

POLITECHNIKA GDAŃSKA  
Wydział Elektroniki, Telekomunikacji i Informatyki

**Katedra Sieci Teleinformacyjnych**

LABORATORIUM  
**Systemy Telekomunikacyjne**

Ćwiczenie 1

**Interfejsy w sieci ISDN - dla dostępu BRA-ISDN  
i międzywęzłowe E1 (PCM-30)**

Opracował: dr hab. inż. Sylwester Kaczmarek  
dr inż. Marcin Narloch  
dr inż. Lech Smoleński

Gdańsk, Luty 2025

## 1. Cel

Praktyczne poznanie zasad działania warstwy fizycznej interfejsów cyfrowych w sieci PSTN/ISDN. Obserwacja w dziedzinie czasu sygnałów przesyłanych poprzez interfejsy, dla styku S i styku U dostępu BRA oraz interfejsu międzywęzłowego E1 (PCM-30 i ISDN-PRA). Obserwacja wykorzystywanych kodów transmisyjnych: 2B1Q, AMI, HDB3 oraz nabycie umiejętności wyróżniania granic ramki i dekodowania zawartości szczelin użytkowych. Identyfikacja ograniczeń usługowych wynikających z przyjętej organizacji warstwy fizycznej w dostępie BRA. Sprawdzenie konfiguracji zasilania terminali dołączonych do styku S.

## 2. Zadania do wykonania

### wyposażenie stanowiska laboratoryjnego

- ☒ 6 telefonów analogowych (PSTN)
- ☒ 4 terminale telefoniczne TE ISDN + 2 zakończenia sieciowe NT
- ☒ Oscyloskop cyfrowy 4-kanałowy
- ☒ 2 transformatory symetryzujące (dla BRA)
- ☒ Listwa zasilająca z wyłącznikiem (wyłącza NT)

- 2.1. Zapoznaj się z konfiguracją stanowiska laboratoryjnego oraz obsługą terminali ISDN i oscyloskopu, znajdujących się na stanowisku laboratoryjnym.
- 2.2. Przeprowadź identyfikację granic ramki na styku S. Określ parametry elektryczne sygnału: napięcia, liczbę poziomów, liczbę bitów przenoszonych przez symbol, czas trwania symbolu, przepływność na styku. Zaobserwuj złamanie reguły kodowania AMI na styku S. Wyniki przedstaw w sprawozdaniu.
- 2.3. Zaobserwuj zmiany stanu sygnałów na styku S oraz U w przypadku dłuższego braku aktywności terminali i w przypadku powrotu do stanu aktywności; przedstaw wartości czasów dla tych zmian i wnioski.
- 2.4. Przeprowadź realizację połączenia dla usługi „mowa” obserwując sygnały na styku S z dołączonymi terminalami w przypadku braku połączeń, jednego a następnie dwóch zrealizowanych jednocześnie połączeń. Wyniki przedstaw w sprawozdaniu.
- 2.5. Przeprowadź żądanie realizacji trzech połączeń wychodzących dla usługi „mowa” wykorzystując wszystkie 3 terminale podłączone do wspólnego styku S. Opisz wnioski.
- 2.6. Przeprowadź obserwację sygnału na styku U. Określ parametry elektryczne sygnału, liczbę poziomów, liczbę bitów przenoszonych przez symbol, czas trwania symbolu, przepływność na styku. Wyniki przedstaw w sprawozdaniu.
- 2.7. Ustal, który z terminali ISDN może pracować w trybie awaryjnym (brak lokalnego zasilania NT) i sprawdź poprawność funkcjonowania tego trybu. Opisz wnioski.
- 2.8. Określ na podstawie zapisanego w oscyloskopie kilkunastoelementowego fragmentu sygnału wartości parametrów elektrycznych, dotyczące napięć i czasów dla przesyłanego w linii sygnału E1. Wyniki przedstaw w sprawozdaniu.
- 2.9. Zapisz w oscyloskopie fragment sygnału E1 obejmujący całą wieloramkę (= 2 ms). Zlokalizuj granice kolejnych ramek, zidentyfikuj i odczytaj wzór synchronizacji ramki dla RP i RN oraz zawartość S16 w kolejnych ramkach. Znajdź granicę między kolejnymi wieloramkami (R15 – R0). Obserwacje przeprowadź dla braku aktywnych kanałów telefonicznych w trakcie PCM a następnie w obecności co najmniej jednego połączenia międzywęzłowego, wykorzystującego kanał telefoniczny w sygnale E1. Wyniki przedstaw w sprawozdaniu. W jakim kodzie transmisyjnym jest przesyłany sygnał E1 w interfejsie?

