

Fourier

Jaume Montero i Vila

Programa d'Informàtica Educativa, 1988.

1 ESPECIFICACIONS GENERALS

1.1 Nom del programa

1.2 Autor

1.3 Temàtica

1.4 Nivell escolar

2 INSTRUCCIONS DE FUNCIONAMENT

2.1 Estructura i instruccions de funcionament

2.2 Limitacions

3 ASPECTES PEDAGÒGICS

3.1 Objectius

3.2 Implementació didàctica

1 ESPECIFICACIONS GENERALS

1.1 Nom del programa

FOURIER.

1.2 Autor

Jaume Montero i Vila

1.3 Temàtica

L'objectiu és visualitzar com una funció periòdica es pot obtenir com a suma o superposició de funcions sinusoidals de freqüències múltiples de la freqüència de la funció donada. El programa analitza algunes funcions donades i permet també fer l'anàlisi de Fourier d'una funció qualsevol que l'usuari pot dibuixar a voluntat.

1.4 Nivell escolar

Aquest programa es dirigeix a alumnes que cursen l'assignatura de Física de COU i s'insereix en el tema de Moviment Ondulatori. No calen altres coneixements que els que té normalment un alumne de Física de COU en el moment en què s'estudia aquest tema. També pot ser d'utilitat per als alumnes de l'especialitat d'Electrònica de F.P. sobretot perquè es fa l'anàlisi harmònica de les funcions que s'utilitzen més en el laboratori; igualment pot ser d'utilitat quan es parla de filtres.

2 INSTRUCCIONS DE FUNCIONAMENT

2.1 Estructura i instruccions de funcionament

Després d'una introducció apareix un menú del qual l'usuari ha de seleccionar una funció a analitzar. Això es fa prement la tecla corresponent.

En els casos 1,2,3,4 i 5 apareix una funció ja preestablerta. S'han elegit aquestes funcions perquè són força corrents en Electrònica i es poden visualitzar fàcilment en un oscil·loscopi.

En el cas 6 l'usuari pot fer el dibuix d'una funció. Aquest dibuix es pot fer movent la tortuga prement les tecles corresponents. Es pot comprovar que la tortuga no pot sortir del rectangle i que no es pot dibuixar amb ella un gràfic que no correspongui a una funció. El dibuix es pot acabar prement la tecla <F> o bé quan la tortuga sobrepassa el costat vertical de la dreta del marc. Hi ha la possibilitat d'esborrar un segment ja dibuixat i la possibilitat de tornar a començar el dibuix. Quan el dibuix s'ha acabat surt repetit quatre vegades. No surten els desplaçaments verticals de la tortuga.

En tots els casos apareix un altre menú que permet, per a la funció donada, triar entre veure els harmònics sense superposar, veure els harmònics superposats o bé veure una taula que dona els valors de les amplituds i fases dels harmònics. Es selecciona l'opció prement la tecla corresponent.

Si es tria la primera opció cal donar el nombre d'harmònics que es vol veure. Si es dona un nombre negatiu o un nombre major de 10 o una entrada no numèrica el programa torna a demanar la dada. Si es dona un nombre no enter, aquest s'arrodoneix i el programa segueix normalment. Seguidament apareixen en la pantalla els harmònics desitjats damunt de la funció escollida.

Si es tria la segona opció cal donar el nombre d'harmònics que es vol superposar amb les mateixes condicions que en la primera opció. Seguidament apareix en la pantalla la funció que resulta de superposar els harmònics desitjats.

Si es tria la tercera opció apareix en la pantalla una taula en què consten les amplituds i les fases dels harmònics. Les amplituds vénen en "unitats" (cal tenir en compte que els màxims de totes les funcions valen 50 unitats) i les fases vénen en graus sexagesimals.

2.2 Limitacions

Les limitacions del programa vénen donades per la resolució de la pantalla i pel temps que tarda en fer certs gràfics.

Per a la realització dels gràfics s'utilitza la pantalla de resolució mitjana (320x200) a fi de permetre l'ús de colors i distingir fàcilment entre la funció a analitzar, els eixos i els harmònics. Com a contrapartida els harmònics de baixa amplitud i alta freqüència no es poden distingir bé a vegades.

També quan es fa l'anàlisi de funcions que dibuixa l'usuari a voluntat, els processos de dibuixar els harmònics i de superposar-los poden ser lents.

