

1. Εισαγωγή
2. Συστήματα Ψηφιακής Επεξεργασίας Σήματος
3. Σήματα και Συστήματα
4. Ψηφιοποίηση Αναλογικών Σημάτων
5. Γραμμικά Χρονικά Αναλλοίωτα Συστήματα
6. Ο Μετασχηματισμός Z
7. Το Πεδίο της Συχνότητας
8. Αναλογικά Φίλτρα
9. Ψηφιακά Φίλτρα
10. Διακριτοί Ορθογώνιοι Μετασχηματισμοί
11. Εφαρμογή στα Ψηφιακά Τηλ./κά Συστήματα
12. Εφαρμογή στις Κατευθυντικές Συστοιχίες Κεραιών

ΣΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Τα σήματα είναι ένας τρόπος επικοινωνίας μεταξύ ανθρώπων, μεταξύ ανθρώπων και μηχανών και μεταξύ μηχανών

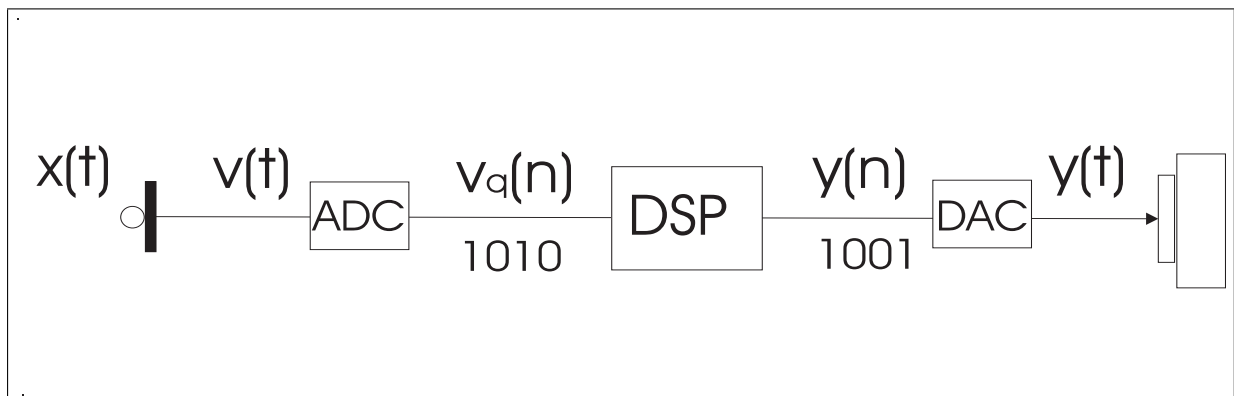
Ένα **σήμα** εκφράζει τη μεταβολή ενός φυσικού μεγέθους (εξαρτημένη μεταβλητή) συναρτήσει ενός άλλου φυσικού μεγέθους (αναξάρτητη μεταβλητή). Τα σήματα μεταφέρουν πληροφορία.

- $t \rightarrow x(t)$
- $n \rightarrow x(n)$

Το **σύστημα** εκφράζει μετασχηματισμούς μεταξύ σημάτων. Τα συστήματα χρησιμοποιούνται για την επεξεργασία, μετάδοση ή αποθήκευση πληροφορίας.

- $y(t) \rightarrow S_t(x(t), \eta(t))$
- $y(n) \rightarrow S_n(x(n), \eta(n))$

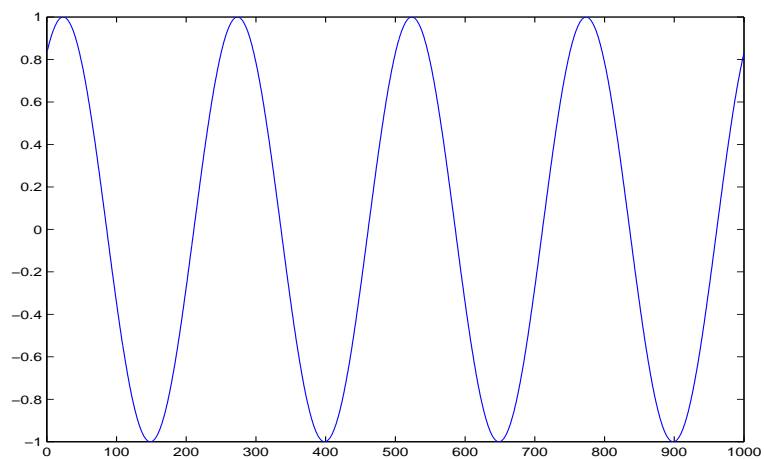
ΤΟ ΘΕΩΡΗΜΑ ΤΗΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ:- θεωρητική θεμελίωση της μετατροπής αναλογικών σημάτων σε σήματα διακριτού χρόνου και αντίστροφα.



