

# Curs 2

## Tehnici de acces și de semnalizare utilizate în rețele telefonice clasice.

---

Zsolt Polgar

Communications Department  
Faculty of Electronics and  
Telecommunications,  
Technical University of Cluj-Napoca

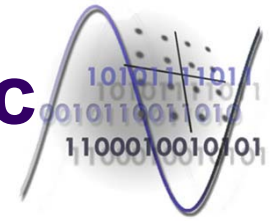


# Conținutul cursului



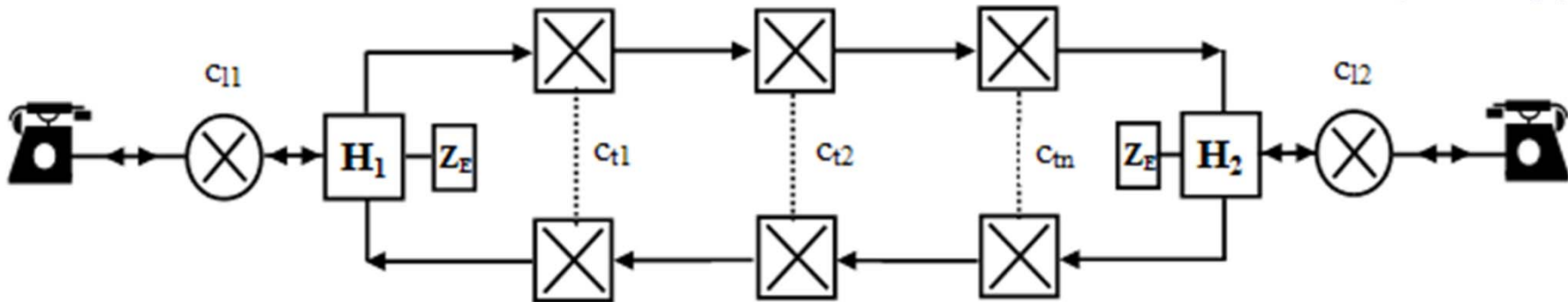
- Accesul analogic. Caracteristici de bază;
- Clasificarea tehnicilor de semnalizare;
- Semnalizarea de acces;
  - Semnalizarea “loop start” și semnalizarea “ground start”;
  - Semnalizarea FX (FXS/FXO);
- Semnalizarea pe trunchi;
  - Diagrama generală;
  - Semnalizarea E&M;
  - Semnalizarea MFC-R2;

# Accesul analogic

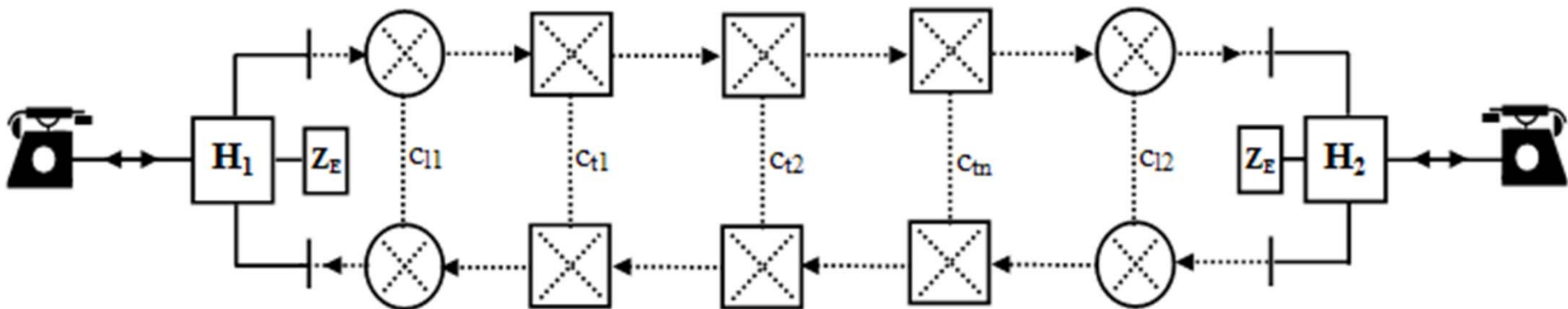


- Metoda cea mai simplă de acces în rețeaua telefonică;
  - este caracteristic rețelelor telefonice analogice POTS (“Plain Old Telephone Service”);
  - este utilizat datorită simplității și în rețelele IDN;
- Caracteristici principale ale accesului analogic:
  - lărgime de bandă 300Hz – 3400Hz;
    - extindere spre 4kHz în cazul rețelelor digitale;
  - Acces pe două fire și telealimentare din centrală la -48Vcc;
    - aparatul telefonic lucrează pe patru fire, dar transmisia până la centrală are loc pe două fire;
      - noțiunea de patru fire se referă la două canale cu sensuri opuse pe suporturi fizice diferite (fire torsadate de exemplu);
    - comutația analogică locală are loc pe două fire, dar comutația digitală și transmisia interurbană și internațională (atât analogică cât și digitală) au loc pe patru fire.

# Accesul analogic



- Comutație analogică;



- Comutație digitală;
- Sunt necesare două puncte de trecere 2 fire - 4 fire asigurate de un sistem diferențial numit transformator hibrid (H);

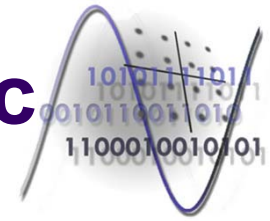
# Accesul analogic



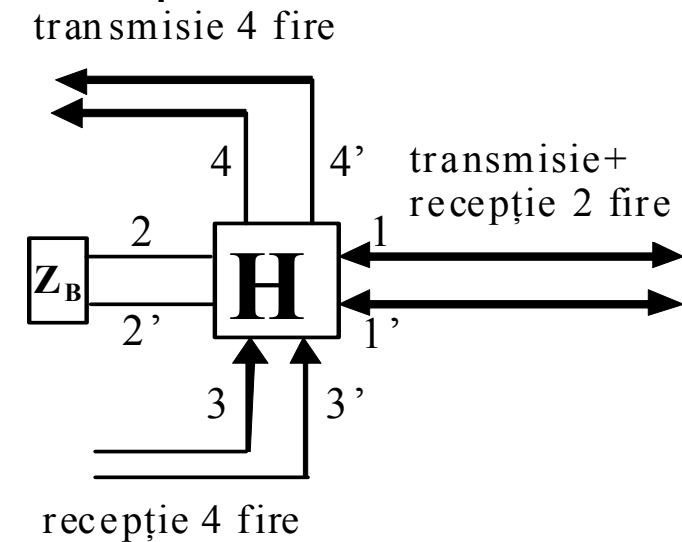
- Rolurile hibridului:

- transferă semnalele generate de fiecare terminal pe ramurile de transmisie ale circuitului la 4 fire;
- transferă semnalele de pe circuitele la patru fire pe circuitul de abonat la 2 fire;
- atenuează trecerea semnalelor de pe ramura de recepție pe ramura de transmisie.
  - sistemul diferențial reprezintă o punte al cărui echilibru este asigurat de relația  $Z_l = Z_b$  (1), unde  $Z_l$  este impedanța liniei, iar  $Z_b$  (sau  $Z_E$ ) este impedanța echilibrului;
  - condiția (1) nu poate fi îndeplinită cu exactitate în toată gama de frecvență și pentru toate lungimile liniilor de abonat;
    - nu se asigură o echilibrare perfectă și se introduc dezadaptări de impedanță;
    - o fracțiune a semnalului recepționat pe ramura de recepție a buclei la 4 fire se transmite pe ramura de emisie a buclei, în sens invers sub formă de ecou.

# Accesul analogic



- Caracteristicile transformatorului hibrid;
  - Este numit și sistem diferențial;
  - Este un circuit caracteristic și altor sisteme sau echipamente unde este necesară separarea căilor de transmisie și de recepție:
    - de ex. un echipament radio, care utilizează aceeași antenă pentru transmisie și recepție necesită un sistem diferențial pentru separarea ieșirii amplificatorului de emisie de intrarea amplificatorului de recepție;
  - Reprezintă un cuadriport având următoarele porturi:
    - port bidirecțional (1 – 1'):
      - asigură conectarea la linia la 2 fire;
    - port de echilibrare (2 – 2'):
      - se conectează impedanța de echilibrare;
    - port unidirecțional recepție (3 – 3');
    - port unidirecțional transmisie (4 – 4')
      - două porturi unidirecționale care asigură conectarea la linia (bucla) la 4 fire.



# Accesul analogic

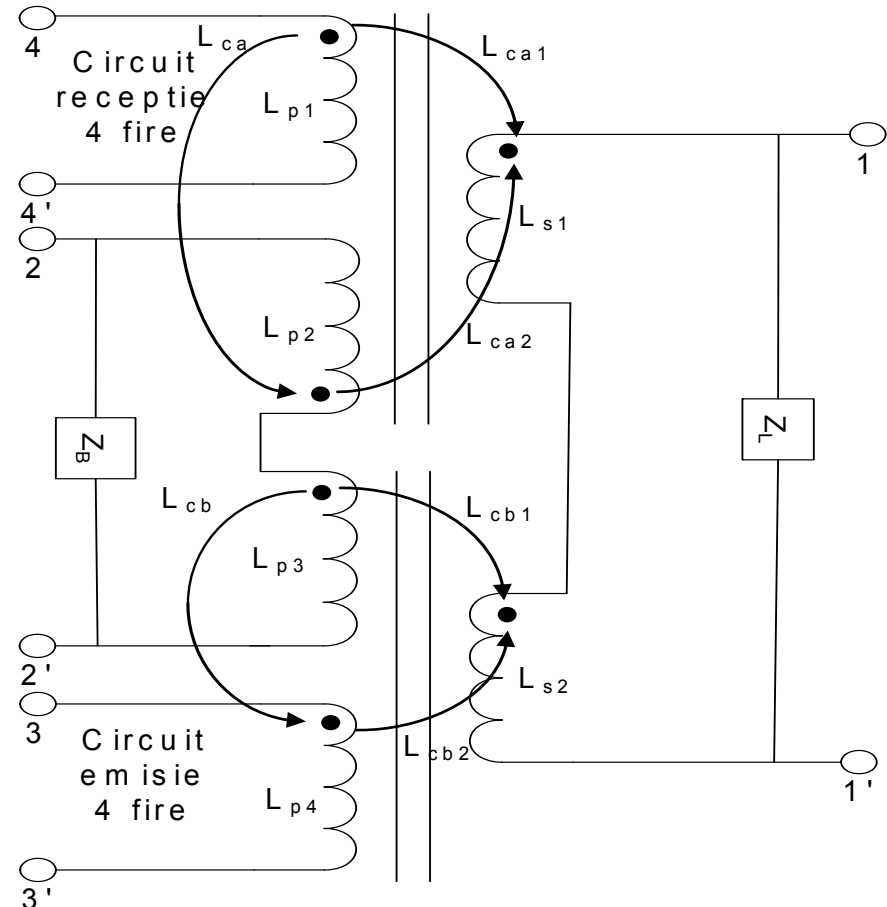


- Parametrii transformator hibrid:
  - Atenuare între porturile (3 – 3') - (4 – 4'):
    - atenuarea între calea de recepție și cea de emisie din bucla la 4 fire;
      - această atenuarea trebuie să fie cât mai mare posibilă;
      - ideal este infinită, iar în circuite reale are o valoare aproximativă de 15 - 20dB - este vorba de atenuarea de echilibrare a transformatorului hibrid;
      - prin reciprocitate aceeași atenuare trebuie asigurată între porturile (1 – 1') - (2 – 2'), dar această atenuare nu este foarte importantă.
  - Atenuările între porturile (1 – 1') - (4 – 4') și (3 – 3') - (1 – 1'):
    - atenuări între calea de recepție din circuitul la 4 fire și circuitul la 2 fire și atenuarea între circuitul la 2 fire și calea de emisie din circuitul la 4 fire;
      - aceste atenuări trebuie să fie cât mai mici posibile;
      - de regulă sunt de 3dB în cazul unui transformator cu structură simetrică, datorită divizării egale a puterii recepționate/transmise la un port al transformatorului la porturile adiacente;
      - prin reciprocitate atenuare între porturile (2 – 2') - (4 – 4') este egală cu atenuarea între porturile (1 – 1') - (4 – 4') și atenuarea între porturile (3 – 3') - (2 – 2') este egală cu atenuarea între porturile (3 – 3') - (1 – 1').

