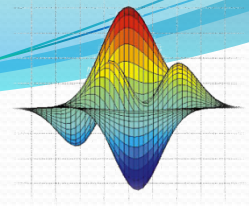


# Ψηφιακή Επεξεργασία Σημάτων

Δειγματοληψία

Κυριακίδης Ιωάννης

2011

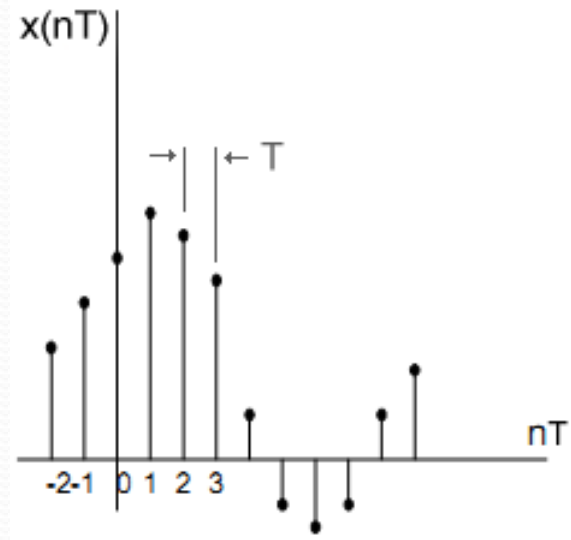


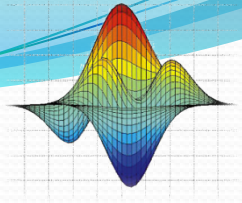
# Εισαγωγή

- Με την διαδικασία της δειγματοληψίας μπορούμε να μετατρέψουμε ένα αναλογικό σήμα σε ψηφιακό.
- Κατά την δειγματοληψία λαμβάνουμε τιμές (από το αναλογικό σήμα) ανά τακτά χρονικά διαστήματα  $T$  τις οποίες τις ονομάζουμε δείγματα.

$$x(n) = x(nT)$$

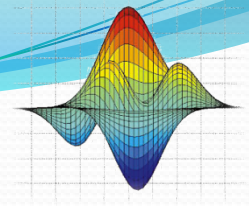
Όπου το  $T$  είναι η  
περίοδος δειγματοληψίας





# Δειγματοληψία

- Το βασικό ερώτημα είναι το πόσο συχνά θα πρέπει να λαμβάνω ένα δείγμα;
- Η συχνότητα δειγματοληψίας:  $F_s = 1/T_s$
- Για να είναι εφικτή η ανακατασκευή του αρχικού σήματος από το διακριτό θα πρέπει να δειγματοληπτήσουμε το αναλογικό σήμα  $X_a(t)$  (με εύρος ζώνης  $F_0$ ) με συχνότητα δειγματοληψίας  **$F_s > 2F_0$** .
- Στο διακριτό σήμα  $x(n)$  που προκύπτει αποφεύγονται οι επικαλύψεις στη συχνότητα οπότε είναι εφικτή η ανακατασκευή του αρχικού σήματος.
- Η ελάχιστη συχνότητα δειγματοληψίας  $2F_0$  ονομάζεται ρυθμός Nyquist (Nyquist Rate).



