

## 4. Lokální síť Ethernet

Na vývoji systému Ethernet (1974 – 1980) se podílely tři společnosti : Xerox, Intel a Digital Equipment. Jednotlivé stanice systému musí mít schopnost přijímat a vysílat pakety po společném koaxiálním vedení s daným formátem a prodlevou paketů. Každý paket je posloupnost (sekvence) osmibitových slabik (viz obr. 6.8). Nejnižší významový bit každé slabiky (počínaje úvodním sledem) je přenášen nejdříve. Maximální velikost paketu je 1526 B (8B úvodní sled, 14B hlavička, 1500B data, 4B kontrolní zabezpečení CRC, kde B = slabika = byte = 8 bitů). Maximální velikost paketu je 72B (8B úvodní sled, 14B hlavička, 46B data, 4B CRC). Úvodní sled je 64 bitová synchronizační posloupnost, která je vytvořena střídáním jedniček a nul. Posloupnost je zakončena dvěma jedničkami. Adresa určení je 48 bitové pole, které specifikuje adresu stanice, na kterou má být paket doručen. Každá stanice testuje toto adresové pole, aby zjistila, zda může daný paket přijmout. První přenášený bit určuje typ adresy. Je-li roven nule, pak pole obsahuje adresu jediného zařízení. Naopak, je-li tento bit jednička, pak pole specifikuje skupinu příjemců. Speciálním případem je všeobecná adresa, která obsahuje samé jedničky, tj. daný paket je určen všem stanicím. Adresa odesílatele je tvořena 48 bitovým polem, které obsahuje adresu jediné stanice, která vysílala daný paket.

Typové pole je tvořeno 16-bitovým polem, které je určeno k identifikaci typu protokolu vyšší úrovně spjatého s paketem. Určuje způsob interpretace datového pole. Datové pole obsahuje 46 až 1500 slabik. Minimální délka datového pole zaručuje, že platné pakety budou rozlišitelné od zbytků střetů. Zabezpečovací pole paketu je 32 bitové, obsahuje zabezpečení pomocí cyklického kódu (CRC) definovaného generačním polynomem:

$$G(x) = x^{32} + x^{26} + x^{23} + x^{22} + x^{16} + x^{12} + x^{11} + x^{10} + x^8 + x^7 + x^5 + x^4 + x^2 + x + 1$$

Zabezpečení chrání adresy (odesílatele i příjemce), typové a datové pole. První přenesený bit zabezpečovacího pole je nejvyšší bit zbytku  $R(x)$ . Algoritmus CRC používá lineárního zpětnovazebního registru, který je na počátku nastaven na samé jedničky. Jakmile je přenesen poslední datový bit, obsah tohoto registru (zbytek po dělení  $G(x)$ ) je invertován a přenesen jako CRC pole. Minimální prodleva mezi pakety je 9,6  $\mu\text{sec}$ , tj. minimální čas, který musí uplynout po jednom přenosu, než-li může začít další. Maximální oběhové zpoždění je 51,2. (délka kolizního slotu odpovídá 512 bitům dat, tedy zhruba 50  $\mu\text{s}$ ). Každá přijatá posloupnost bitů menší než-li platný paket s minimální délkou (s minimálním datovým polem) je zavržena jako zbytek po kolizi. Řídící procedura definuje jak a kdy může stanice vyslat paket do společného kabelu, přičemž existují tyto režimy :

- mlčení , kdy stanice nesmí vysílat do koaxiálního kabelu, jestliže je přítomna nosná nebo v intervalu minimální prodlevy (mezi pakety po skončení nosné),
- vysílání , stanice smí vysílat, jestliže není v režimu mlčení, může pokračovat ve vysílání dokud není dosaženo konce paketu nebo není detekovaná kolize,
- přerušování , jestliže je detekována kolize, vysílání paketu se ukončí a je vysílán ještě nějakou dobu určitý signál. Jedná se o 4 až 6 slabik libovolných dat, čímž všechny ostatní stanice, které se účastnily kolize, toto rozeznají,
- opakované vysílání , když stanice rozpoznala kolizi a přerušila vysílání, musí čekat náhodnou prodlevu v režimu mlčení a potom se pokusí o znovu vysílání paketu. Náhodná prodleva se vypočítá pomocí algoritmu obnovy. Po vyčerpání 16-ti pokusů o vysílání se vypočítává pomocí zjednodušeného binárně-exponenciálního algoritmu obnovy, s cílem vyřešit soupeření i pro více stanic.



Zpoždění před n-tým pokusem je náhodné číslo, z intervalu  $\langle 0, 2^n - 1 \rangle$  s rovnoměrným rozložením pro  $n \leq 10$ . Pro další pokusy interval zůstává  $\langle 0, 1023 \rangle$ . Časová jednotka pro opakování vysílání je 51,2  $\mu\text{sec}$ . Na koaxiálním kabelu je použito kódování typu Manchester (viz obr. 7.1), které má 50 % činitelů plnění a zaručení přechod uprostřed každé bitové informace (jednoho modulačního intervalu). První polovina modulačního bitu, tj. Signál je kódován fázově. Kmitočet přenosu dat je 10 MHz, přítomnost bitových přechodů indikuje přítomnost nosné. Nosnou se rozumí jakákoliv aktivita na kabelu. Jestliže modulační přechod není mezi 0,75 až 1,25 doby modulačního intervalu (počítáno od středu předchozího modulačního intervalu), pak je ztracena nosná a je indikován konec paketu. Koaxiální kabel má impedanci  $50 \pm 2 \Omega$ . Maximální ztráty kabelového úseku (od jednoho ke druhému konci) jsou 8,5 dB při 100 MHz (tj. Asi 500 m kabelu s nízkými ztrátami). Technické prostředky musí pracovat v okolním poli 2 V/m od 10 kHz do 30 MHz a 5 V/m v rozmezí frekvencí 30 MHz až 1 GHz. Stínění má přenosovou impedanci menší než 1 m $\Omega$ /m ve frekvenčním rozsahu 0,1 MHz až 20 MHz. Koaxiální kabel nemá být spojen s žádnou zemí. Pro systém Ethernet je vyvinut složitý integrovaný obvod 82586. Lokální síť Ethernet se stala standardem pro lokální sítě v administrativě. Základní strukturou sítě je segment, tvořený koaxiálním kabelem o délce nejvýše 500m. Na segment lze připojit nejvýše 100 stanic. Rozsáhlejší síť lze vytvořit propojováním segmentů pomocí retranslátů, pak největší vzdálenost mezi dvěma stanicemi (délka kabelu) může být 2,5 km. Rychlost přenosu je 10 Mb/s, řízení sítě odpovídá linkovému protokolu CSMA/CD. Zajištění stability sítě je dosaženo opakováním paketů s náhodně zvoleným intervalem. Na úrovni komunikačního systému jsou všichni účastníci rovnocenní.