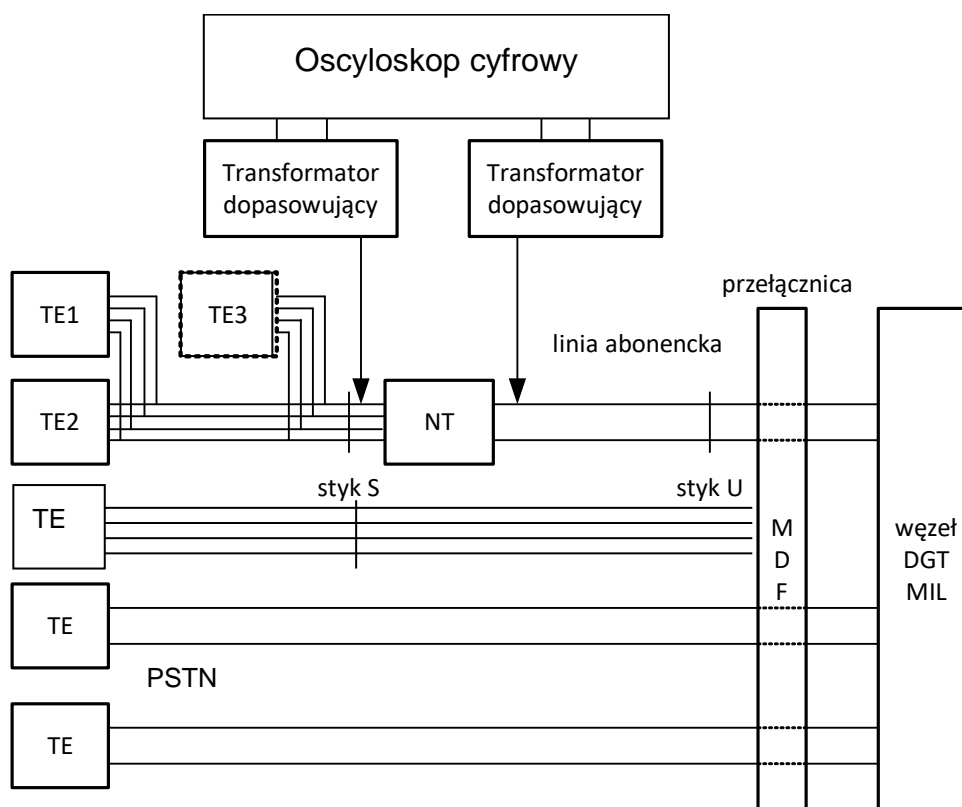
Uzasadnij odpowiedź.

- 2.10. Zdekoduj zawartość kilku kolejnych szczelin czasowych (w kolejnych ramkach) dla aktywnego kanału telefonicznego = szczeliny kanałowej, w trakcie połączenia.
- 2.11. Realizując kolejno połączenia między abonentami z wykorzystaniem traktu PCM30/32 określ algorytm zajmowania szczelin czasowych dla kolejnych wykonanych połączeń telefonicznych (dla różnych wariantów kolejności ich inicjowania i zakończenia). Ustal na podstawie obserwacji w jakiej fazie połączenia następuje zajęcie i zwolnienie kanału telefonicznego w sygnale E1. Wyniki przedstaw w sprawozdaniu.

### 3. Opis ćwiczenia

#### 3.1. Interfejsy BRA-ISDN

W ramach stanowiska laboratoryjnego jest dostępne wyposażenie dla abonenta ISDN dołączonego do styku S w zakończeniu sieciowym NT. NT poprzez linię abonencką (styk U) dołączone jest do węzła komutacyjnego PSTN/ISDN DGT Millenium. Abonent ISDN ma możliwość dołączenia do trzech terminali do styku S. Ponadto, na stanowisku laboratoryjnym dostępny jest terminal ISDN dołączony do innego styku S i dwa pomocnicze terminale sieci PSTN (telefony analogowe). Każdy abonent ma do dyspozycji co najmniej jedno wyposażenie TE. Oscyloskop jest dołączony do styku U i jednej z par styku S (należy wybrać kanały 1 i 2).



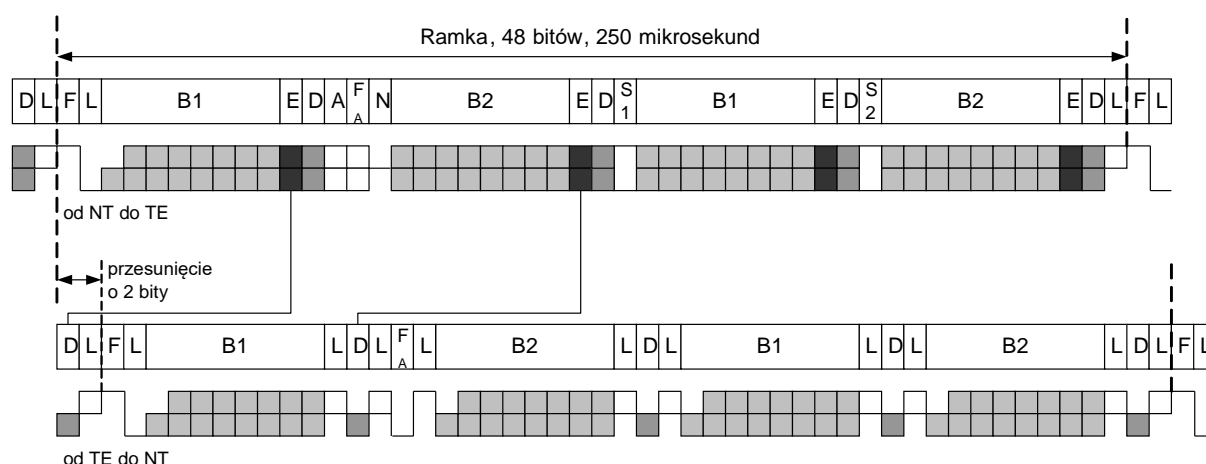
Rys. 1. Wyposażenie stanowiska laboratoryjnego – interfejsy BRA-ISDN

W sieci ISDN w abonenckim dostępie podstawowym BA (Basic Access) - określanym jako 2B+D - na styku S (oraz także na styku T) transmisja w obu torach (obu parach przewodów) jest zorganizowana w postaci ramek warstwy fizycznej – rysunek 2. Czas trwania ramki

składającej się z 48 bitów wynosi 250  $\mu$ s.

