

JELEK ALAPSÁVI LEÍRÁSA. MODULÁCIÓK. A CSATORNA LEÍRÁSA, TULAJDONSÁGAI.



Alapfogalmak, fizikai réteg

- mindenki által ismert fogalmak (hobbiból azért rákérdezhetek vizsgán):
 - jel, teljesítmény, analóg, digitális, jelek frekvenciatartománybeli leírása, frekvenciasáv, mintavételi tétel, szűrés
- Moduláció:
 - a hasznos jelet át kell a rádiós csatornán vinni, adott frekvenciasávban
 - amplitúdó moduláció (AM): $s(t) = u(t) \cdot \cos(2\pi \cdot f_0 t)$
 - frekvencia moduláció (FM): $s(t) = \cos\left(2\pi f_0 t + \int_0^t u(\tau) d\tau\right)$
 - fázis moduláció (PM): $s(t) = \cos(2\pi \cdot f_0 \cdot t + u(t))$
 - $u(t)$ az információt hordozó jel



Alapfogalmak, fizikai réteg

- a vivő amplitúdója, frekvenciája vagy fázisa hordozza az információt
- digitális átvitel: általában egy elemi jel és inverze, amit át kell vinni



Jelek alapsávi leírása

- A jel általánosan: $s(t) = a(t) \cos(\omega_0 t + \varphi(t))$
- felbontva: $s(t) = s_I(t) \cos(\omega_0 t) - s_Q(t) \sin(\omega_0 t)$
- Ahol $s_I(t) = a(t) \cos(\varphi(t))$ a fázisban levő komponens, a kvadratúra komponens: $s_Q(t) = a(t) \sin(\varphi(t))$
- Ebből a jel alapsávi ekvivalensének definíciója:
$$s_{ekv}(t) = s_I(t) + j s_Q(t)$$
- Haszna: nem kell a vivővel törődni, egyszerűbb, általános összefüggések
- ugye látszik: $s(t) = \operatorname{Re} \left\{ s_{ekv}(t) e^{j\omega_0 t} \right\}$

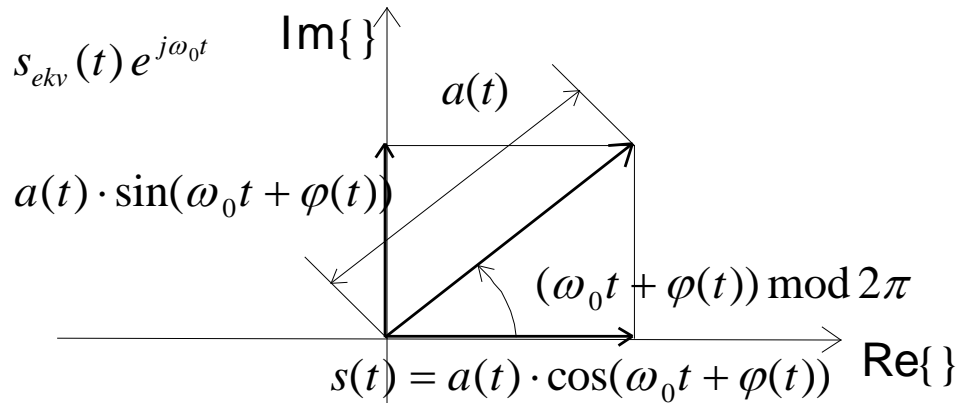
Jelek alapsávi leírása

- Elnevezés: a jel komplex előburkolója:

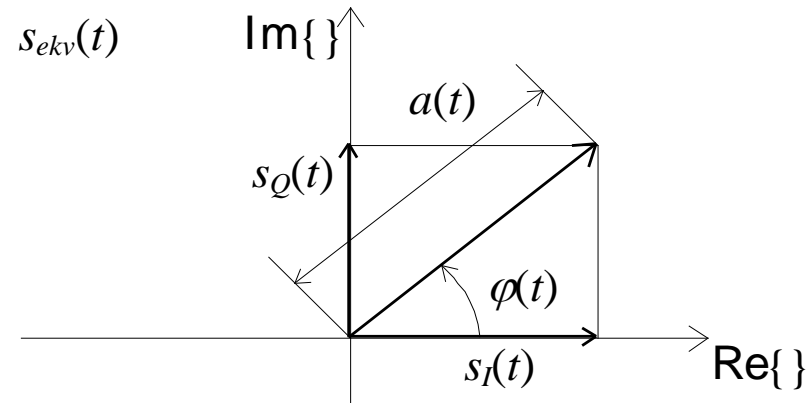
$$s_{ekv}(t) e^{j\omega_0 t}$$

- ugye:

$$s_{ekv}(t) = s_I(t) + j s_Q(t) = a(t) \cdot e^{j\varphi(t)}$$



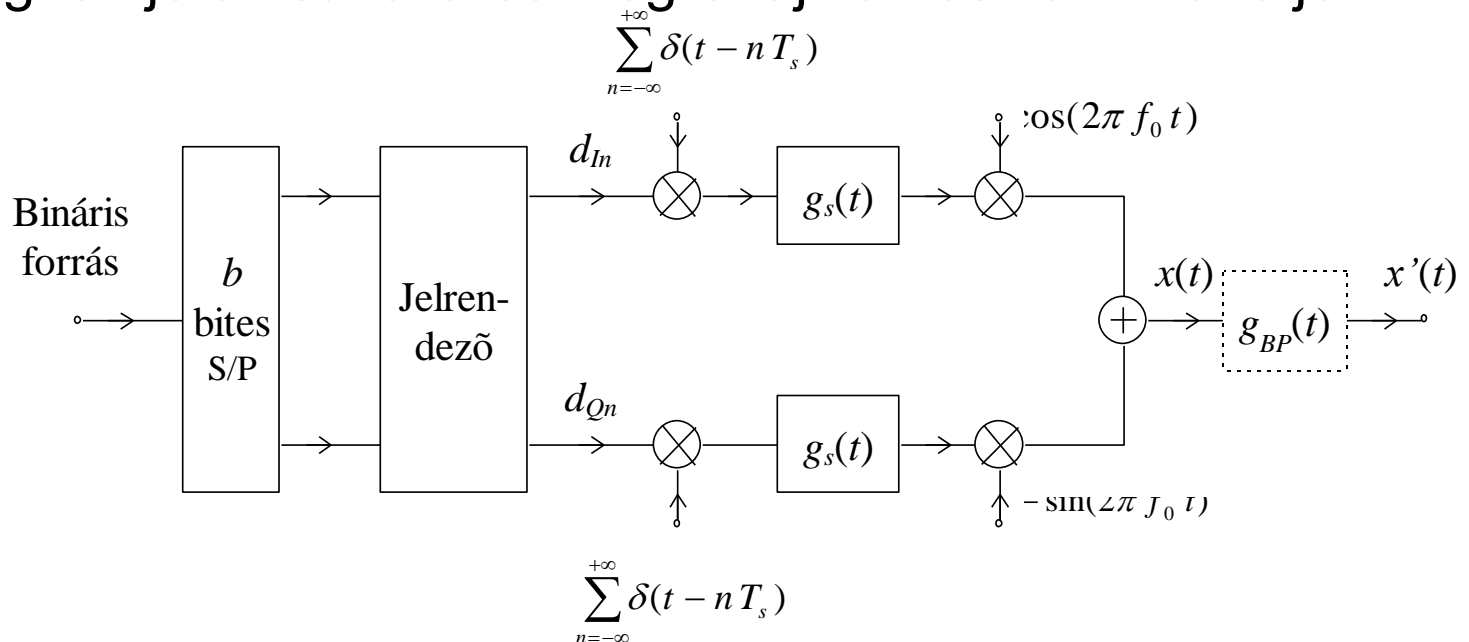
ω_0 szögsebességgel
forgó sík



0 szögsebességgel
forgó sík

Digitális moduláció

- a bináris forrásból soros/ph átalakítással b bites szavak jönnek
- jelrendező: a bináris szavaknak megfelelő d_I és d_Q értékeket állít elő
- $g_s(t)$: elemi jelalak szűrő, Dirac impulzusokat ráadva a kívánt jelalakot érjük el (a gyakorlatban gyakran nem szűrővel, hanem tárolt jelalakokkal dolgoznak)
- ezeket ültetjük a vivőre (fázisban és kvadratúrában levő komponens)
