

CLAUDIO FIANDRINO

INTRODUZIONE ALL'USO DI TIKZ IN
INGEGNERIA



INTROINGTIKZ VERSIONE DEL 2014/03/18

Associati anche tu al G_JT

[Fai click per associarti](#)

L'associazione per la diffusione di T_EX in Italia riconosciuta ufficialmente in ambito internazionale, si sostiene *unicamente* con le quote sociali.

Se anche tu trovi che questa guida tematica gratuita ti sia stata utile, il mezzo principale per ringraziare gli autori è diventare socio.

Divenendo soci riceverete gratuitamente:

- l'abbonamento alla rivista *ArsT_EXnica*;
- il DVD T_EX Collection;
- l'esclusivo tipometro realizzato da Massimo Caschili.

L'adesione al G_JT prevede un quota associativa compresa tra 12,00 € e 70,00 € a seconda della tipologia di adesione prescelta e ha validità per l'anno solare in corso.

LICENZA

Questa guida è rilasciata con licenza [CC BY-NC-SA 3.0](http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/) (si veda come riferimento: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/>) o versioni successive.

Tu sei libero di riprodurre, distribuire, comunicare al pubblico e modificare quest'opera alle seguenti condizioni:

- **ATTRIBUZIONE:** Devi attribuire la paternità dell'opera nei modi indicati dall'autore o da chi ti ha dato l'opera in licenza e in modo tale da non suggerire che essi avallino te o il modo in cui tu usi l'opera.
- **NON COMMERCIALE:** Non puoi usare quest'opera per fini commerciali.
- **CONDIVIDI ALLO STESSO MODO:** Se alteri o trasformi quest'opera, o se la usi per crearne un'altra, puoi distribuire l'opera risultante solo con una licenza identica o equivalente a questa.

PRESENTAZIONE

Nel corso della propria carriera accademica, almeno *una volta* si è chiamati a produrre un elaborato scritto. Se si è intrapresa la strada dell'Ingegneria dell'informazione, poi, negli elaborati in questione si noterà facilmente di quanto la parte grafica sovrasti per importanza il resto del documento. L'antico adagio “un'immagine val più di mille parole”, in una tesi di laurea si traduce in *grafici precisi e schemi rappresentativi del problema*.

A soccorrere gli studenti interviene il *disegno programmato*, il quale non dovrebbe rappresentare una difficoltà insormontabile, dato che la predisposizione a ‘scrivere codice’ appartiene alla dotazione naturale di chi sceglie questo tipo di studi.

Questa breve *Introduzione* è divisa idealmente in due parti: il primo capitolo introduce i rudimenti di *TikZ*; quelli successivi presentano e commentano diversi esempi applicati a vari campi della materia.

Per i preziosi commenti, i suggerimenti, le email e gli esempi inviati, ringrazio qui alcuni frequentatori del forum [GJIT](#) OldClaudio, Liverpool, Elrond e Claudio. Un ringraziamento particolare va a Tommaso Gordini per la disponibilità alla revisione del testo e a Francesco Clemente, autore delle figure nei due nuovi capitoli di questa versione.

Claudio Fiandrino

claudio dot fiandrino at gmail dot com

INDICE

PRESENTAZIONE E RINGRAZIAMENTI	III
INDICE	V
ELENCO DELLE FIGURE	VII
1 INTRODUZIONE GENERALE	1
1.1 Finalità della guida e riferimenti	1
1.2 Introduzione a <i>TikZ</i>	5
2 DATABASE	9
2.1 Modello relazionale	9
2.2 Analisi di query	11
2.3 Modello concettuale per data warehouse	13
3 ELETTRONICA	16
3.1 Circuiti	16
3.2 Diagrammi di Bode	24
3.3 Grafici di segnali digitali	25
3.4 Maschera di un filtro	27
4 ELETTROMAGNETISMO	29
4.1 Propagazione di un'onda elettromagnetica	29
4.2 Composizione dello spettro di onde elettromagnetiche	30
5 RETI	33
5.1 Analisi di sistemi a coda	33
5.1.1 Catene di Markov	33

INDICE

5.1.2	Grafico utenti nel sistema	36
5.1.3	Uno schema	39
5.2	Reti wireless	40
5.3	Sistemi P2P	42
6	TEORIA DEI SEGNALI	48
6.1	Segnali a tempo continuo	48
6.2	Sequenze numeriche	50
7	MECCANICA	54
7.1	Solido di Cauchy	54
7.2	Prove di trazione	55
7.3	Teoria della trave	57
7.4	Schemi cinematici con forze applicate	61
7.5	Schemi statici e diagrammi di corpo libero	64
8	ESEMPI VARI	68
8.1	Grafici realizzati con <code>pgfplots</code>	68
8.2	Un diagramma di flusso	71
8.3	Un metodo per evidenziare parti di testo	73
8.4	Matrici	75
	BIBLIOGRAFIA	81

ELENCO DELLE FIGURE

1.1	Numero di domande per alcuni argomenti poste sul forum TeX.StackExchange al 18-03-2014	1
2.1	Modello relazionale di un database	10
2.2	Analisi di query	12
2.3	Modello concettuale per datawarehouse	13
3.1	Circuito passa-alto	16
3.2	Circuito equivalente di un filtro a capacità commutate	19
3.3	Circuiti logici realizzati con <i>circuitikz</i>	21
3.4	Circuiti logici realizzati con le librerie interne	23
3.5	Diagrammi di Bode modulo e fase	24
3.6	Grafici di segnali digitali	26
3.7	Grafico di una maschera di un filtro	27
4.1	Propagazione di un'onda elettromagnetica nello spazio	29
4.2	Composizione dello spettro delle onde elettromagnetiche	31
5.1	Catena di Markov semplice	34
5.2	Catena di Markov con descrittore complesso	35
5.3	Rappresentazione dell'evoluzione temporale del numero di utenti in coda	37
5.4	Ritardo nella comunicazione introdotto dalla presenza di una coda	39
5.5	Raggio di trasmissione ed interferenza	40
5.6	Comunicazioni fra nodi Bluetooth appartenenti a diversi piconet	41
5.7	Topologia logica e fisica in un sistema P2P	43
5.8	Passaggi per distribuire un torrent	45

ELENCO DELLE FIGURE

5.9	Vicini di primo e secondo livello di un utente. In arancione è l'utente di riferimento, in azzurro i vicini di primo livello e in lilla quelli di secondo	47
6.1	Grafico qualitativo del segnale a tempo continuo $x(t)$	48
6.2	Grafico qualitativo del segnale $Y(f)$	49
6.3	Grafico sequenza numerica $x(n)$	50
6.4	Realizzazione grafica della sequenza $y(n)$	51
6.5	Risposta all'impulso	52
7.1	Il solido di Cauchy	54
7.2	Schematizzazione di un provino per le prove di trazione uni-assiali	56
7.3	Trave a sezione circolare sottoposta a trazione pura	57
7.4	Trave a sezione circolare sottoposta a flessione semplice	58
7.5	Trave a sezione circolare sottoposta a forza normale eccentrica	59
7.6	Trave a sezione circolare sottoposta a torsione	60
7.7	Quadrilatero articolato	61
7.8	Quadrilatero articolato incrociato	63
7.9	Schema di una struttura sottoposta a carichi e vincoli statici .	65
8.1	Massimo flusso di traffico in rete	69
8.2	Grafico funzione di ripartizione variabile casuale normale	71
8.3	Diagramma di flusso	72
8.4	La diapositiva creata	75
8.5	Esempi di matrici	76

1.1 FINALITÀ DELLA GUIDA E RIFERIMENTI

I due linguaggi per il disegno programmato più diffusi oggi sono *TikZ*/PGF (d'ora in poi *TikZ*) e PSTricks. Come riferimento per quest'*Introduzione* s'è scelto il primo dei due, sia per i risultati migliori (nonostante la qualità dei disegni sia altissima per entrambi) sia per la maggiore diffusione tra gli utenti. Ad avallare la seconda motivazione, si osservi la figura 1.1: il grafico mostra in forma d'ortogramma il numero di domande per alcuni argomenti poste sul forum TeX.StackExchange fino al 18-03-2014: *TikZ* interessa molto più di altri argomenti del mondo L^AT_EX.

La popolarità in costante aumento di *TikZ* ha suggerito agli sviluppatori di creare editor dedicati al disegno programmato o moduli d'espansione per

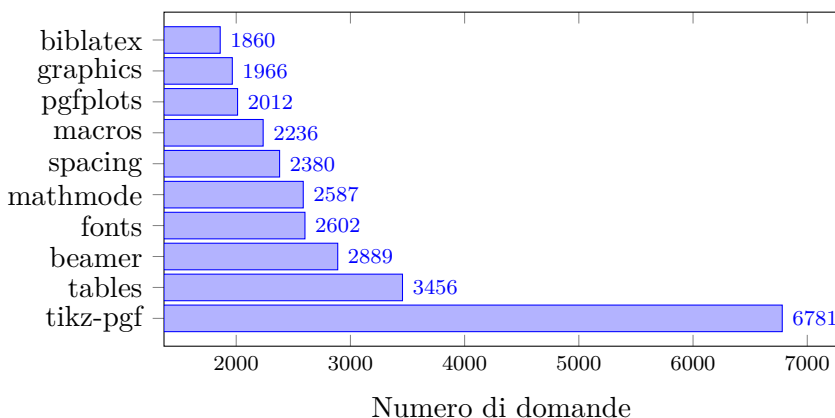


Figura 1.1 Numero di domande per alcuni argomenti poste sul forum TeX.StackExchange al 18-03-2014

quelli esistenti. Tra tutti quelli che si potrebbero nominare (non è facile selezionarne un campione eccellente, perché le esigenze dei singoli utenti sono variegate) si ricordano:

- Inkscape, MATLAB, Octave e GeoGebra, che permettono di disegnare figure e grafici ed esportarli in codice `TikZ`;
- TikZEdit e Ktikz (per KDE), e Qtikz (per QT), editor semigrafici nei quali si scrive il codice `TikZ` in una finestra e se ne vede immediatamente il risultato in un'altra.

È legittimo, a questo punto, porsi una domanda: «perché dovrei imparare *un altro* linguaggio di programmazione quando già ci sono validi editor per disegni e grafici?». Lasciamo rispondere un esperto, Andrew Stacey:¹

I'm going to explain why I use `TikZ` instead of a graphical package such as Inkscape. I think my reasoning is actually why I use a programming system rather than a graphical system, so would equally apply to PSTricks or other such.

- **Precision** I'm a bit fanatical about getting stuff in the actual right place, not just what looks okay. Your diagram would look not so polished if the Maps didn't line up exactly - it might not be obvious why, but looking at it one would have a feeling of it not being quite right. It's easier to program precision than drag-and-drop it.
- **Repetition** There's a lot that's the same in the diagram. Lots of pieces have the same style, the same layout. Again, it's easier to program these than drag-and-drop them. I expect that programs like Inkscape have lots of shortcuts for "apply the same style to all of these", but I'd also imagine that it's easy to miss out one aspect, or include one aspect too many.
- **Variation** I'm never happy with how things turn out the first time. I frequently want to change little things until I'm happy

¹L'intervento di Andrew Stacey è tratto da (STACEY, 2012)

with them. Being able to change just one thing and have a whole lot depend on that one change makes this much easier. So defining a style and changing that, or basing a sub-diagram at a particular coordinate, makes it easier to vary things until I'm happy.

- **Repetition** I do a lot of diagrams, but not so many that I'm a graphical designer. Every time that I do a new diagram there's a certain amount of *I've done something like this before, how did I do it?* with subsequent cut-and-pasting. When I use a graphical system then all of the *How did I do it?* information is lost. I can cut-and-paste actual objects, but it's rarely the objects that I want to copy - it's the "how did I get that particular effect" that I want to copy. When programming a diagram, all of this is laid out in an easily copy-able form.

For me, this last one is the reason *TikZ* fits so well into my workflow. It's the same with \TeX itself. Every so often I find myself sitting in front of OpenOffice (or worse) and thinking, "How did I get the footer to stay on the bottom last time? Yet again it's floating in the middle of the page!". Then I have to remember the exact sequence of menus and options to do it. With \TeX then I look back at the old document where this happened, find the `\def\footerlocation{bottom}`, and copy it over. That is the real time-saver for me.

In conclusion, if you've only one or a small number of diagrams to do then the time saved/time spent lines may not cross for you. But if it's something that you'll do a lot, consider time learning to program your diagrams time well spent.

Questa guida si propone due scopi essenzialmente:

1. suggerire qualche campo dell'ingegneria cui *TikZ* possa essere applicato (database; elettronica ed elettromagnetismo; reti; teoria dei segnali; meccanica);
2. fornire una galleria d'esempi.

Per ciascun ambito considerato si forniranno uno o più esempi, corredati del relativo codice pronto per essere usato (o modificato all’occorrenza). Si noti che la composizione dei codici di questa guida richiede una distribuzione \TeX Live *completa e aggiornata*, altrimenti il risultato potrebbe non essere quello atteso.

Sebbene il codice mostrato sia in genere abbastanza “facile” e non richieda ulteriori spiegazioni, di seguito si suggeriscono alcune letture d’approfondimento:

- le guide introduttive di (NISI, 2009) (in italiano), (CRÉMER, 2011) (in inglese) e (TISSEAU e DUMA, 2011) (in francese);
- la guida sull’applicazione di \tikz all’economia di (GOULDING, 2011);
- la guida per eccellenza: la documentazione del pacchetto (TANTAU, 2010) (consultabile da terminale con `texdoc tikz`).

Perché un codice “facile”? Per due ragioni.

La prima coincide con la seconda delle motivazioni di cui si parlava sopra: questo documento non intende *spiegare* il codice \tikz (c’è la corposissima documentazione per scoprirlo) ma solo dare qualche esempio di come lo si possa *utilizzare* nel concreto. Per questo motivo il codice mostrato non sarà mai *il miglior* codice possibile (gli esperti sapranno certamente produrre soluzioni più eleganti e meno dispendiose), ma solo un codice *adatto* allo scopo.

La seconda risiede nell’idea fondamentale che ha guidato chi scrive: non sempre complicare il codice riducendone la lunghezza con sintassi esoteriche produce risultati migliori. Ben venga scrivere qualche riga in più, magari puramente ripetitiva, se ciò aiuta a mantenere la chiarezza: riguardando il codice anche dopo molto tempo (e i codici di alcuni disegni possono essere *davvero* lunghi), non si avrà difficoltà a individuarne le varie parti e modificarle se necessario.

Si considerino tutti gli esempi delle prossime pagine come riferimenti ‘di base’: traendo spunto da questa e altre guide, e aiutato dalla propria fantasia, il lettore potrà adattarli alla necessità contingente o crearne di nuovi.²

²Si vedano anche (TEXAMPLE.NET) e (ALTERMUNDUS.COM).

1.2. INTRODUZIONE A TIKZ

1.2 INTRODUZIONE A TIKZ

Questa sezione presenta gli elementi essenziali del codice TikZ usato nei prossimi esempi.

Innanzitutto è importante distinguere tra due tipi di grafico:

- grafici prodotti a partire da risultati sperimentali (contenuti, per esempio, in file esterni da dare “in pasto” al programma);
- grafici prodotti *ad hoc* (cioè dal nulla).

I primi si realizzano tramite il pacchetto *pgfplots* (un’estensione di TikZ compresa in TeX Live), il cui funzionamento è spiegato, per esempio in (PANTIERI e GORDINI, 2012). I secondi, realizzabili sia con *pgfplots* sia con il solo TikZ, costituiscono l’argomento di questa guida.

SEGMENTI

Si disegna un segmento con:

```
\draw[opzioni] (coordinate pt iniziale)--(coordinate pt finale);
```

NODI E INSERIMENTO DEL TESTO

Un *nodo* è un qualsiasi oggetto (predefinito da TikZ o definito dall’utente) che abbia una posizione e al quale sia assegnato un testo. Si può definirne la posizione in due modi:

- *assoluto*, cioè assegnandogli a mano le coordinate nello spazio;
- *relativo*, cioè stabilendone la posizione a partire da quella di un altro nodo.

La sintassi generale per il primo modo è:

```
\node[opzioni] (label) at (coordinata pt) {testo};
```

Quella per il secondo è:

```
\node (ciao) at(0,0) {ciao};  
\node at (ciao.south){ciao ciao};
```

Si noti quanto segue:

CAPITOLO 1. INTRODUZIONE GENERALE

- per evitare problemi in questo secondo caso, si ricordi di assegnare *sempre* un'⟨*etichetta*⟩ ai nodi, di qualunque tipo siano;
- si consiglia di impratichirsi inizialmente con il primo modo, e di passare al secondo solo in seguito (alcuni esempi in questa guida usano anche i riferimenti relativi).

I due costrutti appena visti sono utili per inserire del testo dopo aver disegnato un segmento (come quando si deve assegnare l'etichetta a un asse cartesiano, per esempio). Le istruzioni:

```
\draw[opzioni] (coordinate pt iniziale)--(coordinate pt finale)
  node[opzioni] (label){testo};
```

evita di dover ridefinire la posizione del nodo in quanto coincide automaticamente con (coordinate pt finale).

COLLEGARE NODI

Le istruzioni:

```
\path (label pt iniziale) edge[opzioni] (label pt finale);
```

servono per collegare due nodi tra loro.

INSERIMENTO AUTOMATICO

Il comando `\foreach` permette di inserire automaticamente nodi con caratteristiche simili (per forma e colore) in diversi luoghi della figura.

DEFINIRE NUOVI OGGETTI

Si possono definire nuovi oggetti (uno stile, nel prossimo esempio) all'apertura dell'ambiente `tikzpicture`:

```
\begin{tikzpicture}[nomestile/.style={opzioni}]
..
\end{tikzpicture}
```

oppure con il comando:

```
\tikzset{nomestile/.style={opzioni}}
```

che può essere dato nelle consuete tre posizioni:

- nel preambolo, per una sua applicazione *globale*;

1.2. INTRODUZIONE A TIKZ

- immediatamente prima di aprire `tikzpicture`, per applicarlo da quel punto alla fine del documento;
- dentro `tikzpicture`, per una sua applicazione *locale*.

TikZ, come altri pacchetti grafici, mette a disposizione numerose *librerie*, cioè raccolte di comandi, ambienti e altre funzioni particolari destinate a uno scopo specifico. Le librerie si caricano con il comando

```
\usetikzlibrary{nome-libreria}
```

Tra le librerie più usate (l'elenco completo si trova nella documentazione del pacchetto) si ricordano:

- `positioning` per definire la posizione dei nodi in modo relativo;
- `shadows` per ombreggiare gli oggetti;
- `shapes` per inserire forme predefinite (rettangoli, ellissi, rombi, eccetera) tramite appositi comandi.

I PACCHETTI GIÀ CARICATI DA TIKZ

TikZ carica i seguenti pacchetti esterni:

- *graphics*;
- *keyval*;
- *xcolor*.

In un documento occorre sempre prestare attenzione all'ordine con cui vengono caricati i pacchetti per evitare il famoso errore `Option clash`. Facendo riferimento a TikZ, è molto facile cadere in errore, specialmente con *xcolor*. Per non sbagliare quindi, quando si vuole caricare uno dei precedenti pacchetti utilizzando particolari opzioni:

- si carichi il pacchetto *prima* di TikZ:

```
\usepackage[table]{xcolor}  
\usepackage{tikz}
```

- si utilizzi `\PassOptionsToPackage{table}{xcolor}` *prima* di `\documentclass`:

CAPITOLO 1. INTRODUZIONE GENERALE

```
\PassOptionsToPackage{table}{xcolor}  
\documentclass{article}  
\usepackage{tikz}
```

Nel caso non occorranopzioni particolari, si consiglia di caricare solo *TikZ*. Nella guida si è seguita questa strada.

I PACCHETTI CHE CARICANO *TikZ*

I pacchetti utilizzati in questa guida che caricano automaticamente *TikZ* sono:

- *pgfplots*;
- *circuitikz*.

Se sono necessari alla redazione di un documento, scrivere nel preambolo:

```
\usepackage{pgfplots,tikz}
```

non è buona norma.

Essendo questo il primo capitolo in cui s'illustrano esempi, il codice mostrato è volutamente prolisso: anziché usare `foreach` per limitarne le righe, infatti, s'è preferito riportare tutte le definizioni di nodi, forme e linee di collegamento.

2.1 MODELLO RELAZIONALE

La figura 2.1 mostra il modello relazionale di un database.

```

1 \documentclass{article}
2 \usepackage{tikz}
3 \newcommand{\mysize}[1]{\footnotesize{\textbf{#1}}}
4 \begin{document}
5 \begin{tikzpicture}[blue,thick,text=blue!60,scale=0.9]
6 % Load Balancers
7 \draw[rounded corners, blue] (-0.,6) rectangle (3,11);
8 \node at (1.5,10.5){\mysize{Balancers}};
9 \draw[thin](0,10)--(3,10);
10 \node at (1.5,9.5){\mysize{id\_lb}};
11 \node at (1.5,9){\mysize{infodist\_lb}};
12 \node at (1.5,8.5){\mysize{data\_acc\_lb}};
13 \node at (1.5,8){\mysize{refresh\_lb}};
14 \node at (1.5,7.5){\mysize{num\_ports}};
15 \node at (1.5,7){\mysize{state}};
16 % Switches
17 \draw[rounded corners, blue] (0,12) rectangle (3,17);
18 \node at (1.5,16.5){\mysize{Switches}};
19 \draw[thin,blue](0,16)--(3,16);
20 \node at (1.5,15.5){\mysize{id\_s}};
21 \node at (1.5,15){\mysize{managed\_s}};
22 \node at (1.5,14.5){\mysize{data\_acc\_s}};
23 \node at (1.5,14){\mysize{refresh\_s}};
24 \node at (1.5,13.5){\mysize{num\_ports}};
25 \node at (1.5,13){\mysize{state}};
26 % Ips
27 \draw[rounded corners, blue] (5,12) rectangle (8,17);

```

CAPITOLO 2. DATABASE

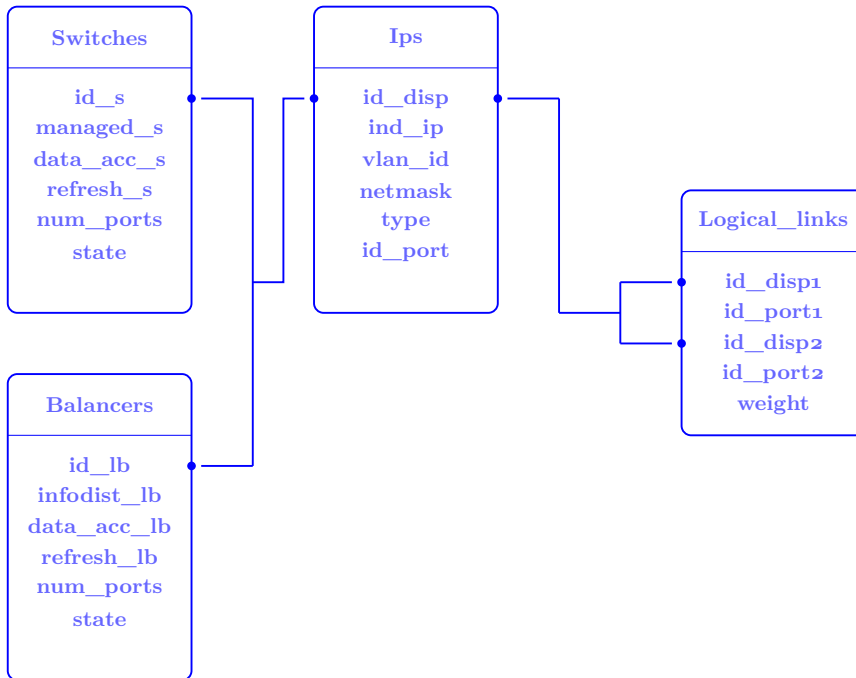


Figura 2.1 Modello relazionale di un database

```

28 \node at (6.5,16.5){\mysize{Ips}};
29 \draw[thin](5,16)--(8,16);
30 \node at (6.5,15.5){ \mysize{id\_disp}};
31 \node at (6.5,15){ \mysize{ind\_ip}};
32 \node at (6.5,14.5){\mysize{vlan\_id}};
33 \node at (6.5,14){\mysize{netmask}};
34 \node at (6.5,13.5){\mysize{type}};
35 \node at (6.5,13){\mysize{id\_port}};
36 % Links Table
37 \draw[rounded corners, blue] (11,10) rectangle (14,14);
38 \node at (12.5,13.5){\mysize{Logical\_links}};
39 \draw[thin](11,13)--(14,13);
40 \node at (12.5,12.5){ \mysize{id\_disp1}};
41 \node at (12.5,12){\mysize{id\_port1}};
42 \node at (12.5,11.5){ \mysize{id\_disp2}};
43 \node at (12.5,11){ \mysize{id\_port2}};
44 \node at (12.5,10.5){\mysize{weight}};
45 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
46 % Collegamenti
47 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
  
```

2.2. ANALISI DI QUERY

```
48 % Punti
49 \fill[blue] (3,9.5) circle(2pt);
50 \node (lb) at (3,9.5){};
51 \fill[blue] (3,15.5) circle(2pt);
52 \node (s) at (3,15.5){};
53 \fill[blue] (8,15.5) circle(2pt);
54 \node (ip) at (8,15.5){};
55 \fill[blue] (5,15.5) circle(2pt);
56 \node (ip2) at (5,15.5){};
57 \fill[blue] (11,12.5) circle(2pt);
58 \node (log_id_disp1) at (11,12.5){};
59 \fill[blue] (11,11.5) circle(2pt);
60 \node (log_id_disp2) at (11,11.5){};
61 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
62 % Linee
63 \draw(lb)--(4,9.5);
64 \draw(s)--(4,15.5)--(4,9.5);
65 \draw(4,12.5)--(4.5,12.5)--(4.5,15.5)--(ip2);
66 \draw(ip)--(9,15.5);
67 \draw(9,12)--(9,15.5);
68 \draw(10,11.5)--(10,12.5);
69 \draw(9,12)--(10,12);
70 \draw(log_id_disp1)--(10,12.5);
71 \draw(log_id_disp2)--(10,11.5);
72 \end{tikzpicture}
73 \end{document}
```

Si possono ottenere risultati decisamente migliori di questo con il pacchetto di ([CALADO](#)).

