

# ΑΝΑΛΥΣΗ ΧΡΟΝΟΣΕΙΡΩΝ ΚΑΙ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΚΙΝΔΥΝΩΝ

Καθ. Θεόδωρος Καρακασίδης  
Δρ Αθανάσιος Φράγκου

Διατμηματικό Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών  
«Βιώσιμη Διαχείριση Περιβαλλοντικών Αλλαγών και  
Κυκλική Οικονομία»

# Δυναμικά συστήματα -Χρονοσειρές

## Δυναμικό Σύστημα

Φαινόμενο με μεταβαλλόμενη συμπεριφορά στη μονάδα του χρόνου.

## Χρονοσειρές

Αριθμός συνεχόμενων μετρήσεων  $x_i$  στη μονάδα του χρόνου για κάθε χρονικό βήμα  $t = 1, 2, 3, \dots, n$

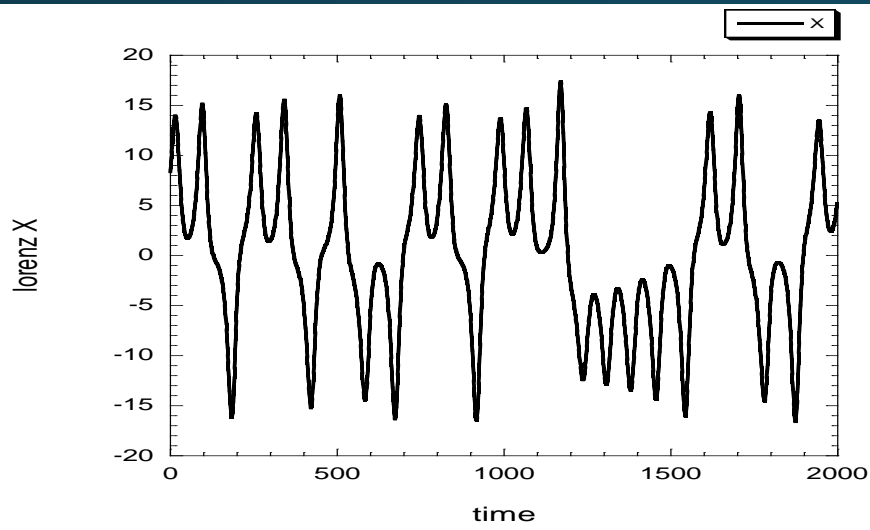
## Ανάλυση Χρονοσειρών - Συσχέτιση

Σημαντικά ζητήματα για τη μελέτη :

- Ιδιοτήτων του συστήματος
- Εξαγωγή χρήσιμων συμπερασμάτων για τη δυναμική του συστήματος: στατιστικές ιδιότητες, χαρακτηριστικούς χρόνους κλπ

# Παραδείγματα Χρονοσειρών

Δυναμικό σύστημα του οποίου  
γνωρίζουμε ακριβώς τη  
συμπεριφορά



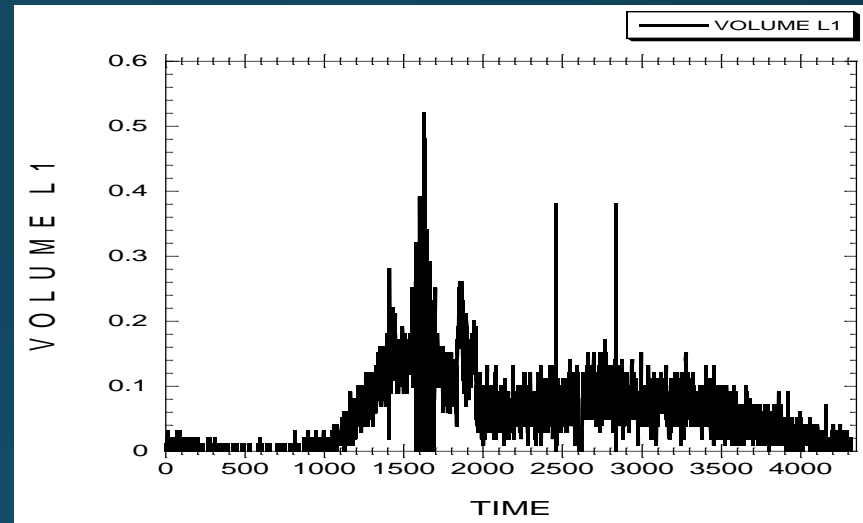
Σύστημα διαφορικών εξισώσεων του  
Lorenz

$$\frac{dx}{dt} = -\sigma(x - y)$$

$$\frac{dy}{dt} = -xz + \rho x - y$$

$$\frac{dz}{dt} = xy - \beta z$$

Δυναμικό σύστημα του οποίου δεν  
γνωρίζουμε ακριβώς τη συμπεριφορά



Συγκοινωνιακά Δεδομένα

# Ανάλυση Χρονοσειρών

Κατά την ανάλυση χρονοσειρών αρχικά εξετάζονται βασικά χαρακτηριστικά της όπως:

- Έλεγχος της τάσης
- Εντοπισμός αιτιοκρατίας ή στοχαστικότητας (Ανάλυση Fourier)
- Εύρεση Αυτοσυσχετίσεων (συνάρτηση αυτοσυσχέτισης)

Περαιτέρω μπορούν να εξεταστούν και να αναλυθούν με προχωρημένες μεθόδους και άλλα χαρακτηριστικά που αφορούν ιδιότητες του υπό μελέτη συστήματος κατά τη χρονική εξέλιξή του.

## Έλεγχος της τάσης (ευθεία παλινδρόμησης)

Για τον έλεγχο της τάσης μιας χρονοσειράς υπολογίζουμε την **ευθεία παλινδρόμησης**, δηλαδή πόσο ικανοποιητικά μπορεί να περιγραφεί η μεταβλητή της χρονοσειράς πχ. θερμοκρασία, πίεση, τιμή μετοχής ως γραμμική συνάρτηση  $Y(t)$  του χρόνου  $t$ . Η εξίσωση είναι της μορφής

$$Y = a + bt$$

**a** σταθερά και **b** η κλίση της ευθείας

**Αφαίρεση της τάσης διότι** -> Πρέπει η χρονοσειρά να **μην** παρουσιάζει αργές αλλαγές της μέσης τιμής σε συνάρτηση του χρόνου (στάσιμη). Πχ η τιμή του πετρελαίου παρουσιάζει διακυμάνσεις λόγω των αγορών, αλλά και αυξητική τάση λόγω πληθωρισμού

# Έλεγχος της τάσης (ευθεία παλινδρόμησης)

**Μέθοδος ελαχίστων τετραγώνων:** Εύρεσης ευθείας που προσαρμόζεται καλύτερα στα δεδομένα, δηλαδή την ευθεία που ελαχιστοποιεί το άθροισμά των τετραγώνων

$$\sum_{i=1}^n (Y_i - \widehat{Y}_i)^2$$

Το πόσο **ικανοποιητικά** είναι προσαρμοσμένη η ευθεία παλινδρόμησης στα δεδομένα μας το εκφράζει ο **συντελεστής προσδιορισμού  $R^2$**

$$R^2 = 1 - \frac{SSE}{SST} = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (Y_i - \widehat{Y}_i)^2}{\sum_{i=1}^n ((Y_i - \widehat{Y}_i) + (\widehat{Y}_i - \bar{Y}))^2} ,$$

# Έλεγχος και αφαίρεση της τάσης

Για τον έλεγχο και αφαίρεση της τάσης από μια χρονοσειρά (γραμμική παλινδρόμηση)

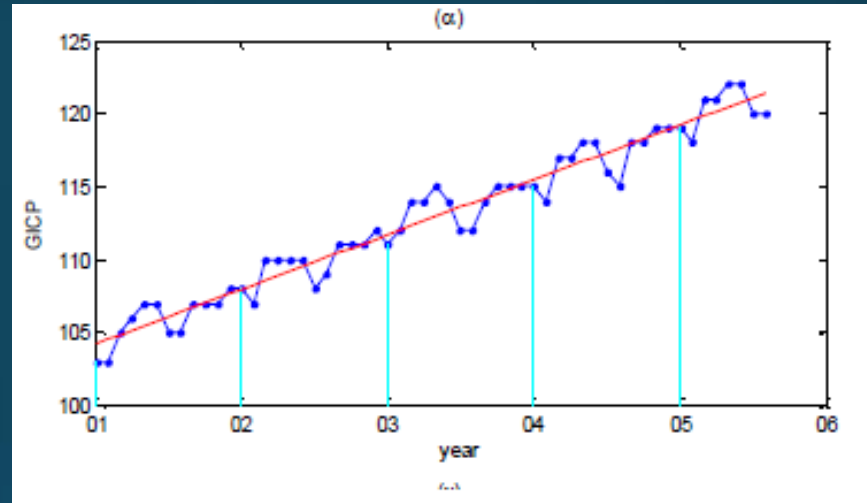
1. Κάνουμε προσαρμογή (fit) στα δεδομένα μας την ευθεία παλινδρόμησης
2. Εφαρμόζουμε την μέθοδο των πρώτων ή των  $n$ -διαφορών για να αφαιρέσουμε την τάση.

$$X_t = Y_t - Y_{t-1}$$

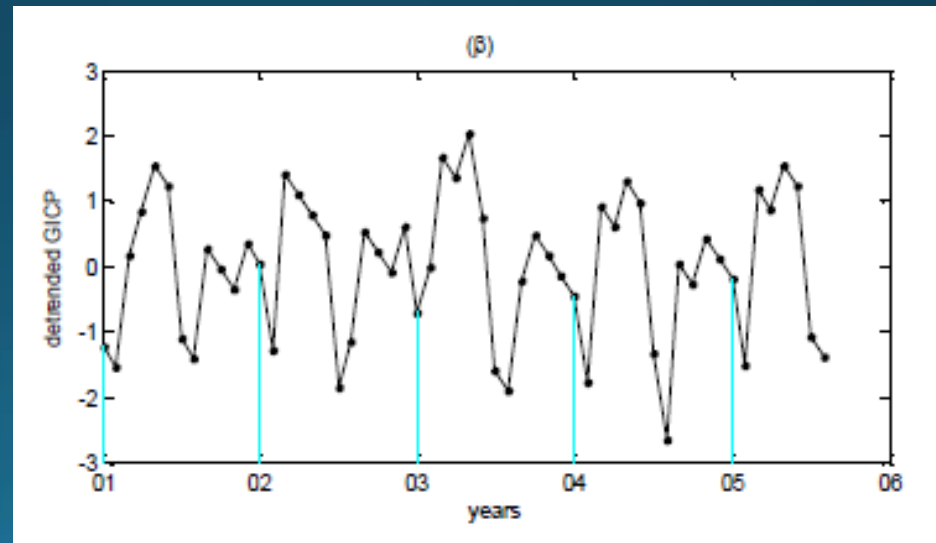
# Έλεγχος και αφαίρεση της τάσης

Ο γενικός δείκτης τιμών καταναλωτή δείχνει **ανοδική τάση**.