Poszczególne bity w ramce mają ściśle określone przeznaczenie:

- F – flaga rozpoczynająca ramkę, symbol ten ma zawsze polaryzację dodatnią,
- L – bity wykorzystywane do kasowania składowej stałej, która może pojawiać w wyniku transmisji nieparzystej liczby symboli,
- B1 – bity przenoszące informację transmitowaną kanałem B1,
- B2 – bity przenoszące informację transmitowaną kanałem B2. Należy zauważyć, że w pojedynczej ramce występują po dwa oktety dla każdego z dwóch kanałów B,
- D – bity przenoszące informację transmitowaną kanałem D,
- E – bity echa (retransmisji) kanału D (tylko w ramce od NT do TE),
- A – bit sygnalizujący aktywność NT (tylko w ramce od NT do TE),
- FA – dodatkowy bit synchronizacji ramki. Zawsze powinien być równy „0”. W określonych przypadkach umożliwia realizację drugiego złamania kodu,
- N – negacja bitu FA (tylko w ramce od NT do TE),
- S1, S2 – bity przenoszące informację utrzymaniową (tylko w ramce od NT do TE),

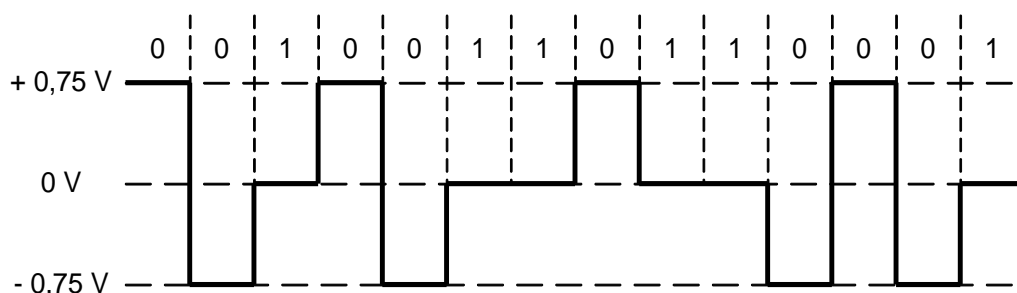


Rys. 2. Struktura ramki obserwowanej na styku S.

Na styku S wykorzystywane jest kodowanie transmisyjne (liniowe) oparte na zmodyfikowanym kodzie AMI (Alternated Mark Inversion) – rys.3. Dla pojedynczego symbolu zależność pomiędzy wartością napięcia między dwoma przewodami dla danego kierunku transmisji, a przesyłaną wartością binarną przedstawia się następująco:

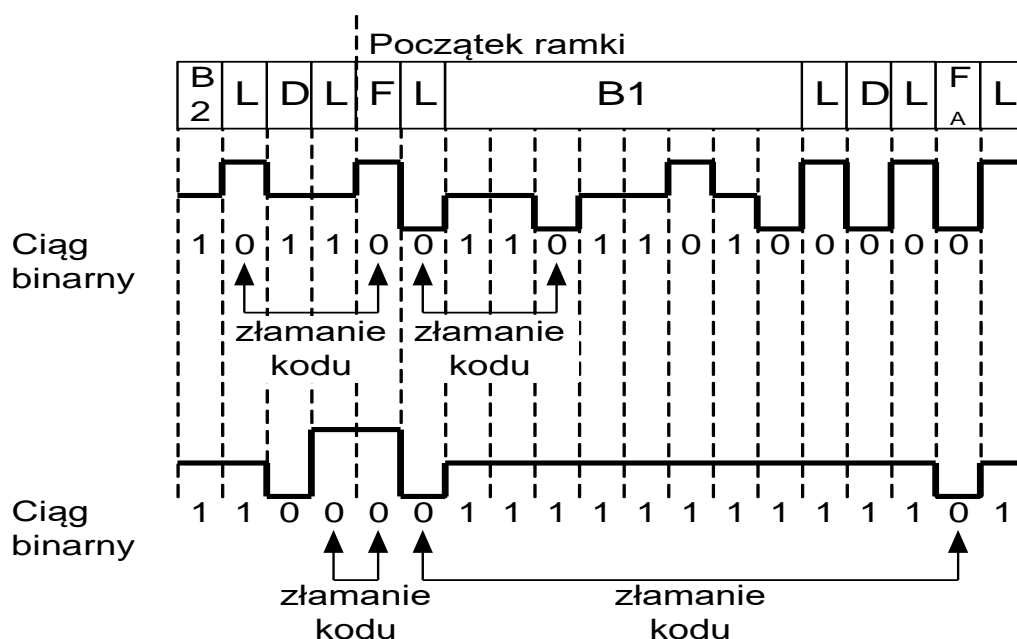
- 0 V dla transmisji bitu „1”
- na przemian +0,75 V i -0,75 V dla transmisji kolejnych bitów „0”.

Modyfikacja kodu polega na zanegowaniu danych przed standardowym kodowaniem AMI.



Rys. 3. Przykład kodowania ciągu binarnego w kodzie AMI zmodyfikowanym.