Tenint en compte aquestes limitacions s'ha limitat el nombre d'harmònics a utilitzar a 10 com a màxim. De fet un nombre d'harmònics més gran no representa en la majoria dels

casos cap millora substancial en l'anàlisi.

Tant el procés de dibuixar els harmònics sense superposar com superposats així com la taula de valors, es poden interrompre en qualsevol moment prement la tecla <Esc> sense necessitat d'abandonar el programa.

3 ASPECTES PEDAGÒGICS

3.1 Objectius

A Física de COU i a Electrònica, cal entrar en l'estudi de les ones no sinusoidals després d'haver fet un estudi força complet de les ones sinusoidals. En aquest moment d'alguna manera cal explicar als alumnes el que significa l'anàlisi de Fourier d'una ona periòdica. Els alumnes no tenen encara prou coneixements matemàtics per entrar a fons en aquest tema. Aquest programa pretén que els alumnes puguin entendre aquest concepte d'una forma visual, gairebé experimental, sense entrar en detalls matemàtics de difícil comprensió. Aquest programa no pretén ensenyar com es fa una anàlisi de Fourier, sinó que vol demostrar que aquesta és possible i quins resultats dona en alguns casos concrets. En aquest programa l'usuari pot veure representats els diferents harmònics amb les seves amplituds i fases sense superposar. També pot veure com aquests se superposen per donar una funció que s'aproxima molt a la funció donada i pot veure també quines són les amplituds i fases d'aquests harmònics.

3.2 Implementació didàctica

Es parteix del coneixement que hauran adquirit els alumnes de les ones sinusoidals. El professor planteja la necessitat d'estudiar altres ones i en posa exemples i en aquest punt es pot utilitzar l'oscil·loscopi per visualitzar ones de formes diferents. També el professor planteja la necessitat d'explicar en què consisteix el timbre d'un so. Ajudat també d'un oscil·loscopi pot demostrar que diferents instruments produeixen ones de formes diferents encara que tinguin el mateix to. És en aquest moment quan s'ha d'explicar teòricament el procés d'anàlisi de Fourier, remarcant sobretot el seu significat físic i sense la necessitat d'entrar en calcular el valor dels coeficients de la sèrie.

A partir d'aquest moment es pot posar en funcionament el programa. Cal seguir els següents passos:

- Llegir el text inicial. Molta de la informació ja serà coneguda per l'usuari.
- Quan s'arriba al menú principal seleccionar una de les ones preestablertes.
- Observar i identificar l'ona. Observar el seu període i amplitud.
- Seleccionar l'opció "Dibuixar harmònics a superposar" i demanar 1 harmònic. Observar com el seu període és exactament igual al de l'ona que es té inicialment.
- Tornar a seleccionar "Dibuixar harmònics a superposar" i demanar 2 harmònics. Observar que el període d'aquest segon harmònic és el doble del de l'ona donada. Observar el desfassament entre els dos primers harmònics.
- Seguir el mateix procediment amb 3, 4, ... harmònics. Observar com l'amplitud disminueix amb l'ordre de l'harmònic.
- Seleccionar l'opció "Dibuixar harmònics superposats" i demanar 1 harmònic. Observar les similituds entre ell i l'ona donada.
- Repetir el mateix tot demanant dos harmònics. Observar com se superposen i com s'acosta aquesta superposició a l'ona donada.
- Repetir el mateix amb 3, 4, 5, ... harmònics. Observar com la superposició s'acosta més a l'ona donada a mesura que augmenta el nombre d'harmònics a superposar. Observar també com arriba un moment en el qual no s'observen ja canvis en la superposició.
- Seleccionar l'opció "Veure taula de valors" i comprovar com els valors numèrics s'ajusten a les observacions. Observar què passa amb les simetries parella i imparella.
- Fer el mateix amb les altres ones preestablertes que es creguin més interessants.
- Seleccionar l'opció "Ona dibuixable a voluntat". Dibuixar amb l'aproximació que sigui possible una ona que hagi estat vista a través de l'oscil·loscopi (per exemple connectant aquest a un micròfon i fent tocar un instrument musical). Repetir tots els passos anteriors.
- Dibuixar altres ones (per exemple, corresponents a la mateixa nota però d'instruments musicals diferents) i comparar els resultats.

La pràctica es pot completar imprimint -tot prement <PrtSc>- alguns dels gràfics obtinguts a fi d'analitzar-los millor (amb regla per exemple).