# Παραδείγματα δειγματοληψίας

**Αναλογικό σήμα:**

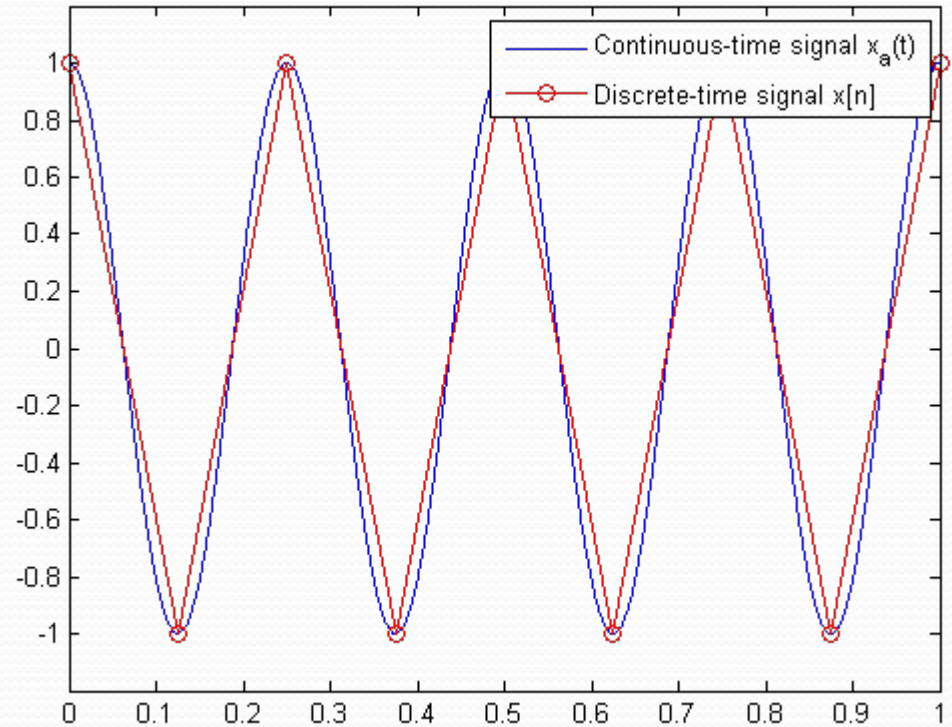
$$X_a(t) = \cos(2\pi ft);$$

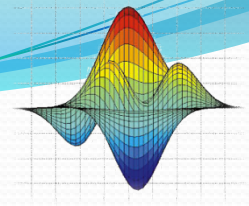
Όπου  $f=4\text{Hz}$ ,  $t=[0,1]$

**Δειγματοληψία:**

$$T_s = 0.125$$

$$F_s = 1/T_s = 8\text{Hz}$$





# Παραδείγματα δειγματοληψίας

**Αναλογικό σήμα:**

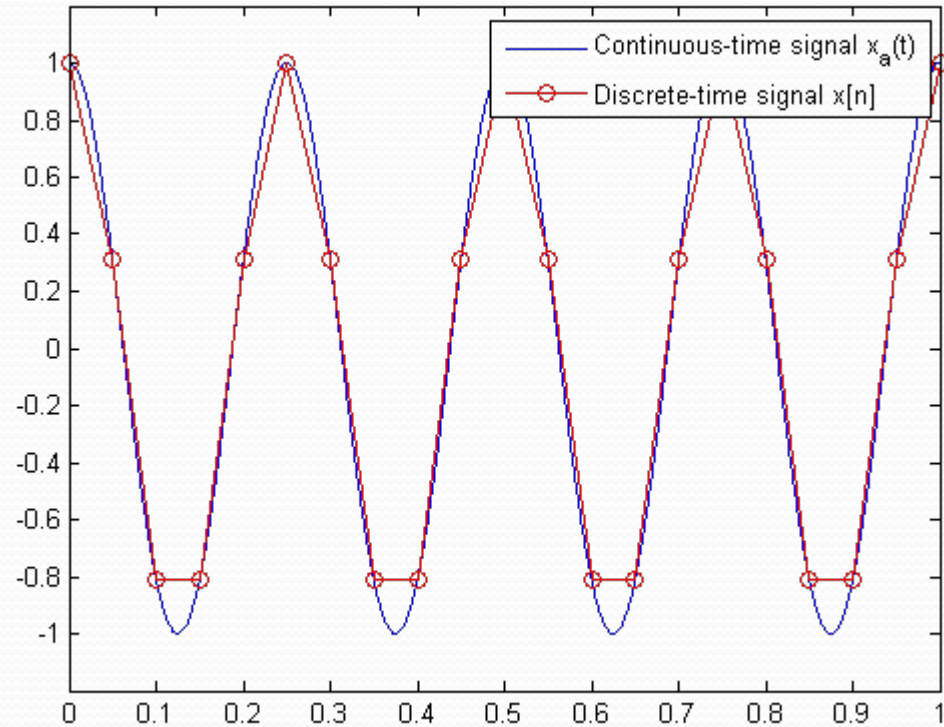
$$X_a(t) = \cos(2\pi ft);$$

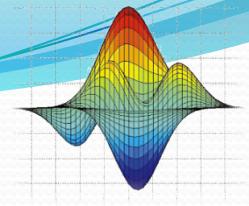
Όπου  $f=4\text{Hz}$ ,  $t=[0,1]$

**Δειγματοληψία:**

$$T_s = 0.05$$

$$F_s = 1/T_s = 20\text{Hz}$$





