

„Sieć fizyczna” = warstwa 1 i 2

Dwa typy kanałów/ łączy warstwy 2:

- **rozgłoszeniowe**, z broadcastingiem
wiele węzłów (>2), prot dostępu do łącza, np. eth, wifi
- **punkt do punktu**, dokładnie 2 węzły, np. łącze szeregowo + ppp

Usługi warstwy 2:

1. ramkowanie (format ramki, granice międzyramkowe)
2. MAC (media access control), prot dostępu do łącza (rozgłoszeniowego!)
3. niezawodne dostarczanie (potw + retransmisja, **czasami!!**)
4. kontrola przepływu
5. wykrywanie błędów (np. suma kontrolna, crc, parzystosc w rs232, ...)
6. usuwanie błędów (np. kody Hamminga, hdd? cd?)
7. pełny/pół duplex (komunikacja dwu/jedno kierunkowa)

UWAGA: 3, 4 i 5 robi TCP w warstwie 4 (ale to dotyczy wirt pół TCP) !!!

Typy prot (wielo)dostępu do łącza rozgłoszeniowego:

- dzielące kanał (TDMA, FDMA, CDMA, ...)
Time/Freq/Code Division Multiple Access
- dostęp losowy (CSMA/CD – dawny eth, CSMA/CA - wifi)
Carrier Sense Multiple Acces with Collision Detection/Avoidance
- cykliczne (nadaje ten kto ma token, wirt. ring, TokenRing, FDDI)

Ethernet (eth)

Historia eth:

1. „gruby eth”, 10BASE-5, IEEE 802.3, kabel koncentryczny, transceiver
2. „cieńki eth”, 10BASE-2, 802.3a, kabel koncentryczny, złącza BNC
3. skrętka + hub, 10BASE-T, 802.3j, repeater wieloportowy
4. skrętka + switch, 100BASE-TX = „Fast Eth”, 802.3u, są też inne rodzaje...
100BASE-FX, na światłowodzie
1000BASE-LX, światłowód jednomodowy, do 10km !, gigabit eth
1000BASE-T, skrętka
10GBASE-LX4, 10 GB eth, światłowód 1 lub wielo-modowy, 10Gb/s !

Oznaczenia rodzajów eth:

[przepustowość][rodzaj transmisji]-[rodzaj kabla][dodatkowe oznaczenia]

przepustowość – Mb/s

rodzaj transmisji – BASE = baseband, BROAD = broadband

baseband – bez wysokiej częstotl nośnej (sygn modulowany bezp przez bity użytkownika)

w eth: zawsze baseband...

rodzaj kabla – T = twisted pair (skrętka); F = fiber (światłowód),

dodatk ozn – X = podobno „full duplex” ?!

Kategorie skrętki (max częstotliwość):