Κάνοντας προσαρμογή του απλού γραμμικού μοντέλου παλινδρόμησης έδωσε την ευθεία παλινδρόμησης  $Y = 103.9 + 0.31t$



Με εφαρμογή της μεθόδου πρώτων διαφορών καταλήξαμε στη χρονοσειρά του σχήματος η οποία **δεν έχει τάση**





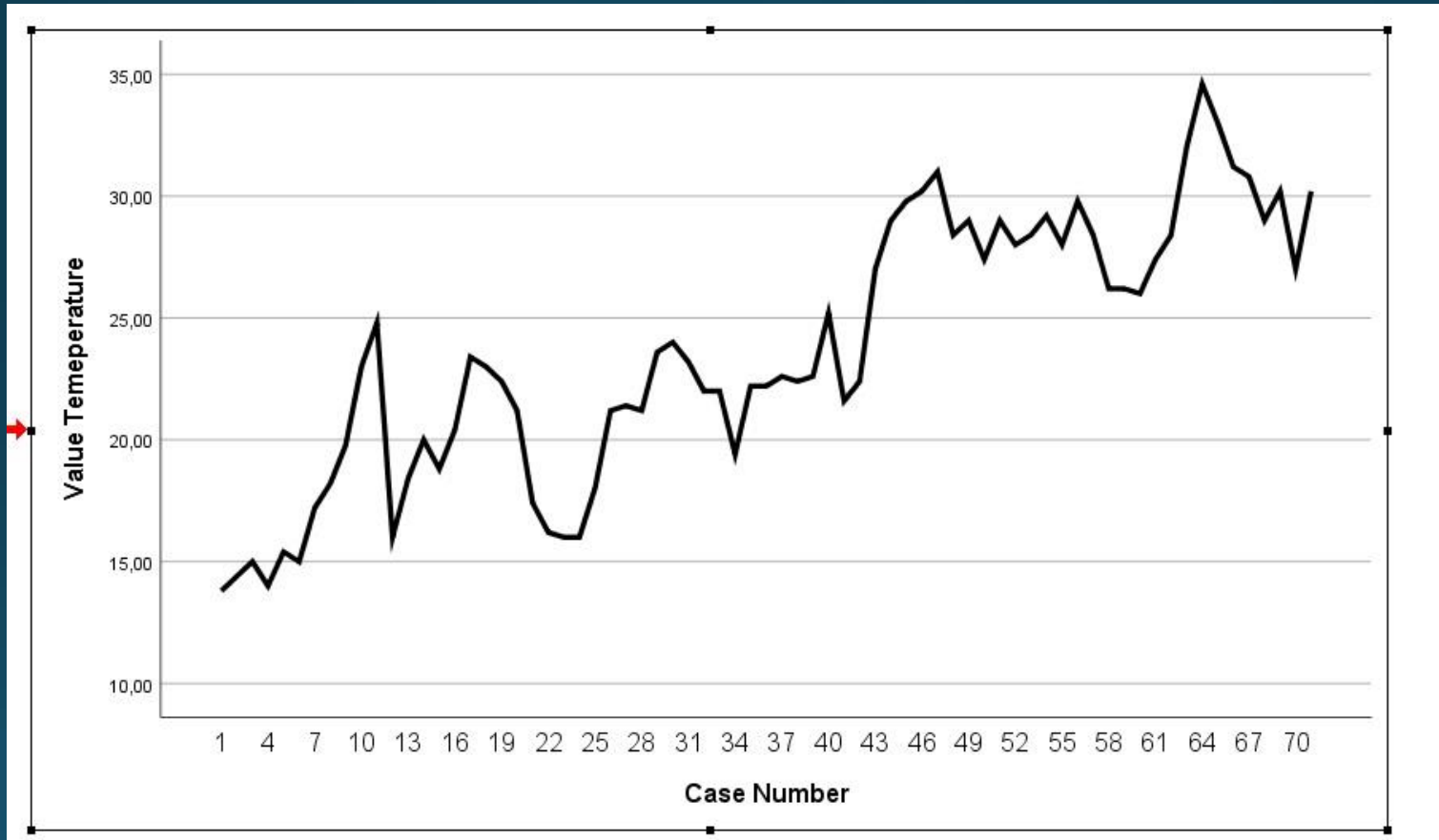
# Έλεγχος και αφαίρεση της τάσης Άσκηση

Δίνεται η χρονοσειρά των θερμοκρασιών από 13-04-1995 έως 22-06-1995.

1. Να γίνει προσαρμογή (fit) στα δεδομένα μας με την **ευθεία παλινδρόμησης**
2. Με τη **μέθοδο των πρώτων διαφορών** να αφαιρεθεί η τάση κάνοντας χρήση του Excel.