# Accesul analogic



- Impedanțele de intrare / ieșire la porturile (1 - 1'), (3 - 3'), (4 - 4');
  - importante din punctul de vedere al adaptărilor de impedanță dintre transformatorul hibrid și echipamentele din circuitele la 2 și 4 fire.
- Transformatoare hibride din interfețele de abonat:
  - Transformator pasiv cu separare galvanică a circuitelor:
  - Este compus din două transformatoare cu priză mediană.
  - Este simetric:
    - simetria depinde de simetria transformatoarelor componente.

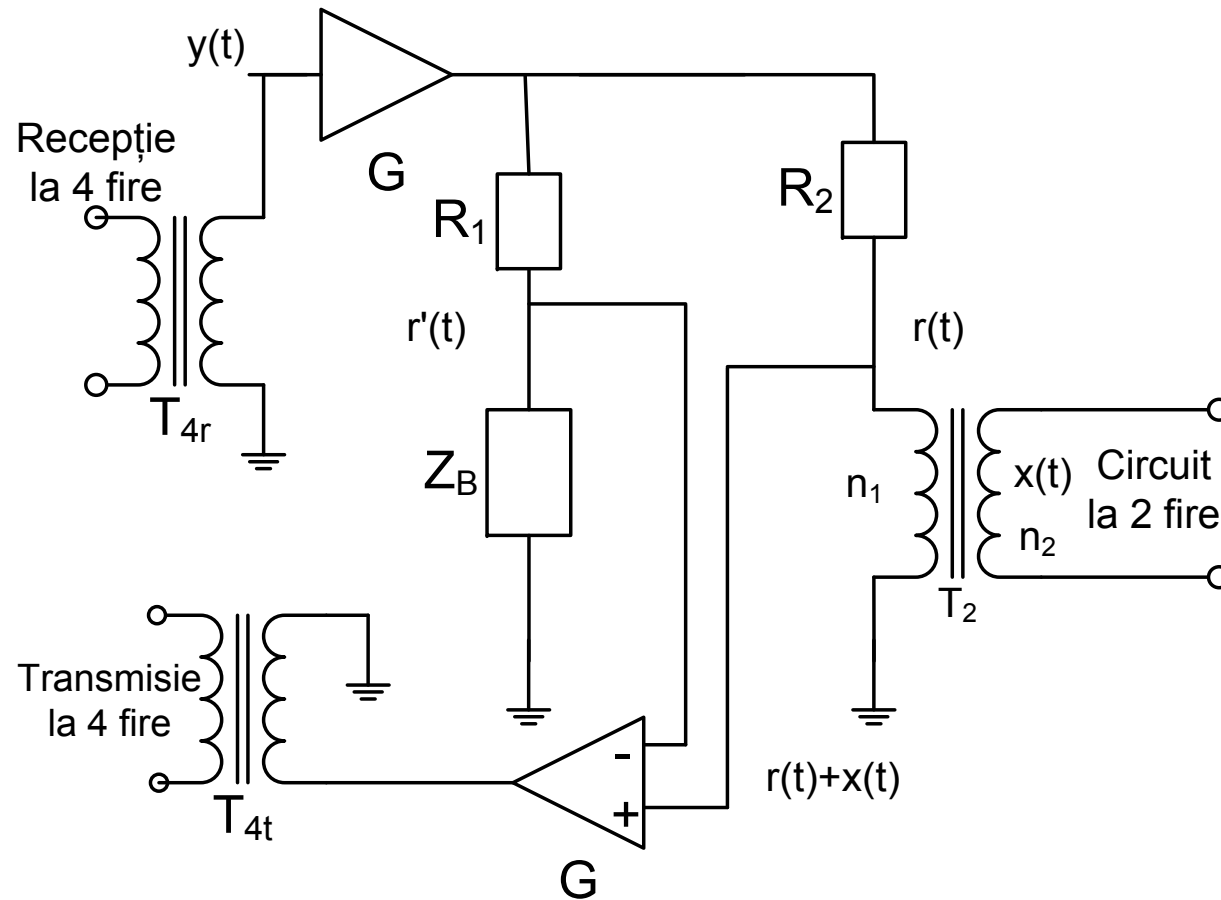




# Accesul analogic



- Transformator hibrid electronic;
- Schema hibridului electronic:



# Accesul analogic



- Transformatoarele  $T_{4r}$ ,  $T_{4t}$  și  $T_2$  asigură separația galvanică a hibridului față de circuitele la 4 fire și la 2 fire;
  - asigură un caracter simetric/diferențial față de circuitele externe;
- Puntea efectivă de echilibrare este formată din rezistențele  $R_1$ ,  $R_2$ , impedanța  $Z_b$  și impedanța  $Z_{r-1}$ ;
  - $Z_{r-1}$  este impedanța liniei de abonat reflectată în primarul transformatorului  $T_2$ , impedanță dată de:

$$Z_{r-1} = \left( \frac{n_1}{n_2} \right)^2 \cdot Z_1$$

- $Z_1$  este impedanța liniei la două fire, adică impedanța buclei de abonat;

- condiția de echilibru a punții este: 
$$\frac{R_1}{R_1 + Z_b} = \frac{R_2}{R_2 + Z_{r-1}}$$

# Semnalizarea. Aspecte generale



- Semnalizarea în telefonie se referă la:
  - Semnalele de control a apelului;
  - Tehnicile de transmitere a semnalelor de control;
  - Algoritmii de gestionare a apelului;
- Rolul semnalizării:
  - Controlul stabilirii, desfășurării și întreruperii unei convorbiri telefonice;
- Există mai multe clasificări posibile:
  - În funcție de tipul de canalele pe care le controlează:
    - semnalizarea de abonat (“subscriber signaling”);
      - utilizat între terminalul de abonat și centrala locală.
    - semnalizarea de trunchi (“trunk signaling”);
      - utilizat pe linii trunchi între centrale din rețeaua publică, între PBX și o centrală locală, între PBX-uri.