# Παραδείγματα δειγματοληψίας

**Αναλογικό σήμα:**

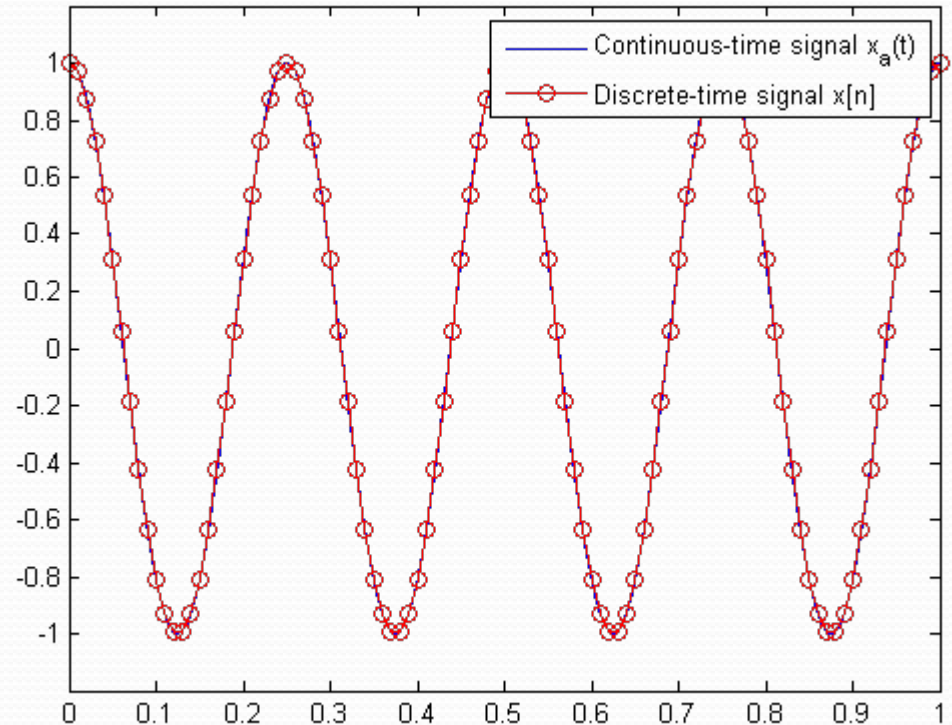
$$X_a(t) = \cos(2\pi ft);$$

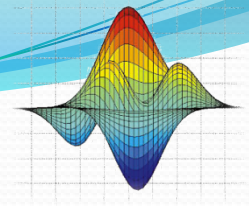
Όπου  $f=4\text{Hz}$ ,  $t=[0,1]$

**Δειγματοληψία:**

$$T_s = 0.01$$

$$F_s = 1/T_s = 100\text{Hz}$$





# Άσκηση 1

- Να κατασκευάσετε και να παραστήσετε γραφικά μία ακολουθία ημιτόνου 50 δειγμάτων, συχνότητας  $f=2\text{Hz}$  και περιόδου δειγματοληψίας  $T=0.01\text{ sec}$  ( $f_s=100$  δείγματα/sec).
- Λύση

```
%x(t) = sin(2*pi*f*t)
```