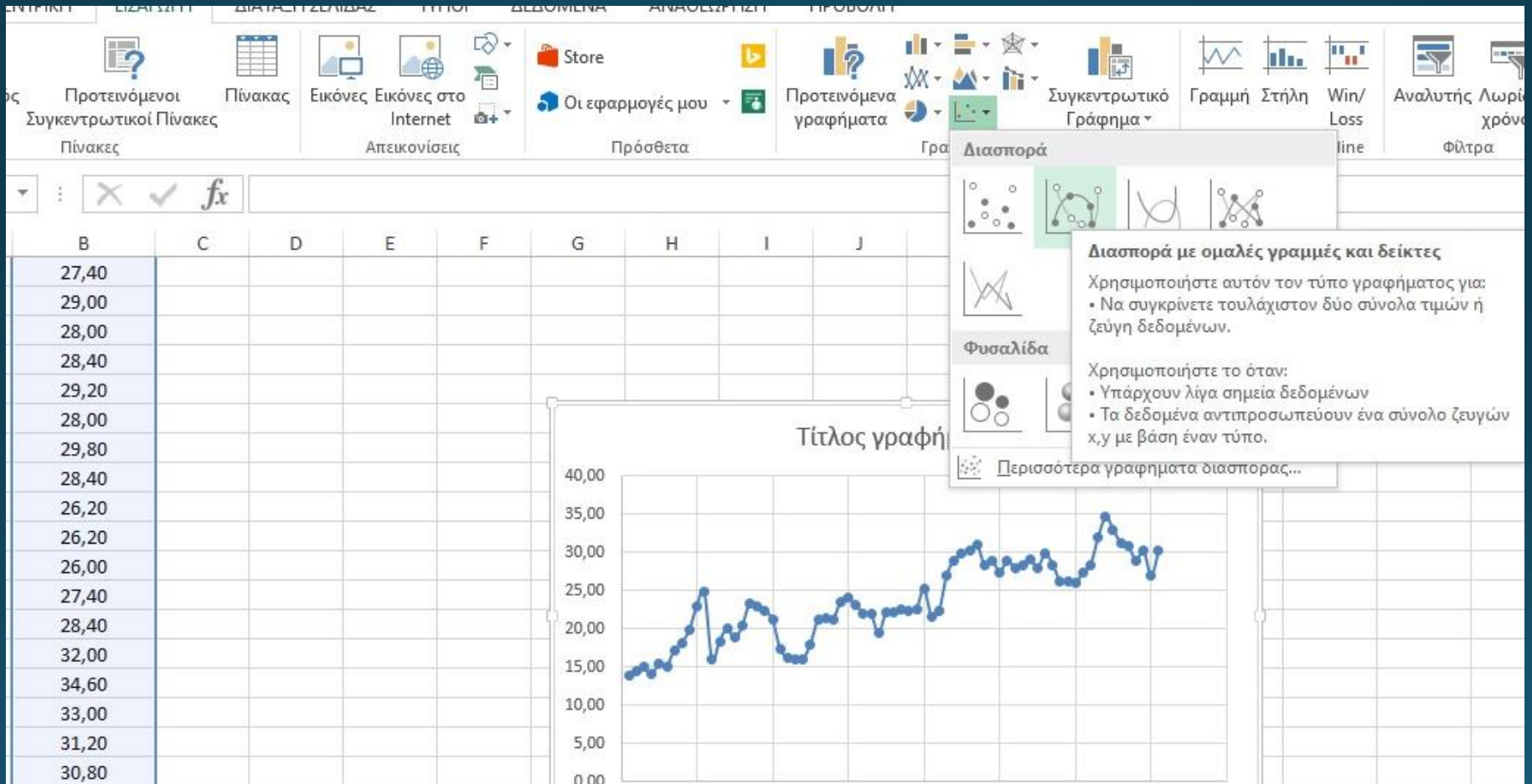
# Έλεγχος και αφαίρεση της τάσης

Χρονοσειρά των θερμοκρασιών από 13-04-1995 έως 22-06-1995



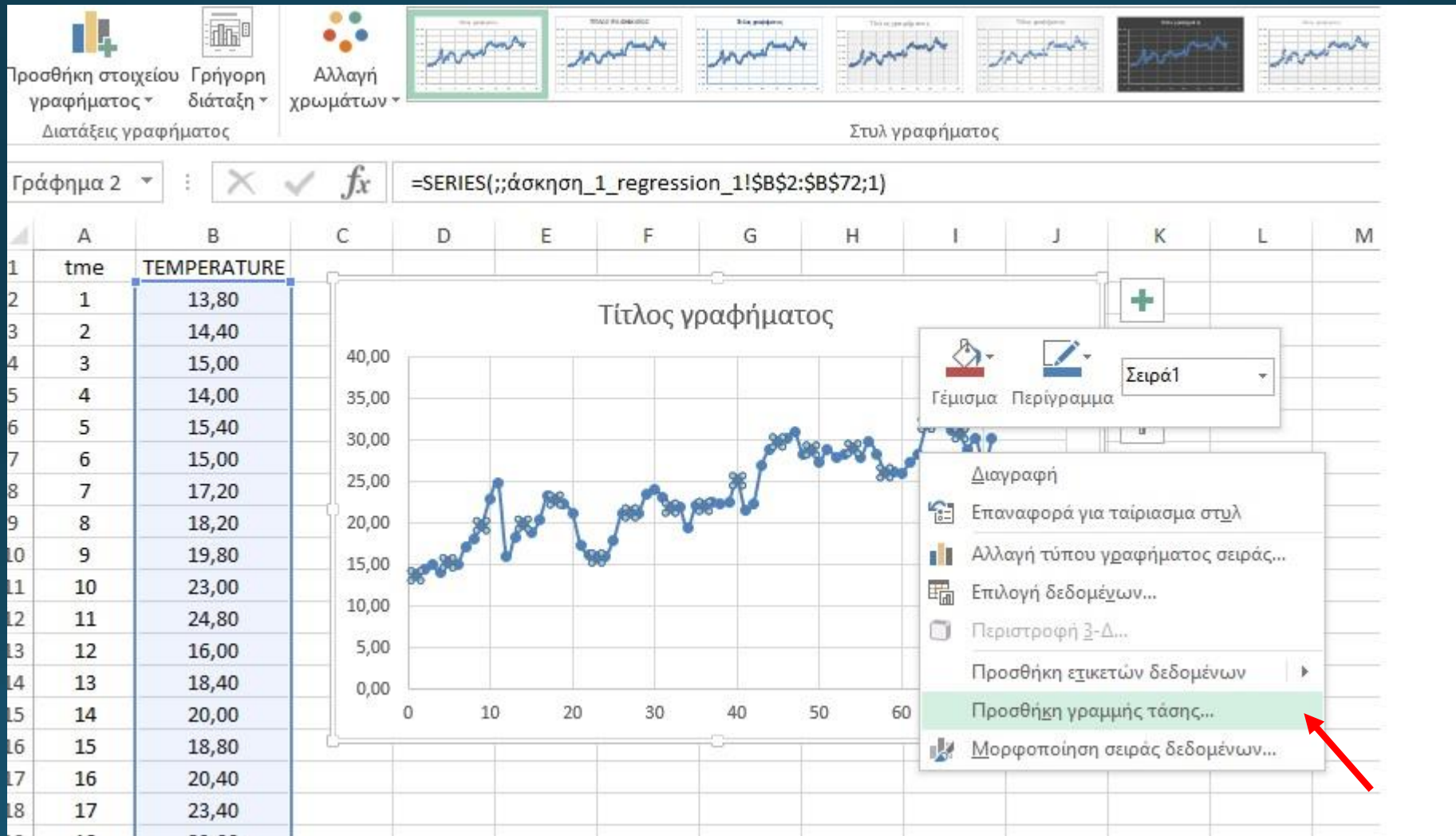
# Έλεγχος και αφαίρεση της τάσης

## Σχεδιασμός στο Excel




# Έλεγχος και αφαίρεση της τάσης


Δεξιό Κλικ στις τιμές του γραφήματος - > Προσθήκη γραμμής τάσης





# Έλεγχος και αφαίρεση της τάσης


Ορισμός της γραμμής τάσης, και της εξίσωσης


  Εκθετικός

  Γραμμική

  Λογαριθμικός

  Πολυωνυμικός

  Δύναμη

  Κυλιόμενος μέσος



Όνομα γραμμής τάσης

Αυτόματα

Προσαρμογή

Πρόβλεψη

Εμπρός  π

Πίσω  π

Ορισμός σημείου τομής

Προβολή εξίσωσης στο γράφημα

Εμφάνιση τιμής R-τετράγωνο στο γρ

# Έλεγχος και αφαίρεση της τάσης

Η χρονοσειρά με την ευθεία παλινδρόμησης.  
Παρατηρείται κλίση της ευθείας ( $\lambda=0,2281$ ), άρα η χρονοσειρά μας έχει **τάση** η οποία πρέπει να αφαιρεθεί για την περαιτέρω μελέτη



# Έλεγχος και αφαίρεση της τάσης

Η χρονοσειρά με μετατόπιση ενός κελιού παρακάτω (shift) και υπολογισμός διαφορών  $X(i+1)-X(i)$

A	B	C	D
		TEMPERATURE	TEMPERATURE_shift
1		13,80	
2	1	14,40	13,80
3	2	15,00	14,40
4	3	14,00	15,00
5	4	15,40	14,00
6	5	15,00	15,40
7	6	17,20	15,00
8	7	18,20	17,20
9	8	19,80	18,20
10	9	23,00	19,80
11	10	24,80	23,00
12	11	16,00	24,80
13	12	18,40	16,00
14	13	20,00	18,40
15	14	18,80	20,00
16	15	20,40	18,80
17	16	23,40	20,40
18	17	23,00	23,40
19	18	22,40	23,00
20	19	21,20	22,40
21	20	17,40	21,20
22	21	16,20	17,40
23	22	15,00	16,20

C	D	E	F
TEMPERATURE	TEMPERATURE_shift	ΠΡΩΤΕΣ ΔΙΑΦΟΡΕΣ	
13,80			
14,40	13,80	-0,60	
15,00	14,40	-0,60	
14,00	15,00	1,00	
15,40	14,00	-1,40	
15,00	15,40	0,40	
17,20	15,00	-2,20	
18,20	17,20	-1,00	
19,80	18,20	-1,60	
23,00	19,80	-3,20	
24,80	23,00	-1,80	
16,00	24,80	8,80	
18,40	16,00	-2,40	
20,00	18,40	-1,60	
18,80	20,00	1,20	
20,40	18,80	-1,60	
23,40	20,40	-3,00	
23,00	23,40	0,40	
22,40	23,00	0,60	
21,20	22,40	1,20	
17,40	21,20	3,80	
16,20	17,40	1,20	

# Έλεγχος και αφαίρεση της τάσης

Η χρονοσειρά πρώτων διαφορών





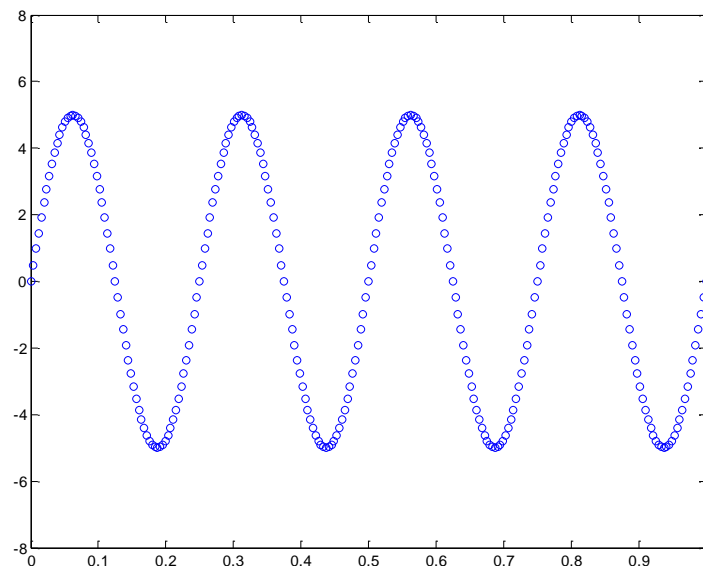
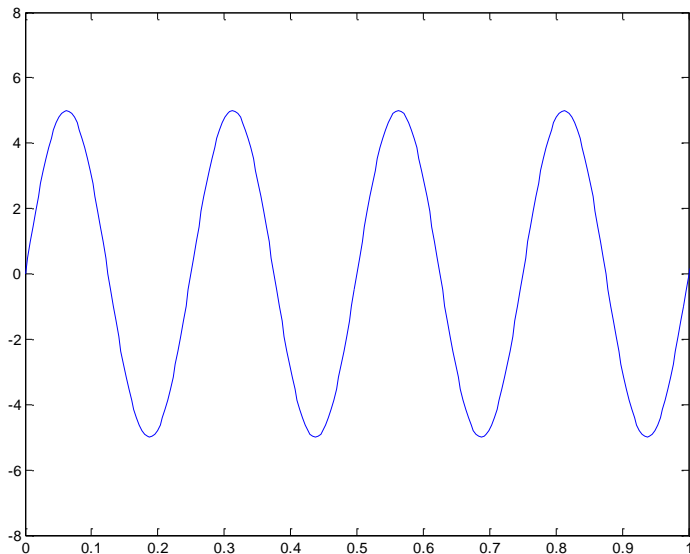
# Αιτιοκρατία και Στοχαστικότητα Ανάλυση Fourier

# Ανάλυση Fourier

Έστω η χρονοσειρά μιας **περιοδικής συνάρτησης**  
 $Y=5\sin(2\pi 4t)$

Χαρακτηριστικά: Πλάτος 5,  
Συχνότητα 4Hz

Δείγμα 256 εγγραφών  
το δευτερόλεπτο



Στην περίπτωση αυτή «**επιτυγχάνουμε**» τους χαρακτηριστικούς χρόνους του πραγματικού σήματος