ΑΝΑΛΟΓΙΚΑ/ΨΗΦΙΑΚΑ ΣΗΜΑΤΑ

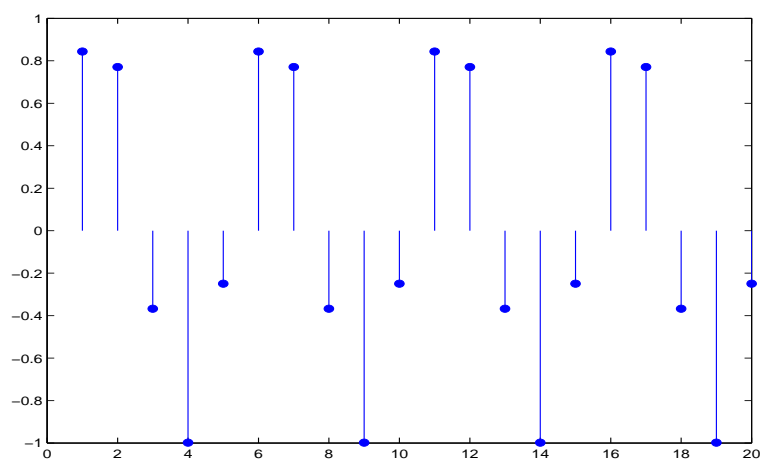
Αναλογικό σήμα

$$t \rightarrow x(t)$$



Ψηφιακό σήμα

$$n \rightarrow x(n)$$



ΣΗΜΑΤΑ ΔΙΑΚΡΙΤΟΥ ΧΡΟΝΟΥ

Χρονικά σήματα: μεταβολή πλάτους συναρτήσει του χρόνου

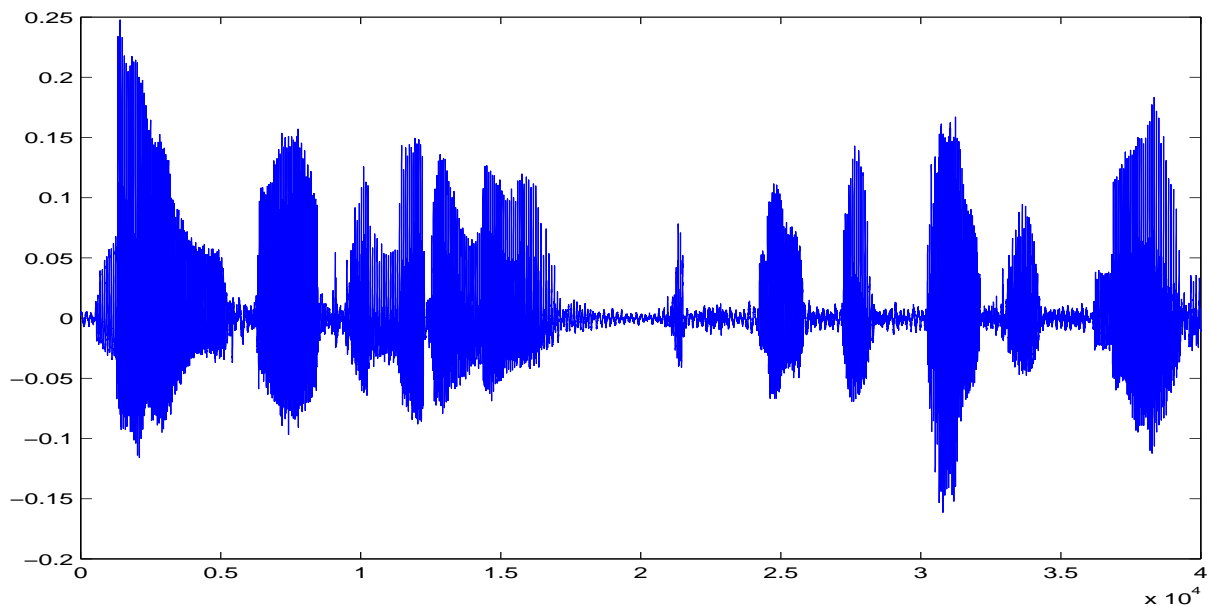
$$n \rightarrow x(n)$$

το σήμα της φωνής, το μουσικό σήμα

Πολυκαναλικά χρονικά σήματα

$$n \rightarrow \mathbf{x}(n), \quad \mathbf{x}(n) = \begin{bmatrix} x_1(n) \\ \vdots \\ x_k(n) \end{bmatrix}$$

σεισμικά σήματα, βιολογικά σήματα (ΕΓ, ΕΚΓ)



Σήμα φωνής

Χωρικά σήματα: μεταβολή πλάτους στο χώρο (πλάτος, μήκος)

