

Aparatul telefonic – Schema de bază

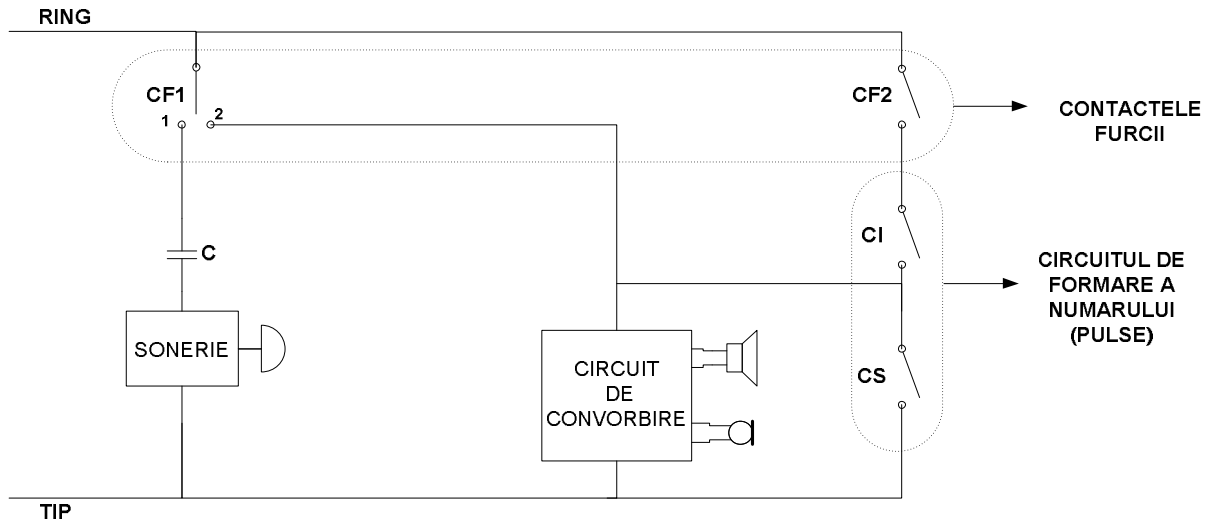


Figura 1 - Schema generală a aparatului telefonic

Starea activă (OFF - HOOK) : CF1 – 2, CF2 – închis

Starea inactivă (ON - HOOK) : CF1 – 1, CF2 – deschis

CS – scurtcircuitează circuitul de convorbire în timpul formării numărului pentru a evita distorsionarea impulsurilor datorită impedanței complexe a circuitului de convorbire și pentru a elimina zgomotul din receptor datorat întreruperii buclei de curent continuu;

CI – întrerupe bucla de curent continuu pentru a semnaliza centralei numărul format;

C – decuplează circuitul de sonerie de linie în curent continuu.

Alimentarea aparatelor telefonice poate fi locală (baterii, acumulatori, etc.) sau de la distanță (din centrală). Alimentarea aparatului telefonic se face în curent continuu la o tensiune $V_{\text{alim}} = -48 \text{ V}$, iar curentul în buclă este $I_{\text{buclă}} = 20\text{-}50 \text{ mA}$.

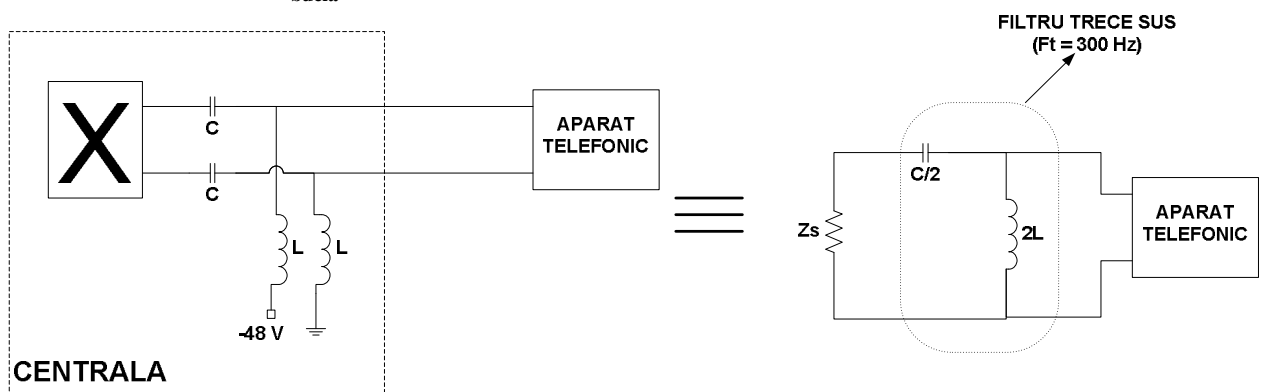


Figura 2 – Puntea de alimentare din centrală a aparatului telefonic

În Figura 2 se observă condensatoarele $C = 2 \mu\text{F}$, cu rolul de a separa circuitele centralei de componenta continuă de alimentare a terminalului telefonic și bobinele $L = 0.5 \text{ H}$, care separă