2.2 ANALISI DI QUERY

Si può rappresentare graficamente l'analisi di complessità di una query con un albero in cui le foglie sono le tabelle di partenza e la radice il risultato finale. Molto spesso lo schema riporta anche il *numero di tuple* considerate in un determinato livello e il *fattore di riduzione* ottenuto. La figura 2.2 mostra un esempio in cui questi ultimi due parametri sono evidenziati con colori diversi.

```
1 \documentclass{article}
2 \usepackage{amsmath,amssymb}
3 \usepackage{tikz}
4 \begin{document}
5 \begin{tikzpicture}
6 \node at (4,2) (a)
7   {\$\pi_{\text{C.CName, M.PCode, SUM (M.DurationInHours)}}\$};
8 \node at (4,1) (b) {\$\sigma_{\text{AVG}(*)> 10}\$};
9 \node at (4,0) (c)
```

CAPITOLO 2. DATABASE

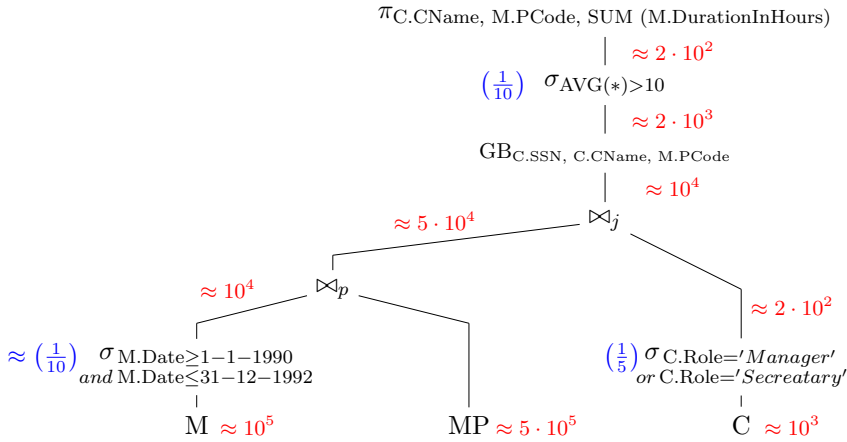


Figura 2.2 Analisi di query

```

10   {\footnotesize{GB}}_{\text{C.SSN, C.CName, M.PCode}}};
11   \node at (4, -1) (d) {\bowtie_j};
12   \node at (0, -2) (e) {\bowtie_p};
13   \node at (-2, -4) (g) {M};
14   \node at (-2, -3) (f) {\sigma_{\text{M.Date} \geq 1-1-1990}};
15   \node at (-2, -3.3) (f1) {\sigma_{\text{and M.Date} \leq 31-12-1992}};
16   \node at (6, -3) (i) {\sigma_{\text{C.Role} = 'Manager'}};
17   \node at (6, -3.3) (i1) {\sigma_{\text{or } \text{C.Role} = 'Secretary'}};
18   \node at (2, -4) (h) {MP};
19   \node at (6, -4) (l) {C};
20   %%
21   \path (a) edge (b);
22   \path (b) edge (c);
23   \path (c) edge (d);
24   \draw (d) -- (6, -2);
25   \draw (d) -- (0, -1.5);
26   \path (0, -1.5) edge (e);
27   \path (6, -2) edge (i);
28   \path (l) edge (i1);
29   \path (-2, -2.5) edge (e);
30   \path (-2, -2.5) edge (f);
31   \path (2, -2.5) edge (h);
32   \path (2, -2.5) edge (e);
33   \path (g) edge (f1);
34   %%
35   \node[red] at (-1.25, -4) {\footnotesize{\approx 10^5}};
36   \node[red] at (3, -4) {\footnotesize{\approx 5 \cdot 10^5}};
37   \node[red] at (6.75, -4) {\footnotesize{\approx 10^3}};
38   \node[red] at (6.75, -2.25)

```

2.3. MODELLO CONCETTUALE PER DATA WAREHOUSE

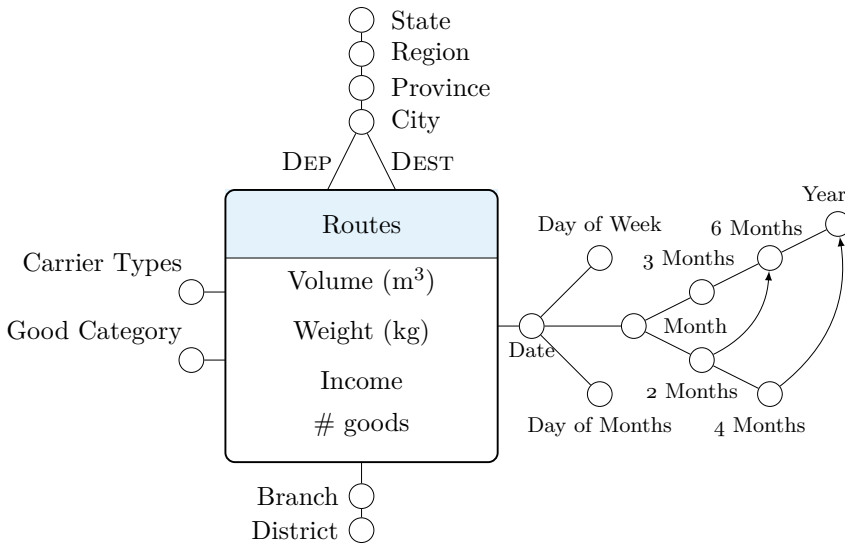


Figura 2.3 Modello concettuale per datawarehouse

```

39   {\footnotesize{\approx 2\cdot 10^2}};
40   \node[red,left] at (-1,-2) {\footnotesize{\approx 10^4}};
41   \node[red] at (1.5,-1) {\footnotesize{\approx 5\cdot 10^4}};
42   \node[red] at (5,-0.5) {\footnotesize{\approx 10^4}};
43   \node[red] at (5,0.5) {\footnotesize{\approx 2\cdot 10^3}};
44   \node[red] at (5,1.5) {\footnotesize{\approx 2\cdot 10^2}};
45   %
46   \node[blue] at (-4.25,-3)
47     {\small{\approx \left(\frac{1}{10} \right) }};
48   \node[blue] at (4.25,-3) {\small{\approx \left(\frac{1}{5} \right) }};
49   \node[blue] at (2.5,1) {\small{\approx \left( \frac{1}{10} \right) }};
50   \end{tikzpicture}
51   \end{document}

```

2.3 MODELLO CONCETTUALE PER DATA WAREHOUSE

La figura 2.3 mostra come si possono rappresentare le relazioni che intercorrono fra le varie componenti di un datawarehouse.

Il relativo codice è:

```

1   \documentclass{article}
2   \usepackage{amsmath,amssymb}

```

CAPITOLO 2. DATABASE

```

3 \usepackage{tikz}
4 \definecolor{cerulean}{cmyk}{0.94,0.11,0,0}
5 \begin{document}
6 \begin{tikzpicture}[mynode/.style={circle,draw}]
7 %%%%%%%%%%%
8 \fill[cerulean!10](0,3)rectangle(4,4);
9 \draw[rounded corners, thick](0,0)rectangle(4,4);
10 \draw(0,3)--(4,3);
11 \node at (2,3.5) {Routes};
12 \node at (2,2.65) {Volume ( $\mathrm{m}^3$ )};
13 \node at (2,1.9) {Weight ( $\text{kg}$ )};
14 \node at (2,1.2) {Income};
15 \node at (2,0.55) {\# goods};
16 %%%%%%%%%%%
17 \node[mynode] at (2,5) (t_a) {};
18 \node [right]at (2.3,5) {City};
19 \node[mynode] at (2,5.5) (t_b) {};
20 \node[right] at (2.3,5.5) {Province};
21 \node[mynode] at (2,6) (t_c) {};
22 \node [right]at (2.3,6) {Region};
23 \node[mynode] at (2,6.5) (t_d) {};
24 \node [right]at (2.3,6.5) {State};
25 \path (1.5,4) edge node [left]{\textsc{Dep}} (t_a);
26 \path (2.5,4) edge node [right]{\textsc{Dest}} (t_a);
27 \path (t_a) edge (t_b);
28 \path (t_b) edge (t_c);
29 \path (t_c) edge (t_d);
30 %%%%%%%%%%%
31 \node[mynode] at (-0.5,2.5) (c_a) {};
32 \node [above left]at (-0.5,2.6) {Carrier Types};
33 \path (0,2.5) edge (c_a);
34 %%%%%%%%%%%
35 \node[mynode] at (-0.5,1.5) (g_a) {};
36 \node [above left]at (-0.5,1.6) {Good Category};
37 \path (0,1.5) edge (g_a);
38 %%%%%%%%%%%
39 \node[mynode] at (2,-0.5) (a_a) {};
40 \node [left]at (1.8,-0.5) {Branch};
41 \node[mynode] at (2,-1) (a_b) {};
42 \node [left]at (1.8,-1) {District};
43 \path (2,0) edge (a_a);
44 \path (a_b) edge (a_a);
45 %%%%%%%%%%%
46 \node[mynode] at (4.5,2) (r_a) {};
47 \node [below]at (4.5,1.9) {\footnotesize{Date}};
48 \node[mynode] at (5.5,1) (r_b) {};
49 \node [below]at (5.5,0.8) {\footnotesize{Day of Months}};
50 \node[mynode] at (5.5,3) (r_c) {};
51 \node [above]at (5.5,3.2) {\footnotesize{Day of Week}};
52 \node[mynode] at (6,2) (r_d) {};
53 \node [right]at (6.3,2) {\footnotesize{Month}};
54 \node[mynode] at (7,1.5) (r_e) {};

```

2.3. MODELLO CONCETTUALE PER DATA WAREHOUSE

```
55 \node [below] at (6.85,1.3) {\footnotesize{2 Months}};
56 \node[mynode] at (8,1) (r_g) {};
57 \node [below] at (7.85,0.8) {\footnotesize{4 Months}};
58 \node[mynode] at (7,2.5) (r_f) {};
59 \node [above] at (6.8,2.7) {\footnotesize{3 Months}};
60 \node[mynode] at (8,3) (r_h) {};
61 \node [above] at (7.8,3.2) {\footnotesize{6 Months}};
62 \node[mynode] at (9,3.5) (r_i) {};
63 \node [above] at (8.8,3.7) {\footnotesize{Year}};
64 \path (4,2) edge (r_a);
65 \path (r_a) edge (r_b);
66 \path (r_a) edge (r_c);
67 \path (r_a) edge (r_d);
68 \path (r_d) edge (r_e);
69 \path (r_e) edge (r_g);
70 \path (r_d) edge (r_f);
71 \path (r_f) edge (r_h);
72 \path (r_h) edge (r_i);
73 \path[-latex] (r_e) edge [bend right] (r_h);
74 \path[-latex] (r_g) edge [bend right] (r_i);
75 \end{tikzpicture}
76 \end{document}
```

3.1 CIRCUITI

Per realizzare i circuiti il pacchetto consigliato è *circuitikz* di (REDAELLI, 2011). Un primo, facile esempio, è un circuito passa-alto riportato in figura 3.1.

```

1 \documentclass{article}
2 \usepackage{circuitikz}
3 \begin{document}
4 \begin{circuitikz}
5 \draw (-1,0) to [R,l^=$R_1$,o-] (1.5,0);
6 \draw (1,0) to [C,l^=$C_1$] (3.82,-0.005);
7 \draw (3.25,0) to [short] (3.25,1.5);
8 \draw (5,-0.495) node[op amp]{};
9 \draw (3.8,-0.995)--(3.8,-2);
10 \node[ground] at (3.8,-2){};
11 \draw (3.25,1.5) to [R,l^=$R_2$] (6.5,1.5);
12 \draw (6.5,1.5)--(6.5,-0.5);

```

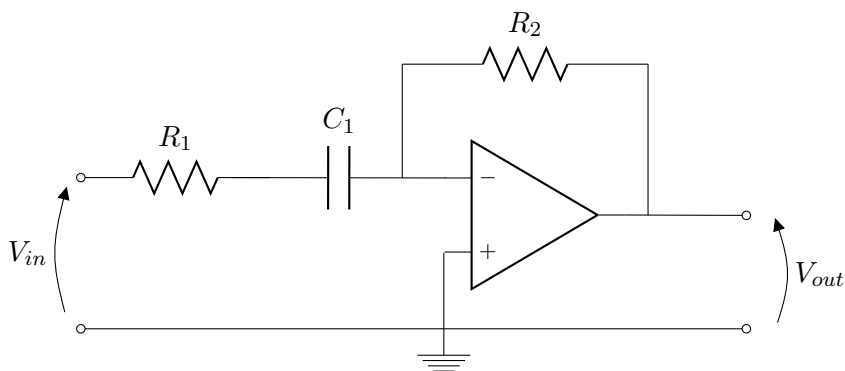


Figura 3.1 Circuito passa-alto

3.1. CIRCUITI

```
13 \draw (6.19,-0.495) to [short,-o] (7.8,-0.5){};
14 \draw (8.1,-0.55) to [open,v^<=$\, V_{out}\,$] (8.1,-2);
15 \draw (-1.1,0) to [open,v_<=$\,V_{in}\,$] (-1.1,-2);
16 \draw (-1,-2) to [short, o-o] (7.8,-2);
17 \end{circuitikz}
18 \end{document}
```

Si noti che le etichette delle tensioni d'ingresso e d'uscita sono scritte in modo matematico con uno spazio sottile prima e dopo: così facendo, le si possono distanziare dalla freccia senza troppe complicazioni, anche se in modo non troppo elegante. In verità, tramite apposite istruzioni il pacchetto permette di stabilire l'esatta distanza fra etichetta e freccia, ma la sintassi richiesta è piuttosto complicata.

I prossimi due codici, inviati rispettivamente dagli utenti del forum [GJT](#) Liverpool ed [Elrond](#), producono entrambi lo stesso circuito appena mostrato: è un chiaro esempio di come stili di programmazione diversi (si vedano le definizioni dei nodi assoluti e relativi) si equivalgano perfettamente.

```
1 % Codice di Liverpool
2 \documentclass{article}
3 \usepackage{amsmath}
4 \usepackage{circuitikz}
5
6 \begin{document}
7 \begin{circuitikz}
8 \draw
9 (0,0) to [R, l^=$R_1$, o-] (2,0)
10 (2,0) to [C, l^=$C_1$] (5,0)
11 (5,0) node [op amp, anchor=-] (op1) {}
12 let \p{op1.out}=(op1.out) in
13 (op1.+)-| (4.9,-2)
14 (4.5,0) -- (4.5,1.5) to [R, l^=$R_2$] (7.5,1.5) -- (7.5,\y{op1.out})
15 (op1.out) to [short, -o] (8,\y{op1.out})
16 (0,-2) to [short, o-o] (8,-2)
17 (-0.1,0) to [open, v_<=$V_{\mathrm{in}}$] (-0.1,-2)
18 (8.1,\y{op1.out}) to [open, v^<=$V_{\mathrm{out}}$] (8.1,-2)
19 ;
20 \end{circuitikz}
21 \end{document}
```

CAPITOLO 3. ELETTRONICA

```

1 % Codice di Elrond
2 \documentclass{article}
3 \usepackage{amsmath}
4 \usepackage{circuitikz}
5
6 \begin{document}
7 \begin{circuitikz}
8   \draw
9     (0,0) node [op amp, anchor=-] (op1) {}
10    (op1.-) to [C,l_1=$C_1$] ++(-2,0) to [R,l_1=$R_1$,o-] ++(-2,0)
11    (op1.-) -| ++(0,1.5) to [R,l_1=$R_2$] ++(2,0) -| (op1.out)
12    (op1.out) to [short, o-] ++(1,0)
13    ($ (op1.-) - (4,0)$) to [open, v_<=$V_\mathrm{in}$] ++(0,-2)
14    ($ (op1.out) + (1,0)$) to [open, v^<=$V_\mathrm{out}$] ++(0,-1.5)
15    to [short,o-] ($ (op1.+ ) - (0,1)$) node [shape=coordinate] (A) {}
16    (A) to [short,o-] ++(-4,0)
17    (A) -- ++(0,-0.5) node [ground] {}
18    (A) to (op1.+ )
19    ;
20 \end{circuitikz}
21 \end{document}

```

Nel prossimo esempio si sfruttano congiuntamente le risorse di TikZ e *circuitikz*: la soluzione migliore per evidenziare una porzione di circuito, infatti, è usare i comandi `\fill` o `\filldraw`. La figura 3.2 il circuito a resistenze equivalenti di un filtro a capacità commutate.

```

1 \documentclass{article}
2 \usepackage{circuitikz}
3 \definecolor{burntorange}{cmyk}{0,0.51,1,0}
4 \begin{document}
5 \begin{circuitikz}[scale=0.7]
6 \filldraw[burntorange,very thick,dashed,fill=orange!8] (5.4,-0.6)--
7 (5.6,-0.6)--(5.6,-1)--(7.1,-1)--(7.1,-4.2)--(16.5,-4.2)--(16.5,3)--
8 (5.4,3)--(5.4,-0.6);
9 \node[rounded corners,draw,fill=orange!8] at (10,4)
10 {\small{Blocco non invertente}};
11 \draw[-stealth](10,3.5)--(11,2.5);
12 %-----
13 \draw (-0.8,0) to [R,l_1=$R_1$,o-] (2,0);
14 \draw (2,0)--(2.8,0);
15 \node[scale=0.7,op amp] at (4,-0.5){};
16 \draw (5.2,-0.5) to [R,l_1=$R_1$,*-] (7.8,-0.5);
17 \node[scale=0.7,op amp] at (9,-1){};
18 \draw (10.2,-1) to [R,l_1=$R_4$,*-] (12.3,-1);
19 \node[scale=0.7,op amp] at (13.5,-1.5){};
20 \draw (14.7,-1.5) to [short,o-] (15.5,-1.5);
21 %-----
22 % morsetti a ground
23 \draw (12.3,-2)--(12.3,-3);

```

3.1. CIRCUITI

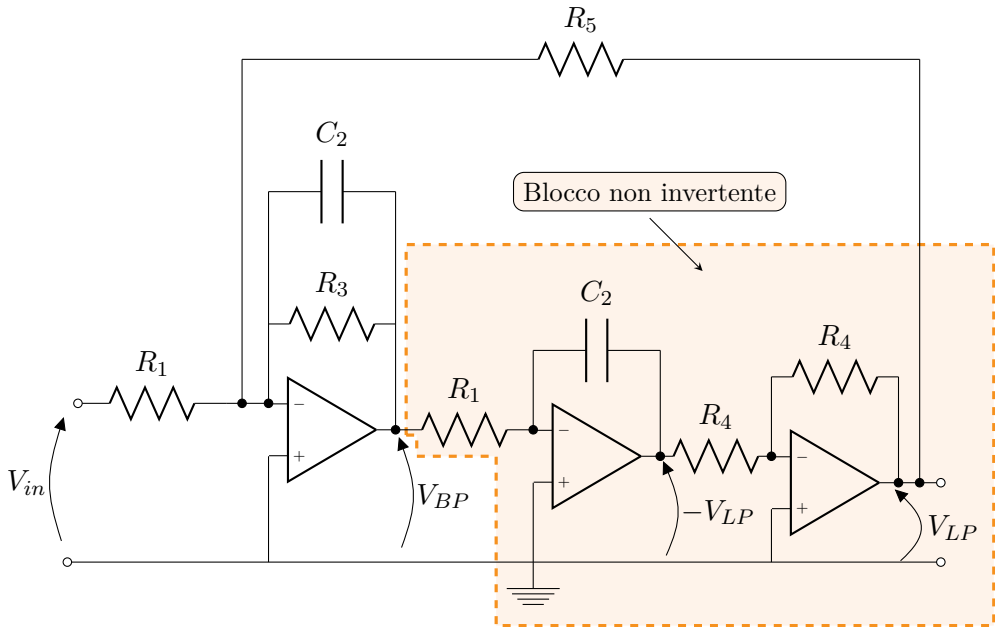


Figura 3.2 Circuito equivalente di un filtro a capacità commutate

```

24 \draw(7.8,-1.5)--(7.8,-3);
25 \draw(2.8,-1)--(2.8,-3);
26 \draw(-1,-3)to [short,o-o] (15.5,-3);
27 \node[ground] at (7.8,-3) {};
28 %-----
29 % invertente finale
30 \draw (12.3,-1)--(12.3,0.5);
31 \draw (14.7,-1.5)to[short,*-](14.7,0.5);
32 \draw (12.3,0.5) to[R,1^=$R_4$] (14.7,0.5);
33 %-----
34 % invertente di mezzo
35 \draw (7.8,-0.5)--(7.8,1);
36 \draw (10.2,-1)--(10.2,1);
37 \draw (7.8,1) to[C,1^=$C_2$] (10.2,1);
38 %-----
39 % invertente iniziale
40 \draw (2.8,0)to[short,*-](2.8,4);
41 \draw (5.2,-0.5)--(5.2,4);
42 \draw (2.8,1.5) to[R,1^=$R_3$] (5.2,1.5);
43 \draw (2.8,4) to[C,1^=$C_2$] (5.2,4);
44 %-----
45 % resistenza R_5

```

CAPITOLO 3. ELETTRONICA

```
46 \draw (15.1,-1.5) to [short,*-] (15.1,6.5);
47 \draw (2.3,0) to [short,*-] (2.3,6.5);
48 \draw (2.3,6.5) to[R,1^=$R_5$] (15.1,6.5);
49 %-----
50 % tensioni
51 \draw (-1,-2.9) to [open, v^>=$V_{in}$] (-1,-0.1);
52 \draw (5.2,-2.9) to [open, v>=$V_{BP}$] (5.2,-0.6);
53 \draw (10.2,-2.9) to [open, v>=$-V_{LP}$] (10.2,-1.2);
54 \draw (14.85,-2.8) to [open, v>=$V_{LP}$] (14.85,-1.9);
55 \end{circuitikz}
56 \end{document}
```

Il pacchetto *circuitikz* permette di realizzare anche circuiti logici. La figura 3.3 ne mostra alcuni esempi forniti da Claudio, un altro utente del forum [G.IT](#).

```
1 % Codice di Claudio
2 \documentclass[a4paper,11pt]{article}
3 \usepackage{circuitikz}
4
5 \begin{document}
6
7 \begin{circuitikz} \draw
8     (0,0)--(0,4)
9     (1,0)--(1,4)
10    (0,0) node[anchor=east] {A}
11    (1,0) node[anchor=east] {B}
12    (5,3.0) node[or port] (myor1) {}
13
14    (0,3.3)to[short, *-] (myor1.in 1)
15    (1,2.7)to[short, *-](myor1.in 2)
16    (2,1.8) node[not port] (mynot1) {}
17    (0,1.8)to[short, *-](mynot1.in)
18    (2,0.3) node[not port] (mynot2) {}
19    (1,0.3)to[short, *-](mynot2.in)
20    (5,1.1) node[or port] (myor2) {}
21    (mynot1.out)-|(myor2.in 1)
22    (mynot2.out)-|(myor2.in 2)
23    (7.0,2.0) node[and port] (myand1) {}
24    (myor1.out)-|(myand1.in 1)
25    (myor2.out)-|(myand1.in 2);
26 \end{circuitikz}
27 \begin{circuitikz} \draw
28     (0,0)--(0,4)
29     (1,0)--(1,4)
30     (0,0) node[anchor=east] {A}
31     (1,0) node[anchor=east] {B}
32     (5,3.0) node[and port] (myand1) {}
33     (2,3.3) node[not port] (mynot1) {}
34     (5,1.1) node[and port] (myand2) {}
35     (2,0.8) node[not port] (mynot2) {}
```