# Semnalizarea. Aspecte generale



- După modul în care se realizează transmisia semnalizării:
  - semnalizare în bandă;
    - semnalizare transmisă în aceeași bandă ca și semnalul util.
  - semnalizare în afara benzii;
    - semnalizare transmisă în afara benzii semnalului util.
  - semnalizare asociată canalului;
    - fiecare canal de voce (date) are asociat un canal separat de semnalizare.
  - semnalizare pe canal comun;
    - semnalizările asociate tuturor canalelor de voce (date) sau unor grupuri de canale se realizează pe un canal comun dedicat acestei operații.
- În funcție de rolul îndeplinit:
  - semnalizarea de management a rețelei:
    - caracteristic numai semnalizării de trunchi;
      - de ex. semnalizarea asociată tratării congestiilor în comutatoare.

# Semnalizarea. Aspecte generale



- semnalizarea de alertare;
  - se referă de regulă la trimiterea către echipamentul sau terminalul apelat (telefon sau centrală) a semnalului de sonerie;
  - acest semnal se aplică unei linii de abonat sau unui trunchi.
- semnalizarea de adresare;
  - se referă la transmiterea informației legate de numărul apelat pe linii de abonat sau pe trunchiuri;
  - se efectuează de terminal sau de un echipament de comutație;
  - se poate realiza prin impulsuri, tonuri DTMF sau pachete de date speciale în rețelele digitale (ISDN);
  - informația de adresă trebuie transmisă pe diverse legături într-o rețea comutată până la realizarea finală a legăturii;
  - semnalizarea de adresă pe trunchiuri se realizează de regulă (într-o rețea telefonică clasică) conform unei tehnici MF (Multifrecvență):
    - este diferită de semnalizarea de pe linia de abonat (cod 2 din 6);
    - această semnalizare este de forma: KP + număr +ST;
    - KP (“Key Pulse”) reprezintă începutul transmisiei numărului de telefon;
    - ST (“Start”) reprezintă sfârșitul acestei transmisii și începutul operației de procesare a numărului – vezi tabelul următor.

# Semnalizarea. Aspecte generale



- Codare MF a caracterelor (cifrelor) utilizate în semnalizarea de adresă pe trunchiuri:
  - frecvențele sunt exprimate în Hz;

Cifră/simbol	Frecvența 1	Frecvența 2
KP	1100	1700
KP2	1300	1700
1	700	900
2	700	1100
3	900	1100
4	700	1300
5	900	1300
6	1100	1300
7	700	1500
8	900	1500
9	1100	1500
0	1300	1500
ST	1500	1700

# Semnalizarea. Aspecte generale



- semnalizare de supervizare a apelului;
  - detectează starea sau schimbă condiția liniei sau a trunchiului;
    - există două condiții supervizate: ON-HOOK (stare inactivă) și OFF-HOOK (stare activă);
    - când o linie/trunchi trece în condiția off-hook, este interpretată ca și o rezervare din partea sistemului și starea lui trece din inactiv în activ;
    - schimbări scurte în condiția on-hook/off-hook a unei linii sau trunchi (*wink* sau *hook flash*) sunt tot o parte a semnalizării de supervizare.
  - se utilizează de regulă semnalizare în afara benzii;
    - o parte componentă a acestei semnalizări o constituie semnalizare de acces (“access signaling”) (a abonatului) și semnalizarea de buclă a centralei (“station loop signaling”);
      - semnalizarea de acces se referă la detecția stării off-hook a terminalului (de abonat) sau echipamentului (de ex. PBX) chemător;
      - semnalizarea de buclă a stației se referă la răspunsul centralei locale (sau PBX) legat de acceptarea sau neacceptarea accesului în rețea;
        - acceptarea acces: se trimite ton de disc;
        - neacceptare acces: se trimite un ton de ocupat.

# Semnalizarea. Aspecte generale



- o componentă importantă a semnalizării de supervizare o constituie semnalizarea răspunsului și a deconectării;
  - este important pentru taxare.
- semnalele de indicare a desfășurării apelului sunt strâns legate de semnalizarea de supervizare;
  - se referă la tonuri audibile care indică părții chemătoare desfășurarea apelului;
  - aceste tonuri sunt caracterizate de frecvență (sau grupuri de frecvențe) și temporizare (cadență);
  - aceste tonuri sunt următoarele:
    - tonul de disc – CO/PBX este gata să preia numărul apelat de la abonat;
    - tonul de ocupat – terminalul chemat este ocupat;
    - tonul de repetare (“reorder tone”) – la fel ca și tonul de ocupat, dar nerealizarea legăturii se datorează ocupării centralei sau a trunchiurilor;
    - tonuri cu informație specială – linia chemată deranjată sau inexistentă, etc.;
    - tonul de revers apel – indică postului chemător realizarea legăturii și apelarea postului chemat.



