



# Audiójelek zajcsökkentése Wavelet transzformáció segítségével

Készítette: Turi Dániel

Konzulens: dr. Sujbert László

BSc. önálló labor

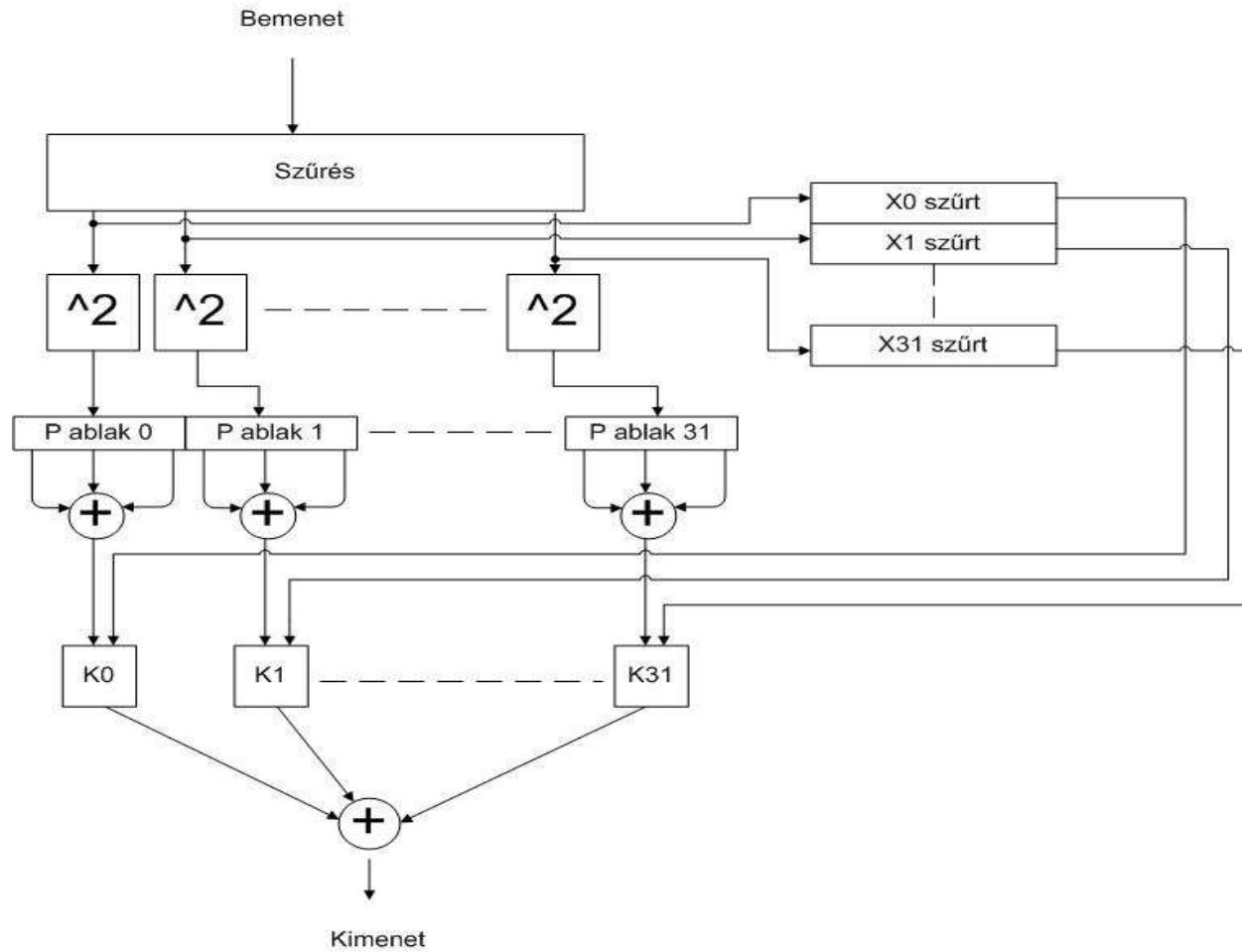
2008/09 II.félév



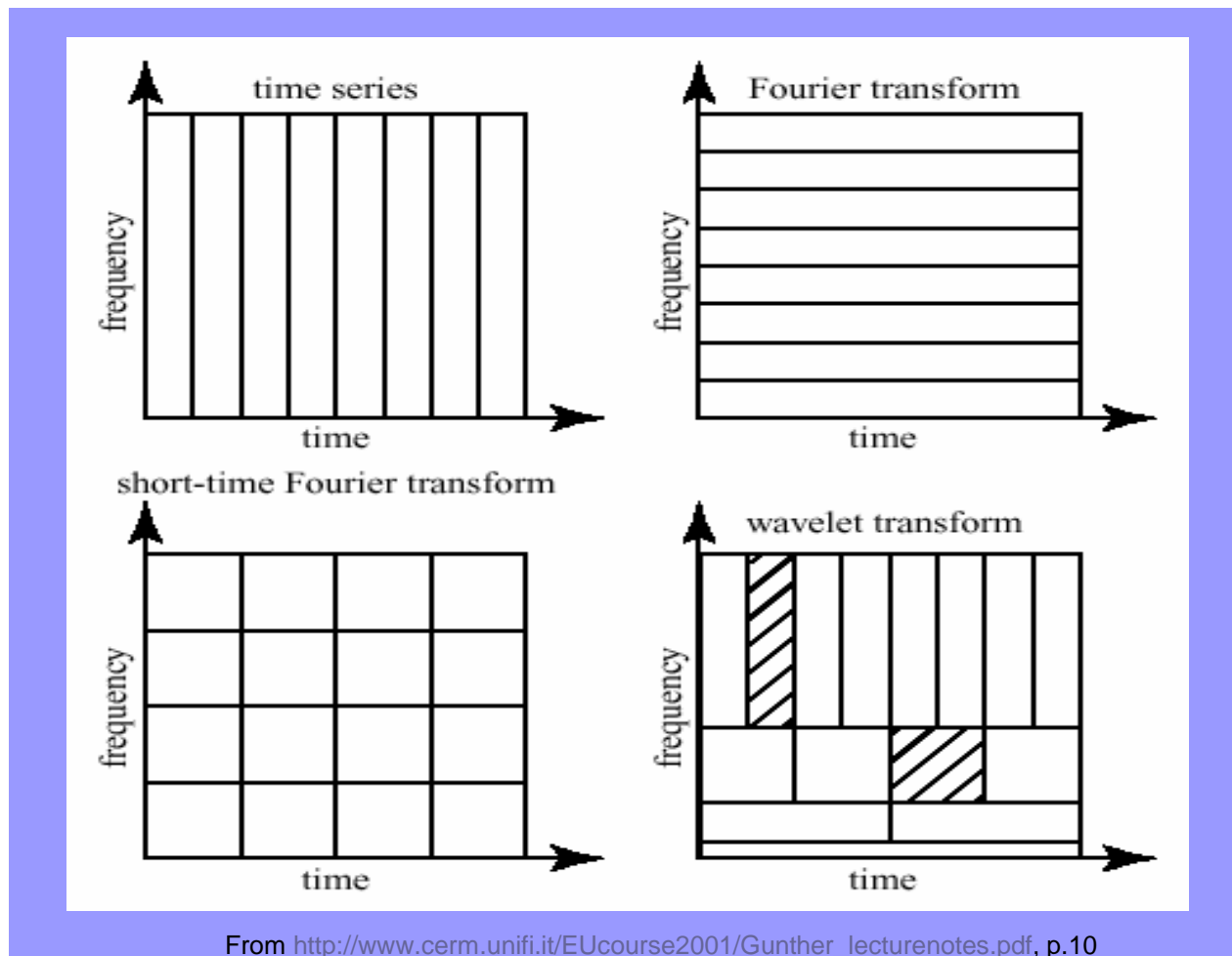
# Zajcsökkentés

- Recsegés, sercegés, pattogás: kis jelteljesítmény
- Valósídejű
- Jelteljesítmény figyelése frekvenciasávokban (szűrőbank)

# Zajszűrés egyenlő sávokra bontással



# Wavelet transformáció





Wavelet:

$$\psi_{a,b}(t) = \frac{1}{\sqrt{|a|}} \psi\left(\frac{t-b}{a}\right)$$

a: skálatényező

b: időbeli eltolás

$\psi$ : Mother wavelet

Wavelet transzformáció:

$$W_x^\psi(a,b) = \left\langle x(t), \psi_{a,b}(t) \right\rangle_t = \frac{1}{\sqrt{|a|}} \int_{-\infty}^{\infty} x(t) \psi^*\left(\frac{t-b}{a}\right) dt$$



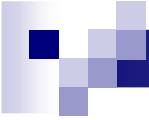
Rekonstrukció (inverz transzformáció):

$$\hat{x}(t) = \frac{1}{C_{\psi\tilde{\psi}}} \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} W_x^{\psi}(a, b) \cdot \tilde{\psi}_{a,b}(t) \frac{dadb}{a^2}$$

ha a szükséges és elégséges feltétel

$$C_{\psi\tilde{\psi}} = \int_{-\infty}^{\infty} \frac{\Psi^*(f)\tilde{\Psi}(f)}{|f|} df < \infty$$

teljesül.

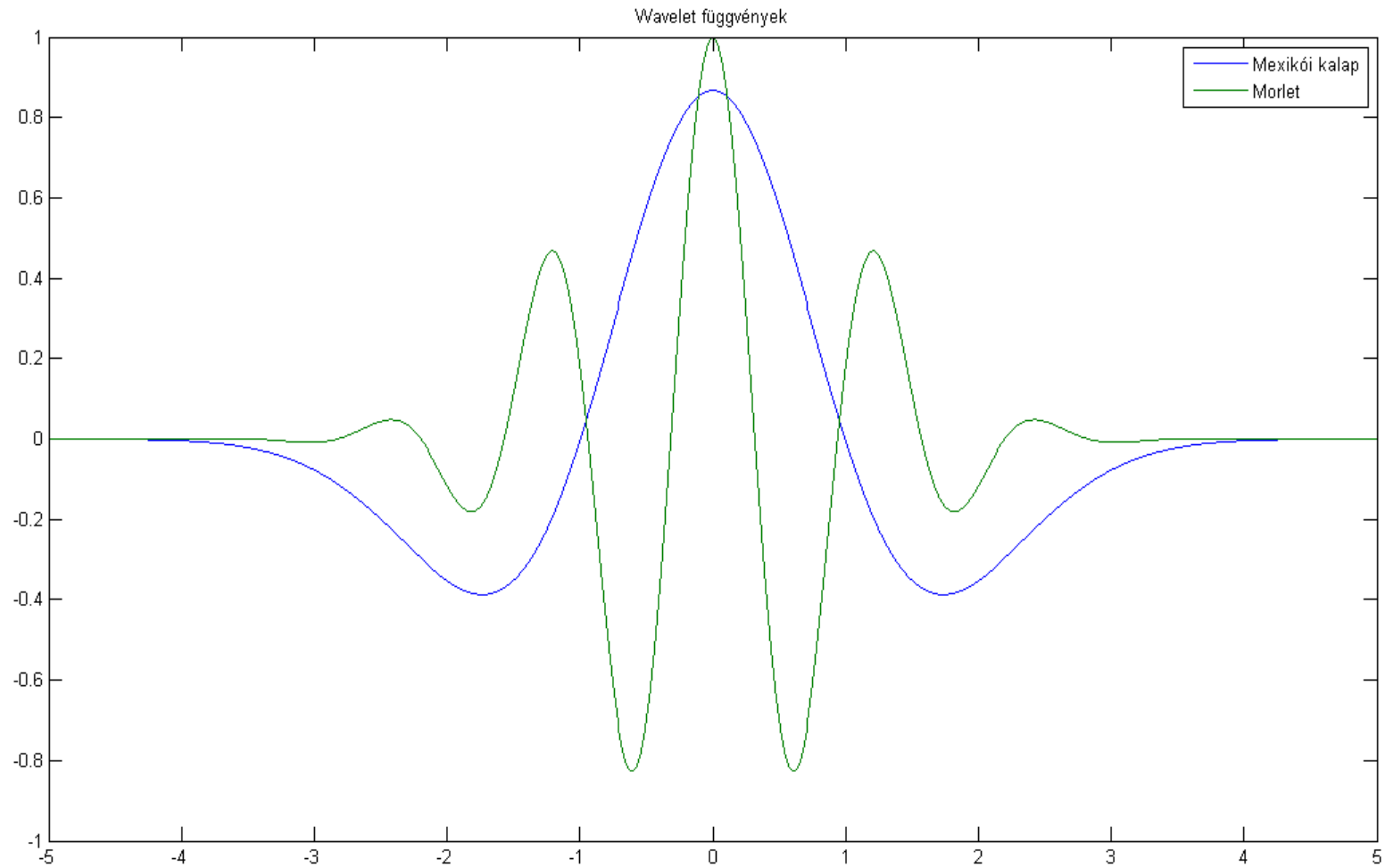
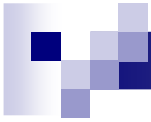