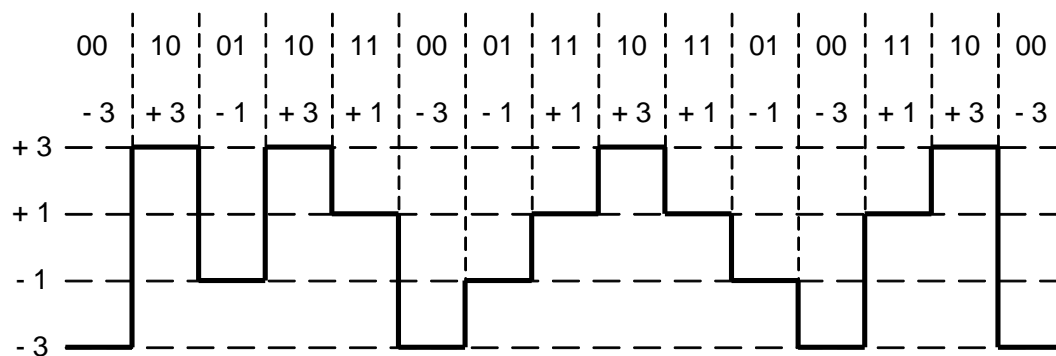
Przemienność polaryzacji napięcia dla symboli związanych z transmisją kolejnych bitów „0” pozwala na usunięcie składowej stałej w nadawanym sygnale. W kodzie liniowym stosowanym na styku S wyróżnić można także symbol specjalny realizowany jako celowe złamanie (naruszenie) ogólnej zasady kodowania AMI – rys. 4. W wyniku tego naruszenia dwa kolejne impulsy (symbole dla bitu o wartości „0”) mają taką samą polaryzację napięcia. Zadaniem symbolu specjalnego jest wyróżnienie początku ramki na styku S. Po każdym złamaniu reguły kodowania w ramce na styku S występuje drugie, powiązane złamanie, ale o polaryzacji przeciwnej do polaryzacji impulsów w pierwszym złamaniu. W jakim celu stosowane jest to drugie złamanie?



Rys. 4. Przykładowe kodowanie bitów F, L, D, F<sub>A</sub> w ramach od TE do NT.

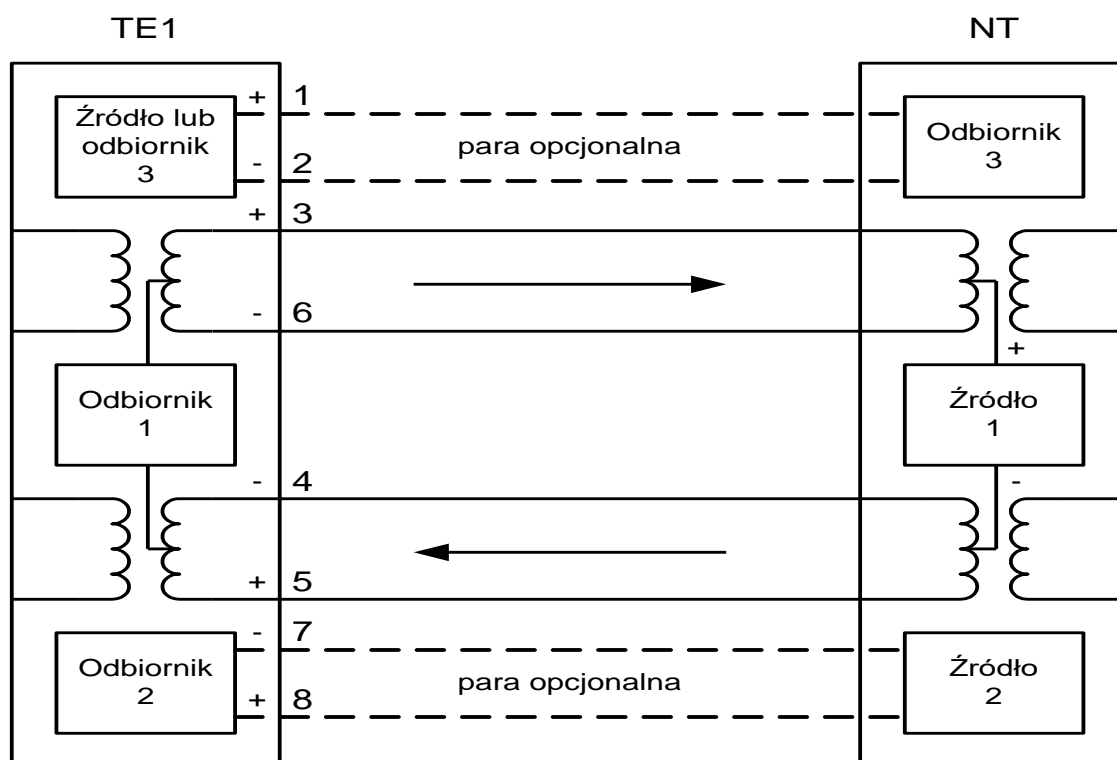
W sieci ISDN w wypadku dostępu podstawowego BA (Basic Access) na styku U transmisja odbywa się z wykorzystaniem jednej pary przewodów. Organizacja transmisji także wykorzystuje organizację symboli w ramki, jednak ich struktura znacząco różni się od struktury ramki dla styku S. Dodatkowo wykorzystywana jest struktura superramki - zawierającej jako elementy składowe ramki podstawowe.

Na styku U typowo stosuje się kod transmisyjny PAM (Pulse Amplitude Modulated), typu 2B1Q – rys.5. Pojedynczy symbol w tym kodzie odpowiada dwóm bitom. Pierwszy z nich wynika z polaryzacji symbolu (1 – dodatnia, 0 – ujemna), natomiast drugi z jego amplitudy (1 – mała, 0 – duża). Symbole są oznaczane -3, -1, +1, +3 (oznaczenia te odpowiadają względnym wartościom rzeczywistych napięć). Przyjęcie takich oznaczeń jest wskazówką, że sąsiadujące poziomy są odległe o 1/3 wartości międzyszczytowej  $U_{pp}$  sygnału w linii.