Kat 1, zwykła skrętka telefoniczna, 1 para

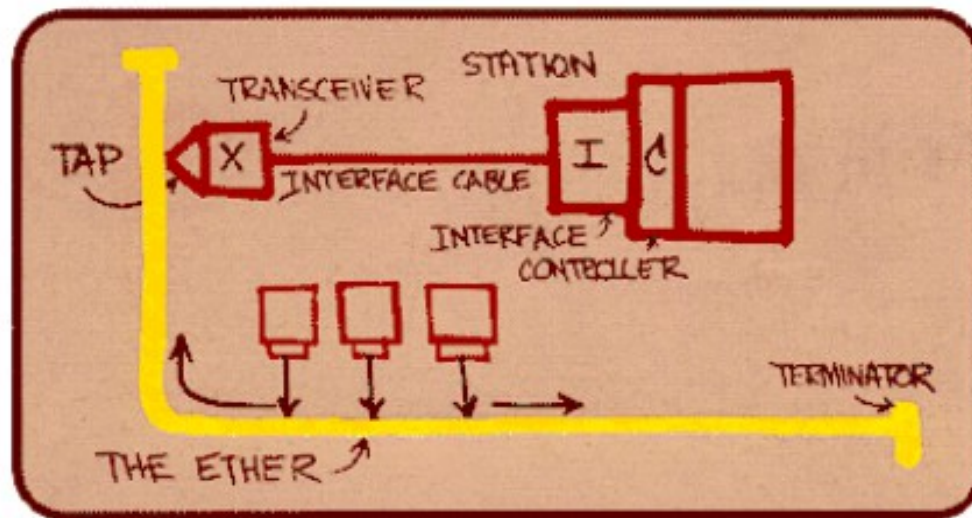
Kat 3, dla 10BASE-T, 10MHz, 4 pary

Kat 5, 5e, 100MHz (trochę więcej!), 100m, 100BASE-TX, 4 pary

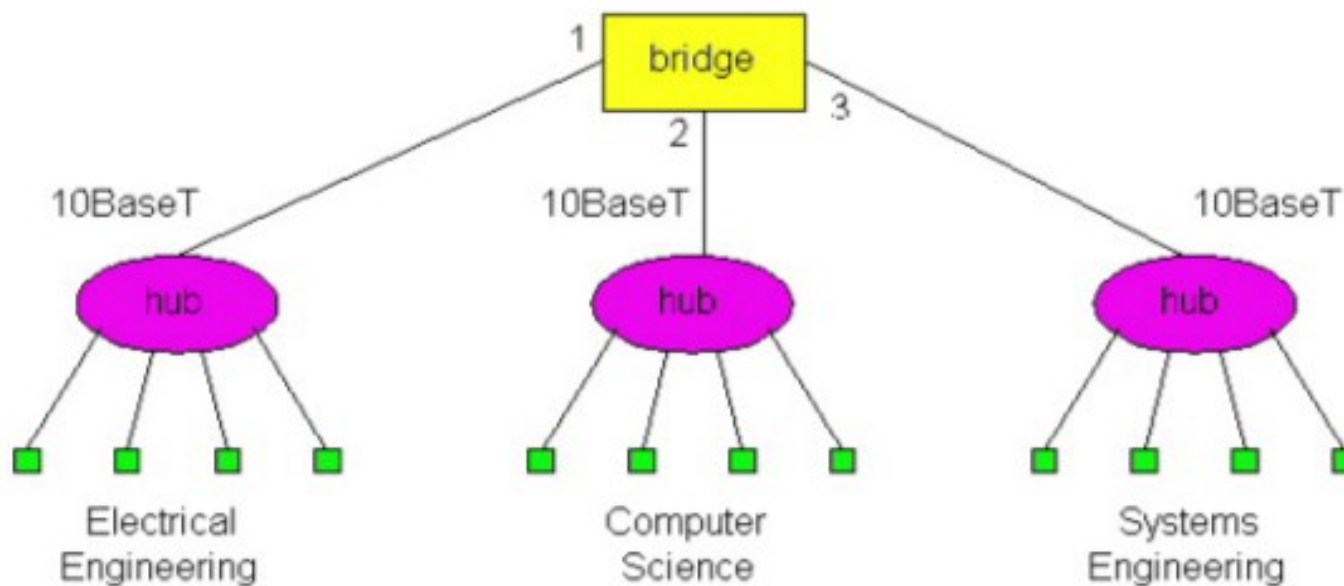
Typy skrętki: UTP, FTP, STP

(nieekranowana, foliowana, ekranowana)

Oryginalny szkic „grubego eth”, Metcalfe, 1976:



Dawniejsza konfiguracja sieci eth: bridge (=switch) i hub-y ...