circuitele de alimentare de componenta alternativă (semnalul vocal). Dacă vedem aparatul telefonic ca și o sursă de semnal, iar circuitele centralei ca sarcină putem echivala această punte cu un filtru trece sus a cărui frecvență de tăiere este $F_t = 300\text{Hz}$. Frecvența de tăiere a acestui filtru impune limita inferioară a benzii de frecvență telefonice (Figura 3).

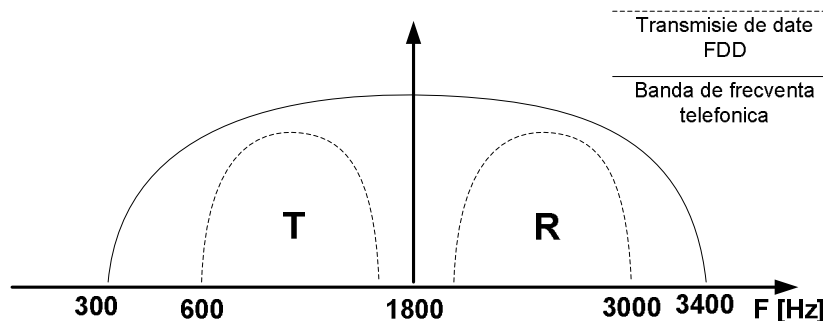


Figura 3 – Banda de frecvență telefonică

Limita superioară a fost aleasă în funcție de caracteristicile spectrului de frecvență a semnalului vocal. Deși domeniul de audibilitate este situat între 20Hz și 16kHz sensibilitatea mai mare a auzului este localizată în domeniul 200Hz și 1kHz. Valorile alese pentru banda de frecvență telefonică impun parametrii sistemelor de transport a rețelei telefonice, și anume: frecvența de eșantionare $F_e = 8\text{kHz}$, în cazul rețelelor digitale și lărgimea canalului FDM (Frequency Division Multiplexing) de 4kHz în cazul rețelelor analogice de transport.

Soneria

Până la apariția telefoanelor electronice era folosită soneria electromagnetică. Deși telefoanele electronice au sonerii electronice semnalul de sonerie s-a păstrat același: $V_{sonerie}=40-150\text{V}$, $F_{sonerie}=20-40\text{Hz}$, Cadența : $T_{ON}=2\text{s}$, $T_{OFF}=4\text{s}$.

Dezavantaj: Datorită nivelului mare de tensiune (care prezintă și pericol de electrocutare) se poate induce zgomot de impuls în liniile vecine afectând transmisile de date (transmisii xDSL).

Transmiterea numărului abonatului chemat către centrală

Transmiterea numărului abonatului chemat către centrală se poate face în două moduri: prin impuls (PULSE) sau DTMF (Dual Tone Multi Frequency).

PULSE

Fiecare cifră e codată de un număr de impulsuri (Figura 4). Aceste impulsuri sunt formate prin întreruperea buclei de curent de către comutatorul CI (Figura 1).

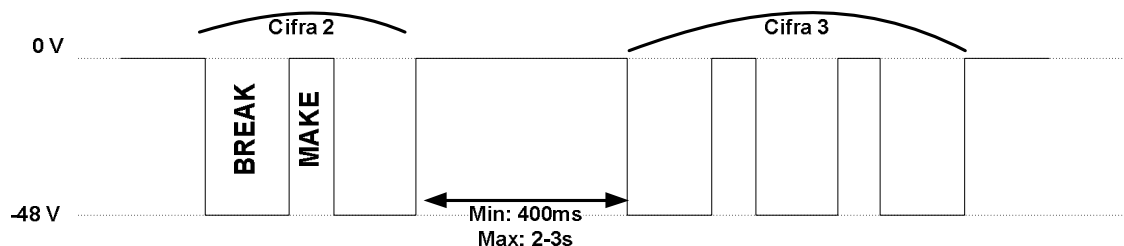


Figura 4 – Transmiterea numărului prin impuls

Momentul formării numărului: CF1=2, CF2=ÎNCHIS,CS=ÎNCHIS

Formarea numărului : BREAK: CI=DESCHIS, MAKE: CI=ÎNCHIS

$T_{\text{BREAK}} = 63\text{ms}$, $T_{\text{MAKE}} = 37\text{ms}$, Nr. Impulsuri/sec = 10