# Semnalizarea de acces



- Semnalizarea de acces;
  - Determină (anunță) dacă o linie este “off-hook” sau “on-hook”;
    - există două variante de bază a acestei semnalizări și anume:
      - semnalizare de tip „loop start”;
      - semnalizare de tip „ground start”.
    - semnalizarea „loop start” este comună rețelelor PSTN (“Public Switched Telephone Network”);
      - când telefonul este activ se închide o buclă de curent formată din telefon, fire și bateria din centrală, curent sesizat de un detector de curent;
      - curentul este detectat de un senzor de curent și centrala răspunde cu un ton de apel;
      - apelul către telefonul chemat este semnalizat prin transmiterea unui semnal care se repetă conform unui tipar;
      - probleme legate de această semnalizare:
        - echipamente cu răspuns automat pot rămâne blocate în starea “off-hook”;
        - centrala nu poate întrerupe legătura;
        - linia/trunchiul poate fi rezervată în același timp din ambele direcții.
          - formarea numărului începe în momentul în care se primește un apel;

# Semnalizarea de acces

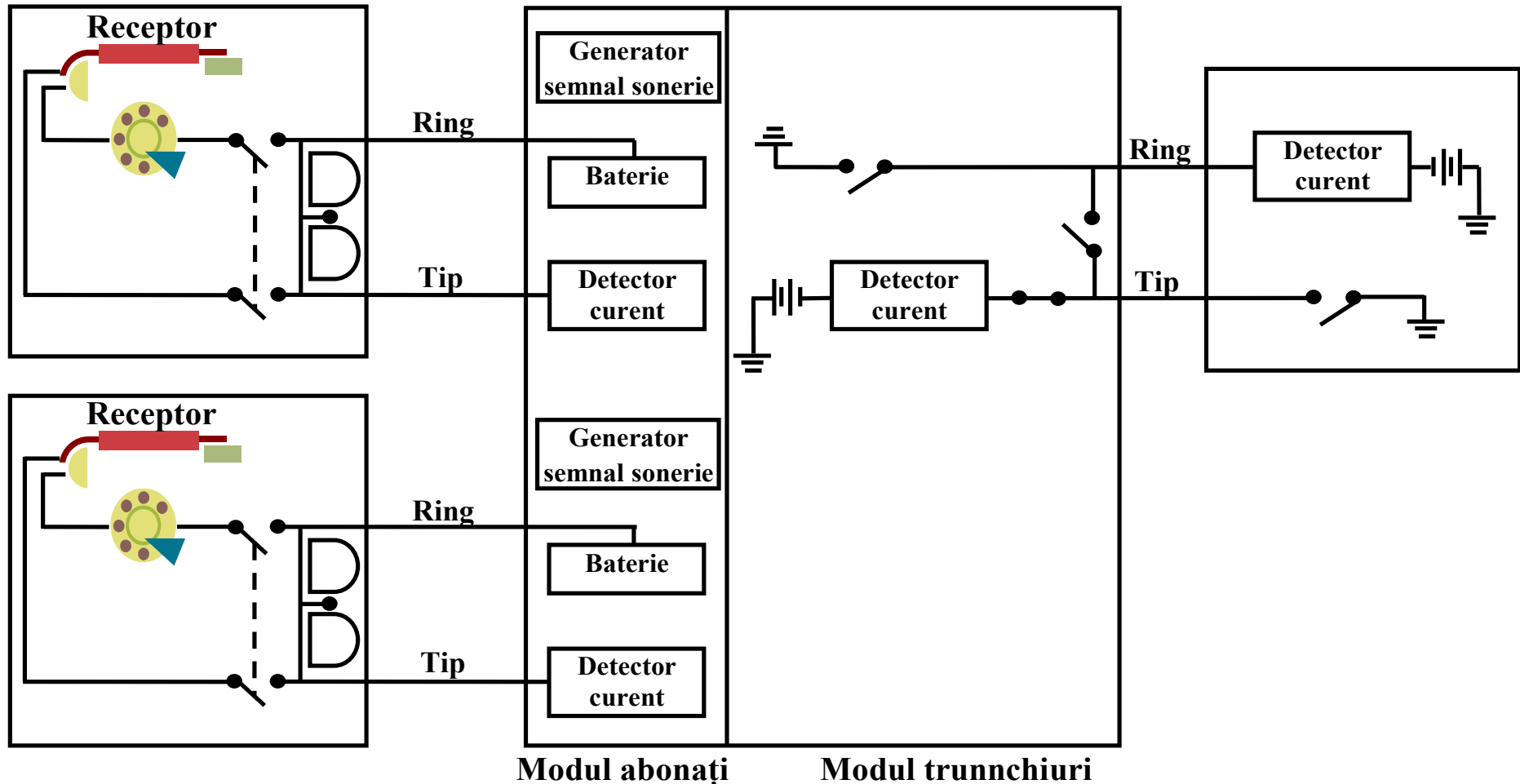


- semnalizare de tip „ground start” este utilizată în special pe legături de trunchiuri analogice (PBX - CO);
  - când un echipament dorește să acceseze rețeaua (să înceapă un apel) conectează firul RING la pământ;
  - centrala (care se accesează) detectează curentul în acest fir și dacă poate accepta apelul pune firul TIP la pământ;
  - echipamentul apelant sesizează curentul prin firul TIP și începe apelul;
  - întreruperea legăturii se poate realiza de oricare dintre părți;
  - un ton de disc poate fi trimis către echipamentul apelant, dar este opțional.

# Semnalizarea de acces



- Semnalizare de acces de tip „loop start” și „ground start”;  
PBX (Generează apelul)