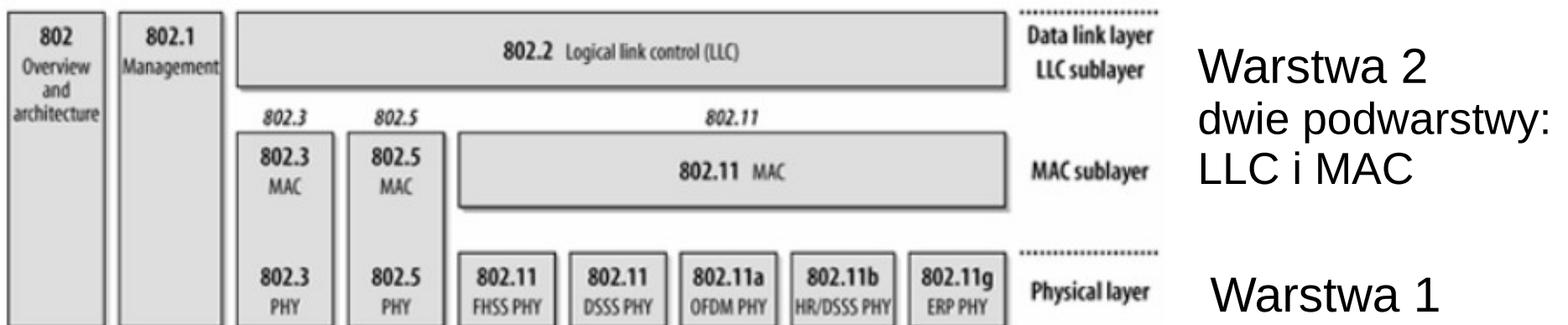


Ramka eth

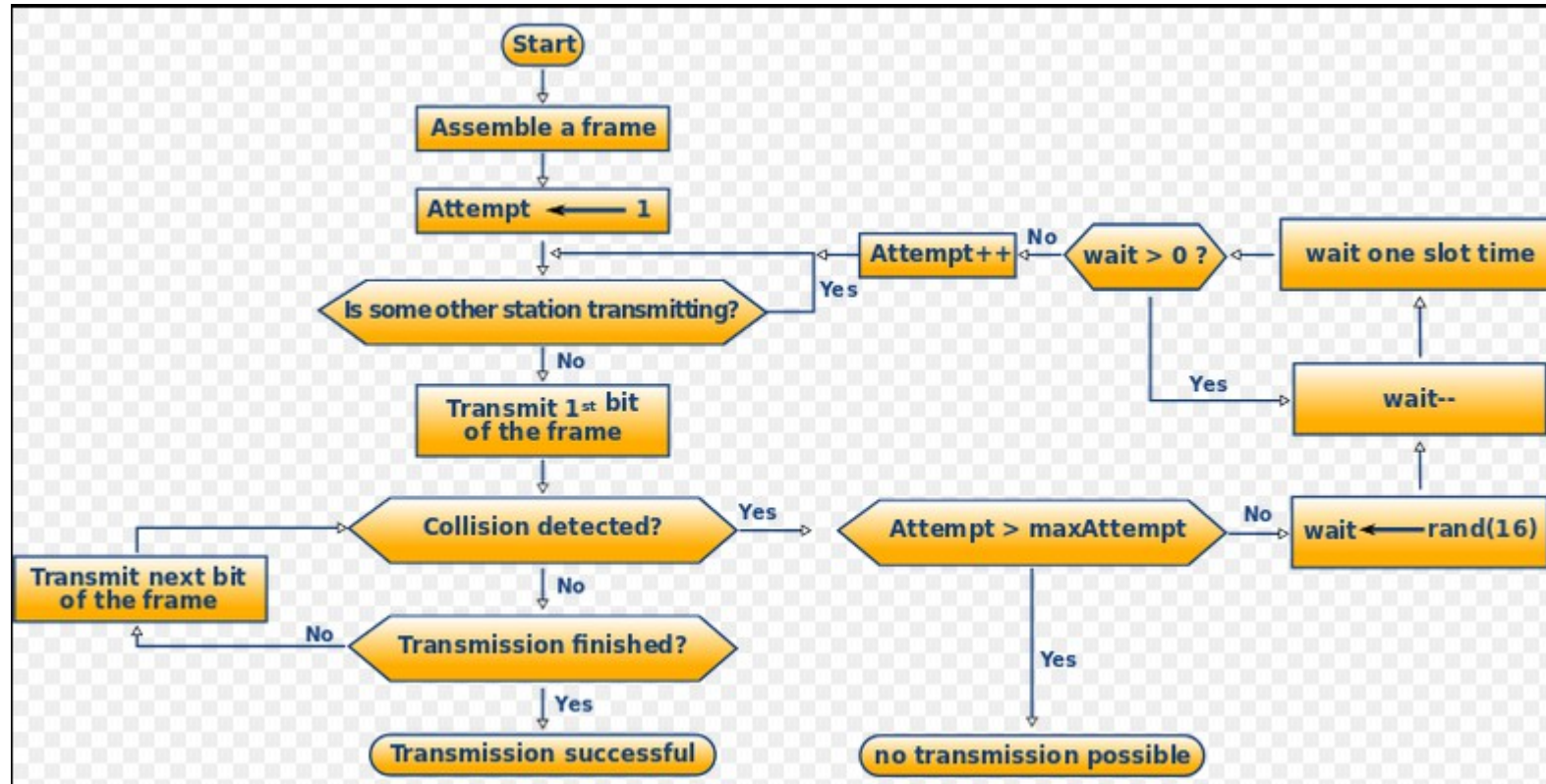
| Preamble | Destination Address | Source Address | Frame Type | Frame Data | CRC |
|----------|---------------------|----------------|------------|----------------|----------|
| 8 octets | 6 octets | 6 octets | 2 octets | 46–1500 octets | 4 octets |

