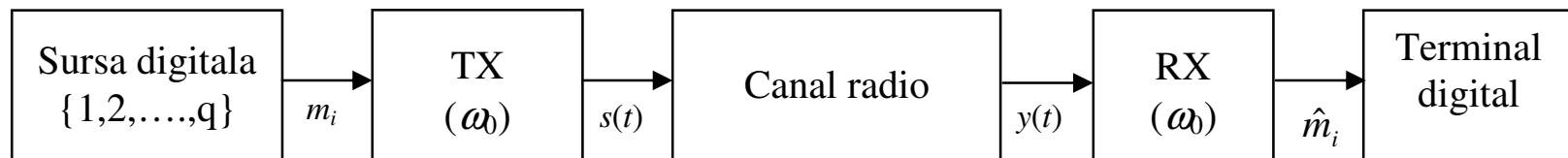


1. INTRODUCERE

➤ **Modelul simplificat** al unui sistem de transmisiune:



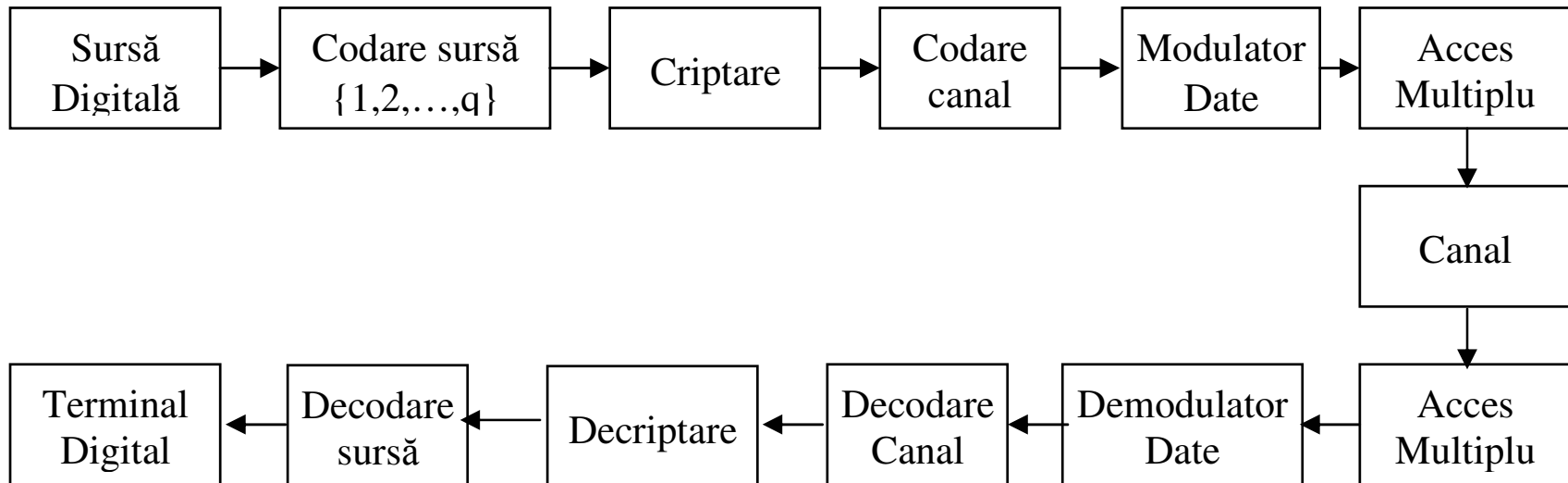
- Sursa digitală \Rightarrow semnalul de date m_i
- Tx: emițătorul = modulația + translația în frecvență
- Canal:
 - Zgomot aditiv (modelat ZAGA – DsMP constant în frecvență);
 - Fading (în amplitudine, în frecvență, etc);
 - Distorsiuni (neliniarități, limitări de bandă);
 - Interferență (alte surse, propagarea multicală, etc)

- Rx: receptorul = down-conversie + demodulare;
- Terminalul digital \Rightarrow semnalul de date estimat \hat{m}

