

# IEEE802.3 (Ethernet)

## 1. Informacje ogólne:

Ethernet to standard wykorzystywany w budowie lokalnych sieci komputerowych. Specyfikacja tego standardu (802.3 IEEE) obejmuje specyfikację kabli, przesyłanych nimi sygnałów, format ramek i protokoły z dwóch najniższych warstw Modelu OSI. Został opracowany w 1976 roku przez firmę Xerox potem rozwijany przez konsorcjum DIX (Dec, Intel, Xerox) a w końcu przyjęty jako standard IEEE. Bazuje na idei węzłów podłączonych do wspólnego medium i wysyłających i odbierających za jego pomocą specjalne komunikaty (ramki). Ta metoda komunikacji nosi nazwę CSMA/CD (ang. Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection). Każda karta sieciowa posiada unikalny adres MAC.

7	1	6	6	2	46 – 1500	4
Preambuła	Początek znacznika ramki	Adres odbiorcy	Adres nadawcy	Długość	Dane	Suma kontrolna CRC

## 2. Standardy i protokoły:

X.500 wywodzi się z DIT (Drzewo informacji katalogowych) – rozproszonej hierarchicznej bazy danych. Każda pozycja jest zestawem atrybutów z przynajmniej jedną wartością. Każda pozycja posiada DN (Distinguished Name) - nazwę wyróżniającą zawierającą pełną ścieżkę dostępu od korzenia lub RDN (Relative Distinguished Name) – względną nazwę wyróżniającą w danym kontekście (węzła nadrzędnego). Adres sprzętowy (hardware address) nazywany jest adresem MAC - od zestawu reguł dostępu do medium (Medium Access Control). Najstarszy bit adresu odbiorcy określa sposób rozsyłania pakietu 1 – multicast (adres grupowy) 0 – unicast tylko jeden węzeł, kolejny bit określa sposób zarządzania. Pozostała część adresu dzieli się na identyfikator producenta oraz numer karty. Karta sieciowa nasłuchując ramki, przekazuje do warstw wyższych tylko ramki, które są dla niej przeznaczone. Większość producentów kart udostępnia w sterownikach możliwość czasowej zmiany adresu sprzętowego. Karta sieciowa może odbierać wszystkie ramki jeżeli zostanie przełączona w tryb promiscuous.

## 3. Standardy:

### 10 Mbit/s:

Wykorzystuje kodowanie Manchester, które zwiększa odporność transmisji asynchronicznej. Istnienie łącza sygnalizowane jest impulsami dodatnimi od długości od 100-200ns i odstępach 16ms NLP (Normal Link Pulse)

- a. 10BASE2 zwany też ang. ThinNet, Cheapernet, "cienki koncentryk" (poprawna nazwa kabel współosiowy) RG-58/U – standard dziś już niestosowany - używa kabla koncentrycznego o średnicy ok. 5 mm. Kabel musi biec pomiędzy wszystkimi kartami sieciowymi wpiętymi do sieci. Maksymalna długość segmentu wynosiła 185 m. Uszkodzenie kabla w jednym miejscu powoduje zanik dostępu do sieci w całym segmencie. Obwód zamykają terminatory o oporze 50Ω. Pasma przenoszenia do 50MHz.
- b. 10Base-T - stosuje dwie pary (4 żyły) kabli UTP kategorii 3 lub 5. Transmituje sygnał w segmentach o długości maksymalnej wynoszącej 100 metrów. Jedna para transmituje, a druga odbiera. 10BASET pozwala na maksymalną ilość 1024 segmentów (stosując mosty lub switche, dla hubów i transeiverów zależy od opóźnień jakie wprowadzają) oraz 1024 węzłów. Długość sieci nie jest ograniczona. Każda karta sieciowa musi być podłączona do huba, switcha lub innej karty sieciowej.
- c. FOIRL - (ang. Fiber-optic inter-repeater link) - pierwotny standard Ethernetu wykorzystujący światłowód.

### **Fast Ethernet:**

Istnienie łącza sygnalizowane jest za pomocą FLP (Fast Link Pulse) czyli zestawu 17 impulsów (co 125μs) w odstępach 16ms. Każdy z pierwszych 16 impulsów w grupie jeżeli istnieje może być traktowany jako 1 lub 0 gdy go brak – jest to tak zwane słowo bazowe. 17 impuls jest impulsem zegarowym.

