

Curs 1 – Rețele digitale plesiocrone

Tehnici digitale în rețelele de telecomunicații

O rețea de telecomunicații este formată din sisteme care asigură transportul informațiilor (sisteme de transmisiuni sau legături) și din sisteme care asigură comutația (rutarea) acestora (sisteme de comutație sau comutatoare).

În afară de acestea, orice rețea de telecomunicații conține o infrastructură ce permite accesul abonaților la serviciile oferite (rețeaua de acces). Rețelele digitale de telecomunicații conțin sisteme de transmisiuni digitale și comutatoare digitale. Obiectivul final al integrării digitale, constă în utilizarea exclusivă a tehnologiei digitale în toate cele 3 domenii: transport, comutație, acces.

În rețelele moderne, în afară de sistemele de transmisiuni și comutație, rețeaua de telecomunicații mai poate conține o rețea de semnalizări, o rețea de sincronizare, respectiv o rețea de gestiune (TMN – Telecommunication Management Network). Aceste rețele, oferă sau vor oferi în viitor o gamă din ce în ce mai largă de servicii, pornind de la sistemul telefonic clasic (POTS – Plain Old Telephone Service), transmisii de date, videoconferință, video la cerere (VOD – Video On Demand), televiziune digitală de înaltă definiție (HDTV – High Definition Television). Noile rețele de telecomunicații sunt proiectate pentru a transmite 3 tipuri fundamentale de informații: voce (sunet), date și imagini.

1. Ierarhii digitale plesiocrone

Rețeaua digitală plesiocronă este o rețea de telecomunicații destinată transportului semnalului vocal. Este specializată în oferirea serviciului telefonic clasic (POTS) și este referită adesea cu acronimul PSTN. Poate asigura în anumite limite (debite) și transportul datelor.

Transportul în rețeaua digitală plesiocronă are la bază ierarhia digitală plesiocronă (PDH – Plesiochronous Digital Hierarchy). PDH utilizează semnale digitale obținute prin multiplexarea în timp (TDM) a unor afluente digitale. Cadrele TDM rezultate au o structură specificată. Durata unui cadru și debitul de transmisiune asigurat variază în funcție de nivelul ierarhic. Pe plan mondial sunt definite și operează ierarhii plesiocrone diferite (Europa, SUA, Japonia).

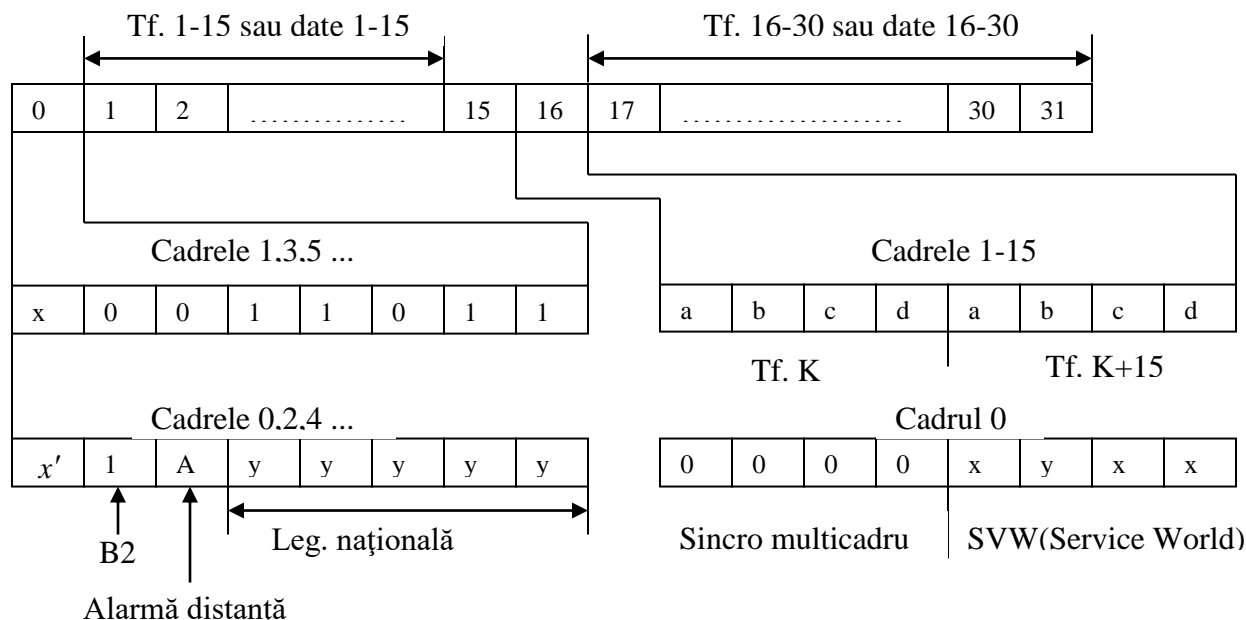
Elementul ce stă la baza tuturor ierarhiilor plesiocrone este multiplexorul primar. Există 2 tipuri de multiplex primar (definite de CCITT) – European (E1) și nord american+japonez (DS1).

