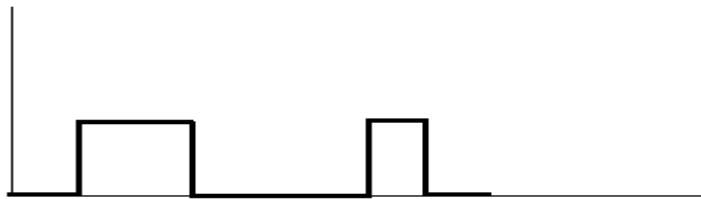


## 1. Sistemes de transmissió:

### Qüestió 1.24 del quadern

Un transmissor emet consecutivament el caràcter F en ASCII (01100010) sense parar i sense interrupcions entre caràcter i caràcter. La representació espectral indica senyal en totes les components harmòniques. Si el receptor necessita un mínim de 10 harmònics per poder recuperar el senyal, calculeu l'amplada de banda mínima del canal necessària treballant a 19.200 bps. Per a la resolució del problema es recomana seguir els passos següents:

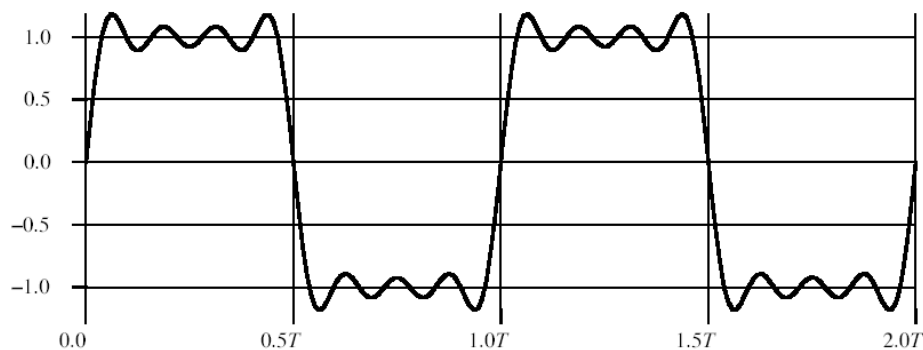
- a) Feu un dibuix de la codificació de canal utilitzant senyals polsos quadrats.



- b) Calculeu el temps de símbol  
 Suposant que un símbol representi només un bit:  
 $t_{\text{bit}} = 1 / 19.200\text{bps} = 52 \mu\text{s}$
- c) Calculeu el període.  
 $T = 8 \cdot 52 \mu\text{s} = 417 \mu\text{s}$
- d) Calculeu la freqüència fonamental  
 $f_0 = 1 / T = 1 / 417 \mu\text{s} = 2400 \text{ Hz}$   
 → Calculeu ara l'amplada de banda requerit.  
 $Bw = 2400 - 24.000 \text{ Hz}$
- e) Podria funcionar aquest sistema sobre una línia telefònica? Feu les matisacions que cregueu convenientes, però sigueu breus i concisos.  
 La xarxa telefònica proporciona el "canal vocal", amb un ample de banda de 300 – 3400 Hz; per tant, es perdrien gran part de les freqüències i el receptor no podria recompondre el senyal.

### Qüestió 1.30 del quadern

Per un medi de transmissió enviem un senyal quadrat com el de la figura de forma contínua, on un pols positiu indica un "1" i un pols negatiu un "0".



(b)  $(4/\pi) [\sin(2\pi ft) + (1/3) \sin(2\pi(3f)t) + (1/5) \sin(2\pi(5f)t) + (1/7) \sin(2\pi(7f)t)]$

## TXC – Taller # 2

- a) Feu una representació gràfica (diagrama de barres) de l'espectre del senyal.
- b) Si la velocitat de transmissió és de 64 Kbps calculeu el període del senyal.  
Com que 1 símbol = 1 bit:  
 $T = 2 / 64 \text{ kbps} = 31.25 \mu\text{s}$
- c) Calculeu l'amplada de banda mínima del medi de transmissió per tal que el senyal arribi a la seva destinació sense cap deformació.  
Cal representar fins al quart harmònic, per tant, l'ample de banda mínim sera  $4 \cdot f_0 = 4 \cdot 1 / 31.25 \mu\text{s} = 128 \text{ kHz}$
- d) Podríem fer servir un fil de telèfon per transmetre el senyal en aquestes condicions?  
→ Justifiqueu breument la resposta.  
No, ja que la freqüència mínima se surt de l'ample de banda del canal telefònic.