# Ανάλυση Fourier

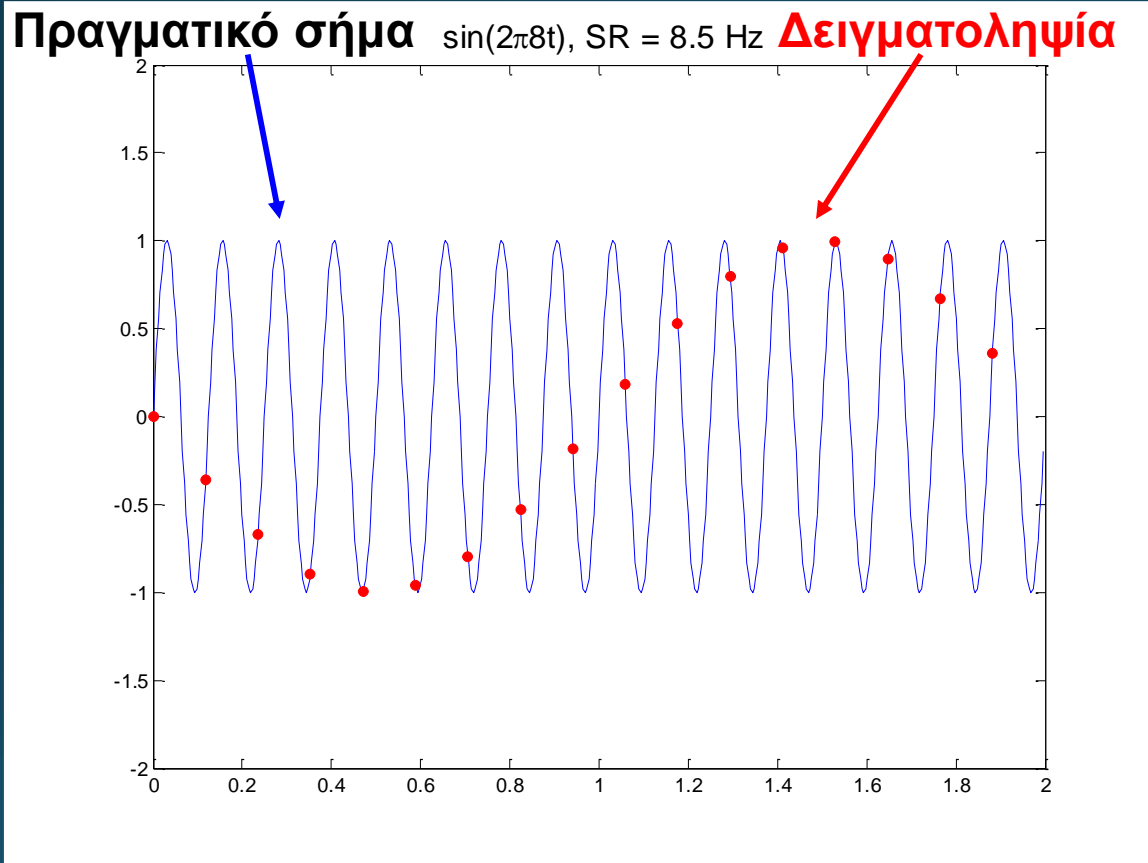
Για τη συνάρτηση  $Y=1\sin(2\pi 8t)$   
Πλάτους 1  
Συχνότητας 8Hz

**Ρυθμός Δειγματοληψίας**

8,5  
εγγραφές/δευτερόλεπτο

**Χρόνος Δειγματοληψίας**

2 δευτερόλεπτα



Στην περίπτωση αυτή «**δεν επιτυγχάνουμε**» τους χαρακτηριστικούς χρόνους του πραγματικού σήματος

# Ανάλυση Fourier

- Οι περιοδικές συναρτήσεις μπορούν να παρασταθούν ως σειρές ημιτόνων και συνημίτονων
- Ένας μετασχηματισμός λαμβάνει μια συνάρτηση από τον χώρο των χρόνων και την μετασχηματίζει στο χώρο των συχνοτήτων  $F(t) \rightarrow \Phi(F)$ . (Joseph Fourier, 1807)

## Περιοδικές συναρτήσεις

ως σειρές ημιτόνων, συνημίτονων



Φάσμα ισχύος

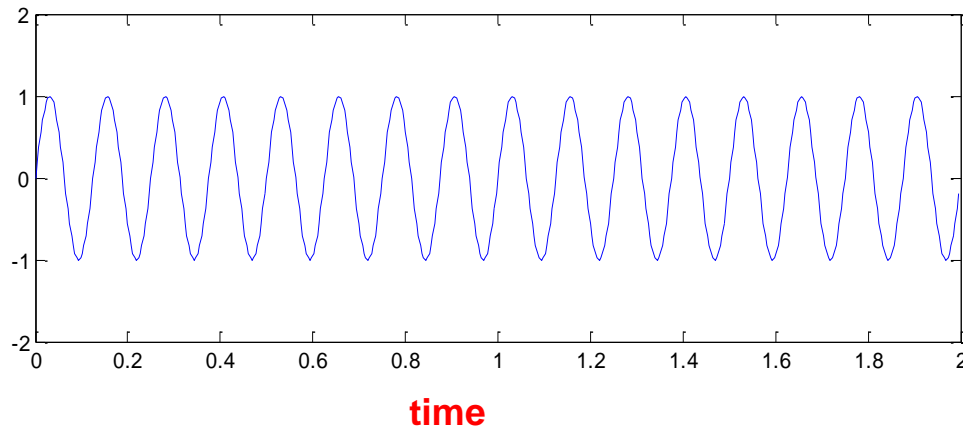
$$x_n \approx \frac{a_o}{2} + \sum_{m=1}^{N/2} \left[ a_m \cos\left(\frac{2\pi mn}{N}\right) + b_m \sin\left(\frac{2\pi mn}{N}\right) \right]$$

$$a_m = \frac{2}{N} \sum_{n=1}^N x_n \cos\left(\frac{2\pi mn}{N}\right)$$

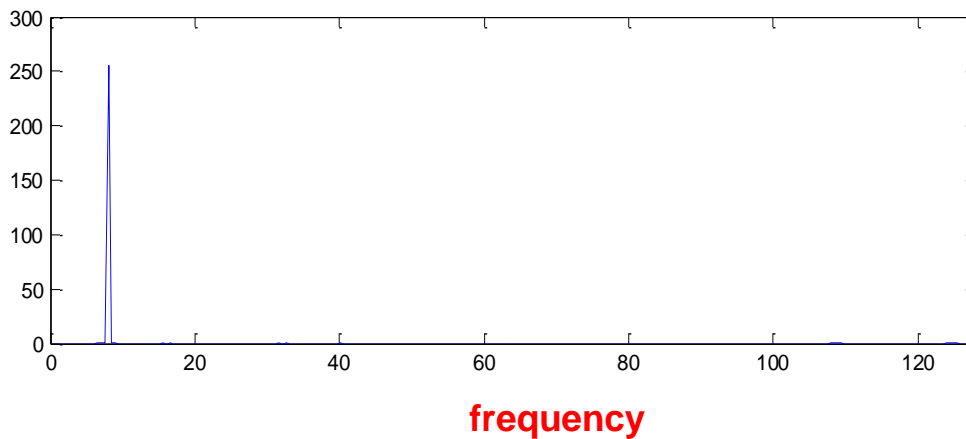
$$b_m = \frac{2}{N} \sum_{n=1}^N x_n \sin\left(\frac{2\pi mn}{N}\right)$$

