

Dátum: 2004. február 11.

# ...Híradástechnika...

EA/GY 1. lap/1. lapból T.: GG

WWW.HP.BME.HU/ANONTP/SIMON/ELEKTR2/ANYAG - Elektro 2  
 Gerdos Géza; IB 219  
 Kis-Sz. Zsuzsa IB 116  
 Dsváth János IB 2\*\*

WWW  
<http://alpha.ttt.lme.hu/hirtech> - on line pdt by  
 Károly Gyula

Győr Káidz (72-73 éves); 10 - 1/2 2 kötet F bent.

ZH 1: MIN:2 mindig fontosnak 40%. (MAX:100; 80 - töl: 5)

ZH 2: -11-

PZH: utolsó heten (1 napon; gyűlés után) → 90' (javításra is felhasználható...)

Gyakor: 1 db sor a 2 ZH-ra. = VIÉSGA

$$Jegy = 0,25 \cdot ((P(ZH_1) + (P)(ZH_2)) + 0,5 \cdot V = Pont \Rightarrow \text{Járlás: jegy (+ Szébeli)}$$

↳ Belső még nem volt, de lehet-

$$\parallel 0,5 \cdot Gyakor + 0,5 \cdot V = jegy$$

// F aláírás: előző felvéset írni a gép. / 1. évet.

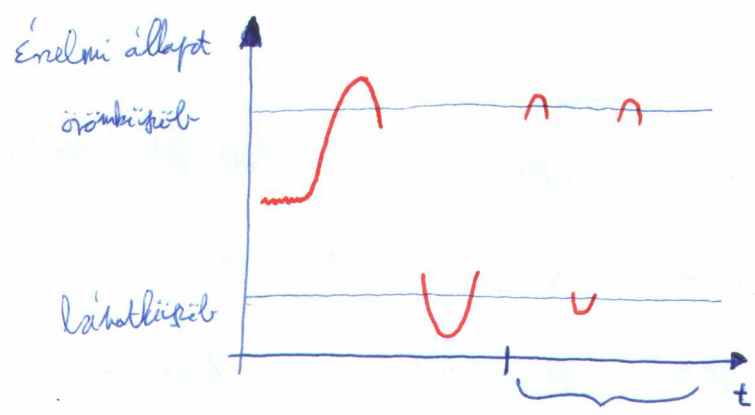
// Régebbivel: GG - rd kell előbeszélgetni.

// Névsorok értékek ⇒ Csak V alapján jegy.

↳ óráis ciklusok: 1-3. óra: ea; 4. óra: gy  
 ↳ Péntek

(Blokklon) (2 hetes ciklus).

- x -



⇒ műbachelori mérnök

Még arsnak 15 min. ⇒ !, ami TOK  
 ⇒ Next: kenderű.

Élmény: 1-2 napig állt fenn ⇒  
 footprint. Még kell erősíteni.  
 ⇒ MAX 2-3 évig ok.  
 Utolsó ism ⇒ töltésvesztés megjel.

Agg 27.-ét használjuk csak.

Bologna: 1. félév

1240: Kétes: Frigyes ⇒ OK ⇒ ☺ ⇒

Egyetemünk iskolai: Polgármester - Polgármesteri jegy.  
 → utána: V.

1730-as évek: Choppe  $\Rightarrow$  10 sec.  
 Marseille & Paris: 10 m  
 Paris & St. Pétersvár: 1,5; 2 h. } Rúdak  $\Rightarrow$  8\*8 állás

1780-as évek: Bodeabél golyók: Pár 100 métere.  $\Rightarrow$  d Bodeabél

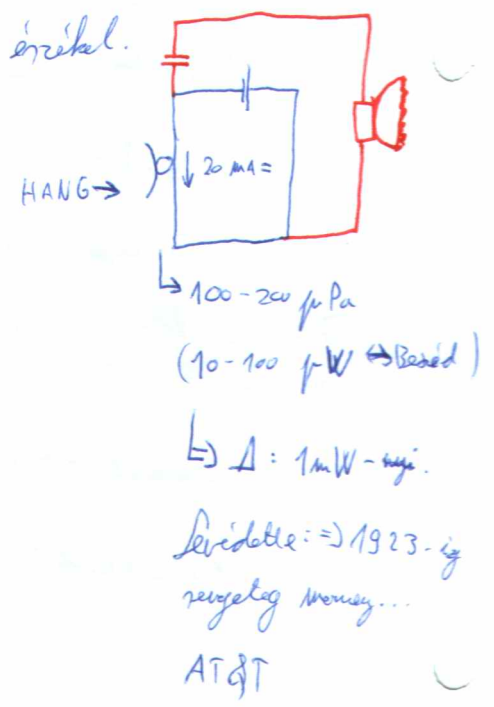
1833: Morse.  $\rightarrow$  Kérdőjel üzenet // toll + papír // 4 elemi jel: (pörög + hossa) + rövid.

1857: Panteon: Tenger alatti kábel: Francia külpolitik miniszter elcseszték...  
 Gutta per H: szigetelés...  
 MAX: 200 km/sec.

1877: Viregél

Állandósástechnika: Pígitálás átvitel... Kábel: 30 m sec feletti érték.

1876: Szérumikrofon. (Bell).  $\rightarrow$  Kis hatásfok... Pár métere.



1878: Duskis Szivadar

Edison: Fibdelphia...

1780: Edison: Fonográf: Viaszbevonás. } Gyári  $\rightarrow$  Kémből  
 Florida  $\rightarrow$  Post Képos. }  $\rightarrow$  Jé minőségű

1900: Popov & Marconi: Em hullámok

1913: Trioda  $\Rightarrow$  Erőtelős

1923: 110-u kábeltele műsorberés

1938: Norma Székely: Jelfogás számítógép szabvány Antwerpen  
 1934: Kiderült  $\rightarrow$  átvit kábeltele jelfogással, mert egy telefon gyártón sz kábel tünt fel. (Később átvit elcszt).

IEEE: Első munkái és állandósástechnikai beavat  $\rightarrow$  USA  $\rightarrow$  Később átvittele. (1996)

1941: nagy jelű  $\rightarrow$  jel irányíthatóság  $\rightarrow$  RADAR  $\Rightarrow$  1 MHz.  $\Rightarrow$  10<sup>6</sup> m/s : 16 Hz  $\rightarrow$  jel lét célra.

1941-1944: statisztikus kábeltele elmélet. Ma: 2-3 GHz.

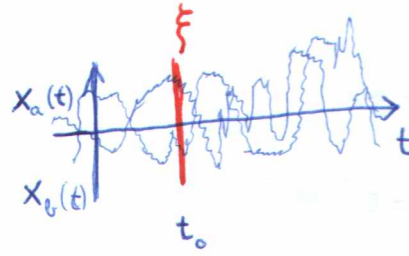
1947: Murray  $\rightarrow$  New York 2 h-u  $\Rightarrow$  Bell Labs  $\Rightarrow$  Jangt  
 1947: Shannon (ir): információ elmélet

1948: ENIAC.  
 1960: 1. Milliók átvitel.

Jfeld: 250 m sec }  
 kábel }  
 [B] }  
 1971: fBac | 1977: újság

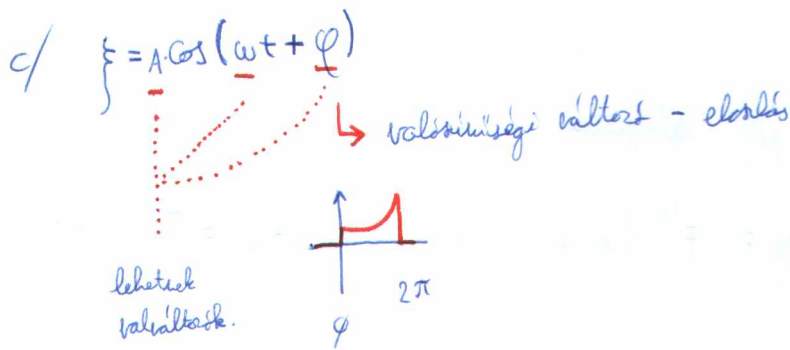
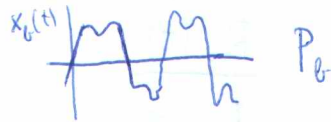
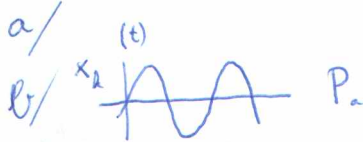
Vissze Gyakorló: autóvillamoság (jé tabár)

• I. // Stochasztikus folyamatok a híradástechnikában:

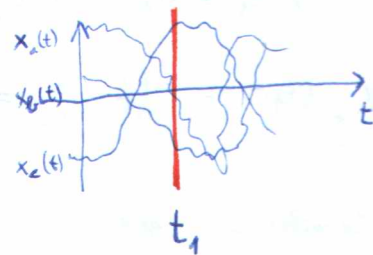


• 1. / Alapfogalmak: 1.1. Értelmezés:

• Megadás:



• 1.2. Stochasztikus folyamatok matematikai megadása:



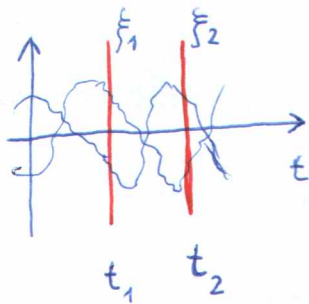
$$P(\xi_1 < x_1 \wedge \xi_2 < x_2 \wedge \dots \wedge \xi_n < x_n) =$$

$$= F^{(n)}(x_1, x_2, \dots, x_n, t_1, t_2, \dots, t_n)$$

$$F^{(1)}(x_1, t_1) = F^{(n)}(x_1, \infty, \dots, \infty, t_1)$$

• További jellemzők:  $M(\xi_1) = m(t) \xrightarrow{\text{stac. folyamat}} \cancel{n(t)}$

1.3. A kovariancia ill. autokorrelációs függvény:



$$\xi_2 = c \cdot \xi_1$$

$$M(\xi_1 - \xi_2)^2 \Rightarrow \min$$

↳ várható érték = "E"-vel is jelölhető

$$M(c \cdot \xi_1 - \xi_2)^2 = M(c^2 \xi_1^2 - 2c \cdot \xi_1 \xi_2 + \xi_2^2) = c^2 M(\xi_1^2) - 2c M(\xi_1 \xi_2) + M(\xi_2^2) \Rightarrow \min_c$$

$$\frac{\partial}{\partial c} \dots = 2c \cdot M(\xi_1^2) - 2M(\xi_1 \xi_2) \stackrel{!}{=} 0$$

$$\rightarrow c = t_2 - t_1$$

$$c = \frac{M(\xi_1 \xi_2)}{M(\xi_1^2)} = \frac{K_f(t_1, t_2)}{K_f(t_1, t_1)} \stackrel{\text{stac. sz. függ.}}{=} \frac{R_f(\tau)}{R_f(0)}$$

1.4. // Stoch. függ. analízis

Egyenl. stoch. függ.:  $F^{(n)}(x_1, x_2, \dots, x_n, t_1, t_2, \dots, t_n) = \bar{F}^{(n)}(x_1, x_2, \dots, x_n, t_1 + \tau, t_2 + \tau, \dots, t_n + \tau)$

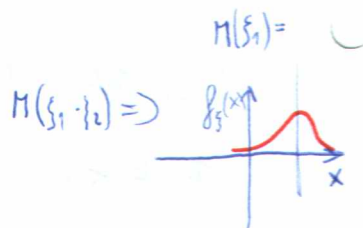
$$F^{(1)}(x, t_1) = F(x) \Rightarrow M \xi_1 = m$$

$$K_f(t_1, t_2) = M(\xi_1 \xi_2) = R_f(\tau)$$

••••• tennikus zaj (gauss eloszlás)

Állandó stoch. stoch. függ.:  $M \xi_1 = m(t)$

$$M(\xi_1 \xi_2) = K(t_1, t_2) = R_f(\tau)$$

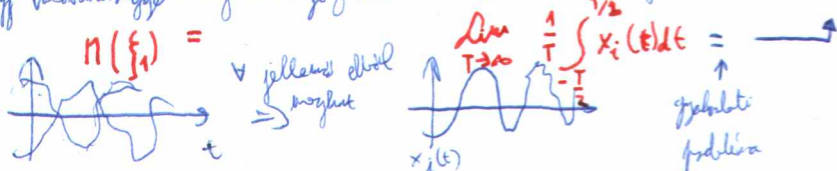


egyenl. központos:  $x_i(t)$   
 változó központos:  $x_i(t) = \bar{x}_i(t)$

Ergodikus stoch. függ.:

•••••  $\forall$  időbeli jellemzője  $F^{(n)}$ -lél levezethető jellemző (lévni)

Egy valószínűséggel megfigyelt a folyamat végtelen sok realizációjára.

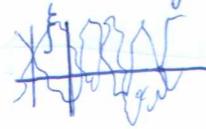


1. // Stochasztikus folyamatok a híradástechnikában

1.1. // Értelmezés

Ársovs körülmények között lejátszódó folyamatok. (st. f.)

Pl.: Transz munkapont - jelek



f: valós.

1.1.2 // Megadás

Pl.:  $f_w = A \cdot \cos(\omega t + \varphi)$

1.2 // Stoch. fgy. mat. megadása

A stoc. "világban"  $F^{(n)}(x, t)$  elkerül NEM függeni a t-től.

1.3 // A legjobb lineáris becslés  $\Rightarrow f = \dots$

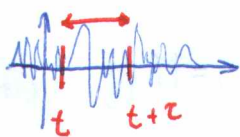
Autokorreláció - keresztkorreláció...

$C = \dots$

1.4 // Stoch. fgy. oszt. - erős stac.

- Gyenge stac.

! + Ergodikus fgy: Egy időközönként megadható a folyamat V realizációja.



$$\lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{T} \int_{-\frac{T}{2}}^{\frac{T}{2}} x(t) \cdot x(t+\tau) dt$$

$R_f(\tau) = \dots$  "időközönkénti energiája"  $= \int_{-a}^a x^2(t)$

az egységnyi időintervallumon eső átlagteljesítmény (hosszú időn)

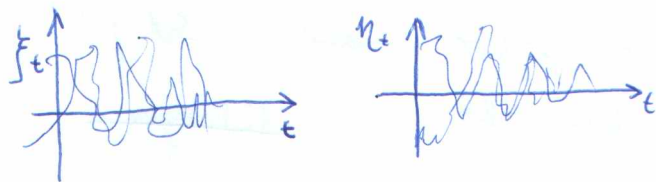
$- 1 \Omega - on. = P$

$R_f(\tau) = M(f_t \cdot f_{t+\tau})$

- Az ergodikus folyamatok azonos stacionáriusak. !!!

Nálunk a feldolgozás és az ergodikusok lemelek.

- 1.5 // Folyamatok ismertetése  $\xi_t, \eta_t$ : egy-egy fpr. szegyet szimulációval.



kísérlet  $\Rightarrow$  realizáció

$v = \xi_t + \eta_t$ : egyidejűleg (együtt) kísérlet  $\Rightarrow$  új halmaz

- államiságuk az bekís! A folyamatokat tudni kell értelmezni!

$\hookrightarrow v$ !

- Pld: Lineáris elvételés (autokorrel. fpr.):  $R_v(\tau) = ?$

$$R_v(\tau) \stackrel{\text{def.}}{=} M(v_t v_{t+\tau}) = M\{(\xi_t + \eta_t)(\xi_{t+\tau} + \eta_{t+\tau})\} =$$

$$= M(\xi_t \cdot \xi_{t+\tau} + \eta_t \cdot \xi_{t+\tau} + \xi_t \cdot \eta_{t+\tau} + \eta_t \cdot \eta_{t+\tau}) = \text{Fogadját}$$

vagyis a várható értéket  $\Rightarrow$

$$= \underbrace{M(\xi_t \cdot \xi_{t+\tau})}_{R_\xi(\tau)} + \underbrace{M(\eta_t \cdot \xi_{t+\tau}) + M(\xi_t \cdot \eta_{t+\tau})}_{2 \cdot \overset{\text{stac.}}{\downarrow} R_{\xi\eta}(\tau)} + \underbrace{M(\eta_t \cdot \eta_{t+\tau})}_{R_\eta(\tau)} =$$

$\uparrow$   
két-ir. autokorrel. függvény

Keresztkorrel. fpr.  $\Rightarrow$  a stac. miatt

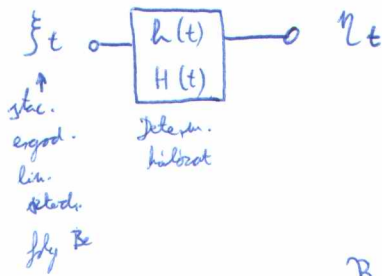
- Független esetben  $(\xi, \eta) \Rightarrow R_{\xi\eta}(\tau) = M(\xi_t \eta_{t+\tau}) = M \xi_t \cdot M \eta_{t+\tau} = m_\xi \cdot m_\eta$

$\tau=0 \Rightarrow$  teljesítmény! egyidejűleg központos!

$$R_v(\tau) = R_\xi(\tau) + 2 \cdot m_\xi \cdot m_\eta + R_\eta(\tau) \Rightarrow P_v = P_\xi + 2 \cdot m_\xi \cdot m_\eta + P_\eta$$

Ha  $m_\xi = 0$  (és/vagy)  $m_\eta = 0 \rightarrow P_v = P_\xi + P_\eta$

1.6. // Autokorrelációs fgv. lin. transformációja.



$R_{\xi}(\tau)$

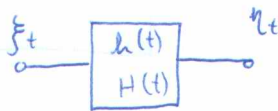
$R_{\eta}(\tau) = ?$

Def.:  $R_{\eta}(\tau) = M(\eta_t \cdot \eta_{t+\tau}) =$   
 $= M\{(\xi_t * h_t)(\xi_{t+\tau} * h_{t+\tau})\} =$   
 $= R_{\xi}(\tau) * h(\tau) * h(-\tau)$

$R_{\xi \eta}(\tau)$ : korrel. fgv.

1.7. // Teljesítmény - sűrűség spektrum ( $\equiv$  spektrál sűrűség)

Wiener - Kinesin - tétel:

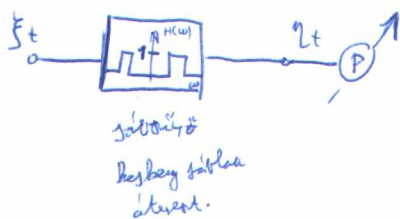


$R_{\eta}(\tau) = R_{\xi}(\tau) * h(\tau) * h(-\tau)$

Villamosmérnök: „természetes” esetben  $\Rightarrow$   
 vagy a Fourier-tábla...  $\Rightarrow F$

$S_{\eta}(\omega) = S_{\xi}(\omega) \cdot H(\omega) \cdot H^*(\omega)$   
 $S_{\eta}(\omega) = S_{\xi}(\omega) \cdot |H(\omega)|^2$

az autokorrel. fgv. ut adja meg  $\leftrightarrow$  Különböző frekvenciákban milyen teljesítménye  $F$  az adott jelnek  
 Spektrális viselkedést írja le!!!