$$x_a = \frac{1}{\sqrt{|a|}} x\left(\frac{t}{a}\right)$$

Közepes idő és frekvencia:

$$t_{x,a} = a \cdot t_x \qquad f_{x,a} = \frac{f_x}{a}$$

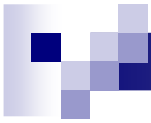
Időtartam és sávzélesség:

$$\Delta_{t,a}^2 = a^2 \Delta_t^2 \qquad \Delta_{f,a}^2 = \frac{1}{a^2} \Delta_f^2$$

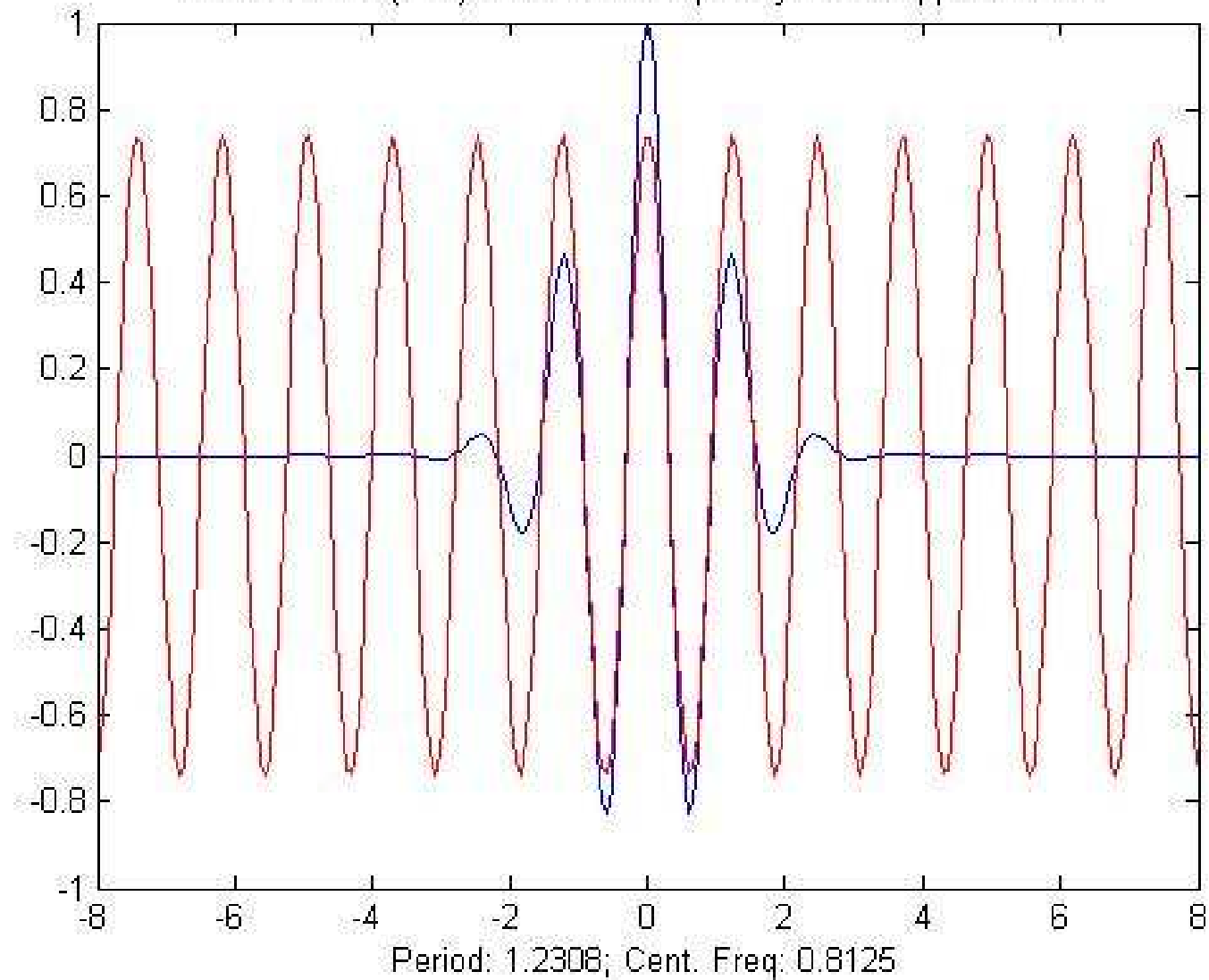


Mother Wavelet teljesítse az ún. megengedhetőségi feltételt, és közepes frekvenciájára legyen  $f_x \neq 0$