- Dezavantaje:**
- Saltul mare de tensiune poate genera regimuri tranzitorii de până la 300V;
 - Se poate induce zgomot de impuls in liniile vecine;
 - Sunt afectate transmisiunile de date (DSL – Digital Subscriber Line);
 - Nu poate fi preluat de rețeaua de transport, fiind o semnalizare doar între abonat și centrală;
 - Durata de timp mare a transmiterii numărului;

Avantajul acestei metode de transmitere a numarului spre centrală este **simplicitatea**, fiind o soluție foarte simplă pentru telefoanele cu disc.

Dual Tone Multi Frequency (DTMF)

Numărul format este transmis centralei sub forma unei perechi de frecvențe (F_{inf_j} , F_{sup_i}) $i, j \in \{1,2,3,4\}$ conform tabelului de mai jos.

Fsup [Hz] \ Finf [Hz]	1209	1339	1447	1633
697	1	2	3	A
770	4	5	6	B
852	7	8	9	C
941	*	0	#	D

Tabel 1 - Perechile de frecvențe DTMF

Se observă în Tabel 1 că toate frecvențele folosite de sistem se găsesc în jumătatea inferioară a benzii de frecvență telefonice, în banda de transmisie a modemurilor de linie telefonică (Dial-Up) (Figura 3) care inițiază conexiunea – acest modem transmite numărul către centrală.

	Min.		Max.
Fsup	160 mV	190 mV	200 mV
Finf	130 mV	150 mV	160 mv

Tabel 2 – Nivelele de tensiune

Problemă : Distorsiunile neliniare ale liniei. Aceste distorsiuni pot crea componente armonice nedorite ale semnalului DTMF.

Soluție : Între frecvențele superioare și cele inferioare nu există relație armonică ($F_{\text{sup}_i} \neq 2 * F_{\text{inf}_j}$, $i, j = \{1,2,3,4\}$).

Impunerea unor amplitudini mai mici (Tabel 2) pentru componentele de frecvențe inferioare față de cele de frecvențe superioare este un alt mecanism de protecție împotriva problemelor datorate distorsiunilor de neliniaritate.

Problemă: Simularea tonurilor DTMF de către semnalul vocal sau semnalizări telefonice.

Soluție: Folosirea de perechi de frecvențe reduce probabilitatea lor de apariție (adică a grului de frecvențe) în semnalul vocal sau în semnalizări. Folosirea de triplete sau mai mult de 3 frecvențe pentru o tastă ar reduce și mai mult această probabilitate însă sistemul ar fi devenit prea complex. Un alt mecanism de protecție împotriva acestei situații este durata minimă a tonurilor DTMF, $T_{DTMF-min}=100ms$.

Avantaje:

- Nu prezintă nivele mari de tensiune;
- Semnalizarea DTMF se face în banda de frecvență telefonică;
- Nu afectează transmisile de date;
- Durata transmiterii numărului este mult mai mică;
- Tonurile DTMF pot fi preluate de către rețeaua de transport.

Exemplu

Considerăm un sistem DTMF având următoarele perechi de frecvențe corespunzătoare tastelor 1 și 2 :

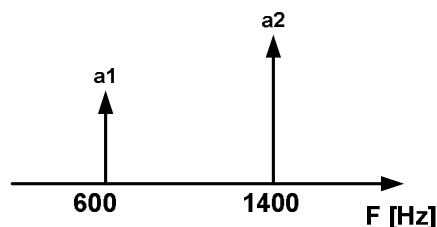
TASTA 1 : (600 Hz, 1200 Hz)

TASTA 2 : (600 Hz, 1400 Hz) (între frecvența inferioară și cea superioară a tastei 1 există relație armonică)

Linia de transmisie prezintă o caracteristică neliniară : $F(x) = x^2+x$.

