

Strumenti informatici per la scuola secondaria

Michele Tuttafesta

Indice

1	Gnuplot	5
1.1	Grafici di funzioni definite a tratti	6
1.2	Grafici di più funzioni nello stesso piano	7
1.3	Superfici nello spazio	8
1.4	Grafici di dati da file	10
1.5	Animazioni	11
	Moto circolare uniforme	12
	Moto balistico con attrito viscoso	15
	Urto elastico in 2D di due sfere: una inizialmente ferma	17
	Urto elastico in 2D di due sfere	19
	Potenziale elettrico	22
	Moto prodotto dalla forza di Lorentz	25
	Coniche gravitazionali: astrodinamica in 2D	29
	Astrodinamica in 3D	36
	Brachistocrona	39
2	Tracker	45
2.1	Utilizzo di base	45
	Caduta in acqua	50
	Caduta in aria con attrito	51
	Moto uniformemente accelerato verticale e misura di g	55
	Moto parabolico e misura di g	57
	Moto balistico e misura del coefficiente d'attrito viscoso	61
	Urto elastico in una dimensione	75
	Moto del centro di massa	79
	Moto armonico di una molla e misura della costante elastica . .	84
	Modello di attrito per un filo che scorre su uno spigolo	88
	Risonanza meccanica	91
3	LTspice	97
3.1	Circuito RLC: analisi nel dominio del tempo	98
3.2	Circuito RLC: analisi nel dominio delle frequenze	103

4	Python	105
4.1	Strumenti di lavoro	105
4.2	Interpreti e IDE	106
4.2.1	Google Colab	106
4.2.2	Thonny	107
4.2.3	Spyder	107
4.3	Modalità interattiva e script	107
4.4	Primi passi con Python	108
4.5	Regole sintattiche importanti	114
4.6	Variabili, input/output e strutture dati	116
4.7	Programmazione strutturata in Python	122
4.8	Funzioni	123
4.9	Moduli e Librerie	125
4.10	File	126
4.11	Matrici in Python	129
4.12	Grafici con Python	135
4.13	Numeri casuali	140
4.14	Il modulo os di Python	141
	Brachistocrona	142
	Moto armonico smorzato	145
4.15	Risorse	149
5	L^AT_EX	151
5.1	Modo matematico vs. modo testo	151
5.2	Immagini	152
5.3	Stili di carattere	152
5.4	Spazi, paragrafi e commenti	153
5.5	Parentesi	153
5.6	Liste	153
5.7	Simboli (in modo matematico)	154
5.8	Simboli (in modo testo)	159
5.9	Modelli (templates)	159
5.10	Risorse	162

Attività di laboratorio

1	Gnuplot: Moto circolare uniforme	12
2	Gnuplot: Moto balistico con attrito viscoso	15
3	Gnuplot: Urto elastico in 2D di due sfere: una inizialmente ferma	17
4	Gnuplot: Urto elastico in 2D di due sfere	19

5	Gnuplot: Potenziale elettrico	22
6	Gnuplot: Moto prodotto dalla forza di Lorentz	25
7	Gnuplot: Coniche gravitazionali: astrodinamica in 2D	29
8	Gnuplot: Astrodinamica in 3D	36
9	Gnuplot: Brachistocrona	39
10	Tracker: Caduta in acqua - moto uniforme	50
11	Tracker/Gnuplot: Caduta in aria con attrito	51
12	Tracker: Moto uniformemente accelerato verticale e misura di g	55
13	Tracker: Moto parabolico e misura di g	57
14	Tracker/Gnuplot/Python: Moto balistico e misura del coefficiente d'attrito viscoso	61
15	Tracker: Urto elastico in una dimensione	75
16	Tracker: Moto del centro di massa	79
17	Tracker: Moto armonico di una molla e misura della costante elastica	84
18	Tracker: Modello di attrito per un filo che scorre su uno spigolo	88
19	Tracker/Gnuplot: Risonanza meccanica	91
20	Python: Brachistocrona	142
21	Python: Moto armonico smorzato	145

Prefazione

Questo libro nasce con l'obiettivo di rendere il mondo dell'informatica un alleato potente e accessibile nella didattica della scuola secondaria.