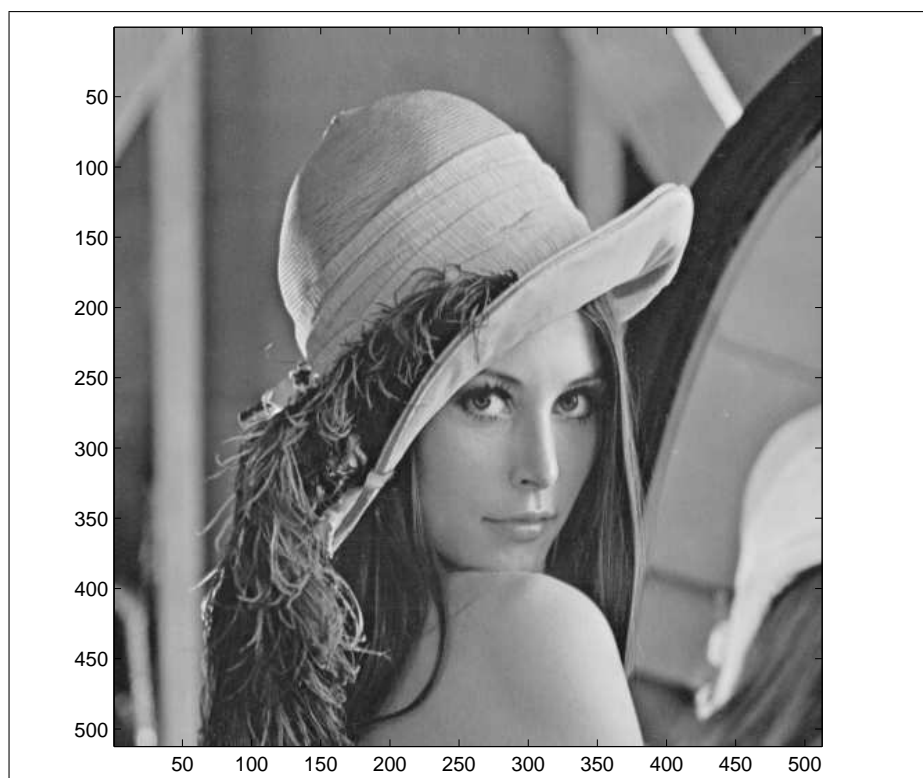
$$(i, j) \rightarrow x(i, j)$$

το σήμα της εικόνας, μαγνητική αποθήκευση

Πολυκαναλικά χωρικά σήματα

$$(i, j) \rightarrow \mathbf{x}(i, j), \quad \mathbf{x}(i, j) = \begin{bmatrix} x_1(i, j) \\ \vdots \\ x_k(i, j) \end{bmatrix}$$

έγχρωμη εικόνα



Σήμα εικόνας

Χωροχρονικά σήματα: μεταβολή πλάτους στο χώρο και το χρόνο

$$(i, j, n) \rightarrow x(i, j, n)$$

το σήμα κινούμενης εικόνας

Πολυκαναλικά χωροχρονικά σήματα

$$(i, j, n) \rightarrow \mathbf{x}(i, j, n), \quad \mathbf{x}(i, j, n) = \begin{bmatrix} x_1(i, j, n) \\ \vdots \\ x_k(i, j, n) \end{bmatrix}$$