Rys. 5. Przykład kodowania ciągu binarnego w kodzie 2B1Q.

Dokonując obserwacji sygnału na styku U należy także zwrócić uwagę na to, że urządzenia po obu stronach tego styku przechodzą w stan braku aktywności w sytuacji, gdy nie ma potrzeby transmisji danych – styk nie jest aktywny. Potrzeba przesłania informacji oznacza konieczność rozpoczęcia procedury aktywacji styku celem uzyskania synchronizacji i nawiązania połączenia pomiędzy urządzeniami po obu stronach styku U.



Rys. 6. Konfiguracja zasilania w dostępie podstawowym.

W sieci PSTN telefon analogowy jest zasilany przez węzeł komutacyjny, a więc dostęp do usług telekomunikacyjnych jest niezależny od stanu zasilania z sieci energetycznej u abonenta. W sieci ISDN konfiguracja zasilania terminali jest bardziej złożona. W dostępie podstawowym BA do styku S w NT możemy dołączyć do ośmiu terminali, a więc ich pobór mocy może być znacząco większy. Zdalne zasilanie wszystkich terminali przez węzeł komutacyjny jest w takim przypadku niemożliwe. W związku z tym podstawowa konfiguracja zasilania terminali w sieci ISDN zakłada zasilanie od strony NT dołączonego do sieci energetycznej u abonenta. Zasilanie terminali jest realizowane przez tor pochodny (źródło 1) albo alternatywnie przez dodatkową parę przewodów (źródło 2) – rys. 6. Jest to konfiguracja typowa, ale bardziej rozbudowane

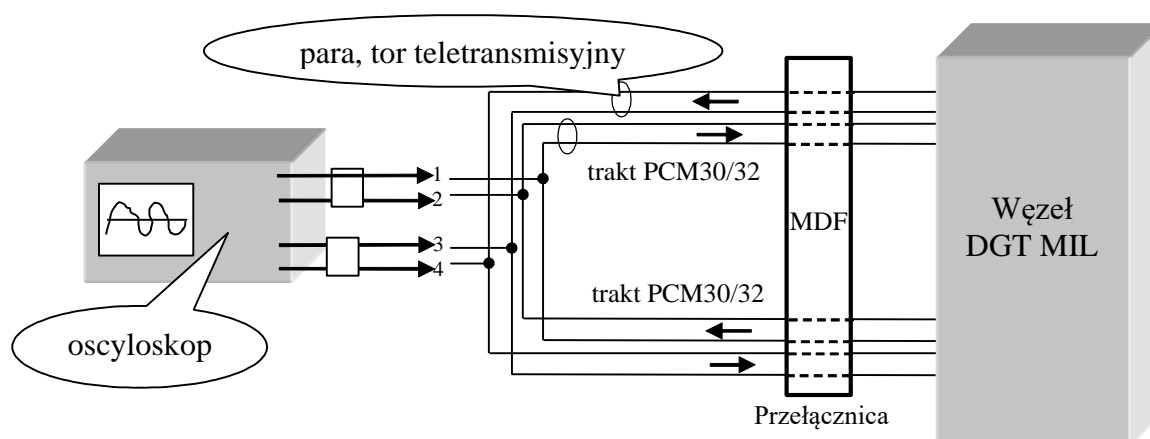
terminale mogą mieć własne źródło zasilania z lokalnej sieci energetycznej. Możliwe jest także zasilanie NT od strony terminala (źródło 3) – rys. 6. Na rysunku 6 zaznaczono numery styków w złączu RJ45. Zaznaczona jest także polaryzacja względem impulsów kodu liniowego (rozróżnienie przewodów a i b).

W przypadku przerwy w dostarczaniu energii elektrycznej u abonenta następuje przejście w tryb zasilania ograniczonego. W tym trybie zasilanie NT jest podtrzymywane przez węzeł komutacyjny, zaś samo NT dostarcza ograniczonej mocy do wyróżnionego terminala. Wyróżnienie polega na przełączeniu - zazwyczaj ręcznym - obwodów zasilających terminala. Przejściu NT w tryb ograniczonego zasilania towarzyszy odwrócenie polaryzacji napięcia zasilającego, co z punktu widzenia terminala nie wyróżnionego będzie odbierane jako zanik zasilania. Takie rozwiązanie pozwala na świadczenie usług telekomunikacyjnych w sieci ISDN w sposób niezależny od stanu lokalnego zasilania, ale z wykorzystaniem ograniczonej liczby terminali (jeden dla każdego styku S).

### 3.2. Interfejs E1

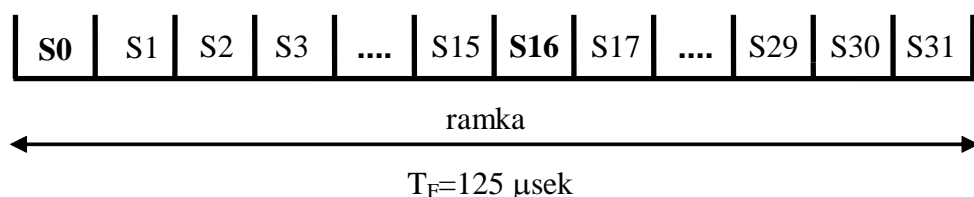
Na stanowisku laboratoryjnym dostępny jest styk E1 traktu PCM30/32 węzła komutacyjnego DGT Millenium. Do tego traktu jest dołączony oscyloskop cyfrowy z pamięcią. Oscyloskop może być dołączony do każdej z dwóch par przewodów, powiązanych z kierunkiem transmisji. (wybrać kanały 3 i/lub 4), przy pomocy którego należy zaobserwować kształt i pomierzyć parametry sygnału liniowego oraz określić granice ramki. Struktura blokowa stanowiska laboratoryjnego przedstawiona jest na rys.7.