- Jest kilka rodzajów ramek: Eth II (DIX), Novellraw, 802.2 LLC, 802.2 SNAP
- najpopularniejsza obecnie: Eth II, z typem za src adr
typy: 0x0800 ipv4, 0x0806 arp, 0x86DD ipv6, ... wikipedia/EtherType
 - ramki 802.2 * maja dodatkowy nagłówek w danych !!
wtedy zamiast „frame type” jest „length” <= 1500
dodatkowy nagłówek 802.2 jest wspólny dla eth, wifi i innych sieci...
 - podwarstwy warstwy 2:
LLC = Logical Link Ctrl, 802.2, eth: głównie EtherType
MAC = Media Access Ctrl, eth (magistralowy): CSMA/CD, dostęp do medium

Figure 2-1. The IEEE 802 family and its relation to the OSI model



Eth „magistralowy”/ zasada działania: CSMA/CD Carrier Sense Multiple Access w. Collision Detection



Jeśli łącze zajęte to wybiera się losowo czas z przedziału $[0, 2^N)$ dla $N=0..10$ dla każdej próby, dla $N=11..15$, z przedziału $[0, 1024)$ tzw „backoff time”; czeka się k jedn czasu ($k * 51.2$ mikro-sek)

Min długość ramki eth = 64 bajty, z tego wynika max średnica eth magistralowgo, bo wykryć kolizję można tylko w czasie nadawania ramki...

(kolizja musi dotrzeć do nadawcy zanim skończy nadawać)