το σήμα έγχρωμης κινούμενης εικόνας

ΕΙΔΙΚΕΣ ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΣΗΜΑΤΩΝ

- Περιοδικό σήμα $x(n) = x(n + N)$, N ακέραιος
- Άρτιο σήμα $x(n) = x(-n)$
- Περιττό σήμα $x(n) = -x(-n)$
- Πραγματικό σήμα $x(n) \in \mathbb{R}$
- Μιγαδικό σήμα $x(n) \in \mathbb{C}$

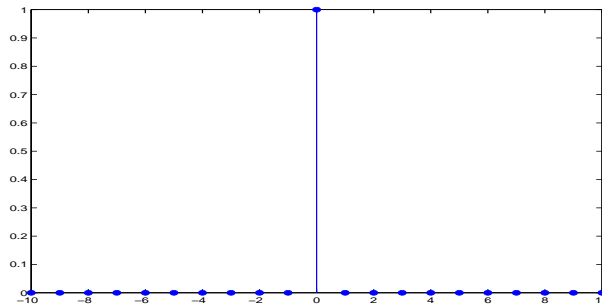
$$x(n) = x_{\Re}(n) + jx_{\Im}(n)$$

$$x(n) = r(n)e^{j\theta(n)}$$

ΒΑΣΙΚΑ ΣΗΜΑΤΑ

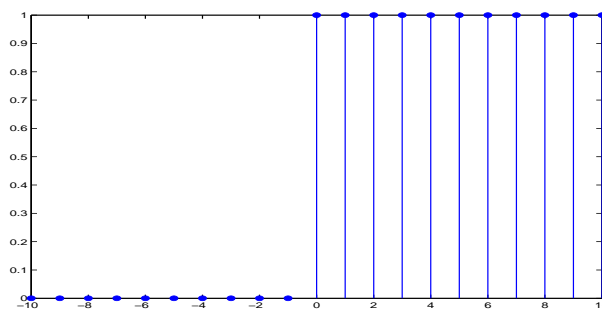
- Το μοναδιαίο δείγμα

$$\delta(n) = \begin{cases} 1, & n = 0, \\ 0, & n \neq 0 \end{cases}$$