$$S_m = a_m^2 + b_m^2$$

# Παραδείγματα Ανάλυσης Fourier

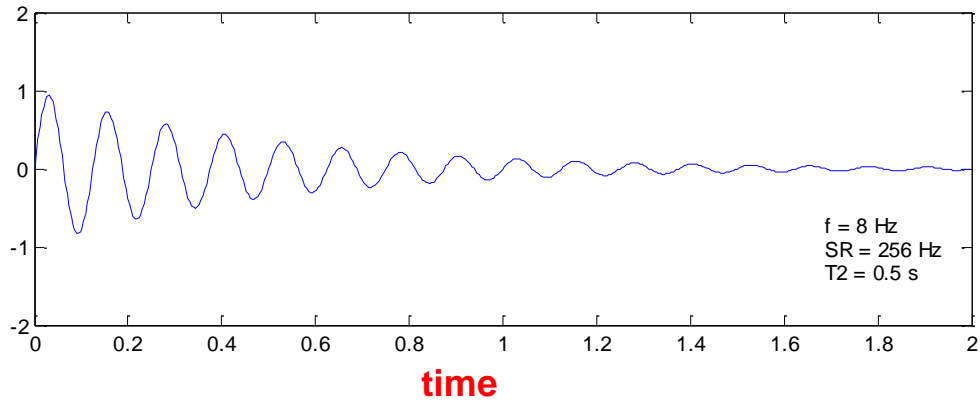


**Αρχική χρονοσειρά  
Ημιτόνου  
(περιοδική)**

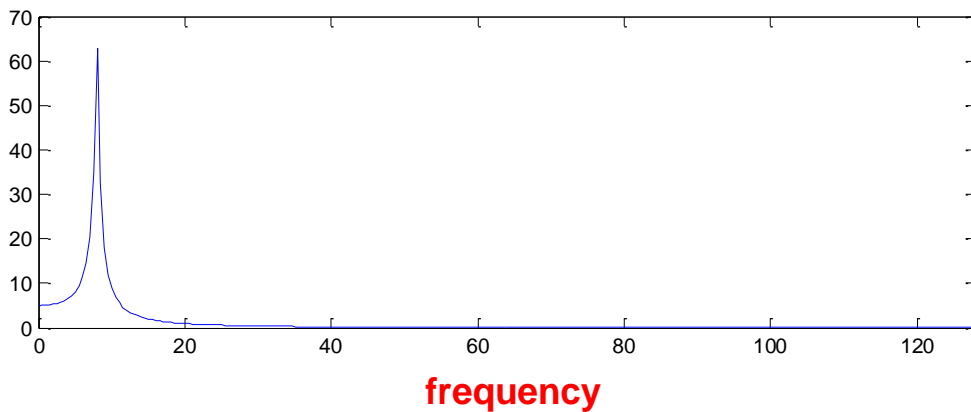


**Ο  
μετασχηματισμός  
Fourier  
Μία κορυφή –  
μία συχνότητα**

# Παραδείγματα Ανάλυσης Fourier



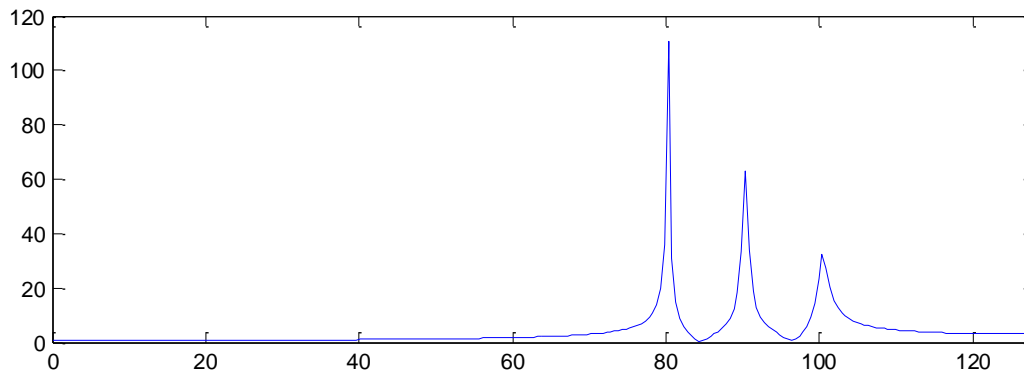
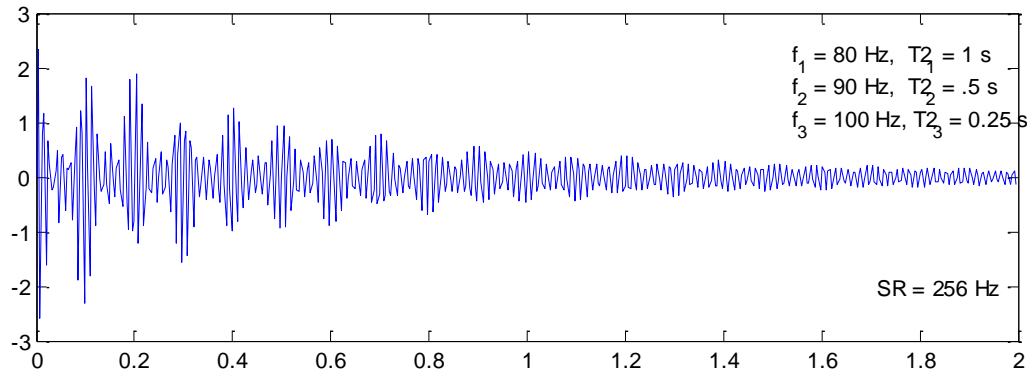
**Χρονοσειρά  
φθίνουσας  
ταλάντωσης**



**Μετασχηματισμός  
Fourier**

$$F(t) = \sin(2\pi ft) \exp\left(\frac{-t}{T_2}\right)$$

# Παραδείγματα Ανάλυσης Fourier



**Αρχική  
χρονοσειρά**  
Δεν μπορούμε  
να δούμε όλα τα  
χαρακτηριστικά

**Μετασχηματισμός  
Fourier**  
Τρεις συχνότητες

## Παραδείγματα Ανάλυσης Fourier

- Με την ανάλυση Fourier μπορούμε να διαχωρίσουμε μια σχεδόν περιοδική χρονοσειρά από μια χαοτική. Οι περιοδικές ή ημιπεριοδικές χρονοσειρές παρουσιάζουν χαρακτηριστικές κορυφές στο Φάσμα ισχύος
- Ένα χαοτικό σήμα εμφανίζει φάσμα ισχύος αποτελούμενο από πολλές κορυφές - συχνότητες
- Ωστόσο είναι δύσκολο να διαχωρίσουμε το χάος από το θόρυβο. Σε πολλές περιπτώσεις και οι δύο καταστάσεις (χάος, θόρυβος) εμφανίζουν συμπεριφορά της μορφής .

$$S \propto 1 / f^a$$



# Παραδείγματα Ανάλυσης Fourier

## Το σύστημα **διαφορικών εξισώσεων του Lorenz**

Πρόκειται για ένα σύστημα διαφορικών εξισώσεων 3x3 που περιγράφει την ταχύτητα του ανέμου, την πίεση του αέρα και τη θερμοκρασία σε ένα απλό μοντέλο πρόγνωσης καιρού

$$\begin{aligned}\frac{dx}{dt} &= -\sigma(x - y) \\ \frac{dy}{dt} &= -xz + \rho x - y \\ \frac{dz}{dt} &= xy - \beta z\end{aligned}$$

Οι λύσεις του εξαρτώνται από τις τιμές που θα πάρουν οι παράμετροι  $\sigma$ ,  $\rho$ ,  $\beta$ .

Διαπιστώθηκε από τον Lorenz ότι για τις τιμές των παραμέτρων  $\sigma = 10$ ,  $\rho = 28$ ,  $\beta = \frac{8}{3}$ , γίνεται μικρή αλλαγή στις αρχικές συνθήκες και επέρχεται δραματική αλλαγή στα δεδομένα

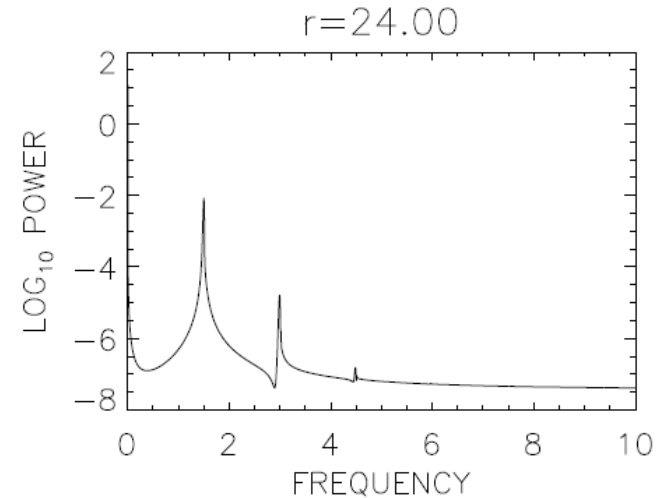
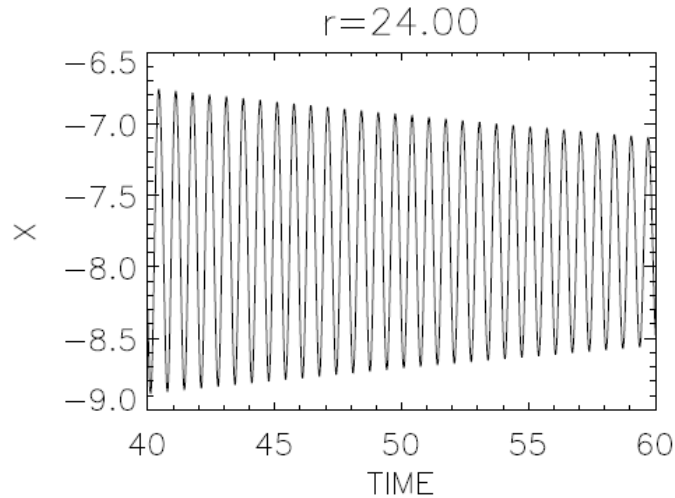
Με το πακέτο λογισμικού TISEAN μπορούμε να κατασκευάσουμε χρονοσειρές του συστήματος Lorenz για διάφορα  $\sigma$ ,  $\rho$ ,  $\beta$

# Παραδείγματα Ανάλυσης Fourier

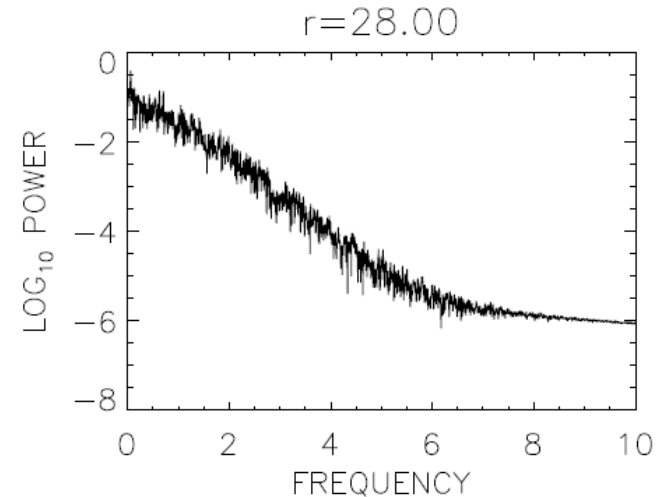
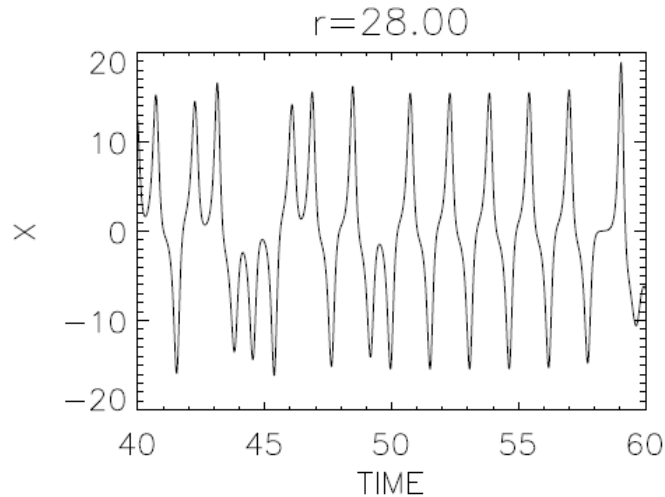
Η  $X$  συνιστώσα του συστήματος **διαφορικών εξισώσεων του Lorenz** για

$\rho = r = 24.0$  και για  $\rho = r = 28.0$

Μη χαοτική συμπεριφορά με **τρεις κορυφές**



Χαοτική συμπεριφορά, μορφή  $\frac{1}{f^\alpha}$



# Μια γνωριμία με το λειτουργικό σύστημα MSDOS

- Το MSDOS είναι το λειτουργικό σύστημα που βασίζονται τα WINDOWS
- Πριν αρκετά χρόνια το περιβάλλον εργασίας δεν στηριζόταν σε «παραθυρικό», αλλά σε περιβάλλον εντολών.
- Αρκετά προγράμματα έχουν βάση περιβάλλοντα εντολών.