3.1. CIRCUITI

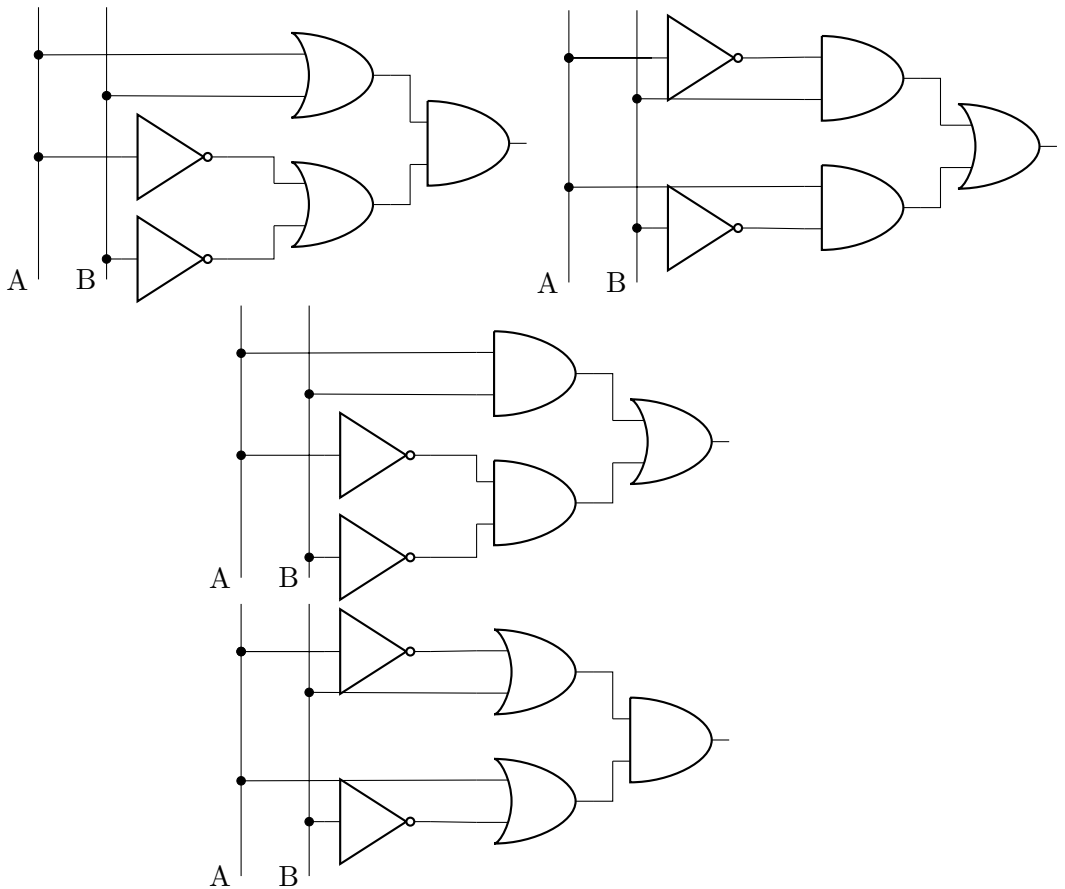


Figura 3.3 Circuiti logici realizzati con *circuitikz*

```

36      (7.0,2.0) node[or port] (myor1) {}
37      (0,3.3)to[short, *-] (mynot1.in)
38      (mynot1.out)--(myand1.in 1)
39      (1,2.7)to[short, *-](myand1.in 2)
40      (0,3.3)to[short, *-](mynot1.in)
41      (1,0.8)to[short, *-](mynot2.in)
42      (0,1.4)to[short, *-](myand2.in 1)
43      (mynot2.out)--(myand2.in 2)
44      (myand1.out)-|(myor1.in 1)
45      (myand2.out)-|(myor1.in 2);
46 \end{circuitikz}
47

```

CAPITOLO 3. ELETTRONICA

```

48 \begin{circuitikz} \draw
49     (0,0)--(0,4)
50     (1,0)--(1,4)
51     (0,0) node[anchor=east] {A}
52     (1,0) node[anchor=east] {B}
53     (5,3.0) node[and port] (myand1) {}
54
55     (0,3.3)to[short, *-] (myand1.in 1)
56     (1,2.7)to[short, *-](myand1.in 2)
57     (2,1.8) node[not port] (mynot1) {}
58     (0,1.8)to[short, *-](mynot1.in)
59     (2,0.3) node[not port] (mynot2) {}
60     (1,0.3)to[short, *-](mynot2.in)
61     (5,1.1) node[and port] (myand2) {}
62     (mynot1.out)-|(myand2.in 1)
63     (mynot2.out)-|(myand2.in 2)
64     (7.0,2.0) node[or port] (myor1) {}
65     (myand1.out)-|(myor1.in 1)
66     (myand2.out)-|(myor1.in 2);
67 \end{circuitikz}
68 \begin{circuitikz} \draw
69     (0,0)--(0,4)
70     (1,0)--(1,4)
71     (0,0) node[anchor=east] {A}
72     (1,0) node[anchor=east] {B}
73     (5,3.0) node[or port] (myor1) {}
74     (2,3.3) node[not port] (mynot1) {}
75     (5,1.1) node[or port] (myor2) {}
76     (2,0.8) node[not port] (mynot2) {}
77     (7.0,2.0) node[and port] (myand1) {}
78     (0,3.3)to[short, *-] (mynot1.in)
79     (mynot1.out)--(myor1.in 1)
80     (1,2.7)to[short, *-](myor1.in 2)
81     (0,3.3)to[short, *-](mynot1.in)
82     (1,0.8)to[short, *-](mynot2.in)
83     (0,1.4)to[short, *-](myor2.in 1)
84     (mynot2.out)--(myand2.in 2)
85     (myor1.out)-|(myand1.in 1)
86     (myor2.out)-|(myand1.in 2);
87 \end{circuitikz}
88 \end{document}

```

Per disegnare circuiti non occorre per forza appoggiarsi a pacchetti esterni: TikZ stesso, infatti, è corredato di alcune librerie utili allo scopo. La figura 3.4, che realizza un esempio inviato ancora da Claudio, lo dimostra.

```

1 % Codice di Claudio
2 \documentclass[a4paper,11pt]{article}
3 \usepackage{tikz}
4 \usetikzlibrary{shapes.gates.logic.US,shapes.gates.logic.IEC,calc}
5 \tikzset{branch/.style={fill,shape=circle,minimum size=3pt,

```

3.1. CIRCUITI

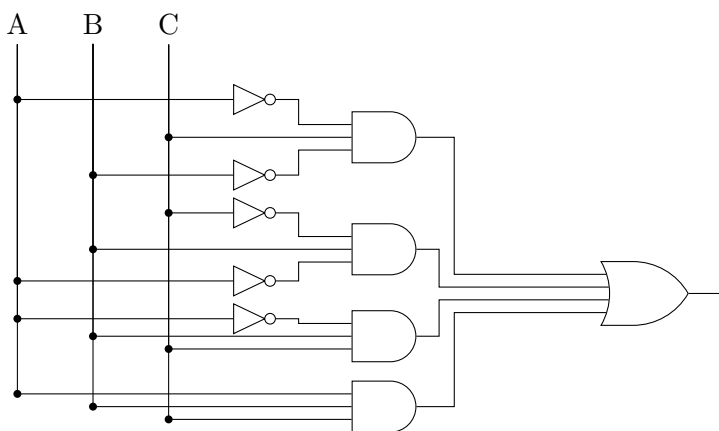


Figura 3.4 Circuiti logici realizzati con le librerie interne

```

6   inner sep=0pt}}
7
8   \begin{document}
9
10  \begin{tikzpicture}
11  \node (A) at (0,0) {A};
12  \node (B) at (1,0) {B};
13  \node (C) at (2,0) {C};
14  \node[not gate US, draw] at ($(A)+(3,-2)$) (Not1) {};
15  \node[not gate US, draw] at ($(B)+(2,-1)$) (Not2) {};
16  \node[not gate US, draw] at ($(B)+(2,-2.5)$) (Not3) {};
17  \node[not gate US, draw] at ($(B)+(2,-3.4)$) (Not4) {};
18  \node[not gate US, draw] at ($(B)+(2,-3.9)$) (Not5) {};
19  \node[and gate US, draw, logic gate inputs=nnn, anchor=input 2]
20  at ($(Not1.output-|Not2.output)+(1,.5)$) (and1){};
21  \node[and gate US, draw, logic gate inputs=nnn, anchor=input 3]
22  at ($(Not3.output-|Not4.output)+(1,-.65)$) (and2){};
23  \node[and gate US, draw, logic gate inputs=nnn, anchor=input 3]
24  at ($(Not5.output)+(1,-.4)$) (and3){};
25  \node[and gate US, draw, logic gate inputs=nnn, anchor=input 3]
26  at ($(and3)+(-.4,-1.1)$) (and4){};
27  \node[or gate US, draw, logic gate inputs=nnnn, anchor=input 2]
28  at ($(and2)+(3,-.5)$) (or1){};
29  \draw (B)|-node[branch] {}(Not1.input);
30  \draw (A)|-node[branch] {}(Not2.input);
31  \draw(C)|-node[branch] {}(and1);
32  \draw(Not1.output)--([xshift=0.3cm]Not1.output)|-(and1.input 3);
33  \draw(Not2.output)--([xshift=0.3cm]Not2.output)|-(and1.input 1);
34  \draw (C)|-node[branch] {}(Not3.input);
35  \draw (A)|-node[branch] {}(Not4.input);

```

CAPITOLO 3. ELETTRONICA

```
36 \draw(Not3.output)--([xshift=0.3cm]Not3.output)|-(and2.input 1);
37 \draw(Not4.output)--([xshift=0.3cm]Not4.output)|-(and2.input 3);
38 \draw(B)|-node[branch]{}(and2);
39 %
40 \draw(A)|-node[branch]{}(Not5.input);
41 \draw(Not5.output)--([xshift=0.3cm]Not5.output)|-(and3.input 1);
42 \draw(B)|-node[branch]{}(and3.input 2);
43 \draw(C)|-node[branch]{}(and3.input 3);
44 %
45 \draw(A)|-node[branch]{}(and4.input 1);
46 \draw(B)|-node[branch]{}(and4.input 2);
47 \draw(C)|-node[branch]{}(and4.input 3);
48 \draw(and1.output)--([xshift=0.5cm]and1.output)|-(or1.input 1);
49 \draw(and2.output)--([xshift=0.3cm]and2.output)|-(or1.input 2);
50 \draw(and3.output)--([xshift=0.3cm]and3.output)|-(or1.input 3);
51 \draw(and4.output)--([xshift=0.5cm]and4.output)|-(or1.input 4);
52 \draw(or1.output)--([xshift=0.5cm]or1.output)node[above]{};
53 \end{tikzpicture}
54 \end{document}
```

3.2 DIAGRAMMI DI BODE

I diagrammi di Bode per modulo e fase richiedono grafici “ad hoc”, per i quali si consiglia di usare esclusivamente TikZ. La figura 3.5 ne mostra una realizzazione.

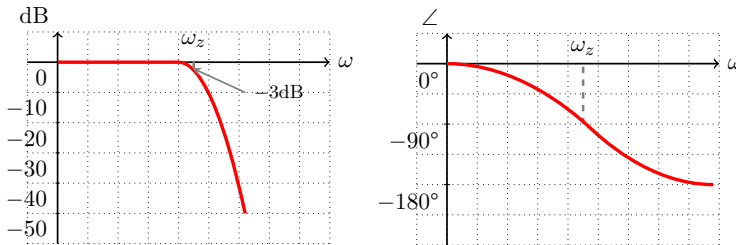


Figura 3.5 Diagrammi di Bode modulo e fase

```
1 \documentclass{article}
2 \usepackage{textcomp}
3 \usepackage{tikz}
4 \usepackage{amsmath,amssymb}
5 \begin{document}
6 \begin{center}
7 \begin{tikzpicture}
```


3.3. GRAFICI DI SEGNALI DIGITALI

```
8 \draw[dotted,step=.5cm] (-0.5,-0.5) grid (4.5,3);
9 \draw[->,thick] (0,-.5)--(0,3) node[above left] {$\mathrm{dB}$};
10 \draw[->,thick] (-.5,2.5)--(4.5,2.5) node[right] {$\omega$};
11 \foreach \y/\ytext in {0/-50,0.5/-40,1/-30,1.5/-20,2/-10,2.5/0}
12 \draw(1pt,\y cm) -- (-1pt,\y cm) node[anchor=north east]
13 {$\ytext$};
14 \draw[ultra thick,red] (0,2.5)--(2,2.5)parabola (3.1,0);
15 %-----
16 \draw[dashed,very thick,gray] (2.25,2.4)--(2.25,2.6)
17 node[above,black] {$\omega_z$};
18 \draw[thick, stealth-,gray] (2.23,2.4)--(3.1,2)
19 node[right,black] {\footnotesize{$-3\mathrm{dB}$}};
20 \end{tikzpicture}
21 \begin{tikzpicture}
22 \draw[dotted,step=.5cm] (-0.5,-0.5) grid (4.5,3);
23 \draw[->,thick] (0,-0.5)--(0,3) node[above left] {$\angle$};
24 \draw[->,thick] (-.5,2.5)--(4.5,2.5) node[right] {$\omega$};
25 \draw(-.05,2.5)--(.05,2.5);
26 \draw(-.05,1.5)--(.05,1.5);
27 \draw(-.05,0.5)--(.05,0.5);
28 \node[below left] at (0,2.5){$0^\circ$};
29 \node[below left] at (0,1.5){$-90^\circ$};
30 \node[below left] at (0,0.5){$-180^\circ$};
31 \draw[dashed,very thick,gray] (2.25,1.5)--(2.25,2.5)
32 node[above,black] {$\omega_z$};
33 \draw[ultra thick,red] (0,2.5) parabola (2.3,1.5);
34 \draw[ultra thick,red] (4.4,0.5) parabola (2.3,1.5);
35 \end{tikzpicture}
36 \end{center}
37 \end{document}
```

3.3 GRAFICI DI SEGNALI DIGITALI

Il prossimo esempio, realizzato nella figura 3.6, mostra l'andamento nel tempo di due segnali digitali e la funzione XOR a essi associata. Anche in questo caso è preferibile usare esclusivamente TikZ.

```
1 \documentclass{article}
2 \usepackage{tikz}
3 \usepackage{amsmath, amssymb}
4 \definecolor{processblue}{cmyk}{0.96,0,0,0}
5 \definecolor{burntorange}{cmyk}{0,0.51,1,0}
6 \begin{document}
7 \begin{center}
8 \begin{tikzpicture}
9 \draw[thick, -stealth] (-1,0)--(11,0) node[right] {$t$};
10 \draw[thick, -stealth] (0,-0.5)--(0,2.5) node[left] {$X$};
11 \draw[very thick, processblue] (0,1.5)--(2.5,1.5)--(2.5,0)--(5,0)--
12 (5,1.5)--(7.5,1.5)--(7.5,0)--(10,0)--(10,1.5)--(10.2,1.5)--(10.7,1.5);
```

CAPITOLO 3. ELETTRONICA

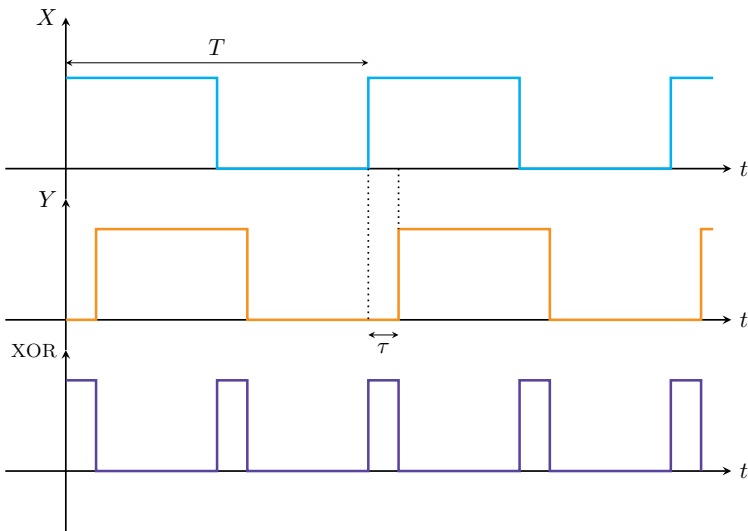


Figura 3.6 Grafici di segnali digitali

```

13 %-----
14 % PERIODO
15 \draw[stealth-stealth] (0,1.75)--(5,1.75);
16 \node[above] at (2.5,1.75) {$T$};
17 %-----
18 \draw[thick, -stealth] (-1,-2.5)--(11,-2.5) node[right] {$t$};
19 \draw[thick, -stealth] (0,-3)--(0,-0.5) node[left] {$Y$};
20 \draw[very thick, burntorange] (0,-2.5)--(0.5,-2.5)--(0.5,-1)--
21 (3,-1)--(3,-2.5)--(5.5,-2.5)--(5.5,-1)-- (8,-1)--(8,-2.5)--
22 (10.5,-2.5)-- (10.5,-1)--(10.7,-1);
23 %-----
24 % sfasamento
25 \draw[dotted,thick] (5,0)--(5,-2.5);
26 \draw[dotted,thick] (5.5,0)--(5.5,-1);
27 \draw[stealth-stealth] (5,-2.75)--(5.5,-2.75);
28 \node[below] at (5.25,-2.75) {$\tau$};
29 %-----
30 \draw[thick, -stealth] (-1,-5)--(11,-5) node[right] {$t$};
31 \draw[thick, -stealth] (0,-6)--(0,-3)
32 node[left] {\footnotesize{\textsc{XOR}}};
33 \draw[very thick, violet] (0,-3.5)--(0.5,-3.5)--(0.5,-5)--(2.5,-5)--
34 (2.5,-3.5)--(3,-3.5)--(3,-5)--(5,-5)--(5,-3.5)--(5.5,-3.5)--(5.5,-5)--
35 (7.5,-5)--(7.5,-3.5)--(8,-3.5)--(8,-5)--(10,-5)--(10,-3.5)--
36 (10.5,-3.5)--(10.5,-5);
37 \end{tikzpicture}
38 \end{center}

```

3.4. MASCHERA DI UN FILTRO

39 `\end{document}`

3.4 MASCHERA DI UN FILTRO

S'ipotizzi di voler disegnare la maschera d'un filtro, cioè un grafico in cui al variare della frequenza si colora la zona in cui il filtro "taglierà" quelle componenti armoniche. La figura 3.7 ne mostra un esempio.

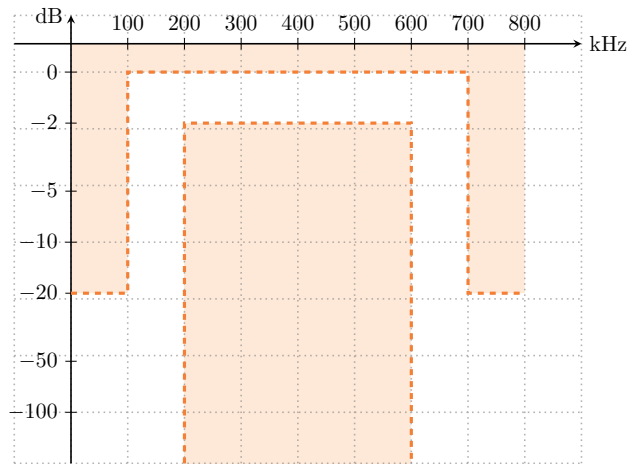


Figura 3.7 Grafico di una maschera di un filtro

```
1 \documentclass{article}
2 \usepackage{tikz}
3 \usepackage{amsmath,amssymb}
4 \definecolor{burntorange}{cmyk}{0,0.51,1,0}
5 \begin{document}
6 \begin{tikzpicture}
7 %-----
8 % Colorazione
9 %-----
10 \fill[fill=orange!15](1,0.5)--(1,-3.9)--(2,-3.9)--(2,0)--(8,0)--
11 (8,-3.9)--(9,-3.9)--(9,0.5)--(1,0.5);
12 \fill[fill=orange!15](3,-0.9)--(3,-6.9)--(7,-6.9)--(7,-0.9)--
13 (3,-0.9);
14 %-----
15 % Griglia
16 %-----
17 \draw [dotted , thick,step=1cm,gray,opacity=0.6] (0,-6.9) grid (10,1);
```

CAPITOLO 3. ELETTRONICA

```
18 \draw[dotted,thick,gray,opacity=0.6](0,-6.9)--(10,-6.9);
19 %-----
20 % Rette e label della griglia
21 %-----
22 % rette
23 \draw[-stealth,thick] (1,-6.9)--(1,1) node [left] {$\mathrm{dB}$};
24 \draw[-stealth,thick] (0,0.5)--(10,0.5) node[right] {$\mathrm{kHz}$};
25 % label
26 \foreach \y/\ytext in
27 {0/0,-0.9/-2,-2.1/-5,-3/-10,-3.9/-20,-5.1/-50,-6/-100}
28 \draw (1.1,\y cm) -- (0.9,\y cm) node[anchor= east] {$\ytext$};
29 \foreach \z/\ztext in {2/100,3/200,4/300,5/400,6/500,7/600,8/700,9/800}
30 \draw (\z cm,0.4) -- (\z cm,0.6) node[anchor= south] {$\ztext$};
31 %-----
32 % Rette di delimitazione
33 %-----
34 \draw[ultra thick,dashed,orange] (1,-3.9)--(2,-3.9)--(2,0)--(8,0)--
35 (8,-3.9)--(9,-3.9);
36 \draw[ultra thick,dashed,orange] (3,-6.9)--(3,-0.9)--(7,-0.9)--(7,-6.9);
37 \end{tikzpicture}
38 \end{document}
```

Questo capitolo presenta due esempi inviati da Spike, un utente del forum [G.IT](#): il primo raffigura la propagazione di un'onda elettromagnetica nello spazio, il secondo lo spettro delle frequenze visibili a occhio nudo.

4.1 PROPAGAZIONE DI UN'ONDA ELETTROMAGNETICA

La figura [4.1](#) mostra un'onda elettromagnetica che si propaga nello spazio. Si noti che se n'è evidenziata la lunghezza d'onda λ .