- a. 100Base-TX - podobny do 10BASE-T, ale z szybkością 100Mb/s. Wymaga 2 par skrętki kategorii 5. Obecnie jeden z najpopularniejszych standardów sieci opartych na 'skrętce', Używa kodowania 4B/5B zapożyczonego z FDDI.
- b. 100Base-T4 – standard wykorzystujący skrętkę Cat 3 i 4 pary przewodów.
- c. 100Base-T2 – 2 pary przewodów skrętki kat. 3, wykorzystuje 5 poziomów napięć (PAM5) aby zmniejszyć częstotliwość.
- d. 100Base-FX - Ethernet 100Mb/s za pomocą włókien światłowodowych wielomodowych. Zasięg rozwiązania wynosi do 2km.
- e. 100Base-LX10 - Ethernet 100Mb/s za pomocą włókien światłowodowych jedno i wielomodowych. Zasięg dla jednomodów wynosi 10km, dla wielomodów 550m.
- f. 100Base-SX - Ethernet 100Mb/s za pomocą włókien światłowodowych wielomodowych. Zasięg około 460/550 m.

### **Gigabit Ethernet:**

Istnienie łącza sygnalizowane jest istnieniem 16-tego impulsu FLP (który oznacza, że będzie nadany dodatkowy zestaw impulsów) oraz tzw. dodatkowa strona

- a. 1000BASE-T - 1 Gb/s na skrętce kat. 5 lub wyższej. Ponieważ kabel kategorii 6 może bez strat przetransmitować do 125 Mbit na sekundę, osiągnięcie 1000 Mb/s wymaga użycia czterech par przewodów oraz modyfikacji układów transmisyjnych dającej możliwość transmisji ok. 250Mb/s na jedną parę przewodów w skrętce.

- b. 1000BASE-LX - 1 Gb/s na światłowodzie. Zoptymalizowany dla połączeń na dłuższe dystanse (do 10 km) za pomocą światłowodów jednomodowych. 1000BASE-LH - 1 Gb/s na światłowodzie (do 100 km).

### 10Gb Ethernet:

Wykorzystuje w większości podstandardów kodowanie 64B/66B, Rzeczywista prędkość transmisji to 10,3125Gb/s

- a. 10GBASE-LX4 – 300m z użyciem światłowodów wielomodowych
- b. 10GBASE-ER – 40km z użyciem światłowodów jednomodowych
- c. 10GBASE-CX4 – kable miedziane podwójnie współosiowy (z InfiniBand) długość 15m
- d. 10GBASE-T – wykorzystuje 16 poziomą modulację amplitudy PAM16, operuje z częstotliwością 500MHz optymalnie pracuje ze skrętką kat. 7 z zasięgiem 100m dla kat 6a i 6 może pracować dla mniejszych długości kabla

## 4. Standardy:

Skrętka (od ang. twisted-pair wire) jest to rodzaj kabla sygnałowego zbudowanego jest z jednej lub więcej par skręconych z sobą przewodów miedzianych, przy czym każda z par posiada inną długość skręcenia w celu obniżenia zakłóceń wzajemnych, zwanych przesłuchami.

### Rodzaje skrętki:

- a. UTP – skrętka nieekranowana (z ang. unshielded twisted pair) - cztery pary skręconych, zaizolowanych przewodów, prowadzonych we wspólnej izolacji
- b. FTP – skrętka foliowana (z ang. foiled twisted pair) – dodatkowo ekranowana foliowym płaszczem z przewodem uziemiającym
- c. STP – skrętka ekranowana (z ang. shielded twisted pair) – ekran jest wykonany w postaci opłotu i zewnętrznej koszulki ochronnej
- d. SFTP – skrętka foliowana ekranowana (z ang. shielded folied twisted pair) każda para przewodów otoczona jest osobnym ekranem z folii, cały kabel pokryty jest opłotem.