Struktura ramki w systemie PCM30/32 wynika z przyjętych zasad przetwarzania sygnału mowy z postaci analogowej na cyfrową oraz z konieczności realizacji funkcji transmisyjnych i komutacyjnych. Okres powtarzania ramki wynosi  $125\ \mu\text{s}$  i wynika z częstotliwości próbkowania sygnału mowy (8 kHz). Zastosowanie TDMA umożliwiło utworzenie 32 szczelin czasowych z czego dla funkcji organizacji transmisji (synchronizacja i utrzymanie) przeznaczono szczelinę zerową a dla funkcji komutacji (sygnalizacja) szczelinę szesnastą. Dla obsługi połączeń między abonentami telefonicznymi pozostaje 30 szczelin, stąd przyjęta nazwa systemu PCM30/32.



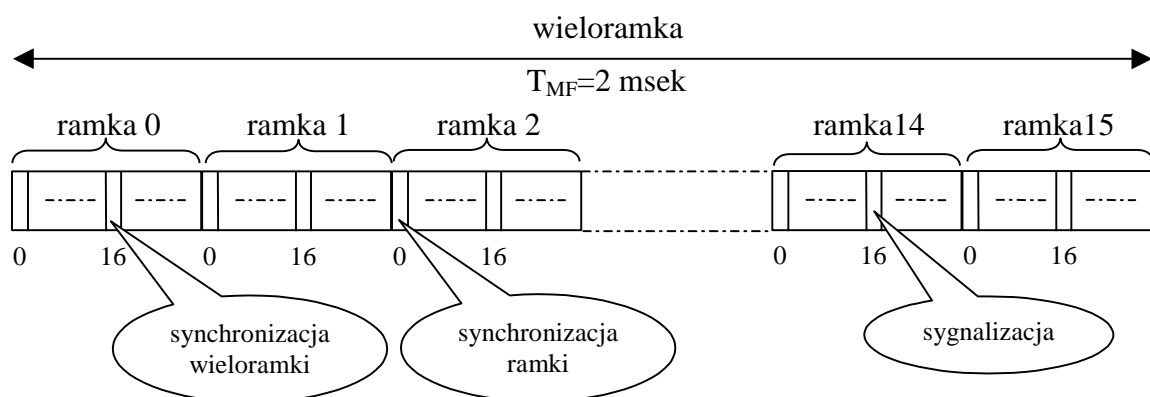
Rys. 7. Wyposażenie stanowiska laboratoryjnego – interfejs międzywęzłowy E1.

Czas trwania szczeliny wynosi  $125/32 \approx 3.9\ \mu\text{s}$  a czas trwania bitu  $3.9/8 \approx 488\text{ns}$ . Strukturę ramki przedstawiono na rys. 8. Ze względu na obsługę sygnalizacji dla 30 szczelin w wariantcie indywidualnej sygnalizacji kanałowej (CAS) tworzy się wieloramkę składającą się z 16 ramek. Dla sygnalizacji w kanale wspólnym (CCS) taka wieloramka jest zbędna.



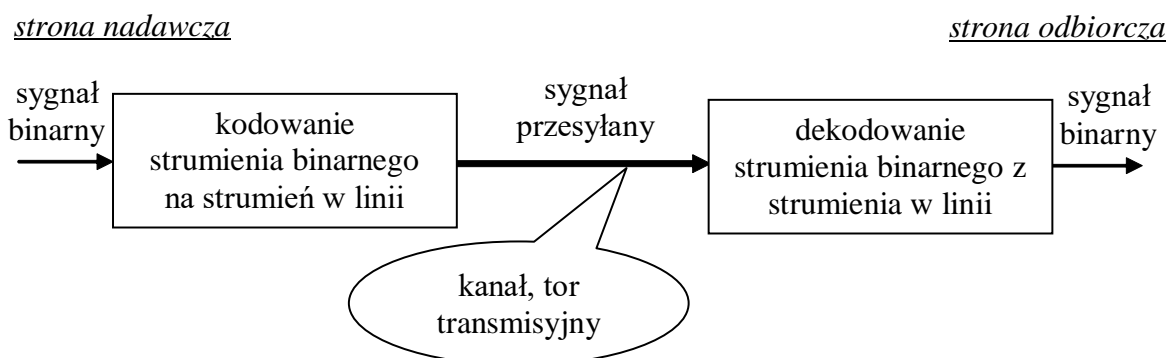
Rys. 8. Budowa ramki systemu PCM30/32 (S.. – szczeliny kanałowe po 8 bitów).

Utworzenie wieloramki jest też niezbędne w wypadku wykorzystania kontroli cyklicznej CRC-4 dla oceny poprawności transmisji (jest tworzona niezależnie od wieloramki dla sygnalizacji kanałowej). Dla CRC-4 w wieloramce (MF - MultiFrame) wyróżniono dwie podwieloramki (SMF - SubMultiFrame) – pierwsza z nich to ramki o numerach 0-7, druga to ramki o numerach 8-15. Struktura wieloramki została przedstawiona na rys. 9.



Rys. 9. Struktura wieloramki systemu PCM30/32 - dla wykorzystania CAS w S16.