- az összegzett jelen sávszűrést végrehajtva kész a kimenő jel

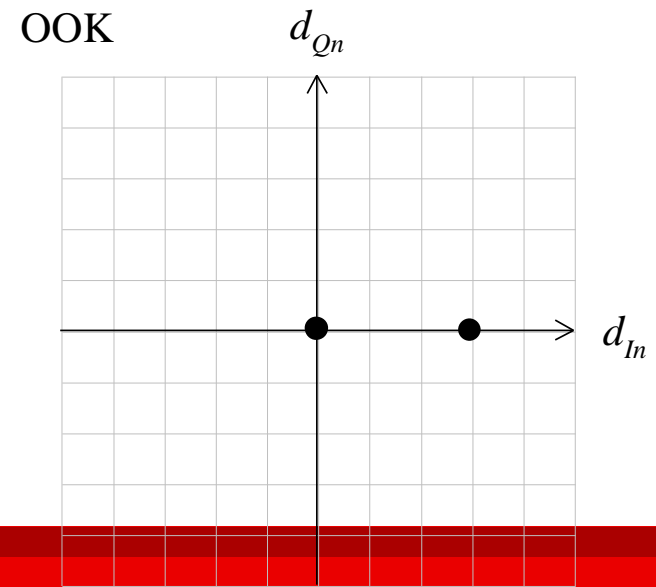
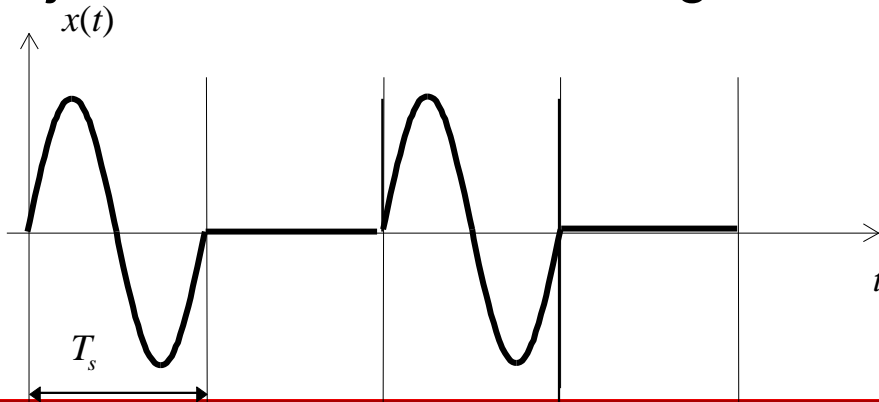


Digitális moduláció

- a d_I és d_Q értékek lehetséges értékeit síkban ábrázolva az ún. konstellációs diagramot kapjuk, ez gyakorlatilag a vivő fázisát és amplitúdóját mutatja
- elemi jel: mint látható, ennek megfelelően fog változni az I és Q összetevők amplitúdója, így az eredeti jel fázisa is. legegyszerűbb esetben négyszögjel, a simább átmenet és így kisebb sáv szélesség érdekében valamilyen lekerekített jeleket szoktak használni

Fajták:

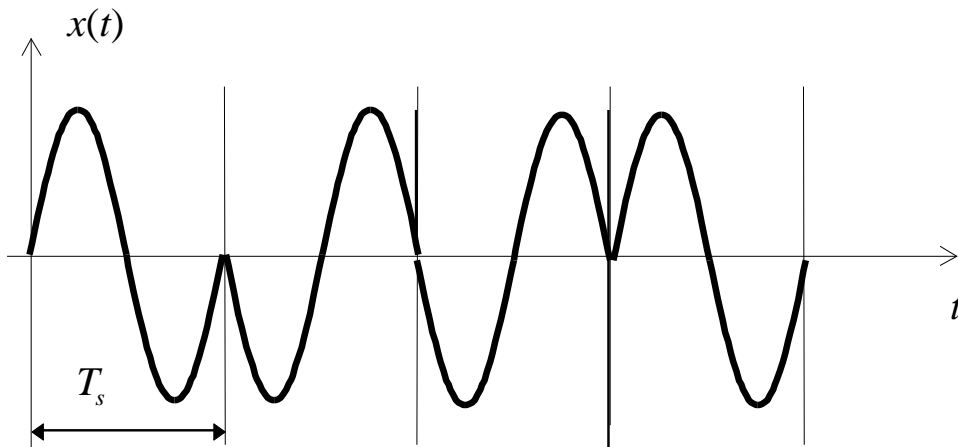
- On-OFF keying : $b=1$, d_Q mindig nulla, d_I egy vagy nulla, az elemi jelet vagy átvisszük, vagy nem
- jelalak, konstellációs diagram:



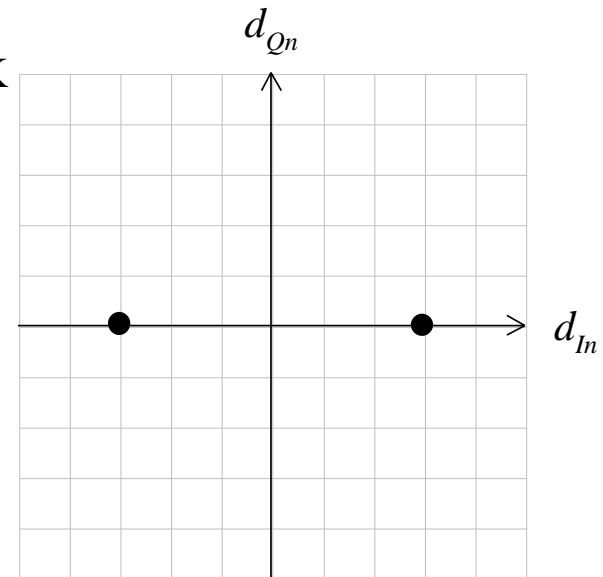


Digitális moduláció

- Amplitúdó billentyűzés, bináris fázisbillentyűzés (ASK, amplitude shift keying, BPSK binary phase shift keying)
- $b=1$, d_Q mindig nulla, d_I egy vagy mínusz egy, az elemi jel, vagy inverze modulálja a koszinuszt
- időfüggvény, konstellációs diagramm