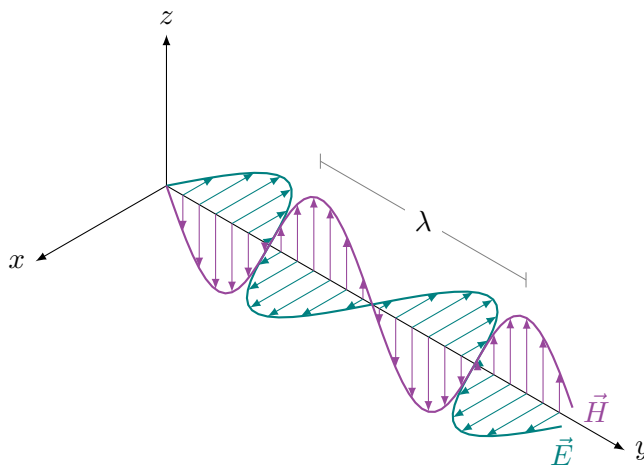


Figura 4.1 Propagazione di un'onda elettromagnetica nello spazio

```

1 % Codice di Spike
2 \documentclass[a4paper,11pt]{article}
3 \usepackage{tikz}

```

CAPITOLO 4. ELETTROMAGNETISMO

```
4 \begin{document}
5
6 \begin{tikzpicture}[y={(0.866cm,-0.5cm)}, x={(-0.866cm,-0.5cm)},
7 z={(0cm,1cm)}]
8 % definizione del sistema di riferimento xyz
9 % disegno il sdr in base a quello in tikz
10 % (le coordinate ora sono semplici)
11 \coordinate (0) at (0, 0, 0);
12 \draw[-latex] (0) -- +(2, 0, 0) node [left] {$x$};
13 \draw[-latex] (0) -- +(0, 7, 0) node [right] {$y$};
14 \draw[-latex] (0) -- +(0, 0, 2) node [above] {$z$};
15 % onde e vettori che indicano l'intensita' dei campi
16 \draw[thick,color=teal,variable=\x,samples at={0,0.1,...,6.3}]
17 plot ({-sin(2*\x r)},\x,0) node[anchor=north]{$\vec{E}$};
18 \foreach \x in{0.25, 0.5,...,6}
19 \draw[color=teal,-latex] (0,\x,0) -- ({-sin(2*\x r)},\x,0);
20 \draw[thick,color=purple,variable=\x,samples at={0,0.1,...,6.3}]
21 plot (0,\x,{-sin(2*\x r)}) node[anchor=west]{$\vec{H}$};
22 \foreach \x in{0.25, 0.5,...,6}
23 \draw[color=purple,-latex] (0,\x,0) -- (0,\x,{-sin(2*\x r)});
24 % lambda - "lunghezza d'onda" dell'onda
25 \draw[help lines] (0,2.35,1.4) -- (0,2.35,1.6);
26 \draw[help lines] (0,5.49,1.4) -- (0,5.49,1.6);
27 \draw[help lines] (0,2.35,1.5) -- (0,5.49,1.5)
28 node[pos=0.5,fill=white,text=black] {$\lambda$};
29 \end{tikzpicture}
30 \end{document}
```

4.2 COMPOSIZIONE DELLO SPETTRO DI ONDE ELETTROMAGNETICHE

La figura 4.2 mostra la composizione dello spettro completo delle onde elettromagnetiche. Si riportano le scale sia delle frequenze sia delle lunghezze d'onda, e di queste ultime se n'è evidenziato il range del visibile (cioè quelle visibili a occhio nudo).

```
1 % Codice di Spike
2 \documentclass[a4paper,11pt]{article}
3 \usepackage{tikz}
4 \usepackage{siunitx}
5 \begin{document}
6 \begin{tikzpicture}[shading=rainbow]
7 \pgfdeclarehorizontalshading{rainbow}{100bp}
8 {color(0bp)=(violet); color(25bp)=(violet); color(35bp)=(blue);
9 color(45bp)=(cyan); color(55bp)=(green); color(65bp)=(yellow);
10 color(75bp)=(red); color(100bp)=(red)}
11 %%% base
12 \draw (0,1) -- (12,1);
```

4.2. COMPOSIZIONE DELLO SPETTRO DI ONDE ELETTROMAGNETICHE

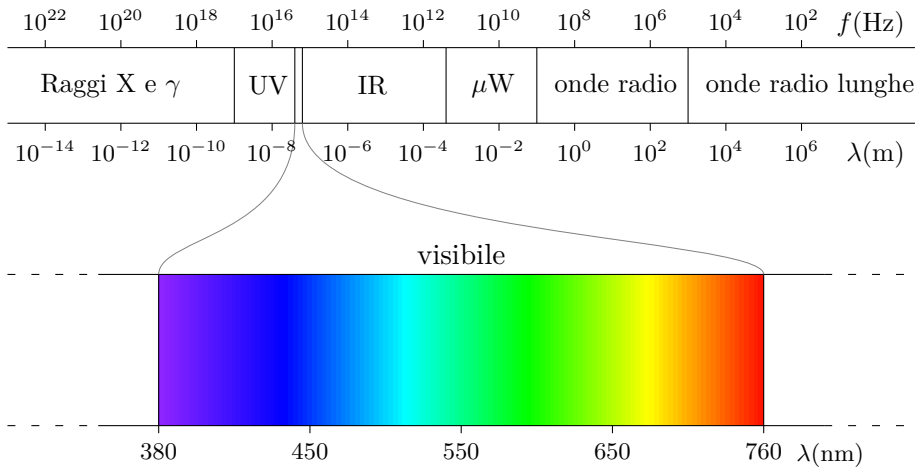


Figura 4.2 Composizione dello spettro delle onde elettromagnetiche

```

13 \draw (0,0) -- (12,0);
14 \draw (3,0) -- (3,1);
15 \draw (3.8,0) -- (3.8,1);
16 \draw (3.9,0) -- (3.9,1);
17 \draw (5.8,0) -- (5.8,1);
18 \draw (7,0) -- (7,1);
19 \draw (9,0) -- (9,1);
20 %% visibile
21 \shade[draw] (2,-4) rectangle node[above=1cm]{visibile} (10,-2);
22 \draw[help lines] (3.8,0) .. controls (3.8,-1.5) and (2,-1.5).. (2,-2);
23 \draw[help lines] (3.9,0) .. controls (3.9,-1.5) and
24 (10,-1.5).. (10,-2);
25 \draw (2,-4) -- (2,-4.1) node[below] {\footnotesize \num{380}};
26 \draw (4,-4) -- (4,-4.1) node[below] {\footnotesize \num{450}};
27 \draw (6,-4) -- (6,-4.1) node[below] {\footnotesize \num{550}};
28 \draw (8,-4) -- (8,-4.1) node[below] {\footnotesize \num{650}};
29 \draw (10,-4) -- (10,-4.1) node[below] {\footnotesize \num{760}};
30 \draw (10.3,-4.1) node[anchor=north west]
31 {\footnotesize $\lambda$ (\si{\nano\meter})};
32 \draw[loosely dashed] (0,-4) -- (1.2,-4); \draw (1.2,-4) -- (2,-4);
33 \draw[loosely dashed] (0,-2) -- (1.2,-2); \draw (1.2,-2) -- (2,-2);
34 \draw (10,-4) -- (10.8,-4); \draw[loosely dashed] (10.8,-4) -- (12,-4);
35 \draw (10,-2) -- (10.8,-2); \draw[loosely dashed] (10.8,-2) -- (12,-2);
36 %% frequenze
37 \draw (0.5,1) -- (0.5,1.1) node[above] {\footnotesize \num{e22}};
38 \draw (1.5,1) -- (1.5,1.1) node[above] {\footnotesize \num{e20}};
39 \draw (2.5,1) -- (2.5,1.1) node[above] {\footnotesize \num{e18}};
40 \draw (3.5,1) -- (3.5,1.1) node[above] {\footnotesize \num{e16}};

```

CAPITOLO 4. ELETTRROMAGNETISMO

```

41 \draw (4.5,1) -- (4.5,1.1) node[above] {\footnotesize \num{e14}};
42 \draw (5.5,1) -- (5.5,1.1) node[above] {\footnotesize \num{e12}};
43 \draw (6.5,1) -- (6.5,1.1) node[above] {\footnotesize \num{e10}};
44 \draw (7.5,1) -- (7.5,1.1) node[above] {\footnotesize \num{e8}};
45 \draw (8.5,1) -- (8.5,1.1) node[above] {\footnotesize \num{e6}};
46 \draw (9.5,1) -- (9.5,1.1) node[above] {\footnotesize \num{e4}};
47 \draw (10.5,1) -- (10.5,1.1) node[above] {\footnotesize \num{e2}};
48 \draw (12,1) node[anchor=south east] {\small $f$ (\si{hertz})$};
49 %% lunghezze d'onda
50 \draw (0.5,0) -- (0.5,-0.1) node[below] {\footnotesize \num{e-14}};
51 \draw (1.5,0) -- (1.5,-0.1) node[below] {\footnotesize \num{e-12}};
52 \draw (2.5,0) -- (2.5,-0.1) node[below] {\footnotesize \num{e-10}};
53 \draw (3.5,0) -- (3.5,-0.1) node[below] {\footnotesize \num{e-8}};
54 \draw (4.5,0) -- (4.5,-0.1) node[below] {\footnotesize \num{e-6}};
55 \draw (5.5,0) -- (5.5,-0.1) node[below] {\footnotesize \num{e-4}};
56 \draw (6.5,0) -- (6.5,-0.1) node[below] {\footnotesize \num{e-2}};
57 \draw (7.5,0) -- (7.5,-0.1) node[below] {\footnotesize $10^0$};
58 \draw (8.5,0) -- (8.5,-0.1) node[below] {\footnotesize \num{e2}};
59 \draw (9.5,0) -- (9.5,-0.1) node[below] {\footnotesize \num{e4}};
60 \draw (10.5,0) -- (10.5,-0.1) node[below] {\footnotesize \num{e6}};
61 \draw (12,-0.1) node[anchor=north east]
62 {\small $\lambda$ (\si{meter})$};
63 %% etichette
64 \draw (0.3,0.5) node[anchor=west] {\small Raggi X e $\gamma$};
65 \draw (3.05,0.5) node[anchor=west] {\small UV};
66 \draw (4.5,0.5) node[anchor=west] {\small IR};
67 \draw (6,0.5) node[anchor=west] {\small $\mu$W};
68 \draw (7.1,0.5) node[anchor=west] {\small onde radio\phantom{p}};
69 \draw (9.1,0.5) node[anchor=west] {\small onde radio lunghe};
70 \end{tikzpicture}
71
72 \end{document}

```

Le figure di questo capitolo riproducono principalmente *grafi*. Li si possono realizzare in due modi, essenzialmente:

1. direttamente con TikZ, definendo la posizione dei nodi: in modo *assoluto*, cioè specificandone a mano le coordinate, oppure in modo *relativo*;
2. appoggiandosi a un programma esterno come Graphviz e successivamente al convertitore `dot2tex` per ottenere il relativo codice TikZ, evitando così di dover definire le posizioni dei nodi.

Questa guida considererà solo il primo dei due metodi.

5.1 ANALISI DI SISTEMI A CODA

L'analisi di sistemi a coda si basa prevalentemente sullo studio dell'evoluzione temporale, modellando il sistema attraverso catene di Markov. Il disegno di una catena di Markov è un grafo molto semplice: nel contesto della guida tali figure sono state inserite in questo capitolo, ma un'applicazione analoga sono le *Macchine a stati finiti* per l'elettronica.

5.1.1 CATENE DI MARKOV

La figura 5.1 mostra un esempio di catena di Markov molto semplice. Si noti che per realizzare il descrittore dello *stato* s'è creato lo stile `state`, responsabile delle seguenti caratteristiche: forma, diametro minimo e colorazione dei diversi elementi del descrittore.

1 `\documentclass{article}`
2 `\usepackage{tikz}`

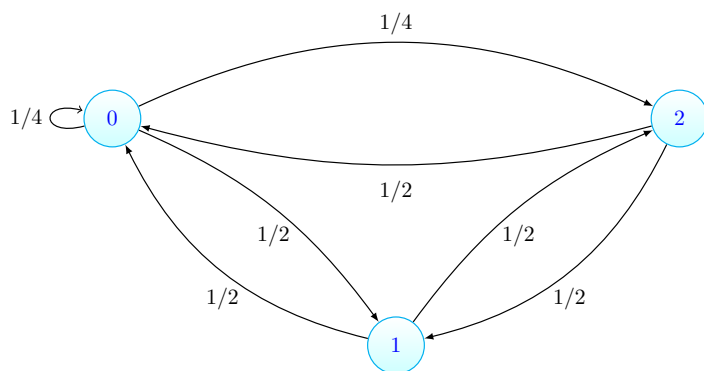


Figura 5.1 Catena di Markov semplice

```

3 \usetikzlibrary{positioning}
4 \definecolor{processblue}{cmymk}{0.96,0,0,0}
5 \begin{document}
6 \begin{center}
7 \begin{tikzpicture}[-latex,auto,node distance=4cm and 5cm,on grid,
8 semithick,
9 state/.style={circle,top color=white,bottom color=processblue!20,
10 draw, processblue, text=blue,minimum width=1cm}]
11 \node[state] (C) {} {$1$};
12 \node[state] (A) [above left=of C] {$0$};
13 \node[state] (B) [above right=of C] {$2$};
14 \path (A) edge [loop left] node[left]{$1/4$} (A);
15 \path (C) edge [bend left=25] node[below=0.15cm]{$1/2$} (A);
16 \path (A) edge [bend right=-15] node[below=0.15cm]{$1/2$} (C);
17 \path (A) edge [bend left=25] node[above]{$1/4$} (B);
18 \path (B) edge [bend left=15] node[below=0.15cm]{$1/2$} (A);
19 \path (C) edge [bend left=15] node[below=0.15cm]{$1/2$} (B);
20 \path (B) edge [bend right=-25] node[below=0.15cm]{$1/2$} (C);
21 \end{tikzpicture}
22 \end{center}
23 \end{document}

```

Il prossimo esempio (figura 5.2) mostra una catena di Markov più complessa: il descrittore dello stato, infatti, contiene due parametri. Nonostante il maggior numero di nodi, l'evidente regolarità del disegno ha permesso di ricorrere a un piccolo trucco per collocarli correttamente: una matrice matematica di cinque righe e tre colonne, nella quale alcune posizioni sono vuote (prima e terza posizione nella prima riga, per esempio). Tali elementi nulli si ottengono lasciando uno spazio nel codice tra due separatori di

5.1. ANALISI DI SISTEMI A CODA

colonna & successivi.

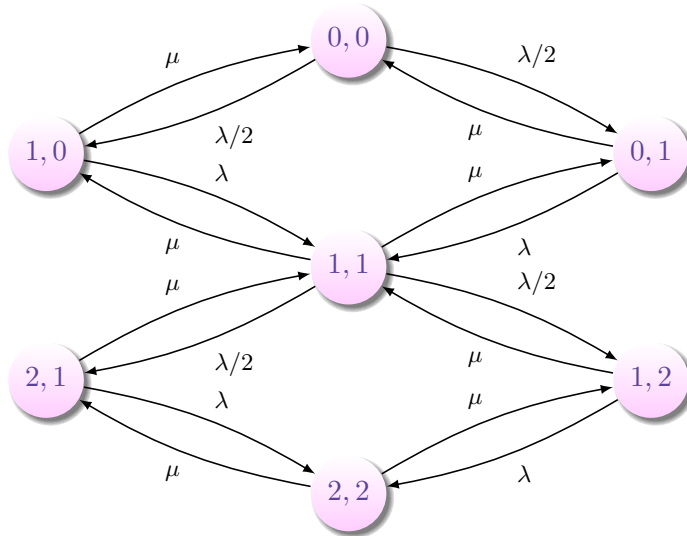


Figura 5.2 Catena di Markov con descrittore complesso

```

1 \documentclass{article}
2 \usepackage{tikz}
3 \usetikzlibrary{positioning, shadows}
4 \definecolor{lavander}{cmyk}{0,0.48,0,0}
5 \begin{document}
6 \newcommand{\virgola}{\, , \,}
7 \begin{center}
8 \begin{tikzpicture}[-latex, auto,
9 node distance=3cm and 4cm, on grid, semithick,
10 state/.style={circle, top color=white,
11 bottom color=lavander!40, draw=none,
12 circular drop shadow, text=violet,
13 minimum width=1cm}]
14
15 \matrix [column sep=3cm, row sep=0.5cm]
16 {
17 & \node[state](A) {$0\virgola 0$}; & & \\
18 & \node[state](B) {$1\virgola 0$}; & & \node[state](C) {$0\virgola 1$}; \\
19 & & \node[state](D) {$1\virgola 1$}; & & \\
20 & \node[state](E) {$2\virgola 1$}; & & \node[state](F) {$1\virgola 2$}; \\
21 & & \node[state](G) {$2\virgola 2$}; & & \\
22 };
23 %%-----%%

```

CAPITOLO 5. RETI

```
24 \path (A) edge [bend left=10] node{\footnotesize{\mathlambda/2}} (B);
25 \path (B) edge [bend left=10] node{\footnotesize{\mathmu}} (A);
26 %%
27 \path (A) edge [bend left=10] node{\footnotesize{\mathlambda/2}} (C);
28 \path (C) edge [bend left=10] node{\footnotesize{\mathmu}} (A);
29 %%%
30 \path (B) edge [bend left=10] node{\footnotesize{\mathlambda}} (D);
31 \path (D) edge [bend left=10] node{\footnotesize{\mathmu}} (B);
32 %%
33 \path (C) edge [bend left=10] node{\footnotesize{\mathlambda}} (D);
34 \path (D) edge [bend left=10] node{\footnotesize{\mathmu}} (C);
35 %%%
36 \path (D) edge [bend left=10] node{\footnotesize{\mathlambda/2}} (E);
37 \path (E) edge [bend left=10] node{\footnotesize{\mathmu}} (D);
38 %%
39 \path (D) edge [bend left=10] node{\footnotesize{\mathlambda/2}} (F);
40 \path (F) edge [bend left=10] node{\footnotesize{\mathmu}} (D);
41 %%%
42 \path (E) edge [bend left=10] node{\footnotesize{\mathlambda}} (G);
43 \path (G) edge [bend left=10] node{\footnotesize{\mathmu}} (E);
44 %%
45 \path (F) edge [bend left=10] node{\footnotesize{\mathlambda}} (G);
46 \path (G) edge [bend left=10] node{\footnotesize{\mathmu}} (F);
47 \end{tikzpicture}
48 \end{center}
49 \end{document}
```

5.1.2 GRAFICO UTENTI NEL SISTEMA

Nell'analisi delle code, è importante capire anche come s'evolve nel tempo il numero di utenti presenti nella coda. La figura 5.3 mostra uno degli esempi più lunghi e complessi presentati in queste pagine, non tanto per la particolare difficoltà del codice (si tratta per lo più di linee ed etichette testuali), ma per l'alto numero di elementi collegati tra di loro. Si noti come, grazie alla diversa opacità delle linee e ai colori, il tutto sia perfettamente leggibile.

Tramite `foreach` si potrebbe ridurre la lunghezza del codice, ma con una figura così complessa questo lavoro va fatto comunque a posteriori: in fase di costruzione si preferisca sempre il buon vecchio “copia e incolla” per scongiurare errori che s'individuerebbero poi a fatica.

```
1 \documentclass{article}
2 \usepackage{tikz}
3 \definecolor{dandelion}{cmyk}{0,0.29,0.84,0}
4 \definecolor{limegreen}{cmyk}{0.50,0,1,0}
```

5.1. ANALISI DI SISTEMI A CODA

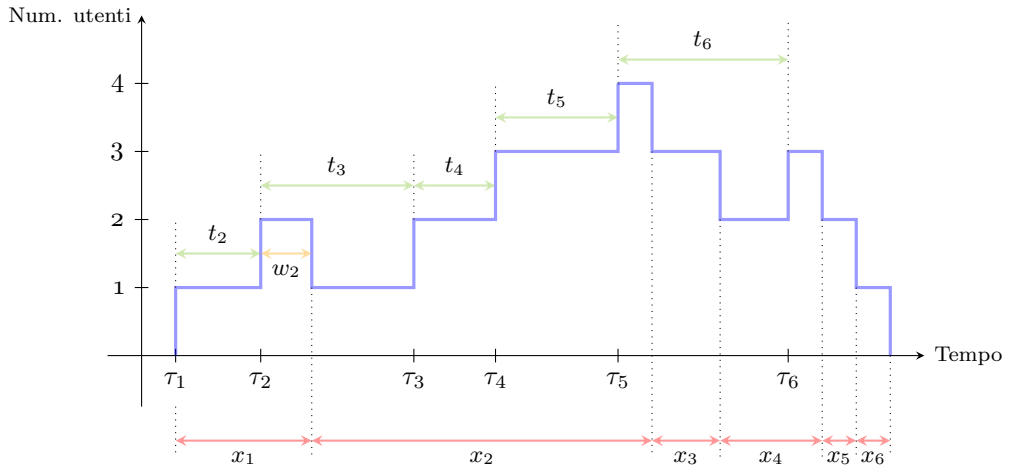


Figura 5.3 Rappresentazione dell'evoluzione temporale del numero di utenti in coda

```

5 \begin{document}
6 \begin{center}
7 \begin{tikzpicture}[scale=0.9]
8 % Assi
9 \draw[-stealth] (0,0)--(12,0) node[right]{\scriptsize{Tempo}};
10 \draw[-stealth] (0.5,-0.75)--(0.5,5) node[left]{\scriptsize{Num. utenti}};
11 \foreach \y in {1,2,3,4}
12 \draw (0.6,\y)--(0.4,\y) node[left]{\small{\y}};
13 %-----%
14 % Riferimenti temporali - assi
15 \foreach \x/\xtext in {1/$\tau_1$,2.25/$\tau_2$,4.5/$\tau_3$,
16 5.7/$\tau_4$,7.5/$\tau_5$,10/$\tau_6$}
17 \draw (\x,0.1)--(\x,-0.1) node[below]{\small{\xtext}};
18 %-----%
19 % Evoluzione temporale della coda
20 \draw[blue,very thick,opacity=0.4] (1,0)--(1,1)--(2.25,1)--(2.25,2)--
21 (3,2)--(3,1)--(4.5,1)--(4.5,2)--(5.7,2)--(5.7,3)--(7.5,3)--(7.5,4);
22 \draw[blue,very thick,opacity=0.4] (7.5,4)--(8,4)--(8,3)--(9,3)--
23 (9,2)--(10,2)--(10,3)--(10.5,3)--(10.5,2)--(11,2)--(11,1)--
24 (11.5,1)--(11.5,0);
25 %-----%
26 % Tempi di attesa ed inter-arrivo - proiezioni sull'asse
27 \draw[dotted] (1,1)--(1,2);
28 \draw[dotted] (2.25,2)--(2.25,3);
29 \draw[dotted] (4.5,2)--(4.5,3);
30 \draw[dotted] (5.7,3)--(5.7,4);

```

CAPITOLO 5. RETI

```

31 \draw[dotted] (7.5,4)--(7.5,4.9);
32 \draw[dotted] (10,3)--(10,4.9);
33 %-----%
34 % Tempi di interarrivo
35 \path[thick, limegreen, opacity=0.4,stealth-stealth] (1,1.5)
36   edge node[sloped, above, text=black, opacity=1]
37   {\footnotesize{\$t_2\$}}(2.25,1.5);
38 \path[thick, limegreen, opacity=0.4,stealth-stealth] (2.25,2.5)
39   edge node[sloped, above, text=black, opacity=1]
40   {\footnotesize{\$t_3\$}}(4.5,2.5);
41 \path[thick, limegreen, opacity=0.4,stealth-stealth] (4.5,2.5)
42   edge node[sloped, above, text=black, opacity=1]
43   {\footnotesize{\$t_4\$}}(5.7,2.5);
44 \path[thick, limegreen, opacity=0.4,stealth-stealth] (5.7,3.5)
45   edge node[sloped, above, text=black, opacity=1]
46   {\footnotesize{\$t_5\$}}(7.5,3.5);
47 \path[thick, limegreen, opacity=0.4,stealth-stealth] (7.5,4.35)
48   edge node[sloped, above, text=black, opacity=1]
49   {\footnotesize{\$t_6\$}}(10,4.35);
50 %-----%
51 % Tempi di attesa
52 \path[thick, dandelion, opacity=0.5,stealth-stealth] (2.25,1.5)
53   edge node[sloped, below, text=black, opacity=1]
54   {\footnotesize{\$w_2\$}}(3,1.5);
55 %-----%
56 % Tempi di servizio - proiezioni sull'asse
57 \draw[dotted] (1,-0.75)--(1,-1.5);
58 \draw[dotted] (3,1)--(3,-1.5);
59 \draw[dotted] (8,3)--(8,-1.5);
60 \draw[dotted] (9,2)--(9,-1.5);
61 \draw[dotted] (10.5,2)--(10.5,-1.5);
62 \draw[dotted] (11,1)--(11,-1.5);
63 \draw[dotted] (11.5,0)--(11.5,-1.5);
64 %-----%
65 % Tempi di servizio
66 \path[thick, red, opacity=0.4,stealth-stealth] (1,-1.25)
67   edge node[sloped, below, text=black, opacity=1]
68   {\footnotesize{\$x_1\$}}(3,-1.25);
69 \path[thick, red, opacity=0.4,stealth-stealth] (3,-1.25)
70   edge node[sloped, below, text=black, opacity=1]
71   {\footnotesize{\$x_2\$}}(8,-1.25);
72 \path[thick, red, opacity=0.4,stealth-stealth] (8,-1.25)
73   edge node[sloped, below, text=black, opacity=1]
74   {\footnotesize{\$x_3\$}}(9,-1.25);
75 \path[thick, red, opacity=0.4,stealth-stealth] (9,-1.25)
76   edge node[sloped, below, text=black, opacity=1]
77   {\footnotesize{\$x_4\$}}(10.5,-1.25);
78 \path[thick, red, opacity=0.4,stealth-stealth] (10.5,-1.25)
79   edge node[sloped, below, text=black, opacity=1]
80   {\footnotesize{\$x_5\$}}(11,-1.25);
81 \path[thick, red, opacity=0.4,stealth-stealth] (11,-1.25)
82   edge node[sloped, below, text=black, opacity=1]

```

5.1. ANALISI DI SISTEMI A CODA

```

83  {\footnotesize{\$x_6$}}(11.5,-1.25);
84  \end{tikzpicture}
85  \end{center}
86  \end{document}

```

5.1.3 UNO SCHEMA

La figura 5.4 mostra un semplice schema che rappresenta il ritardo nella comunicazione tra un emittente e un destinatario ipotizzando d'incontrare una coda in una direzione. Vengono indicati con T_{sq} l'istante in cui la sorgente emette il primo pacchetto e con Round Trip Time (RTT) il tempo necessario al pacchetto per arrivare al ricevitore.