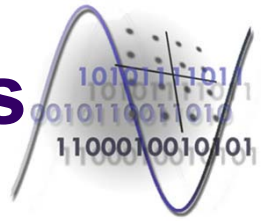


# Semnalizarea de acces

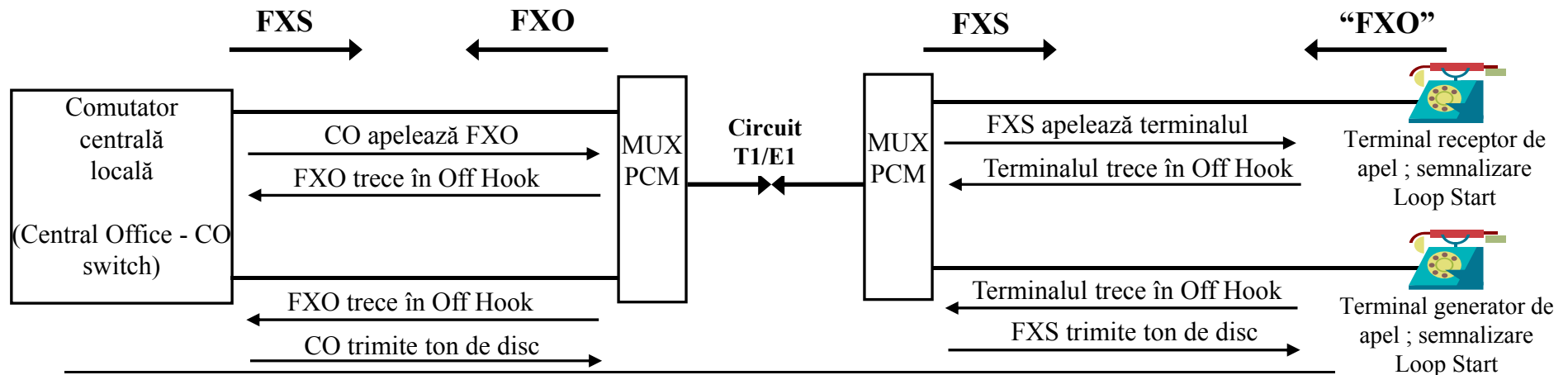
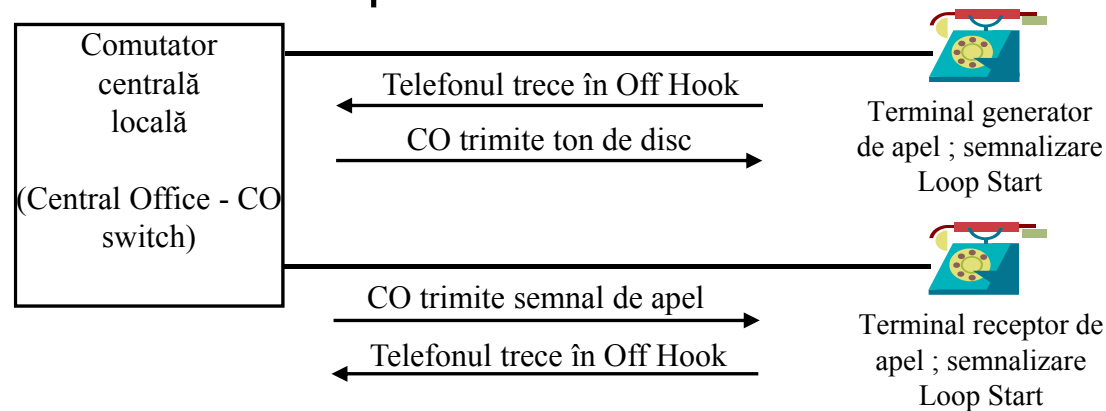


- Semnalizare **F**oreign **eX**change (FX);
  - numită și semnalizare FXS/FXO “Foreign eXchange Station” (FXS) / “Foreign eXchange Office” (FXO);
  - a fost dezvoltat pentru conectarea centralelor PBX la centrale CO;
  - o interfață de tip FXS este utilizată pentru conectarea unui unui multiplexor la CO (“Central Office”);
  - interfața dintre aparatul telefonic și CO este similară interfața FX;
  - interfața FXS localizată în CO asigură:
    - alimentare;
    - generare semnal apel;
    - detecție off-hook;
    - semnale indicare stare apel („call progress indicator signals”).
  - interfața FXO localizată în PBX (sau telefon) asigură:
    - detecție ton de disc;
    - detecție semnal de apel;
    - detecție semnale de control apel.

# Semnalizarea de acces



- Principiul semnalizării FXS/FXO;
  - Conectarea unui telefon la CO;
  - Conectarea unui echipament PCM la CO.



# Semnalizarea de acces



- Alocarea biților AB pentru reprezentarea semnalelor asociate semnalizării FXS/FXO:

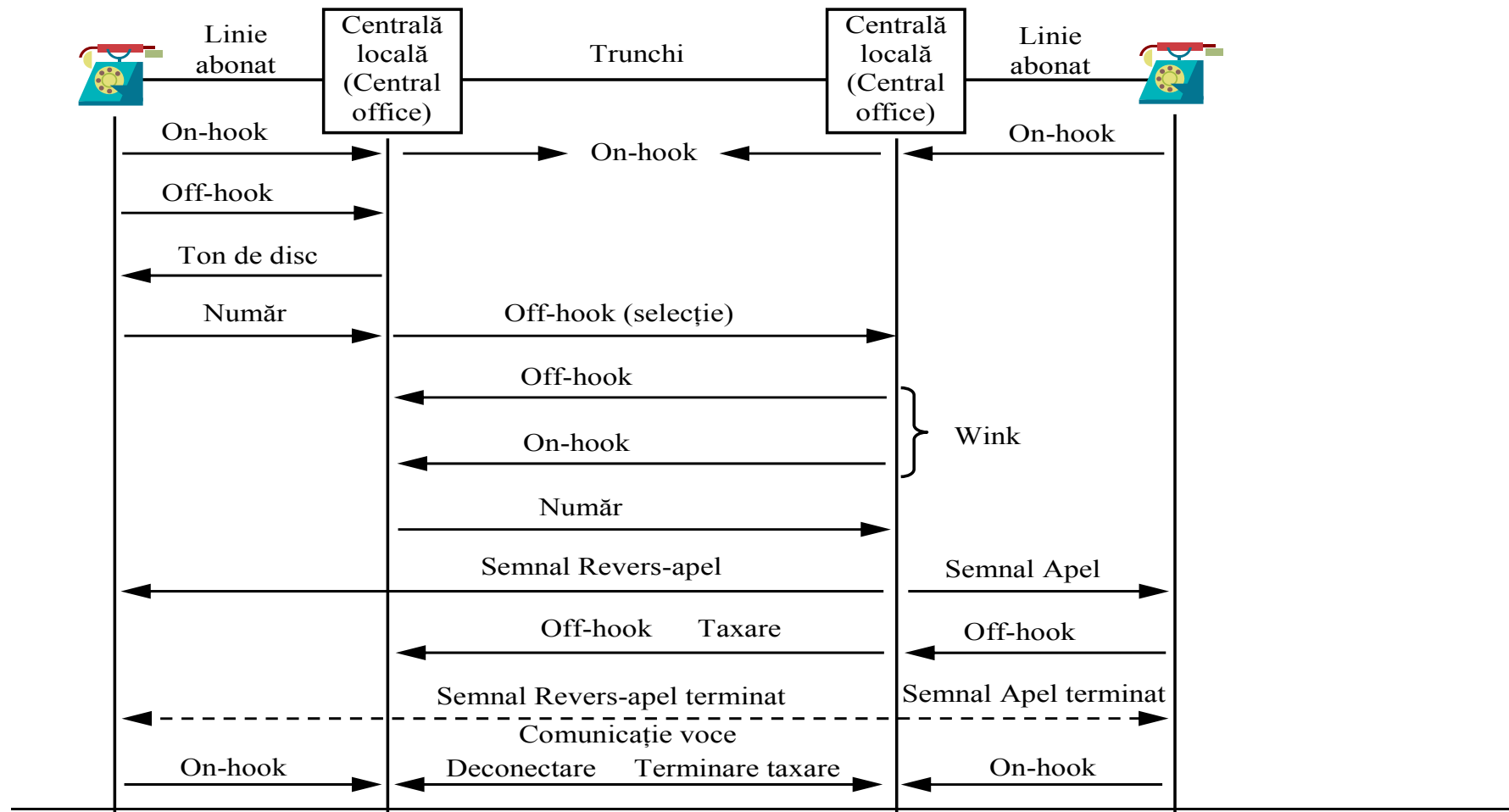
Semnal / direcție	Înainte (către FXO)	Înapoi (către FXS)
IDLE / ON HOOK	AB = 0 1	AB = 0 1
OFF HOOK		AB = 1 1
RINGING	AB = 0 0	
RING GROUND		AB = 0 0 (numai GS)
TIP CLOSED	AB = 0 1 (numai GS)	
FORWARD DISCONNECT	AB = 1 1 (numai GS)	

