

## Curs 7'

### Metode de control a ecoului. Mijloace de suprimare și anulare a ecoului

#### Controlul ecoului cu atenuare

- Marginea de siguranță la oscilații (fluierare) depinde direct de atenuarea în buclă deschisă:  $a_{\text{open-loop}} = a_{t-t} + a_{t-r} + a_{\text{bal-1}} + a_{\text{bal-2}}$  (1) (vezi fig.1);
  - fiecare termen depinde de frecvență;
  - creșterea cu 1dB a atenuărilor  $a_{t-t}$  și  $a_{t-r}$  înseamnă o creștere cu 2dB a marginii de siguranță la oscilații; ecoul vorbitorului este atenuat suplimentar cu 2dB iar ecoul ascultătorului este atenuat cu 3dB;
  - dacă nivelul semnalului trebuie menținut constant, creșterea cu 1dB a atenuărilor  $a_{t-t}$  și  $a_{t-r}$  induce o atenuare de 1dB a ecoului vorbitorului și de 2dB a atenuării ascultătorului;

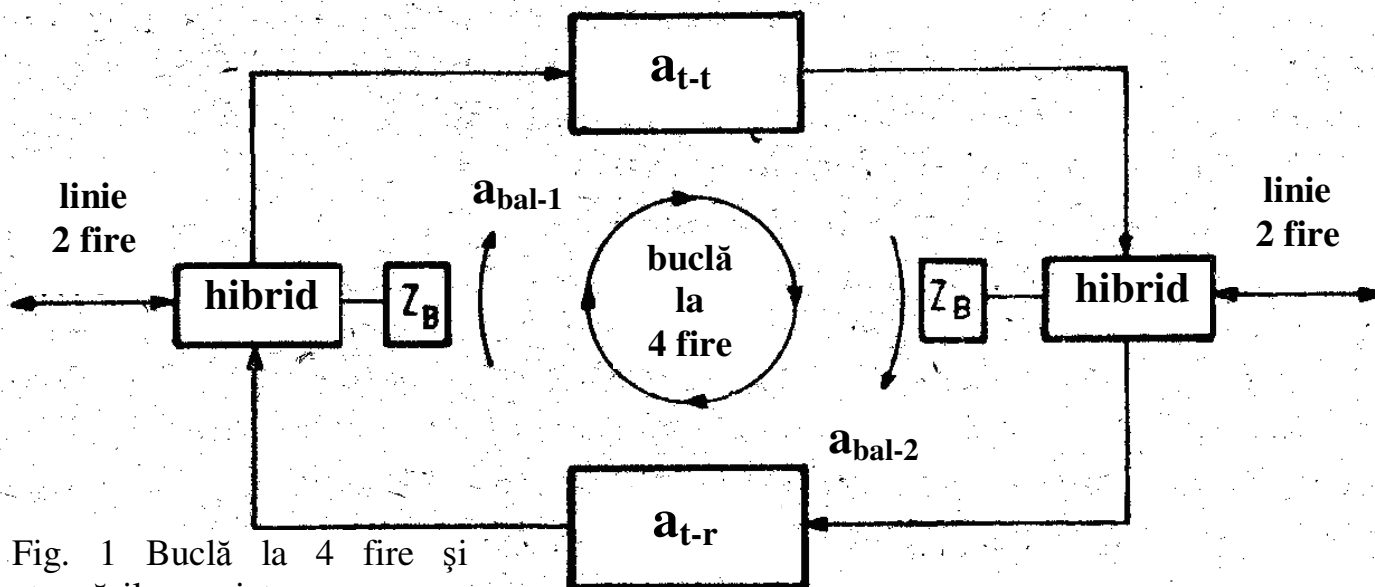


Fig. 1 Bucă la 4 fire și atenuările asociate

- O soluție mai bună este inserarea controlată a atenuărilor – efectul ecoului crește dacă crește întârzierea globală (transmisie - recepție) pe conexiune – atenuările sunt inserate pe căile de transmisie la distanță mare pe măsură ce crește lungimea căii.
- Utilizarea atenuărilor pentru controlul ecoului nu este o soluție adecvată pentru întârzieri mari; deoarece atenuarea liniei crește relativ repede, metoda se poate utiliza pentru secțiuni până la 2000km.