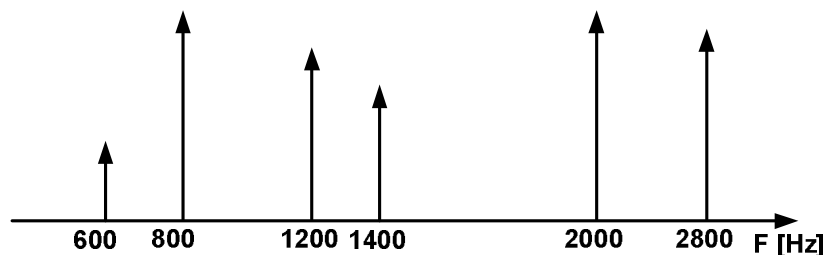
1. La apăsarea tastei 2 semnalul DTMF transmis în linie este următorul:

$$S_{DTMF}(t) = a_1 \cdot \sin(2 \cdot \pi \cdot 600 \cdot t) + a_2 \cdot \sin(2 \cdot \pi \cdot 1400 \cdot t)$$



2. La intrarea receptorului DTMF, semnalul afectat de caracteristica neliniară a liniei este:

$$s_r = a_1 \cdot \sin(2 \cdot \pi \cdot 600 \cdot t) + a_2 \cdot \sin(2 \cdot \pi \cdot 1400 \cdot t) + a_1 \cdot a_2 \cdot \cos(2 \cdot \pi \cdot 800 \cdot t) - \frac{a_1^2}{2} \cdot \cos(2 \cdot \pi \cdot 1200 \cdot t) - a_1 \cdot a_2 \cdot \cos(2 \cdot \pi \cdot 2000 \cdot t) - \frac{a_2^2}{2} \cdot \cos(2 \cdot \pi \cdot 2800 \cdot t) + \frac{a_1^2}{2} + \frac{a_2^2}{2}$$



Neglijând componentele de pe frecvențele 800Hz, 2000Hz și 2800Hz (considerăm că acestea nu fac parte din sistemul DTMF) putem observa că receptorul DTMF, în cazul în care nu ține cont de nivelele semnalului, nu poate decide între tasta 2 (600Hz, 1400Hz) și tasta 1 (600Hz, 1200Hz). De aici rezultă necesitatea inexistenței unei relații armonice între frecvențele inferioare și cele superioare.

Aparatul telefonic electromagnetic

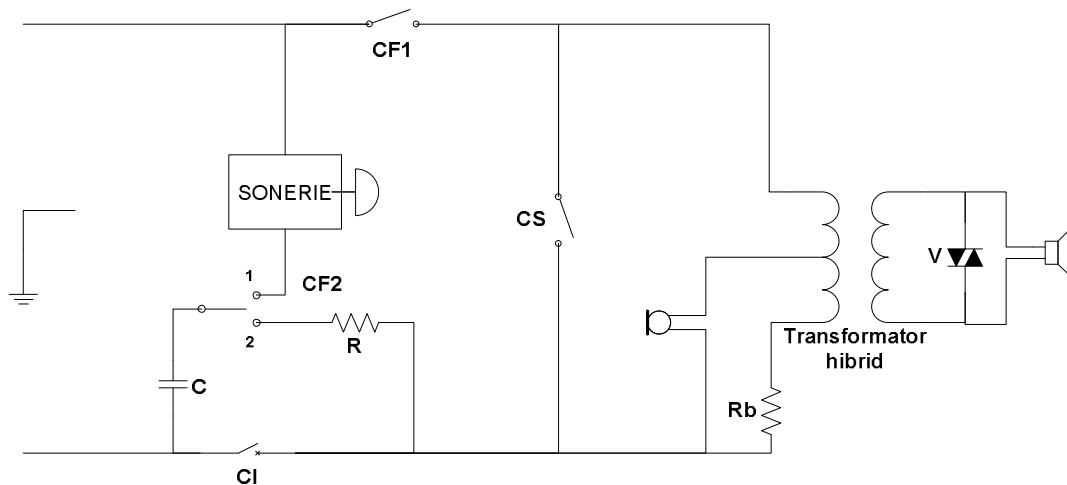


Figura 5 – Aparatul telefonic electromagnetic

- Circuitul serie R,C paralel cu CI este circuit de protecție împotriva scânteilor.
- Varistorul V este limitator de tensiune pentru a asigura protecția la suprațensiuni a căștii.

Transformatorul hibrid (diferențial)

În cazul aparatelor telefonice are rolul de a separa circuitul microfonului de cel al căștii, eliminând astfel **efectul local**. Efectul local se manifestă prin trecerea semnalului de voce de la circuitul de microfon la cel al căștii, auzind propria voce în aceasta. Pentru a înlătura efectul local atenuarea între porturile 3 și 4 (Figura 6) trebuie să fie mare.