$\Rightarrow$  W-H tétel:  $P$  (telj.) megmérése  $\Rightarrow$

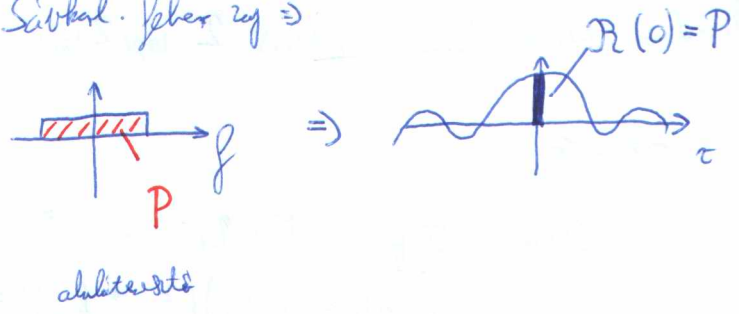
$P = R_{\eta}(\tau) \Big|_{\tau=0} = F^{-1}(S_{\eta}(\omega)) \Big|_{\tau=0} =$

$= \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} S_{\eta}(\omega) \cdot e^{-j\omega \tau} d\omega \Big|_{\tau=0} = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} S_{\eta}(\omega) d\omega = \int_{-\infty}^{\infty} S_{\eta}(f) df =$

$= \int_{-\infty}^{\infty} S_{\xi}(f) \cdot |H(f)|^2 df = 2 \cdot \int_{f_1}^{f_1+\Delta f} S_{\xi}(f) df \approx 2 \cdot S_{\xi}(f_0) \cdot \Delta f = P_{\eta}$   
 \* szim. szabványos: sűrűség leírás...

$R$ : valós  
 $\Downarrow$   
 szimmetr.  
 az  $S$   
 fgv.  $\star$

• Pld: Sávkal. jelér zaj  $\Rightarrow$



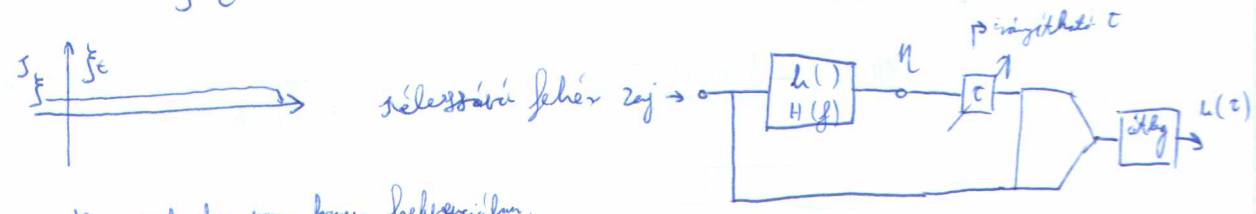
abszolútérték

• 1.8. // Néhány érdekesség

a/ A sülyfgg. rousolásmentes meghatározása  $\Rightarrow$  Diracra: jel (váln)

Végtelen ampl.  $\Rightarrow$  sem mérhető!!!

! De:  $R_{f \eta}(\tau) = R_f(\tau) * h(\tau) = \delta(\tau) * h(\tau) = h(\tau)$



Nem ampl. de egy, bizony frekvencián,  
tartományban...



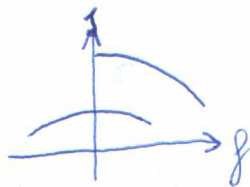
• 2. Termikus zaj: → fehérzaj.

• 2.1. // Diribai alapok: 

(Sörétszaj ⇒ ha az elektronok áramlásán alapul a folyamat (analíz) → néha több/később "szabad át"). - Kisz. vége. -

→ n dimenziós Gauss eloszlás: termikus zaj.

• A teljesítmény S spektruma:



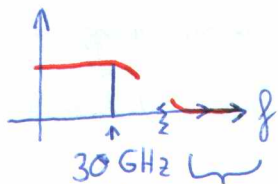
$$S(f) = \frac{h \cdot f}{e^{\frac{hf}{kT}} - 1}$$

↳ Egyszaldós spektrum (+)

s: páros fgv.

$$S = \begin{cases} 2 \cdot s & \omega \geq 0 \\ \phi & \omega < 0 \end{cases}$$

• A különböző spektrális sűrűség egyformán lenne f-nak a fehér zajban ⇒ fehérzaj (analógia). - elnevezés



$$\lambda = 1,7 \mu m \dots 400 \mu m$$

Itt mi van fehérzaj!

$$\approx 200 THz$$

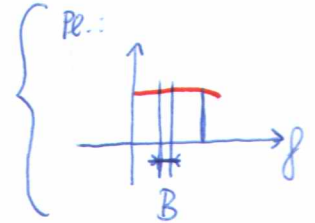
( a klasszikus híradástechnika )  
fehérzaja

$$S(f) = \frac{hf}{e^{\frac{hf}{kT}} - 1} = kT \quad \left( \text{Tűné: } e^x \text{ Taylor sorra...} \right)$$

$f \in [0, 30 \text{GHz}]$

ú passzív rendszeren mérhető teljesítmény:  $P = k \cdot T \cdot B$

$B$ : frekvenciatartomány



• 2.2. // Eszközök zajteljesítménye, ill. zajhőmérséklete (aktív)



$$\Rightarrow P_{ki} = G \cdot k \cdot T_0 \cdot B + \underbrace{\tilde{N}}_{\text{Erősítő zaj}} \quad \left. \vphantom{\tilde{N}} \right\} \text{!!!}$$

• Ha 2 független „dolog” min egyikének várható értéke  $\neq \phi \Rightarrow$  összerendelés.  
 it termikus zaj  $\phi$  várható értékű. ( $\equiv$  stochasztikus elvétel!!!)

• Egy eszköz zajtemperatúrája: a kimeneten ténylegesen megjelenő zaj (nyugalomban) oston a zajmentesnek feltételezhető eszköz kimenetén megjelenő zajjal.

$$\Rightarrow F = \frac{P_{ki}}{G k T_0 B} = \frac{G \cdot k \cdot T_0 \cdot B + \tilde{N}}{G k T_0 B} \quad \left. \vphantom{\tilde{N}} \right\} \text{ez eszközjellemző !!!}$$

• Pl.: műholdas vétel  
 biometrikai mérések } alk.  
 hallókészülékek

↳ Minél NAGYOBB, annál ROSSZABB!!!

gyártó odja {  
 műhold verő: 1,3 (illik) } mikroport: 3,4  
 1,22: jót! }

Példa:  $F$  adott  $\Rightarrow \tilde{N}$  számítása  
 $\Rightarrow \tilde{N} = (F-1) G T_0 k B$

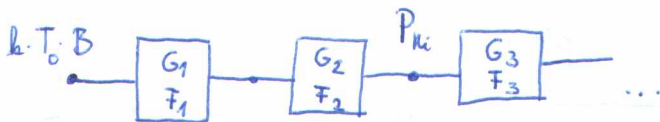
Itt esik zajhőmérséklet:  $T_{red} = (F-1) \cdot T_0$   
 $\uparrow 293\text{K} \approx 20^\circ\text{C}$   
 $\Downarrow$   
 $\tilde{N} = G k T_{red} B \rightarrow$  it lemeztre redukált zaj h.

It lemezté ezzel a  $T_{red}$ -del magasabbban üzemel...

$$\left\{ \begin{array}{l} F = 1 + \frac{T_{red}}{T_0} \quad T_{red}: \text{kiev. a jst} \Rightarrow \text{Pl.: } 40^\circ\text{C} \\ F^{dB} = 10 \cdot \log(F) \end{array} \right.$$

- Tehát nem csak az R a lényeg, hanem, hogy hány fokos!  
 $\Rightarrow$  Villamkörte:  $\phi: \approx 5\text{r}$   
 $1: \approx k\text{r}$

2.3. // Kaskádla kapcsolt erősítők eredő zajtényezője:



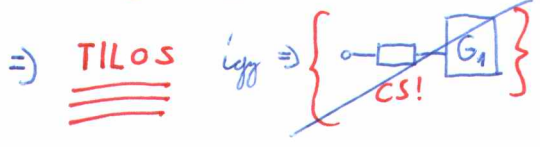
$$F = \frac{P_{ki}}{G_1 G_2 k T_0 B} = \frac{G_1 G_2 k T_0 B + (F_1 - 1) \cdot k T_0 B \cdot G_2 + (F_2 - 1) k T_0 B \cdot G_2}{G_1 G_2 \cdot k \cdot T_0 \cdot B}$$

$$\Rightarrow F = F_1 + \frac{F_2 - 1}{G_1} + \frac{F_3 - 1}{G_1 G_2} + \frac{F_4 - 1}{G_1 G_2 G_3} + \dots$$

1A redik! Reduk!! REDUK!!! (a zajtényező)

Itz első elemnek kell kis zajnak lennie!!!  
 Pl.: antenna fejezősítő  
 VSAT: nagyon kis távnyári távközlés!  
 KÖZPONT: Hélium (He)  
 $\rightarrow (-40^\circ\text{C})$

• PL.: Gellapítás  $\Rightarrow G = \frac{1}{L} \Rightarrow F \approx L$



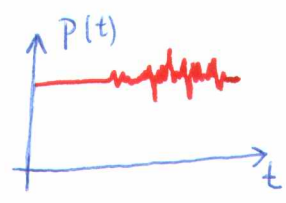
"Zajirgalmas" környezetbe TILos  
a csillapítást így betenni!

$\Rightarrow$  Tejle kell nekni!!!

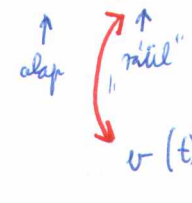
## II. // Hőanyagok és Csatornák:

• 1. // akusztikai alapok:

• akusztikai leírás: légrészecske, melyet hangjelmelegnek élünk meg. (LONGITUDINÁLIS)



$$P(t) = P_0 + p(t)$$



$v(t) \sim$  teljesítményesség.

{ Mekkora térfogat mozog egy felületen át }

$$\frac{v}{v} = 410 \dots \left| \begin{array}{l} 20 \text{ } ^\circ\text{C} \\ 40\% \text{ HUMIDITY} \\ \text{tengerszint felett, levegő} \end{array} \right.$$

$$c = 340 \frac{\text{m}}{\text{s}} ; c = f \cdot \lambda$$




I: Intenzitás  $\left[ \frac{\text{W}}{\text{m}^2} \right]$

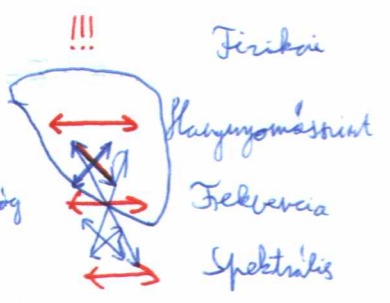
• (Fizikai) hangnyomásintenzitás:

$$20 \cdot \log \sqrt{\frac{1}{T} \int_{-\frac{T}{2}}^{\frac{T}{2}} p^2(t) dt} = L \text{ dB} = 10 \cdot \log \frac{I}{10^{-12}}$$

$20 \cdot 10^{-6} \text{ Pa}$

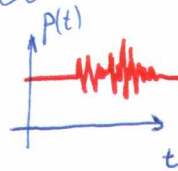
• akusztikai paraméterek (érzeti) jellemzése:

- Hangerő  Hangnyomásintenzitás
- Hangmagasság  Frekvencia
- Hangszín  Spektrális



II. Híranyagok és Gátóinak:

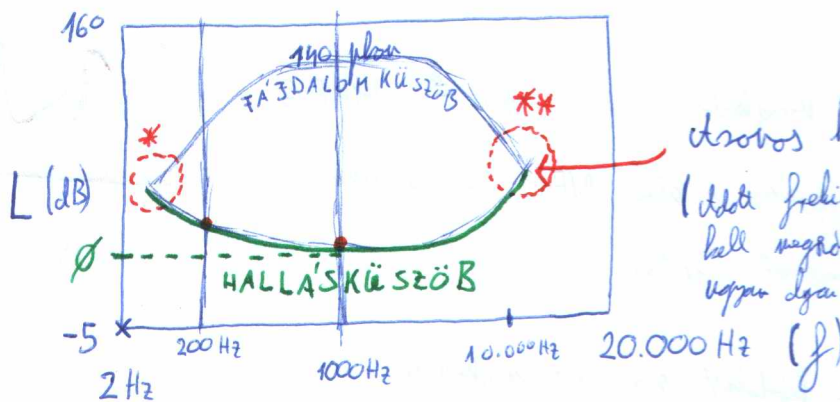
1. // akusztikai alapok:



P(t) = P\_0 + p(t)

L = \frac{20 \cdot \log(P\_{eff})}{\log(20 \cdot 10^{-6})} = 10 \cdot \log \frac{I}{10^{-12}} [dB]

Hangosság pszichofizikai jellemzése: (Simmas hangok) =>



Urosos hangosságú görbe (Adott frekv. milyen hangosan kell megdolgoztatni a hangot, hogy ugyan lya "erősnek" tűnjön mint f\_1, f\_2-ú).

Fletcher - Munson (1933)

Egy simmas hang hangossága phon-ban mérve megegyezik az ugyanolyan hangosság érzetet keltő 1000 Hz-es Simmas hang dB-ben mért hangnyomásszintjével.

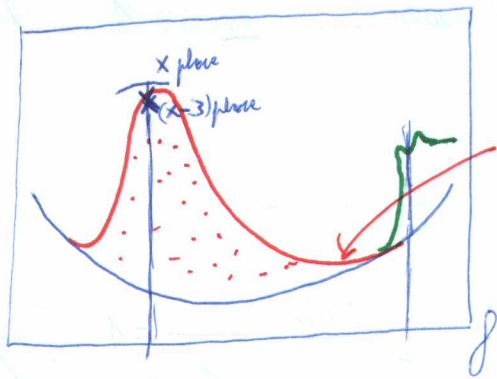
(1933: 0 dB; 1960-as évek: 2 dB; ...) -> HALLA'SKÜSZÖB

Egyre szűkebbek lesznek => sok zene, HANGOSAN => ~10 db ~) +5 dB

\*: a végpont korral "felkanyar" kb. 20 Hz-től hallunk. 2-3-Hz-es infobányák: hangulatromboló (Audi 80-as !!!) MA: 0,5-10 Hz-es korlát NEM gyártanak.

\*\* : Korral megkülönböztetés jön befele az f. => 20,1s -> 12-14 kHz

• Elfedés:



↳  $(x-3)$  nál kell szólnia, hogy meghalljuk! (Támaszhang alattiakat NEM halljuk!)  
 (Mechanik  $\Rightarrow$  10 m/s méltán az alattiakat meghalljuk).

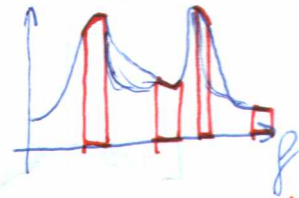
- Egy erős mély: Sokat elfed
- Egy magas hang: Egy kicsit felette + alatta

(A hallásküszöb támaszhang miatt; módosulása)

A modern hangkódolás ezen alapul  $\Rightarrow$  MPEG.

Az időfüggvény szinten NEM reprodukál.

Csak hangereket szinten.

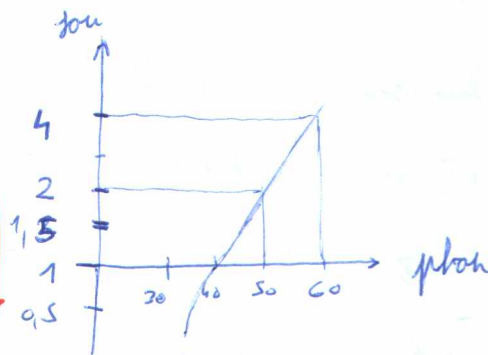


Ezektől visszatérünk!

1. MPEG kódolást nem lehet meghallgatni  
 MPEG  $\rightarrow$  IDő fpu  $\rightarrow$  MPEG: Nagy torzulások  $\Rightarrow$  Meghallható.

• A hangosság sora mértéke:

- (+ Utánerzés).
- ↳ NAGY: lassú vesztés (pl.: TEMPLEM)
- Kicsi: Gyorsan vesztés



Ellenőrzéskészlet.

Zeneművek  $\rightarrow$   
 Hangvesztéssel

Zeneakadémia: 23 szo

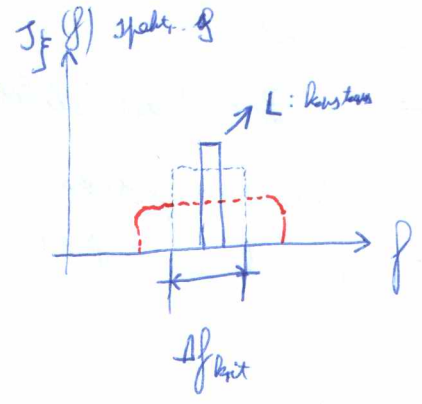
Kongressusi központ: 7-8 szo

↳ **POCSÉK**

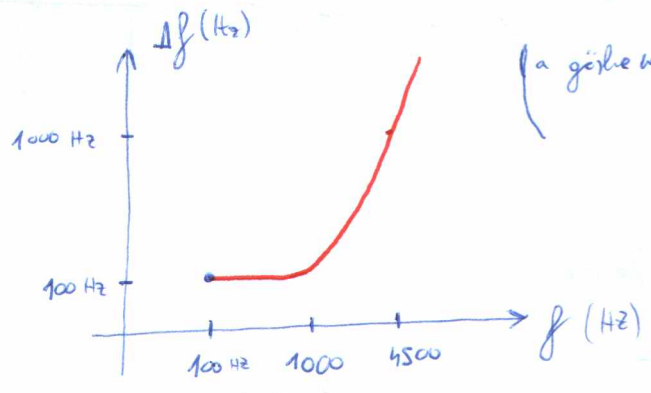
( $\approx$  700 m/s  $\approx$  utánerzés)

- Disney Music Hall
- ↳ Kilágereztetés
- 1,7 szo ; utz.: 40 m/s

● Kritikus sávok:

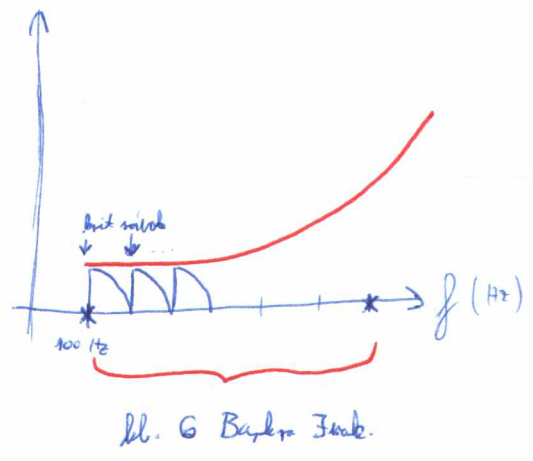


A kritikus sáv: felbecsüléssel



(a görbe van ilyen mérések, csak szórás az alja)

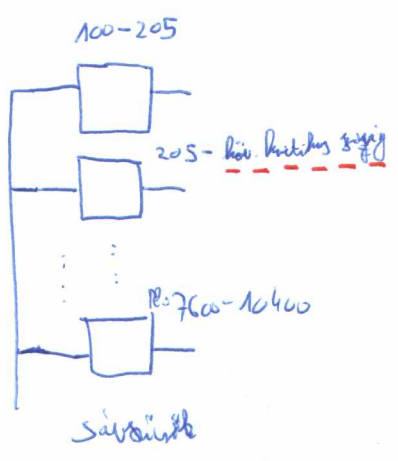
Két frekvencia Bark-ban mért távolsága (Barkhausen).



⊃

⇒

② Mirek ismét...