- GS: “Ground Start”;

# Semnalizarea pe trunchi



- Secvența de semnalizări corespunzătoare unui apel telefonic într-o rețea clasică ce implică o legătură de trunchi;



# Semnalizarea pe trunchi



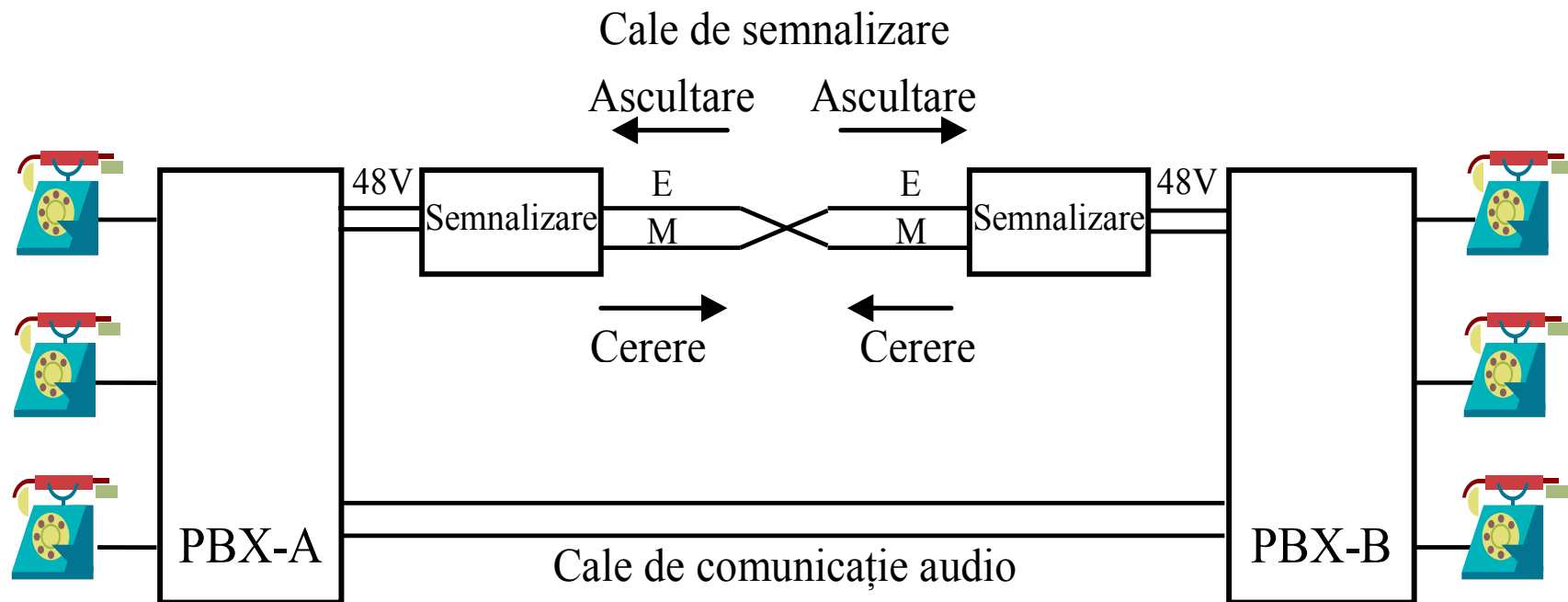
- Semnalizarea E&M (“**E**ar and **M**outh” sau “re**E**ive and trans**M**it”);
  - tehnică de semnalizare dezvoltată pentru semnalizarea de trunchi dintre centrale PBX și centrale PSTN;
  - au fost dezvoltate diferite variante de semnalizări (tipurile I - V);
  - acest algoritm de semnalizare se bazează pe două semnale, numite M și E;
    - semnalul M este generat de centrala care inițiază legătura de trunchi;
    - semnalul E este un semnal de răspuns trimis de la capătul opus al legăturii;
    - canalul de semnalizare E&M este un canal separat față de canalul audio al trunchiului;
    - cele două semnale codifică starea echipamentelor de trunchi de la cele două capete ale legăturii de trunchi:
      - echipamente care pot fi în starea IDLE / ON HOOK (inactiv) sau în starea BUSY (SEIZED) / OFF HOOK (activ);
      - prin utilizarea unor impulsuri (activare – dezactivare : „wink”) se pot transmite și alte informații pe aceste linii.