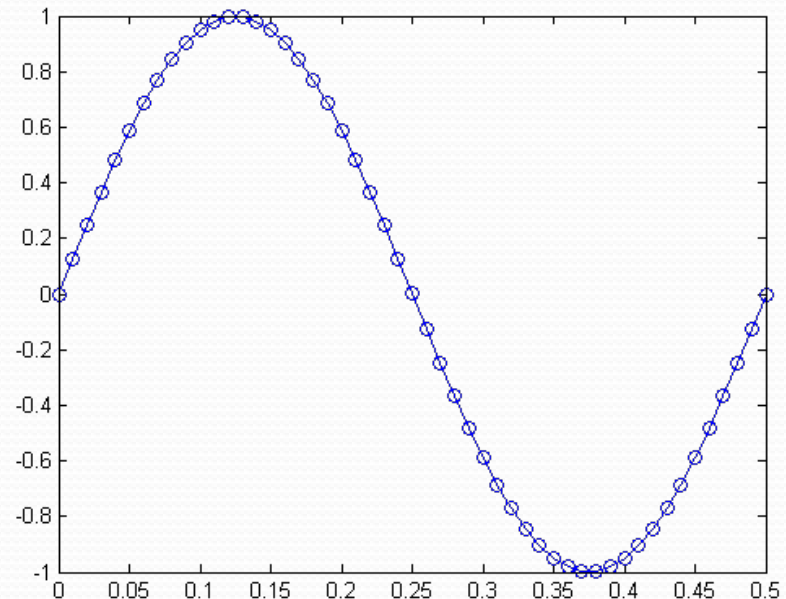
```
f=2;
```

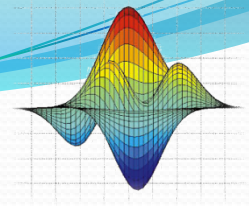
```
Ts=0.01;
```

```
t=0: Ts: 50*Ts;
```

```
x=sin(2*pi*f*t);
```

```
plot(t, x, 'o-');
```





## Άσκηση 2

- Έστω ότι έχουμε το σήμα:  $y(t) = 3\cos(40\pi t + 5)$
- Να γίνει δειγματοληψία του σήματος στα 0,5KHz και να παρουσιάσετε τα 100 πρώτα δείγματα του σήματος.
- Τι συχνότητας είναι το σήμα;

- Λύση

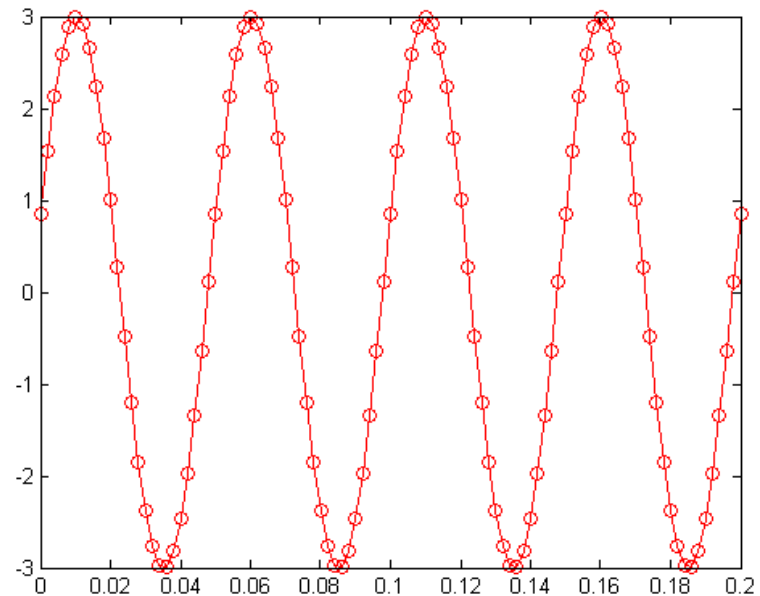
```
%y(t) = 3cos(40πt+5)
```

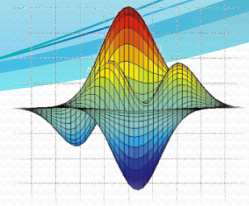
```
Ts=1/500;
```

```
t=0:Ts:Ts*100;
```

```
y=3*cos(40*pi*t+5);
```

```
plot(t, y, 'ro-');
```





# Εξάσκηση

- Συγκρίνετε τις γραφικές παραστάσεις των δύο ασκήσεων.