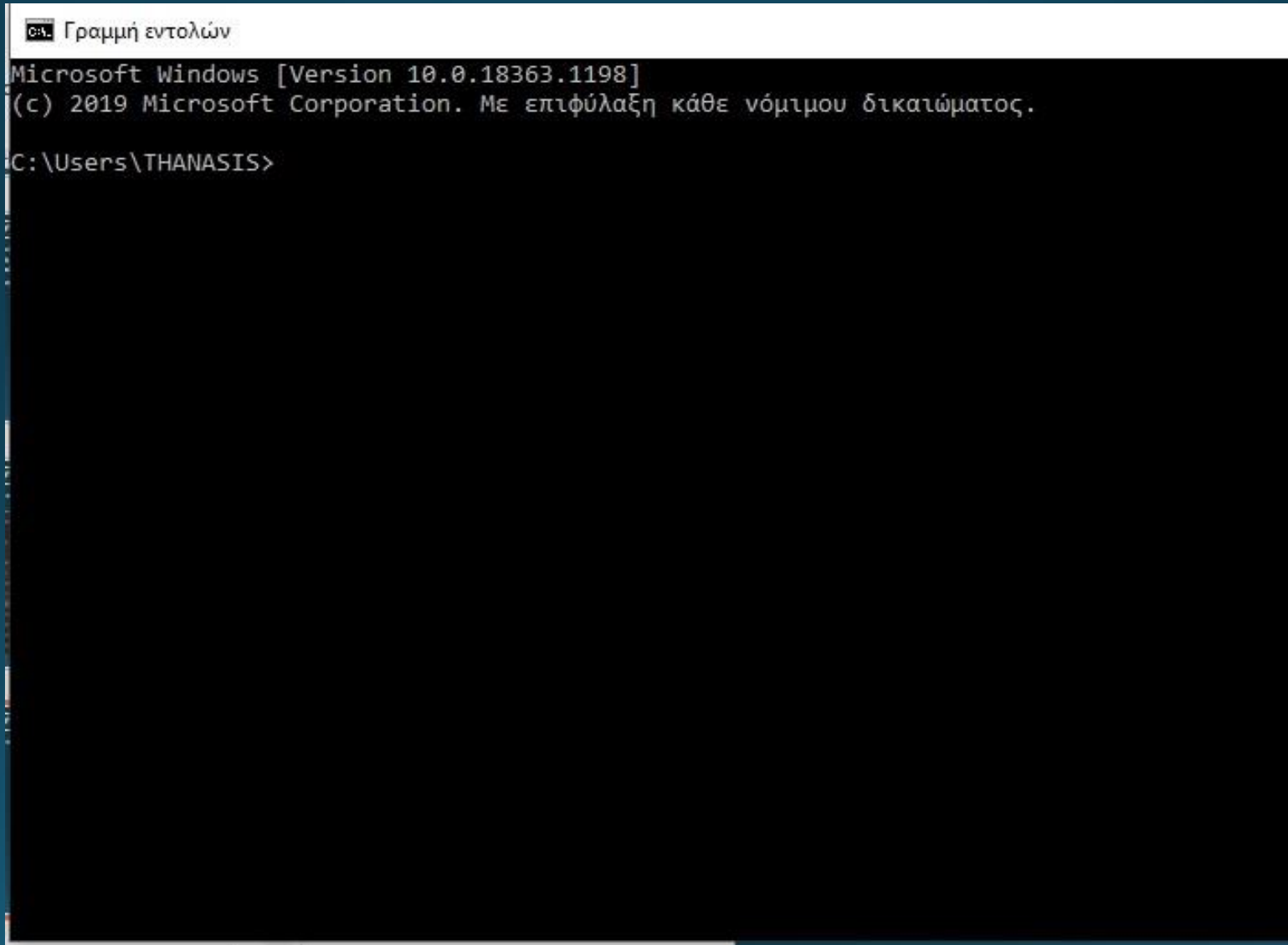
# Μια γνωριμία με το λειτουργικό σύστημα MSDOS

- Πρόσβαση στο MSDOS: Σύστημα των windows -> Γραμμή εντολών



# Μια γνωριμία με το λειτουργικό σύστημα MSDOS

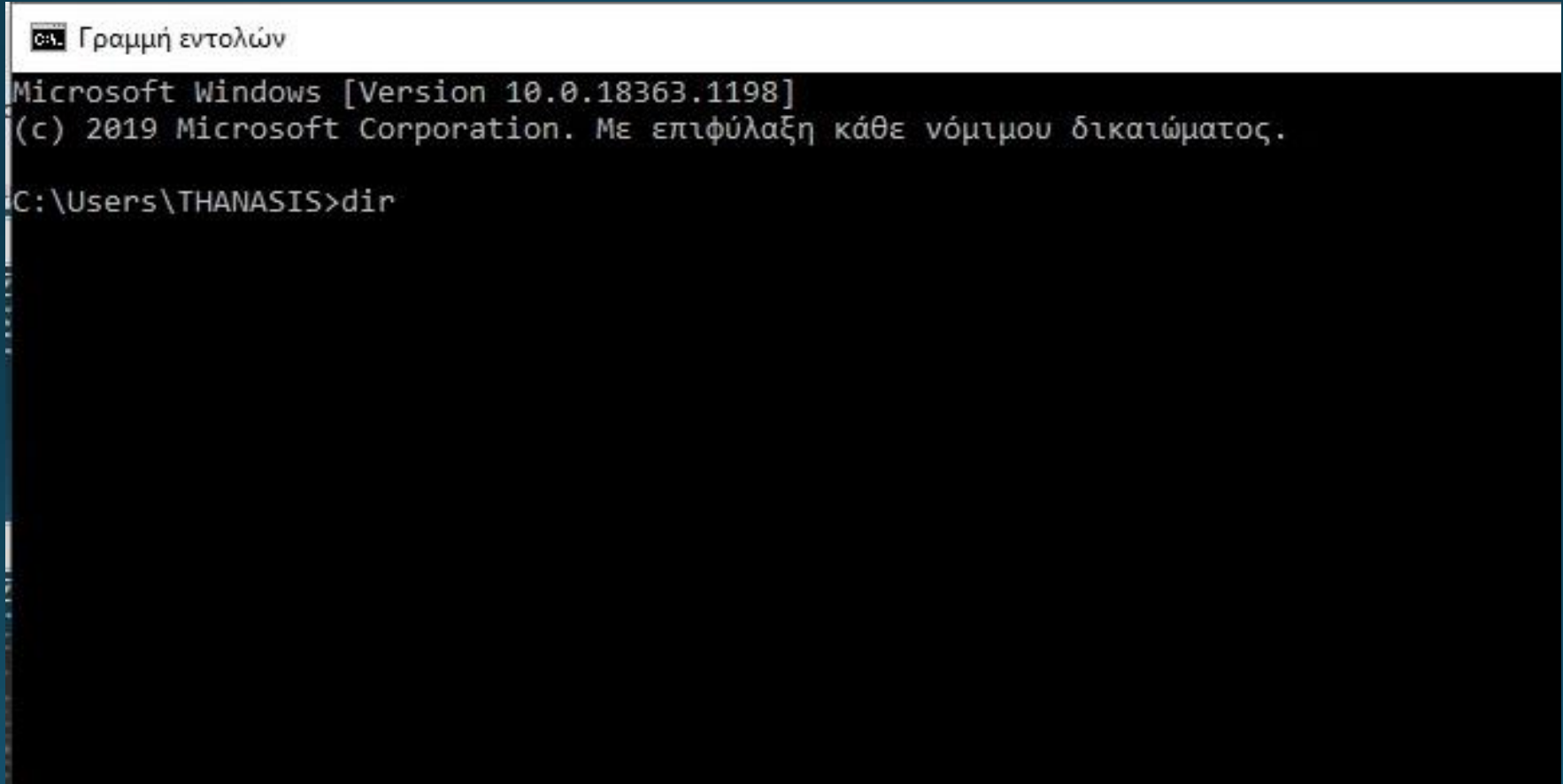
- Μονοπάτι (path) φακέλων: Βρισκόμαστε στον φάκελο THANASIS



```
GA Γραμμή εντολών
Microsoft Windows [Version 10.0.18363.1198]
(c) 2019 Microsoft Corporation. Με επιφύλαξη κάθε νόμιμου δικαιώματος.
C:\Users\THANASIS>
```

# Μια γνωριμία με το λειτουργικό σύστημα MSDOS

- Για να δούμε τα αρχεία και τους φακέλους που περιέχει ο φάκελος THANASIS πληκτρολογούμε εντολή **dir** (directory)



```
C:\> Γραμμή εντολών
Microsoft Windows [Version 10.0.18363.1198]
(c) 2019 Microsoft Corporation. Με επιφύλαξη κάθε νόμιμου δικαιώματος.

C:\Users\THANASIS>dir
```

# Μια γνωριμία με το λειτουργικό σύστημα MSDOS

- Εμφάνιση αρχείων και φακέλους που περιέχει ο φάκελος THANASIS.

```

C:\> Γραμμή εντολών

Directory of C:\Users\THANASIS

24/11/2020  07:36  μμ      <DIR>      .
24/11/2020  07:36  μμ      <DIR>      ..
20/05/2020  06:51  μμ      <DIR>      .android
03/09/2018  09:06  μμ      <DIR>      .cache
29/06/2019  10:13  μμ      <DIR>      .idlerc
04/06/2020  07:31  μμ      <DIR>      .ipython
25/01/2018  03:52  μμ      <DIR>      1.750 .JSignPdf
04/06/2020  07:31  μμ      <DIR>      .matplotlib
09/10/2019  09:55  πμ      <DIR>      .spss
21/06/2020  07:38  μμ      <DIR>      .spyder-py3
12/11/2020  11:56  πμ      <DIR>      3D Objects
26/05/2020  08:42  μμ      <DIR>      anaconda3
12/11/2020  11:56  πμ      <DIR>      Contacts
26/11/2020  01:04  μμ      <DIR>      Desktop
26/11/2020  10:06  πμ      <DIR>      Documents
02/12/2020  09:34  πμ      <DIR>      Downloads
21/04/2019  08:20  μμ      <DIR>      Dropbox
12/11/2020  11:56  πμ      <DIR>      Favorites
12/11/2020  11:56  πμ      <DIR>      Links
12/11/2020  11:56  πμ      <DIR>      Music
04/11/2020  10:41  πμ      <DIR>      OneDrive
12/11/2020  11:56  πμ      <DIR>      Pictures
12/11/2020  11:56  πμ      <DIR>      Saved Games
12/11/2020  11:56  πμ      <DIR>      Searches
12/11/2020  11:56  πμ      <DIR>      Videos
          1 File(s)                1.750 bytes
        24 Dir(s)  352.698.822.656 bytes free