- Το μοναδιαίο βήμα

$$u_s(n) = \begin{cases} 1, & n \geq 0, \\ 0, & n < 0 \end{cases}$$

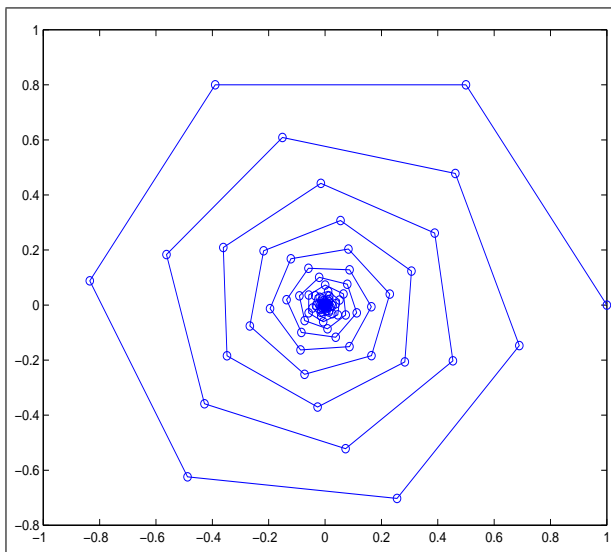


- Το εκθετικό σήμα διακριτού χρόνου

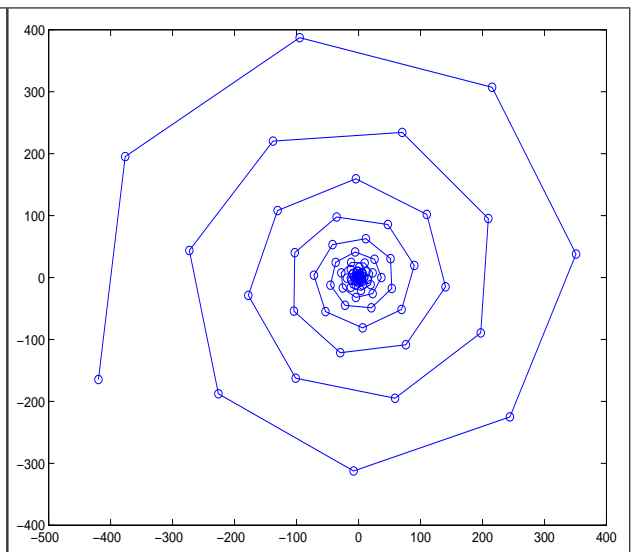
$$x(n) = a^n, \quad a \in \mathcal{C}$$

Ανάλυση: $a = r_a e^{j\theta_a}$

$$x(n) = r_a^n e^{j\theta_a n}$$



$|a| < 1$



$|a| > 1$

ΒΑΣΙΚΕΣ ΠΡΑΞΕΙΣ ΣΗΜΑΤΩΝ

- Χρονική μετατόπιση

$$y(n) = x(n - D)$$

- Πρόσθεση

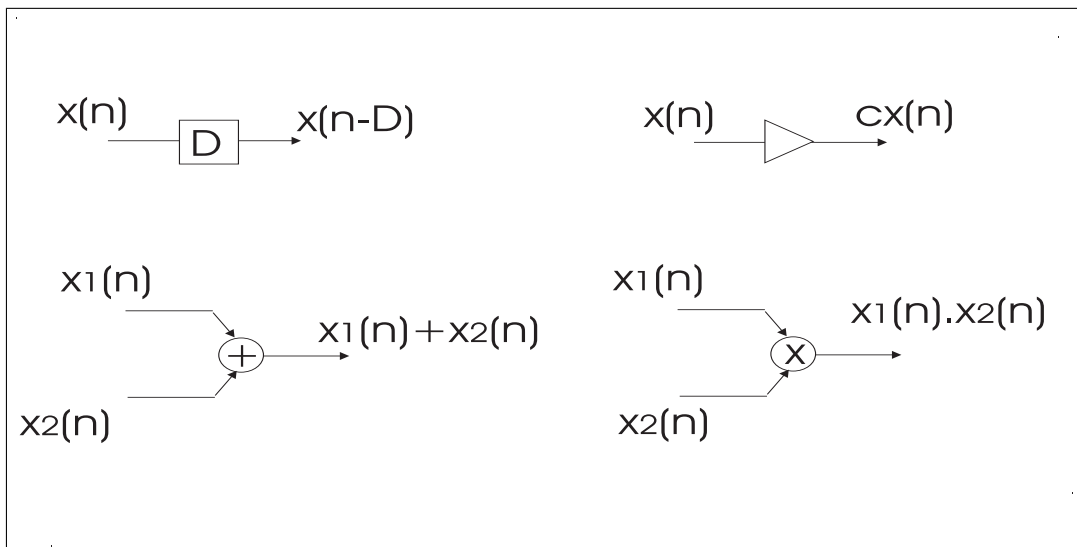
$$y(n) = x_1(n) + x_2(n)$$

- Κλιμάκωση (ενίσχυση, απόσβεση)