Si noti come nonostante sia relativamente “facile” definire nodi e archi di congiunzione in uno schema di questo tipo, il risultato è semplice ma molto efficace.

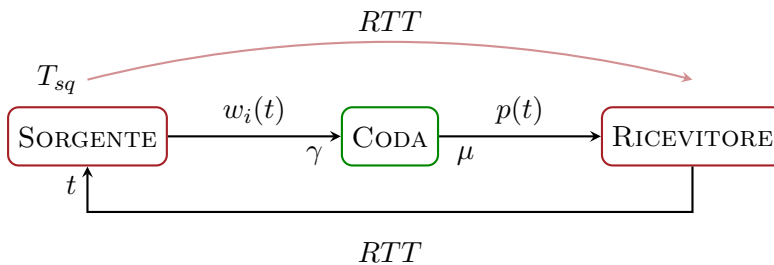


Figura 5.4 Ritardo nella comunicazione introdotto dalla presenza di una coda

```

1  \documentclass{article}
2  \usepackage{tikz}
3  \usetikzlibrary{positioning}
4  \definecolor{Eored}{rgb}{.647 ,.129 ,.149}
5  \definecolor{Eogreen}{rgb}{0 ,0.53 ,0}
6  \begin{document}
7  \begin{center}
8  \begin{tikzpicture}
9  [auto, thick,
10 block/.style   = {rectangle, draw=Eored, thick,
11                  rounded corners,
12                  minimum height=2em},
13 blockgr/.style  = {rectangle, draw=Eogreen, thick,
14                  rounded corners,

```

CAPITOLO 5. RETI

```

15             minimum height=2em}]
16 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
17 \node[block] at (0,0) (meta) {\textsc{Sorgente}};
18 \node[blockgr] at (4,0) (key) {\textsc{Coda}};
19 \node[block] at (8,0) (ack) {\textsc{Ricevitore}};
20 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
21 \path[-stealth] (meta) edge node[above]{$w_i(t)$} (key);
22 \node at (3,-0.25) {$\gamma$};
23 \node at (5,-0.25) {$\mu$};
24 \path[-stealth] (key) edge node[above]{$p(t)$} (ack);
25 \draw[-stealth](ack)-- (8,-1)--(0,-1)--(meta) node[pos=0.6]{$t$};
26 \node[below]at(4,-1.25) {$RTT$};
27 %-----
28 \draw[Eored,opacity=0.5](4,1.25)parabola (0,0.75);
29 \draw[-stealth,Eored,opacity=0.5](4,1.25)parabola(8,0.75);
30 \node[above]at(4,1.25) {$RTT$};
31 \node[left]at(0,0.75) {$T_{sq}$};
32 \end{tikzpicture}
33 \end{center}
34 \end{document}

```

5.2 RETI WIRELESS

Si presentano qui due esempi attinenti le reti wireless. La figura 5.5 mostra la distanza necessaria fra due utenti A e B perché la loro comunicazione non venga danneggiata dall'eventuale interferenza di un terzo utente C .

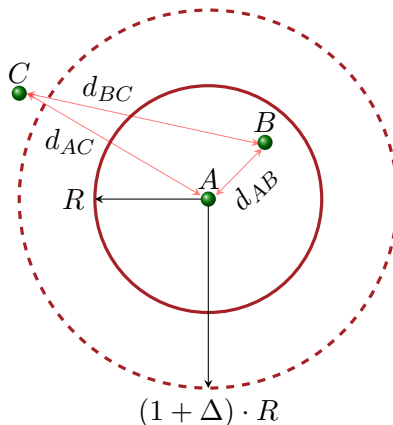


Figura 5.5 Raggio di trasmissione ed interferenza

5.2. RETI WIRELESS

```

1 \documentclass{article}
2 \usepackage{tikz}
3 \definecolor{Eored}{rgb}{.647,.129,.149}
4 \definecolor{Eogreen}{rgb}{0,0.53,0}
5 \begin{document}
6 \begin{center}
7 \begin{tikzpicture}
8 \draw[very thick, Eored] (0,0)circle[radius=1.5cm];
9 \draw[very thick, Eored,dashed] (0,0)circle[radius=2.5cm];
10 \draw[-stealth] (0,0)--(-1.5,0) node[left] {$R$};
11 \draw[-stealth] (0,0)--(0,-2.5) node[below] {$$(1+\Delta)\cdot R$};
12 \foreach \x/\y in {0/0,0.75/0.75/,-2.5/1.4}
13 \shade[ball color=Eogreen] (\x,\y) circle (0.1cm);
14 \node[above] at (0,0) {$A$};
15 \node[above] at (0.75,0.75) {$B$};
16 \node[above] at (-2.5,1.4) {$C$};
17 %--
18 \path[stealth-stealth,red,opacity=0.5] (0.1,0.05) edge
19   node[sloped,below,text=black,opacity=1]{$d_{AB}$} (0.71,0.67);
20 \path[stealth-stealth,red,opacity=0.5] (-0.1,0.05) edge
21   node[near end,below,text=black,opacity=1]{$d_{AC}$} (-2.4,1.4);
22 \path[stealth-stealth,red,opacity=0.5] (0.68,0.73) edge
23   node[pos=0.65,above,text=black,opacity=1]{$d_{BC}$} (-2.4,1.4);
24 \end{tikzpicture}
25 \end{center}
26 \end{document}

```

La figura 5.6 mostra i diversi tipi di comunicazioni intercorrenti tra nodi Bluetooth appartenenti a due piconet diversi. Anche in questo caso i colori facilitano la lettura del disegno caratterizzando i diversi tipi di canali: in blu canali asincroni, Asynchronous Connectionless Links (ACL) e in rosso canali sincroni, Synchronous Connection-oriented Links (SCO).

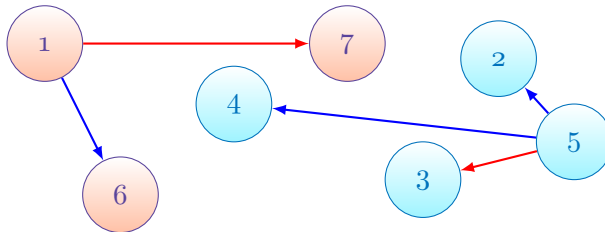


Figura 5.6 Comunicazioni fra nodi Bluetooth appartenenti a diversi piconet

Il relativo codice è:

```

1 \documentclass{article}
2 \usepackage{tikz}
3 \definecolor{royalblue}{cmyk}{1,0.50,0,0}
4 \definecolor{cerulean}{cmyk}{0.94,0.11,0,0}
5 \definecolor{violet}{cmyk}{0.79,0.88,0,0}
6 \begin{document}
7 \begin{center}
8 \begin{tikzpicture}
9 [state1/.style={circle,top color=white,bottom color=orange!40,draw,
10 violet,minimum width=1cm},
11 state2/.style={circle,top color=white,bottom color=cerulean!40,draw,
12 royalblue,minimum width=1cm}
13 ]
14 % Nodi
15 \foreach \xa/\texta in {{0,2}/1,{1,0}/6, {4,2}/7}
16 \node[state1] (\texta) at (\xa) {\texta};
17 \foreach \xb/\textb in {{2.5,1.2}/4,{5,0.2}/3,{6,1.8}/2,{7,0.7}/5}
18 \node[state2] (\textb) at (\xb) {\textb};
19 % Canali
20 \path[-latex, thick, red] (1) edge (7);
21 \path[-latex, thick, red] (5) edge (3);
22 \path[-latex, thick, blue] (1) edge (6);
23 \path[-latex, thick, blue] (5) edge (4);
24 \path[-latex, thick, blue] (5) edge (2);
25 \end{tikzpicture}
26 \end{center}
27 \end{document}

```

5.3 SISTEMI P2P

Si presentano qui tre esempi attinenti i sistemi Peer-to-Peer (P2P). La figura 5.7 mostra come in un sistema P2P topologia logica e fisica siano differenti (l'esempio è tratto da (FIANDRINO, 2012d)). Si noti che le legende hanno lo stesso colore dei relativi nodi. Per definire il nodo *cloud* (nuvola) s'è usata la libreria `shapes` e l'effetto “rilievo” è garantito dall'opacità delle linee verticali.

5.3. SISTEMI P2P

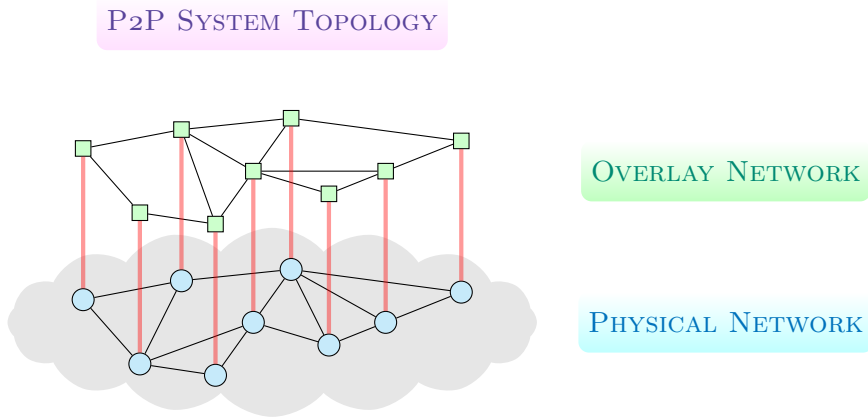


Figura 5.7 Topologia logica e fisica in un sistema P2P

```
1 \documentclass{article}
2 \usepackage{tikz}
3 \usetikzlibrary{shapes}
4 \definecolor{pinegreen}{cmyk}{0.92,0,0.59,0.25}
5 \definecolor{royalblue}{cmyk}{1,0.50,0,0}
6 \definecolor{lavander}{cmyk}{0,0.48,0,0}
7 \definecolor{violet}{cmyk}{0.79,0.88,0,0}
8 \begin{document}
9 \begin{center}
10 \tikzset{cblue/.style={circle, draw, thin, fill=cyan!20, scale=0.8}}
11 \tikzset{qgre/.style={rectangle, draw, thin, fill=green!20, scale=0.8}}
12 \tikzset{rpath/.style={ultra thick, red, opacity=0.4}}
13 \tikzset{legend_isps/.style={rectangle, rounded corners, thin,
14 fill=gray!20, text=blue, draw}}
15
16 \tikzset{legend_overlay/.style={rectangle, rounded corners, thin,
17 top color= white, bottom color=green!25,
18 minimum width=2.5cm, minimum height=0.8cm,
19 pinegreen}}
20 \tikzset{legend_phytop/.style={rectangle, rounded corners, thin,
21 top color= white, bottom color=cyan!25,
22 minimum width=2.5cm, minimum height=0.8cm,
23 royalblue}}
24 \tikzset{legend_general/.style={rectangle, rounded corners, thin,
25 top color= white, bottom color=lavander!25,
26 minimum width=2.5cm, minimum height=0.8cm,
27 violet}}
28 \begin{tikzpicture}[auto, thick]
29
```

CAPITOLO 5. RETI

```

30 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
31 % Nuvola
32 \node[cloud, fill=gray!20, cloud puffs=16, cloud puff arc= 100,
33     minimum width=7cm, minimum height=2.5cm, aspect=1] at (0,0) {};
34
35 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
36 % Nodi - livello fisico
37 \foreach \place/\x in {(-2.5,0.3)/1}, {(-1.75,-0.55)/2},{(-1.2,0.55)/3},
38     {(-0.75,-0.7)/4}, {(-0.25,0)/5}, {(0.25,0.7)/6}, {(0.75,-0.3)/7},
39     {(1.5,0)/8},{(2.5,0.4)/9}}
40 \node[cblue] (a\x) at \place {};
41
42 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
43 % Collegamenti - livello fisico
44 \path[thin] (a1) edge (a2);
45 \path[thin] (a1) edge (a3);
46 \path[thin] (a2) edge (a3);
47 \path[thin] (a3) edge (a6);
48 \path[thin] (a2) edge (a4);
49 \path[thin] (a5) edge (a6);
50 \path[thin] (a5) edge (a4);
51 \path[thin] (a5) edge (a2);
52 \path[thin] (a5) edge (a7);
53 \path[thin] (a6) edge (a7);
54 \path[thin] (a6) edge (a9);
55 \path[thin] (a6) edge (a8);
56 \path[thin] (a8) edge (a9);
57 \path[thin] (a7) edge (a8);
58
59 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
60 % Nodi - livello logico
61 \foreach \placeov/\i in {(-2.5,2.3)/1},{(-1.75,1.45)/2},{(-1.2,2.55)/3},
62     {(-0.75,1.3)/4}, {(-0.25,2)/5}, {(0.25,2.7)/6}, {(0.75,1.7)/7},
63     {(1.5,2)/8},{(2.5,2.4)/9}}
64 \node[qgre] (b\i) at \placeov {};
65
66 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
67 % Collegamenti - livello logico
68 \path[thin] (b1) edge (b2);
69 \path[thin] (b2) edge (b4);
70 \path[thin] (b4) edge (b5);
71 \path[thin] (b5) edge (b7);
72 \path[thin] (b4) edge (b3);
73 \path[thin] (b7) edge (b8);
74 \path[thin] (b8) edge (b9);
75 \path[thin] (b9) edge (b6);
76 \path[thin] (b6) edge (b3);
77 \path[thin] (b3) edge (b1);
78 \path[thin] (b5) edge (b8);
79 \path[thin] (b5) edge (b3);
80 \path[thin] (b5) edge (b6);
81

```

5.3. SISTEMI P2P

```

82 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
83 % Collegamenti fra i due livelli
84 \foreach \i in {1,...,9}
85 \path[rpath] (a\i) edge (b\i);
86
87 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
88 % Legenda
89 \node[legend_general] at (0,4){\textsc{P2P System Topology}};
90 \node[legend_overlay] at (6,2){\textsc{Overlay Network}};
91 \node[legend_phytop] at (6,0){\textsc{Physical Network}};
92
93 \end{tikzpicture}
94 \end{center}
95 \end{document}

```

La figura 5.8 mostra uno schema con i passaggi attraverso cui un file diventa un torrent e un utente *A* può richiederne il download.

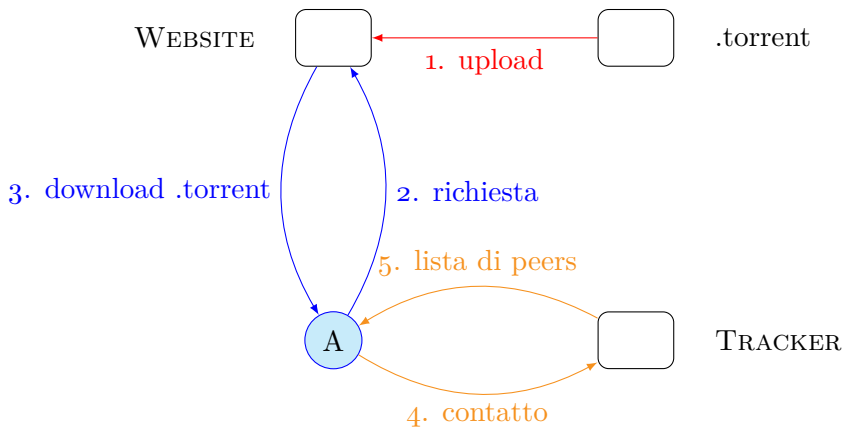


Figura 5.8 Passaggi per distribuire un torrent

Il relativo codice è:

```

1 \documentclass{article}
2 \usepackage{tikz}
3 \usetikzlibrary{positioning}
4 \definecolor{burntorange}{cmyk}{0,0.51,1,0}
5 \definecolor{processblue}{cmyk}{0.96,0,0,0}
6 \begin{document}
7 \begin{center}
8 \begin{tikzpicture}[
9 peer/.style={circle, draw=blue, fill=processblue!20,

```

CAPITOLO 5. RETI

```
10   minimum width=0.05cm},
11 mynode/.style={rectangle, draw, rounded corners,
12   minimum width=1cm, minimum height=0.75cm},
13 auto, node distance= 4cm]
14 \node[mynode] (A) at (0,0) {};
15 \node[peer, below of= A] (B) {A};
16 \node[mynode, right of=A] (C) {};
17 \node[mynode, below of =C] (D) {};
18 %%
19 \node[right= 0.4cm of C] {.torrent};
20 \node[left= 0.4cm of A] {\textsc{Website}};
21 \node[right= 0.4cm of D] {\textsc{Tracker}};
22 %-----
23 \path[-latex, red] (C) edge[]
24   node{1. upload} (A);
25 \path[-latex, blue] (B) edge[bend right]
26   node[swap]{2. richiesta} (A);
27 \path[-latex, blue] (A) edge[bend right]
28   node[swap]{3. download .torrent} (B);
29 \path[-latex, burntorange] (B) edge[bend right]
30   node[swap] {4. contatto} (D);
31 \path[-latex, burntorange] (D) edge[bend right]
32   node[swap] {5. lista di peers} (B);
33 \end{tikzpicture}
34 \end{center}
35 \end{document}
```

La figura 5.9 mostra infine i vicini di primo e secondo livello di un utente. Anche in questo caso la diversa colorazione è fondamentale per la corretta lettura del disegno.

Ecco il relativo codice:

```
1 \documentclass{article}
2 \usepackage{tikz}
3 \usetikzlibrary{positioning}
4 \definecolor{burntorange}{cmyk}{0 ,0.51 ,1 ,0}
5 \definecolor{royalblue}{cmyk}{1,0.50,0,0}
6 \definecolor{lavander}{cmyk}{0,0.48,0,0}
7 \begin{document}
8 \begin{center}
9 \def\lav{lavander!90}\def\oran{orange!30}\def\cya{cyan!50}
10 \begin{tikzpicture}
11 [auto, thick,
12   cnode/.style={draw,circle,violet,bottom color=\lav, top color= white,
13     minimum width=15pt},
14   onode/.style={draw,circle,burntorange, left color=\oran,
15     minimum width=15pt},
16   snode/.style={draw,circle,royalblue, top color=white, bottom color=\cya,
17     minimum width=15pt}
18 ]
```

5.3. SISTEMI P2P

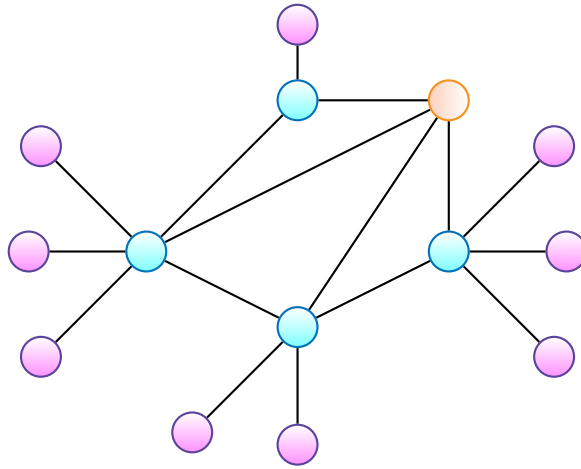


Figura 5.9 Vicini di primo e secondo livello di un utente. In arancione è l'utente di riferimento, in azzurro i vicini di primo livello e in lilla quelli di secondo

```

19 \foreach \place/\name in {(0,-1)/a}, {(2,0)/b}, {(0,2)/d}, {(-2,0)/e}
20 \node[snode] (\name) at \place {};
21 \node[onode] (c) at (2,2) {};
22 \foreach \source/\dest in {a/b, a/c, c/e, b/c, c/d,a/e,d/e}
23 \path (\source) edge (\dest);
24 %%%
25 \foreach \pos/\i in {above left/1, left/2, below left/3}
26 \node[cnode, \pos= of e] (e\i) {};
27 \foreach \speer/\peer in {e/e1,e/e2,e/e3}
28 \path (\speer) edge (\peer);
29 %
30 \foreach \pos/\i in {above right/1, right/2, below right/3}
31 \node[cnode, \pos= of b ] (b\i) {};
32 \foreach \speer/\peer in {b/b1,b/b2,b/b3}
33 \path (\speer) edge (\peer);
34 %
35 \node[cnode, above of=d] (d1){};
36 \path (d) edge (d1);
37 %
38 \foreach \pos/\i in {below left/1, below/2}
39 \node[cnode, \pos =of a ] (a\i) {};
40 \foreach \speer/\peer in {a/a1,a/a2}
41 \path (\speer) edge (\peer);
42 \end{tikzpicture}
43 \end{center}
44 \end{document}

```

TEORIA DEI SEGNALI

Questo capitolo presenta alcuni esempi, prodotti sia con il solo *TikZ* sia con il pacchetto *pgfplots*. Si mostrerà inoltre come esportare un grafico prodotto con MATLAB in codice *TikZ* tramite la libreria *matlab2tikz*.

6.1 SEGNALI A TEMPO CONTINUO

La figura 6.1 mostra il grafico qualitativo del segnale

$$x(t) = Ae^{-t}$$

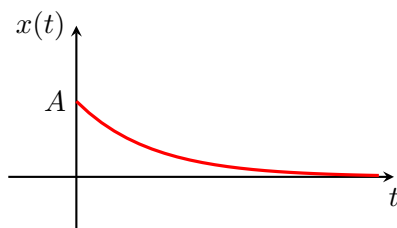


Figura 6.1 Grafico qualitativo del segnale a tempo continuo $x(t)$

```

1 \documentclass{article}
2 \usepackage{tikz}
3 \begin{document}
4 \begin{center}
5 \begin{tikzpicture}[domain=0:4]
6 \draw[-stealth,thick] (-0.9,0) -- (4.2,0) node[below] {$t$};
7 \draw[-stealth,thick] (0,-0.75) -- (0,2) node[left] {$x(t)$};
8 \node [left] at (0,1) {$A$};
9 \draw[very thick,red] plot (\x,{exp(-\x)}) ;

```


6.1. SEGNALI A TEMPO CONTINUO

```

10 \end{tikzpicture}
11 \end{center}
12 \end{document}

```

La figura 6.2 mostra lo spettro di frequenza del seguente segnale nel dominio del tempo

$$y(t) = x(t) \cdot [1 + \cos(2\pi f_0 t) + \cos(2\pi N f_0 t)]$$

dove $x(t)$ è un segnale strettamente limitato in banda B .

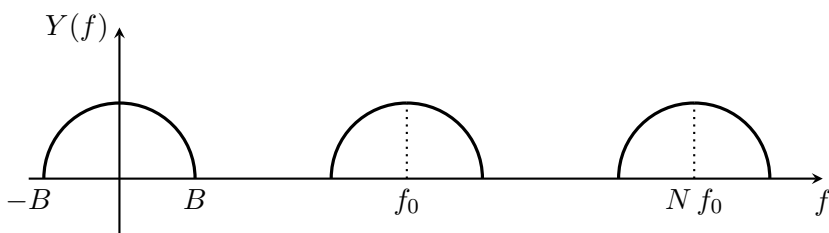


Figura 6.2 Grafico qualitativo del segnale $Y(f)$

```

1 \documentclass{article}
2 \usepackage{tikz}
3 \begin{document}
4 \begin{center}
5 \begin{tikzpicture}
6 \draw[-stealth,thick] (-5,0) -- (5.5,0) node[below] {$f$};
7 \draw[-stealth,thick] (-3.8,-0.8) -- (-3.8,2) node[left] {$Y(f)$};
8 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
9 \draw[very thick] (0,1) arc (90:0:1 and 1);
10 \draw[very thick] (-1,0) arc (0:90:-1 and 1);
11 \draw[thick,dotted] (0,0)--(0,1);
12 \node [below ] at (0,0) {$f_0$};
13 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
14 \draw[very thick] (-3.8,1) arc (90:0:1 and 1);
15 \draw[very thick] (-4.8,0) arc (0:90:-1 and 1);
16 \node [below ] at (-5,0) {$-B$};
17 \node [below ] at (-2.8,0) {$B$};
18 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
19 \draw[very thick] (3.8,1) arc (90:0:1 and 1);
20 \draw[very thick] (2.8,0) arc (0:90:-1 and 1);
21 \draw[thick,dotted] (3.8,0)--(3.8,1);
22 \node [below ] at (3.8,0) {$N\,f_0$};
23 \end{tikzpicture}
24 \end{center}
25 \end{document}

```

6.2 SEQUENZE NUMERICHE

La figura 6.3 mostra una possibile rappresentazione grafica della sequenza numerica

$$x(n) = (6 - n) \cdot [u(n) - u(n - 6)]$$

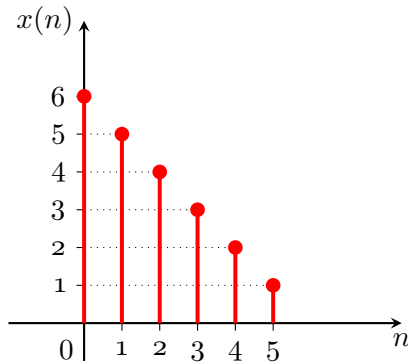


Figura 6.3 Grafico sequenza numerica $x(n)$

```

1 \documentclass{article}
2 \usepackage{tikz}
3 \begin{document}
4 \begin{center}
5 \begin{tikzpicture}[ycomb,mark=*]
6 \draw[-stealth,thick] (-1,0) -- (4.2,0) node[below] {$n$};
7 \draw[-stealth,thick] (0,-0.5) -- (0,4) node[left] {$x(n)$};
8 %%%%%%%%%%%
9 \node[below left] at (0,-0.1){$0$};
10 \foreach \x/\xtext in {0.5/$1$,1/$2$,1.5/$3$,2/$4$,2.5/$5$}
11 \draw (\x cm,0)--(\x cm,-0.1) node[below] {$\xtext$};
12 %%%%%%%%%%%
13 \foreach \y/\ytext in {0.5/$1$,1/$2$,1.5/$3$,2/$4$,2.5/$5$,3/$6$}
14 \draw (0,\y cm)--(-0.1,\y cm) node[left] {$\ytext$};
15 %%%%%%%%%%%
16 \draw[dotted] (0,0.5) --(2.5,0.5);
17 \draw[dotted] (0,1) --(2,1);
18 \draw[dotted] (0,1.5) --(1.5,1.5);
19 \draw[dotted] (0,2) --(1,2);
20 \draw[dotted] (0,2.5) --(.5,2.5);
21 %%%%%%%%%%%
22 \draw[color=red,line width=1.5pt] plot coordinates{(0,3) (.5,2.5)
23 (1,2) (1.5,1.5) (2,1) (2.5,0.5)};

```

6.2. SEQUENZE NUMERICHE

```

24 \end{tikzpicture}
25 \end{center}
26 \end{document}

```

La figura 6.4 mostra una possibile realizzazione grafica del sistema con relazione d'ingresso-uscita $(x(n)-y(n))$

$$y(n) = x(n) + \sin[a \cdot x(n-3)] + 0.5 \cdot y(n-1)$$

Si noti la suddivisione cromatica del disegno in due blocchi.