Sistemul multiplex primar European E1

- Frecvența de eșantionare – 8KHz
- Tehnica de digitizare a vocii – MIC cu cuantizare neuniformă
- Nr. De biți / eșantion – 8
- Durata unui cadru – 125 microsec
- Debitul binar al unui canal telefonic – 64Kbps
- Caracteristica de compandare – Legea A ($A=87.6$)
- Nr. de intervale de timp / cadru – 32
- Nr. căilor (canalelor) telefonice – 30
- Nr. de biți / cadru – $32 \cdot 8 = 256$

- Debitul binar total – $256 \cdot 8\text{KHz} = 2048\text{Mbps}$
- Sincronizarea cadrelor – cu secvențe grupate (0011011) transmise în intervalul 0 al cadrelor impare

Structura cadrului primar E1



x - legătură internă sau CRC(4)

x' - legătură internațională sau sincro mc (la transmisii de date)

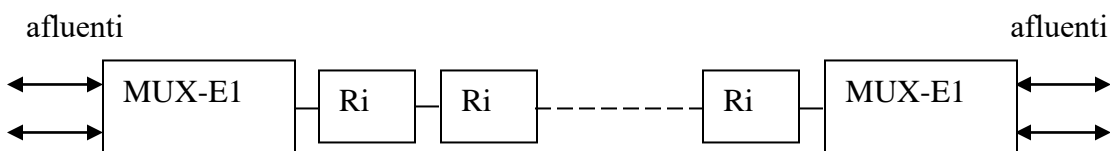
Dacă semnalizările nu se transmit în canal comun, ci cu 4 biți / cale, cele 15 cadre corespunzătoare semnalizărilor tuturor celor 30 de căi telefonice, împreună cu cadrul 0, formează o structură numită multicadru de semnalizare (mc). Un mc conține 16 cadre E1.

Prin multiplexarea semnalelor E1 rezultă multiplexare de ordinul 2 (secundare) E2. La rândul lor, acestea pot fi multiplexate și rezultă multiplexele terțiare E3, etc.

Pe intercomunicații (legături între centrale locale) și trunchiuri (legături la mare distanță, interurbane) se utilizează, în funcție de trafic, sisteme multiplex de orice ordin. Ce multiplex de abonat se utilizează în general sisteme E1 sau cel mult E2?

2.Sisteme de legături digitale în PSTN

a) Legătura digitală la 2048 Mbps (E1).



Multiplexele sunt primare. Orice MUX – E1 prezintă două interfețe: una spre echipamentul de comutație și una spre linie.

Funcțional, un MUX – E1 conține un echipament pentru adaptarea semnalizărilor (EAS), echipamentul de multiplexare / demultiplexare PCM (MUX - PCM) și echipamentul de linie terminal (ELT).

EAS asigură transmisia bidirecțională a fluxului de semnalizare de 64 Kbps corespunzător celor 30 canale telefonice.

MUX – PCM are funcții diferite pe partea de emisie (E), respectiv pe cea de recepție(R). Funcția principală este cea de multiplexare (E) / demultiplexare (R) a afluenților. Dacă afluenții sunt analogici (MUX – E1 de abonat sau conectat la o centrală telefonică analogică), MUX – PCM realizează conversia A/D (E) și D/A (R) a fiecărui afluent.