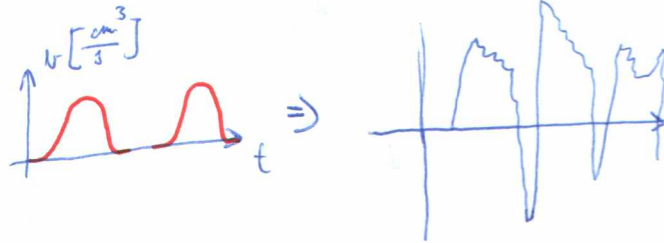


• Beszédhulléri alapmechanizmusok: • Beszédhangokra discretizálják az agy a szöveget.

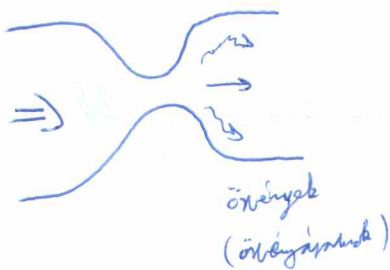
→ Nem Betű (gab jelölés)!

↳ Elvont beszédhang: fonéma.  
↳ Türetlen lényegét jelöl!

• I // Zöngé: hangszalagok feszítése:  
⊙



• II // Turbulens áramlás: keskeny rés

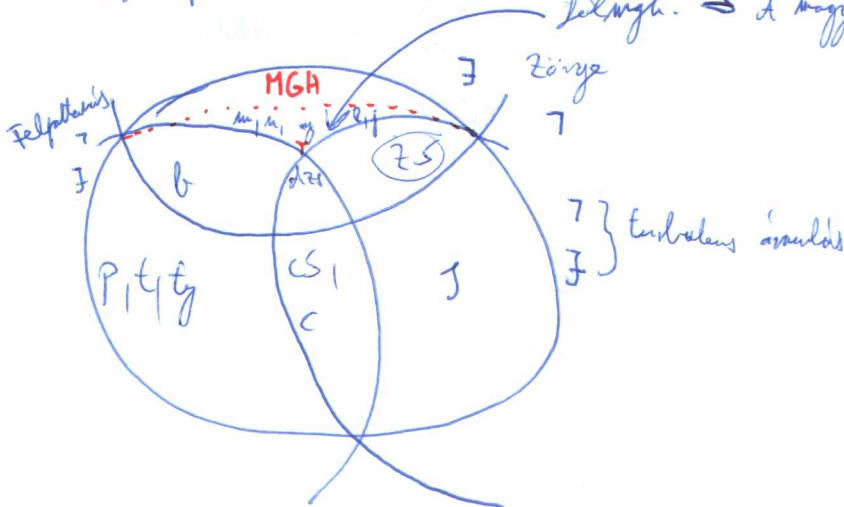


• III // Fékhullám:

• Az ipari hangok ért a 3-at meghaladják.

• Tüzi nép: Nem használják "szöveget" hangokat.


↳ hangh. ⇒ A magyar nyelvű ezzel NEM alkot szöveget.



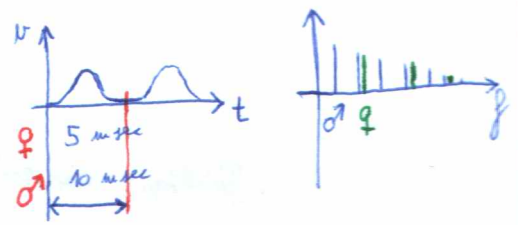


## II. Hírszavok és csatornák

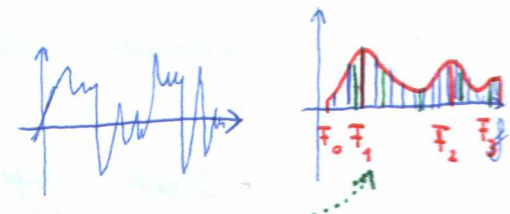
### 1. // Alkalmazási alapok

• **Berés:** - India-Európai: - zöngé  
 - túlsúlyos  
 - löttyök hullám } ⇒ A'BRA (előv. írási)  
 Pld.: s:   
 cs: 

• It hosszúan tartható hangok formális sekerettel rendelkeznek.

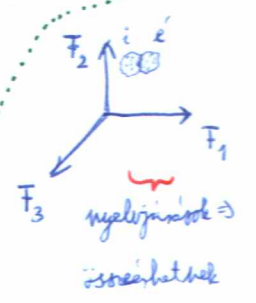


• Formás frekvencia: Burkoló görbe maximuma



• Ha elkerülök ékeket:  $F_0$ -t változtatom  
 Milyen az 1. formálisnál NINCS is frekvencia, mert az  $F_0$  odébb kerültek.  
 Túl magas sávszélesség hang ⇒ Nem lehet éteni.

• **Rádió:** régebbi rádió nem voltak ⇒ a "lecsapódási" ritmus ⇒ saját környezetben nem érethető.



• **Verszállás ember/gép interakció:** - Verszállás (berés → szöveg)  
 angol berés: egyszerű  
 80.000 szót tartalmazó géppel ⇒ le lehet írni.

- **aglutináció (aglutináció):** toldalékok  
 magyar a magyar nyelv ⇒  
 1 ember 1 szót: 627 szó képer  
 tudunk mondani  
 ⇒ kb. 20.000.000 szót kellene  
 betáplálnia. ⇒ 40 ember, 10 hangzó ⇒ 200 millió

→ De nem lehet-e a ragokat külön felismeri?

↳ Kötött optikus felismerés.

+ Dialogus fa → menü // kb. 1000 sz. egysége.

Idáig: felvétel alapján betanították!

De: a tanácsok újított: Bejegyzés alapján bővíthető.

1000 -tól 1200 -ra bővíteni: OK, de

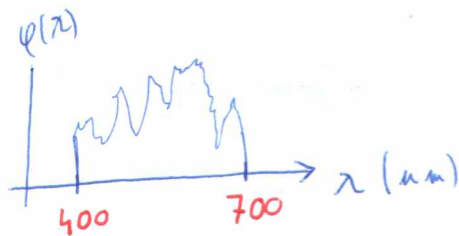
1000 -tól 2000 -re: Nem d. Túl sok lenne az átmenet ⇒ hibás felismerés.

- Beszédkéntés ⇒ „kérfeltől a nehézségektől” ⇒ az írásnak előggé formáltság.  
(sörög → beszéd)

→ Dialogus szervezés → automata rendszer; beszéd irányítás, → kezelőút → operátor

## • 2. // Fénytechnikai alapok:

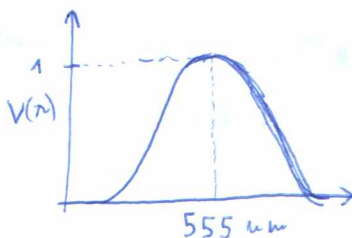
• Területi alapok (leírás):



$$\Phi = \int_0^{\infty} \varphi(\lambda) d\lambda \quad : \text{fénymennyiség}$$

De nem írja le a világosság éretet. ⇒

• Látéhatósági görbe:



Mennyivel kisebb világosság éretet kell, mint azt, amire a legérzékelőbbel vagyunk.

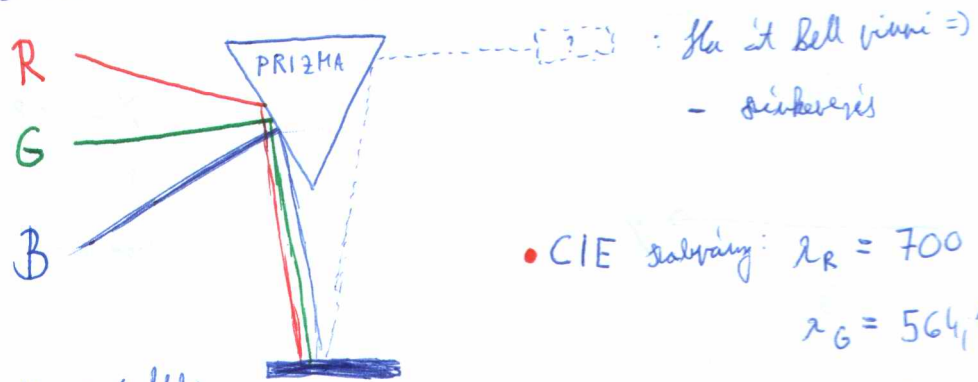
↳ 555 nm : ZÖLD

$$L = K \cdot \int_0^{\infty} V(\lambda) \cdot \varphi(\lambda) \cdot d\lambda \quad (\text{Lumen})$$

- Számítások: Viktória királynőnek nagyon tetszett az egyik ruhájának a színe (de nem jött bele már...) => újat akart, de a színt nem tudták kikeresni. => az egész a textil ipar "bűvölte".

- A két jel spektrális  $\Phi$ -nek nem kell arányosnak lennie, hogy az. érzetet keltsenek.  $\{\Phi_1(\lambda) \neq \Phi_2(\lambda)\}$

- 3 alkalmasan választott spektrális szín +/- keverésével



Ha  $\forall$  1 oldalon vannak: + keverés.

- CIE szabvány:  $\lambda_R = 700 \text{ nm}$   
 $\lambda_G = 564,1 \text{ nm}$   
 $\lambda_B = 435,8 \text{ nm}$

- Az aránytól függ a színeret, nem a nagyságtól.  $\{\Phi_R: \Phi_G: \Phi_B\}$

• Relatív szám:  $\frac{\Phi_i}{\Phi_R + \Phi_G + \Phi_B}$

- Fontos kérdés: hogyan lehet fehér színt előállítani?  $\rightarrow$  M<sup>A</sup>S egységek?  
 Egységválasztás után:  $R = G = B$

• Hogyan legyen világos  $\Rightarrow$  világosságéget:  $L = 0,3R + 0,59G + 0,11B$   
 $= 1 \text{ Lumen}$

- Színszelektív,  
 a fényáram relatív egységben lévő összetevői.

• Színkoordináták:

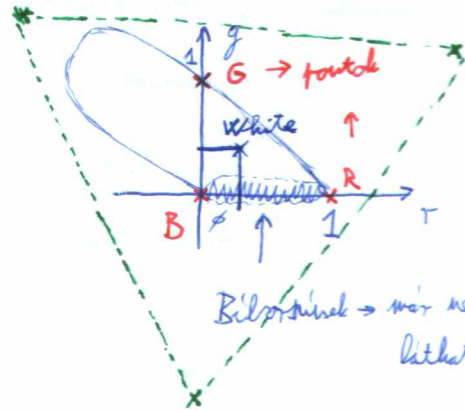
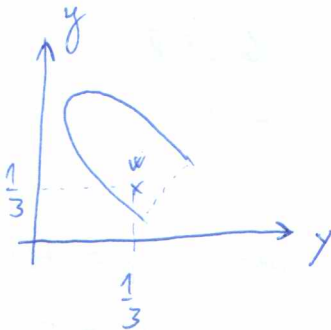
$$r = \frac{R}{R+G+B} \quad ; \quad g = \frac{G}{R+G+B} \quad ; \quad b = \frac{B}{R+G+B}$$

$$\{r + g + b = 1\}$$

• A színkezeletet 2 koordinátával leírható!

$\forall t \in \mathbb{R}$  színkezelettel akartak színt.

$$\begin{array}{l} R \\ G \\ B \end{array} = \begin{array}{l} = \\ = \\ = \end{array} \begin{array}{l} X \rightarrow x \\ Y \rightarrow y \\ Z \rightarrow z \end{array}$$



Bélpárhuzal  $\rightarrow$  már nem nagyon látható.

IMAGINÁRIUS színkezelet.

$\mathbb{C}$

A látható fény:  $\forall t \in \mathbb{R}$  képezés.

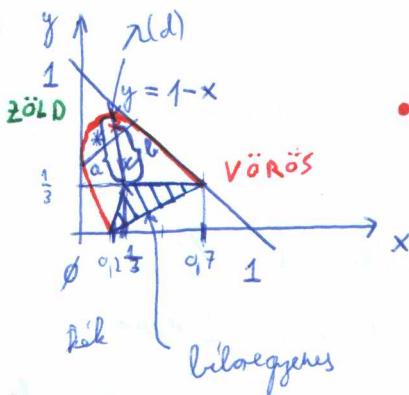
$$Y = 0,3 \cdot R + 0,596 \cdot G + 0,11 \cdot B$$

$\uparrow$

koordináta = világosság

ZH: március 24.; 10:15; CH MAX  
 KONZ: március 22.; 8:15; IB210

• Sínek jellemzése:



{ Síndiagram } → sínpárok

• A párok össze: spektrálisínek.

• Tulajdonság: szimmetria

Sínek keverése a pontokat összekötő egyenesen vannak. (\*)

• A sínesetérlet pszichofiz jellemzői:

+ A spektrálisíntől és a fehérítől (W) elválaszthatunk bármit (x)

+  $r(d)$ : a szín domináns hullámhossza.

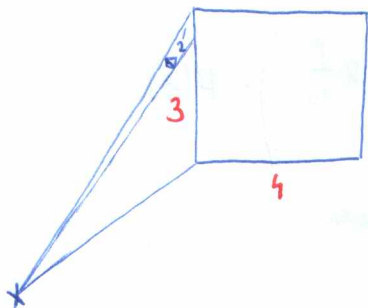
• A telítettség minősítése:

Síntartalom:  $\frac{b}{a}$

• A lófogásnál lévő  $\Delta$  sínek:

Nem állíthatóak elő (W) + (valami) - vel!

• Kép leírása számokkal:



A képanyag telítettsége: konvex.

Sorankénti letapogatás. { felvétel }

A sorok nagyon gyorsan lecsökkenteni. → analógia.

Ha egy sorra érdemes felbontani a képet (mire tudunk figyelni!) →

Látószög:  $20^\circ$ ; Kb.: 2' (perc) a szem felbontóképessége

Sorok száma:  $\frac{20 \cdot 60}{2} = 600$  sor  $\Rightarrow (3:4)$  arány kedvelt  $\Rightarrow \Rightarrow 800$  sorok

Képpontok száma:  $600 \times 800 = 48 \cdot 10^4$

• Tekete-felér kép: kb. 100 sínekkel leírható érdemes  $\Rightarrow 7$  BIT

$$1 \text{ kárp} \Rightarrow 7 \cdot 48 \cdot 10^4 \approx 3,3 \cdot 10^6 \text{ (3,3 MBit)}$$

- Folyamatos mozgás éretéhez: 25 kárp kell másodpercenként.

De ez kellemetlen, mert villog  $\Rightarrow$  Villógyámszentesítés.  $\Rightarrow 100 \times$  sebesség ki/sec.

De elég csak 25-öt átvenni  $\Rightarrow$  Trükkös.

$$\Sigma: \text{Mozgókárp} : 25 \cdot 3,3 \text{ MBit/s} \approx 80 \text{ MBit/s}$$

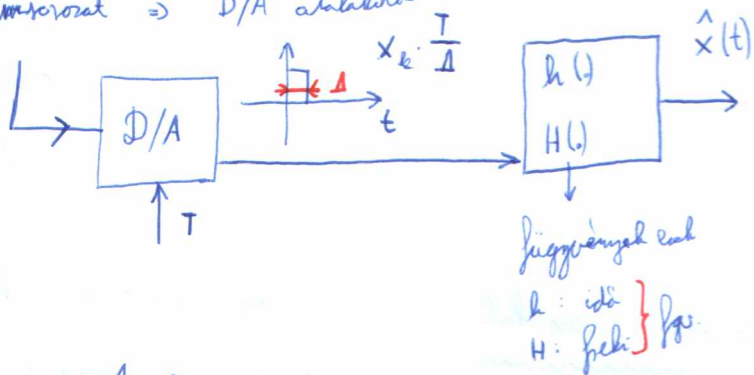
- Sínes átvitel: A felbontóképesség rosszabb  $\Rightarrow$  kb.  $10^1$   
 $\Rightarrow 5 \cdot 5 = 25$  kárpontonként kell 1 színadat. (adatpár)  
 Kb. 16 fokozat kell koordinátákonként  $\rightarrow 2 \cdot 4$  Bit

$$\frac{48 \cdot 10^4}{25} \cdot 2 \cdot 4 \cdot 25 = 400 \cdot 10^4 = 4 \text{ MBit/s}$$

$\Sigma$ : + 4 MBit/s kell a "kiszárasztás"  $\Rightarrow$  az adatátviteli csatornákat nem fogja leírni a teljes terhelni.

- Mintaátvitelés: • 1.//

$x_k$ : számok sorát  $\Rightarrow$  D/A átalakító



$$\hat{x}(t) = T \cdot \sum_k x_k \cdot h(t - k \cdot T) \quad ; \quad \frac{1}{T} = f_s$$

$$\hat{x}(f) = T \cdot \sum_k x_k \cdot H(f) \cdot e^{-j \cdot 2\pi \cdot k \cdot \frac{f}{f_s}} \quad ; \quad \hat{x}(f) = T \left( \sum_k x_k \cdot e^{-j \cdot 2\pi \cdot k \cdot \frac{f}{f_s}} \right) \cdot H(f)$$

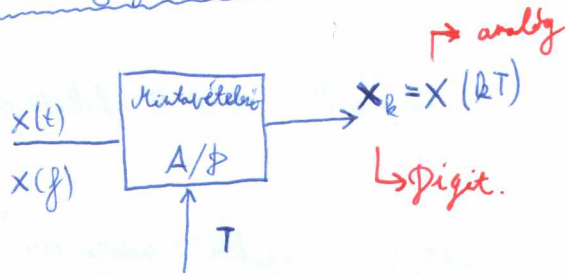
A bevezető minta

Spektroma.

$$X_m(f)$$

• 2. // Analóg jellel képzett minták sorozata:

$$f_s = \frac{1}{T}$$



• Állítás:  $X_m(f) = \sum_i X(f - i \cdot f_s)$

$f_s$ : mintavételi frekvencia.

{ Állományos spektrum } →

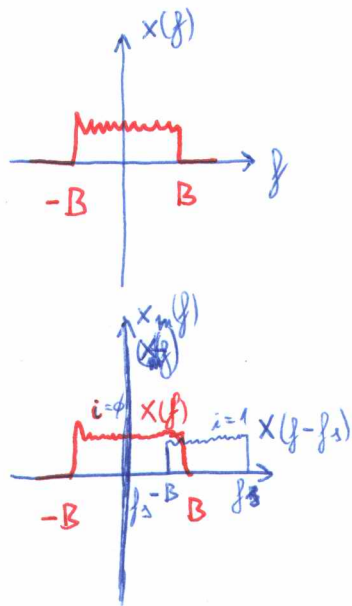
az analóg jel „halmozással” képződik az  $X_m(f)$

Periodikus  $f_{\text{gy}}$  ⇒ Fourier-sorba fejthető.

• 3. // Következmény: Ha az  $X_m(f)$  spektrum átlaposított, akkor alkalmas  $H(\cdot)$  szűrővel  $X_m(f)$ -ből  $X(f)$  állítható.

Mi az átlaposított:  $X_m(f)$ -ben  $\forall$  frekvencián csak egyetlen  $X(f - i \cdot f_s)$  összetevő járulékát nem zavar.