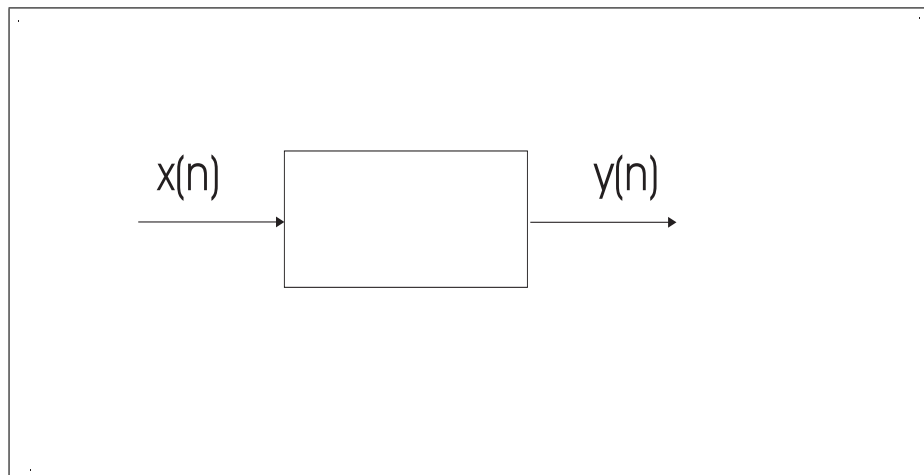
$$y(n) = cx(n)$$

- Πολλαπλασιασμός

$$y(n) = x_1(n)x_2(n)$$



ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΔΙΑΚΡΙΤΟΥ ΧΡΟΝΟΥ



$$x(n) \rightarrow y(n) = \mathcal{F}_n(x(n))$$

- Είσοδος: Σήμα $x(n)$, $k \times 1$
- Έξοδος: Σήμα $y(n)$, $\ell \times 1$

Παραδείγματα:

- $y(n) = x(n) - x(n - 1) + 0.5x(n - 2)$
- $y(n) = \cos(1000n)x(n)$
- $y(n) = ax_1(n) + bx_2(n)$

ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

- Σύστημα χωρίς μνήμη

$$y(n) = \mathcal{F}(x(n))$$

$$y(n) = 2x(n), \quad y(n) = \cos(2n)x^2(n)$$

- Σύστημα με μνήμη

$$y(n) = \mathcal{F}(x(n), \dots, x(n - q))$$

$$y(n) = x(n) - 3x(n - 1)$$

$$y(n) = 2^n x(n - 5)$$

- Σύστημα αιτιατό

$$y(n) = \mathcal{F}(x(n), \dots, x(n - q))$$

$$y(n) = x(n) + \cos(n)x(n - 1)$$

- Σύστημα μή αιτιατό

$$y(n) = \mathcal{F}(x(n + p), \dots, x(n), \dots, x(n - q))$$

$$y(n) = x(n + 1) - x(n - 1)$$

$$y(n) = \cos(n)x(n + 1)$$

- Δυναμικό σύστημα

$$y(n) = \mathcal{F}_n(x(n))$$

$$y(n) = 2^n x(n)$$

$$y(n) = \cos(3n)x(n) + 2^n x(n-3)$$

- Στατικό σύστημα

$$y(n) = \mathcal{F}(x(n))$$

$$y(n) = 2x(n)$$

$$y(n) = -x(n) + 2x(n-3)$$

- Το γραμμικό σύστημα (αρχή της υπέρθεσης)

$$\mathcal{F}(ax_1(n) + bx_2(n)) = a\mathcal{F}(x_1(n)) + b\mathcal{F}(x_2(n))$$

- Χρονικό αναλλοίωτο σύστημα

$$\mathcal{F}(x(n-D)) = y(n-D)$$

- Σύστημα (BIBO) ευσταθές (βουνδεδ ινπυτ βουνδεδ ουτπυτ)

$$|x(n)| \leq A < \infty \rightarrow |y(n)| \leq B < \infty$$

ΣΗΜΑ ΦΩΝΗΣ ΣΤΟ MATLAB

```
clear
```

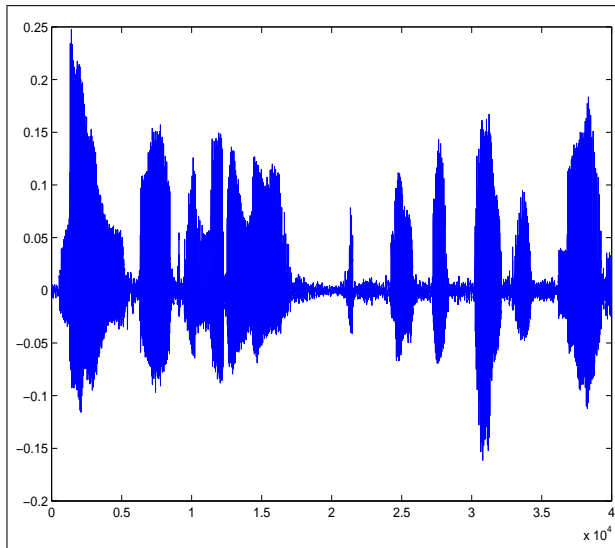
```
load speech.mat
```

```
figure(1)
```