# Semnalizarea pe trunchi



- Schema de semnalizarea E&M;
  - Transmiterea numărului apelat se realizează pe legătura de trunchi se realizează prin cod MF pe calea audio;
  - se asigură o viteză mai mare a semnalizării de adresă;



# Semnalizarea pe trunchi

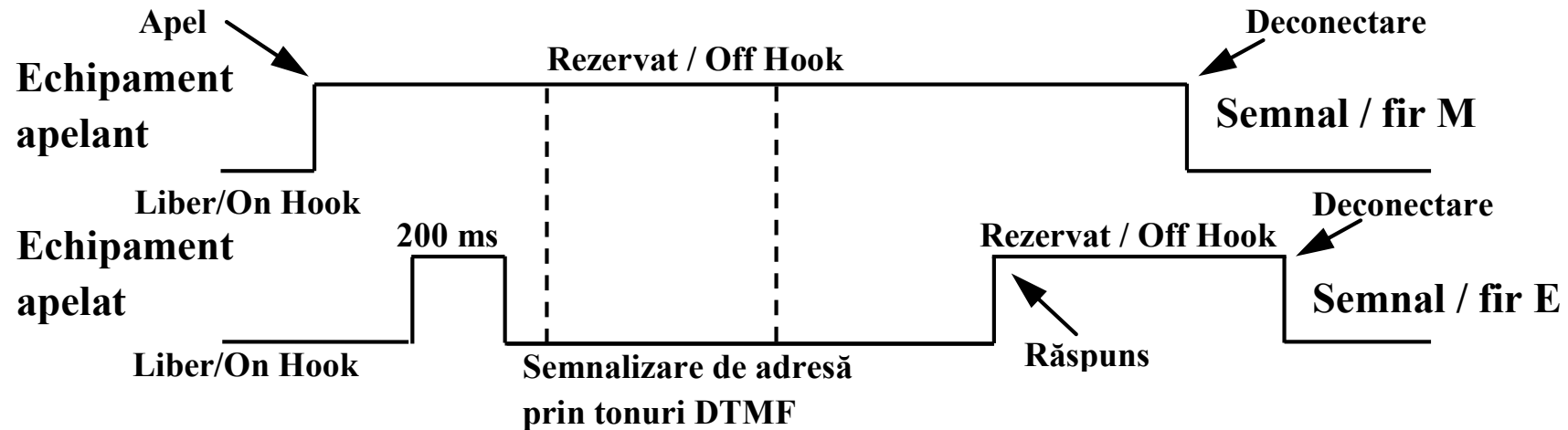


- Tipuri de semnalizări E&M:
  - **E&M imediat:**
    - echipamentul de trunchi care inițiază apelul trece în starea OFF HOOK și transmite imediat numărul apelat;
    - după recepționarea numărului, echipamentul de trunchi apelat trece în starea OFF-HOOK pe durata apelului;
    - oricare echipament poate termina apelul prin trecerea în starea ON-HOOK;
    - există posibilitatea ca echipamentul apelat să nu fie disponibil imediat ca să recepționeze numărul;
  - **E&M wink:**
    - echipamentul terminal răspunde la un OFF-HOOK al echipamentului care inițiază apelul cu un impuls scurt OFF-HOOK („wink”) în momentul în care este gata să recepționeze numărul apelat;
    - deschiderea căii audio și pornirea contorizării se realizează după ce semnalul E trece în OFF-HOOK;

# Semnalizarea pe trunchi



- Secvența de semnale corespunzătoare E&M wink:



- **E&M wink-wink:**

- echipamentul terminal răspunde la un OFF-HOOK al echipamentului care declanșează apelul cu un impuls scurt pe semnalul (firul) E („wink”);
- echipamentul care generează apelul trimite numărul pe calea audio în cod MF;
- echipamentul terminal trimite un alt impuls scurt („wink”), semnalând că a recepționat toate cifrele.

# Semnalizarea pe trunchi



- Alocarea biților (AB)CD pentru reprezentarea semnalelor asociate semnalizării E&M:

Direcție	Stare	A	B	C	D
Transmisie	Idle/On-Hook	0	0	0	0
Transmisie	Seized/Off-Hook	1	1	1	1
Recepție	Idle/On-Hook	0	0	0	0
Recepție	Seized/Off-Hook	1	1	1	1

- Semnalizarea MFC-R2 – „Multifrequency Compelled R2 Signaling System”, numit și semnalizare R2;
  - termenul R2 se referă la regiunea 2, considerată a fi Europa (SUA era considerată regiunea 1);
  - este numită și semnalizare inter-registru;
    - registru – echipament de control al procesului de comutație – este dedicat semnalizării de adresă, controlului comutării și controlului legăturii – de ex. taxare);

# Semnalizarea pe trunchi



- este dedicat în special legăturilor de tip E1;
  - se caracterizează prin faptul că fiecare semnal de comandă are un semnal de răspuns corespunzător;
  - este asemănător (ca principiu) semnalizării E&M;
    - semnalizarea de supervizare a apelului se realizează pe baza unor semnale digitale speciale transmise pe biții A B C D;
    - semnalizarea de adresă se realizează tot prin tehnica MF;
    - unele semnale de control se transmit tot prin tehnica MF.
- se identifică două părți distincte ale acestei semnalizări:
  - semnalizarea de linie, folosită pentru rezervarea legăturii de trunchi la cele două capete;
    - se realizează pe baza semnalelor digitale A B C D.
  - semnalizarea inter-registru;
    - se realizează prin semnale MF.
  - alocarea biților A B C D:
    - biții A B se utilizează pentru operații de bază; codifică stările liniei (trunchiului);
    - biții C D se pot utiliza pentru semnalizarea asociată unor servicii suplimentare cum ar fi rerutarea apelului (“call forwarding”).