% Εδώ ο κώδικας της άσκησης 1

```
% $\gamma(t) = 3\cos(40\pi t + 5)$ 
```

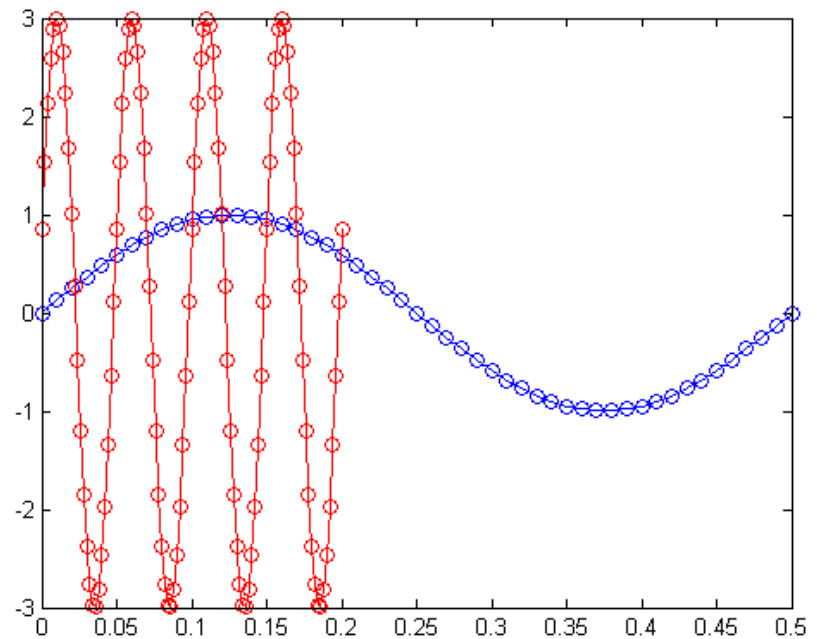
```
Ts=1/500;
```

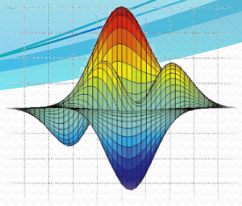
```
t=0:Ts:Ts*100;
```

```
 $\gamma=3*\cos(40*\pi*t+5);$ 
```

```
hold on;
```

```
plot(t,  $\gamma$ , 'ro-');
```





## Άσκηση 3

- Έστω ότι έχουμε το σήμα:

$$x(n) = 10 + 5\cos(1000\pi t) + 15\cos(2000\pi t) + 5\cos(3000\pi t)$$

- Να βρεθεί η ελάχιστη δειγματοληπτική συχνότητα Nyquist  $F_s$ .

- Λύση:

$$x(n) = 10 + 5\cos(2\pi 500t) + 15\cos(2\pi 1000t) + 5\cos(2\pi 1500t)$$

$$F_s > 2F_{\text{Max}} \Rightarrow F_s > 2 * 1500 \Rightarrow F_s > 3000\text{Hz}$$