Non troverete qui formule magiche né incantesimi digitali (anche se a volte i risultati vi sembreranno tali), ma un'affidabile cassetta degli attrezzi collaudata sul campo, frutto di anni di esperienza diretta dell'autore.

Il target principale sono insegnanti e studenti curiosi, già convinti che un linguaggio di programmazione possa diventare una lente per leggere il mondo, e che l'informatica non sia solo una disciplina scolastica, ma un ponte verso la comprensione dei fenomeni reali.

Il PhD in Fisica che firma queste pagine non si è limitato a teorizzare: ogni risorsa è stata testata in aule reali, con studenti reali, e ottimizzata per rispondere alle esigenze di un sistema scolastico spesso poco propenso a innovare. Non importa se il vostro obiettivo è arricchire una lezione di scienze, creare simulazioni di fenomeni fisici, o semplicemente “movimentare” un'unità didattica: troverete qui idee pronte all'uso o facilmente adattabili. C'è di più. Questo libro non si ferma alle scuole secondarie: molte delle proposte si prestano anche all'ambito universitario, dimostrando che il confine tra scuola e ricerca è spesso più sottile di quanto sembri.

Desidero ringraziare tutti coloro che hanno contribuito alla mia formazione informatica, in particolare: il prof. Mario Capitelli ed il dott. Gianpiero Colonna, entrambi dell'istituto IMIP del CNR, ed il prof. Giuseppe Pascazio del Politecnico di Bari.

E ora, cari lettori, mettetevi comodi davanti al vostro dispositivo digitale (o al vostro foglio di carta, per chi ama i contrasti), e preparatevi a scoprire come la tecnologia può trasformare la didattica in un'avventura.

Buona lettura e... buon coding!

Michele Tuttafesta

Introduzione

Gli “strumenti informatici” considerati in questo libro sono rappresentati da software di notevole rilevanza didattica e tecnologica.

Il primo capitolo è dedicato al “Gnuplot”¹, un software che permette agli studenti di sviluppare competenze in programmazione e contemporaneamente abilità nella rappresentazione grafica dei dati.

Nel secondo capitolo è spiegato l'utilizzo del software “Tracker”², progettato per acquisire ed analizzare le traiettorie (o evoluzioni spazio-temporali generiche) di sistemi in movimento a partire da file video.

Protagonista del terzo capitolo è il software “LTSpice”³, un sistema utilizzabile per progettare e simulare circuiti elettrici, dai più banali ai più elaborati. Esso fornisce altresì la possibilità di analizzare le caratteristiche (tensioni, correnti, potenza) di un circuito, sia nel dominio del tempo che nel dominio delle frequenze. Si tratta di uno strumento particolarmente utile alla didattica della Fisica degli ultimi anni della scuola secondaria o dell'università.

Il quarto capitolo è dedicato al “Python”, linguaggio di programmazione che probabilmente non ha bisogno di presentazione a chi è arrivato a leggere fino a questo punto. Nelle pagine che seguono verranno forniti esempi significativi di applicazione di tale linguaggio all'analisi e alla rappresentazione grafica di dati.

Il quinto capitolo contiene una introduzione al fantastico $\text{\LaTeX}$, un sistema di videoscrittura di incomparabile eleganza e potenza, progettato per la composizione tipografica avanzata e universalmente acclamato per la sua capacità di produrre documenti di qualità editoriale impeccabile. Creato nel 1984 da Leslie Lamport come un'estensione del sistema di composizione tipografica $\text{\TeX}$ ideato da Donald Knuth, $\text{\LaTeX}$ è diventato lo standard de facto per la redazione di articoli scientifici. La sua importanza nella comunità matematica e scientifica non ha eguali, grazie alla capacità di gestire formule matematiche complesse con una

¹<http://www.gnuplot.info>

²<https://physlets.org/tracker>

³<https://ltspice.it.softonic.com>

chiarezza e una precisione ineguagliabili. In un'epoca dominata dalla semplificazione e dall'estetica digitale standardizzata, $\text{\LaTeX}$ rimane un faro di rigore intellettuale e bellezza tipografica.