## Supresorul de ecou

- Acest echipament inserează într-o conexiune o atenuare mare (chiar întrerupere) într-un sens de transmisie sau altul;
  - rezultatul este o atenuare mare a semnalului de ecou;
  - scopul este inserarea unei atenuări mari în direcția opusă căii de transmisie active, presupunând că la un moment dat semnalul de voce este transmis doar într-o singură direcție;
  - se introduc inevitabil limitări de amplitudine în perioada când ambele persoane vorbesc, sau chiar se forțează un mod de lucru semi-duplex pe linia telefonică;
  - în cazul transmisiilor de date supresorul de ecou este dezactivat cu ajutorul unui semnal transmis de modem (2100Hz) asigurându-se în acest fel o transmisie duplex-integral;
- Principiul de funcționare este explicat în mod simplificat în figura 2
  - problema cea mai dificilă este alegerea unei strategii corecte pentru perioadele cu vorbire dublă;
  - când întârzierea de propagare este mare este dificil de detectat și gestionat într-un mod corespunzător vorbirea dublă;
  - nu este posibilă cascadarea a două supresoare pentru că se poate ajunge la blocarea circuitului în perioadele de vorbire dublă.

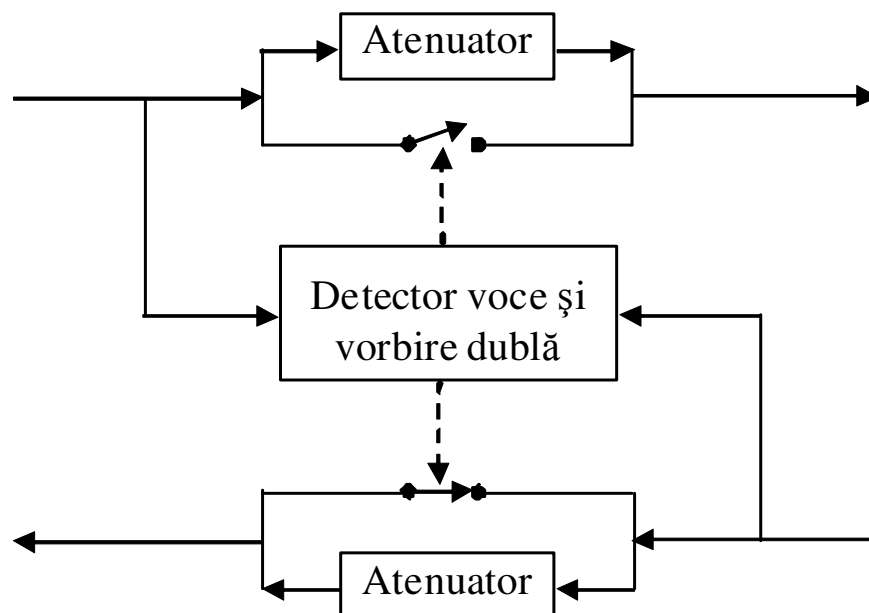


Fig. 2 Principiul de funcționare al supresorului de ecou

## Compensatorul de ecou (anulatorul de ecou)

- Funcționarea acestui circuit se bazează pe estimarea caracteristicilor căii ecoului, dintre punctul de intrare (a), prin sistemul diferențial și până în punctul de ieșire (b);
  - această funcție este implementată de așa numitul estimator de ecou – acesta generează un semnal identic cu cel generat pe calea ecoului și semnalul estimat este scăzut din semnalul transmis afectat de ecou (vezi fig. 3).