$$F_s = 4000;$$

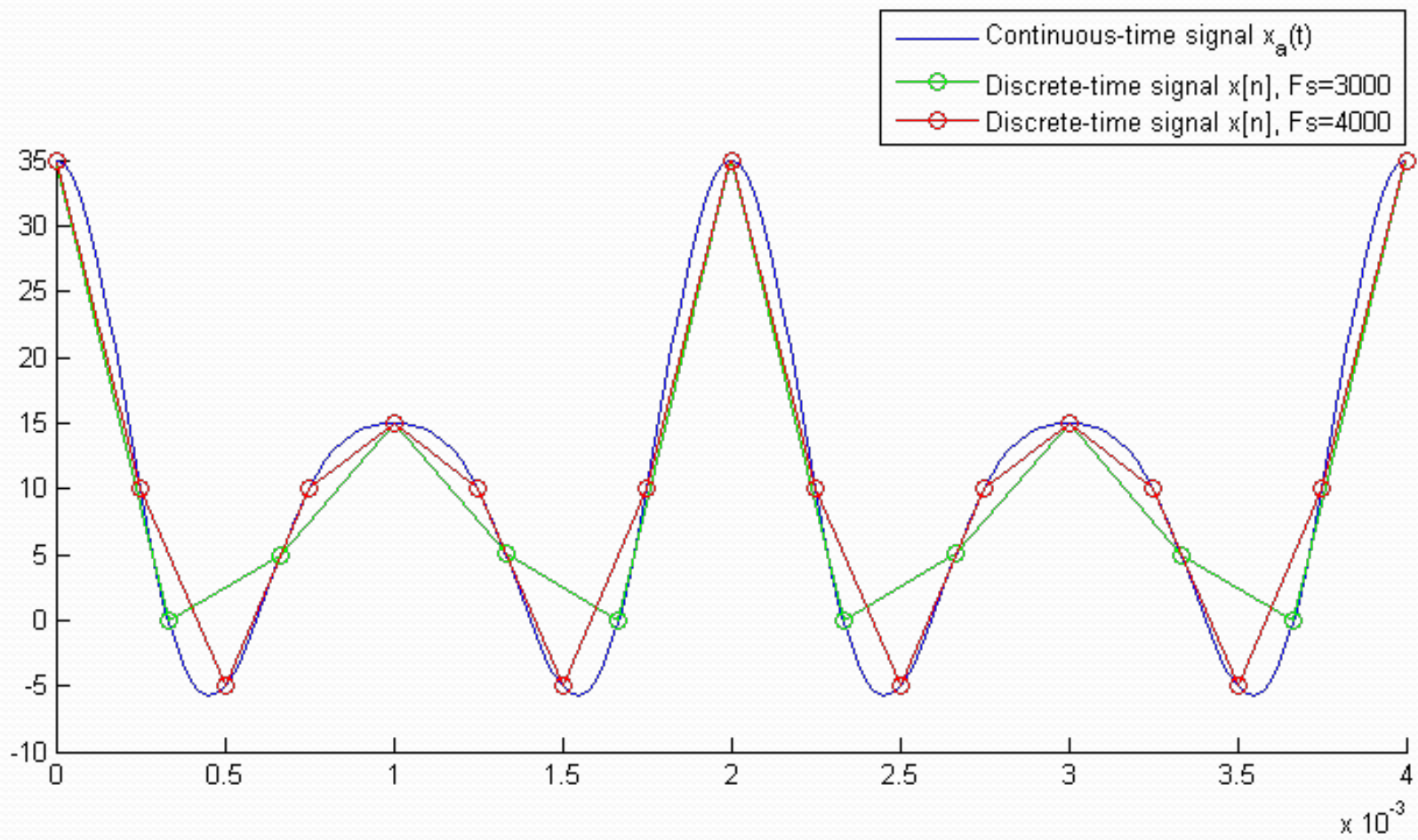
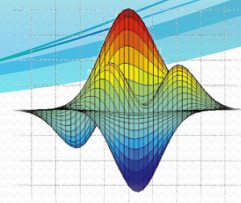
$$T_s = 1/F_s;$$

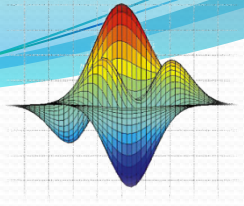
$$t = 0:T_s:20 * T_s;$$

$$x = 10 + 5 * \cos(1000 * \pi * t) + 15 * \cos(2000 * \pi * t) + 5 * \cos(3000 * \pi * t);$$

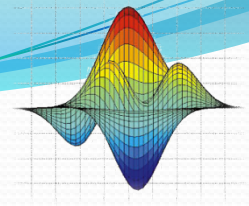
$$\text{plot}(t, x, 'o-');$$

# Άσκηση 3





Απορίες - Ερωτήσεις ;



# Ασκήσεις για το σπίτι



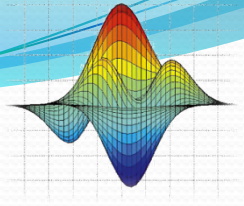
Οι ασκήσεις είναι ατομικές !!!

Αποστέλλετε όλα τα αρχεία m-file σε ένα συμπιεσμένο

αρχείο με όνομα: lab06\_OMX\_YYYY

(όπου X ο αριθμός ομάδας εργαστηρίου και YYYY το ΑΜ σας)

Στο email: [kyriakidis@teicrete.gr](mailto:kyriakidis@teicrete.gr)



Δεν θα έχετε... 😊