Al termine di quasi ogni sezione, sono forniti esempi significativi sul tema trattato e vengono proposte schede di lavoro, quasi sempre con dati che si possono scegliere a piacere, seguiti da soluzioni esplicative.

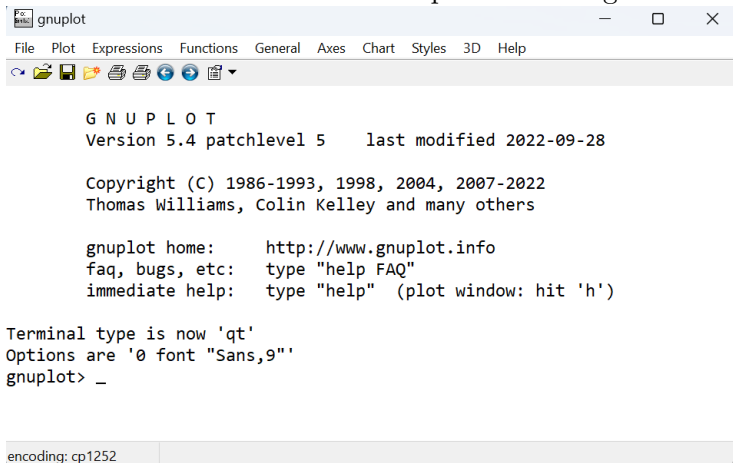
Eventuali chiarimenti, su alcuni algoritmi matematici proposti nelle pagine seguenti, possono essere trovati nel testo dell'autore "Strumenti matematici per la scuola secondaria" ([1]) o negli ottimi testi di Domenico D'Ortenzi ([2],[3],[4]).

Capitolo 1

Gnuplot

Riportiamo quanto descritto nella pagina ufficiale del software <http://www.gnuplot.info>: “Gnuplot è un software portabile di utilità per la grafica (rappresentazione grafica di dati [NdT]) basata su riga di comando per Linux, OS/2, MS Windows, OSX, VMS e molte altre piattaforme. Il codice sorgente è protetto da copyright ma distribuito gratuitamente (ovvero non devi pagarlo). È stato originariamente creato per consentire a scienziati e studenti di visualizzare funzioni e dati matematici in modo interattivo, ma è cresciuto fino a supportare molti usi non interattivi come lo scripting web. Viene anche utilizzato come motore di stampa da applicazioni di terze parti come Octave. Gnuplot è supportato ed è in fase di sviluppo attivo dal 1986.”

In ambiente Windows il software presenta la seguente interfaccia

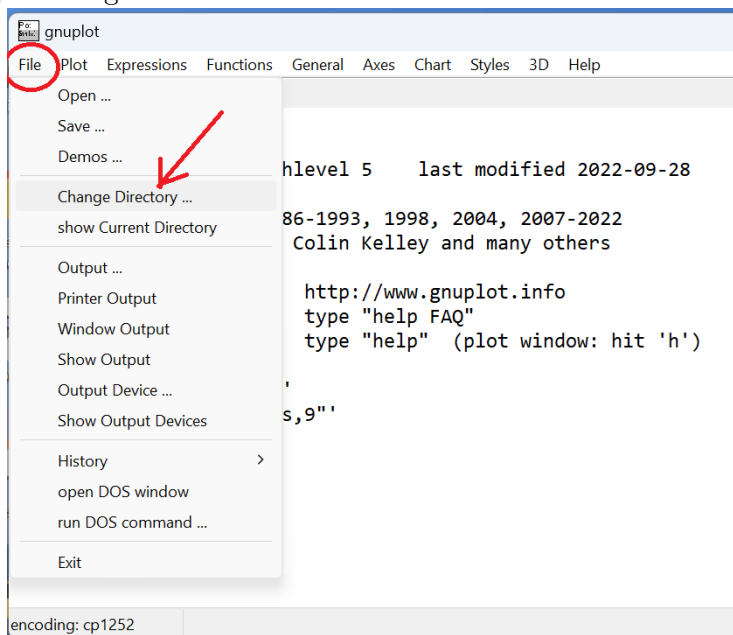


Una modalità di utilizzo è quella di inserire le istruzioni dalla riga di comando. Ad esempio digitando:

```
plot sin(x)
```

seguito da [Invio], si ottiene un semplice grafico della funzione $y=\sin(x)$.

