



Potiskivanje šuma korištenjem wavelet transformacije, primjena empirijskog Wienerova filtra

Realizacija na maketi sa DSP procesorom

Ivan Bilić

Ante Jukić

Ivan Vlahović

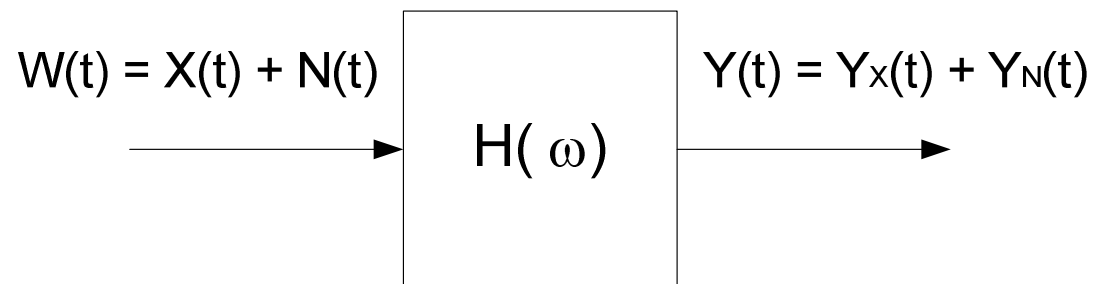
Zagreb, siječanj 2009.



Sveučilište u Zagrebu
Fakultet elektrotehnike i računarstva
Zavod za elektroničke sustave i obradbu informacija

Wienerov filter

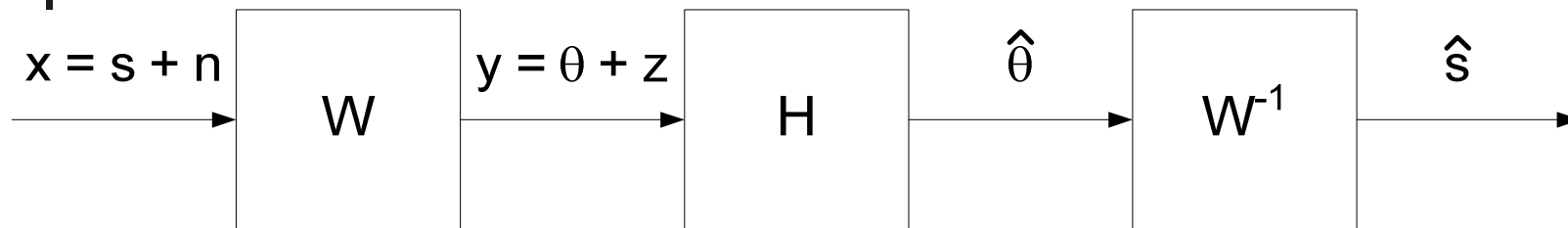
- Linearni sustav koji se koristi za ekstrakciju slučajnog signala iz aditivnog šuma
- Optimalan u smislu najmanje kvadratne pogreške