### Kategorie skrętki:

- a. klasa C (kategoria 3) – pasmo częstotliwości do 16 Mhz (10Mb/s 10Base-T, 100Base-T4 i 100BaseT2 to ~12,5 MHz)
- b. klasa D (kategoria 5) – pasmo częstotliwości do 100 MHz; (100Base-TX i 1000Base-T – 62,5MHz) kategoria 5e – pasmo 100MHz ale ściśle określony poziom przesłuchów
- c. klasa E (kategoria 6) – pasmo do częstotliwości 250 MHz kategoria 6a – pasmo do częstotliwości 500 MHz. (do 10GBase-T )

- d. klasa F (kategoria 7) – pasmo do częstotliwości 600 MHz. Zastosowane kable SFTP łączonych ekranowanymi złączami. Transmisja z prędkościami przekraczającymi 10Gb/s (10GBase-T 500MHz)

### **Parametry skrętki:**

Źródło transmisji: elektryczne;

Współpracujące topologie: 10 Mb, 100 Mb, 1 Gb, 10Gb Ethernet, FDDI, ATM;

Maksymalna długość kabla: 100 m;

Minimalna długość kabla: 0,5 m;

Minimalna liczba stacji: 2 na kabel;

Maksymalna średnica sieci: dla 100 Mb – 205 m, dla 10 Mb – ok. 2000 m;

Maksymalna całkowita długość segmentu: 100 m.

### **Kabel współosiowy / koncentryk:**

Składa się z dwóch przewodów koncentrycznie umieszczonych jeden wewnątrz drugiego, co zapewnia większą odporność na zakłócenia a tym samym wyższą jakość transmisji. Jeden z nich wykonany jest w postaci drutu lub linki miedzianej i umieszczony w osi kabla, zaś drugi (ekran) stanowi oplot.

Zastosowanie znalazły dwa rodzaje kabli koncentrycznych:

- a. Cienki Ethernet (Thin Ethernet) – (sieć typu 10Base-2) – kabel o średnicy ¼” i dopuszczalnej długości segmentu sieci wynoszącej 185 m. Stosowany nadal zwłaszcza tam, gdzie istnieje potrzeba połączenia na odległość większą niż 100 m.
- b. Gruby Ethernet (Thick Ethernet) – (sieć typu 10Base-5) – kable o średnicy ½” i dopuszczalnej długości segmentu wynoszącej 500 m. Nie stosowany obecnie, lecz można go spotkać jeszcze w bardzo starych sieciach.

### **Literatura:**

Nowicki, Krzysztof (elektronika). Ethernet - sieci, mechanizmy / Krzysztof Nowicki. Gdańsk : INFOTECH, cop. 2006.

Breyer, Robert. Switched, Fast i Gigabit Ethernet / Robert Breyer, Sean Riley ; \*tł. Krzysztof Cieślak+. Gliwice: Wydaw. Helion, 2000.

Spinney, Byron (1960- ). Ethernet : porady praktyczne / Byron Spinney ; z ang. przeł. Agnieszka Michałowska. . Warszawa : ZNI MIKOM, 1996.

Sheldon, Thomas. Wielka encyklopedia sieci / Tom Sheldon ; \*przekł. Ryszard Jarża et al.+. Wrocław Wydaw. Robomatic, 1995.

Tanenbaum, Andrew S. (1944- ). Sieci komputerowe / Andrew S. Tanenbaum ; z ang. przeł. Marian Suskiewicz [et al.]. Warszawa : Wydaw. Nauk.-Techniczne, 1988.

## Scenariusz nr 1:

### Sprzęt:

- 1) Wtyki RJ45
- 2) Zaciskarka kabli
- 3) Stripper do kabli
- 4) Kable sieciowe
- 5) Tester do kabli
- 6) Certyfikator kabli – CabeIQ Qualification Tester

**Uwaga:** Wszystkie wykonane w ćwiczeniu czynności, uzyskane informacje muszą zostać zamieszczone w sprawozdaniu.

### Wykonanie ćwiczenia:

#### 1. Zaciskanie kabla sieciowego:

- a) Z kabla sieciowego zdejmujemy około 15 mm zewnętrznej izolacji.
- b) Na odsłoniętym kawałku rozkręcamy splot kabli i uporzędkowujemy je w kolejności (standard EIA/TIA568B):