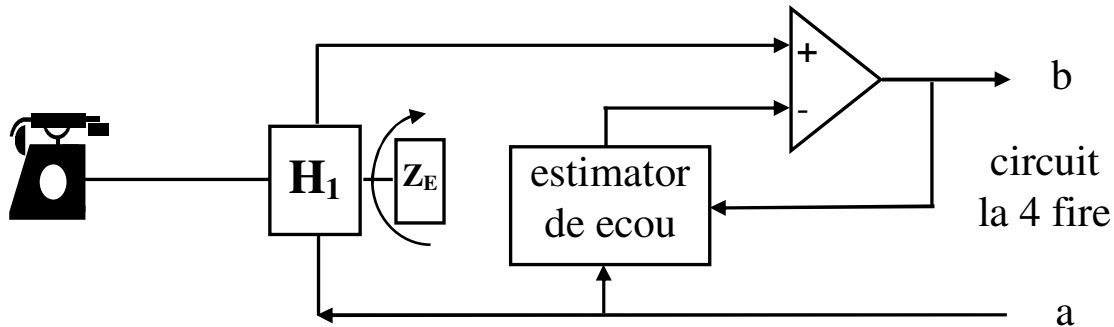


Fig. 3 Principiul de funcționare al compensatorului de ecou

- Schema bloc și detalii suplimentare legate de funcționarea compensatorului de ecou sunt date în fig. 4.
  - semnalul de la vorbitorul distant este  $y(t)$ , ecoul nedorit este  $r(t)$ , semnalul de vorbitorul apropiat este  $x(t)$ ;  $y(t)$  este semnalul de referință pentru compensatorul de ecou și este utilizat pentru a genera o replică a ecoului  $r(t)$  – această replică este scăzută din semnalul compus de semnalul vorbitorului apropiat plus ecou.

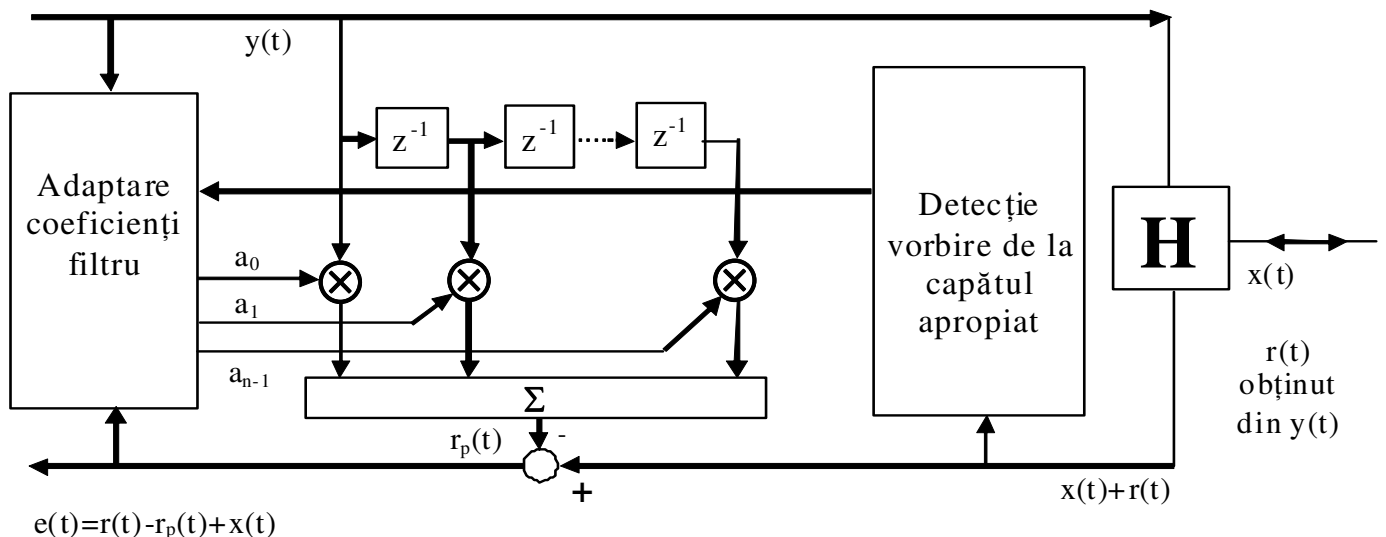


Fig. 4 Schemă bloc a compensatorului de ecou

- replica ecoului,  $r_p(t)$ , este generată prin aplicarea semnalului de referință unui filtru digital transversal – coeficienții filtrului sunt adaptați la funcția de transfer a ecoului.
- coeficienții compensatorului sunt modificați astfel încât să se reducă eroarea  $e(t)$ ;  $e(t) = r(t) - r_p(t)$  – adaptarea coeficienților este posibilă doar dacă  $x(t) = 0$   $\Rightarrow$  este necesară detecția vorbirii de la capătul apropiat.