• Pld.:



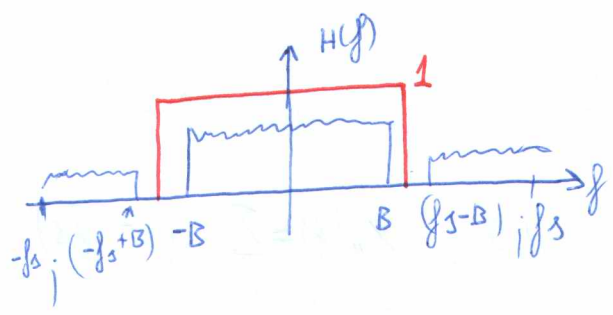
$$X_m(f) = \sum_i X(f - i \cdot f_s)$$

az halmozott spektrum NEM lesz átlaposított.

az halmozott spektrum csak akkor átlaposított, ha  $f_s - B > B$   
 $f_s > 2 \cdot B$

$$H(f) = \begin{cases} 1, & \text{ha } X(f) \neq 0 \\ \phi, & \text{ha } X(f) = \phi \text{ és } X_m(f) \neq \phi \end{cases}$$

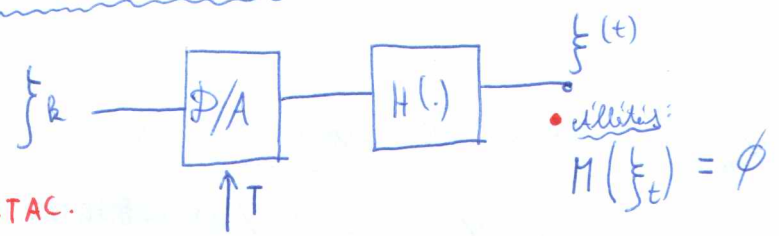
• A viszállító vörte  $\neq$  aluláteresztő.



Pl.: analog video jel: sorok huzaltok  $\Rightarrow$  periodus. (~15 kHz : spektrális komponensei)

Júzege a jel spektruma.

• 4. // Stacionárius mintavételről képzett analog jel:



STAC.  
sorozat

• állítás:  
 $M(f_t) = \phi$

Levegőlen stacionárius.  $\Rightarrow$  valójában nem.

$M(f_k) = \phi$

$M(f_k, f_{k+i}) = R_i$   
↑  
 i-  
 idővel  
 változó jel

és  $S_f(f) = \frac{1}{T} \sum_i R_i \cdot e^{-j \cdot \omega_i \cdot T} \cdot |H(f)|^2$

spektr. s. j. p.

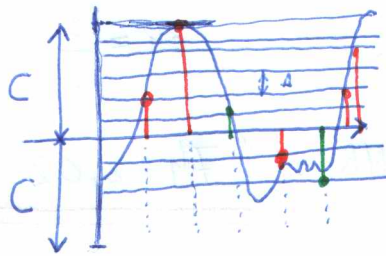
Ha:  $R_i = \phi$  ;  $\forall i \neq 0$

$S_f(f) = \frac{1}{f_s} \cdot R_0 \cdot |H(f)|^2$



II. Híranyagok és csatornák:

- 1./ Akusztikai alapok; fjbou
- 2./ Sűrűségi sáv
- 3./ Mintavételérés → időbeli Diszkrétizálás
- 4./ Kvantálás (kódolás) → amplitúdóbeli Diszkrétizálás



Hétköz: ...

$\Delta$ : kvant. lépésköz.

Reeves; 1938 - ötlet és megoldalom

- Egyszerűsített kvantálás → Képezés a legközelebbi értékre (szintre).

De Reeves tovább ment.

- Kódolás (Tehát nem a villamos jelet továbbítjuk). → Digitalizálás.

- De hosszú utak esetén a jelek romlanak, elgyengednek.

Zseniális ötlet: Regenerálás. end;

- A kvantálás hibával jár. → kvantálási hiba:

$$\hat{X} = X + E$$

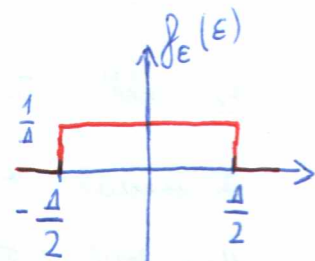
↑ HIBA  
 ↑ EREDETI ÉRTÉK

Kvantálási torzítás → kvantálási zaj

Viszmaállítás:



$E$ : valójában → várható érték...  
 0 fjbou...



$$P_\varepsilon = \left( \lim_{P \rightarrow \infty} \frac{1}{T} \int_{-\frac{T}{2}}^{\frac{T}{2}} \varepsilon^2(t) dt = M \cdot \varepsilon^2 \right) = \int_{-\infty}^{\infty} f_\varepsilon(\varepsilon) \cdot \varepsilon^2 d\varepsilon = \frac{\Delta^2}{12}$$

Ergoditás

kvantálás: szintek száma

• Visszajelzés jél:

• SNR: Signal - Noise Ratio =  $\frac{C^2/2}{\Delta^2/12} = G \cdot \left(\frac{C}{\Delta}\right)^2 = G \cdot \left(\frac{N}{2}\right)^2$

• Bináris kódolás esetén:  $\Rightarrow SNR = G \cdot 2^{2u} : 4 = \left(\frac{3}{2} \cdot 2^{2u}\right)$

• Decibelben:  $SNR^{dB} = 10 \cdot \log(SNR) = 1,74 + 6,02 \cdot u \text{ dB}$

↑  
Bit/szm.

• Beszédátvitelhez: Logaritmikus kvantálást használnak.

PCM:  $\Delta_{min} \Rightarrow \left\{ \frac{2 \cdot C}{\Delta_{min}} = 2^{12} \right\}$

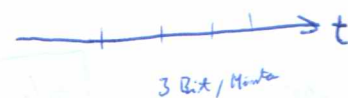
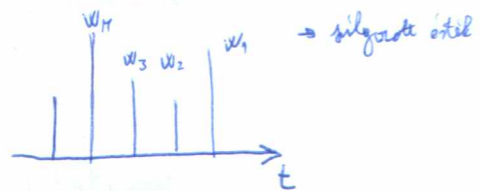
2 · C: teljes kiverésési tartomány:  $2^8$  szint  $\Rightarrow$  8 Bit a 2 · C -re

Ez jéleknél kicsi hibák vagy jéleknél nyugodt (jéleknél miatt).

• 5. / Lineáris predikció: 1970; flakere saito  
1971; utal

$$\tilde{f}_k = f_k \text{ becslése} = \sum w_j \cdot f_{k-j}$$

$$E_k = f_k - \tilde{f}_k \quad \{ \text{HIBA} \}$$



Egy beszédben 50-80 ms -onként a W-t frissítik.

Itt sokkal a milliód fele  $\Rightarrow$  predikció. (Lin  $\leftarrow$   $\Sigma$ ).

W-k meghatározása:

$$M (\hat{f}_k - \tilde{f}_k)^2 \Rightarrow \text{MIN} \quad ; \quad \underline{W} = (w_1, w_2, \dots, w_M)$$

$$M \left( \hat{f}_k - \sum_{j=1}^M w_j \cdot \hat{f}_{k-j} \right)^2 = M \left( - \sum_{j=0}^M w_j \hat{f}_{k-j} \right)^2 = E$$

$w_0 = -1$

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{\partial E}{\partial w_1} \stackrel{!}{=} 0 \\ \frac{\partial E}{\partial w_2} \stackrel{!}{=} 0 \\ \frac{\partial E}{\partial w_M} \stackrel{!}{=} 0 \end{array} \right\} \Rightarrow$$

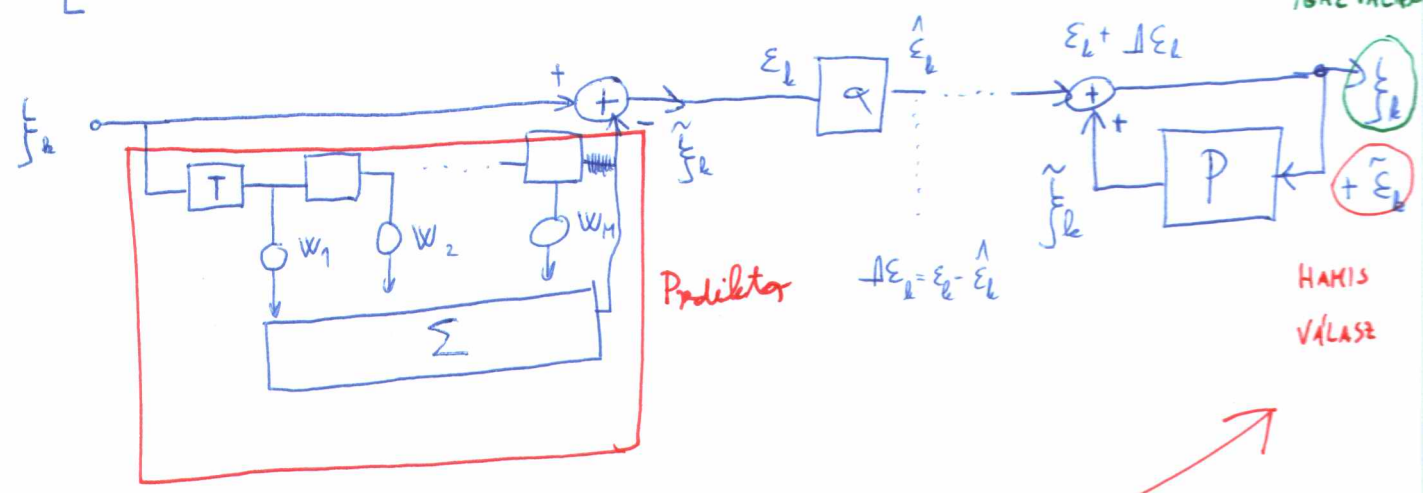
$$E = M \left( \left( \sum_{j=0}^M w_j \hat{f}_{k-j} \right) \cdot \left( \sum_{i=0}^M w_i \hat{f}_{k-i} \right) \right) =$$

$$E = M \left( \sum_{j=0}^M \sum_{i=0}^M w_j \cdot \underbrace{\hat{f}_{k-j} \hat{f}_{k-i}}_{\substack{\text{Az } M \text{ ezekre} \\ \text{vannak} \\ \text{változók.}}} \cdot w_i \right) = \sum_{j=0}^M \sum_{i=0}^M \left( w_j \underbrace{M(\hat{f}_{k-j} \hat{f}_{k-i})}_{\substack{\text{Autokorreláció} \\ \text{függ.}}} \cdot w_i \right)$$



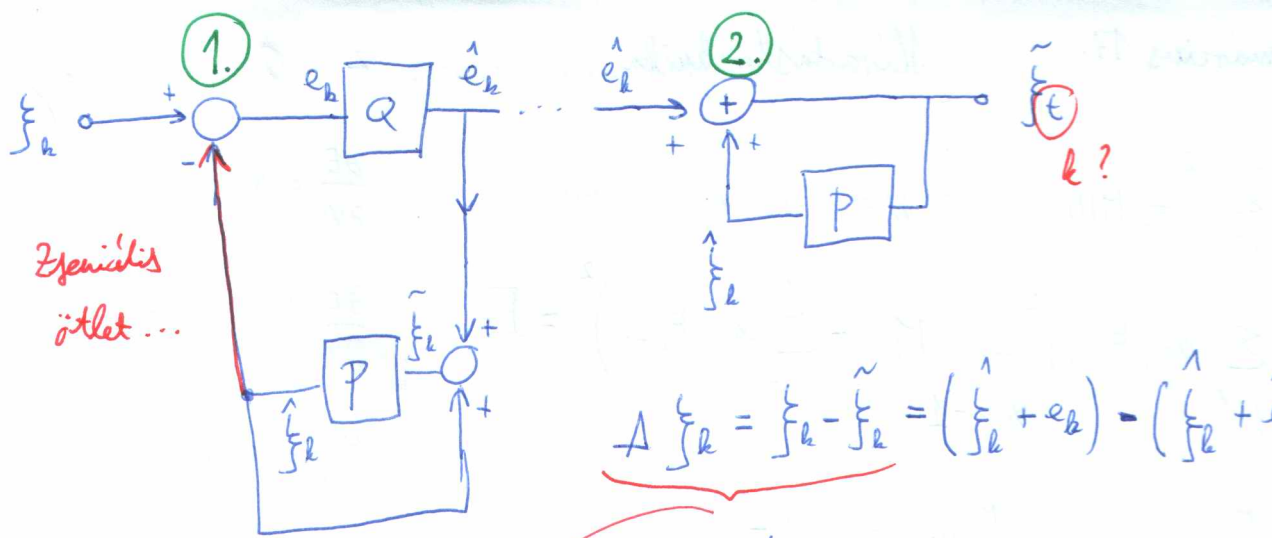
$$\begin{bmatrix} R_{1,1} & R_{1,2} & \dots & R_{1,M} \\ R_{2,1} & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ R_{M,1} & \dots & \dots & R_{M,M} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \vdots \\ w_M \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} R_{1,0} \\ R_{2,0} \\ \vdots \\ R_{M,0} \end{bmatrix} \Rightarrow W_{\text{opt}}$$

$$\begin{aligned} \{R(\tau) M(\hat{f}_c \hat{f}_{c+\tau})\} &= \\ &= R_{k-j, k-i} = R_{i,j} = R_{j,i} \end{aligned}$$



hiba propagáció → hiba halmozódás

és rendszer NEM működőképes.



Egenskaps ättlet...

$$A \hat{f}_k = \hat{f}_k - \tilde{f}_k = (\hat{f}_k + e_k) - (\hat{f}_k + \hat{e}_k) =$$

$$= e_k - \hat{e}_k = \Delta e_k \rightarrow \text{Er nem proportionalt.}$$

Nem függ.

A jelre vonatkozó hálódol indultunk.

• Átvitel rádió: c sebességű terjedés

$$c = f \lambda$$

$$f = 30 \text{ kHz} \dots 300 \text{ GHz}$$

$$300 \text{ kHz} \dots 3 \text{ GHz}$$

hossz, körp hullámú...

↳ Kossuth rádió

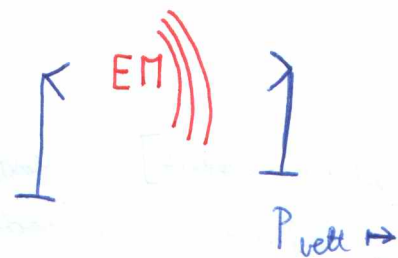
• Jól dolgoz: 300 MHz  $\Rightarrow \lambda = 1 \text{ m}$   
 $\Rightarrow$  Nem kell vele annyit bajlódni.

• Átalakítás: (EM hullám)  $\Rightarrow$  ANTENNA'K

Elvileg nem, gyakorlatilag viszont kénytelenek.

Átd: nagy telj.; Vevő: kis telj.-t is kell tudni venni.

• Átvitel:



• Szakaszillapítások keverése, azt, ami megmarad, h. a leadott P-lől mennyi jut  $P_{vett}$ -re.

$\left. \begin{array}{l} \\ \\ \end{array} \right\} : a_{sz} = 10 \cdot f_g \frac{P_{add}}{P_{vett}} \left. \right\} !!!$

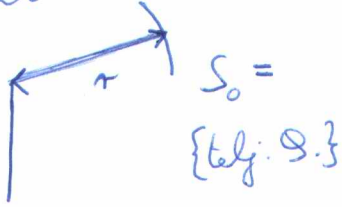
(Homogenitás minden irányban = IZOTRÓP)

• Izotrop antenna: V irányban azonos a sugárzás.

(rel. perm  $\approx 1$ ; ... + ha NEM homogén a tér... + a hullámter alót fle nem homogén...  
 most a föld ott  $\exists$ ... a föld jó vezető... + Jóltesfelhalmozódás a légter  
 tetején (tűkörkört viselkedhet).

- It szabadteri terjedés (1.) //

{ Gondolatk... }



$$S_0 = \frac{P_{\text{add}}}{4\pi r^2}$$

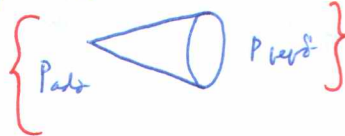
$P_{\text{add}}$

- 2. // ~~(It nem lehet isotróp antenát készíteni.)~~ (figyelni kéne, mit mondunk... - és ismét...)

- Isotrop antenna:  $\rightarrow$  Irányjellemzők...  
 $\rightarrow$  antenna nyereség:  $G_A = \frac{S}{S_0}$

{ It tényleg antenna mennyirel nagyobb nyereség lehet mint egy homogén antenna. }

- 3. //  $S = \frac{P_{\text{add}}}{4\pi r^2} \cdot G_A$  ;  $\rightarrow$  megérési kör felületéről is számolhatunk.



- 4. //  $P_{\text{vett}} = S \cdot A_h$

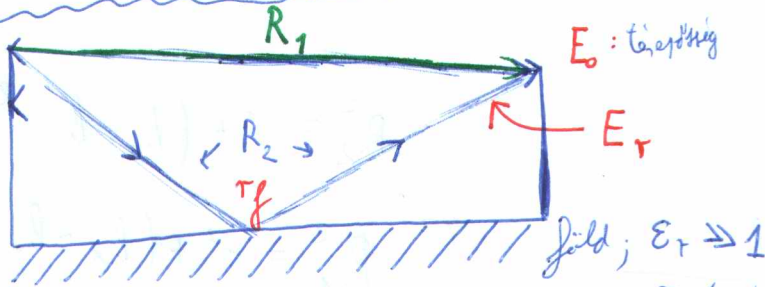
$\uparrow$  átalakítási térfogat [felületi dimenzió] } Maxwell egyenlet, reciprocitási tétel }  $\Rightarrow$   
a vesőantenna hatásos felülete.

- 5. //  $A_h = G_V \cdot \frac{\lambda^2}{4\pi}$  }  $\Rightarrow$  pl.: Egyenes átm. parabolával ne akadjunk 500 m =  $\lambda$ -s hullámot em. De  $\lambda = 0.13$  m-t jól lehet...