**1 – Biały z pomarańczowym**

**2 – Pomarańczowy**

**3 – Biały z zielonym**

**4 – Niebieski**

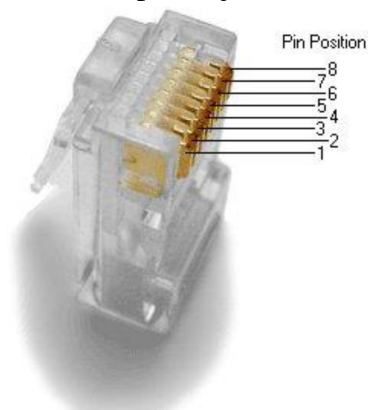
**5 – Biały z niebieskim**

**6 – Zielony**

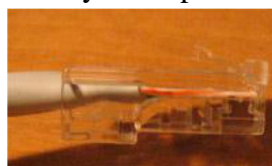
**7 – Biały z brązowym**

**8 – Brązowy**

- a) Kable wyrównujemy i przycinamy do długości ok. 12 – 13 mm.
- b) Kable wsuwamy do wtyczki (schemat poniżej).



- c) Wtyczkę z kablem wkładamy do zaciskarki i mocno ściskamy. Poniżej rysunek prawidłowo zaciśniętego kabla. Czynność powtarzamy dla drugiej końcówki.



2. Test przygotowanego kabla:

- a) Końcówki zaciśniętego kabla wpinamy w tester.
- b) Włącznik testera przesuwamy w pozycję ON.
- c) Obserwujemy diody na testerze – diody świecące się przy tych samych parach żył sygnalizują prawidłowe zaciśnięcie kabla.

3. Pomiar długości przygotowanego kabla oraz szczegółowe testy:

- a) Za pomocą miarki sprawdzamy długość przygotowanego kabla.
- b) Do jednego końca kabla wpinamy tester a w drugi terminal (niebieska część dołączona w górnej części testera).
- c) Włączamy tester i ustawiamy pokrętło w pozycji „DICSOVER”.
- d) Sprawdzamy parametry kabli które zostały wyświetlone na testerze.
- e) Przyciskiem F1 wchodzimy do szczegółowego podglądu poszczególnych żył – zapisujemy wyświetlone dane.
- f) Przelączamy pokrętło w pozycję „AUTO TEST”.
- g) Sprawdzamy i zapisujemy standardy, które będą poddane testom.
- h) Wciskamy przycisk TEST i sprawdzamy, które z analizowanych standardów zostały spełnione a które nie.
- i) Wybieramy jeden ze spełnionych standardów – wciskamy F1 i wchodzimy w szczegóły. Po wejściu do tego okna (opisujemy w sprawozdaniu), pojawiają się trzy części testu, których podgląd możliwy jest po naciśnięciu F1 lub ENTER. Zapisujemy wszystkie otrzymane informacje.
- j) Identycznie jak w poprzednim punkcie sprawdzamy informacje dla pierwszego z niespełnionych standardów.
- k) Identyfikujemy przyczyny niezgodności – rodzaj błędu.
- l) Po zidentyfikowaniu rodzaju błędu, na podstawie wskazań testera (dane na temat odległości) sprawdzamy w którym miejscu został on wykryty (na którym kablu, w którym miejscu, przyczyna).

Pomiar długości oraz szczegółowe testy kabli otrzymanych od prowadzącego (**wykonujemy wszystkie punkty a – l z części 3**).

**5. Sprawozdanie musi zawierać:**

- a) Konspekt przedstawiony prowadzącemu na początku zajęć (opis teoretyczny zawierający: informacje ogólne, standardy, rodzaje skrętki, kategorie skrętki)
- b) Wyniki pomiarów – szczegółowo opisane wg punktów wykonania ćwiczenia.
- c) Wykryte błędy i usterki
- d) Wnioski
- e) Do sprawozdania należy dołączyć kabel sieciowy, zaciśnięty w trakcie zajęć.

## Scenariusz nr 2:

### Sprzęt:

gniazdka RJ45, kable krosowane i niekrosowane, patch panel, metr pomiarowy certyfikator kabli – CableIQ Qualification Tester - CiQ-100

Dokumentacja testera - <http://home.agh.edu.pl/~opal/sieci/ciq100.pdf>

tester podczas testów powinien leżeć na stole/biurku, zapobiega to wypadaniu wtyczek.