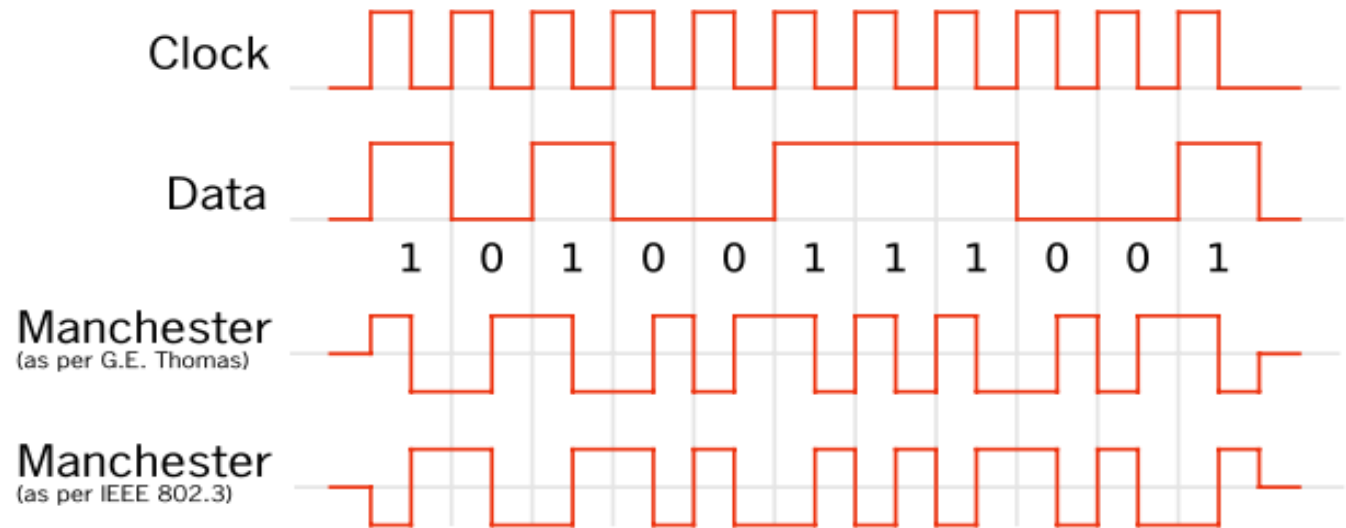
to NIE dotyczy eth „skrętka + switch „

Skrętka: kolizje tylko na 1 kablu, w trybie half-duplex...

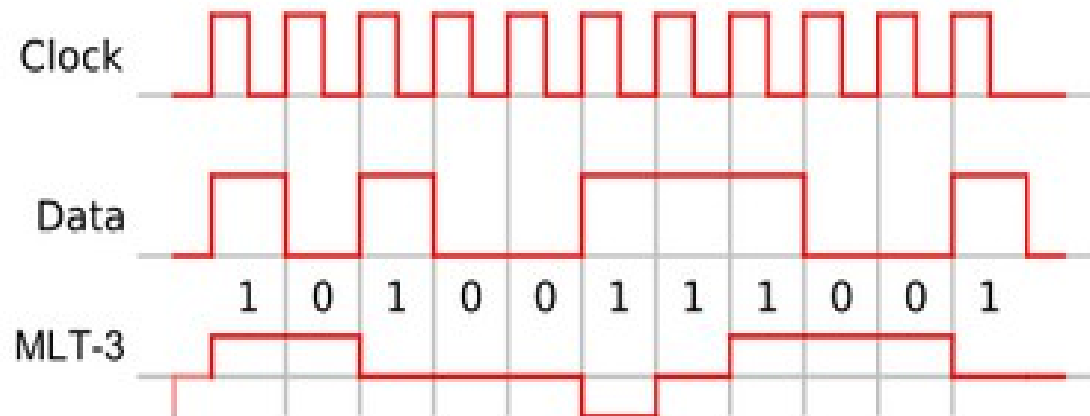
Eth, warstwa 1, baseband (kodowanie)

jak wygląda sygnał na kablu ???

Eth „magistralowy”:
kod Manchester
chodzi o „przemienność” prądu



Eth „skrętka + switch” (100BASE-TX):
„4B5B” - 4 bity zapisane za pomocą 5 bitów oraz...
„MLT-3” - przechodzi cyklicznie przez -1,0,1,0; „1” nast. wartość, „0” ta sama:



Switch eth (przełącznik)

Typy switch-y:

store-and-forward, tańszy, wczytuje całą ramkę do pamięci

cut-through, czyta nagłówek (adr dst), bezpośrednio przekazuje bity

Pamięć switch-a:

adr eth kryjące się za portem, bufor ramek (walka z przeciążeniem),

specjalna pamięć CAM = content addressable mem, droga

Kontrola przepływu:

half duplex – sztuczne kolizje, full duplex – ramka PAUSE

(ramka PAUSE zawięza czas wstrzymania nadawcy)

Drzewo spinające:

musi być, z uwagi na broadcast; STP (spanning tree prot), 802.1D

Inne uwagi o switch-u:

- może przyjmować/nadawać ramki na wsz portach równocześnie
- nie ma kolizji (o ile na skrętce jest full duplex, Fast eth – TAK)
- gdy wiele ramek idzie do tego samego portu to są buforowane
- switch „uczy się” przy pomocy adr src w ramkach

Eth/ uzupełnienia

Tłumienie nadawcy/ obrona przed przeciążeniem łącza
ramka PAUSE (802.3x) lub wymuszanie kolizji w starszym eth...