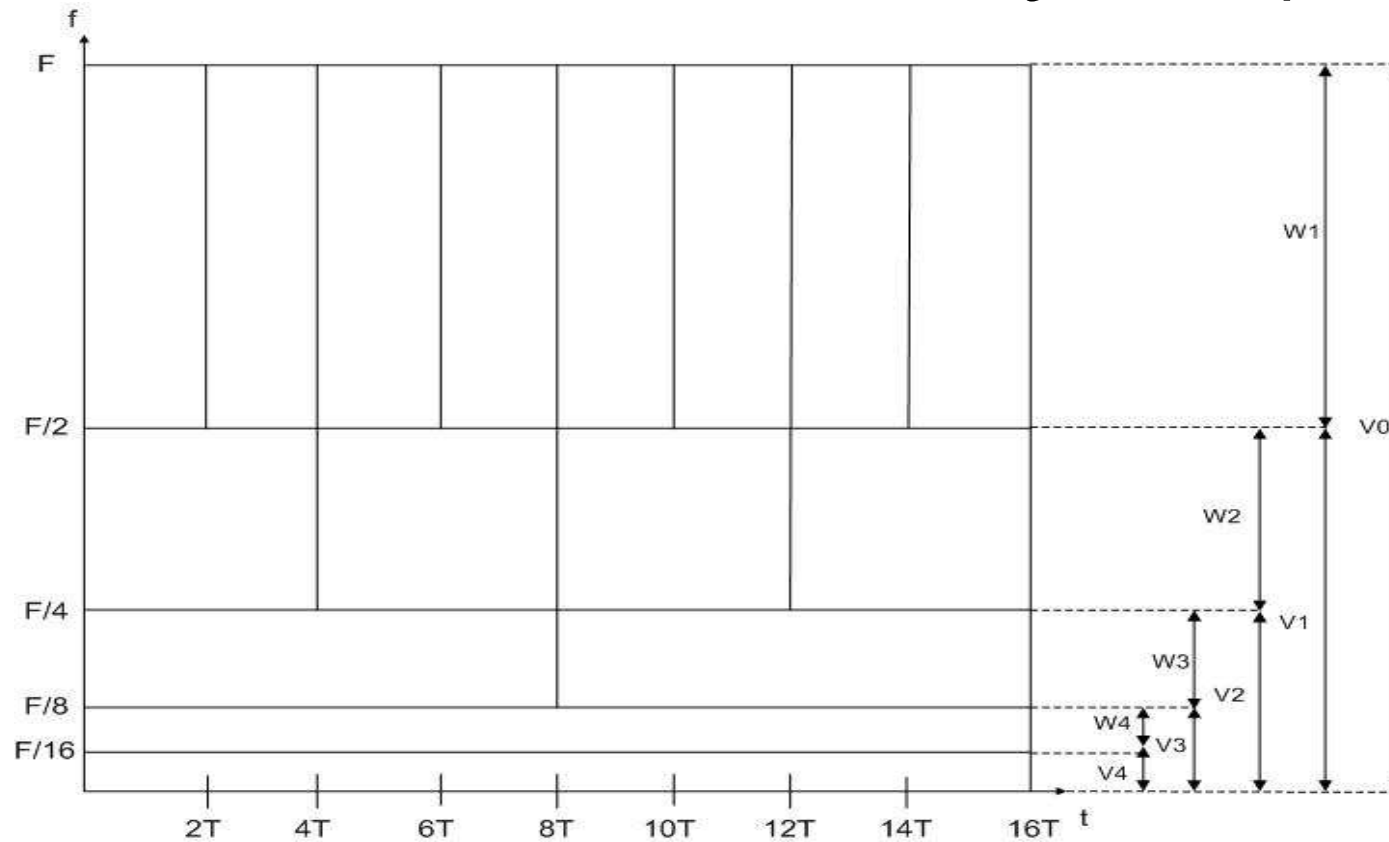




Wavelet morl (blue) and Center frequency based approximation



# Multi-Resolution Analysis (MRA)



Skálatényező:  $a_k = 2^k$

Időbeli eltolás:  $b_{m,k} = m \cdot 2^k \cdot T$



Ábrázolás függvényterben:

$$x(t) \approx x_0(t) = \text{Proj}\{x(t)\} = \sum_{m=-\infty}^{\infty} c_0(m) \varphi_{m,0}(t) \subset V_0$$

$$\dots \subset V_{k+1} \subset V_k \subset V_{k-1} \subset \dots \subset V_1 \subset V_0 \subset \dots \quad \text{és} \quad V_{k-1} = V_k \cup W_k$$

Skála függvény (aluláteresztő jelleg):

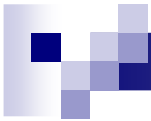
$$\varphi_{m,k}(t) = 2^{-k/2} \cdot \varphi(2^{-k}t - mT) \quad \in V_k$$

$$\varphi_{m,k}(n) = 2^{-k/2} \cdot \varphi(2^{-k}n - m)$$

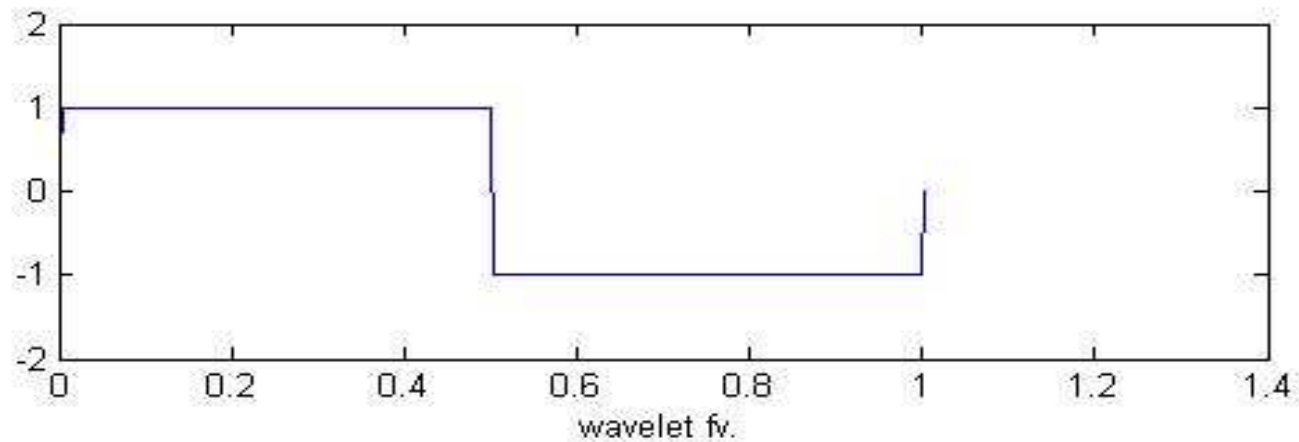
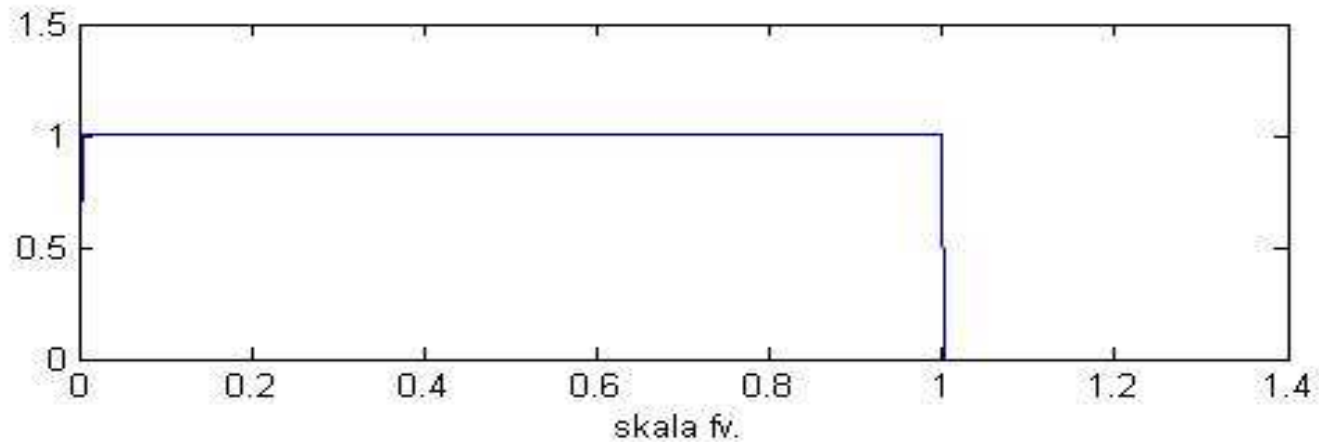
Wavelet függvény (sáváteresztő jelleg):