Alte funcții:

- asigurarea parametrilor necesari punerii în linie a semnalului digital
- constituirea cadrului multiplex E1, îndeplinită de niște registre de asamblare (E) / dezasamblare (R)
- generează ceasul de emisie clk_E cu o precizie de $50 \cdot 10^{-6}$
- asigură strategia de sincronizare la nivel de cadru

ELT conține (în sensul de recepție) regeneratorul final care va furniza semnalul digital regenerat precum și ceasul de recepție reconstituit din semnalul recepționat. Pentru asigurarea a cât mai multe tranziții în semnalul de linie se poate utiliza codul ADI (Alternate Digit Inversion), care din 2 în 2 biți produce inversarea valorii bitului respectiv. Astfel șirurile lungi de 0 se transformă în 010101 În afară de aceasta, ELT conține câteva funcții primare de operare și transmisie pe cele 2 sensuri (lipsă semnal la emisie și rata de eroare la recepție); separă galvanic echipamentul de linie (prin trafic de linie) și asigură telealimentarea regeneratoarelor intermediare.

Concluzii: - funcții îndeplinite de MUX – E1

- inserarea și extragerea semnalizărilor
- modularea și demodularea PCM
- multiplexarea și demultiplexarea afluenților
- asamblarea / dezasamblarea cadrului multiplex
- asigurarea parametrilor electrici a semnalului pe interfața digitală
- asigurarea sincronizării la nivel de cadru, a ceasului de emisie, a sincronizării la nivel de bit
- asigurarea unor funcții de monitorizare și întreținere

b) Legătura digitală la 8448Mbps (E2)

Multiplexele se notează cu MUX – E2. Funcțiile sunt similare celor îndeplinite de MUX – E1.

Un MUX – E2 poate fi utilizat pentru multiplexarea a 120 canale telefonice (multiplex de abonat) sau pentru a multiplexa 4 afluenți primari din ierarhia PDH.

În general, afluenții unui multiplex digital pot fi izocroni (sunt generați de ceasuri provenind de la un GT mic) sau anizocroni (tactul pe care au fost emiși provine de la GT fizice diferite).

Afluenții E1 ce trebuie transmiși prin multiplexarea în timp pe linia digitală provin uzual din noduri diferite ale PSTN și deci sunt emiși pe ceasuri plesiocrone (a

căror frecvență și fază diferă). În plus, deoarece stabilitatea GT este limitată, debitul aluenților variază în timp. Pentru a compensa diferențele între debitele aluenților și variația acestora în timp, se utilizează biți de dopare. Multiplexarea în timp a aluenților anizocroni se numește asincronă.

Doparea

Reprezintă o tehnică prin care un semnal cu debit variabil poate fi adaptat la un semnal (cadru) cu debit fix.

Se notează cu P – biți de dopare pozitivă și N – biții de dopare negativă. În funcție de debitul aluentului, biții P, respectiv N ce vor fi transmiși vor conține informație utilă sau vor fi vizi.

Doparea nulă → Dacă aluentul operează la ceasul nominal, doparea este nulă. Toți biții P vor fi biți de informație (I), iar toți biții N vor fi vizi (V).

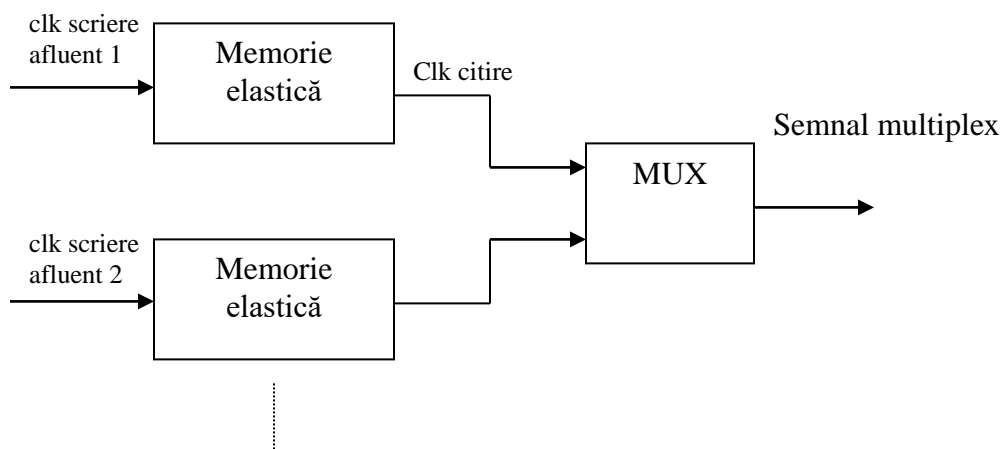
Dopare negativă → Dacă aluentul operează la un ceas mai mare decât ceasul nominal, doparea este negativă. Biții P vor fi biți de informație, iar biții N vor fi biți de informație, fir biți vizi.