- 6. //  $P_{\text{vett}} = P_{\text{add}} \cdot \frac{G_A}{4\pi r^2} \cdot G_V \cdot \frac{\lambda^2}{4\pi} = P_{\text{add}} \cdot G_A \cdot G_V \cdot \left(\frac{\lambda}{4\pi r}\right)^2$

$$a_{\frac{\lambda}{r}}^{[dB]} = 10 \cdot \lg\left(\frac{P_{\text{add}}}{P_{\text{vett}}}\right) = 10 \cdot \lg\left(\frac{1}{G_A G_V} \cdot \left(\frac{4\pi r}{\lambda}\right)^2\right) = 20 \cdot \lg\left(\frac{4\pi r}{\lambda}\right) - G_A - G_V$$

• Terjedés sík föld felett (kötetes terjedés):



Visszaverődési kög = beesési kög.  
Visszaverődés ⇒ módosulás, vastagság

$$E_{eredő} = E_0 + E_r$$

$$P_{\text{vett}}^{(1 \text{ vett})} \left\{ \begin{array}{l} \text{*ha nem leve föld*} \\ = \\ C \cdot |E_0|^2 \end{array} \right. =$$

$$= C \cdot |E_0|^2 \quad \left. \begin{array}{l} C \neq c \\ \epsilon \text{ arányfokozó} \end{array} \right\}$$

$$P_{\text{vett}}^{(2 \text{ vett})} = C \cdot |E_e|^2$$

$$a_{\text{r}}^{(2)} = 10 \cdot \text{fg} \left( \frac{P_{\text{vett}}^{(2)}}{P_{\text{vett}}^{(1)}} \right) = 10 \cdot \text{fg} \left( \frac{P_{\text{vett}}^{(2)}}{P_{\text{vett}}^{(1)}} \cdot \frac{P_{\text{vett}}^{(1)}}{P_{\text{vett}}^{(2)}} \right) =$$

$$\left\{ a_{\text{r}}^{(2)} = a_{\text{r}}^{(1)} - 10 \cdot \text{fg} \left( \frac{|E_e|^2}{|E_0|^2} \right) \right\}$$

$R_1$ : Befutott "direkt út"

$R_2$ : "vissza" út

$$\left. \begin{array}{l} R_2 > R_1 \end{array} \right\} \rightarrow E_r \triangleq E_0 \cdot e^{-2j\pi \cdot f \cdot \Delta} \cdot \Gamma_{\text{g}}$$

$R_2 - R_1$  útján a beesés  
↑  
gamma

↓  
föld reflex. tény.

$$\Delta \triangleq R_2 - R_1$$

$$\Gamma_{\text{g}} \approx -1 \quad \left\{ \Gamma_{\text{g}}: \text{gamma f, nem r...} \right\}$$

$$E_e = E_0 + E_0 \cdot e^{-2j\pi \cdot f \cdot \Delta / c} \cdot (-1) = E_0 - E_0 \cdot e^{-2j\pi \cdot \Delta / \lambda} = \text{kiemelés...}$$

$$E_e = E_0 \cdot e^{-j\pi \cdot \Delta / \lambda} \cdot \left( e^{j\pi \cdot \Delta / \lambda} - e^{-j\pi \cdot \Delta / \lambda} \right)$$

$$2 \cdot j \cdot \sin(\pi \Delta / \lambda)$$

$$|E_e|^2 = |E_0|^2 \cdot 4 \cdot \sin^2(\pi \Delta / \lambda) \Rightarrow a_{\text{r}}^{(2)} = a_{\text{r}}^{(1)} - 10 \cdot \text{fg} \left( 4 \cdot \sin^2(\pi \Delta / \lambda) \right)$$

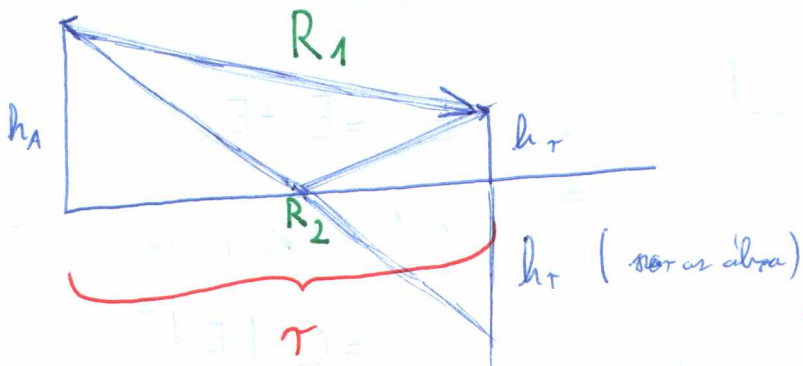
Ha:  $\frac{\Delta}{\lambda} \in \mathbb{Z} \Rightarrow$  nincs vett jel  $\Rightarrow$  TELJES KIOLTA'S !!!

(TFH.: a földet visszatart hullám nem gyezugil...)

Itten nincs // zsevesellen eset  $\Rightarrow$  F.

Csillapítás/növekedés:  $\uparrow$

$$k_a = \frac{\Delta}{\lambda} = \frac{1}{2} + \# \Rightarrow \left| \frac{E_e}{E_0} \right|^2 = 4 \Rightarrow \text{CdB cill. gyökérése}$$



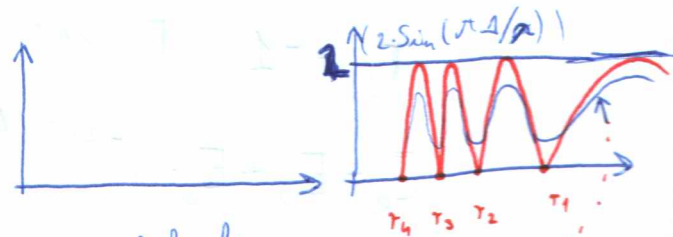
$$\left. \begin{aligned} R_2^2 &= \tau^2 + (h_A + h_r)^2 \\ R_1^2 &= \tau^2 + (h_A - h_r)^2 \\ \Delta &= R_2 - R_1 \\ R_2^2 - R_1^2 &= 2 \cdot h_A \cdot h_r - (-2 h_A h_r) = \\ &= 4 h_A \cdot h_r \end{aligned} \right\} \Rightarrow$$

$$\underbrace{(R_2 - R_1)}_{\Delta} \cdot \underbrace{(R_2 + R_1)}_{2 \cdot r} = 4 h_A \cdot h_r \quad \Rightarrow \quad \Delta \approx \frac{2 h_A h_r}{r}$$

$$\frac{|E_e|^2}{|E_0|^2} = 4 \cdot \sin^2 \left( \pi \cdot \frac{2 h_A h_r}{r \cdot \lambda} \right) \Rightarrow$$

- 1. //  $\exists$  opt. vető antenna magasság.
- 2. // Setalunk  $\Rightarrow$  közeli Tel  $\Rightarrow r$  változik

$\left. \begin{aligned} h_r &= h_v \text{ MINDENHOL...} \\ \text{ELÍRTAM.../ELNÉZTEM} \end{aligned} \right\}$



$$\tau_1: \cancel{\pi} \cdot \frac{2 \cdot h_A \cdot h_r}{r_1 \cdot \lambda} = \pi$$

$$\tau_2 = \frac{1}{k} \cdot \frac{2 \cdot h_A \cdot h_r}{\lambda}$$

Interferencia zóna...

Teljes kioltás nem lesz, csak jó/rossabb.  
Itz add tövében a legváltozóbb...

$$\Gamma_g \approx -0.8$$



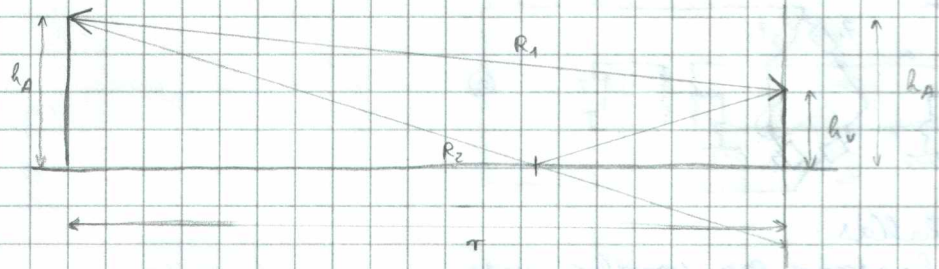
③

$$|E_{erl}|^2 = |E_0|^2 \cdot 4 \cdot \sin^2\left(\pi \frac{\Delta}{\lambda}\right)$$

$$\alpha_{sz}^{(2)} = \alpha_{sz}^{(1)} - 10 \lg\left(4 \cdot \sin^2\left(\pi \frac{\Delta}{\lambda}\right)\right)$$

ha  $\frac{\Delta}{\lambda} = k$  (egész szám)  $\Rightarrow$  teljes koltas (csillapítás növekedés)

ha  $\frac{\Delta}{\lambda} = \frac{1}{2} + k \Rightarrow \left|\frac{E_{erl}}{E_0}\right|^2 = 4 \Rightarrow$  6dB csillapítás csökkenés



$$R_2^2 = r^2 + (h_A + h_V)^2$$

$$R_1^2 = r^2 + (h_A - h_V)^2$$

$$R_2^2 - R_1^2 = 2h_A h_V - (-2h_A h_V) = 4h_A h_V$$

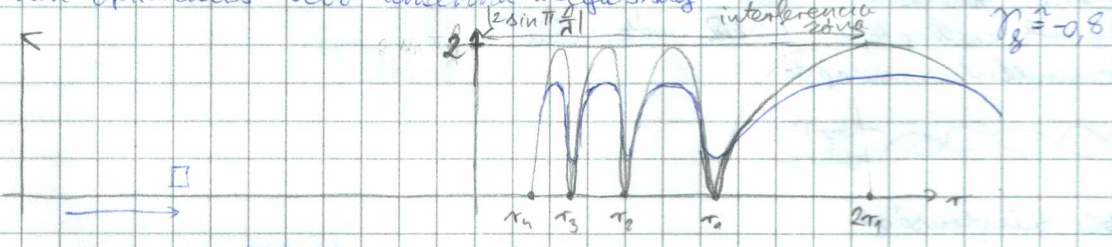
$$(R_2 - R_1)(R_2 + R_1) = 4h_A h_V$$

$$\Delta = 2r = 4h_A h_V \Rightarrow \Delta \approx \frac{2h_A h_V}{r}$$

$$\frac{|E_{erl}|^2}{|E_0|^2} = 4 \cdot \sin^2\left(\pi \cdot \frac{2h_A h_V}{r \cdot \lambda}\right)$$

① van optimális bevető antenna magasság

②



mobilitás miatt  $\Rightarrow r$  változik

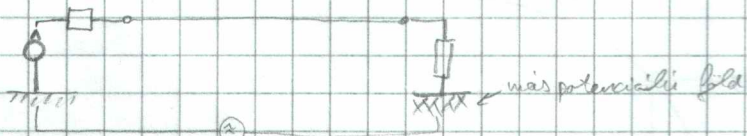
$$r_1: \pi \frac{2h_A h_V}{r_1 \lambda} = \pi \Rightarrow r_1 = 2 \frac{h_A h_V}{\lambda}$$

$$r_2: \pi \frac{2h_A h_V}{r_2 \lambda} = 2 \cdot \pi \Rightarrow r_2 = \frac{1}{2} \cdot \frac{2h_A h_V}{\lambda}$$

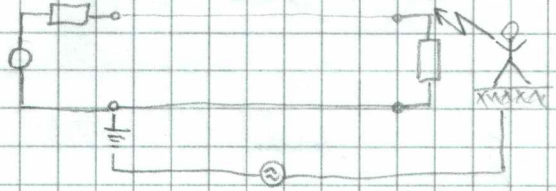
①

## II. Hőnyugtató és csatornázás

### 7. Átvitel fémvezetőkön

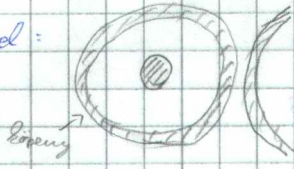


↓ gbb m. sz. potenciálkülönbség: pár 100V villámcsapás esetén elérheti az 1000V-ot is



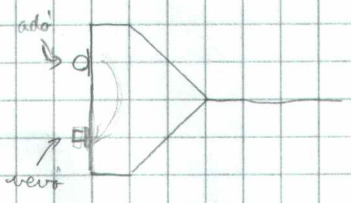
↓ históriaszerű

04.03.31. - coax kábel:   
 ③

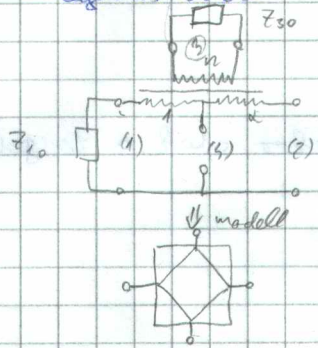


magas frekv. a zárvány nem enged át  
kéményt a zavarból a szomszédos

- kétirányú átvitel egy vezetékben



- megoldás kulcsa: hibrid/villa

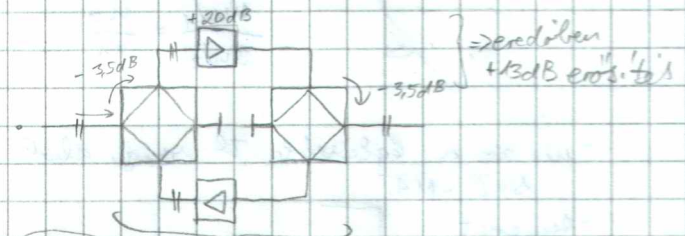
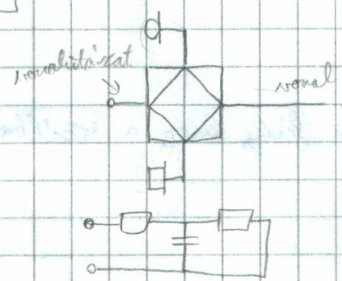


$$Z_{10} : Z_{20} : Z_{30} : Z_{40} = (1+k) : 2(1+k) : n^2 : 1$$

$a_{\text{szomszéd}} = 3 \text{ dB}$  (gyakorlatban 3,5 dB)

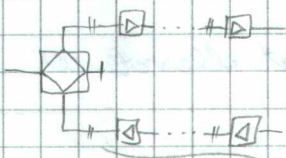
$a_{\text{szembe}} = \infty$

$$a_{\text{szembe}} = 4 - 20 \log \frac{Z_{10} - Z_1}{Z_{10} + Z_1} - 20 \log \frac{Z_{20} - Z_2}{Z_{20} + Z_2}$$



- az erősítés veszélye - visszacsatolási kocka

- kétirányú erősítőben 25dB-nél nem erősíteni többet
- max 3dB ilyen erősítő használható, ha pedig több kell  $\Rightarrow$  4 irányú átvitel kell



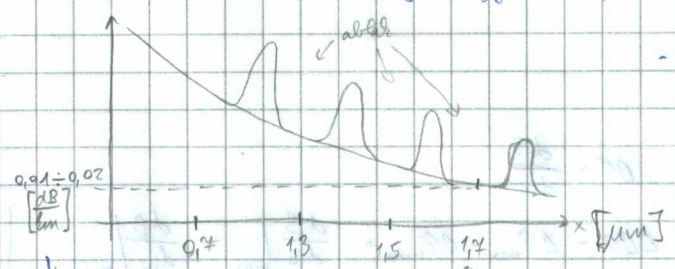
4 irányú átvitel valós

04.04.07.   
 ④

II. Hírszűrő és csatornák

- Átvitel dielektronszűrőn (üvegszál)

$a \rightarrow \frac{\text{dB}}{\text{km}}$ , legyém egyre alacsonyabb  $\rightarrow$  üvegszál társasága oldja meg a távolság nagy csillapítását



- felkutatás: szinte tiszta üveg + kábel

a regeneráló állomás nélkül elvezetni

manapság ezt a veszélyt (infravörös sugár)

ZH2 // április 21. (10-12; K1.21.)  
PZH // május 12. (16-20; IBO27)

● II. Hírányagok és Geaternek: - Jelvérték... (előző óra)

● Átvitel dielektromos vezeték (üvegátl):

• Probléma: Nem méterek, hanem km-esek.

Túl nagy volt a csillapítás

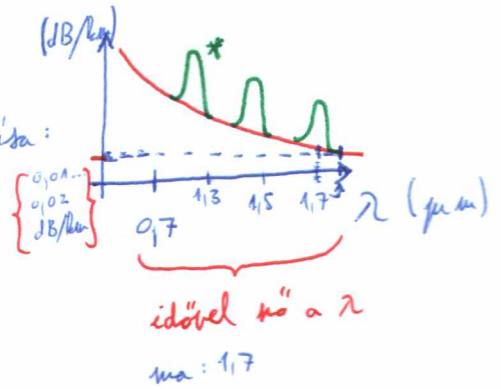
Legyen max.: 5-6 dB/km.

Végül  $\alpha = 1.2$  dB/km.

Sín tisztá üveg csillapítása:

\*: tisztátalanság miatt (ablakok...)

( $\alpha$  = kevés dB/km)



• Adó: LD (Laser Diode)

• Vevő: APD

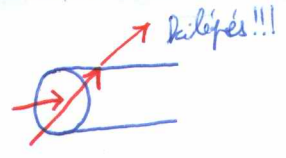
BME: 1994: Geisze (1,3) } 4 síl (1-1 oda, vissza + tartalék)  
1998: I. op.

• újabb gond: Diszperzió: Szétkenés, elkenés. ( $\square \Rightarrow \text{---}$ )

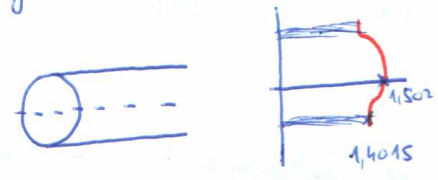
Tehát ez egy felső korlát.

Sugar  
Hullám } elméleti megfontolások:

A sugároptika szemléletével:



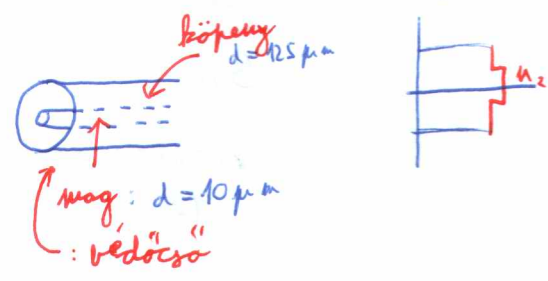
„Gradet Index” GI  
 folytonosan változó indexű (törésmutató)



S-D törvény:  $n_2 \sin \alpha_2 = n_1 \sin \alpha_1$

$\sin \nu$ : Numerikus Apertúra

„Step Index” SI; a fény a magban maradjon!



Gyártási nehéz, de Num. ap. NAGY

$$\Delta t = \frac{l}{c} (n_2 - n_1)$$

{ l: hossz  
 c: fényseb. }

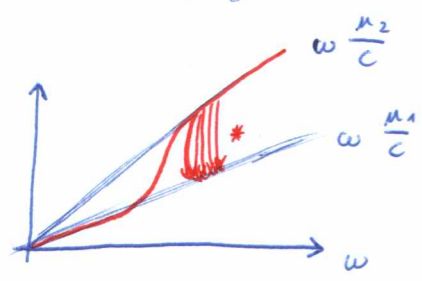


A hullámtan szemléletével:

$$e^{-(\alpha + j\beta) \cdot l}$$

$\alpha$ : 1 km-re eső ~~csillapítás~~ (csillapítás)  
 $\beta$ : 1 km-re eső fáziseltolódás  
 } frekvenciafüggő

Modusdiszperzió: (SI esetén):

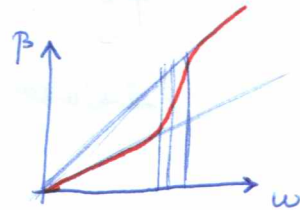


\*: módusok  
 Milyen futási idővel  
 mehetnek végig?  
 $\Delta t = \frac{d\beta}{d\omega}$   
 Itt meredekség hat. meg.

- a legmagasabb rendű módus "átrohan"
  - a legalacsonyabb "átcsomog"
- } ⇒ olyan eset kell, mely egyenértékű. Monomódusú. → kifejeletés alatt.

$$\Delta \Delta t = \Delta t_{\max} - \Delta t_{\min} = \left[ \left. \frac{d\beta}{d\omega} \right|_{\max} - \left. \frac{d\beta}{d\omega} \right|_{\min} \right] * l$$

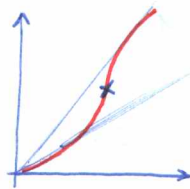
- Kromatikus diszperzió: • a // hullámhosszfüggő diszperzió



Kénes spektrálműve singuláris fényt kibocsátó eszköz ⇒ sáv!  
Ebből származik a hull. disp.

- b // anyagi diszperzió

$$t \text{ (terjedési idő)} = \frac{l}{c/n(\lambda)}$$



függ egy kicsit  $\lambda$ -tól (ennekben)

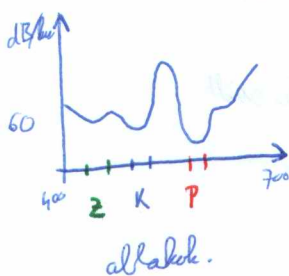
az inflexió pont az optimális MUNKAPONT.

$\Sigma$ : a módusdiszperzió csökkenthető, de a kromatikuson elég nehéz...

MA: MAX: 10 GBit/sec.

Modulációs sűrűség ⇒ 10001101...