$$\psi_{m,k}(t) = 2^{-k/2} \cdot \psi(2^{-k}t - mT) \quad \in W_k$$

$$\psi_{m,k}(n) = 2^{-k/2} \cdot \psi(2^{-k}n - m)$$



## Példa: Haar skála és wavelet függvény



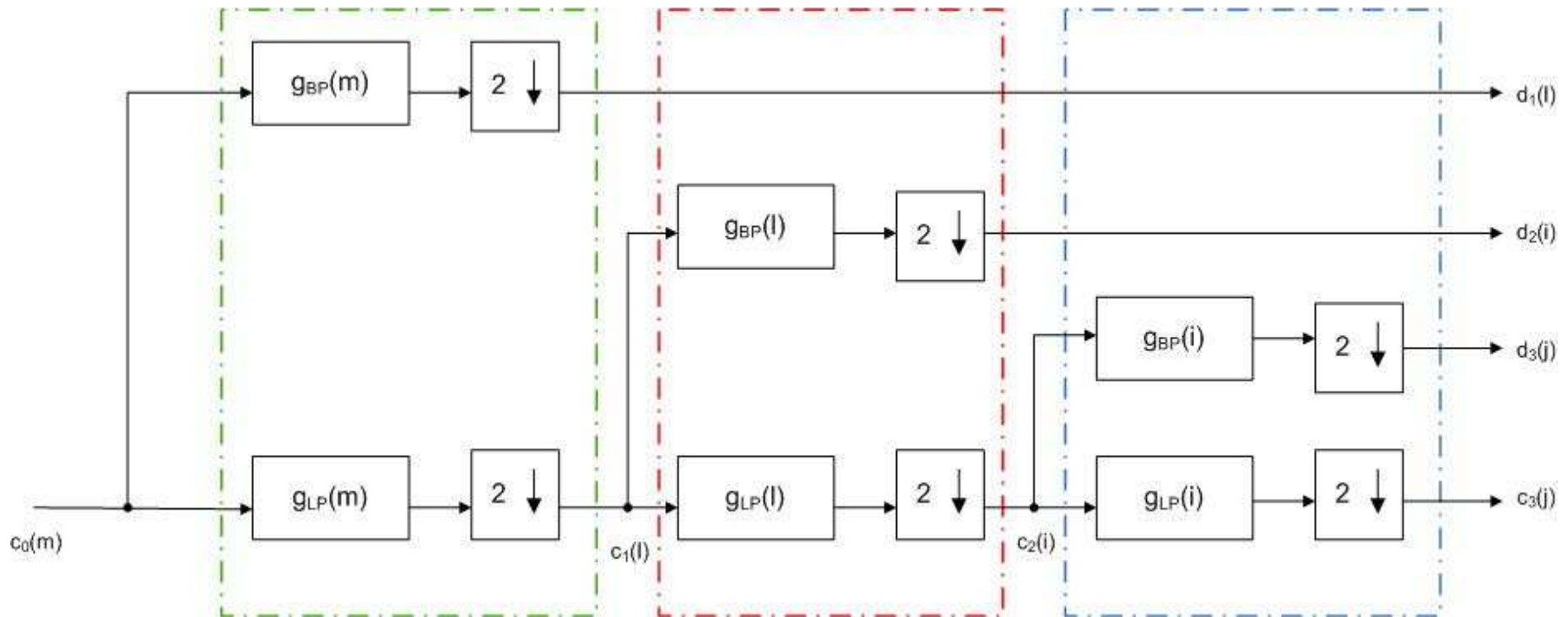
MATLAB-ban a `wavefun` függvénnyel generálhatóak