Un'altra modalità, per molti aspetti più efficace, è quella di scrivere le istruzioni in un file di testo, usando ad esempio notepad, una istruzione per riga. Successivamente, dal menu 'File' scegliere la directory (cartella) dove si trova il file di testo contenente le istruzioni, come mostrato nella seguente figura:



e caricare il file, di nome ad esempio 'script.txt', dalla riga di comando con l'istruzione

```
load 'script.txt'
```

In ambiente Linux, usando il terminale, basta posizionarsi nella directory dello script, di nome ad esempio 'script.txt', e digitare

```
$ gnuplot script.txt
```

Mostriamo ora alcuni esempi significativi, parzialmente tratti dal sito web Moodle dell'autore di questo libro ([5]), consultabili entrando come "Ospite" su <https://www.a049.it> e poi nel corso "Geometricamente", dove è possibile trovare anche altra documentazione sul software.

1.1 Grafici di funzioni definite a tratti

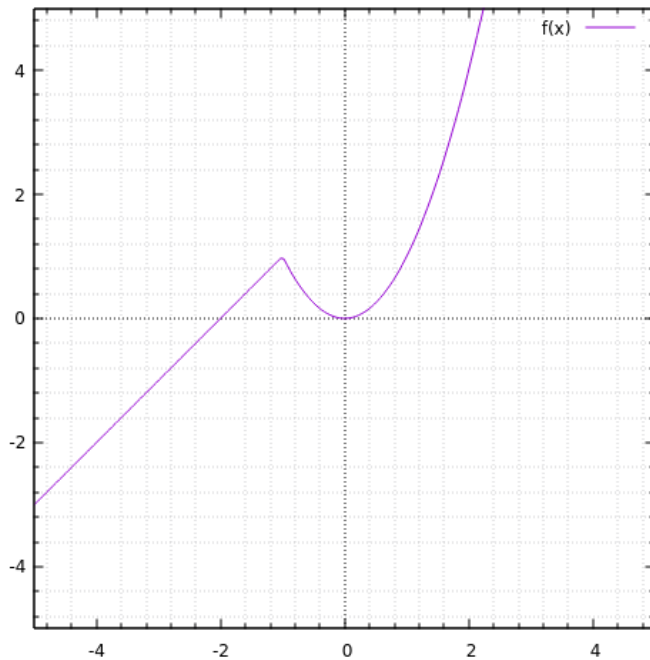
Eseguendo il seguente script

```

set size ratio 1
set zeroaxis
set grid mxtics mytics
set mxtics 5
set mytics 5
set xrange [-5:5]
set yrange [-5:5]
set samples 200
f(x) = x<-1 ? x+2 : x**2
plot f(x)
pause -1

```

si ottiene



1.2 Grafici di più funzioni nello stesso piano

Eseguendo il seguente script

```

set size ratio 1
set zeroaxis
set grid mxtics mytics
set mxtics 5

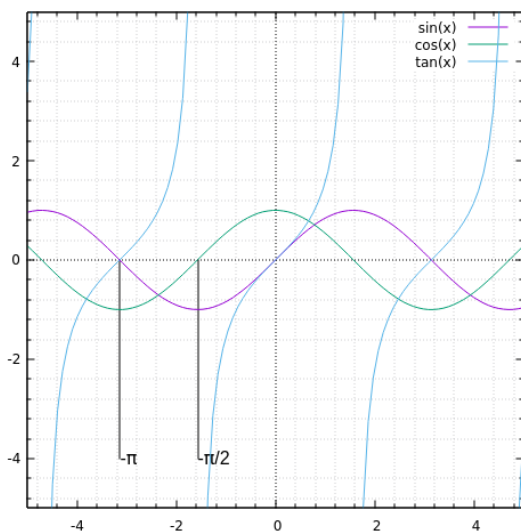
```

```

set mytics 5
set xrange [-5:5]
set yrange [-5:5]
set arrow 1 nohead from -pi,-4 to -pi,0
set arrow 2 nohead from -pi/2,-4 to -pi/2,0
set label 1 "-{/\Symbol p}" at -pi,-4 font "Arial,12"
set label 2 "-{/\Symbol p}/2" at -pi/2,-4 font "Arial,12"
plot sin(x),cos(x),tan(x)
pause -1