```

# Μια γνωριμία με το λειτουργικό σύστημα MSDOS

- Μετακίνηση σε προηγούμενο φάκελο με εντολή **cd..** (change directory)

```
C:\> Γραμμή εντολών
25/01/2018 03:52 μμ          1.750 .JSignPdf
04/06/2020 07:31 μμ        <DIR>    .matplotlib
09/10/2019 09:55 πμ        <DIR>    .spss
21/06/2020 07:38 μμ        <DIR>    .spyder-py3
12/11/2020 11:56 πμ        <DIR>    3D Objects
26/05/2020 08:42 μμ        <DIR>    anaconda3
12/11/2020 11:56 πμ        <DIR>    Contacts
26/11/2020 01:04 μμ        <DIR>    Desktop
26/11/2020 10:06 πμ        <DIR>    Documents
02/12/2020 09:34 πμ        <DIR>    Downloads
21/04/2019 08:20 μμ        <DIR>    Dropbox
12/11/2020 11:56 πμ        <DIR>    Favorites
12/11/2020 11:56 πμ        <DIR>    Links
12/11/2020 11:56 πμ        <DIR>    Music
04/11/2020 10:41 πμ        <DIR>    OneDrive
12/11/2020 11:56 πμ        <DIR>    Pictures
12/11/2020 11:56 πμ        <DIR>    Saved Games
12/11/2020 11:56 πμ        <DIR>    Searches
12/11/2020 11:56 πμ        <DIR>    Videos
          1 File(s)          1.750 bytes
         24 Dir(s) 352.698.822.656 bytes free

C:\Users\THANASIS>cd..
```

```
C:\> Γραμμή εντολών
25/01/2018 03:52 μμ          1.750 .JSignPdf
04/06/2020 07:31 μμ        <DIR>    .matplotlib
09/10/2019 09:55 πμ        <DIR>    .spss
21/06/2020 07:38 μμ        <DIR>    .spyder-py3
12/11/2020 11:56 πμ        <DIR>    3D Objects
26/05/2020 08:42 μμ        <DIR>    anaconda3
12/11/2020 11:56 πμ        <DIR>    Contacts
26/11/2020 01:04 μμ        <DIR>    Desktop
26/11/2020 10:06 πμ        <DIR>    Documents
02/12/2020 09:34 πμ        <DIR>    Downloads
21/04/2019 08:20 μμ        <DIR>    Dropbox
12/11/2020 11:56 πμ        <DIR>    Favorites
12/11/2020 11:56 πμ        <DIR>    Links
12/11/2020 11:56 πμ        <DIR>    Music
04/11/2020 10:41 πμ        <DIR>    OneDrive
12/11/2020 11:56 πμ        <DIR>    Pictures
12/11/2020 11:56 πμ        <DIR>    Saved Games
12/11/2020 11:56 πμ        <DIR>    Searches
12/11/2020 11:56 πμ        <DIR>    Videos
          1 File(s)          1.750 bytes
         24 Dir(s) 352.698.822.656 bytes free

C:\Users\THANASIS>cd..
C:\Users>cd..
```



# Μια γνωριμία με το λειτουργικό σύστημα MSDOS

- Μετακίνηση στη ρίζα του σκληρού μας δίσκου C:\ και βλέπουμε τα περιεχόμενά του με **dir**

```
C:\> Γραμμή εντολών
25/01/2018  03:52  μμ                1.750  .JSignPdf
04/06/2020  07:31  μμ                <DIR>  .matplotlib
09/10/2019  09:55  πμ                <DIR>  .spss
21/06/2020  07:38  μμ                <DIR>  .spyder-py3
12/11/2020  11:56  πμ                <DIR>  3D Objects
26/05/2020  08:42  μμ                <DIR>  anaconda3
12/11/2020  11:56  πμ                <DIR>  Contacts
26/11/2020  01:04  μμ                <DIR>  Desktop
26/11/2020  10:06  πμ                <DIR>  Documents
02/12/2020  09:34  πμ                <DIR>  Downloads
21/04/2019  08:20  μμ                <DIR>  Dropbox
12/11/2020  11:56  πμ                <DIR>  Favorites
12/11/2020  11:56  πμ                <DIR>  Links
12/11/2020  11:56  πμ                <DIR>  Music
04/11/2020  10:41  πμ                <DIR>  OneDrive
12/11/2020  11:56  πμ                <DIR>  Pictures
12/11/2020  11:56  πμ                <DIR>  Saved Games
12/11/2020  11:56  πμ                <DIR>  Searches
12/11/2020  11:56  πμ                <DIR>  Videos
          1 File(s)                1.750 bytes
         24 Dir(s) 352.698.822.656 bytes free

C:\Users\THANASIS>cd..

C:\Users>cd..

C:\>dir_
```

# Μια γνωριμία με το λειτουργικό σύστημα MSDOS

- Επικεντρωνόμαστε στο φάκελο με το όνομα **Tisean**

```
GA Γραμμή εντολών
C:\Users>cd..
C:\>dir
Volume in drive C is Windows
Volume Serial Number is 80BF-5B0B

Directory of C:\

19/04/2002  07:15  μμ           61 adobe photoshop 7.0 serial.txt
22/11/2019  08:17  μμ      <DIR>      inetpub
17/04/2008  08:12  πμ           1.944.149 install.m
22/02/2017  10:59  πμ      <DIR>      Intel
27/04/2016  08:49  πμ      <DIR>      Logs
01/12/2006  10:37  μμ           904.704 msdia80.dll
15/05/2020  08:04  πμ      <DIR>      PerfLogs
03/01/2020  10:07  μμ      <DIR>      Photoshop
26/10/2020  04:00  μμ      <DIR>      Program Files
26/10/2020  04:10  μμ      <DIR>      Program Files (x86)
25/05/2017  05:00  μμ      <DIR>      SWSetup
02/01/2017  12:37  μμ      <DIR>      TEC75
31/03/2020  10:25  πμ      <DIR>      temp
07/12/2020  03:58  μμ      <DIR>      Tisean
22/11/2019  09:55  μμ      <DIR>      Users
12/11/2020  11:42  πμ      <DIR>      Windows
22/11/2019  01:51  μμ      <DIR>      Windows10Upgrade
           3 File(s)          2.848.914 bytes
          14 Dir(s)    352.698.441.728 bytes free

C:\>
```

# Μια γνωριμία με το λειτουργικό σύστημα MSDOS

- Μετάβαση στο φάκελο με το όνομα **Tisean**

C:\ Γραμμή εντολών

```
C:\Users>cd..
```

```
C:\>dir
```

```
Volume in drive C is Windows  
Volume Serial Number is 80BF-5B0B
```

```
Directory of C:\
```

```
19/04/2002  07:15  μμ                61 adobe photoshop 7.0 serial.txt  
22/11/2019  08:17  μμ      <DIR>          inetpub  
17/04/2008  08:12  πμ                1.944.149 install.m  
22/02/2017  10:59  πμ      <DIR>          Intel  
27/04/2016  08:49  πμ      <DIR>          Logs  
01/12/2006  10:37  μμ                904.704 msdia80.dll  
15/05/2020  08:04  πμ      <DIR>          PerfLogs  
03/01/2020  10:07  μμ      <DIR>          Photoshop  
26/10/2020  04:00  μμ      <DIR>          Program Files  
26/10/2020  04:10  μμ      <DIR>          Program Files (x86)  
25/05/2017  05:00  μμ      <DIR>          SWSetup  
02/01/2017  12:37  μμ      <DIR>          TEC75  
31/03/2020  10:25  πμ      <DIR>          temp  
07/12/2020  03:58  μμ      <DIR>          Tisean  
22/11/2019  09:55  μμ      <DIR>          Users  
12/11/2020  11:42  πμ      <DIR>          Windows  
22/11/2019  01:51  μμ      <DIR>          Windows10Upgrade  
          3 File(s)          2.848.914 bytes  
          14 Dir(s)    352.698.441.728 bytes free
```

```
C:\>cd Tisean
```

# Μια γνωριμία με το λειτουργικό σύστημα MSDOS

- Προεπισκόπηση των αρχείων του φακέλου με το όνομα **Tisean**

```
C:\>dir
Volume in drive C is Windows
Volume Serial Number is 80BF-5B0B

Directory of C:\

19/04/2002  07:15  μμ                61 adobe photoshop 7.0 serial.txt
22/11/2019  08:17  μμ      <DIR>          inetpub
17/04/2008  08:12  πμ                1.944.149 install.m
22/02/2017  10:59  πμ      <DIR>          Intel
27/04/2016  08:49  πμ      <DIR>          Logs
01/12/2006  10:37  μμ                904.704 msdia80.dll
15/05/2020  08:04  πμ      <DIR>          PerfLogs
03/01/2020  10:07  μμ      <DIR>          Photoshop
26/10/2020  04:00  μμ      <DIR>          Program Files
26/10/2020  04:10  μμ      <DIR>          Program Files (x86)
25/05/2017  05:00  μμ      <DIR>          SWSetup
02/01/2017  12:37  μμ      <DIR>          TEC75
31/03/2020  10:25  πμ      <DIR>          temp
07/12/2020  03:58  μμ      <DIR>          Tisean
22/11/2019  09:55  μμ      <DIR>          Users
12/11/2020  11:42  πμ      <DIR>          Windows
22/11/2019  01:51  μμ      <DIR>          Windows10Upgrade
           3 File(s)          2.848.914 bytes
          14 Dir(s)    352.698.441.728 bytes free

C:\>cd Tisean

C:\Tisean>dir
```