+ Műanyagoptika: a struktúra ugyan az, de ott még a csatlakozás is probléma.

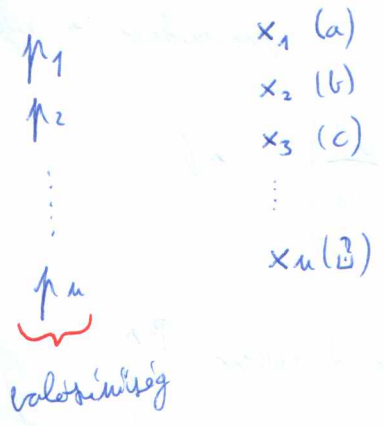


PON: Passive Optical Network.

Japán kísérlet: Nagyszaki ⇒ az üvegcsőből a felhasználóig (100 db) az utolsó fut 100 m-ig műanyag csőben.

III // az információelmélet alapjai:

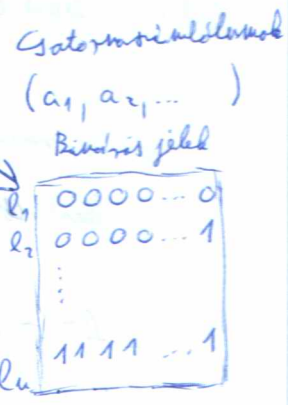
1. // a forráskódolás: Forrásjelalakok (pl.: abcé)



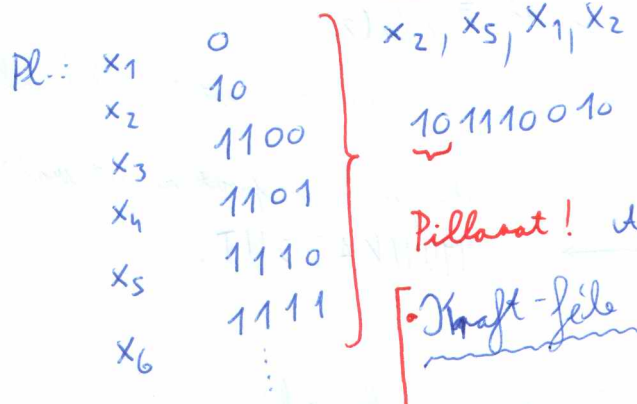
Blokkkodolás (szöveg adott)  
 De mennyire hatékony?

$$L = \sum p_i \cdot l_i \quad (\text{bit/szój})$$

↓  
 átlagos szószám.  
 gyakoribbra l legyen kicsi.



- De hogyan tudom, hogy mikor  $\exists$  vége a szólistának? pl. // elvárt karakter: X ROSSZ!
- Tétel: Ha egy vált. szólistában egyik kód sem magyarszablitása sem = egy másik kód  $\Rightarrow$  nem kell elv. karakter.  
 (talán érthetőbb kellek volna elmondani...)  $\rightarrow$  Prefix  
 $\rightarrow$  Pillanat



mint értelmes  $\rightarrow$  értelmesül.  
 Kraft-Jele egyenlőtlenség:  $\sum_{i=1}^n 2^{-l_i} \leq 1$

Shannon-i ötlet:  $x_i \rightarrow l_i \left( \lfloor \log_2 \frac{1}{p_i} \rfloor \leq l_i < \lfloor \log_2 \frac{1}{p_i} \rfloor + 1 \right) \cdot p_i$   
 $\hookrightarrow$  kettős alapú logaritmus (log. duobis).

$$\left\{ \sum_{i=1}^n p_i \cdot \lfloor \log_2 \frac{1}{p_i} \rfloor \leq L < \sum_{i=1}^n p_i \cdot \lfloor \log_2 \frac{1}{p_i} \rfloor + 1 \right\}$$

átlagosan felhasznált  
 bit/szószám

! Ez egy mérték a forrás információtartamára.  $\rightarrow$

$H$ : forrás entropia  
 (inf. tartalom)  
 $H(x)$

III. Az információelmélet alapjai:

1. // Forráskódolás: csatona szimbólumokra való leképezés...

$$x_1 = (\underbrace{0110\dots10110\dots})_{l_1} ; x_i = (\underbrace{010001\dots11\dots})_{l_i}$$

Az  $x$  forrás való. eloszlásától  $(p_1, p_2, \dots, p_n)$  függ az átlagos sebesség.

$$x_i \rightarrow \lceil \log_2 \left( \frac{1}{p_i} \right) \rceil \quad \text{Shannon} \quad \underbrace{(\quad)}_{l_i = \lceil \log_2 \frac{1}{p_i} \rceil}$$

$$\underbrace{\sum_{i=1}^n p_i \lceil \log_2 \frac{1}{p_i} \rceil}_{\substack{H(x) \\ H(P)}} \leq L < \sum_{i=1}^n p_i \lceil \log_2 \frac{1}{p_i} \rceil + 1 \quad \{ \text{Bit/simb.} \}$$

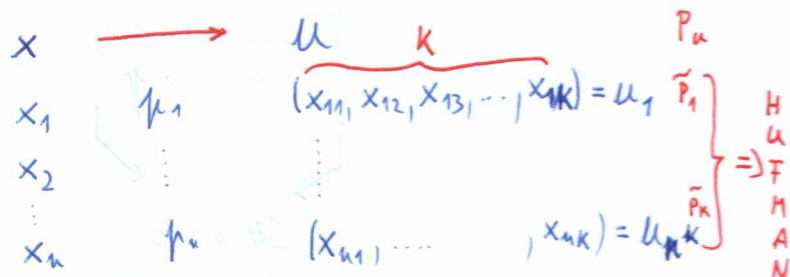
$$\downarrow$$

$$\sum_{i=1}^n (p_i \cdot l_i)$$

• Lehet tömörebben kódolni, de nem tömörebben, mint a forrás entropiája.

• Huffman: Lsd.: gyakorlatok...

• Shannon: A forrás kiterjesztése:



Ne  $x$ -enként kódoljunk, hanem vázunk meg pár dl-t.

$$\lceil \log_2 \frac{1}{p_i} \rceil$$

8 show.

$$H(u) \leq L_u < H(u) + 1$$

Ha az  $x_i$ -k egymástól függetlenek:  $K \cdot H(x) \leq L_u < K \cdot H(x) + 1$  / :K

$$\left\{ H(x) \leq L_{(x)} < H(x) + \frac{1}{K} \right\}$$

A for. kódrészletével az eredeti forma von. átl. sósós az elm. min. tete.  
megközelítheti. ( $\frac{1}{K}$  téréssel, toleranciával).

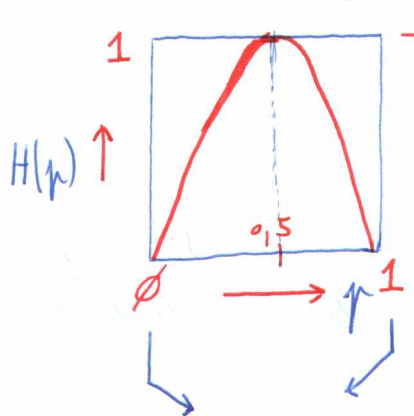
- Shannon 1. tétele: A forrás kódrészletével az eredeti forrásra vonatkozó átlagos sósós az elméleti minimumot  $\frac{1}{K}$  téréssel (toleranciával) tetszőlegesen megközelítheti.

• A BINÁRIS forrás entrópiafüggvénye:

x	P
0	p
1	1-p

[BIT/simb.]

$$H(x) = p \cdot \log_2\left(\frac{1}{p}\right) + (1-p) \cdot \log_2\left(\frac{1}{1-p}\right) = H(p)$$



$0,5 \Rightarrow$  a legbizonytalanabb.

alternatív körtelével min. Egyszerű (alternatívák (bit) körtelével) sósós, melyet sósós az eredmény megismeréséhez } Entropia Def. másképp

Itt nincs INFÓ tartalma  $\Rightarrow$  Nem kell olvasni a csatornát.

Pl.: MAGY kórtya:

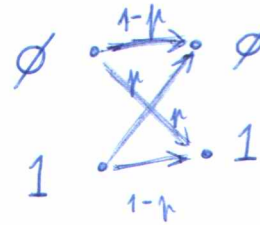
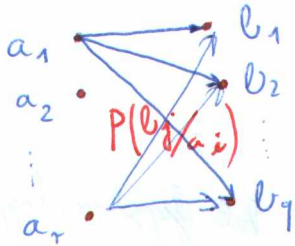
$$\log_2\left(\frac{1}{1/32}\right) = 5$$

Jövedelmi:  $0,5 = \text{one/one}$ . Így kell körtelni.



III // 2. Csatorna jellemzése:

Bináris szimmetrikus csatorna (BSC):



A csat-t. az átmeneti mátrixok írják le.

$$P_e = P(\underbrace{a=\phi \text{ és } b=1}_{\text{HIBA}}) + P(a=1 \text{ és } b=\phi) = P(b/a) \cdot P(a) + P(b/a) \cdot P(a) =$$

$$= p \cdot P(a=0) + p \cdot P(a=1) = 2p$$

ADA'S ≠ VÉTEL

A csatorna téveszt!!!

• A hiba/tévesztés elleni védekezés:

$P_e$ : átlagos hiba. való.

•  $P_e$  csökken. 😊

• De a csatorna hatékonysága is csökken:  $r = \frac{k}{n}$  😞

$$\underbrace{0 \ 1 \ 1 \ 0 \ 1 \ 0}_{k} \ 1 = u$$

ell. jegy  
↓  
n

$$\underbrace{0 \ 1 \ 0 \ 0 \ 1 \ 0}_{k} \ 1 \Rightarrow \text{HIBA}$$

$P_e$ : paritásbit / paritás megítél / etc...

⇒ Ellenőrző jegyek.

$u$ : üzenet  
 $v$ : vett kód szó }  $u \neq v \Rightarrow$  ismétlés.

• Shannon tétele a BSC-re:

$r < C \Rightarrow P_e \rightarrow \phi$

↓  
Ez egy oldal.

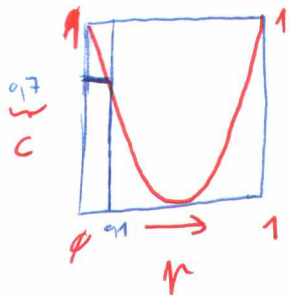
$u \rightarrow \phi$   
Biszimilitás.  
(szóhoz).

• Csatorna kapacitás: Az átviteli hatékonyság ( $r$ ) azon felső határ, amelyhez még akár végtelen hiba való. is elérhető az  $(n)$  növeléssel és megfelelő kódolás alk. -val.

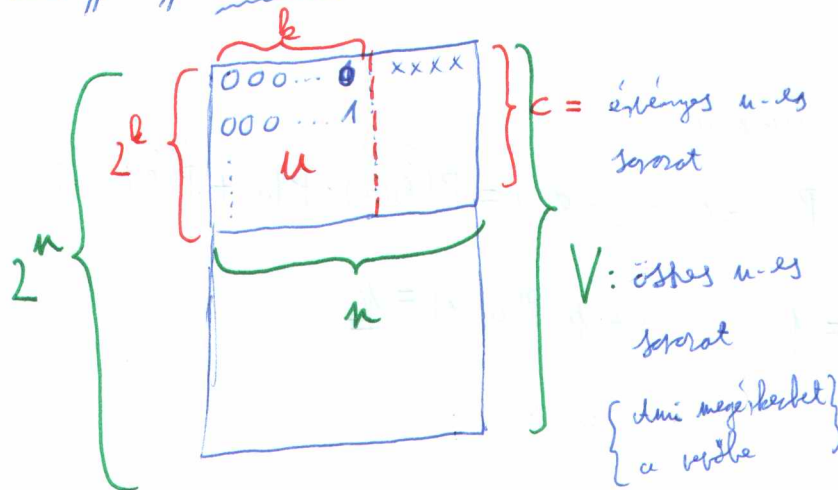
BSC csat. kapacitás:

$$C = 1 - h(p)$$

$$\hookrightarrow h(p) = p \cdot \log_2 \frac{1}{p} + (1-p) \cdot \log_2 \frac{1}{1-p}$$



III // 3 // hibakódoló kódolás néhány tulajdonsága:



$\Sigma$ : Ezek azt kell figyelni, hogy érvényes/érvénytelen.  
 { Ha érv. sorokat érv.-be vont a csatorna  $\Rightarrow$   
 $\rightarrow$  **A HIBA NEM detektálható.**

$\Sigma$ : A hibakódolás NEM lehet ABS tökéletes. (pozíciók)

- Hibakódolás: a // hibajelzés
- **Tétel (HIBJELZ):**  
 Ha egy kódban a min.  $(H-táv=d)$ , akkor az a kód képes  $\forall$  olyan hibát kijelteni, melyben a hibás pozíciók száma  $\leq (d-1)$   
 $(t \leq d-1)$

(bit n-es bin. sorozat Hamming távolsága: azon helyítékek db. száma, melyekben a 2 n-es sorozat egyenlőtől  $\neq$ .)

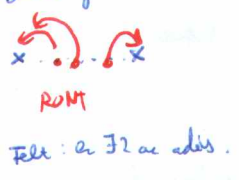
$$V_i = 00101011$$

$$V_j = 01100011$$


---


$$d(V_i, V_j) = 2$$

- $\forall$  hibajelzés a legkisebbi számú hibára döntés stratégiájával.
- **TÉTEL**  
 Egy  $\otimes$  min.  $H-táv=d$  kódban a legk. számú hibára döntés döntési szab. esetén  $\forall$  esetben jellező MAX  $t = \lfloor \frac{d-1}{2} \rfloor$  db. hibát képes a kód (kijelteni) javítani.  
 \*: egyéb szab.



2. ZH // Marosits - Vámos : K. 1. 21. } április 21.  
 Marosi - Varga : JE. 007 } 10:15.

• Kósi : április 19. 8:15; IB 210.

• Anyag: 1. ZH 1. tá; rádiós átvit, vezeték, kódolás, tíny hibakerl.  
 szabvány... → PLD.  
 + V leibális anyag (TK + EA) MAX: 40 oldal...  
 fogalmak; pl.: "troposférikus szórási"  
 igaz / hamis

• Hibavédő (jelző, javító) kódolás:

alap:  $k$  hosszú BIN sorozatok →  $\left\{ \begin{array}{l} n > k \text{ hosszú kódokkal} \\ \text{elemi kéreési használatra} \dots \end{array} \right\}$   
 kód: kódok halmaza.

• Kód távolság:  $d_{\min} = \min d(c_1, c_2) = d_m$   
 $\{c_1, c_2 \in \mathcal{C}\}$

•  $d$  jelezhető hibák száma:  $d_{\min} - 1 = (d_m - 1)$

•  $d$  hibajavítás: - legkisebbi számú hiba néve ... (← PLD.)  
 $d$  számú hiba javítható, ha

$$2t < d_m \quad \left\{ \begin{array}{c} \overbrace{\text{---}}^{2t+1} \\ \text{---} \times \text{---} \\ \underbrace{\text{---}}_t \quad \underbrace{\text{---}}_{t+1} \end{array} \right\}$$

•  $d$  kód méret jellemzői } 1. //  $d_m \leq n - k + 1$  (Singleton korlát)  
 és a kód távolság } 2. //  $d$  hibát garantáltan javít =>  
 $a$   $t$  sugárú, kódok körponti gömbjéből  
 diszjunktak.

+2. // folyt.:  $\begin{pmatrix} \rightarrow \\ \leftarrow \\ \leftarrow \end{pmatrix}$

$$G = V_{\text{gömb}}: 1 + n + \binom{n}{2} + \dots + \binom{n}{t} \text{ és}$$

$\forall 2^k$  ködszó körül  $\exists$  gömb.

$$2^k \cdot G \leq 2^n \quad (\text{a gömbök diszjunktak})$$

$$\Rightarrow \left. \begin{aligned} \sum_{i=\phi}^t \binom{n}{i} &\leq 2^{(n-k)} \\ \text{Hamming-korlát.} \end{aligned} \right\}$$

- A kód konstruálása nélkül is tudunk  
„valamit” mondani.

- Nagy méretű kódok  $\Rightarrow$  algoritmikus keresés.

• Lineáris kódok: mod 2 műveletek (érdeklőssége:  $1+1=\phi$ )  
XOR; kiránd vagy

Nem vezet ki az alaphalmazból.

Kódszavaink:  $n$  elemű vektorok.

$\mathcal{C}$  (kód) = LINEÁRIS tér (lin. komb.)  $\Rightarrow$   
 $\underline{c}_1 + \underline{c}_2 \in \mathcal{C}$ , ha  $\underline{c}_1, \underline{c}_2 \in \mathcal{C}$

$$\{\underline{c}_1 + \underline{c}_1 = \underline{\phi}\} \dots \in \mathcal{C}$$

A „csak  $\phi$ ”  $\forall$  kódok (= lineáris).

$(n, k)$ :  $\exists k$  számú bázisvektora:  $\mathcal{C}$  egy  $n$   
dimenziós tér egy  $k$  dimenziós altéje.

Pl.: Bázisvektorok:  $g_1, g_2, \dots, g_k$  (sorvektor {minős mellékindex})

$$\underline{c} = \sum_{i=1}^k u_i \cdot g_i \quad \{\underline{c} \in \mathcal{C}\}; \underline{u} = (u_1, u_2, \dots, u_k)$$

$u_i \in \{0, 1\}$  inf. sorozat  
elemei

$$\underline{c} = \underline{u} \cdot \begin{pmatrix} g_1 \\ g_2 \\ \vdots \\ g_k \end{pmatrix} = \underline{u} \cdot \begin{pmatrix} \vdots \\ \vdots \\ \vdots \end{pmatrix} = \underline{c}$$

$\underline{c} = \underline{u} \cdot \underline{G}$  generátor mátrix

- De ma. lin. teszt lehet-e máshogy jellemzeni? Igen =>  
 Jóllehetően  $\underline{G}$  mátrix lehet. (Nem a kib. törd. képesség...)

$\underline{C} = \underline{U} \cdot \underline{G}$   $\Rightarrow \underline{G}$ -u sorműveletek végezhetők;  $\underline{C}$  változatlan marad.

$\underline{G}_k = (\underline{J} \cdot \underline{B}) = (\underline{E} \cdot \underline{B})$ ;  $\underline{J} = \underline{E}$ ;  $k \times k$  egységmátrix.

Pld.:  
 $\underline{G} = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 1 & 1 \end{pmatrix}$   
 $k=3$   
 $n=5$   
 $(5, 3)$

Gauss eliminációt

$\underline{C} = \underline{U} \cdot (\underline{J} \cdot \underline{B}) =$   
 $\left( \underline{U} \mid \underline{U} \cdot \underline{B} \right) = \left( \underline{U} \mid \underline{A} \right)$   
 $\underline{A} = \underline{U} \cdot \underline{B}$   
 paritás ↓ felt.

$\Rightarrow$  kódcsúszólól egyszerűen rekonstruálható az inf. sorokat. De ehhez még nem biztosított a hibamentesség.

- A hibamentesség ellenőrzése:  $\underline{V} = (\underline{V}_u \mid \underline{V}_p)$  particionálás 2 részre.

$(\underline{V}_u \cdot \underline{B} \stackrel{?}{=} \underline{V}_p)$  Ellenőrzése...

$(\underline{V}_u \cdot \underline{B} + \underline{V}_p \stackrel{?}{=} \underline{0})$  így.