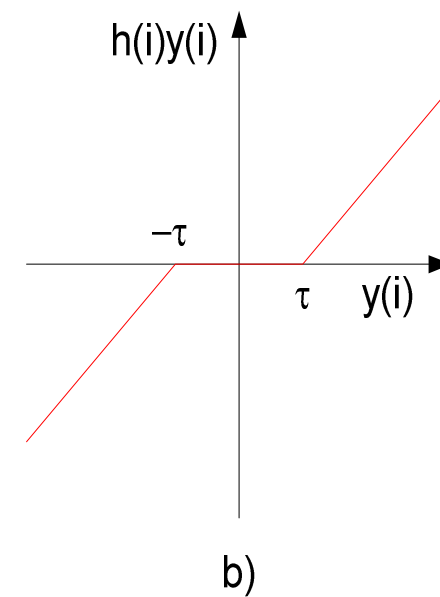
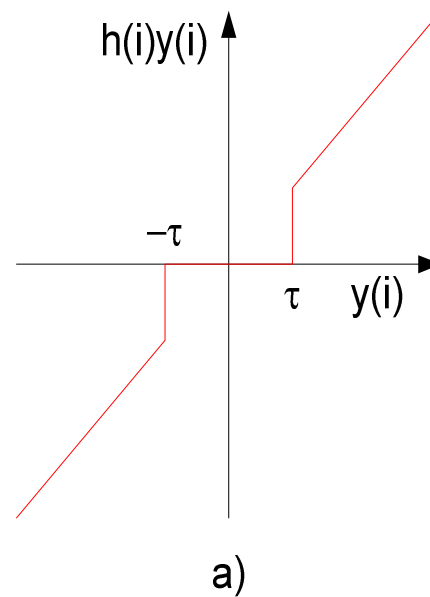
$$H_{\text{opt}}(\omega) = \frac{S_{xx}(\omega)}{S_{xx}(\omega) + S_{NN}(\omega)} e^{j\omega t_0}$$