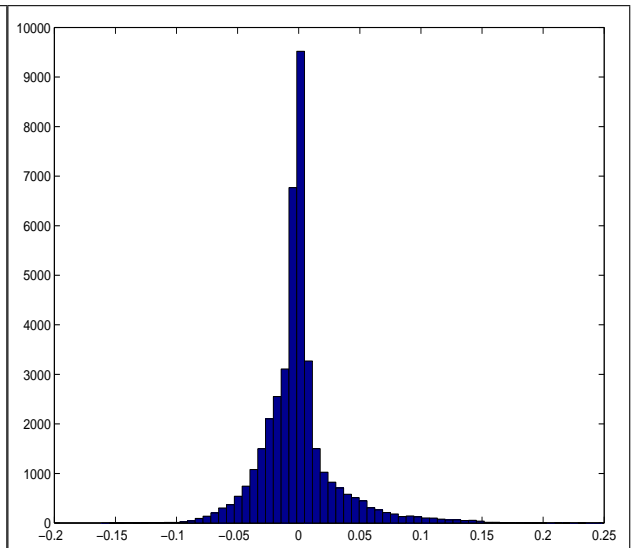
```
plot(x)
```

```
figure(2)
```

```
hist(x,64)
```



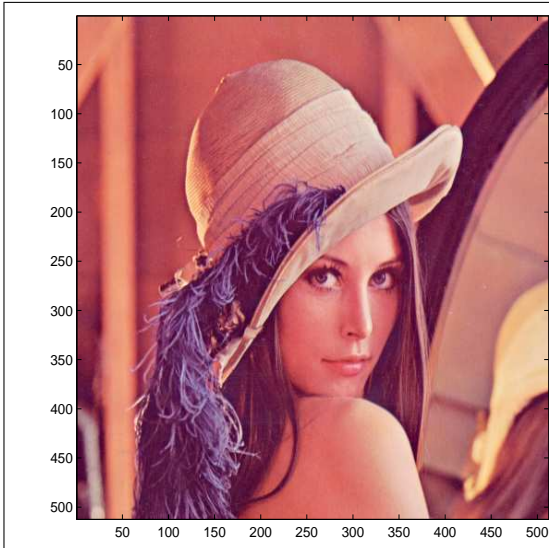
Σήμα φώνης



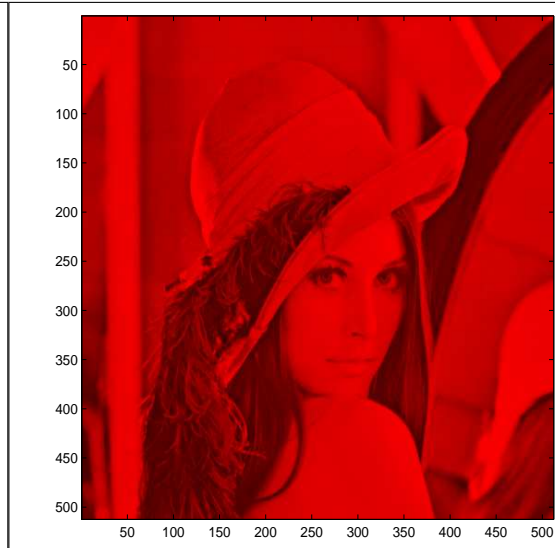
Ιστόγραμμα

EIKONEΣ ΣΤΟ **MATLAB**

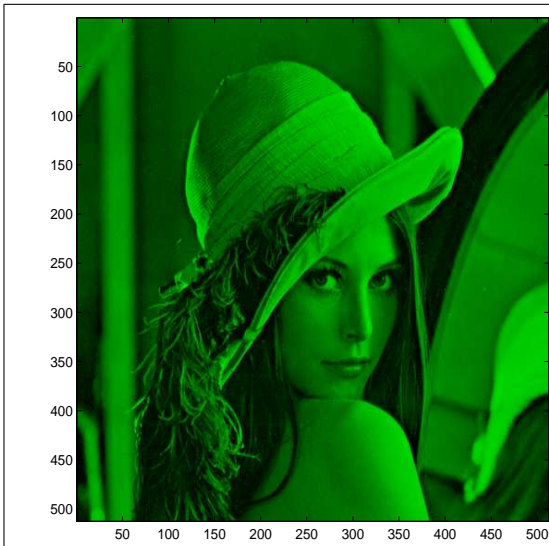
```
clear
[lenna,m]=imread('lenna.tif','tiff');
figure(1), clf
colormap(m)
image(lenna), axis('square')
figure(2)
mapr=kron([ 1 0 0],[0:255]')/255;
lennar=lenna(:,:,1);
image(lennar)
colormap(mapr),axis('square')
figure(3)
mapg=kron([ 0 1 0],[0:255]')/255;