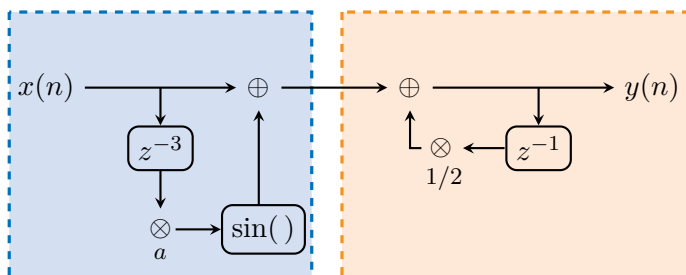


Figura 6.4 Realizzazione grafica della sequenza $y(n)$

```

1 \documentclass{article}
2 \usepackage{tikz}
3 \definecolor{burntorange}{cmymk}{0,0.5,1,1,0}
4 \definecolor{royalblue}{cmymk}{1,0.50,0,0}
5 \begin{document}
6 \begin{center}
7 \begin{tikzpicture}
8 [blocco/.style={rectangle,thick,draw,rounded corners}]
9 \filldraw[draw,royalblue,fill=royalblue!15,very thick,dashed](-1,1)--
10 (-1,-2.5)--(3,-2.5)--(3,1)--(-1,1);
11 \filldraw[draw,burntorange,fill=orange!15,very thick,dashed](3.4,1)--
12 (3.4,-2.5)--(8,-2.5)--(8,1)--(3.4,1);
13 %%%%%%%%%%%
14 \draw[-stealth,thick] (0,0)--(2,0)node[right]{\oplus};
15 \draw[-stealth,thick] (1,0)--(1,-0.5)node[blocco,below]{z^{-3}};
16 \draw[-stealth,thick] (1,-1.1)--(1,-1.6)node[below]{\otimes};
17 \draw[-stealth,thick] (1.2,-1.875)--(1.8,-1.875)
18 node[blocco,right]{\sin(\,)};
19 \draw[-stealth,thick] (2.3,-1.55)--(2.3,-0.3);
20 %%%%%%%%%%%
21 \draw[-stealth,thick] (2.6,0)--(4,0)node[right]{\oplus};
22 \draw[-stealth,thick] (4.6,0)--(7,0);
23 %%%%%%%%%%%

```

CAPITOLO 6. TEORIA DEI SEGNALI

```

24 \draw[-stealth,thick] (6,0)--(6,-0.5)node[blocco,below]{$z^{-1}$};
25 \draw[-stealth,thick] (5.55,-0.8)--(5,-0.8)node[left]{$\otimes$};
26 \draw[-stealth,thick] (4.45,-0.8)--(4.3,-0.8)--(4.3,-0.3);
27 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
28 \node[left] at (0,0){$x(n)$};
29 \node[right] at (7,0){$y(n)$};
30 \node[below] at (1,-2){\footnotesize{$a$}};
31 \node[below] at (4.75,-0.9){\footnotesize{$1/2$}};
32 \end{tikzpicture}
33 \end{center}
34 \end{document}

```

L'esempio mostrato nella figura 6.5, realizzato tramite la libreria `matlab2tikz`, è un valido riferimento per i grafici da disegnare con `pgfplots`. Dopo aver ottenuto i plot da un file `.m` di MATLAB, infatti, basta eseguire il file `matlab2tikz.m` per ottenere il relativo codice TikZ. La qualità dei disegni così realizzati è altissima: tutti i grafici contenuti in (FIANDRINO, 2010) (da cui anche il prossimo è tratto) sono di questo tipo.

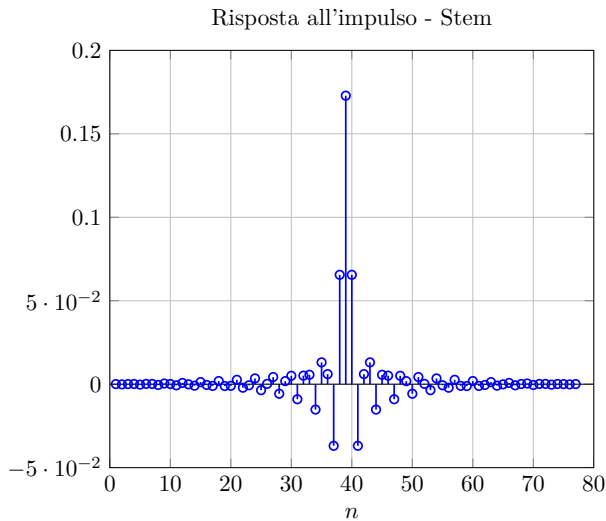


Figura 6.5 Risposta all'impulso

```

1 \documentclass{article}
2 \usepackage{pgfplots}
3 \begin{document}
4 \begin{center}

```

6.2. SEQUENZE NUMERICHE

```
5 \begin{tikzpicture}[scale=0.8]
6
7 % Axis at [0.13 0.11 0.78 0.81]
8 \begin{axis}[
9 scale only axis,
10 width=4.52083in,
11 height=3.56562in,
12 xmin=0, xmax=80,
13 ymin=-0.05, ymax=0.2,
14 xlabel={n$},
15 title={Risposta all'impulso - Stem},
16 xmajorgrids,
17 ymajorgrids]
18
19 \addplot[ycomb,color=blue,solid,mark=o,
20 mark options={solid}, thick] plot coordinates
21 { (1,7.27654e-005) (2,-0.000125913) (3,5.78989e-005) (4,0.000124325)
22 (5,-0.000265728) (6,0.000178669) (7,0.000147925) (8,-0.000456621)
23 (9,0.000401806) (10,9.95909e-005) (11,-0.000678912) (12,0.000753963)
24 (13,-7.80766e-005) (14,-0.000890911) (15,0.00124997) (16,-0.000452773)
25 (17,-0.00102563) (18,0.00188669) (19,-0.00109974) (20,-0.000987868)
26 (21,0.0026392) (22,-0.00210379) (23,-0.000647276) (24,0.00346052)
27 (25,-0.00357604) (26,0.000185295) (27,0.00428548) (28,-0.00571321)
28 (29,0.00184013) (30,0.00503835) (31,-0.00900533) (32,0.00510986)
29 (33,0.00564325) (34,-0.015199) (35,0.0130595) (36,0.00603539)
30 (37,-0.0369004) (38,0.0655303) (39,0.172838) (40,0.0655303)
31 (41,-0.0369004) (42,0.00603539) (43,0.0130595) (44,-0.015199)
32 (45,0.00564325) (46,0.00510986) (47,-0.00900533) (48,0.00503835)
33 (49,0.00184013) (50,-0.00571321) (51,0.00428548) (52,0.000185295)
34 (53,-0.00357604) (54,0.00346052) (55,-0.000647276) (56,-0.00210379)
35 (57,0.0026392) (58,-0.000987868) (59,-0.00109974) (60,0.00188669)
36 (61,-0.00102563) (62,-0.000452773) (63,0.00124997) (64,-0.000890911)
37 (65,-7.80766e-005) (66,0.000753963) (67,-0.000678912) (68,9.95909e-005)
38 (69,0.000401806) (70,-0.000456621) (71,0.000147925) (72,0.000178669)
39 (73,-0.000265728) (74,0.000124325) (75,5.78989e-005) (76,-0.000125913)
40 (77,7.27654e-005) };
41
42 \addplot [color=black,solid] coordinates{ (0,0) (80,0)};
43
44 \end{axis}
45 \end{tikzpicture}
46 \end{center}
47 \end{document}
```

Questo capitolo presenta alcuni esempi inviati da Spike.

7.1 SOLIDO DI CAUCHY

La figura figura 7.1 mostra il solido di Cauchy, usato nella dimostrazione del teorema omonimo. Esso afferma che per ricavare il vettore tensione in un punto P di un corpo di forma qualsiasi (una sfera, nella figura) rispetto a qualsiasi giacitura (\hat{n} , nella figura) basta conoscere il vettore tensione su tre superfici perpendicolari tra loro ($\hat{e}_1, \hat{e}_2, \hat{e}_3$). Le quattro superfici che delimitano l'intorno del punto P formano un tetraedro (il tetraedro di Cauchy, come viene altrimenti chiamato questo solido).

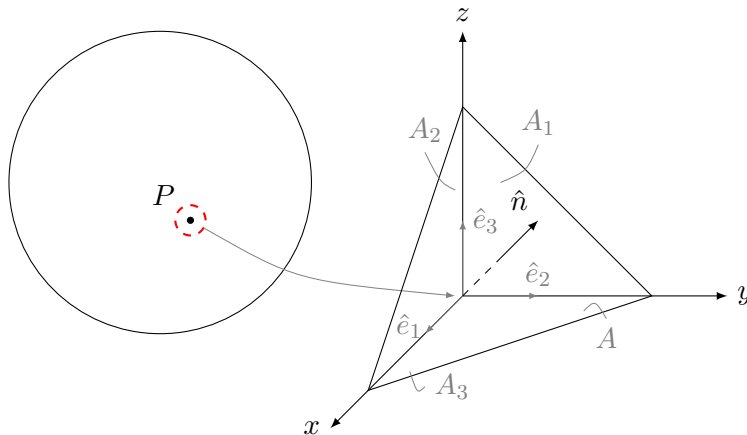


Figura 7.1 Il solido di Cauchy

7.2. PROVE DI TRAZIONE

```
1 % Codice di Spike
2 \documentclass[a4paper,11pt]{article}
3 \usepackage{tikz}
4 \begin{document}
5 \begin{tikzpicture}[y={(1cm,0cm)}, x={(-0.5cm,-0.5cm)},
6 z={(0cm,1cm)}] % sistema di riferimento tikz 3d
7 %% corpo (sfera o forma qualsiasi)
8 \draw (0,-4,1.5) circle[radius=2cm];
9 \draw[fill] (0,-3.6,1) circle[radius=.04cm]
10 node[above left=.1cm] {$P$};
11 \node[draw,dashed,red,thick,minimum size=0.4cm] (o)
12 at (0,-3.6,1) {};
13 \draw[help lines,-latex] (o) ..controls (0,-2.2,0.2)
14 .. (0,-0.1,0);
15 %% disegno sdr e vettori di deformazione
16 \coordinate (0) at (0, 0, 0);
17 \draw[-latex] (0) -- (3.5, 0, 0) node [left] {$x$};
18 \draw[-latex] (0) -- (0, 3.5, 0) node [right] {$y$};
19 \draw[-latex] (0) -- (0, 0, 3.5) node [above] {$z$};
20 \draw[help lines,-latex] (0) -- (1,0,0)
21 node[pos=0.8,left] {$\hat{e}_1$};
22 \draw[help lines,-latex] (0) -- (0,1,0)
23 node[above] {$\hat{e}_2$};
24 \draw[help lines,-latex] (0) -- (0,0,1)
25 node[right] {$\hat{e}_3$};
26 %% tetraedro
27 \draw (2.5,0,0) -- (0,2.5,0) -- (0,0,2.5) -- cycle;
28 %% versore n
29 \draw[dashed] (0) -- (1,1,1);
30 \draw[-latex] (1,1,1) -- (2,2,2) node[above left] {$\hat{n}$};
31 %% numerazione facce
32 \draw[help lines] (0,0.5,1.5) ..controls (-0.1,0.8,1.6) ..
33 (0,1,2) node[above] {$A_1$};
34 \draw[help lines] (0.2,0,1.5) ..controls (0.2,-0.2,1.6) ..
35 (0.2,-0.4,2) node[above] {$A_2$};
36 \draw[help lines] (2,0.3,0) ..controls (2.2,0.5,-0.2) ..
37 (2.4,0.7,0) node[right] {$A_3$};
38 \draw[help lines] (0.4,1.8,0) ..controls (0.5,2,0.2) ..
39 (0.6,2.2,0) node[below] {$A$};
40 \end{tikzpicture}
41 \end{document}
```

7.2 PROVE DI TRAZIONE

La figura 7.2 mostra la classica schematizzazione di un provino per le prove di trazione uni-assiali dei materiali. Si evidenziano la lunghezza iniziale del campione (utile per calcolarne la deformazione, pari alla differenza fra

lunghezza finale e lunghezza iniziale diviso quella iniziale) e l'area della sua sezione (utile per calcolarne lo sforzo, pari a P/A).

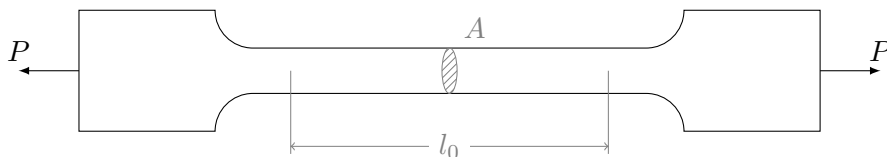


Figura 7.2 Schematizzazione di un provino per le prove di trazione uni-assiali

Il relativo “EMC” è:

```

1 % Codice di Spike
2 \documentclass[a4paper,11pt]{article}
3 \usepackage{tikz}
4 \begin{document}
5 \begin{tikzpicture}
6 %% provino
7 \draw (0,0) -- (1.8,0)
8   arc[start angle=180,end angle=90, radius=0.5] -- (7.5,0.5)
9   arc[start angle=90,end angle=0, radius=0.5] -- (9.8,0) --
10  (9.8,1.6) -- (8,1.6)
11  arc[start angle=0,end angle=-90, radius=0.5] -- (2.3,1.1)
12  arc[start angle=270,end angle=180, radius=0.5] -- (0,1.6)
13  -- cycle;
14 %% carichi
15 \draw[-latex] (0,0.8) -- (-0.8,0.8) node[above]{$P$};
16 \draw[-latex] (9.8,0.8) -- (10.6,0.8) node[above]{$P$};
17 %% zona di allungamento
18 \draw[help lines] (2.8,0.8) -- (2.8,-0.3);
19 \draw[help lines] (7,0.8) -- (7,-0.3);
20 \draw[help lines,<->] (2.8,-0.2) -- (7,-0.2)
21   node[fill=white,pos=0.5]{$l_0$};
22 %% area
23 \draw[help lines] (4.9,0.8)
24   circle[x radius=0.1,y radius=0.3];
25 \node at (4.9,0.8)
26   [circle,minimum size=0.6cm,label=80:{$A$}]{};
27 \begin{scope}
28 \clip (4.9,0.8) circle[x radius=0.1,y radius=0.3];
29 \foreach \x in {0,0.1,...,1}
30   \draw[help lines] (3.5+\x,0) -- (5.3+\x,1.8);
31 \end{scope}
32 \end{tikzpicture}
33 \end{document}

```

7.3 TEORIA DELLA TRAVE

Questa sezione presenta quattro esempi, attinenti alla teoria della trave, di una trave a sezione circolare sottoposta a diversi carichi 'notevoli'.

La figura 7.3 mostra la trave sottoposta a trazione pura. Con σ_z s'è evidenziata la sollecitazione interna di una sezione della trave.

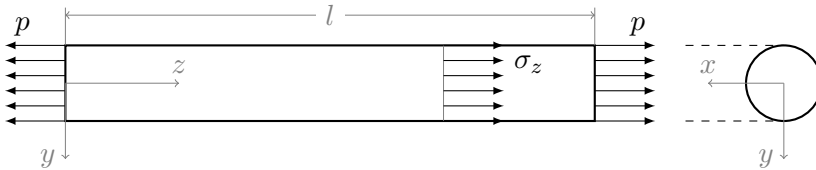


Figura 7.3 Trave a sezione circolare sottoposta a trazione pura

```

1 % Codice di Spike
2 \documentclass[a4paper,11pt]{article}
3 \usepackage{tikz}
4 \begin{document}
5 \begin{tikzpicture}
6 %% trave
7 \draw[thick] (0,0) rectangle (7,1);
8 \draw[dashed] (8.2,0) -- (9.5,0);
9 \draw[dashed] (8.2,1) -- (9.5,1);
10 \draw[thick] (9.5,0.5) circle[radius=0.5];
11 \draw[help lines] (0,1) -- (0,1.5);
12 \draw[help lines] (7,1) -- (7,1.5);
13 \draw[help lines, <->] (0,1.4) -- (7,1.4);
14 \node[fill=white,pos=0.5]{$l$};
15 %% carico
16 \foreach \y in {0,0.2,...,0.9}{
17 \draw[-latex] (0,\y) -- (-0.8,\y);
18 }
19 \draw[-latex] (0,1) -- (-0.8,1) node[above right] {$p$};
20 \foreach \y in {0,0.2,...,0.9}{
21 \draw[-latex] (7,\y) -- (7.8,\y);
22 }
23 \draw[-latex] (7,1) -- (7.8,1) node[above left] {$p$};
24 \draw[help lines] (5,0) -- (5,1);
25 %% sollecitazione interna
26 \foreach \y in {0,0.2,...,0.9}{
27 \draw[-latex] (5,\y) -- (5.8,\y);
28 }
29 \draw[-latex] (5,1) -- (5.8,1) node[below right] {$\sigma_z$};
30 %% sdr
31 \draw[help lines, ->] (0,0.5) -- (0,-0.5) node[left] {$y$};

```

CAPITOLO 7. MECCANICA

```

32 \draw[help lines, ->] (0,0.5) -- (1.5,0.5) node[above]{$z$};
33 \draw[help lines, ->] (9.5,0.5) -- (8.5,0.5) node[above]{$x$};
34 \draw[help lines, ->] (9.5,0.5) -- (9.5,-0.5) node[left]{$y$};
35 \end{tikzpicture}
36 \end{document}

```

La figura 7.4 mostra la trave sottoposta a flessione semplice. Con σ_z s'è evidenziata la sollecitazione interna di una sezione della trave.

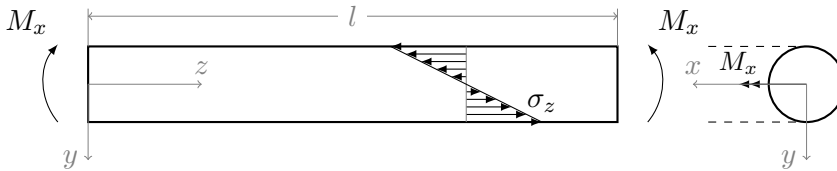


Figura 7.4 Trave a sezione circolare sottoposta a flessione semplice

```

1  % Codice di Spike
2  \documentclass[a4paper,11pt]{article}
3  \usepackage{tikz}
4  \usetikzlibrary{calc}
5  \begin{document}
6  \begin{tikzpicture}
7  %% trave
8  \draw[thick] (0,0) rectangle (7,1);
9  \draw[dashed] (8.2,0) -- (9.5,0);
10 \draw[dashed] (8.2,1) -- (9.5,1);
11 \draw[thick] (9.5,0.5) circle[radius=0.5];
12 \draw[help lines] (0,1) -- (0,1.5);
13 \draw[help lines] (7,1) -- (7,1.5);
14 \draw[help lines, <->] (0,1.4) -- (7,1.4)
15   node[fill=white,pos=0.5]{$l$};
16 %% carico
17 \draw[-latex] (-0.4,0)
18   arc[radius=0.8,start angle=220,end angle=140]
19   node[above left]{$M_x$};
20 \draw[-latex] (7.4,0)
21   arc[radius=0.8,start angle=-40,end angle=40]
22   node[above right]{$M_x$};
23 \begin{scope}[>=latex]
24 \draw[->>] (9.5,0.5) -- (8.6,0.5)
25   node[above] {\small $M_x$};
26 \end{scope}
27 %% sollecitazione interna
28 \foreach \y in {-0.5,-0.4,-0.3,-0.2,-0.1,0.1,0.2,...,0.5}{
29 \draw[-latex] (5,0.5+\y) -- ($(5,0.5)+(-2*\y,\y)$);
30 }

```

7.3. TEORIA DELLA TRAVE

```

31 \draw[help lines] (5,0) -- (5,1);
32 \draw (4,1) -- (6,0) node[above] {\sigma_z};
33 %%% sdr
34 \draw[help lines, ->] (0,0.5) -- (0,-0.5) node[left]{$y$};
35 \draw[help lines, ->] (0,0.5) -- (1.5,0.5) node[above]{$z$};
36 \draw[help lines, ->] (9.5,0.5) -- (8,0.5) node[above]{$x$};
37 \draw[help lines, ->] (9.5,0.5) -- (9.5,-0.5) node[left]{$y$};
38 \end{tikzpicture}
39 \end{document}

```

La figura 7.5 mostra la trave sottoposta a forza normale eccentrica.

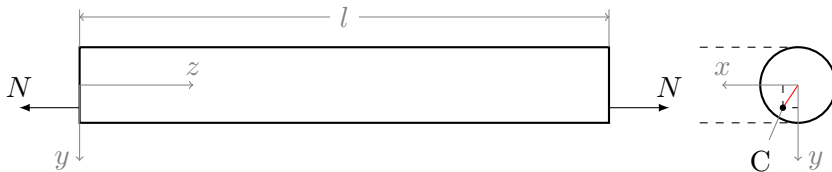


Figura 7.5 Trave a sezione circolare sottoposta a forza normale eccentrica

```

1 % Codice di Spike
2 \documentclass[a4paper,11pt]{article}
3 \usepackage{tikz}
4 \begin{document}
5 \begin{tikzpicture}
6 %%% trave
7 \draw[thick] (0,0) rectangle (7,1);
8 \draw[dashed] (8.2,0) -- (9.5,0);
9 \draw[dashed] (8.2,1) -- (9.5,1);
10 \draw[thick] (9.5,0.5) circle[radius=0.5];
11 \draw[help lines] (0,1) -- (0,1.5);
12 \draw[help lines] (7,1) -- (7,1.5);
13 \draw[help lines, <->] (0,1.4) -- (7,1.4)
14 node[fill=white,pos=0.5]{$l$};
15 %%% carico
16 \draw[-latex] (0,0.2) -- (-0.8,0.2) node[above]{$N$};
17 \draw[-latex] (7,0.2) -- (7.8,0.2) node[above]{$N$};
18 %%% eccentricita'
19 \draw[dashed] (9.3,0.5) -- (9.3,0.2) -- (9.5,0.2);
20 \node (c) at (9,-0.5){C};
21 \draw[help lines] (c) -- (9.3,0.2);
22 \draw[red] (9.5,0.5) -- (9.3,0.2);
23 \draw[fill] (9.3,0.2) circle[radius=1pt];
24 %%% sdr
25 \draw[help lines, ->] (0,0.5) -- (0,-0.5) node[left]{$y$};
26 \draw[help lines, ->] (0,0.5) -- (1.5,0.5) node[above]{$z$};

```

CAPITOLO 7. MECCANICA

```

27 \draw[help lines, ->] (9.5,0.5) -- (8.5,0.5) node[above]{$x$};
28 \draw[help lines, ->] (9.5,0.5) -- (9.5,-0.5) node[right]{$y$};
29 \end{tikzpicture}
30 \end{document}

```

La figura 7.6 mostra la trave sottoposta a forza normale eccentrica.