- Potrebno poznavanje spektralnih svojstava signala i šuma

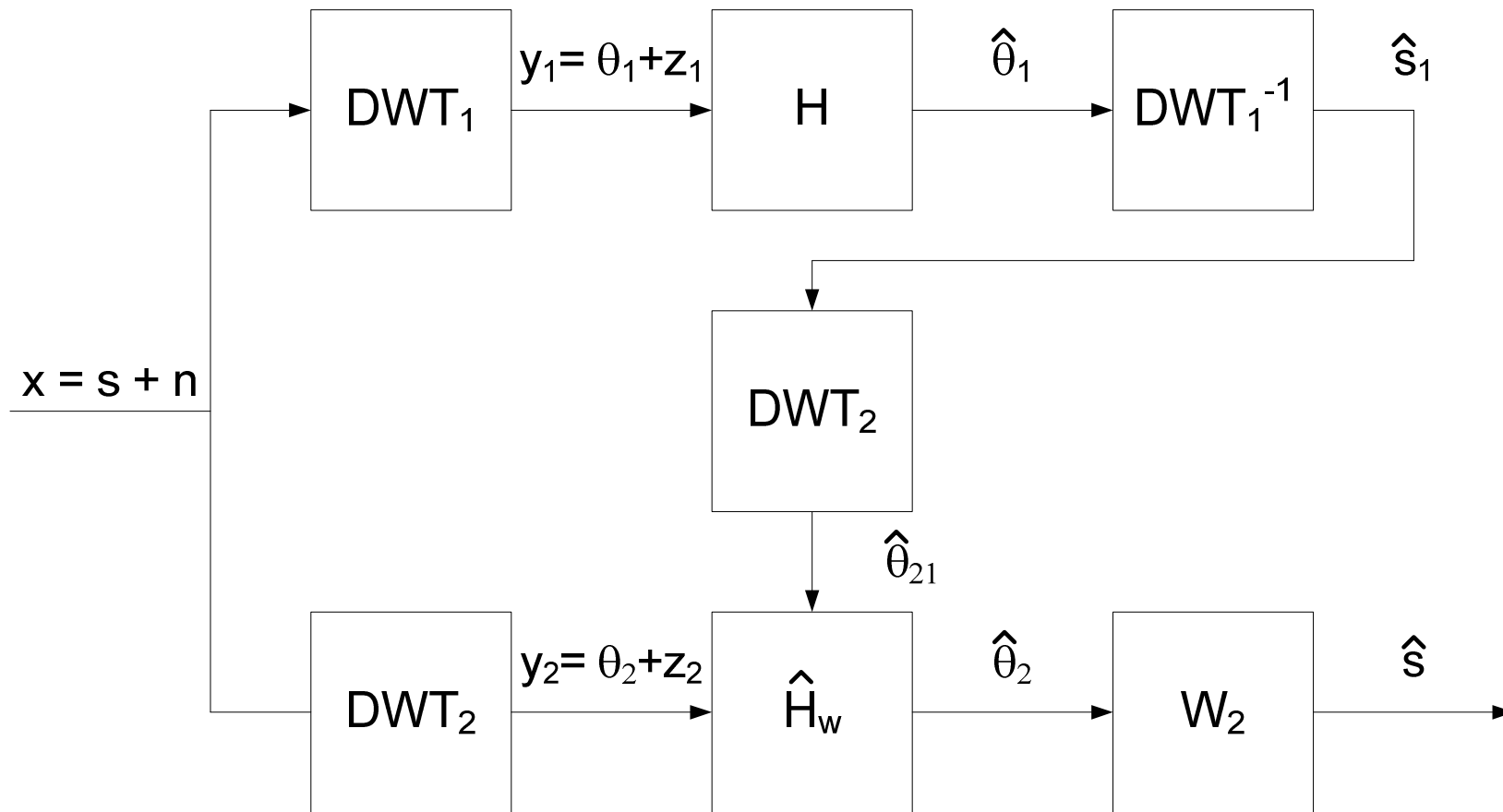
Metoda praga wavelet domeni



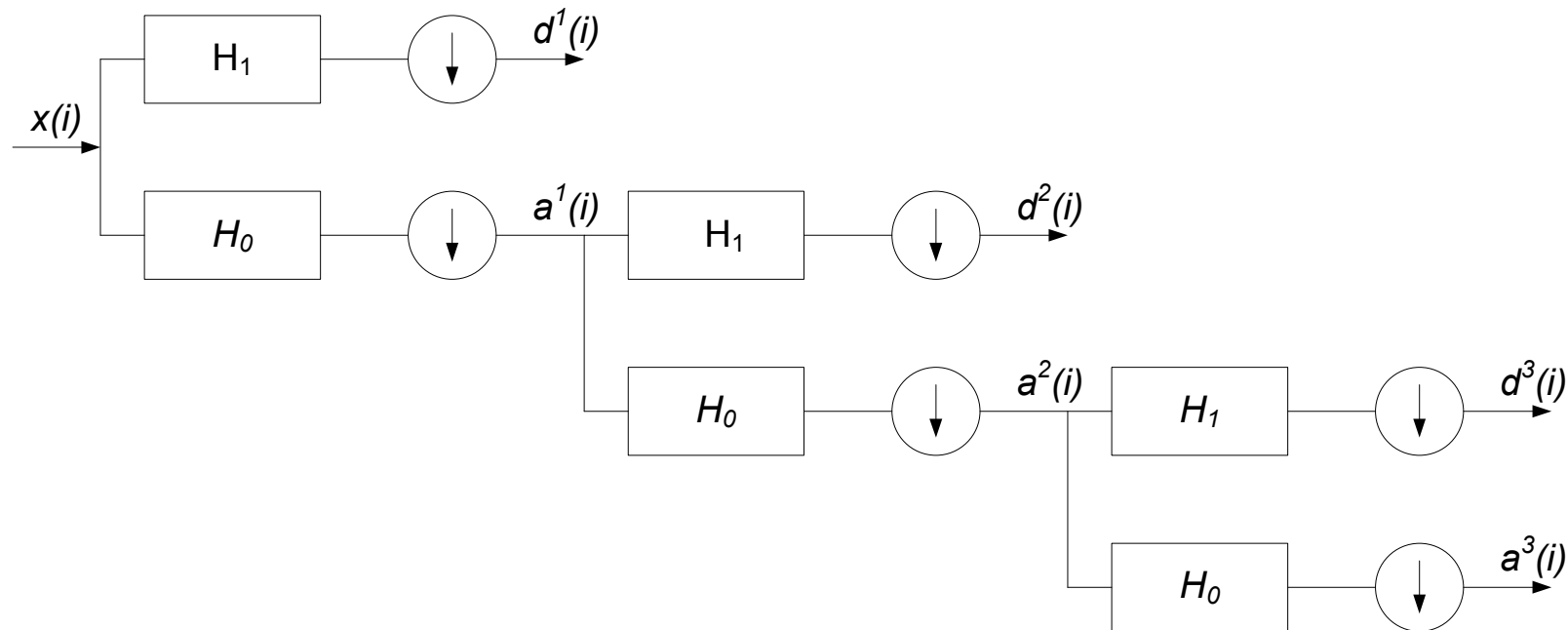
- *Hard threshold* realizacija daje manju pogrešku u rekonstrukciju u smislu najmanjih kvadrata od *soft thresholda*.
- Skokovite promjene koeficijenata