Dopare pozitivă → Dacă aluentul operează la un ceas mai mic decât cel nominal. Toți biții N vor fi vizi, iar P vor fi fie biți de informație, fie biți vizi.

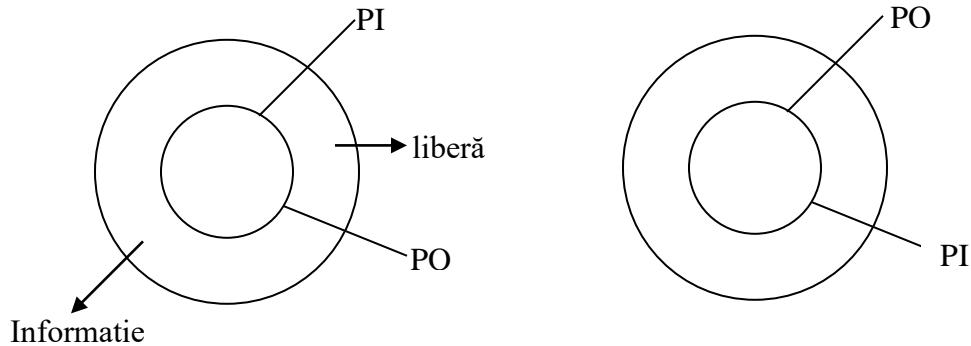
La recepție, DEMUX trebuie să extragă din canalul temporal corespunzător aluentului biții de dopare vizi, transmițând în continuare doar pe cei de informație. Pentru ca DEMUX să poată face distincția între biții V care trebuie extrași și biții I care trebuie livrați pe ieșire, tipul fiecărui bit (I / V) de dopare este specificat în cadrul multiplex. Procedura se numește semnalizarea dopării. Pentru fiecare bit (P sau N) se va introduce în cadru minimum un bit de semnalizare (C) care îi va specifica tipul.

Memorii elastice

Pentru adaptarea debitelor variabile ale aluenților la debitul fix al cadrului multiplex, biții recepționați de la fiecare aluent se stochează întâi într-o memorie.



Fiecare memorie este înscrisă pe ceasul propriu afluentului (regenerat din fluxul digital) și este citită pe un ceas mic fix, dat de GT al MUX. O astfel de memorie → memorie elastică. Gestionarea ei se realizează cu ajutorul a 2 pointeri: unul de intrare PI și unul de ieșire PO. PI este comandat de ceasul afluentului și PO de cel al MUX (unic pentru toți afluenții).



Dacă debitul afluentului e mare (afluent rapid) memoria are tendința să se umple, PI apropiindu-se de PO.

Dacă debitul afluentului e mic (afluent lent) memoria are tendința să se golească, PO apropiindu-se de cel de intrare, PI.

Cu ajutorul memoriilor elastice se realizează sincronizarea unor semnale plesiocrone. Memoria elastică absoarbe și variațiile de debit pe termen scurt.

Dezavantaj → introduce întârzieri în linia digitală.

Dimensionarea memoriilor este un compromis între capacitatea de absorbție a variațiilor de debit (e cu atât mai mare cu cât memoria este mai mare) și întârzierea introdusă în rețea (e cu atât mai mică cu cât memoria este mai mică).

Cadrul E2

Cadrul multiplex secundar din ierarhia plesiocronă (E2) se analizează prin multiplexarea în timp asincronă cu întretesere de biți și dopare pozitivă a 4 aflunți E1.

Ceasurile de înscriere în memorie – între 2047,9 și 2048,1 Kbps.

Ceasul de citire din memorie este de $8448 / 4 = 2112$ KHz.

Pointerul de ieșire nu va extrage biți din memorie pe fiecare tact. Într-un cadru există 6 intervale de tact / afluent în care se transmit în linie biți suplimentari, timp în care în memorie se înscriu biți dar nu se citesc.

Un cadru E2 prevede un singur bit de dopare (P) / afluent.

Alte caracteristici:

-durata unui cadru $\approx 100.4\mu s$.

-numărul total de biți / cadru → 848 biți.

-sincronizarea la nivel de cadru: cu secvență SINC grupată cu lungime de 10b: 1111010000 situată la începutul cadrului.