+ Bevezetve a  $\underline{H}^T = \begin{pmatrix} \underline{B} \\ \underline{J} \end{pmatrix}$  mátrixot  $\Rightarrow$  Paritásellenőrző mátrix.  
 $n \times (n-k)$

$\underline{V} \cdot \underline{H}^T = (\underline{V}_u \mid \underline{V}_p) \cdot \begin{pmatrix} \underline{B} \\ \underline{J} \end{pmatrix} =$   
 $= \underline{V}_u \cdot \underline{B} + \underline{V}_p \cdot \underline{J}$

$$\underline{V} \rightarrow \underline{V} \cdot \underline{H}^T \text{ -t képernők}$$

Ha ez  $\underline{\phi}$ , akkor a vett sorokat kódszó, diagonális: hibátlan.

• Javítás:  $\underline{V} = \underline{C} + \underline{e}$

↑ hibavektor } ott 1-es, ahol  
hibaminta } hiba van.

$$\underline{V} \cdot \underline{H}^T = (\underline{C} + \underline{e}) \cdot \underline{H}^T = \underbrace{\underline{C} \cdot \underline{H}^T}_{\substack{\uparrow \\ \text{kódszó} \\ \underline{\phi}}} + \underline{e} \cdot \underline{H}^T = \underline{e} \cdot \underline{H}^T = \underline{1} \quad \substack{\uparrow \\ (n-k)} \quad \substack{2^n \\ 2^{(n-k)}} \quad \text{(sinusmátrix)}$$

! Tehát függetlenségi az elküldött infótól  $\Rightarrow$  kissé nagy a hibamintától függ.

Válaszunk úgy  $\underline{H}^T$ -t, hogy a jellegzetes (gyakori) hibamintákhoz eltérő  $\underline{1}$  vektorok tartozzanak.

• Vegy:  $\underline{1} \Rightarrow \underline{e} \quad \underline{\hat{e}} = \underline{\hat{e}}(\underline{1}) \rightarrow \underline{\hat{C}} = \underline{V} + \underline{\hat{e}}$

! Ha  $e = e_2 \Rightarrow \underline{1} = \underline{\phi} \rightarrow$  semmi jűh, h. nem lesz igaz.

Egyetlen egyes tartalmú hibaminta:  $n$  féle

$$\left\{ n \leq 2^{n-k} - 1 \right\}$$

↓  
 $\underline{\phi}$  miatt

$$n \Leftrightarrow \underline{1}$$

$$\left\{ \underline{e} = (\phi \dots \underline{1} \dots \phi) \right\} \cdot \begin{pmatrix} h_1 \\ h_2 \\ \vdots \\ h_i \\ \vdots \\ h_n \end{pmatrix} = \underline{1} = h_i$$

• Egyetlen hiba javítása:

1. //  $n \leq 2^{n-k} - 1$

2. //  $\underline{1} = h_i$

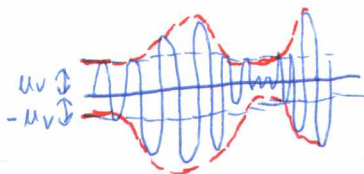
- I. // Stokasztikus foly. a hirtelenben (degy amiól még Hőfelírka is lehet)
- II. // Hírszorgok és csatornák (és Villéria kinyitási jelrendszerének részese...)
- III. // Információ elmélet alapjai (Bitvillag, hibák, javítások...)
- IV. // Modulációk → analóg - AMPL. MOD (AM) és változói  
- Szögmodulációk

→ digitális

1. // AM és változói

MORZE :  { "Pápa & Marconi" }

De miért ne lehetne beszédet átírni?



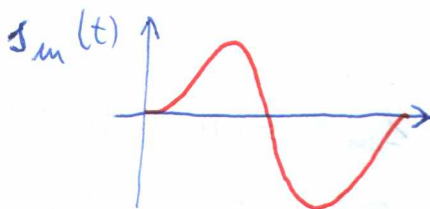
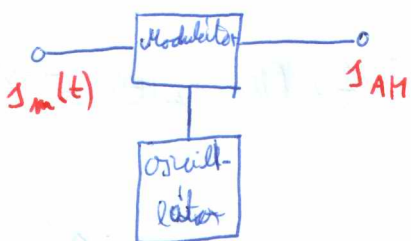
• 1923.: Bp; Bredli Sándor utca. {2. a világon}

$$u_v(t) = U_v \cdot \cos(\omega_v \cdot t)$$

$$s_{AM}(t) = (U_v + s_m(t)) \cdot \cos(\omega_v t)$$

modulált jel

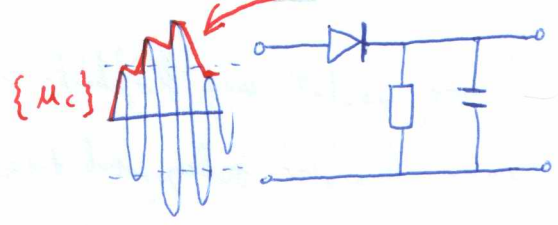
felépítés:



Ha  $s_m(t) \geq -U_v \Rightarrow$  Buzkó (AM) moduláció

Pl.: Solti ott  $\Rightarrow$  2 MW  
10 MW MAX. ív. ideig.

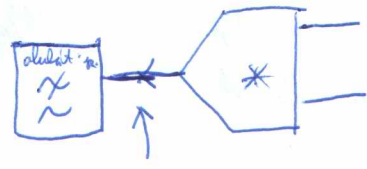
• Demoduláció: a // berkelet demodulátor:



Demodulált

SOLTI:  
 jel: 15 kHz  
 vira jel: 514 kHz

b // szert demodulátor:  $(u_v + s_m(t)) \cdot \cos(\omega_v t)$   
 Errel szertmind:  $\cos \omega_v t$



De er jön:  $\cos(\omega_v t + \Delta \omega_v t + \phi)$

$$\begin{aligned} & (u_v + s_m(t)) \cdot \cos(\omega_v t) \cdot \cos[(\omega_v + \Delta \omega_v)t + \phi] = \\ & = (u_v + s_m(t)) \cdot \cos(\Delta \omega_v t + \phi) + (u_v + s_m(t)) \cdot \cos(2\omega_v t + \omega_v t + \phi) \\ & \Rightarrow (u_v + s_m(t)) \cdot \cos(\Delta \omega_v t + \phi) \end{aligned}$$

Ez a szinuszeltérítéjűk.  
Er is zavar!

A frekvencia inkoherenca TILOS (irtandó)!  $\Rightarrow$

$$\{ \Delta \omega_v \Rightarrow \phi ! \}$$

$$\varphi \Rightarrow \phi (= 0 \text{ az itt nulla})$$

$$(\text{Ha } \varphi \neq 0, \text{ akkor De } \Delta \omega_v = \phi \Rightarrow s_m(t) \cdot \cos(\varphi))$$

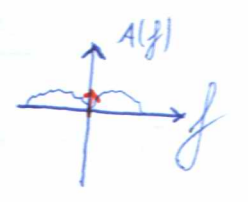
A fázis inkoherenca is elkerülendő.

• AM jel spektrum:

$$s_{AM}(t) = (u_v + s_m(t)) \cdot \cos \omega_v t \Rightarrow \text{Fourier } \{ \mathcal{F} \}$$

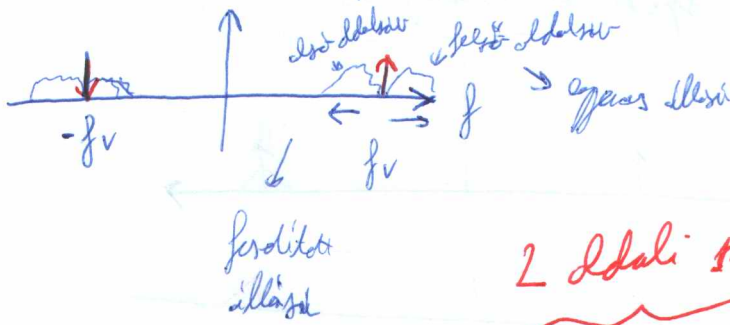
$$\mathcal{F} \{ s_{AM}(t) \} = \underbrace{\mathcal{F} \{ (u_v + s_m(t)) \}}_{A(f)} \cdot \frac{1}{2} e^{j\omega_v t} + \frac{1}{2} (u_v + s_m(t)) \cdot e^{-j\omega_v t} \cdot \frac{1}{2}$$

$$\mathcal{F} \{ s_{AM}(t) \} = \frac{1}{2} \cdot A \cdot (f - f_v) + \frac{1}{2} \cdot A \cdot (f + f_v)$$





AM mod. hatása. az alapsívi spektr. eltolódik fíz 1 helyre, más. 2 helyre:



2 oldali sáv  
 { Double side Band }

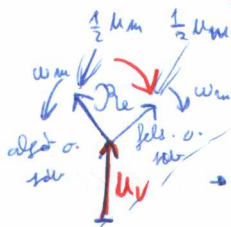
AM jel => AM-DSB

AM jel phasoros ábrázolása:

$$s_{AM}(t) = U_V + U_M \cdot \cos(\omega_m \cdot t) \cdot \cos(\omega_v \cdot t)$$

$$s_{AM}(t) = U_V \cdot \cos \omega_v t + \frac{1}{2} \cdot U_M \cdot \cos(\omega_v - \omega_m) \cdot t$$

$$s_{AM}(t) = \text{Re} \left\{ U_V \cdot e^{j\omega_v t} + \frac{1}{2} \cdot U_M \cdot e^{j(\omega_v + \omega_m)t} + \frac{1}{2} \cdot U_M \cdot e^{j(\omega_v - \omega_m)t} \right\}$$



→ ezt a tengelyt figyeltem => lehet áll.

gyorsabb:  $\omega_m$   
 lassabb:  $\omega_v$  } irányban figyeltem

"eld" phasor

Vetület => pill. amplitúdó

AM-DSB/SC

{ suppressed carrier }  
 könnyebb vizsgá

$$s(t) = s_m(t) \cdot \cos(\omega_v \cdot t)$$

AM-DSB/SC

CSAK szűrt demodulátorral demodulálható

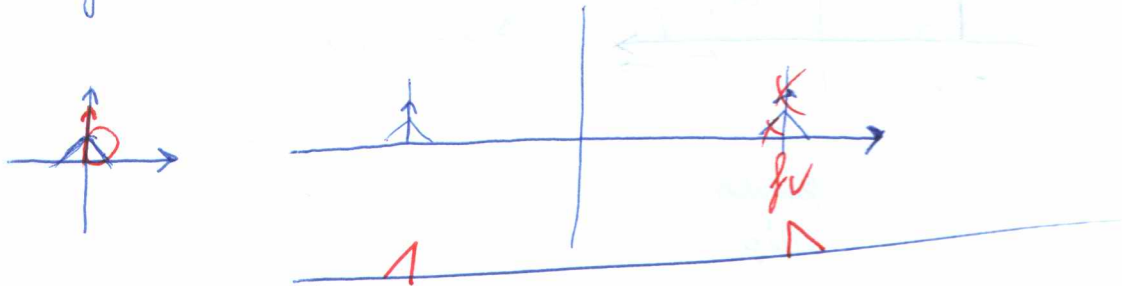
útköz és tárgyi adás (hagyók, stb.)  
 hisz feki => jól követi a föld terjesztését.

↳ SPÓRÁLUNK a P-vel.

AM-SSB/SC  $\rightarrow$  Mi lenne akkor?

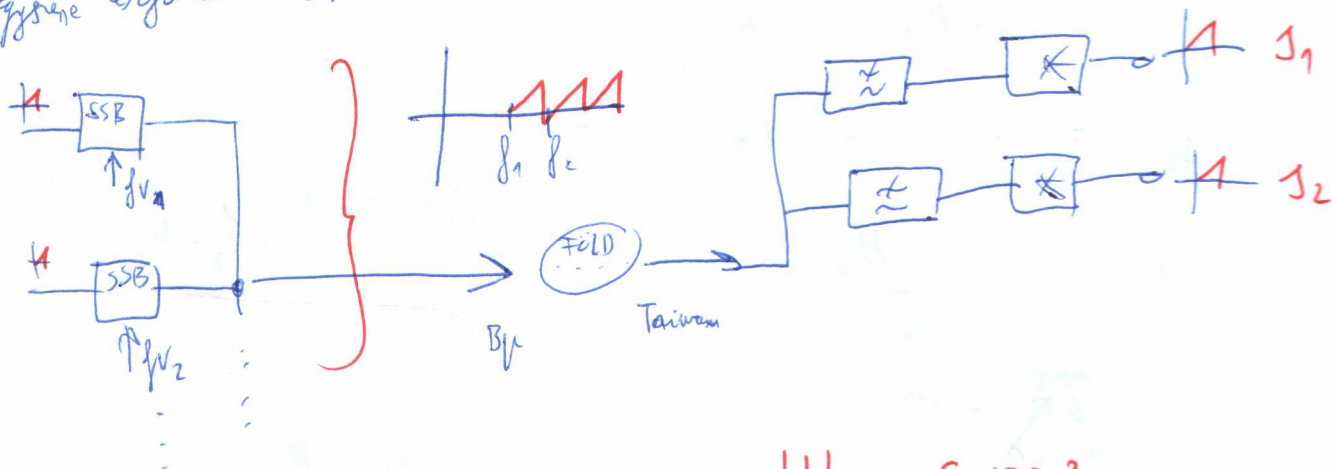
$\uparrow$   
single...

Ez is csak szorosan dekodálható.  
új értelmezés: spektrum-átbélézés



FDM rendszer (Frequency Division Multiplexing)  $\rightarrow$  Gyenge hűtlék

Pl.: Egyre telefonálni 1 dróton...



Gyors: 1 kocsai 10800 beszállás felpakolásra

!!!

{ 1980 }

Utána: PCM

- Pst ZH // Május 12.: 16:00 - 20:00 ; IB027
  - Kórsi: Május 10.: 8:00 - 10:00 ; IB210
- } Felma: mint eddig voltak.

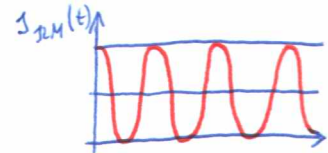
Most nem a sinusos cívő amplitúdóját, hanem a sűrűt változtatjuk...

• Sűrű moduláció:  $s_{SM}(t) = U_V \cdot \cos(2\pi f_v t + \mu t)$

$\mu t$ : a moduláló jel valamelyik lineáris transzformálása.

$\mu t$ : modulációs tartalom

$s_m(t)$ : moduláló jel.



- Bld // -1. //  $\mu t = \text{const} \cdot s_m(t)$  { faris moduláció }
- 2. //  $\dot{\mu} t = \text{const} \cdot s_m(t)$

$$s_{SM}(t) = U_V \cdot \cos(\mu t) \cdot \cos(2\pi f_v t) - U_V \cdot \sin(\mu t) \cdot \sin(2\pi f_v t)$$

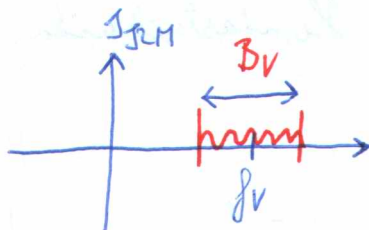
- A sűrű moduláló jel két darab AM-DSB jelből áll.
- Jel lesznek spektrális komponensek?
- A sin és cos nemlineáris miből jönnek ki a szorzatokból?
- Milyen esik a moduláció? Pl.:  $0,1 \text{ rad} \Rightarrow \sin \approx \text{argumentum}$   
 $\Downarrow$   
 $|\mu t| = 0,1 \Rightarrow \sin : \text{argumentum}$   
 $|\mu t| = 2\pi \Rightarrow \text{Matematikusan hibás}$

• Faris köbet : (= faris mod. tényező) :  $m = \text{MAX} |\mu t|$

+ A  $\sin(\mu t) - t$ ,  $\cos(\mu t) - t$  magok polinom fejlesztése:  $L(m)$

$$L(m) \approx 1 + \sqrt{m} + m \quad \{ \text{lehet tört is} \}$$

• A  $s_{DM}$  spektruma:



$$\left\{ \begin{array}{l} B_v = 2 \cdot \Delta(m) \cdot f_0 \\ \text{egyetlen } f_0 \text{ felvencsiájú} \\ \text{sinus !!!} \end{array} \right.$$

Tiszta sin jel  $\Rightarrow$   $f_0$  integrálat  
köréirőlök

Ha nem sin a jel  $\Rightarrow$   $B_v$  korlátos része becslés...

• Másik lehetőség:

$$s_{DM}(t) = U_v \cdot \cos(\underbrace{2\pi f_v t + \varphi(t)}_{\varphi(t)}) \Rightarrow$$



• Pillanatnyi fázis

• Pillanatnyi körfrekvencia:  $\dot{\varphi}(t) = \varphi'(t) = 2\pi f_v + \dot{\varphi}(t) \Rightarrow$

• Pillanatnyi felvencia:  $f_p(t) = f_v + \frac{1}{2\pi} \cdot \dot{\varphi}(t)$

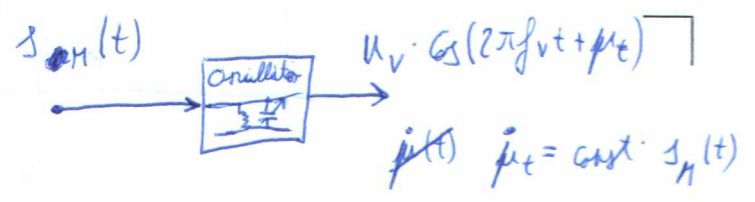
Számszerűen konstans jel a folyton változó helyett...

• az elfogalt  $\dot{\varphi}(t)$  társ:  $\in [f_{p\text{MAX}} ; f_{p\text{MIN}}]$

$$B_v \cong 2 \cdot \frac{1}{2\pi} \cdot \text{MAX} |\dot{\varphi}(t)|$$

• Frekvenciatérsék

• It sügmodulált jel előállítás: +1 //  $s_{AM}(t)$



Frekvencia moduláció

! Csak kis köbhaték!