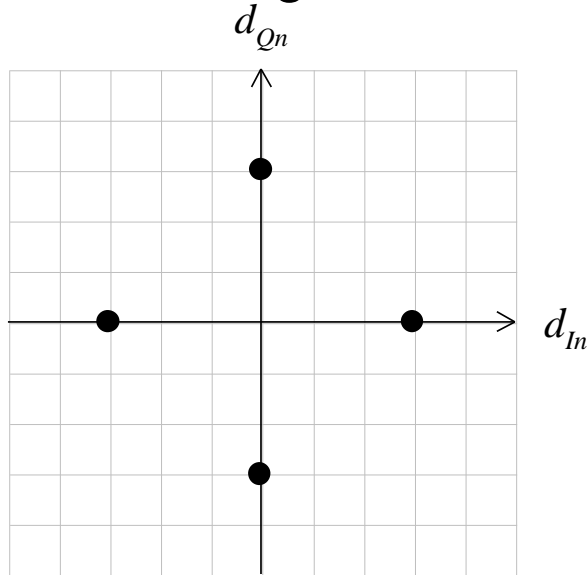
ASK,
BPSK



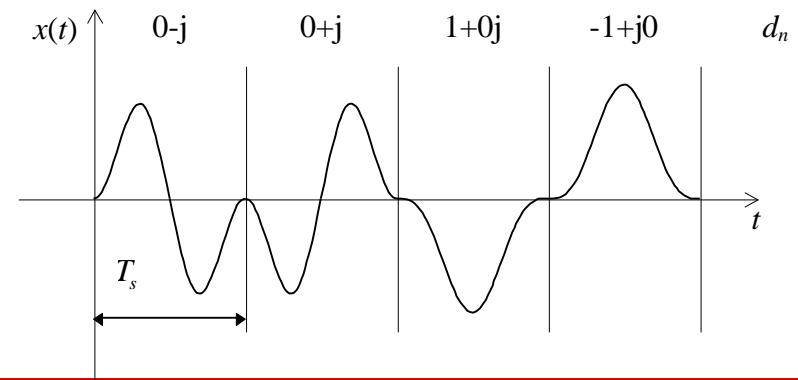
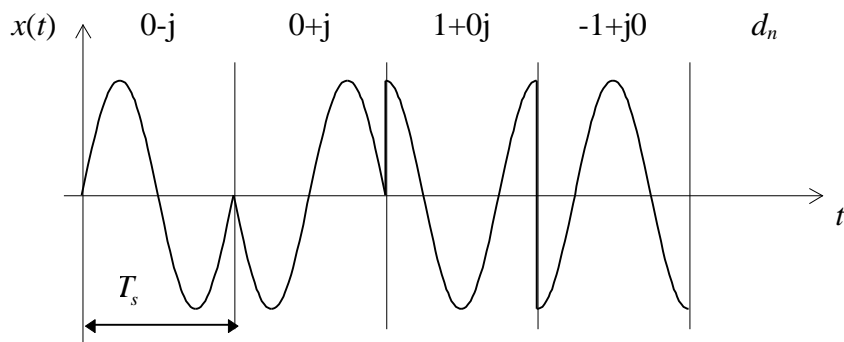
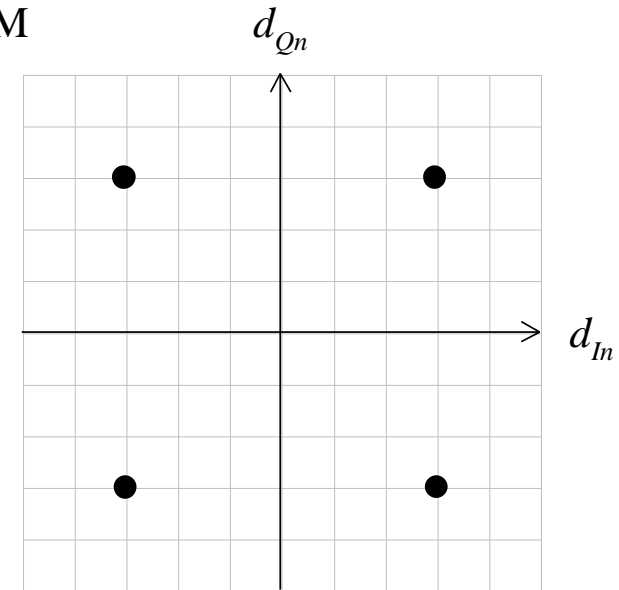
Digitális moduláció

- QPSK (Quadrature Phase shift keying), 4-QAM (4 Quadrature Amplitude modulation), vizsgán: d_I és d_Q értékei
- konstellációs diagrammok és időfüggvények:

QPSK



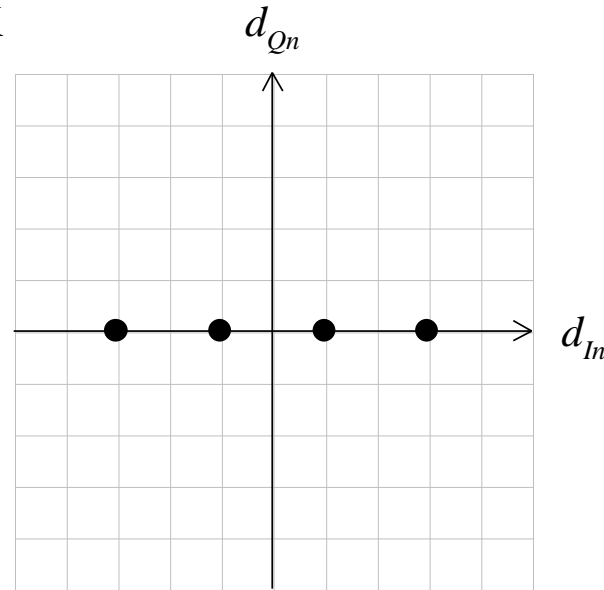
4QAM



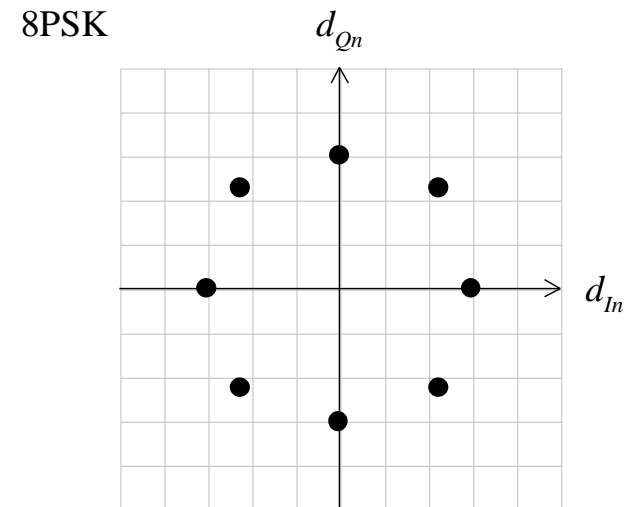


Digitális moduláció

- 4 ASK, vizsgán: d értékei és időfüggvény, ha a konstellációs diagramm:

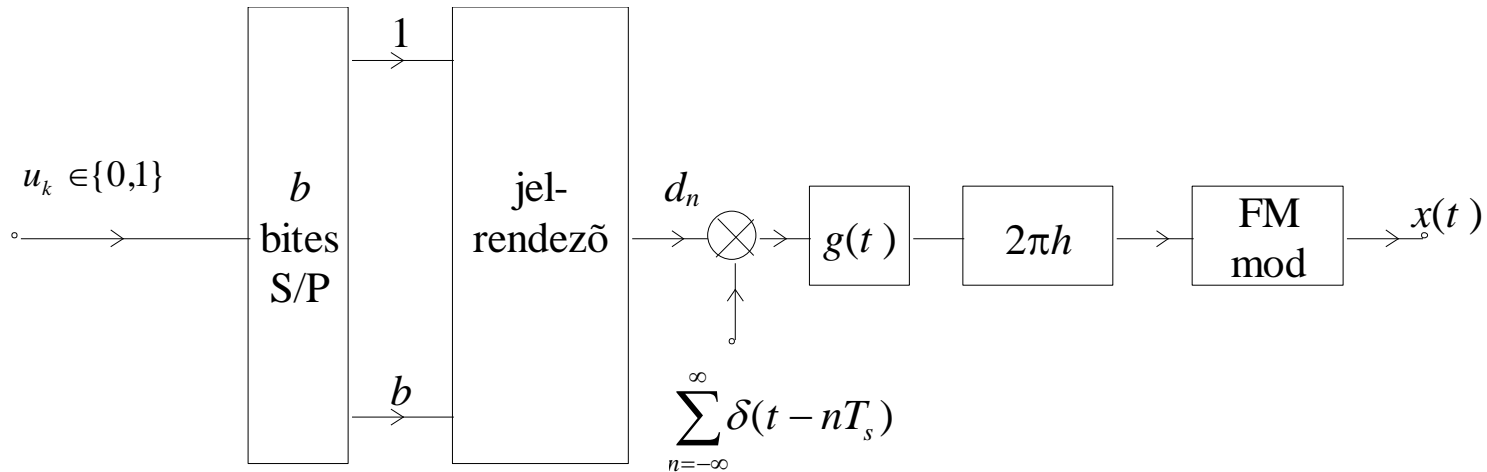


- hasonlóan: 16, 32, 64 QAM
- használt még: 8PSK



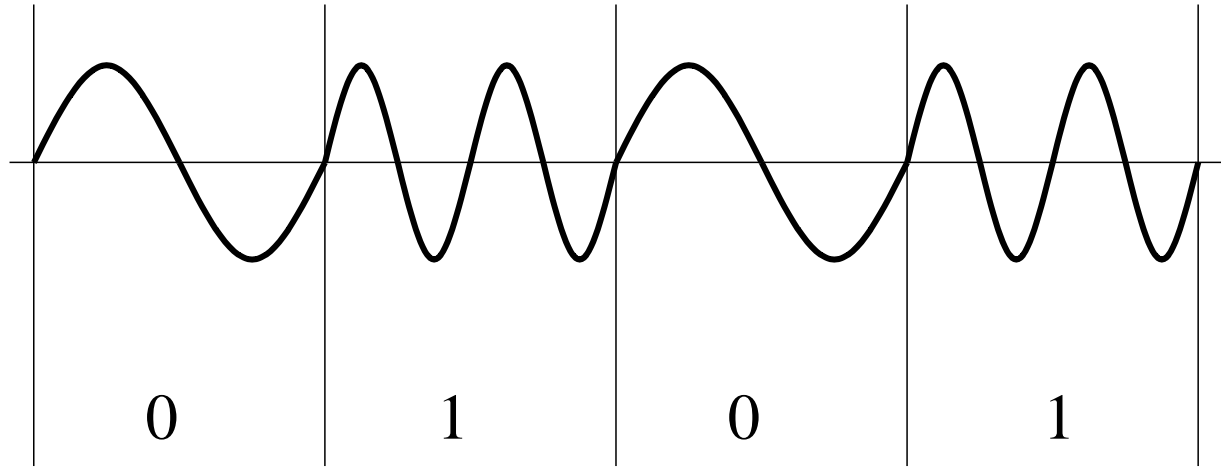
Digitális moduláció

- nem lineáris moduláció (frekvencia moduláció)



- h : fázisforgatásra jellemző (2 pí hányad részével fordul a fázis)
- d_n sorozat: értékei a $\{-(M-1) \dots -1, +1, \dots, M-1\}$ tartományból, $M=2^b$ féle frekvencia érték hordozza az információt
- elemi jel: ált valamilyen lekerekített (pl. emelt koszinusz, Gauss), hogy a frekvencia ne hirtelen változzon

- példa: FSK (Frequency Shift Keying)
- időfüggvény:



- vizsgán: 4 FSK időfüggvény



A rádiós csatorna

- Csillapítás: tereptől, időjárástól, távolságtól, frekvenciától, antenna magasságoktól, stb. függ
- Fading: véletlen ingadozás a vett jel teljesítményében (amplitúdójában), sztochasztikus modellek
- Zaj: fehér zaj (Gauss): fehér: az adott sávban konstans teljesítménysűrűségű
- Interferencia: azonos csatornás, szomszédos csatornás, rendszerek közti
- Cél: bithibaarány adott határ alatt maradjon, tipikusan 0.001 alatt