```

si ottiene



1.3 Superfici nello spazio

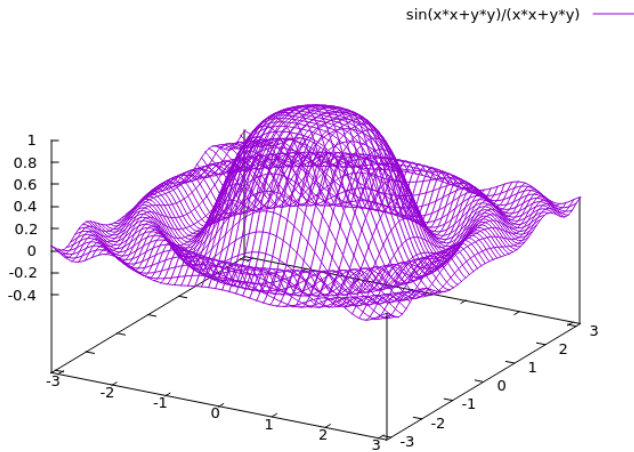
Le superfici nello spazio possono essere definite da funzioni in due variabili. Eseguendo il seguente script

```

set xrange [-pi:pi]
set yrange [-pi:pi]
set isosamples 50,50
splot sin(x*x+y*y)/(x*x+y*y)
pause -1

```

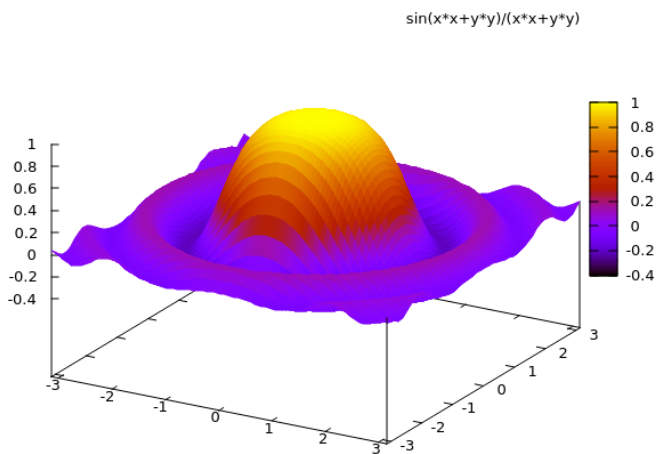
si ottiene



oppure, utilizzando l'opzione "pm3d"

```
set xrange [-pi:pi]
set yrange [-pi:pi]
set isosamples 50,50
splot sin(x*x+y*y)/(x*x+y*y) w pm3d
pause -1
```

si ottiene



Capitolo 3

LTspice

Riportiamo quanto descritto nella pagina del sito di distribuzione:

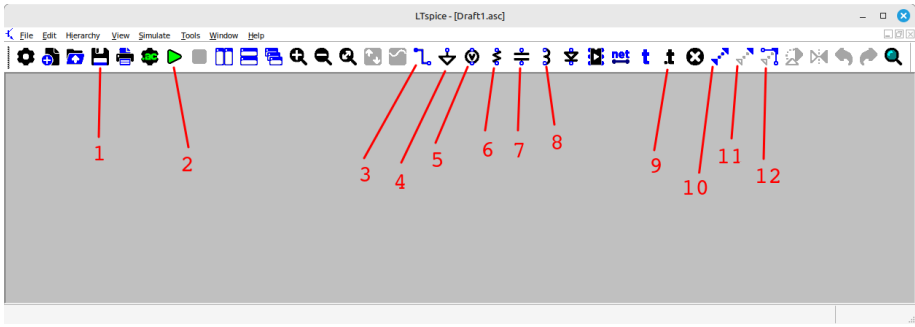
<https://ltspice.it.softonic.com>:

“LTspice è un software gratuito di progettazione grafica che consente di creare progetti di circuiti. Sviluppato da Analog Devices ¹, questo programma è un simulatore di circuiti elettronici alogeni basato su SPICE, in grado di analizzare le prestazioni dei progetti di circuiti prima di realizzarne il prototipo. Offre varie funzioni, che sia i principianti che gli utenti avanzati apprezzeranno. Inoltre, dispone di una vasta documentazione online di riferimento. ...

SPICE o “Simulation Program with Integrated Circuit Emphasis” (Programma di simulazione con enfasi sui circuiti integrati) è un simulatore di circuiti elettronici analogici open-source, utilizzato nella progettazione di circuiti integrati. La sua funzione è quella di verificare l'integrità dei progetti e di prevederne il comportamento prima che il progetto stesso venga realizzato. Questo programma è diventato popolare essendo abbastanza stabile e veloce, oltre che pratico e facile da usare. Tra i tanti software realizzati sul modello SPICE figura **LTspice**, che ha aggiunto miglioramenti alle caratteristiche del programma originale.”

L'interfaccia del programma, dal menu: File→New Schematic, è rappresentata nella seguente figura.

¹<https://www.analog.com/en/resources/design-tools-and-calculators/ltspice-simulator.html>

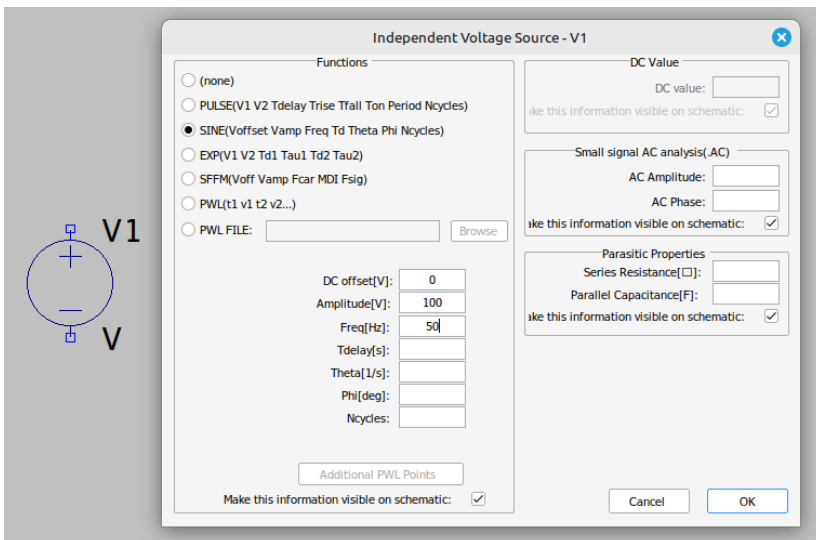


Illustriamo il suo utilizzo di base tramite alcuni esempi.

3.1 Circuito RLC: analisi nel dominio del tempo

Per prima cosa disegniamo il circuito RLC serie, con un generatore di tensione alternata.

Selezioniamo, dal menu degli strumenti, il generatore (5) e lo fissiamo col tasto sinistro del mouse nell'area di disegno; poi premiamo il tasto [Esc] per eliminare la duplicazione automatica del componente. Successivamente, cliccandoci sopra col tasto destro del mouse, poi su [Advanced], inseriamo i suoi dati caratteristici: come rappresentato nella figura seguente.



Selezioniamo ora un resistore (6) e, prima di fissarlo col tasto sinistro del mouse, lo ruotiamo con Ctrl+r. Successivamente, cliccandoci sopra col tasto destro del mouse, inseriamo i suoi dati caratteristici: come rappresentato nella figura seguente.