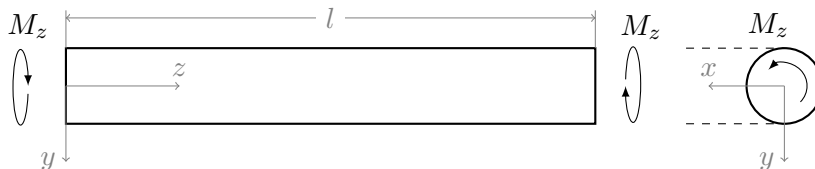


Figura 7.6 Trave a sezione circolare sottoposta a torsione

```

1  % Codice di Spike
2  \documentclass[a4paper,11pt]{article}
3  \usepackage{tikz}
4  \begin{document}
5  \begin{tikzpicture}
6  %% trave
7  \draw[thick] (0,0) rectangle (7,1);
8  \draw[dashed] (8.2,0) -- (9.5,0);
9  \draw[dashed] (8.2,1) -- (9.5,1);
10 \draw[thick] (9.5,0.5) circle[radius=0.5];
11 \draw[help lines] (0,1) -- (0,1.5);
12 \draw[help lines] (7,1) -- (7,1.5);
13 \draw[help lines, <->] (0,1.4) -- (7,1.4)
14 node[fill=white,pos=0.5]{$l$};
15 %% carico
16 \draw[latex-] (-0.5,0.5)
17 arc[x radius=0.1,y radius=0.5,start angle=2,end angle=350]
18 node[above=.6cm]{$M_z$};
19 \draw[latex-] (7.4,0.5)
20 arc[x radius=0.1,y radius=0.5,start angle=182,
21 delta angle=350] node[above=.4cm]{\phantom{ab}$M_z$};
22 %phantom per aggiustare la posizione di M_z
23 \draw[-latex] (9.712,0.289)
24 arc[radius=0.3,start angle=315, delta angle=180]
25 node[above=.3cm]{$M_z$};
26 %sdr
27 \draw[help lines, ->] (0,0.5) -- (0,-0.5) node[left]{$y$};
28 \draw[help lines, ->] (0,0.5) -- (1.5,0.5) node[above]{$z$};
29 \draw[help lines, ->] (9.5,0.5) -- (8.5,0.5) node[above]{$x$};
30 \draw[help lines, ->] (9.5,0.5) -- (9.5,-0.5) node[left]{$y$};
31 \end{tikzpicture}
32 \end{document}

```

7.4 SCHEMI CINEMATICI CON FORZE APPLICATE

La figura 7.7 mostra un meccanismo a quadrilatero articolato. Considerando un momento M in ingresso applicato all'asta 1, si mostrano le forze scambiate all'interno del meccanismo fino all'asta 3 d'uscita. Grazie alle librerie `calc` e `intersections`, variando la lunghezza delle forze F e F_{23} se ne variano automaticamente anche le componenti.

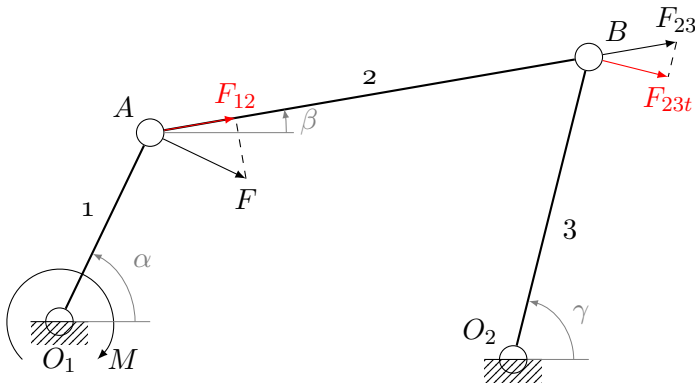


Figura 7.7 Quadrilatero articolato

```

1 % Codice di Spike
2 \documentclass[a4paper,11pt]{article}
3 \usepackage{tikz}
4 \usetikzlibrary{calc,intersections,patterns}
5 \begin{document}
6 \begin{tikzpicture}[>=latex]
7 %% struttura
8 % telaio:
9 % http://tex.stackexchange.com/a/13952/13304
10 \tikzset{ground/.style={fill,pattern=north east lines,draw=none,%
11 minimum width=0.75cm,minimum height=0.3cm}}
12 % punti di riferimento
13 \node (A) at (0,0) [circle,draw]{};
14 \node (B) at (1.2,2.5) [circle,draw]{};
15 \node (C) at (7,3.5) [circle,draw]{};
16 \node (D) at (6,-0.5) [circle,draw]{};
17 % disegno della struttura e del telaio
18 \draw[thick] (A) -- (B) node[pos=0.5,above left]{1};
19 \draw[thick,name path=AB] (B) -- (C) node[pos=0.5,above]{2};
20 \draw[thick] (C) -- (D) node[pos=0.5,below right]{3};
21 \node (g1) at (A) [ground,anchor=north]{};
22 \draw (g1.north west) -- (g1.north east);

```

CAPITOLO 7. MECCANICA

```

23 \node (g2) at (D) [ground,anchor=north]{};
24 \draw (g2.north west) -- (g2.north east);
25 %% annotazioni
26 % punti
27 \node[below=6pt] at (A) {$O_1$};
28 \node[above left=3pt] at (B) {$A$};
29 \node[above right=3pt] at (C) {$B$};
30 \node[above left=3pt] at (D) {$O_2$};
31 % momento di ingresso
32 \draw[<-] ($(A)+(0.5cm,-0.5cm)$)
33   arc[start angle=-45, end angle=225, radius=0.7cm]
34   node[pos=0, right]{$M$};
35 % forza 1
36 \coordinate (f1) at ($(B)!1.4cm!90:(A)$);
37 %creo coordinata a 1.4cm e 90 gradi da B
38 \draw[->] (B) -- (f1) node[pos=1,below] {$F$}; % forza
39 \draw[dashed, name path=f1p](f1)--($(B)!(f1)!(C)$); % proiezione
40 \draw[name intersections={of=AB and f1p},red,->](B)--(intersection-1)
41   node[above]{$F_{12}$}; % componente di forza
42 % forza 2
43 \coordinate (f2) at ($(B)!1.2!(C)$);
44 \draw[->] (C) -- (f2) node[pos=1,above] {$F_{23}$};
45 \coordinate (S) at ($(C)!2cm!90:(D)$);
46 \path[name path=s] (C) -- (S);
47 \draw[dashed,name path=f2p] (f2) -- ($(C)!(f2)!(S)$);
48 \draw[name intersections={of=s and f2p},red,->](C)--(intersection-1)
49   node[below]{$F_{23t}$};
50 %% angoli
51 % alfa (angolo motore in ingresso)
52 \draw[help lines] (A) -- ++(1.2cm,0);
53 \draw[help lines,->] ($(A)+(1,0)$)
54   arc[start angle=0,end angle=64,radius=1];
55 \node[help lines] at (1.1,.8) {$\alpha$};
56 % beta
57 \draw[help lines] (B) -- ++(1.9cm,0);
58 \draw[help lines,->] ($(B) + (1.8,0)$)
59   arc[start angle=0,end angle=10,radius=1.8];
60 \node[help lines] at ($(B) + (2.1,.15)$) {$\beta$};
61 % gamma
62 \draw[help lines] (D) -- ++(1cm,0);
63 \draw[help lines,->] ($(D)+(0.8,0)$)
64   arc[start angle=0,end angle=75,radius=0.8];
65 \node[help lines] at ($(D) + (0.9,.6)$) {$\gamma$};
66 \end{tikzpicture}
67 \end{document}

```

La figura 7.8 mostra un meccanismo a quadrilatero articolato incrociato.

```

1 % Codice di Spike
2 \documentclass[a4paper,11pt]{article}
3 \usepackage{tikz}
4 \usetikzlibrary{calc,intersections,patterns}

```

7.4. SCHEMI CINEMATICI CON FORZE APPLICATE

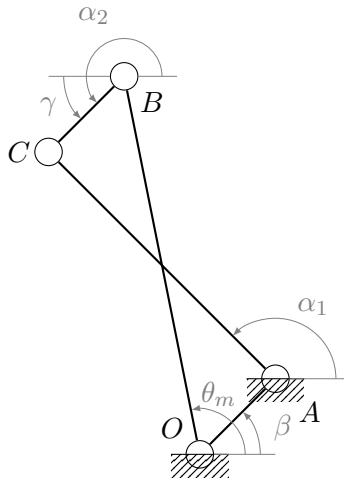


Figura 7.8 Quadrilatero articolato incrociato

```

5 \begin{document}
6 \begin{tikzpicture}[>=latex]
7 %% struttura
8 % http://tex.stackexchange.com/a/13952/13304
9 \tikzset{ground/.style={fill,pattern=north east lines,draw=none,%
10 minimum width=0.75cm,minimum height=0.3cm}}
11 % punti di riferimento
12 \node (O) at (0,0)[circle,draw]{};
13 \node (A) at (1,1)[circle,draw]{};
14 \node (B) at (-1,5)[circle,draw]{};
15 \node (C) at (-2,4)[circle,draw]{};
16 % disegno struttura e telaio
17 \draw[thick] (O) -- (A) -- (C) -- (B) -- (O);
18 \node (g1) at (O) [ground,anchor=north]{};
19 \draw (g1.north west) -- (g1.north east);
20 \node (g2) at (A) [ground,anchor=north]{};
21 \draw (g2.north west) -- (g2.north east);
22 %% annotazioni
23 % punti
24 \node[above left=3pt] at (O) {$O$};
25 \node[below right=7pt] at (A) {$A$};
26 \node[below right=3pt] at (B) {$B$};
27 \node[left=3pt] at (C) {$C$};
28 %% angoli
29 % beta
30 \draw[help lines] (O) -- ++(1cm,0);
31 \draw[help lines,->] ($O)+(0.8,0)$
32 arc[start angle=0,end angle=45,radius=0.8];

```

CAPITOLO 7. MECCANICA

```
33 \node[help lines] at (1.1,.35) {\beta$};
34 % teta_m (angolo motore in ingresso)
35 \draw[help lines,->] ($(0)+(0.6,0)$)
36   arc[start angle=0,end angle=101,radius=0.6];
37 \node[help lines] at (.25,.8) {\theta_m$};
38 % alfa1
39 \draw[help lines] (A) -- ++(1cm,0);
40 \draw[help lines,->] ($(A)+(0.8,0)$)
41   arc[start angle=0,end angle=135,radius=0.8];
42 \node[help lines] at (1.5,1.95) {\alpha_1$};
43 % alfa2
44 \draw[help lines] (B) -- ++(.7cm,0);
45 \draw[help lines,->] ($(B)+(0.5,0)$)
46   arc[start angle=0,end angle=225,radius=0.5];
47 \node[help lines] at (-1.4,5.8) {\alpha_2$};
48 % gamma
49 \draw[help lines] (B) -- ++(-1cm,0);
50 \draw[help lines,->] ($(B) - (.8,0)$)
51   arc[start angle=180,end angle=225,radius=0.8];
52 \node[help lines] at (-2,4.6) {\gamma$};
53 \end{tikzpicture}
54 \end{document}
```

7.5 SCHEMI STATICI E DIAGRAMMI DI CORPO LIBERO

La figura 7.9 mostra una struttura sottoposta a carichi e vincoli statici nello spazio con il relativo diagramma di corpo libero.

Per poter riutilizzare il disegno dei vincoli in più schemi si è deciso di creare dei comandi appositi chiamati `\carrello` e `\cerniera`. Gli argomenti necessari sono:

- la loro posizione nel disegno (in termini di coordinate x,y);
- il colore di sfondo (con questo parametro si può decidere se dividere o meno un corpo in due nel punto di posizionamento; l'effetto si ottiene colorando di bianco l'interno della parte alta del vincolo).

```
1 % Codice di Spike
2 \documentclass[a4paper,11pt]{article}
3 \usepackage{tikz}
4 \usetikzlibrary{calc,patterns}
5 \begin{document}
6 \begin{tikzpicture}[>=latex]
7
8 \def\carrello(#1,#2,#3){%
```


7.5. SCHEMI STATICI E DIAGRAMMI DI CORPO LIBERO

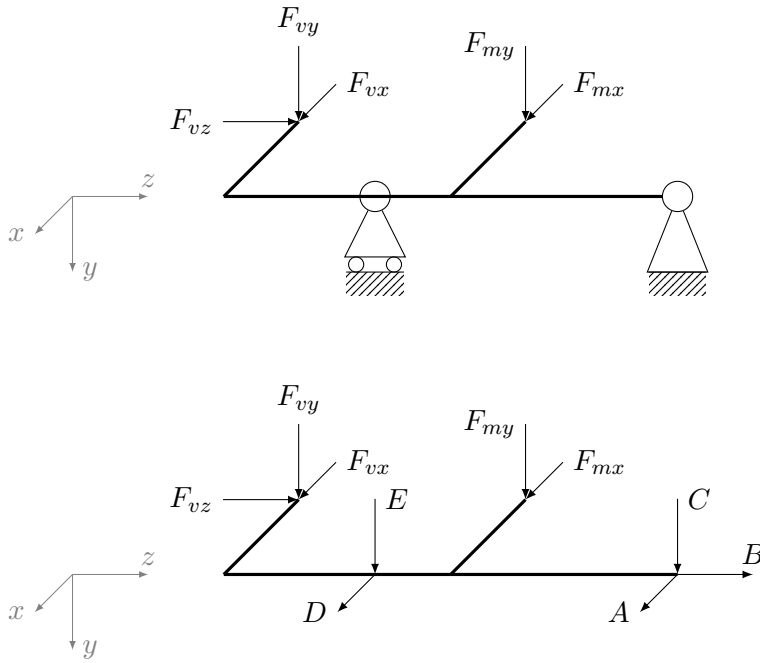


Figura 7.9 Schema di una struttura sottoposta a carichi e vincoli statici

```

9 \begin{scope}[shift={(#1,#2)}]
10 \node[draw,circle,fill=#3,minimum width=0.4cm] (S) at (0,0){};
11 \draw (S) -- (-0.4,-0.8) -- (+0.4,-0.8) -- (S);
12 \draw (0.25,-0.9) circle[radius = 0.1];
13 \draw (-0.25,-0.9) circle[radius = 0.1];
14 \node (g1) at (0,-1) [ground,anchor=north]{};
15 \draw (g1.north west) -- (g1.north east);
16 \end{scope}
17 }
18
19 \def\cerniera(#1,#2,#3){%
20 \begin{scope}[shift={(#1,#2)}]
21 \node[draw,circle,fill=#3,minimum width=0.4cm] (S) at (0,0){};
22 \draw (S) -- (-0.4,-1) -- (+0.4,-1) -- (S);
23 \node (g1) at (0,-1) [ground,anchor=north]{};
24 \draw (g1.north west) -- (g1.north east);
25 \end{scope}
26 }
27

```

CAPITOLO 7. MECCANICA

```

28 %% telaio
29 % http://tex.stackexchange.com/a/13952/13304
30 \tikzset{ground/.style={fill,pattern=north east lines,draw=none,%
31 minimum width=0.75cm,minimum height=0.3cm}}
32 %% struttura dello schema
33 \coordinate (A) at (0,0); \coordinate (B) at (2,0);
34 \coordinate (C) at (3,0); \coordinate (D) at (6,0);
35 \coordinate (E) at ($(A)!1.4cm!45:(C)$);
36 \coordinate (F) at ($(C)!1.4cm!45:(D)$);
37 \draw[very thick] (A) -- (B) -- (C) -- (D);
38 \draw[very thick] (A) -- (E); \draw[very thick] (C) -- (F);
39 %% sistema di riferimento
40 \coordinate (O) at ($(A) - (2,0)$);
41 \draw[help lines,->] (O) -- ($(O) - (0.5,0.5)$) node[left] {$x$};
42 \draw[help lines,->] (O) -- ($(O) - (0,1)$) node[right] {$y$};
43 \draw[help lines,->] (O) -- ($(O) + (1,0)$) node[above] {$z$};
44 %% vincoli
45 \carrello(2,0,none) \cerniera(6,0,white)
46 %% carichi
47 % in F
48 \coordinate (fmx) at ($(C)!1.5!(F)$);
49 \coordinate (fmy) at ($(F) + (0,1)$);
50 \draw[->] (fmx) -- (F) node[pos=0,right]{$F_{mx}$};
51 \draw[->] (fmy) -- (F) node[pos=0,left]{$F_{my}$};
52 % in E
53 \coordinate (fvx) at ($(A)!1.5!(E)$);
54 \coordinate (fvy) at ($(E) + (0,1)$);
55 \coordinate (fvz) at ($(E) - (1,0)$);
56 \draw[->] (fvx) -- (E) node[pos=0,right]{$F_{vx}$};
57 \draw[->] (fvy) -- (E) node[pos=0,above]{$F_{vy}$};
58 \draw[->] (fvz) -- (E) node[pos=0,left]{$F_{vz}$};
59 %%% struttura del diagramma di corpo libero
60 \begin{scope}[shift={(0,-5)}]
61 \coordinate (A) at (0,0); \coordinate (B) at (2,0);
62 \coordinate (C) at (3,0); \coordinate (D) at (6,0);
63 \coordinate (E) at ($(A)!1.4cm!45:(C)$);
64 \coordinate (F) at ($(C)!1.4cm!45:(D)$);
65 \draw[very thick] (A) -- (B) -- (C) -- (D);
66 \draw[very thick] (A) -- (E); \draw[very thick] (C) -- (F);
67 %% sistema di riferimento
68 \coordinate (O) at ($(A) - (2,0)$);
69 \draw[help lines,->] (O) -- ($(O) - (0.5,0.5)$) node[left] {$x$};
70 \draw[help lines,->] (O) -- ($(O) - (0,1)$) node[right] {$y$};
71 \draw[help lines,->] (O) -- ($(O) + (1,0)$) node[above] {$z$};
72 %%% carichi - in F
73 \coordinate (fmx) at ($(C)!1.5!(F)$);
74 \coordinate (fmy) at ($(F) + (0,1)$);
75 \draw[->] (fmx) -- (F) node[pos=0,right]{$F_{mx}$};
76 \draw[->] (fmy) -- (F) node[pos=0,left]{$F_{my}$};
77 % in E
78 \coordinate (fvx) at ($(A)!1.5!(E)$);
79 \coordinate (fvy) at ($(E) + (0,1)$);

```

7.5. SCHEMI STATICI E DIAGRAMMI DI CORPO LIBERO

```
80 \coordinate (fvz) at ($(E) - (1,0)$);
81 \draw[->] (fvx) -- (E) node[pos=0,right]{$F_{vx}$};
82 \draw[->] (fvy) -- (E) node[pos=0,above]{$F_{vy}$};
83 \draw[->] (fvz) -- (E) node[pos=0,left]{$F_{vz}$};
84 %% reazioni vincolari - in B
85 \draw[->] (B) -- ($(B) - (0.5,0.5)$) node[left]{$D$};
86 \draw[->] ($(B) + (0,1)$) -- (B) node[pos=0,right]{$E$};
87 % in D
88 \draw[->] (D) -- ($(D) - (0.5,0.5)$) node[left]{$A$};
89 \draw[->] ($(D) + (0,1)$) -- (D) node[pos=0,right]{$C$};
90 \draw[->] (D) -- ($(D) + (1,0)$) node[above]{$B$};
91 \end{scope}
92 \end{tikzpicture}
93 \end{document}
```

ESEMPI VARI

Questo capitolo presenta alcuni esempi pensati per soddisfare varie esigenze. Per comodità li si è raccolti in un'unica sede.

8.1 GRAFICI REALIZZATI CON `pgfplots`

Il pacchetto *pgfplots* garantisce ottimi risultati in poco tempo anche con grafici di una certa complessità. Quello mostrato nella figura 1.1 è stato realizzato con questo pacchetto.

```
1 \documentclass{article}
2 \usepackage{pgfplots}
3 \begin{document}
4 \begin{center}
5 \begin{tikzpicture}
6 \begin{axis}[
7 /pgf/number format/.cd,
8 1000 sep={},
9 xbar,
10 width=12.5cm, height=7cm,
11 xlabel={Numero di domande},
12 symbolic y coords={tikz-pgf, tables, fonts, beamer, mathmode, macros,
13 spacing, sectioning, graphics, table-of-contents},
14 ytick=data,
15 ytick pos=left,
16 nodes near coords, nodes near coords align={horizontal},
17 every node near coord/.append style={font=\footnotesize}]
18 \addplot coordinates {(2411, tikz-pgf) (1168, tables) (1142, fonts)
19 (1128, beamer) (1048, mathmode) (995, macros) (932, spacing)
20 (793, sectioning) (789, graphics) (751, table-of-contents)};
21 \end{axis}
22 \end{tikzpicture}
23 \end{center}
24 \end{document}
```

8.1. GRAFICI REALIZZATI CON pgfplots

La figura 8.1 mostra il massimo flusso di traffico in una rete. Si sono effettuate misurazioni per diversi tipi di topologia (Δ rappresenta il numero di vicini di ogni nodo, ad esempio $\Delta = 1$ indica che ogni nodo è collegato solo con un altro pertanto la topologia è un anello unidirezionale) con numero di utenti crescente.

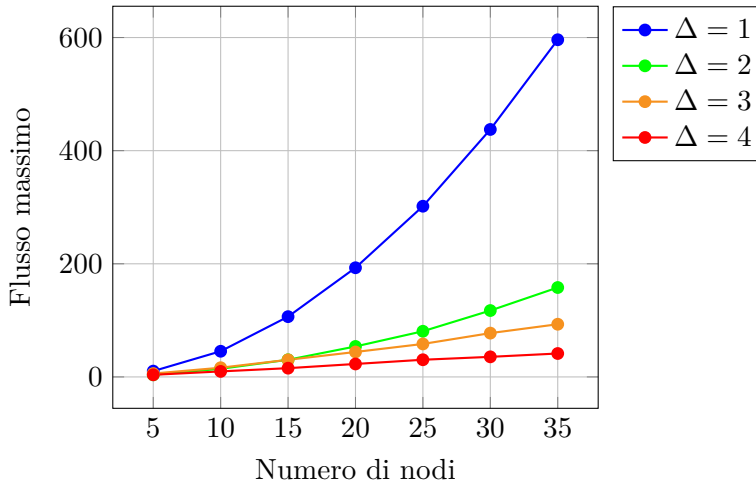


Figura 8.1 Massimo flusso di traffico in rete

```
1 \documentclass{article}
2 \usepackage{pgfplots}
3 \definecolor{burntorange}{cmymk}{0,0.51,1,0}
4 \begin{document}
5 \begin{center}
6 \begin{tikzpicture}
7 \begin{axis} [grid=major,width=8cm,
8 legend pos=outer north east,
9 xlabel={Numero di nodi}, ylabel={Flusso massimo}]
10
11 \addplot[blue, thick, mark=*]
12 coordinates {(5,10.2858) (10,45.395) (15,106.562)
13 (20,193) (25,301.782) (30,437.48) (35,596.077)};
14
15 \addplot[green, thick, mark=*]
16 coordinates {(5,3.74818) (10,14.3916) (15,30.3224)
17 (20,53.8771) (25,80.7404) (30,117.348) (35,158.066)};
18
19 \addplot[burntorange, thick, mark=*]
20 coordinates {(5,5.97737) (10,16.2734) (15,30.2908)
```

CAPITOLO 8. ESEMPI VARI

```

21     (20,44.1123) (25,58.2999) (30,77.4466) (35,93.1559)};
22
23 \addplot[red, thick, mark=*]
24 coordinates {(5,3.74915) (10,9.75725) (15,15.4912)
25 (20,22.9114) (25,30.3674) (30,35.505) (35,41.3992)};
26
27 \legend{\Delta=1$, \Delta=2$, \Delta=3$, \Delta=4$}
28 \end{axis}
29 \end{tikzpicture}
30 \end{center}
31 \end{document}

```

Il grafico mostrato nella figura 8.2 è stato realizzato unendo le risorse di *pgfplots* e *gnuplot* (si ricordi, perciò, di compilarne il codice dando `pdflatex -shell-escape`).

Si rappresenta la funzione di ripartizione di una variabile casuale normale lasciando a *gnuplot* il compito di calcolare:

$$\frac{1}{2} \left(1 + \operatorname{erf} \frac{x - \mu}{\sigma \sqrt{2}} \right)$$

dove:

- x è il punto in cui si valuta la funzione;
- μ è la media o valore atteso;
- σ è la varianza.