Strumień danych binarnych (bitowy) systemu PCM30/32 zanim zostanie wysłany w tor teletransmisyjny podlega przetworzeniu (kodowanie) na sygnał wysyłany do linii. Po stronie odbiorczej następuje odwrotne przetworzenie (dekodowanie) sygnałów – odebranego z linii na binarny. Wybór zasady przetwarzania sygnału binarnego na sygnał w linii (kodu transmisyjnego) uzależniony jest przede wszystkim od właściwości toru wykorzystywanego do transmisji sygnału oraz dodatkowych czynników wynikających zarówno z obecności w torze urządzeń transmisyjnych (regeneratory – problem odtworzenia zegara oraz zasilania), jak i z obecności innych torów w kablu (problem zakłóceń przenikowych). Blokowo to przetwarzanie zostało pokazane na rysunku 10.



Rys. 10. Sekwencje przetwarzania strumienia cyfrowego PCM30/32.

Jednym ze sposobów kodowania jest kod AMI (Alternate Mark Inversion) w którym kolejnym wartościom „1” w ciągu binarnym naprzemiennie przyporządkowuje się elementy w linii o napięciach +U lub -U, natomiast wartości binarnej „0” przyporządkowuje się element w



linii o napięciu 0. Dla tego kodu składowa stała jest równa zero co pozwala stosować transformatory oraz realizować zdalne zasilanie regeneratorów w trakcie PCM30/32. Jego wadą jest jednak to, że przy długim ciągu binarnych zer występuje problem odtwarzania zegara po stronie odbiorczej (brak przezroczystości kodu). Tej ostatniej wady nie ma kod HDB3 (High Density Bipolar 3). W systemie PCM30/32 zastosowano właśnie taki sposób kodowania. Reguła kodowania została ujęta w tabeli 1, gdzie podano jak kodowany jest ciąg binarny czterech kolejnych zer. W kodowaniu HDB3 dopuszcza się maksymalnie trzy elementy liniowe o wartości zerowej w linii. Mówiąc o sygnale w linii mówimy o elementach tego sygnału lub ciągu elementów a nie o ciągu binarnym lub bitach.

Tabela 1. Zasada kodowania HDB-3.

| ciąg binarny | ciąg HDB3   | warunki wyboru   |
|--------------|-------------|--|
| <b>0000</b>  | <b>000V</b> | jeżeli za ostatnim elementem V w ciągu HDB3 wystąpiła nieparzysta liczba elementów B |
|              | <b>B00V</b> | jeżeli za ostatnim elementem V w ciągu HDB3 wystąpiła parzysta liczba elementów B    |

Tabela 2. Przykład kodowania ciągu binarnego dla kodów AMI i HDB3.

|      |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| BIN  | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| AMI  | + | - |   |   |   | + |   |   |   |   | - |   |   | + |   |   |   |   | - | + |   |   |   |   | - | + |
|      | U | 0 | U | 0 | 0 | U | 0 | 0 | 0 | 0 | U | 0 | 0 | U | 0 | 0 | 0 | 0 | U | U | 0 | 0 | 0 | 0 | U | U |
| HDB3 | + | - |   |   |   | + |   |   |   |   | + | - |   | + | - |   |   |   | - | + | - | + |   |   | + | - |
|      | U | 0 | U | 0 | 0 | U | 0 | 0 | 0 | U | U | 0 | 0 | U | U | 0 | 0 | U | U | U | U | 0 | 0 | U | U | U |

Element V ma amplitudę U i znak łamiący zasadę kodowania AMI, natomiast element B jest elementem zgodnym z zasadą bipolarności (+U lub -U). W tabeli 2 przedstawiono przykład ciągu binarnego i odpowiadające ciągi elementów w linii dla kodowania AMI oraz HDB3. W tabeli tej elementy V zostały ujęte w pogrubionej ramce, natomiast elementy B czteroelementowego ciągu HDB3 umieszczono na szarym tle. Dla interfejsu E1 elementy +U i -U mają współczynnik wypełnienia 50% (czas trwania 244 ns).

Ponieważ w ćwiczeniu należy rozpoznać granice ramki to oprócz wiedzy na temat zasady kodowania konieczna jest wiedza o zawartości szczeliny zerowej ramki, gdyż zawiera ona wzór ramkowania nazywany też sygnałem fazowania ramki lub synchronizacji ramki, w oparciu o który można rozpoznać granice między ramkami. Zawartość tej szczeliny dla całej wieloramki została podana w tabeli 3. Na końcu tabeli dołączono także wzór ramkowania wieloramki umieszczony w szesnastej szczelinie ramki zerowej wieloramki (tylko dla CAS!). Dla wykonania zadania postawionego w ćwiczeniu konieczne jest zapamiętanie strumienia elementów liniowych trwającego co najmniej 250  $\mu$ s (RP + RN) a dla wieloramki 2 ms.

Przeznaczenie pozostałych bitów w szczelinie zerowej i nie wykorzystywanych do funkcji fazowania ramki jest następujące:

- bit A przeznaczony do przesłania na przeciwległą stronę alarmu o utracie synchronizacji = RAI (Remote Alarm Indication); stan poprawny: "0", alarm braku synchronizacji: "1",
- bity C<sub>1</sub>-C<sub>4</sub> bity CRC (Cyclic Redundancy Check); dotyczą poprzedniej podwieloramki SMF i obliczane są dla całej ramki z wyzerowanymi bitami CRC według wielomianu  $x^4+x+1$  (jeżeli CRC nie jest wykorzystywane to bity te są ustawiane na "1"),
- bity E wskaźnik błędów bitów CRC-4; sygnalizacja błędów to przejście z "1" na "0",

- bity Sa<sub>4</sub>-Sa<sub>8</sub> mogą być wykorzystane do utworzenia dodatkowych kanałów dla obsługi funkcji teletransmisyjnych, gdy nie są wykorzystywane to są ustawiane na "1".