Metoda praga i Wienerov filter u wavelet domeni



Izračunavanje koeficijenata DWT wavelet filtarskim stablom



- Varijancu šuma estimiramo iz koeficijenata grane d^1
- Neefikasna realizacija



Estimacija standardne devijacije šuma iz koeficijenata grane d^1

- $\sigma_x \approx K \cdot \text{MAD}(x)$
- $\text{MAD} = \text{median}(|x - M|)$
- $M = \text{median}(x)$

- Uz pretpostavku bijelog šuma s $\mu = 0$ u d^1 :

- $\sigma_x \approx 1.4826 \cdot \text{median}(|d^1(i)|)$



Rezultati simulacije u MATLAB-u

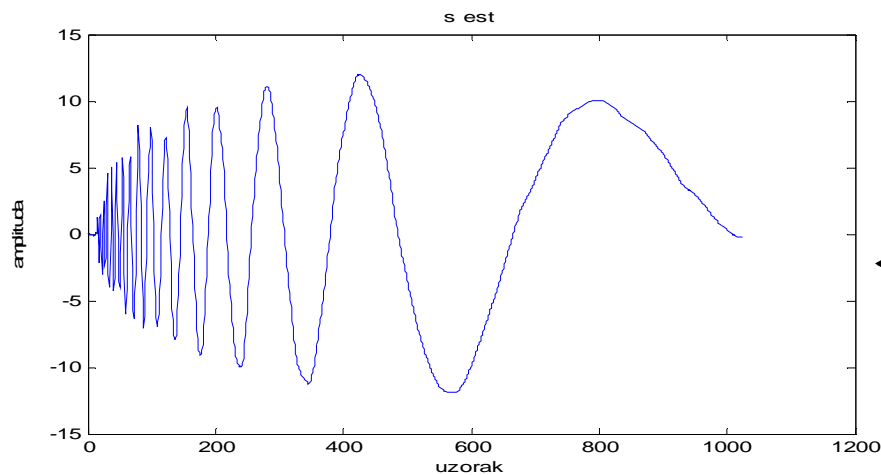
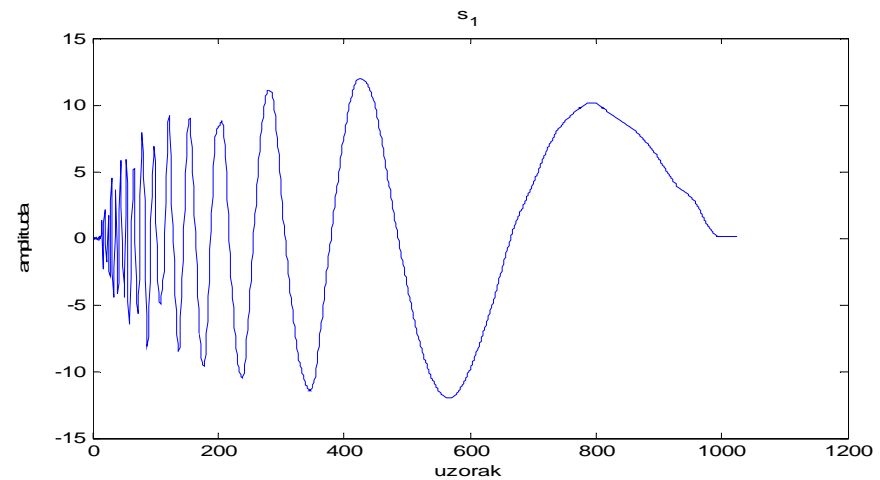
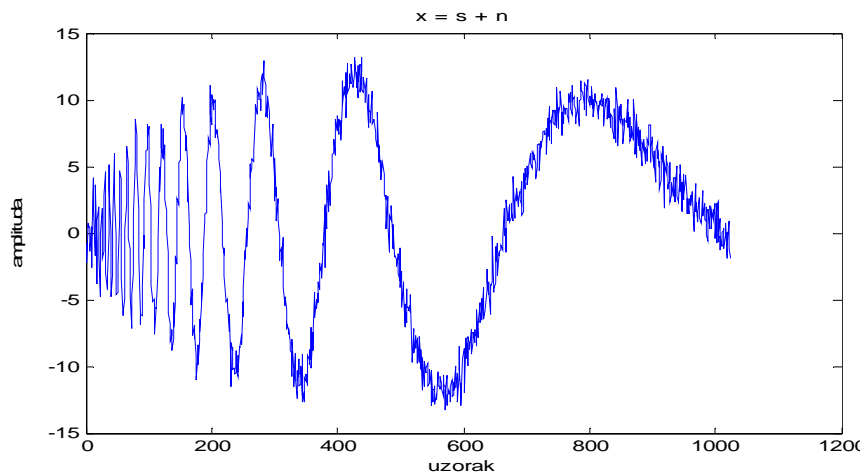
- Rezultate pojedinih algoritama uspoređujemo po kriteriju srednje kvadratne pogreške (*MSE, Mean Squared Error*) koja je za estimator $\hat{\theta}$ definirana izrazom:

- $$MSE(\hat{\theta}) = E\left(\left(\hat{\theta} - \theta\right)^2\right) = \left(E(\hat{\theta} - \theta)\right)^2 + Var(\hat{\theta} - \theta)$$

- Rezultati usporedbe za Dopplerov testni signal

| Estimator | MSE | Kvadrat odstupanja | Varijanca odstupanja |
|----------------------------|--------|--------------------|----------------------|
| Hard threshold | 0.3183 | 0.0016 | 0.3170 |
| Empirijski Wienerov filter | 0.1678 | 0.0018 | 0.1660 |
| Idealni Wienerov filter | 0.0974 | 0.0006 | 0.0968 |

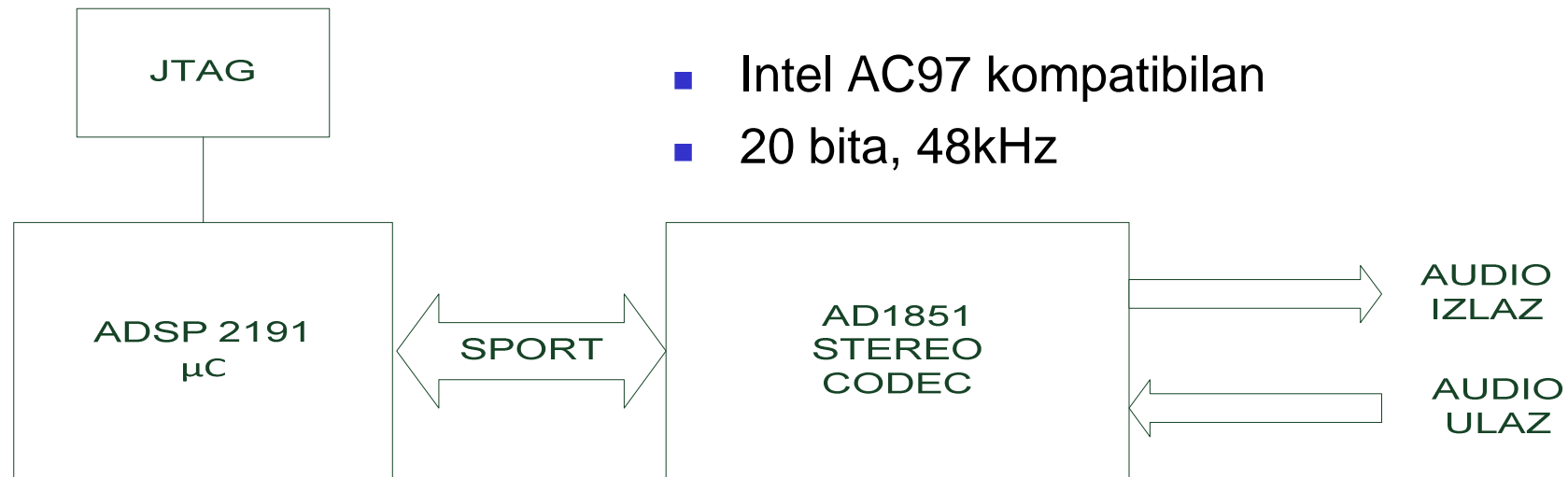
Rezultati simulacije u MATLAB-u: Dopplerov signal + AWGN



Hard tresholding

Empirijski Wienerov filtar

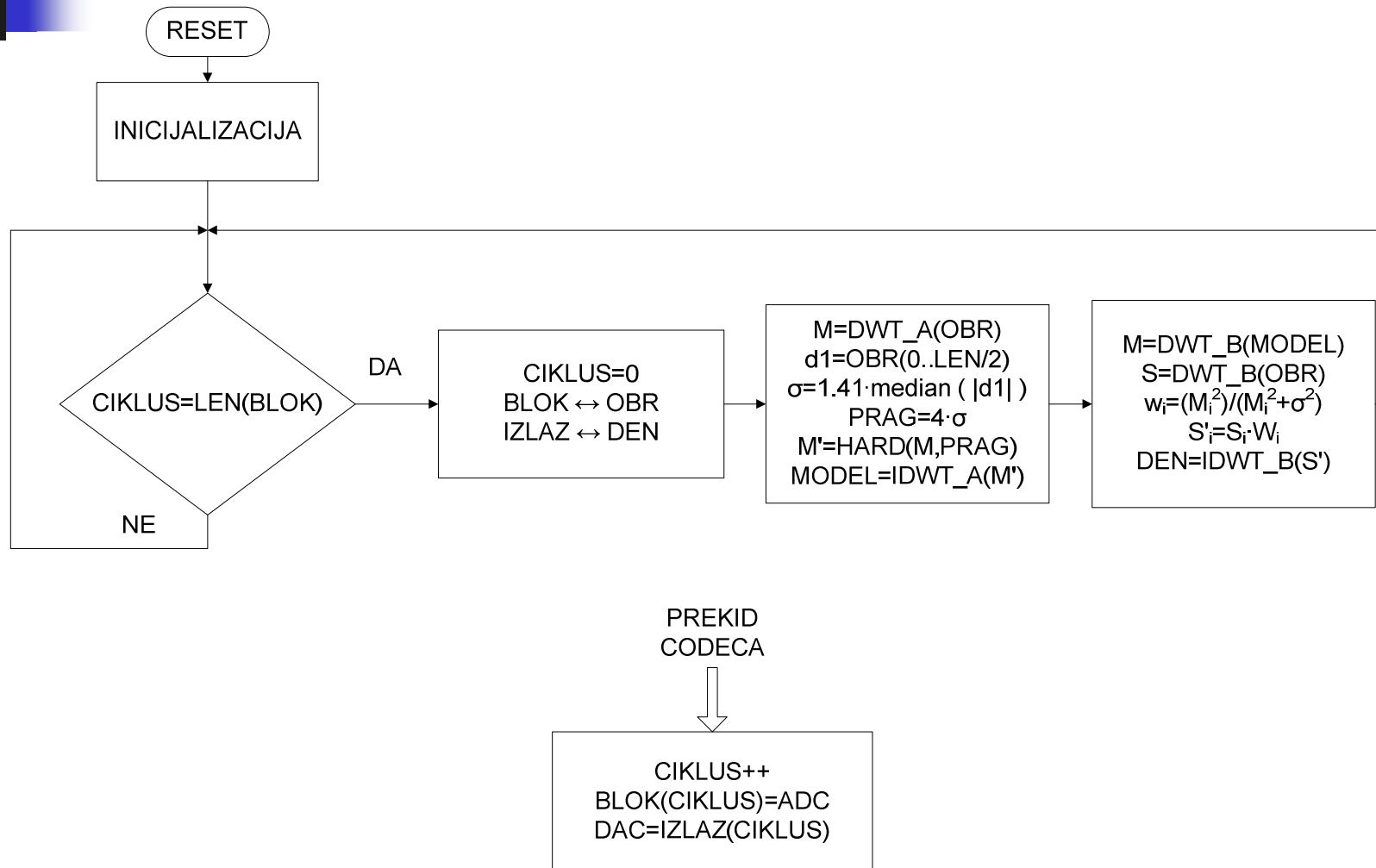
Implementacija na DSP procesoru: Arhitektura sustava