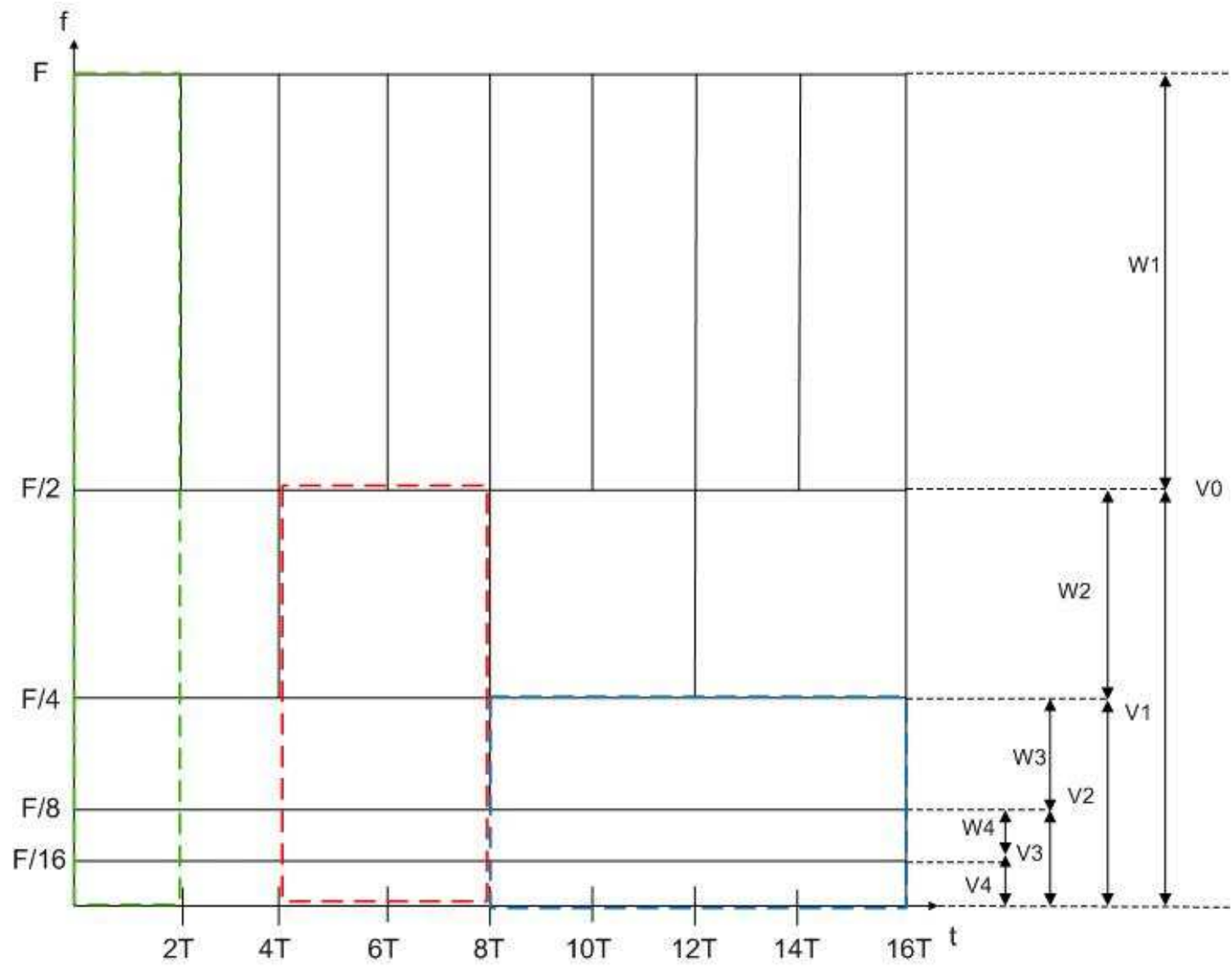
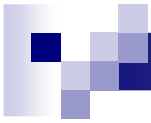
# Felbontás

$$c_{k+1} = \sum_{m=-\infty}^{\infty} c_k(m) \cdot g_{LP}(2l - m)$$

$$c_0 = \sum_{m=-\infty}^{\infty} x(nT) \cdot \varphi^*(-(m-n)T)$$

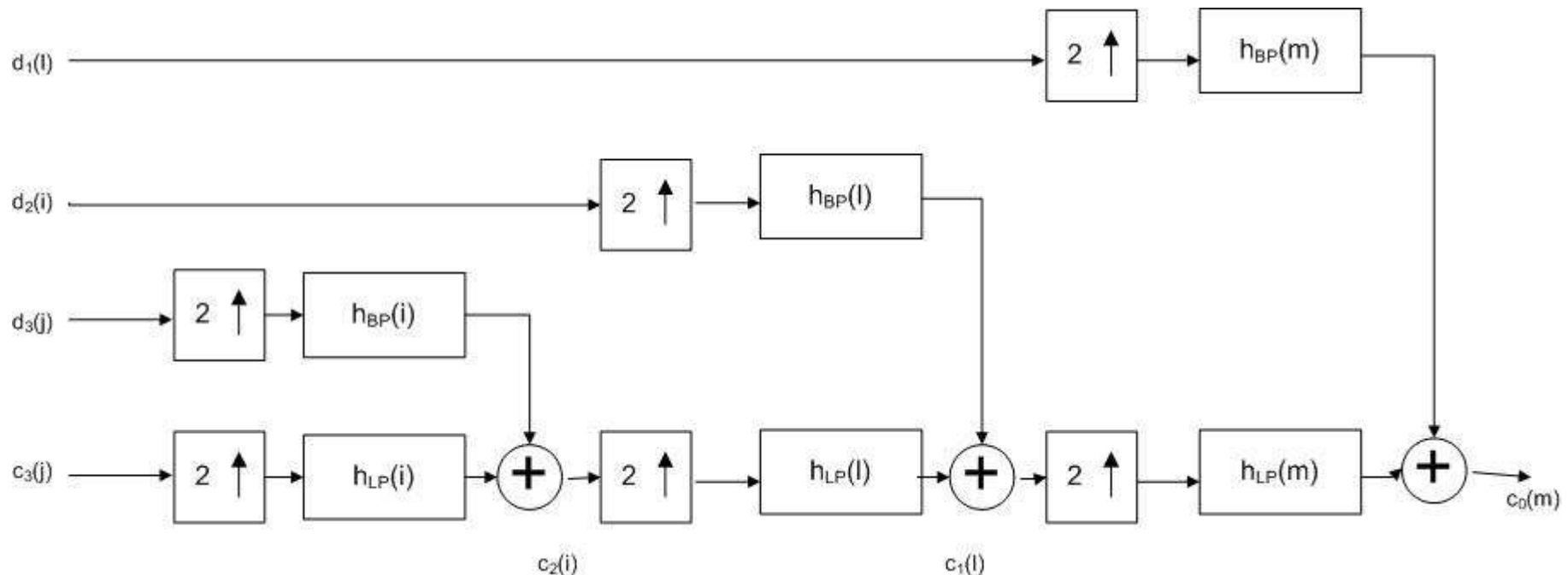
$$d_{k+1} = \sum_{m=-\infty}^{\infty} c_k(m) \cdot g_{BP}(2l - m)$$