A questo punto si definisce un comando che usi la sintassi di *gnuplot*:

```

% uso: \cdf(x)(media)(varianza)
\def\cdf(#1)(#2)(#3){0.5*(1+(erf((#1-#2)/(#3*sqrt(2)))))}

```

e lo si usa nell'argomento di `\addplot`:

```
\addplot[opzioni] gnuplot[[funzione-gnuplot]];
```

L'esempio è tratto da ([web](#), [a](#)).

```

1 \documentclass{article}
2 \usepackage{amsmath}
3 \usepackage{pgfplots}
4
5 % uso: \cdf(x)(media)(varianza)
6 \def\cdf(#1)(#2)(#3){0.5*(1+(erf((#1-#2)/(#3*sqrt(2)))))}%
7
8 \DeclareMathOperator{\CDF}{cdf}

```

8.2. UN DIAGRAMMA DI FLUSSO

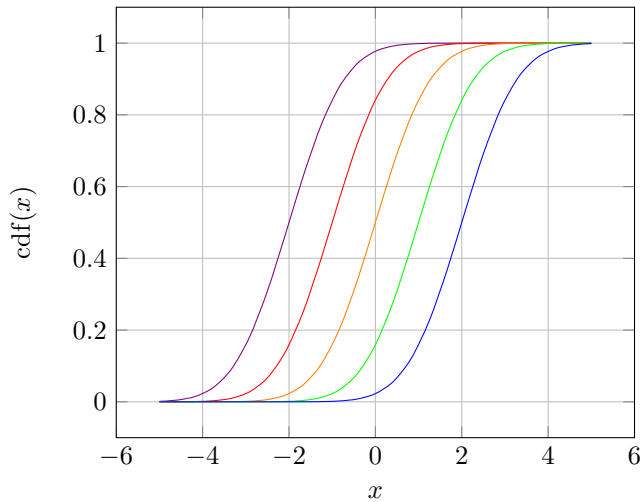


Figura 8.2 Grafico funzione di ripartizione variabile casuale normale

```
9
10 \begin{document}
11 \begin{tikzpicture}
12 \begin{axis}[%
13   xlabel=$x$,
14   ylabel=$\CDF(x)$,
15   grid=major
16   \addplot[smooth,violet] gnuplot{\cdf(x)(-2)(1)};
17   \addplot[smooth,red] gnuplot{\cdf(x)(-1)(1)};
18   \addplot[smooth,orange] gnuplot{\cdf(x)(0)(1)};
19   \addplot[smooth,green] gnuplot{\cdf(x)(1)(1)};
20   \addplot[smooth,blue] gnuplot{\cdf(x)(2)(1)};
21 \end{axis}
22 \end{tikzpicture}
23 \end{document}
```

8.2 UN DIAGRAMMA DI FLUSSO

Il diagramma di flusso mostrato nella figura 8.3 è un ottimo esempio della forza di TikZ nel gestire i riferimenti relativi, dei quali si fa massiccio uso. Inoltre nel codice si usa la libreria `calc` per calcolare la posizione dei nodi. Per esempio:

```
\coordinate (middle) at ($(resources.west)!0.5!(sensors.west)$);
```

determina la posizione della coordinata `middle` come il punto medio fra `(resources.west)` e `(sensors.west)`. L'esempio è tratto da (web, b).

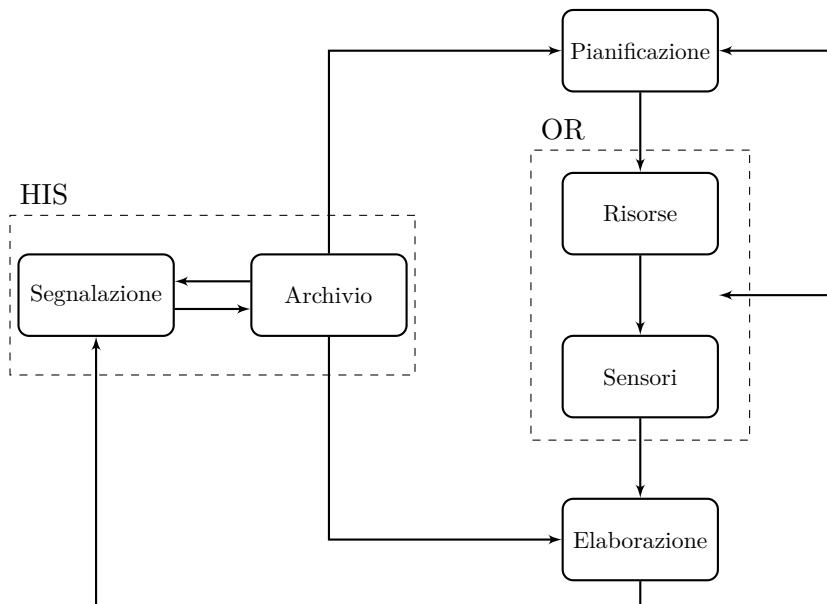


Figura 8.3 Diagramma di flusso

```

1 \documentclass{article}
2 \usepackage{tikz}
3 \usetikzlibrary{shapes,arrows,fit,calc}
4 \tikzset{box/.style={draw, rectangle, rounded corners, thick,
5   node distance=7em, text width=6em, text centered,
6   minimum height=3.5em}}
7 \tikzset{container/.style={draw, rectangle, dashed, inner sep=2em}}
8 \tikzset{line/.style={draw, thick, -latex'}}
9
10 \begin{document}
11
12 \begin{tikzpicture}[auto]
13 \node [box] (planning) {Pianificazione};
14 \node [box, below of=planning] (resources) {Risorse};
15 \node [box, below of=resources] (sensors) {Sensori};
16 \node [box, below of=sensors] (processing) {Elaborazione};
17
18 \coordinate (middle) at ($(resources.west)!0.5!(sensors.west)$);
19 \node [box, left of=middle, node distance=10em] (archive) {Archivio};
  
```


8.3. UN METODO PER EVIDENZIARE PARTI DI TESTO

```
20 \node [box, left of=archive, node distance=10em] (reporting)
21   {Segnalazione};
22
23 \node[container, fit=(resources) (sensors)] (or) {};
24 \node at (or.north west) [above right,node distance=0 and 0] {OR};
25
26 \node[container, fit=(archive) (reporting)] (his) {};
27 \node at (his.north west) [above right,node distance=0 and 0] {HIS};
28
29 \path [line] (planning) -- (resources);
30 \path [line] (resources) -- (sensors);
31 \path [line] (sensors) -- (processing);
32
33 \path [line] (archive) |- (planning);
34 \path [line] (archive) |- (processing);
35 \path [line] (processing)--($(processing.south)-(0,0.5)$)
36   -| (reporting);
37
38 \draw [line] ($(processing.south)-(0,0.5)$) -- ++(4,0)
39   node(lowerright){} |- (planning.east);
40 \draw [line] (lowerright |- or.east)
41   -- (or.east -| resources.south east);
42
43 \draw[line] (archive.170)--(reporting.10);
44 \draw[line] (reporting.350)--(archive.190);
45 \end{tikzpicture}
46
47 \end{document}
```

8.3 UN METODO PER EVIDENZIARE PARTI DI TESTO

Si supponga di voler evidenziare nelle seguenti equazioni il termine comune a_i con questo risultato:

$$\begin{aligned} a_i + b_j &= 10 \\ c_j + d_j + a_i &\geq 30 \end{aligned}$$

Lo si può ottenere sfruttando le librerie `calc` e `fit` di `TikZ`. Il metodo è semplice: si inseriscono nelle equazioni dei “marcatori” per delimitare la zona da evidenziare, e poi si definisce una box trasparente con dimensioni calcolate a partire dai marcatori. Ci si ricordi di compilare due volte: la prima compilazione, infatti, è necessaria per determinare le coordinate esatte dei “marcatori” usate da `TikZ` nella seconda per produrre l’effetto desiderato.

CAPITOLO 8. ESEMPI VARI

```

1 \documentclass{article}
2 \usepackage{amsmath,amssymb}
3 \usepackage{tikz}
4 \usetikzlibrary{fit,calc}
5 \definecolor{mybrown}{RGB}{255,218,195}
6 \definecolor{myframe}{RGB}{197,122,195}
7
8 \newcommand{\tikzmark}[1]{%
9   \tikz[overlay,remember picture,baseline] \node [anchor=base] (#1) {};}
10 \begin{document}
11 \begin{align*}
12   \tikzmark{a}a_i\tikzmark{b} + b_j = 10 \\\
13   c_j + d_j + \tikzmark{c}a_i\tikzmark{d} >= 30
14 \end{align*}
15
16 \begin{tikzpicture}[remember picture,overlay]
17 \coordinate (aa) at ($(a)+(0,0.22)$);
18 \coordinate (bb) at ($(b)+(-0.04,0)$);
19 \node[draw=myframe,line width=1pt,fill=mybrown,opacity=0.4,rectangle,
20   rounded corners,fit=(aa) (bb)] {};
21 \coordinate (cc) at ($(c)+(0,0.22)$);
22 \coordinate (dd) at ($(d)+(-0.04,0)$);
23 \node[draw=myframe,line width=1pt,fill=mybrown,opacity=0.4,rectangle,
24   rounded corners,fit=(cc) (dd)] {};
25 \end{tikzpicture}
26 \end{document}

```

L'effetto è particolarmente interessante se applicato a una presentazione: evidenziando in tempi successivi parti diverse della stessa formula, si ottiene una sobria animazione che aiuta a seguire l'esposizione.

```

1 \documentclass{beamer}
2 \usepackage{amsmath,amssymb}
3 \usepackage{tikz}
4 \usetikzlibrary{fit,calc}
5 \definecolor{mybrown}{RGB}{255,218,195}
6 \definecolor{myframe}{RGB}{197,122,195}
7
8 \newcommand{\tikzmark}[1]{%
9   \tikz[overlay,remember picture,baseline] \node [anchor=base] (#1) {};}
10
11 \usetheme{Singapore}
12
13 \begin{document}
14
15 \begin{frame}{Animare una formula}
16 \begin{equation*}
17 \tilde{Q}_{t,s} = \tikzmark{a}\sum_{k \in K} q_{k,t,s}\tikzmark{b} +
18   \tikzmark{c}\sum_{w \in W} g_{w,t,s} \tikzmark{d}
19 \end{equation*}

```

8.4. MATRICI

```

20 \begin{tikzpicture}[remember picture,overlay]
21 \coordinate (aa) at ($(a)+(0.1,0.5)$);
22 \coordinate (bb) at ($(b)+(-0.1,-0.5)$);
23 \node<1>[draw=myframe,line width=1pt,fill=mybrown,opacity=0.4,rectangle,
24   rounded corners,fit=(aa) (bb)] {};
25 \coordinate (cc) at ($(c)+(0.1,0.5)$);
26 \coordinate (dd) at ($(d)+(0,-0.5)$);
27 \node<2>[draw=myframe,line width=1pt,fill=mybrown,opacity=0.4,rectangle,
28   rounded corners,fit=(cc) (dd)] {};
29 \end{tikzpicture}
30 \end{frame}
31 \end{document}

```

Il punto forte del metodo appena esposto sono le istruzioni <1> e <2>, quelle che creano il movimento. Le figure 8.4(a) e 8.4(b) mostrano il risultato.



(a) Prima parte della formula evidenziata (b) Seconda parte della formula evidenziata

Figura 8.4 La diapositiva creata

Il punto debole, viceversa, è il fatto che a una prima impressione il riquadro colorato *copre* la formula rendendola meno leggibile. In realtà la macro `\tikzmark`, con cui è stato ottenuto, è ben rodada, ma ne esiste una versione più potente che risolve l'inconveniente. Chi volesse constatarne l'efficacia sia nelle presentazioni sia in documenti normali, veda (FIANDRINO, 2012c) e (FIANDRINO, 2012a) nell'ordine.

8.4 MATRICI

La libreria `matrix` di *TikZ* permette di gestire le matrici con relativa facilità: si vedano i numerosi esempi nella documentazione del pacchetto (TANTAU,

2010).

Nella figura 8.5 si illustrano alcuni passi dell'*augmentation algorithm* per ottenere una matrice bistocastica la quale, scomposta grazie alla *Birkhoff-von Neumann decomposition*, permette di determinare parametri di qualità del servizio in sistemi “input queued”. Il codice relativo presenta i seguenti aspetti notevoli:

- il modo in cui lo sfondo di alcuni elementi è evidenziato:
 - tramite comandi personali;
 - tramite la libreria `backgrounds` e un nuovo “livello” di sfondo;
- il modo in cui si sono inserite le annotazioni accanto alla matrice;
- l’annidamento dell’ambiente `tikzpicture` in un ambiente matematico.

$$R = \begin{pmatrix} 0.0 & 0.3 & 0.2 & 0.4 \\ 0.2 & 0.3 & 0.0 & 0.2 \\ 0.4 & 0.1 & 0.3 & 0.0 \\ 0.2 & 0.0 & 0.2 & 0.3 \\ 0.8 & 0.7 & 0.7 & 0.9 \end{pmatrix} \begin{matrix} 0.9 \\ 0.7 \\ 0.8 \\ 0.7 \end{matrix} = \begin{pmatrix} 0.0 & 0.4 & 0.2 & 0.4 \\ 0.2 & 0.4 & 0.0 & 0.2 \\ 0.4 & 0.2 & 0.4 & 0.0 \\ 0.2 & 0.0 & 0.2 & 0.4 \\ 0.8 & 1 & 0.8 & 1 \end{pmatrix} \begin{matrix} 1 \\ 0.8 \\ 1 \\ 0.8 \end{matrix} = \\
 \begin{pmatrix} 0.0 & 0.4 & 0.2 & 0.4 \\ 0.4 & 0.4 & 0.0 & 0.2 \\ 0.4 & 0.2 & 0.4 & 0.0 \\ 0.2 & 0.0 & 0.4 & 0.4 \\ 1 & 1 & 1 & 1 \end{pmatrix} \begin{matrix} 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \end{matrix}$$

Figura 8.5 Esempi di matrici

```

1 \documentclass{article}
2 \usepackage{amsmath}
3 \usepackage{xparse}
4 \usepackage{tikz}
5 \usetikzlibrary{matrix,backgrounds}
6 \pgfdeclarelayer{myback}
7 \pgfsetlayers{myback,background,main}

```

8.4. MATRICI

```

8
9 \tikzset{mycolor/.style = {line width=1bp,color=#1}}%
10 \tikzset{myfillcolor/.style = {fill=#1,draw=black!50}}%
11
12 \NewDocumentCommand{\highlight}{0{blue!30} m m}{%
13 \draw[mycolor=#1] (#2.north west)rectangle (#3.south east);
14 }
15
16 % per eliminare spazi sovrapposti
17 \NewDocumentCommand{\fhighlight}{0{blue!30} m m}{%
18 \draw[myfillcolor=#1] ($(#2.north west)+(0.5bp,-0.5bp)$)
19 rectangle ($(#3.south east)-(0.5bp,-0.5bp)$);
20 }
21
22 \begin{document}
23 \begin{align*}R = &
24 \begin{tikzpicture}[baseline=-\the\dimexpr\fontdimen22\textfont2\relax]
25 \matrix (m)[matrix of math nodes,left delimiter=(,right delimiter=),
26 ampersand replacement=\&]
27 {
28 0.0 \& 0.3 \& 0.2 \& 0.4\\
29 0.2 \& 0.3 \& 0.0 \& 0.2\\
30 0.4 \& 0.1 \& 0.3 \& 0.0\\
31 0.2 \& 0.0 \& 0.2 \& 0.3\\
32 };
33 \begin{pgfonlayer}{myback}
34 \foreach \element in {m-1-2,m-2-2,m-3-2,m-3-3,m-4-4}{
35 \fhighlight[red!30]{\element}{\element}
36 }
37 \end{pgfonlayer}
38 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
39 \foreach \x/\xtext in {m-1-4/0.9,m-2-4/0.7,m-3-4/0.8,m-4-4/0.7}
40 \node[shift=(\x.east),xshift=0.75cm](0,0) {\xtext};
41 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
42 \foreach \x/\xtext in {m-4-1/0.8,m-4-2/0.7,m-4-3/0.7,m-4-4/0.9}
43 \node[shift=(\x.south),yshift=-0.25cm](0,0) {\xtext};
44 \end{tikzpicture}
45 =
46 \begin{tikzpicture}[baseline=-\the\dimexpr\fontdimen22\textfont2\relax]
47 \matrix (m)[matrix of math nodes,left delimiter=(,right delimiter=),
48 ampersand replacement=\&]
49 {
50 0.0 \& 0.4 \& 0.2 \& 0.4\\
51 0.2 \& 0.4 \& 0.0 \& 0.2\\
52 0.4 \& 0.2 \& 0.4 \& 0.0\\
53 0.2 \& 0.0 \& 0.2 \& 0.4\\
54 };
55 \begin{pgfonlayer}{myback}
56 \foreach \element in {m-1-2,m-2-2,m-3-2,m-3-3,m-4-4}{
57 \fhighlight{\element}{\element}
58 }
59 \foreach \element in {m-2-1,m-4-3}{

```

CAPITOLO 8. ESEMPI VARI

```

60 \fhighlight [red!30]{\element}{\element}
61 }
62 \end{pgfonlayer}
63 %%%%%%%%%%
64 \foreach \x/\xtext in {m-1-4/1,m-2-4/0.8,m-3-4/1,m-4-4/0.8}
65 \node [shift=(\x.east),xshift=0.75cm](0,0) {\xtext};
66 %%%%%%%%%%
67 \foreach \x/\xtext in {m-4-1/0.8,m-4-2/1,m-4-3/0.8,m-4-4/1}
68 \node [shift=(\x.south),yshift=-0.25cm](0,0) {\xtext};
69 \end{tikzpicture}
70 =\
71 &
72 \begin{tikzpicture}[baseline=-\the\dimexpr\fontdimen22\textfont2\relax]
73 \matrix (m)[matrix of math nodes,left delimiter=(,right delimiter=),
74 ampersand replacement=\&]
75 {
76 0.0 \& 0.4 \& 0.2 \& 0.4\\
77 0.4 \& 0.4 \& 0.0 \& 0.2\\
78 0.4 \& 0.2 \& 0.4 \& 0.0\\
79 0.2 \& 0.0 \& 0.4 \& 0.4\\
80 };
81 \begin{pgfonlayer}{myback}
82 \foreach \element in {m-2-1,m-4-3}{
83 \fhighlight{\element}{\element}
84 }
85 \end{pgfonlayer}
86 %%%%%%%%%%
87 \foreach \x/\xtext in {m-1-4/1,m-2-4/1,m-3-4/1,m-4-4/1}
88 \node [shift=(\x.east),xshift=0.75cm](0,0) {\xtext};
89 %%%%%%%%%%
90 \foreach \x/\xtext in {m-4-1/1,m-4-2/1,m-4-3/1,m-4-4/1}
91 \node [shift=(\x.south),yshift=-0.25cm](0,0) {\xtext};
92 \end{tikzpicture}
93 \end{align*}
94
95 \end{document}

```

I comandi `\hightlight` e `\fhighlight`, definiti grazie al pacchetto *xparse* evidenziano gli elementi della matrice usando due stili distinti, `mycolor` e `myfillcolor` rispettivamente. Il primo non colora lo sfondo degli elementi selezionati:

```

\tikzset{mycolor/.style = {line width=1bp,color=#1}}%

\NewDocumentCommand{\highlight}{0{blue!30} m m}{%
\draw [mycolor=#1] (#2.north west)rectangle (#3.south east);
}

```

mentre il secondo sì:

```

\tikzset{myfillcolor/.style = {fill=#1,draw=black!50}}%

```

8.4. MATRICI

```
\NewDocumentCommand{\fhighlight}{0{blue!30} m m}{%
\draw[myfillcolor=#1] (#2.north west)rectangle (#3.south east);
}
```

Si noti che i comandi appena visti vanno inseriti in un ambiente `pgfonlayer`, al quale si assegnerà come argomento il nuovo livello di sfondo `myback`:

```
\pgfdeclarelayer{myback} % definizione
```

da mettere nella giusta posizione rispetto ai due livelli `background` e `main` predefiniti in `TikZ` con:

```
\pgfsetlayers{myback,background,main} % posizionamento
```

per evitare eventuali conflitti nel caso in cui per altre figure si usi il livello `background`.

Quando nella costruzione di una matrice con `TikZ` compaiono un'etichetta e l'opzione `matrix of math nodes`, gli elementi sono inseriti in modo matematico e i riferimenti definiti con la sintassi $\langle etichetta \rangle - \langle riga \rangle - \langle colonna \rangle$. Inoltre, per evitare problemi nel riconoscimento del carattere `\&` nell'ambiente `align*`, lo si può cambiare con l'opzione `ampersand replacement=\langle simbolo \rangle`.

Per inserire le somme degli elementi presenti nelle righe e nelle colonne e per colorare lo sfondo di alcuni, si è sfruttata la potenzialità del metodo di riferimento illustrato in precedenza per accedere a singoli elementi della matrice $\langle etichetta \rangle - \langle riga \rangle - \langle colonna \rangle$:

```
\foreach \x/\xtext in {m-4-1/1,m-4-2/1,m-4-3/1,m-4-4/1}
\node[shift=(\x.south),yshift=-0.25cm](0,0){\xtext};
```

e:

```
\foreach \element in {m-2-1,m-4-3}{
\fhighlight[red!30]{\element}{\element}
}
```

Per inserire un ambiente `tikzpicture` in un ambiente matematico garantendo un perfetto allineamento verticale delle righe, serve:

```
[baseline=-\the\dimexpr\fontdimen22\textfont2\relax]
```

Questa dimensione, illustrata in (GREGORIO, 2012) è utilissima anche quando la matrice non sia l'unico elemento presente nell'ambiente matematico.

L'esempio è stato costruito facendo riferimento a (FIANDRINO, 2011) e (FIANDRINO, 2012b); in particolare, (FIANDRINO, 2012b) illustra molti altri metodi che risolvono il problema.

BIBLIOGRAFIA

(a).

(b).

ALTERMUNDUS.COM. «Website». URL <http://altermundus.com/index.html>.

CALADO, P. «tikz-er2». URL <http://www.assembla.com/wiki/show/tikz-er2>. Pacchetto.

CRÉMER, J. (2011). *A very minimal introduction to TikZ*. URL <http://cremeronline.com/LaTeX/minimaltikz.pdf>.

FIANDRINO, C. (2010). *Progetto di un filtro FIR*. URL http://claudiofiandrino.altervista.org/teoria_dei_segnali/relazione.pdf. Relazione.

— (2011). «Tikz e matrici». URL <http://www.guitex.org/home/it/forum/5-tex-e-latex/66105-risolto-tikz-e-matrici>. Forum \LaTeX .

— (2012a). «Highlight a column in equation or math environment». URL <http://tex.stackexchange.com/questions/57101/highlight-a-column-in-equation-or-math-environment/57102#57102>. Forum TeX.StackExchange.

— (2012b). «Highlight elements in the matrix». URL <http://tex.stackexchange.com/questions/40028/highlight-elements-in-the-matrix/61753#61753>. Forum TeX.StackExchange.

BIBLIOGRAFIA

- (2012c). «Mark a pseudocode block and insert comments near it». URL <http://tex.stackexchange.com/questions/57060/mark-a-pseudocode-block-and-insert-comments-near-it#57073>. Forum TeX.StackExchange.
- (2012d). «P2p topology». URL <http://www.texample.net/tikz/examples/p2p-topology/>. Forum TeX.StackExchange.
- GOULDING, K. (2011). *TikZ for economists*. URL <http://www.slideshare.net/kevingoulding/tikz-for-economists>.
- GREGORIO, E. (2012). «Use of tikzpicture matrix in align or gather environment». URL <http://tex.stackexchange.com/questions/59658/use-of-tikzpicture-matrix-in-align-or-gather-environment/59660#59660>. Forum TeX.StackExchange.
- NISI, R. (2009). *La grafica di TikZ e PGF*. URL <http://www.guit.sssup.it/downloads/TikZxGuit2.pdf>.
- PANTIERI, L. e GORDINI, T. (2012). *L'arte di disegnare grafici con L^AT_EX*. URL www.lorenzopantieri.net/LaTeX_files/Grafici.pdf.
- REDAELLI, M. (2011). «Circuitikz». Pacchetto. Consultabile con `texdoc circuitikz`.
- STACEY, A. (2012). «How productive are you with tikz?» URL <http://tex.stackexchange.com/questions/52542/how-productive-are-you-with-tikz#52547>. Forum TeX.StackExchange.
- TANTAU, T. (2010). *The TikZ and PGF Packages*. URL <http://sourceforge.net/projects/pgf>. Consultabile con `texdoc tikz`.
- TEXAMPLE.NET. «Website». URL <http://www.texample.net/tikz/>.
- TISSEAU, J. e DUMA, J. (2011). *TikZ pour l'impatient*. URL <http://math.et.info.free.fr/TikZ/>.