➤ **Avantaje:**

- Costuri reduse \Rightarrow implementări Tx/Rx la nivel de chip (tehnica software radio) + prelucrări soft la nivelul datelor \Rightarrow structuri flexibile, adaptabile la mai multe standarde;
- Se poate folosi prelucrarea numerică a datelor pentru creșterea performanțelor (codare/ criptare/ egalizare, etc);
- Se pot folosi tehnici de codare pentru detecția / corecția erorilor;
- Securitate ridicată (codare / criptare)
- Imunitate mai mare la zgomot și la distorsiunile introduse de canal (codare / întrețesere / prelucrări de semnal);
- Se pot folosi repetoare regenerative pentru reconstrucția semnalului ;
- Se pot folosi mai multe tehnici de modulație decât în cele analogice;
- Permite multiplexarea datelor \Rightarrow accesul multiplu \Rightarrow creșterea capacității;

➤ **Model detaliat:**



➤ **Sursa de date:**

- Direct dintr-o sursă digitală (ieșire calculator, procesor semnal, etc)
- Prin transformarea unui semnal analogic:

- eșantionarea unei surse analogice \Rightarrow Nyquist $f_s \geq 2f_{mM}$;
- cuantizare \Rightarrow q nivele logice \Rightarrow fiecare reprezentat pe $M = \log_2 q$ biți \Rightarrow simbol;
- rata minimă de transmitere $R_{\min} = M \cdot f_s = 2 \cdot \log_2(q) \cdot f_{mM}$

➤ Codare / Decodare sursă:

- Simbolurile la ieșirea sursei nu sunt independente + probabilitățile de apariție ale diferitelor simboluri nu sunt egale \Rightarrow Se elimină această redundanță (necontrolată dpdv al utilizatorului)

➤ Criptare / Decriptare \Rightarrow securizarea informației transmise

➤ Codare / Decodare canal \Rightarrow se introduce o *redundanță controlată* \Rightarrow biți suplimentari \Rightarrow folosiți pt. detecția / corecția erorilor \Rightarrow cresc performanțele (P_e scade)

➤ Modulare / Demodulare \Rightarrow transformă succesiunea discretă de biți într-o formă de undă continuă, potrivită transmiterii prin canalul radio

- Se asociază un *impuls purtător* (dreptunghiular, sinusoidal, cosinus ridicat, etc);
- Se translatează în frecvența prin modulare folosind una sau mai multe frecvențe purtătoare;
- Accesul multiplu: diviziunea canalului radio între mai mulți utilizatori (FDMA / TDMA / CDMA / SDMA, etc)
- Eventual \Rightarrow tehnica împrăștierii spectrale \Rightarrow modularea suplimentară cu un set de coduri ortogonale \Rightarrow semnal de bandă foarte largă (mult mai are decât cea a datelor și independentă de aceasta), cu DSmP scăzută (sub pragul de zgomot)
- Avantaje:
 - Rezistență la bruij / fading multiale;
 - Probabilitate scăzută de interceptare;
 - Permite accesul multiplu (CDMA) \Rightarrow limită „soft” a numărului de utilizatori;
 - Localizare / radar de înaltă rezoluție;

➤ **Forma generală** a semnalului modulat :

$$x(t) = \text{Re}\{A \cdot m(t) \cdot e^{j\omega_0 t}\} = A[m_R(t) \cos \omega_0 t - m_I(t) \sin \omega_0 t]$$
$$m(t) = m_R(t) + j \cdot m_I(t)$$

$m(t)$ = anvelopa complexă a semnalului de date;

A = amplitudinea; $\omega_0 = 2\pi f_0$ = frecvența unghiulară purtătoare;

➤ Ipoteze simplificatoare:

- Zgomot = alb, gaussian, aditiv (ZAGA) cu DSMP constantă în frecvență

$$S_n(\omega) = \frac{N_0}{2}, (\forall)\omega;$$

- Nu există limitare de bandă;
- La recepție se cunosc:
 - Frecvența și faza purtătoarei (demodulare coerentă, sincronă)

- Durata și tactul de simbol.

- Sistemele reale de transmisiuni digitale se depărtează de cele anterioare, deoarece:
 - nu se cunosc exact la recepție frecvența și faza purtătoarei;
 - refacerea tactului la recepție nu este perfectă;
 - zgomotul poate să nu respecte toate ipotezele (nu e alb, nu e aditiv);
 - canalul poate introduce limitări de bandă, distorsionând semnalul transmis;
 - pot apărea neliniarități ale canalului atât înainte cât și după introducerea zgomotului.

- Factori ce influențează alegerea tehnicii de modulație:
 - P_e de bit cât mai redusă; comportare cât mai bună în prezența fadingului și a propagării multicanale;
 - Raport semnal zgomot la recepție cât ai bun;
 - Lățime de bandă cât mai redusă;
 - Implementare cât mai simplă