- Intel AC97 kompatibilan
- 20 bita, 48kHz

- 160 MIPS @ 160 MHz
- 16-bitna aritmetika s fiksnim zarezom
- DMA kontroler
- JTAG sučelje

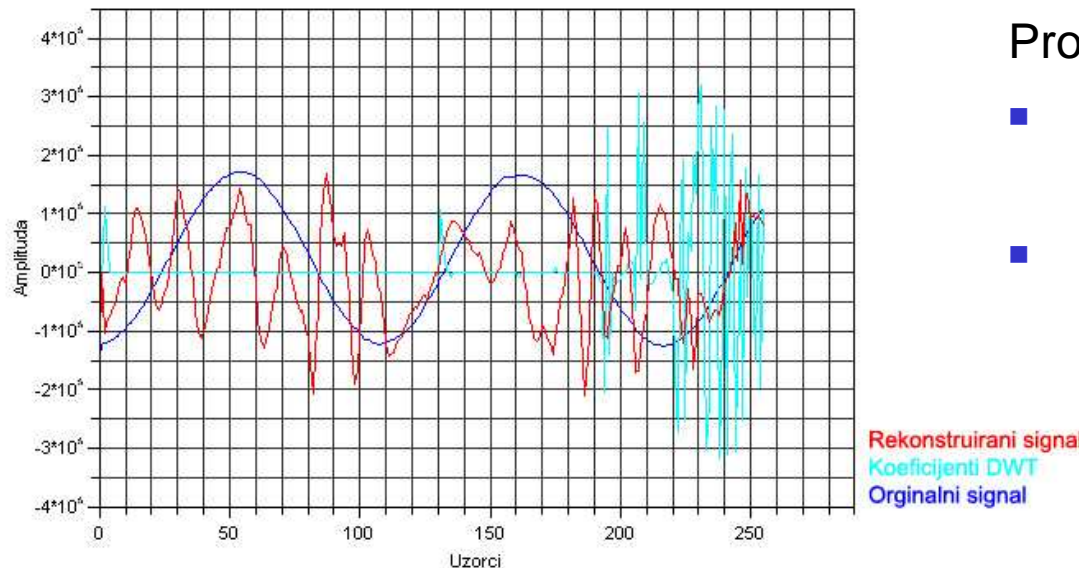
Implementacija na DSP procesoru: Programsko rješenje