lennag=lenna(:,:,2);
image(lennag)
colormap(mapg),axis('square')
figure(4)
mapb=kron([ 0 0 1],[0:255]')/255;
lennab=lenna(:,:,3);
image(lennab)
colormap(mapb),axis('square')
```



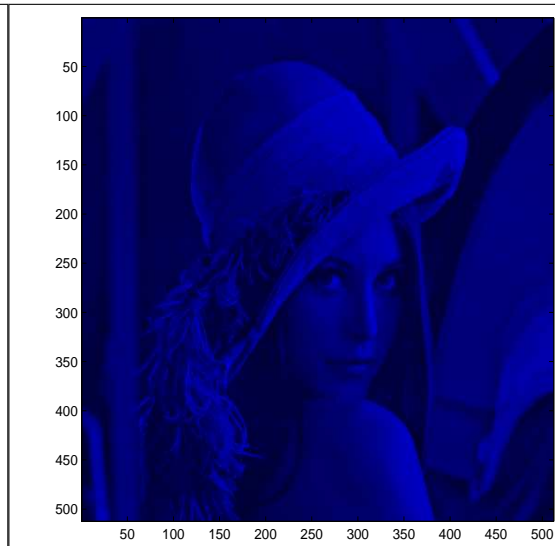
Έγχρωμη εικόνα RGB



Κόκκινο κανάλι

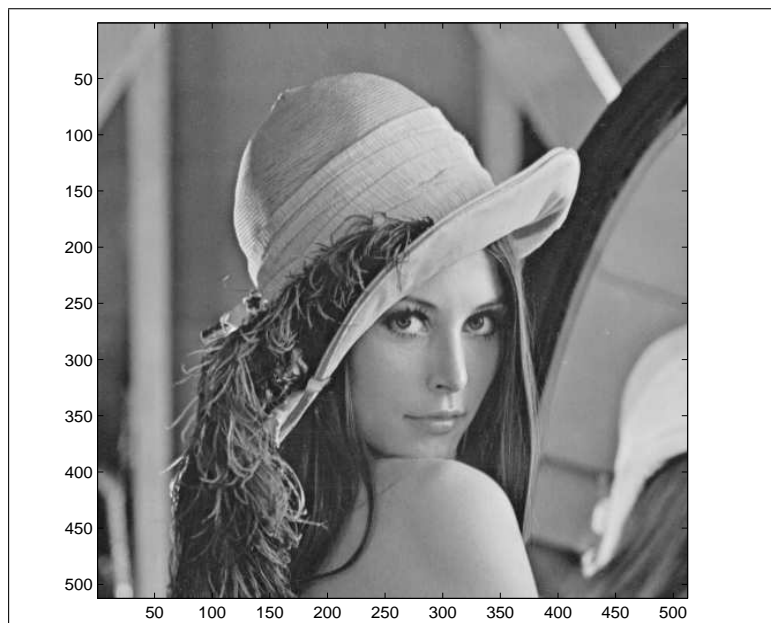


Πράσινο κανάλι



Μπλέ κανάλι .


```
clear  
[lenna,m]=imread('lenna.tif','tiff');  
figure(1), clf  
y=rgb2gray(lenna);  
image(y)  
map=kron([ 1 1 1],[0:255]')/255;  
colormap(map),axis('square')
```



Ασπρόμαυρη εικόνα