Drzewo spinające, STP, 802.1D
STP = spanning tree prot...

Link aggregation, 802.3ad
kilka kabli między dwoma switch-ami (poza tym drzewo...)
2 kable 100Mb/s = 200Mb/s
można też łączyć wewn magistrale switch (tych dużych)

FCS = Frame Check Sequence w eth: CRC
Jakie są inne możliwości ?
Rs232/bit parzystości i uogólnienia, kody Hamminga, ...

VLAN = podział sieci fizycznej eth na wirtualne sieci fizyczne
np. na 1 dużym switch-u
pozwała zmniejszyć „domenę rozgłoszeniową”
przełączanie w warstwie 3 (sprzętowe routery ?)

Częste pomyłki:

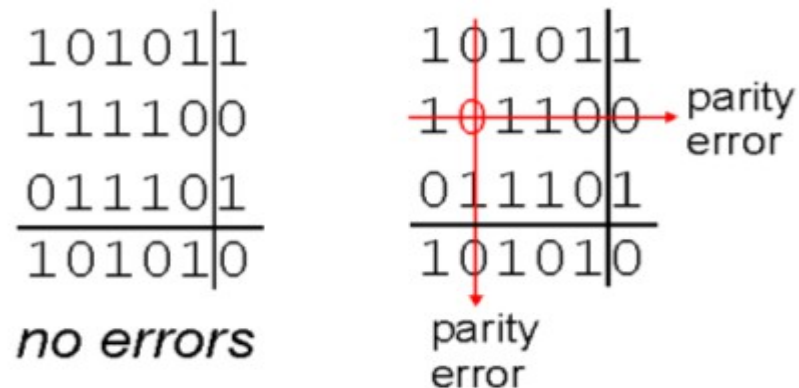
- domena kolizyjna vs domena rozgłoszeniowa
- różnica między routerem a switchem, jeśli chodzi o budowę (switch bardziej „sprzętowy”)

Error Detection and Correction (1)

Oprócz danych, przesyłamy/ przechowujemy dodatkowe dane: redundancja

RS232, łącze szeregowe, bit parzystości:

parzystość liczby jedynek w bajcie, wykrywa 1 błąd (przekłamanie bitu)
uogólnie pozwalające naprawić ten błąd:



Suma kontrolna, checksum, RFC 1071

używane przez IP, TCP, UDP

dane traktuje jako słowa 16bit, ich suma obliczona i zapisana w sys U1

CRC, używane przez eth,

dane jako wsp wielomianu nad ciałem GF(2), dzielone przez spec wielomian
crc to reszta z tego dzielenia (wsp)

można to łatwo realizować sprzętowo (karta eth to robi !!)

jak duży błąd zostanie zauważony przez crc? crc16, crc32 ??

Error Detection and Correction (2)

Kody Hamminga...

| Bit position | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
|---------------------|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Encoded data bits | p1 | p2 | d1 | p4 | d2 | d3 | d4 | p8 | d5 | d6 | d7 | d8 | d9 | d10 | d11 | p16 | d12 | d13 | d14 | d15 |
| Parity bit coverage | p1 | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x |
| | p2 | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x |
| | p4 | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x |
| | p8 | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x |
| | p16 | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x |

p_i , - bit parzystości dla oznaczonych bitów w tabeli, d_j – j-ty bit danych,
 Tutaj: 15 bitów danych, 5 bitów parzystości,
 Przykład: jeśli p1, p2, p8 wskazują błąd, to jest on na bicie p11 ($11=1+2+8$)