Implementacija na DSP procesoru: Aritmetika s fiksnim zarezom

- ADSP-2191 koristi 15.1 frakcijski format

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| P | 2^{-1} | 2^{-2} | 2^{-3} | 2^{-4} | 2^{-5} | 2^{-6} | 2^{-7} | 2^{-8} | 2^{-9} | 2^{-10} | 2^{-11} | 2^{-12} | 2^{-13} | 2^{-14} | 2^{-15} |
|---|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|

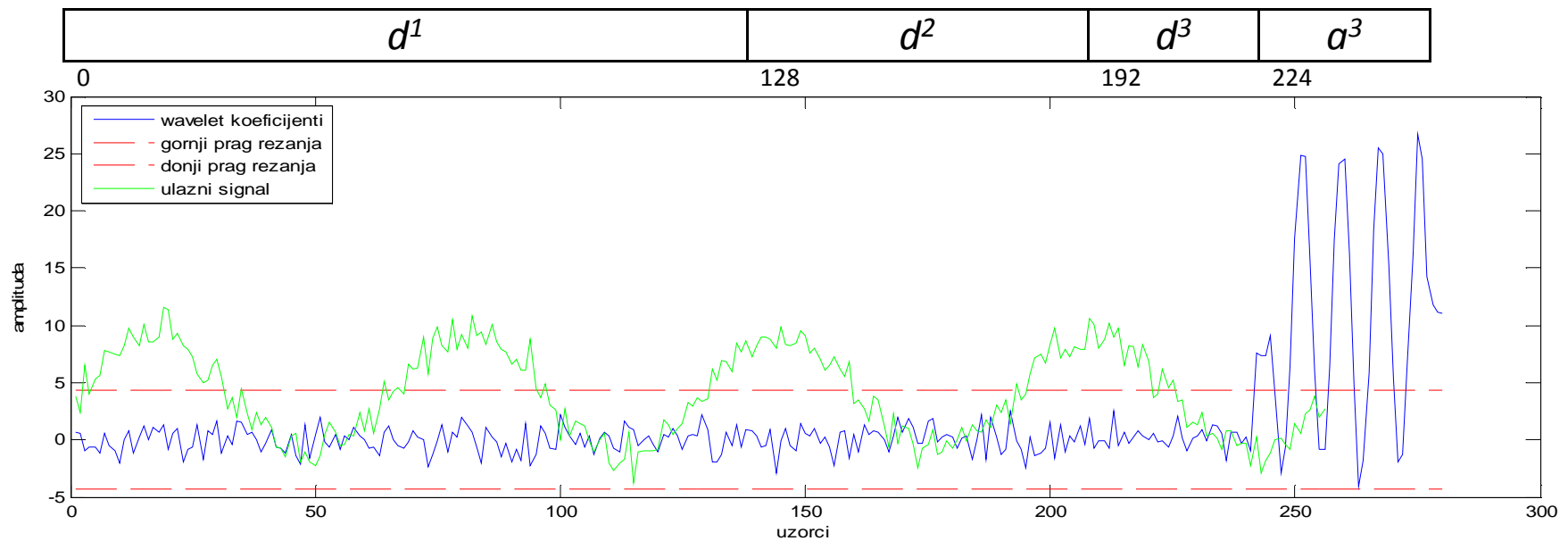


Problemi:

- Zasićenje na višim razinama
 - Skaliranje signala
- Množenje i dijeljenje
 - Konverzija

Implementacija na DSP procesoru: Izvedba DWT-a

- Rekurzivna realizacija polifaznim filtarskim slogom
- Kružni spremnici za zakašnjele uzorke
- Decimacija osigurava duljinu slike jednaku duljini signala





Implementacija na DSP procesoru: Demonstracija



Potiskivanje šuma korištenjem wavelet transformacije, primjena empirijskog Wienerova filtra

Realizacija na maketi sa DSP procesorom

Hvala na pažnji!

Pitanja?