### Wykonanie ćwiczenia:

#### 1 Faza A: rozpoznanie i planowanie

2 Ręcznie, na kartce papieru rysujemy początkowy schemat konfiguracji patch panelu oraz kabli do niego wpiętych. Opisujemy także dodatkowe kable dostępne do testów. Zanotować należy: - model patchpanela, spełniane standardy, ilość gniazdek, początkowy schemat patchpanel + kable - charakterystyka wszystkich kabli (wpiętych i niewpiętych) - parametry odczytane z osłony kabla (np. UTP 5E), długość poszczególnych kabli zmierzona metrem - opis widocznych usterek na kablach i wtyczkach

3 Wykorzystując kable wpięte do patchpanela oraz dodatkowe kable wolne i kable z testera planujemy testową ścieżkę połączeń, która będzie składać się z co najmniej 5 kabli. Początkiem ścieżki jest tester okablowania, a końcem terminator - (niebieska część dołączona w górnej części testera). Schemat testowej ścieżki rysujemy i przedstawiamy do akceptacji prowadzącemu.

4 W celu zapoznania się z działaniem testera należy przetestować tryby "DISCOVER" i "AUTOTEST" na jednym z dwóch kabli dołączonych do testera.

#### 5 Faza B: Testy: lokalizacja i próba naprawy uszkodzeń.

6 Na schemacie opisujemy charakterystykę ścieżki – opis użytych kabli (długość, charakterystykę, ewentualne uszkodzenia), numery portów patchpanela, miejsca potencjalnych uszkodzeń, sumaryczną długość ścieżki.

7 Po skonfigurowaniu ścieżki włączamy tester i ustawiamy w położeniu "DISCOVER"

8 Sprawdzamy parametry ścieżki które zostały wyświetlone na testerze – zapisujemy je na schemacie. (lub wykonujemy zdjęcie aparatem telefonicznym)

9 przyciskiem F1 wchodzimy do szczegółowego podglądu poszczególnych żył – zapisujemy wyświetlone tam dane – w przypadku wykrycia usterek, na podstawie informacji o ich lokalizacji (odległości) wyświetlonych w testerze odszukujemy w ścieżce miejsca w których występują i zaznaczmy je na schemacie z odpowiednim opisem usterki. (w jakim miejscu, jaka przyczyna, która para żył)

10 Po konsultacji z prowadzącym próbujemy naprawić ewentualne usterki (zaciśnąć wtyczki kabli, poprawić wpięcie przewodów w tylnej części patchpanelu, wymienić kable)

11 **Faza C:** Testy spełnianych standardów:

12 przełączamy tester w opcje "AUTO TEST" i sprawdzamy czy ustawione standardy do testów to (1000/100/10/Wiremap) - jeśli jest inaczej, to poprawiamy konfigurację

13 Wciskamy przycisk "TEST" i sprawdzamy, które ze standardów zostały spełnione, a które nie. (V i X)

14 Wybieramy najwyższy ze spełnionych standardów (lub ten, który wyznaczy prowadzący), i sprawdzamy szczegółowe informacje po wciśnięciu na nim F1. Po wejściu do tego okna (opisujemy je w sprawozdaniu), pojawiają się trzy części testu, których szczegóły są także dostępne po zaznaczeniu ich strzałkami i wciśnięciu F1 lub Enter. (wyjście z aktualnego okna – EXIT) Zapisujemy wyświetlone informacje z wszystkich trzech części.

15 Identyfikujemy jak w powyższym punkcie sprawdzamy najwyższy z niespełnionych standardów.

16 Identyfikujemy tutaj przyczynę niezgodności ze standardem (rodzaj błędu).

17 Po zidentyfikowaniu rodzaju błędu, na podstawie wskazań testera (danych na temat odległości) sprawdzamy w którym miejscu na kablach została ona wykryta (na którym kablu, w którym miejscu, jaka jest przyczyna). Usterkę lokalizujemy i zapisujemy o niej informację na schemacie.

18 W wypadku błędów przesłuchu (Distributed Cable Faults) sprawdzamy je testerem przez użycie opcji DIAG oraz wybór "Find Crosstalk Fault" i wybór odpowiednich żył do testów.

### **Wyniki pomiarów:**

Cześć teoretyczna (powinna być napisana ręcznie): Rodzaje okablowania strukturalnego, standardy fizyczne sieci Ethernet

Cześć praktyczna (może być pisana na komputerze) ma zawierać:

- a) charakterystykę badanego sprzętu
- b) wyniki pomiarów, wykryte błędy i usterki
- c) analiza testów
- d) wnioski