+2 // Kisleketű fázismodulátor:

• Ha  $m$  kicsi ( $\leq 0,1$  rad)  $\Rightarrow$

$\sin \mu t \approx \mu t$

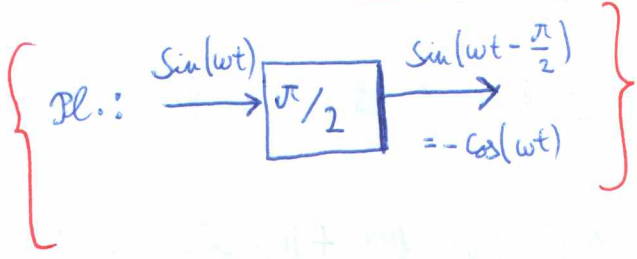
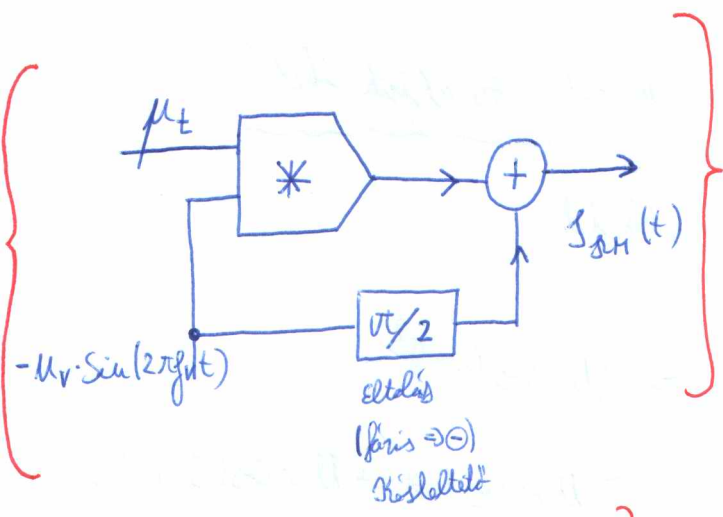
$\cos \mu t \approx 1$  hiba  $\Rightarrow$  Taylor:  $1 + \frac{\mu t^2}{2}$

S<sub>gy</sub>:  $s_{AM}(t) = u_v \cdot \cos(\mu t) \cdot \cos(2\pi f_v t) - u_v \cdot \sin(\mu t) \cdot \sin(2\pi f_v t) =$

$\approx u_v \cdot \sin(2\pi f_v t) - u_v \cdot \mu t \cdot \sin(2\pi f_v t)$

Ez egy igazi kétoldaltóló AM jel (AM-DSB)

{ És érkebi  $\mu t$  sávzélességét }



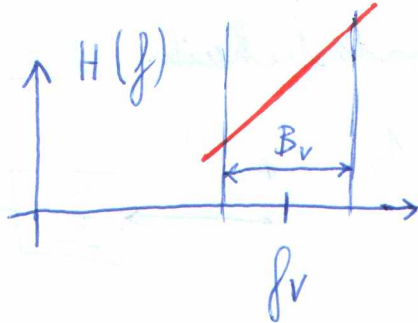
• Carson (öböl) szabály:

$B_v = 2 \cdot (f_D + B)$

*f<sub>D</sub> = frekvenciaközpont*      *B = modulált jel sávzélessége*

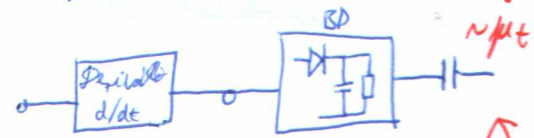
(De néha 2,2 // egyelőre a transzmisszió)

Demoduláció:



Szögmod  $\Rightarrow$  AM

PM  $\rightarrow$  AM átalakítás



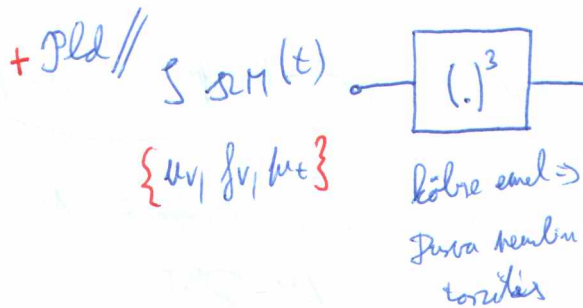
Deriválás és bonyolult demoduláció:  $s_{SZM}(t) = U_v \cdot \cos(2\pi f_v t + \mu t)$

$$\dot{s}_{SZM}(t) = -U_v \cdot \sin(2\pi f_v t + \mu t) \cdot (2\pi f_v + \dot{\mu} t)$$

{ Frekvencia mod. jól utelölve kiv. alk, de Föris mod esetén még utofelölde. kell. }

De ha ennél is nyakatekint az SZM, akkor miért "szeljük" őket?

• a // Nem lineáris torítás esetén jól viselkedik...

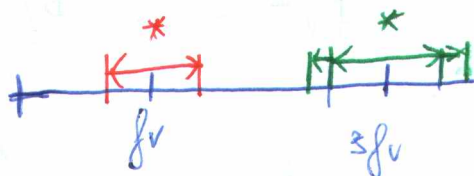


$$\Rightarrow (U \cdot \cos(\omega t))^3 =$$

$$= U_1 \cdot \cos(\omega t) + U_3 \cdot \cos(3\omega t)$$

{ Pl.: 23. hto  $\Rightarrow$  1, 3, 5, ..., 23. felharmonikus }

Pld // Spektrális komponensek:



Ne legyen átlapolódás...

Szűrővel az eredeti károsítható...

AM jelekre Nem igaz  $\Rightarrow$  Nem lin. tor. erőse viszonylat. károsít.

{  $(\cdot)^3 \Rightarrow$  Jéketviselésre is alkalmas...  $\Rightarrow$  3x-os köböl is torítható }

- Előadó: Sella Rudolf & Nagy Lajos  
 Bajnos, "szeszé": Nagy Lajos (A hangja: mint kb. Kildesi)  
 nagy@mkt.bme.hu  
 V2 655 ; V265g: Sella

2, 3, 4 : S  
 1. : NL  
 5. ... n. : NL

- Gyakorlatok: V2 ; 7. emelet ; 4 terem F : 706, 707, 713, 720  
 ⇒ **THIT** kapja meg az adatokat az év végén (tárgyfelelősök).

2 db nagy ZH F.

Érték: PZH

Ha 7 F ZH sikeres ZH ⇒ IV (1 db)

Jegy:  $\frac{\overbrace{ZH_1 + ZH_2 + 2 \cdot V}^{\text{PONTSZÁM}}}{4} = \text{Vizsgajegy} \quad // \quad \frac{GYIV + V}{2} = \text{Vizsgajegy}$

2 db 5-ös Nagysz ⇒ osztályzat ⇒ Je Nem PZH !!!

OPC : (5, 4) ⇒ 4-es osztályzat

A Neptunra fel kell írni is jelentkeznem!

(Előre aláírások érvényesek!)

V, ZH: Test és vámpélda ; Szóbeli "csab" javításra.

85% és felette: 5

GY: Béliamogoldás.

Konzultáció = rávezető gyakorlat.

Akustikai alapok : 43-55

Fénytechnika : 57-67

{PZH: E a társak, tavaly }

1./ Sztoch. foly.

2./ Kétsávú & töm.

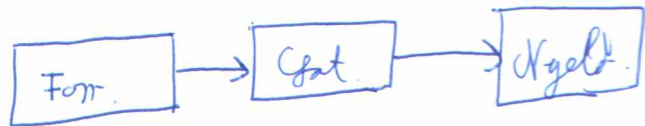
3./ Rádió összekött. & ZAF

4./ Kodolás

5./ Moduláció

6./ Cellák rendszere

• Információ továbbítás modellje:



H  
I  
R  
A  
D  
Ó

TMIT: Gondos - laboratóriumi kísérletek vizsgálja (magasabb szint - felkutatás kiterjed) → "agykísérlet"

: Levegő - átvitel, modell, stúdiótechnika

SHVT: S-NL - Fizikai réteg - mechanikus, antennák, terjedést befolyásoló tényezők  
Optikai összeköttetés → Megvalósítások → "gyakorlatias"

NL: antennák & hullámterjedés

Cellák rendszere

társak...

• Könyv: Gábor Károly

EA: PPT → CD ...

• Hangtechnika (akustikai alapok): - fiz. jell.

- fiziológiai jell.

- hangvetés és hangvisszaverés



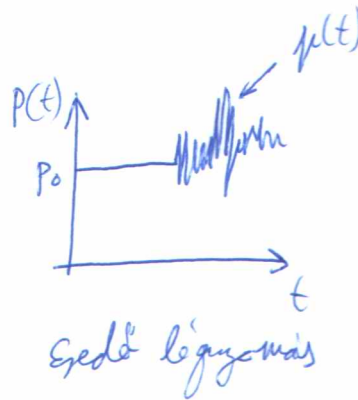
• A hang fiz. leírása:

Purgalmas közeg mech. rezgése = hang  
 szilárd }  
 csépfolyadék } ⇒ hang  
 légtér }  
 test  
 felület  
 légköz

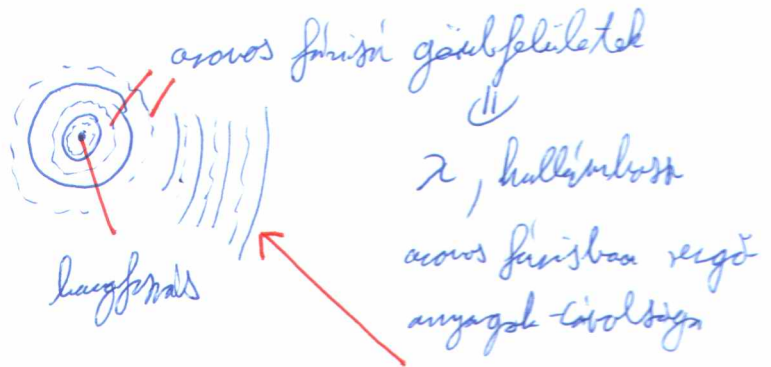
• Léghang - légnyomásingadozás

$$P(t) = P_0 + p(t)$$

↘ hangnyomás



• Longitudinális hullámok:



Hang s ⇒ gömb → spherulim modell.

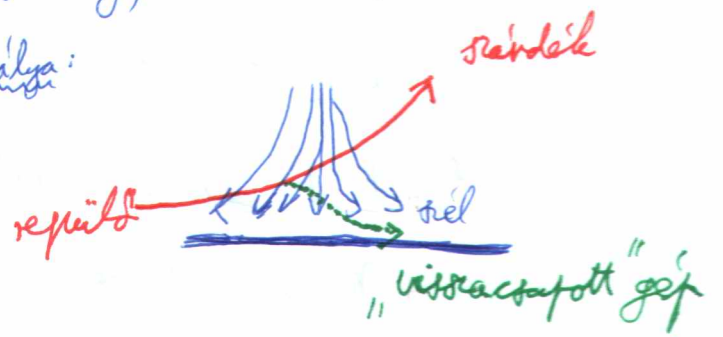
A továbbiakban: Géber féle TK (Letté ua. = PPT).

Seller Rudolf; V2-659; 463-36-87

Stochasztikus folyamatok:

- Jelek:
  - $u(t)$ ; pl.: Rész mikrofon
  - $i(u)$ ; pl.: Részda
  - $f(u)$ ; pl.: VCO = sz. vezérelt oszcillátor (f: frekv.)
  - $h(x,y)$ ; pl.: "Felület érdessége", Tükör (antenna tükr.)
  - $T(x,y,z)$ ; pl.: Sűrűséskét 3D-s eloszlása
  - $\vec{v}(x,y,z)$ ; pl.: Sűrűségesség, (vektor) elhelyezkedés.

↳ Pl.: Kifutópálya:



Légitársaság: kis gép; nagy gép } mennyi idővel  
nagy gép; kis gép } később szállhatnak fel egymás után

Biztonsági lánc: "Kese" => kísérletek embereket...

Jelek folytonossága: Ampl. Jelyt

<u>t folyt</u>	
11	időlen 01
analog	diszkrét
DAC 10	00
DAC	digitális

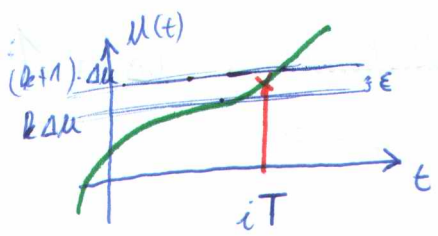
TK: 23. oldal  
Pl.: 01: Stroboskóp  
10:

Pl.: 01; 00 : mintavételre

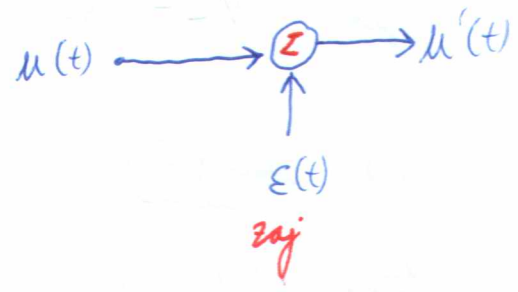
! Fontosak: 11; 00

↑ vala  $w_1$    ↑ hang  $w_2$    ↑ figyelő } Kit lát? => Shannon => mintavét  $f \geq 2 \cdot f$

• Pld: 10 & 00

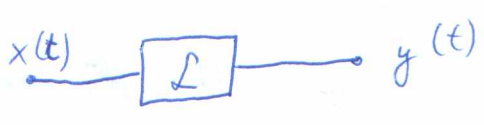


} Kvantálás; De hiba  $\epsilon$  ( $\epsilon$ ).



$\frac{S}{N} \Big|_{max}$  } jel/zaj (viszony)

• Átviteli jellemzők:



$$L\{x(t)\} = y(t)$$

+ LTI: Lineáris és időinvariáns

+ Kauszális: A gerjesztés előtt NINCS válasz

- Lineáris, ha: Telj a superpozíció elve!

$$L\{a_1 x_1(t) + a_2 x_2(t)\} = a_1 L\{x_1(t)\} + a_2 L\{x_2(t)\}$$

Lin.

TII	LTII <sup>11</sup>	o1
	NLTII	
	LTV <sup>10</sup>	∞
	NLTV	

LTI (11):  $y(t) = k x(t-t_0)$

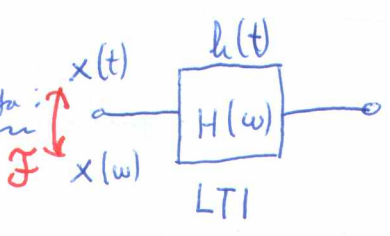
NLTI (o1):  $y(t) = |x(t)|$

LTV (10):  $y(t) = t \cdot x(t)$   
(idő változó)

→ NLTV (∞):  $y(t) = t \cdot |x(t)|$

} ⇒

• Átviteli leírás:

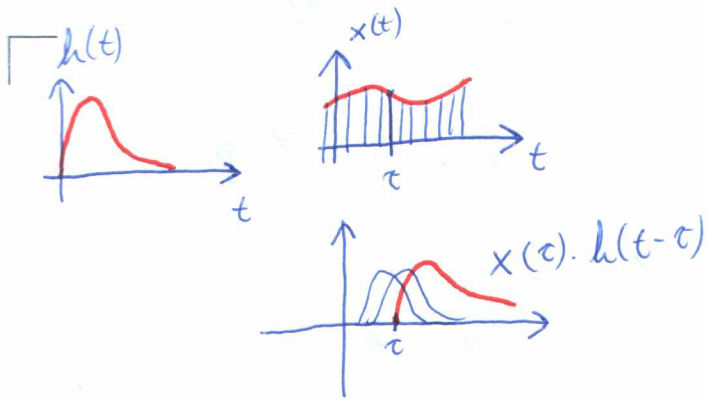


$x(t) * h(t)$   
 $X(\omega) \cdot H(\omega)$

konvolúció

$$x(t) * h(t) = \int_{-\infty}^{\infty} x(\tau) \cdot h(t-\tau) d\tau$$

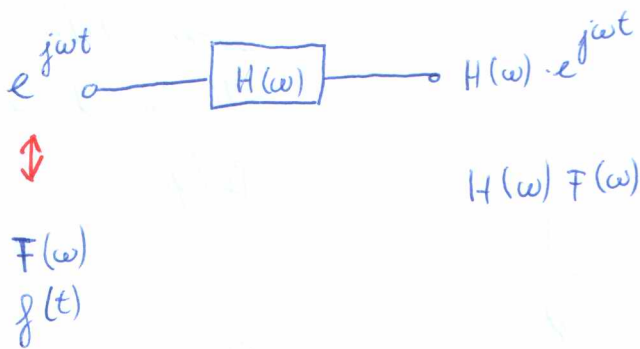
$$= \int x(t-\tau) h(\tau) d\tau$$



$$e^{j\omega t} \rightarrow \begin{matrix} h(t) \\ H(\omega) \end{matrix} \rightarrow y(t) = \int_{-\infty}^{\infty} e^{j\omega(t-\tau)} d\tau = e^{j\omega t} \int_{-\infty}^{\infty} h(\tau) e^{-j\omega\tau} d\tau = H(\omega)$$

- LIN m.: a sinusos jel megmarad, de a felte & A/x változik.

$e^{j\omega t} \rightarrow H(\omega) e^{j\omega t}$   
s.f. ampl. dris s.e.



$$F(\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} f(t) \cdot e^{-j\omega t} dt$$

Skalaris szorzás:  $\langle \rangle$

$f(t) \stackrel{?}{=} e^{j\omega t}$  (mennyi benne az  $\omega$  felte komponens)

$$\langle f(t), g(t) \rangle = \int_{-\infty}^{\infty} f(t) \cdot g^*(t) dt$$

~~$\langle f(t), g(t) \rangle$~~

$$\langle f(t), e^{j\omega t} \rangle = \int_{-\infty}^{\infty} f(t) \cdot e^{-j\omega t} dt$$

• Valósímiértéki változás:

Kifejelet: $\omega$	Kockadobás			
Fedvény kulcs: $\xi$	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Hosszrendelés: $X(\xi)$	1	2	3	4
Eredmény		<b>(2)</b>		

(jellem): val. változás  $\rightarrow$  konkrét szám

Stochastikus folyamat:

Részlet:  $\mathcal{R}$  |  $\mathcal{R}$  sorolás

Eredmény:  $\{ \boxed{R1} \dots \boxed{R2} \dots \boxed{RN} \}$

Korrelációs:  $X(\xi_1, t), X(\xi_2, t), \dots, X(\xi_N, t) \leftarrow$  stoch. fgy.  
 $X(\xi, t)$

Eredmény  $X(\xi_2, t) \leftarrow$  minta fgy.

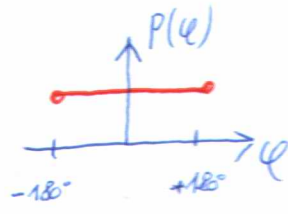
fix t

stoch. $X(\xi_2, t_1)$	időfgy = minta fgy $X(\xi_2, t)$
val. vált $X(\xi, t_1)$	stoch. fgy. $X(\xi, t)$

korrelációs

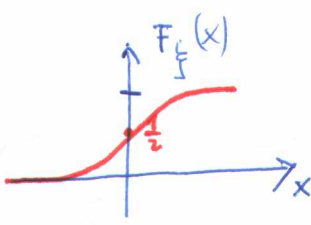
Oscillátor: } :  $x(t, \xi) = A \cdot \cos\{\omega_0 t + \varphi\}$

TK: 26, 27. oldal  
(kiszámítások)



véletlen  $\Downarrow$   
 Oscill. behatásolás  $\Rightarrow$   
 Mi lesz a kezdőfázis?  
 Behatás  $\Rightarrow \varphi$ : determinisztikus érték.

Eloszlás fgy.:  $F_{\xi}(x, t) = P(X(\xi, t) \leq x)$



$P(x(\xi, t) \leq 0) \xrightarrow{\text{const}}$  cenzúra's példák

$P(x(\xi, t) \leq -A)$

Sűrűség fgy.:  $f_{\xi}(x, t) = \frac{\partial}{\partial x} F_{\xi}(x, t)$



Gauss

$\int f_{\xi}(x, t) dx = 1$

Átlagérték:  $m_{\xi}(t) = \int_{-\infty}^{\infty} x f_{\xi}(x, t) dx$ ; Megjegyzés, h. 1 konstans x értékek mennyi az előfordulás valószínűsége  $\Rightarrow$  ezzel súlyozott átlagképzés.

$P_{\text{vált.}} = \int_{-\infty}^{\infty} x^2 f_{\xi}(x, t) dx = \int_{-\infty}^{\infty} P_x f(x, t) dx$

Teljesítmény

Predefiniáció: ismét:  $t_1 \rightarrow t_2$   
 $1 \mu s ? \Rightarrow$  semmi  $\Delta$  } Kezdet?  
 $5 \mu s ? \Rightarrow \Delta$  (1 periódus) } Mi lesz a jel t idő múlta!

Korreláció (kapcsolat):  $R(t_1, t_2) = \mathcal{E}\{x(\xi, t_1) \cdot x(\xi, t_2)\}$