w prost poprzez zsynchronizowanie i sprawdzanie występowania zmian i powrotów do zera.

---

### **Zadanie:**

Wykonaj w formie programistycznej implementacji poniżej przedstawione zadania.

- 1) Napisz funkcję generującą sygnał zegarowy, będący sygnałem prostokątnym o zadanej częstotliwości.
- 2) Jako generatora TTL użyj kodu generującego sygnał informacyjny  $m(t)$  z tematu laboratoryjnego „5. Modułacja dyskretna”. Wykorzystaj do wygenerowania sygnału  $m(t)$  dwa bajty.
- 3) Zgodnie z regułami przedstawionymi w skrócie z teorii napisz funkcje/programy generujące przebiegi sygnałów TTL, BAMI, NRZI i Manchester.
- 4) Napisz dekodery dla kodów TTL, BAMI, NRZI i Manchester. Przetestuj poprawność ich działania.

Wykresy sygnałów w dziedzinie czasu możesz przedstawić zbiorczo (jak niżej) lub oddzielnie.

## Strumień danych po kodowaniu liniowym