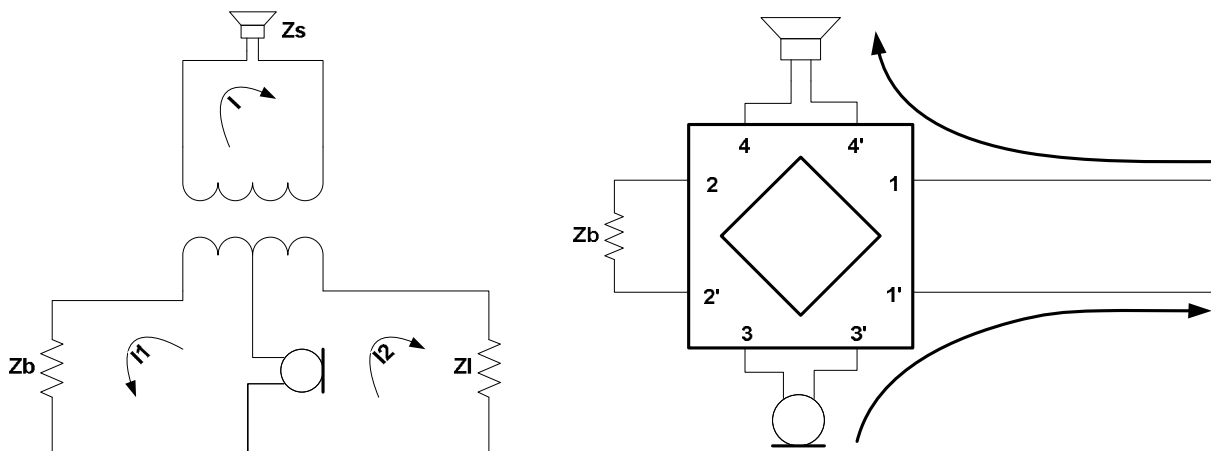


Figura 6 – Transformatorul hibrid

Ne propunem să determinăm condiția de echilibru, caz în care se face separația dintre microfon și cască:

- aplicăm legea lui Kirchoff în secundar

$$Z_s \cdot I + j \cdot \omega \cdot L_s \cdot I + j \cdot \omega \cdot L_c \cdot I_1 - j \cdot \omega \cdot L_c \cdot I_2 = 0$$

L_s – inductanța înfășurării din secundar

L_c – inductanța de cuplaj dintre primar și secundar

$$I = (I_2 - I_1) \cdot K(\omega)$$

- punem condiția $I=0$ (nu avem semnal prin circuitul căștii) $\Rightarrow I_1 = I_2 \Rightarrow Z_1 = Z_b$

- condiția de echilibru: $Z_1 = Z_b$

Z_1 – impedanța liniei

Z_b – impedanța de echilibrare

Acest hibrid asigură separație galvanică între linie și circuitul căștii.

Hibridul electronic

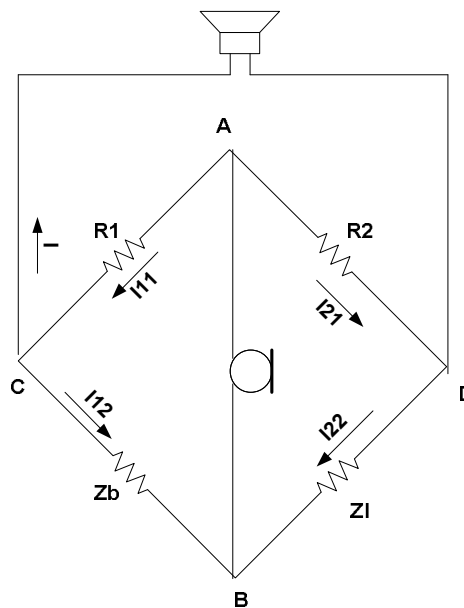


Figura 7 – Hibridul electronic

Punem condiția : $I=0 \Rightarrow I_1 = I_2 = I_1$, $I_2 = I_2 = I_2$

$$V_{AB} = I_1 \cdot (R_1 + Z_b) = I_2 \cdot (R_2 + Z_1) \Rightarrow I_1 / I_2 = (R_2 + Z_1) / (R_1 + Z_b) \quad (1)$$

$$V_{CD} = I_1 \cdot R_1 - I_2 \cdot R_2 = 0 \Rightarrow I_1 / I_2 = R_2 / R_1 \quad (2)$$

Din (1) și (2) \Rightarrow **condiția de echilibru : $R_2 / (R_2 + Z_1) = R_1 / (R_1 + Z_b)$**

Acest hibrid nu asigură separație galvanică.

Mai multe informații despre hibrid găsiți în cartea de telefonie, pag. 80.

Despre circuitele aparatului telefonic:

<http://www.tkk.fi/Misc/Electronics/circuits/teleinterface.html>