# Μια γνωριμία με το λειτουργικό σύστημα MSDOS

- Μετάβαση στο φάκελο με το όνομα **bin**

```
ca: Γραμμή εντολών

Directory of C:\Tisean

07/12/2020  03:58  μμ    <DIR>      .
07/12/2020  03:58  μμ    <DIR>      ..
10/02/2006  08:37  πμ    12.158  autoscan.log
07/12/2020  03:59  μμ    <DIR>      bin
09/11/2000  06:07  μμ    1.678  bins.sh
10/02/2006  08:19  πμ    50.627  configure
10/02/2006  08:19  πμ    6.142  configure.in
10/02/2006  08:37  πμ    1.050  configure.scan
16/02/2007  08:57  πμ    17.987  COPYING
07/12/2020  03:58  μμ    <DIR>      docs
07/12/2020  03:58  μμ    <DIR>      examples
09/09/2004  11:05  πμ    241  index.html
04/11/1999  01:57  μμ    78  INSTALL
04/11/1999  01:57  μμ    4.772  install-sh
21/02/2007  11:46  πμ    773  logo
22/02/2007  11:47  πμ    2.183  Makefile.in
19/02/2007  04:40  μμ    1.308  README
07/12/2020  03:58  μμ    <DIR>      source_c
07/12/2020  03:58  μμ    <DIR>      source_f
21/02/2007  02:58  μμ    614.400  source_f.tar
22/05/2003  09:23  πμ    113  test.f
07/11/2000  11:33  πμ    0  TODO
07/12/2020  03:58  μμ    <DIR>      unsupported
          15 File(s)          713.510 bytes
          8 Dir(s)    352.699.072.512 bytes free

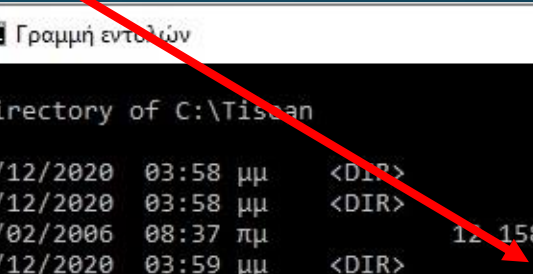
C:\Tisean>
```

```
ca: Γραμμή εντολών

Directory of C:\Tisean

07/12/2020  03:58  μμ    <DIR>      .
07/12/2020  03:58  μμ    <DIR>      ..
10/02/2006  08:37  πμ    12.158  autoscan.log
07/12/2020  03:59  μμ    <DIR>      bin
09/11/2000  06:07  μμ    1.678  bins.sh
10/02/2006  08:19  πμ    50.627  configure
10/02/2006  08:19  πμ    6.142  configure.in
10/02/2006  08:37  πμ    1.050  configure.scan
16/02/2007  08:57  πμ    17.987  COPYING
07/12/2020  03:58  μμ    <DIR>      docs
07/12/2020  03:58  μμ    <DIR>      examples
09/09/2004  11:05  πμ    241  index.html
04/11/1999  01:57  μμ    78  INSTALL
04/11/1999  01:57  μμ    4.772  install-sh
21/02/2007  11:46  πμ    773  logo
22/02/2007  11:47  πμ    2.183  Makefile.in
19/02/2007  04:40  μμ    1.308  README
07/12/2020  03:58  μμ    <DIR>      source_c
07/12/2020  03:58  μμ    <DIR>      source_f
21/02/2007  02:58  μμ    614.400  source_f.tar
22/05/2003  09:23  πμ    113  test.f
07/11/2000  11:33  πμ    0  TODO
07/12/2020  03:58  μμ    <DIR>      unsupported
          15 File(s)          713.510 bytes
          8 Dir(s)    352.699.072.512 bytes free

C:\Tisean>cd bin
```



# Μια γνωριμία με το λειτουργικό σύστημα MSDOS

- Προεπισκόπηση των αρχείων του φακέλου με το όνομα **bin**

```
CA: Γραμμή εντολών
22/02/2007  10:05 πμ           104.205 randomize_autop_exp_random.exe
22/02/2007  10:05 πμ           104.205 randomize_auto_exp_random.exe
22/02/2007  10:05 πμ           107.945 randomize_spikeauto_exp_random.exe
22/02/2007  10:05 πμ           107.775 randomize_spikespec_exp_event.exe
22/02/2007  10:05 πμ           107.945 randomize_uneven_exp_random.exe
22/02/2007  10:05 πμ             34.484 rbf.exe
22/02/2007  10:05 πμ             34.078 recurr.exe
22/02/2007  10:05 πμ             28.865 resample.exe
22/02/2007  10:05 πμ             31.026 rescale.exe
22/02/2007  10:05 πμ            91.689 rms.exe
22/02/2007  10:05 πμ             32.926 sav_gol.exe
22/02/2007  10:05 πμ           115.711 spectrum.exe ←
22/02/2007  10:05 πμ            92.491 spikeauto.exe
22/02/2007  10:05 πμ            94.078 spikespec.exe
22/02/2007  10:05 πμ            92.255 stp.exe
22/02/2007  10:05 πμ           125.505 surrogates.exe
22/02/2007  10:05 πμ            90.277 timerev.exe
22/02/2007  10:05 πμ           121.954 upo.exe
22/02/2007  10:05 πμ            90.421 upoembed.exe
22/02/2007  10:05 πμ           117.508 wiener1.exe
22/02/2007  10:05 πμ           117.384 wiener2.exe
22/02/2007  10:05 πμ           103.820 xc2.exe
22/02/2007  10:05 πμ            30.406 xcor.exe
22/02/2007  10:05 πμ           106.148 xrecur.exe
22/02/2007  10:05 πμ            33.517 xzero.exe
17/09/2018  10:14 πμ                0 Νέο έγγραφο κειμένου.txt
            81 File(s)          5.354.273 bytes
            2 Dir(s) 352.692.592.640 bytes free

C:\Tisean\bin>
```

# Το πακέτο Ανάλυσης χρονοσειρών Tl.SE.AN. Time Series Analysis

- Πακέτο (εργαλείο) ανάλυσης χρονοσειρών.
- Γραμμική και μη γραμμική Ανάλυση Χρονοσειρών.
- Βασισμένο σε MS DOS
- Περιέχει αρχεία τύπου .exe που εκτελούνται μέσω εντολών MSDOS

## TISEAN: Nonlinear Time Series Analysis

<https://www.pks.mpg.de/~tisean>

**TISEAN** Nonlinear Time Series Analysis: Rainer Hegger Holger Kantz  
Thomas Schreiber Go to Version 3.0.1 (released March 2007)

R. Hegger, H. Kantz, and T. Schreiber, *Practical implementation of nonlinear time series methods: The TISEAN package*, CHAOS **9**, 413 (1999)

# Το πακέτο Ανάλυσης χρονοσειρών TISEAN. Time Series Analysis

## - ΠΡΟΣΟΧΗ!

- Για να εκτελεστούν τα προγράμματα που περιέχει το πακέτο ανάλυσης χρονοσειρών TISEAN πρέπει τα αρχεία των δεδομένων (μετρήσεις) να βρίσκονται εντός του φακέλου **bin**
- Άρα αρχικά γίνεται μεταφορά του αρχείου των δεδομένων στο φάκελο bin και ύστερα δίνουμε την εντολή στο MSDOS για την εξαγωγή των αποτελεσμάτων.

```
C:\Tisean\bin>spectrum lorenz_X.dat -c1 -o lorX_sp.dat
```

Εντολή  
φάσματος  
ισχύος

Αρχείο  
δεδομένων

Στήλη

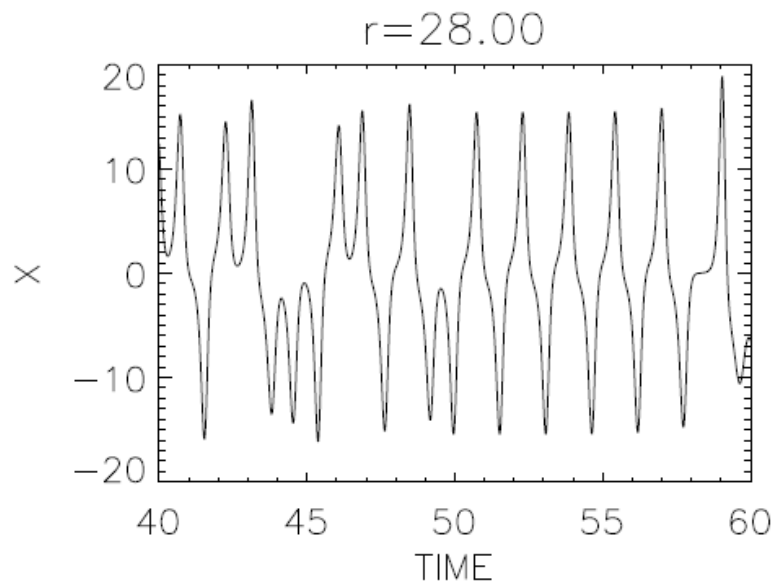
Αρχείο  
εξαγωγής  
δεδομένων



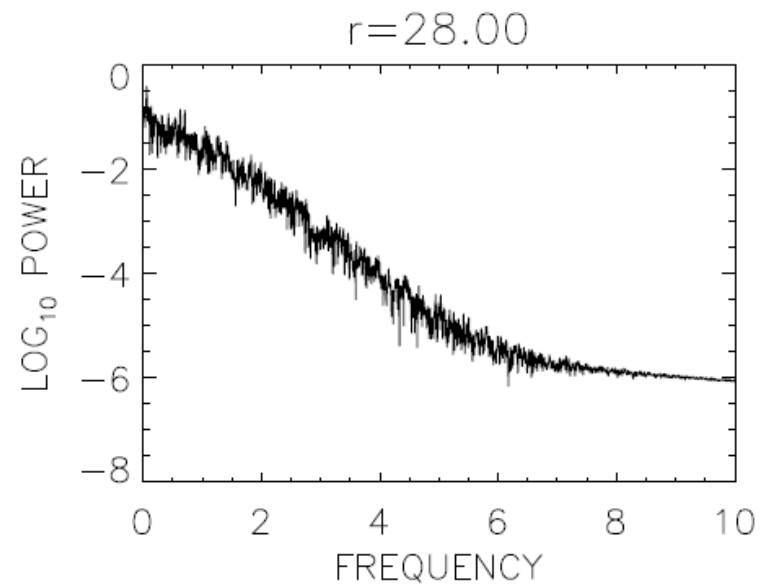
# Παραδείγματα Ανάλυσης Fourier

Η  $X$  συνιστώσα του συστήματος **διαφορικών εξισώσεων του Lorenz** για  $\rho = r = 28.0$

Χρονοσειρά



Φάσμα ισχύος



Χαοτική συμπεριφορά, μορφή  $\frac{1}{f^\alpha}$

# Το πακέτο Ανάλυσης χρονοσειρών TI.SE.AN. Time Series Analysis

- Να γίνει το φάσμα ισχύος της χρονοσειράς των μέσων ημερήσιων θερμοκρασιών κατά τη διάρκεια χειμερινών μηνών σε ορεινή περιοχή Ελλάδας. Πόσες συχνότητες παρατηρείτε;

```
spectrum temperature.txt -c1 -o temperature_spetr.dat
```

Εντολή  
φάσματος  
ισχύος

Αρχείο  
δεδομένων

Στήλη

Αρχείο  
εξαγωγής  
δεδομένων