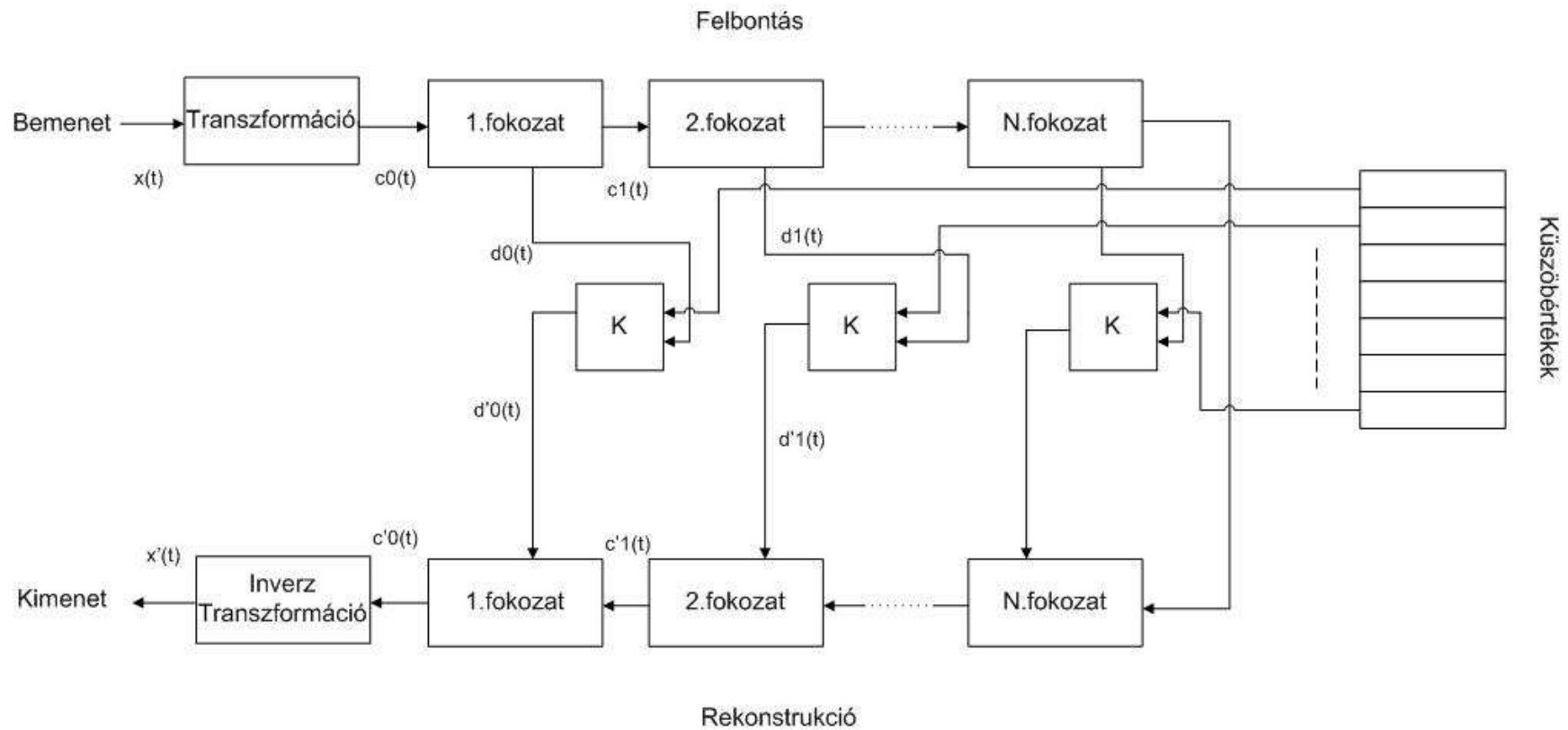
# Rekonstrukció

$$c_k(m) = \left( \sum_{l=-\infty}^{\infty} c_{k+1}(l) \cdot h_{LP}(m-2l) \right) + \left( \sum_{l=-\infty}^{\infty} d_{k+1}(l) \cdot h_{BP}(m-2l) \right)$$



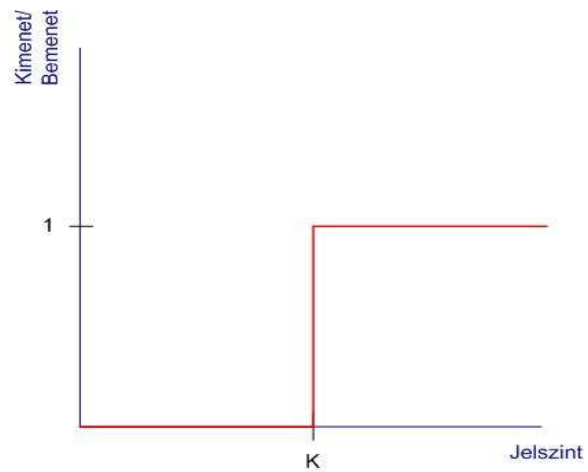
MATLAB-ban wfilters segítségével állíthatóak elő a megfelelő impulzusválaszok (skal. és wav. fv-k kell igazítani)

