

usando Table per campionarle, per poi sommarle insieme in yg3, ponendole nel SEGMENTO DELLE ARMONICHE RILEVANTI. Con Table ottengo i dati Y4, Y5, Y8 e Y9, che sommerò appunto in yg3. Applicheremo Fourier a yg2 con cui confronteremo la combinazione delle 4 armoniche, yg3. Se c'è corrispondenza avremmo trovato la "legge" che regola i nostri dati storici: una retta + quattro armoniche. Altro percorso potrebbe essere quello di eliminare da yg1, trend lineare e le 4 armoniche (yg5= yg1-yg4 da aggiungere al "Segmento Armoniche") e controllare con Fourier, applicato a yg5, se si tratti o meno di *rumore bianco*. Questo confronto potrebbe essere fatto con lo scostamento misurato dalla Stima dell'Errore Standard di Regressione (Estimated Standard Error =  $\sqrt{(\sum(yg2-yg3)^2/(n-(p+1)))}$ , dove p = numero coefficienti calcolati dai dati), che misura la bontà della regressione. Ci aspettiamo un piccolo valore; ma quanto piccolo? Dovremmo passare ad un test di significatività, ma questo è un altro racconto. Si fornisce il programmino per calcolare l'errore con Mathematica. Posti i 60 dati in yg1, si ricavano 60 dati dall'equazione della retta (yt1), ottenendo i 60 dati detrendizzati yg2 (yg2=yg1-yt1) e altrettanti da ciascuna delle 4 armoniche precedentemente individuate, combinate in yg3; si calcola infine l'errore.

ESS=Sqr[Apply[Plus,(yg2-yg3)^2]/(60-(8+1))] e per vedere i risultati su plot:

```
yg=ListPlot[yg2, PlotJoined->True, PlotRange->{Automatic,Automatic}, GridLines->{Automatic,Automatic}, AxesLabel->{"Tempo","Dati"}, PlotLabel->FontForm["DOMINIO DEL TEMPO", {"Times",12}]]; ListPlot[yg3, PlotJoined->False];Show[yg,%]
```

Noi volevamo però dare solo uno sguardo al contenuto della serie storica, fare solo questo primo passo, che dovrà essere ripreso *a spirale* in successivi racconti, approfondendo man mano altre questioni implicate e così via, perché la conoscenza si incarni nell'area dell'intuito.

#### BIBLIOGRAFIA E NOTE

- (1) – Gerard Holton "Scienza, educazione ed interesse pubblico", Il Mulino, 1990.
- (2) – Giuseppe Conte "Manuale di poesia" Guanda, 1995, pag.26.
- (3) – Piero Pistoia "Esempi di analisi statistica applicata", Didattica delle Scienze, n. 180, 1995 e n. 183, 1996, La Scuola, Brescia.
- (4) – L. Wolpert "La natura innaturale della Scienza", 1996, Dedalo.
- (5) – Paolo Rossi "Intervista", Le Scienze, aprile, 1996
- (6) J. Bruner "La cultura dell'educazione", 1997, Feltrinelli.
- (7) – Gerald Edelman "Darwinismo neurale. La Teoria della selezione dei gruppi neuronali", Einaudi, 1995
- (8) – Il programma MATHEMATICA è un potente sistema per fare matematica al calcolatore a tutti i livelli (dalle elementari alla ricerca) scritto da Stephen Wolfram, un fisico esperto dei sistemi complessi. Questo software racchiude packages di programmi per: la grafica, la presentazione multimediale, la statistica, l'elaborazione simbolica, il calcolo aritmetico intero ed esatto e a precisione illimitata, un linguaggio di programmazione funzionale e uno procedurale, un word processor interattivo ipertestuale, il tutto integrato in un prodotto che gira su tutti i computers e sistemi operativi. Tutto questo (due linguaggi di programmazione, grafica programmabile, una biblioteca di funzioni matematiche, statistiche e di calcolo simbolico, un word processor interattivo, suoni ed animazioni) viene venduto con licenza studente a poco più di 150 euro e licenza docente circa 300 euro tutto compreso. L'ultima versione del 2002 è la 4.2; il riferimento per l'Italia è la SCISOFT di Torino (tel.: 011/3160886). Nel 2002 Wolfram ha pubblicato il libro "A new kind of Science" edito Wolfram (prezzo 65 euro), pagine 1300 circa, dato alle stampe dopo vent'anni di ricerche (il libro della sua vita), in cui si afferma che il cosmo funziona programmandosi con un linguaggio simile al Mathematica e non secondo le leggi della fisica tradizionale!
- (9) – In generale, se con i minimi quadrati "fitto" agli n dati una combinazione lineare di un numero qualsiasi (basta  $\leq n/2$ ) di funzioni del seno (nella fattispecie, 2 o 3 o 4 per n=10), dove i  $[k/n \ 2 \ \pi]$  uguale ai  $[k\omega]$  degli argomenti assumono uno dei valori per cui  $k = 1, 2, \dots, n/2$  massimo, allora le stime dei coefficienti sono particolarmente semplici, in quanto le sommatorie da 1 a n, relative alle funzioni di cui ai punti **a**, **b**, **c**, **d** seguenti, o sono zero o valori semplici. Infatti per le formule del prodotto:
 
$$\mathbf{a} - \text{Sin}[p\omega t] \text{Cos}[q\omega t] = 1/2 [ \text{Sin}(p\omega t + q\omega t) + \text{Sin}(p\omega t - q\omega t) ]$$

$$\mathbf{b} - \text{Cos}[p\omega t] \text{Sin}[q\omega t] = 1/2 [ \text{Sin}(p\omega t + q\omega t) - \text{Sin}(p\omega t - q\omega t) ]$$