Tabela 3. Zawartość szczeliny zerowej dla wieloramki.

| b <sub>1</sub> | b <sub>2</sub> | b <sub>3</sub> | b <sub>4</sub>  | b <sub>5</sub>  | b <sub>6</sub>  | b <sub>7</sub>  | b <sub>8</sub>  | uwagi                        | SMF |
|----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------------------|-----|
| C <sub>1</sub> | 0              | 0              | 1               | 1               | 0               | 1               | 1               | wzór ramkowania ramki 0      | I   |
| 0              | 1              | A              | Sa <sub>4</sub> | Sa <sub>5</sub> | Sa <sub>6</sub> | Sa <sub>7</sub> | Sa <sub>8</sub> | ramka 1                      |     |
| C <sub>2</sub> | 0              | 0              | 1               | 1               | 0               | 1               | 1               | wzór ramkowania ramki 2      |     |
| 0              | 1              | A              | Sa <sub>4</sub> | Sa <sub>5</sub> | Sa <sub>6</sub> | Sa <sub>7</sub> | Sa <sub>8</sub> | ramka 3                      |     |
| C <sub>3</sub> | 0              | 0              | 1               | 1               | 0               | 1               | 1               | wzór ramkowania ramki 4      |     |
| 1              | 1              | A              | Sa <sub>4</sub> | Sa <sub>5</sub> | Sa <sub>6</sub> | Sa <sub>7</sub> | Sa <sub>8</sub> | ramka 5                      |     |
| C <sub>4</sub> | 0              | 0              | 1               | 1               | 0               | 1               | 1               | wzór ramkowania ramki 6      |     |
| 0              | 1              | A              | Sa <sub>4</sub> | Sa <sub>5</sub> | Sa <sub>6</sub> | Sa <sub>7</sub> | Sa <sub>8</sub> | ramka 7                      |     |
| C <sub>1</sub> | 0              | 0              | 1               | 1               | 0               | 1               | 1               | wzór ramkowania ramki 8      | II  |
| 1              | 1              | A              | Sa <sub>4</sub> | Sa <sub>5</sub> | Sa <sub>6</sub> | Sa <sub>7</sub> | Sa <sub>8</sub> | ramka 9                      |     |
| C <sub>2</sub> | 0              | 0              | 1               | 1               | 0               | 1               | 1               | wzór ramkowania ramki 10     |     |
| 1              | 1              | A              | Sa <sub>4</sub> | Sa <sub>5</sub> | Sa <sub>6</sub> | Sa <sub>7</sub> | Sa <sub>8</sub> | ramka 11                     |     |
| C <sub>3</sub> | 0              | 0              | 1               | 1               | 0               | 1               | 1               | wzór ramkowania ramki 12     |     |
| E              | 1              | A              | Sa <sub>4</sub> | Sa <sub>5</sub> | Sa <sub>6</sub> | Sa <sub>7</sub> | Sa <sub>8</sub> | ramka 13                     |     |
| C <sub>4</sub> | 0              | 0              | 1               | 1               | 0               | 1               | 1               | wzór ramkowania ramki 14     |     |
| E              | 1              | A              | Sa <sub>4</sub> | Sa <sub>5</sub> | Sa <sub>6</sub> | Sa <sub>7</sub> | Sa <sub>8</sub> | ramka 15                     |     |
| 0              | 0              | 0              | 0               | X <sub>1</sub>  | X <sub>2</sub>  | X <sub>3</sub>  | X <sub>4</sub>  | wzór ramkowania wieloramki * |     |

(\* - tylko gdy wykorzystywana jest indywidualna sygnalizacja kanałowa CAS!

### Bibliografia

- [1] Brzeziński K., *Istota sieci ISDN*, OW PW, Warszawa 1999.
- [2] Jajszczyk A., *Wstęp do telekomutacji*, WNT, Warszawa 2000.
- [3] Kabaciński W., *Standaryzacja w sieciach*, WPP, Poznań 2001.
- [4] Kościelnik D., *ISDN cyfrowe sieci zintegrowane usługowo*, WKiŁ, Warszawa 1996.
- [5] Majewski W., Miłek J. i inni, *Teletransmisyjne systemy cyfrowe*, WKiŁ, Warszawa 1976.

**Laboratorium Systemów Telekomunikacyjnych**

Studia Dienne Dwustopniowe - Inżynierskie

Semestr 6

Kierunek Inf; grupa dziek.: .....

Grupa laboratoryjna nr A B / .....

1. Imię Nazwisko: .....
2. Imię Nazwisko: .....
3. Imię Nazwisko: .....

Ćwiczenie 1:

**Interfejsy w sieci ISDN - dla dostępu BRA-ISDN i międzywęzłowe E1 (PCM-30)**

1. Wyniki obserwacji i pomiarów

| Zadanie | Czynność | Wynik obserwacji i pomiarów |
|---------|----------|-----------------------------|
|         |          |                             |

c.d. tabeli z wynikami obserwacji i pomiarów

| Zadanie | Czynność obserwacji<br>lub pomiaru | Wynik obserwacji i pomiarów |
|---------|------------------------------------|-----------------------------|
|         |                                    |                             |

2. Spostrzeżenia, uwagi i wnioski