# Rendszerterv

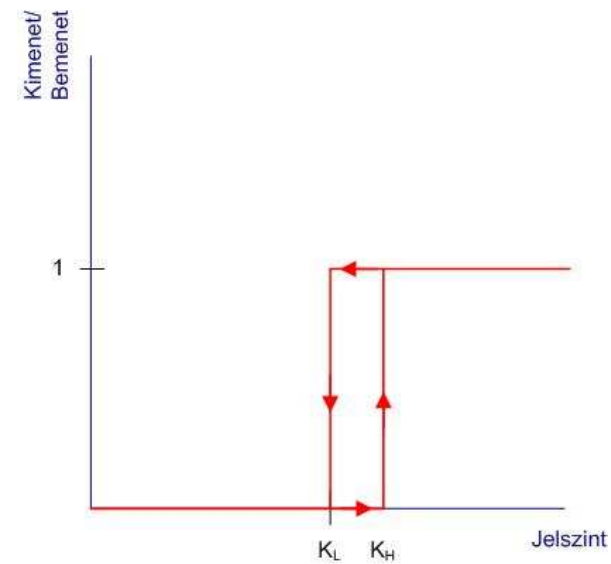




# Nemlineáris karakterisztikák

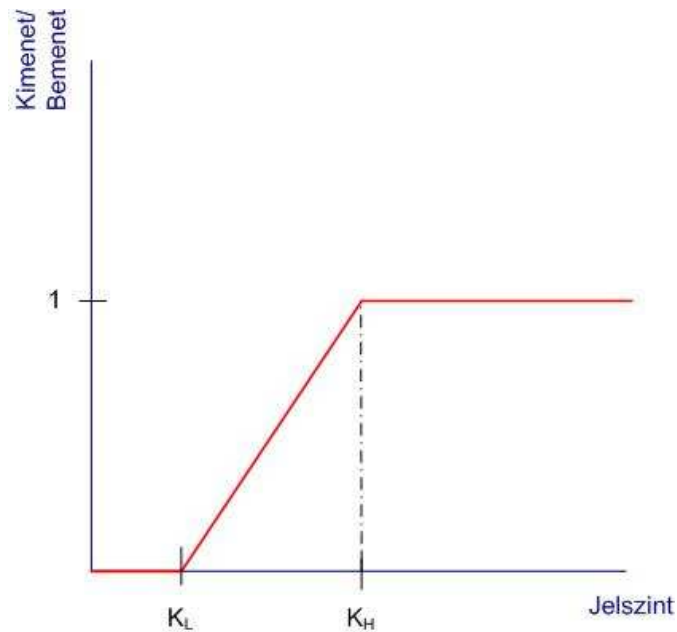


Lépcsős

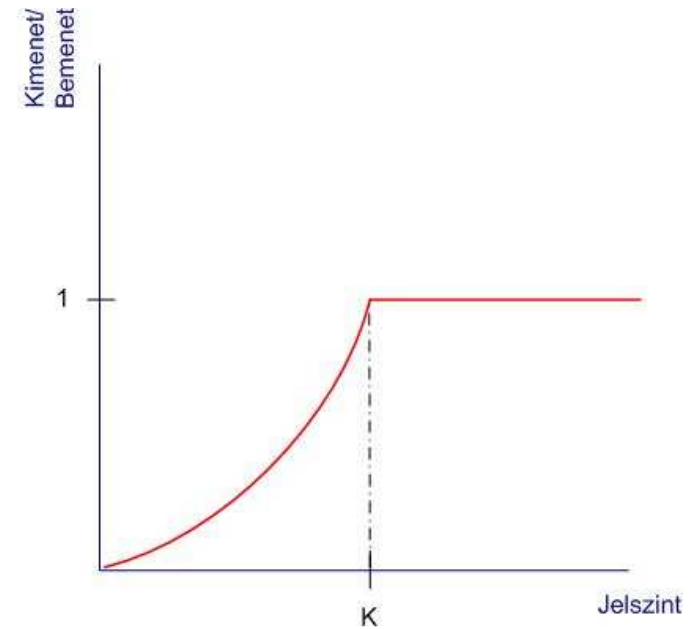


Hiszterézises

# Nemlineáris karakterisztikák

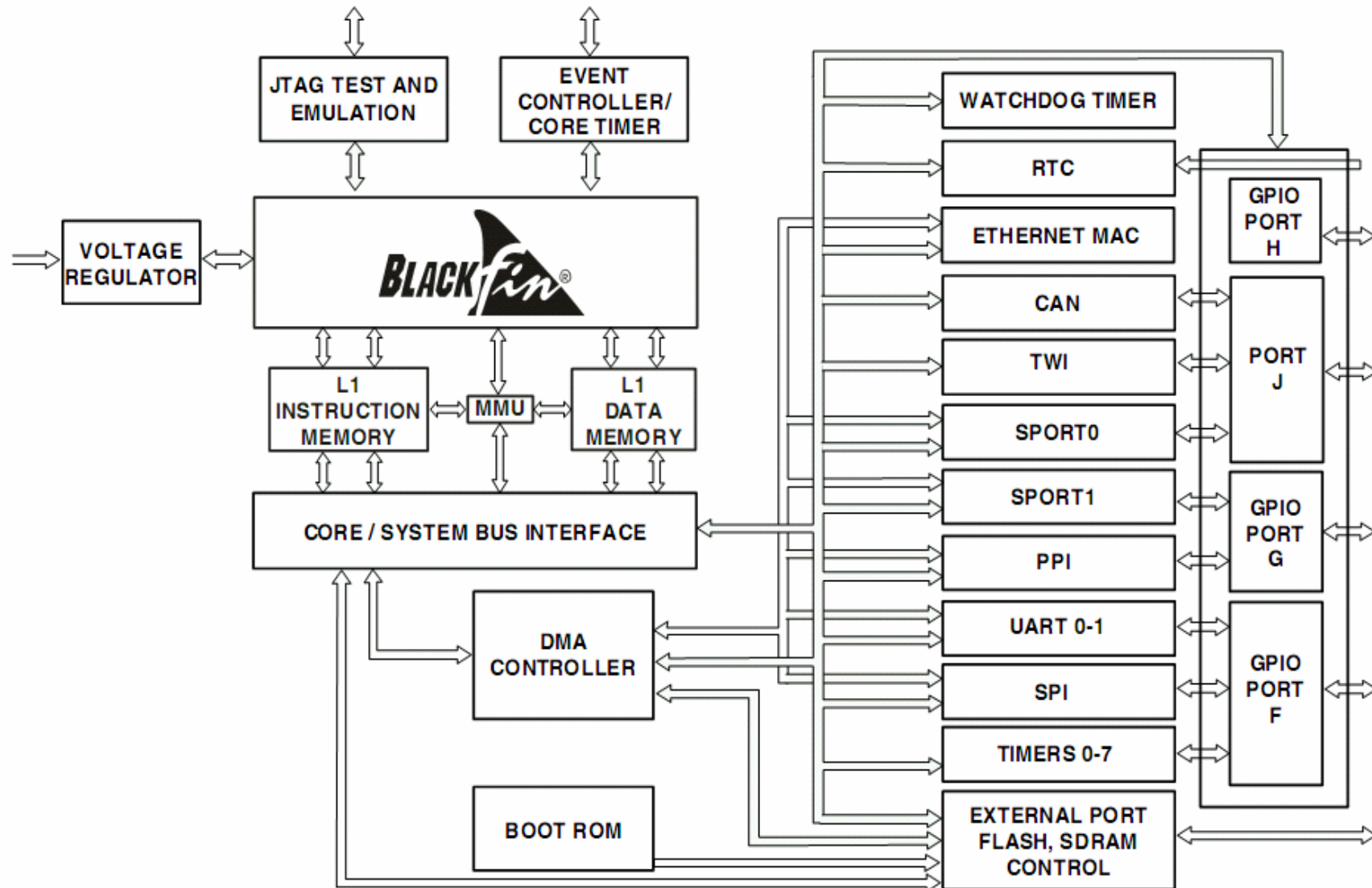


Lineáris offsettel



Négyzetes

# AD Blackfin ADSP-BF537





# Köszönöm a figyelmet!

## ■ Felhasznált irodalom:

- Uwe Kiencke: Methoden d. Signalverarbeitung (TH-Karlsruhe Vorlesungsskript WS 2007)
- Bodor József: Diplomaterv (2007)
- Blackfin Hardware Reference
- Yi-Hsin Huang: Introduction to Wavelet-Based Image Compression