## 2. Modulació digital i PCM

### 2.1 Contesteu les següents qüestions:

- a. Expliqueu la diferència entre transmissió banda base (digital) i banda ampla (analògic).  
En la transmissió banda base s'envia un corrent continu, i en el de banda ampla es transmet un senyal de corrent altern. La banda base requereix un canal sense limitacions de freqüència, i el de banda ampla es pot ajustar a un rang de freqüències.
- b. Quin és el principal objectiu de la modulació? Apliqueu aquest objectiu a la transmissió de dades.  
Transformar un senyal continu a un altern ajustat a una freqüència portadora. En el cas de transmissió de dades seria convertir un senyal de polsos en un de sinusoïdals.
- c. Què indica el mapa de punts en una modulació QAM?  
Cada punt X té un vector OX, on O és l'origen de coordenades; el seu mòdul indica l'amplada del senyal i l'angle la fase. Permet establir una correspondència entre un símbol de bits encadenats i un tipus concret de senyal rebut.
- d. Com es calcula la màxima capacitat d'un canal en presència de soroll?  
Seguint el criteri de Shannon:  
 $V_{t \max} = Bw \cdot \log_2(1 + S/N)$ , on  $S/N = 10 \cdot \log_{10}(P_s/P_N)$   
I sense soroll?  
Seguint el criteri de Nyquist  
 $V_{t \max} = V_m \cdot \log_2 n$
- e. Quin és el valor òptim de la freqüència portadora en QAM?  
El mateix que en ASK, el que estigui a la meitat del ample de banda del canal (en línia telefònica :  $(3400 + 300) / 2 = 1850$  aprox.)
- f. Quina diferència hi ha entre temps de símbol i temps de bit?  
El temps de bit és el temps que tarda el transmissor en enviar un bit, i el temps de símbol el que tarda en enviar un senyal que es pot descodificar unitàriament (pot equivaler a un bit o a més d'un bit encadenat).

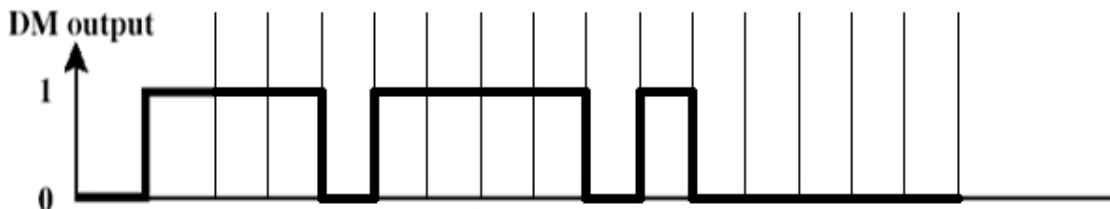
### Qüestió 1.31 del quadern

La forma d'onda analògica de la figura es vol codificar amb modulació Delta. El període de mostratge i l'alçada de l'esglaió es mostra com una quadrícula:

## TXC – Taller # 2



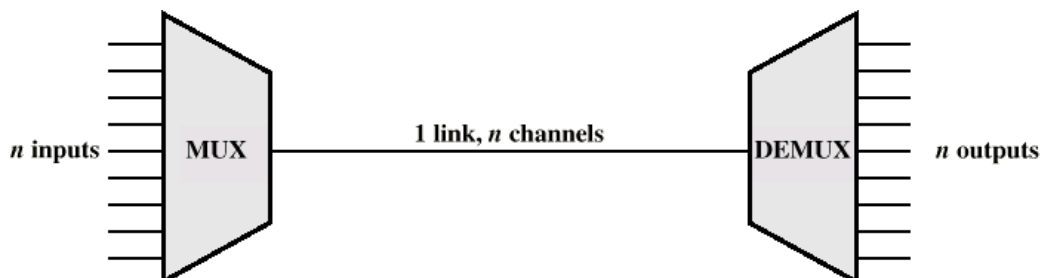
- a) Completeu la sortida del codificador de modulació Delta indicada al gràfic següent:



- b) Si el senyal analògic mostrat té un espectre entre 0 Hz i 7 KHz, quina és la velocitat de sortida del codificador?  
 Seguint el teorema del mostreig:  
 $V_t = 7000 \text{ Hz} * 2 = 14 \text{ kbps}$
- c) Si el codificador hagués estat PCM amb 256 nivells, quina seria la velocitat de sortida en aquest cas?  
 $V_t = 14 \text{ kbaud} * 8 \text{ bits/mostra} = 112 \text{ kbps}$
- d) Analitzeu les avantatges i les desavantatges dels dos sistemes de codificació digital (DM i PCM) en aquest cas concret.  
 El PCM té més qualitat que el DM, però el DM permet aprofitar millor l'ample de banda del canal.

### Qüestió 1.42 del quadern

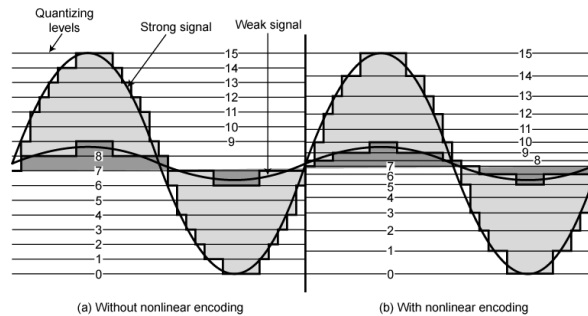
Considerant el següent enllaç sobre el que s'hi multiplexen  $n$  canals...



- a) Si el link és un enllaç que treballa a 2.048 Kbps (2 Mbps) dins de la jerarquia PCM, calculeu el nombre de canals telefònics tributaris que es podran multiplexar si es tracta d'un multiplexor síncron (fixeu-vos que no es tracta d'un commutador ISDN). Expliqueu el càlcul.

## TXC – Taller # 2

- b) Si es tractés d'un multiplexor estadístic, tot i mantenint el link PCM, tindria sentit?. Expliqueu-ho.
- c) La veu digitalitzada dels canals telefònics segueixen el model PCM segons s'indica a la figura



Expliqueu el concepte de la codificació no lineal que s'aplica.

El concepte de codificació no lineal consisteix en establir una distribució no lineal dels diferents nivells, obtenint més precisió en els nivells de baixa amplitud i poca en els d'alta. Això resulta útil, per exemple, en les converses telefòniques, on volem ressaltar la qualitat del so quan es parla fluix.

**Components del retard introduït:** Feu una llista dels elements que intervenen en el retard introduït per una xarxa de:

- a) Commutació de circuits per transmetre dades (paquets de P bits).
- b) Commutació de paquets mode circuits virtuals per transmetre veu PCM (64 Kbps)
- c) Commutació de paquets mode *Datagrama* per transmetre dades (paquets de P bits)

**Qüestió 2.3.21 del quadern, SDH:** Disposem d'un accés d'usuari STM-1.

- a) Feu un esquema de la trama STM-1, indicant les columnes de les capçaleres.
- b) Quin és el nombre d'octets de dades de la trama SDH?
- c) Quin és el nombre total d'octets de la trama SDH?
- d) Quin és el rendiment de la trama (octets dades/octets trama en percentatge)?
- e) Quina és la velocitat efectiva (bps de dades)?
- f) Quan octets de dades ens cal reservar a cada trama SDH per allotjar una comunicació de veu PCM?