- Compensarea ecoului în ambele direcții se poate face utilizând configurația din figura 5;
  - compensarea ecoului pentru un vorbitor este făcută la celălalt capăt al conexiunii;
  - este de dorit o configurație formată din două blocuri pentru a se asigura aceeași întârziere a ecoului în ambele direcții – numărul coeficienților compensatorului de eco depinde de întârzierea ecoului – în configurația prezentată întârzierea dintre semnalul de referință și eco este minimă

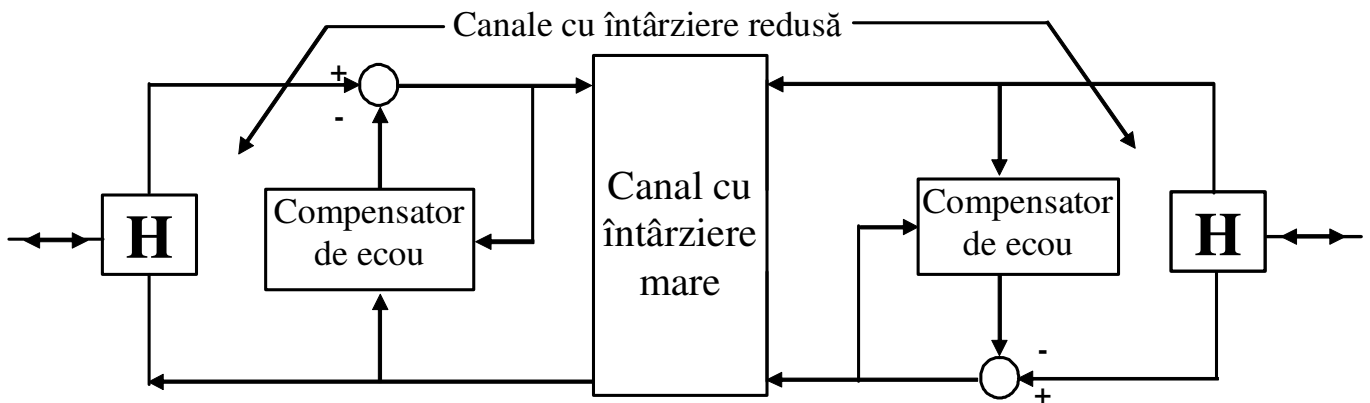


Fig. 5 Compensator de eco în ambele direcții

- Compensatoarele de eco sunt conectate la intrările canalelor la distanță mare – de ex. canale utilizate în legături internaționale;
  - într-o rețea digitală compensatorul de eco se poate conecta la intrarea canalelor incluse în multiplexul PCM utilizat în conexiuni internaționale;
- În fig. 6 este prezentat un compensator de eco în timp continuu (utilizează semnale analogice);
  - este vorba practic de schema unui hibrid electronic care include două divizoare de tensiune comandate de semnalul de eroare;
  - este o structură simplă și economică cu doar două grade de libertate, dar în transmisii de voce poate asigura o compensare corespunzătoare a ecoului;
  - se poate utiliza în transmisii analogice la distanță mare sau în centrale de tranzit digitale care conectează centrale de tranzit analogice;

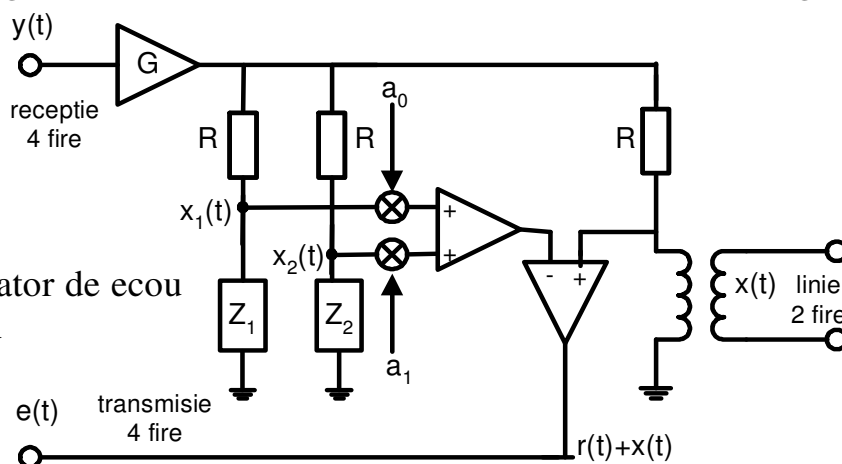


Fig. 6 Compensator de eco în timp continuu