

# Graphpaper: una classe per carte da grafici

*Claudio Beccari, Francesco Biccari*

## Sommario

Graphpaper è una classe L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X che permette di comporre e personalizzare diversi tipi di carta da grafici: carta millimetrata, semilogaritmica, log-log, carta polare lineare e logaritmica, carta di Smith. Tutte le carte da grafico sono composte col solo ambiente `picture`. In questo articolo verranno mostrate tutte le funzionalità di `graphpaper` e diversi esempi d'uso.

## Abstract

Graphpaper is a L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X class to draw and customize several kinds of plotting paper; millimeter, semilog, log-log, linear or logarithmic polar plotting papers, and the Smith chart. All such papers are typeset with the facilities of the `picture` environment and its extensions. In this article we show all the features of the `graphpaper` class and several usage examples.

## 1 Introduzione

Le carte da grafico sono da sempre usate in ambito tecnico-scientifico per aiutare nella rappresentazione di valori (WIKIPEDIA, b). Un esempio molto noto è la carta millimetrata (in realtà il nome corretto sarebbe carta quadrettata, dove l'aggettivo millimetrata si usa quando il lato del quadretto più piccolo è 1 mm), che si trova facilmente in commercio. Un altro esempio è la carta semilogaritmica in cui un asse ha una scala lineare mentre l'altro ha una scala, appunto, logaritmica. È tipicamente usata per rappresentare relazioni esponenziali ( $y = Ae^{bx}$ ), che quindi vengono linearizzate su questo tipo di carta. Analogamente, la carta log-log ha entrambi gli assi in scala logaritmica ed è quindi utile per rappresentare relazioni di tipo potenza ( $y = Ax^k$ ), che in questo caso vengono linearizzate. Le carte polari, sia lineari che logaritmiche, sono utili quando i dati da mettere in grafico hanno naturalmente una descrizione in coordinate polari. Infine la carta di Smith (WIKIPEDIA, a), molto usata dagli ingegneri elettrici per le linee di trasmissione, è in realtà qualcosa di più di un semplice insieme di linee per rappresentare dei dati, ma è un vero e proprio strumento di calcolo grafico.

A parte la carta millimetrata, attualmente è praticamente impossibile trovare in commercio tutte le altre, dato che oramai i software per mettere in grafico e analizzare i dati sono diventati alla portata di tutti.

In alcuni corsi universitari di laboratorio vengono però, talvolta, ancora usate, soprattutto la carta millimetrata, la semilogaritmica, e la carta di Smith. Il motivo è principalmente di tipo didattico, perché avere un contatto fisico con il grafico permette di dare un'attenzione maggiore a molti dettagli (la scala, le unità di misura, le etichette) di cui altrimenti verrebbe trascurata l'importanza, se si lasciassero scegliere automaticamente a un software.

E qui si innesta `graphpaper`. Questa classe nasce da un post pubblicato sul forum del G<sub>J</sub>R del 10 agosto 2019 (BICCARI). FB aveva bisogno di carta lineare (millimetrata) e semilog per il suo corso all'università, ma non voleva usare file presi da internet, difficilmente personalizzabili e di aspetto poco professionale, e non voleva stampare con stampanti di bassa qualità, con notevole spreco di risorse. La richiesta del post era quindi di sapere se qualcuno avesse già preparato un codice o un pacchetto apposito per comporre questo tipo di carta da grafici, in modo poi da far stampare i relativi pdf in una tipografia.

La risposta fu negativa e quindi da lì è cominciata una collaborazione tra FB e CB che ha portato alla realizzazione di una classe L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X apposita per la composizione di carte da grafici, `graphpaper`. Infatti, attualmente, per realizzare delle carte da grafico non ci sono strumenti dedicati, ma solamente delle soluzioni per alcuni casi specifici. Per esempio c'è il pacchetto `graphpap` che però permette solamente di realizzare una griglia rettangolare, oppure `pgfplots` (FEUERSÄNGER, 2020) che permette di creare una bellissima carta di Smith.

Per la realizzazione di `graphpaper` gli autori hanno usato l'ambiente `picture` e le sue estensioni e il pacchetto `xfp` per i calcoli in virgola mobile. La classe viene presentata al pubblico per la prima volta in questo articolo ed è stata pubblicata pochi giorni fa sul CTAN (BECCARI e BICCARI, 2020).

## 2 Guida all'uso

Graphpaper è abbastanza versatile da adattarsi a diversi scenari. Inizieremo presentando il suo uso più semplice: la composizione di una o più carte da grafico, con le opzioni di default, per poi essere stampate e distribuite agli studenti. Più avanti mostreremo come personalizzare colori, dimensioni, e altri aspetti delle carte. Per finire, vedremo che è possibile usare `graphpaper` per disegnare ciò che si vuole sulle carte da grafico, grazie alle funzionalità dell'ambiente `picture`.

## 2.1 Uso basilare

Come ogni classe L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X, `graphpaper` si carica in questo modo:

```
\documentclass[options]{graphpaper}
```

Ha tre opzioni di classe, mutuamente esclusive, che servono a specificare il formato della carta: `a4paper` (default), `a3paper`, `letterpaper`. L'orientamento del foglio è *landscape* e non può essere cambiato.

Per disegnare le varie carte da grafico, `graphpaper` fornisce un comando per ogni tipo di carta. Questi comandi vanno usati all'interno del corpo del documento. Alla fine di ciascuno di questi viene automaticamente inserita un'interruzione di pagina.

Ecco la lista dei comandi a disposizione:

```
\bilinear
```

per comporre carta quadrettata (millimetrata);

```
\semilogx{number of decades}
\semilogy{number of decades}
```

per comporre carta semilogaritmica, con l'asse logaritmico rispettivamente lungo le ascisse (`\semilogx`) o le ordinate (`\semilogy`) del foglio. L'argomento obbligatorio rappresenta il numero di decenni lungo l'asse logaritmico;

```
\loglog[0/1]{x-axis decades}{y-axis decades}
```

per comporre carta log-log. I due argomenti obbligatori rappresentano, rispettivamente, il numero di decenni lungo l'asse delle ascisse (*x*) e delle ordinate (*y*). Dato che l'area dentro la quale viene disegnata la griglia è, di default, rettangolare, la dimensione di una decade sarà, in generale, diversa lungo i due assi. Impostando il parametro opzionale a 1, le dimensioni delle decenni saranno forzate allo stesso valore lungo i due assi. L'effetto di questo parametro si può capire chiaramente confrontando la figura 4 con la figura 5, entrambe con due decenni lungo le ascisse e tre lungo le ordinate, ma con il parametro opzionale impostato a 1 nel secondo grafico;

```
\polar
```

per comporre carta polare con l'asse radiale lineare;

```
\logpolar{number of decades}
```

per comporre carta polare con asse radiale logaritmico. L'argomento obbligatorio rappresenta il numero di decenni lungo l'asse logaritmico. Il numero massimo di decenni è 2;

```
\smith
```

per comporre la carta di Smith. In particolare una carta di Smith per l'impedenza.

Prima di spiegare come personalizzare l'aspetto di queste carte da grafico, mostriamo un semplice codice di esempio in cui abbiamo riportato tutti i comandi visti finora.

```
\documentclass[a4paper]{graphpaper}
\begin{document}
\bilinear
\semilogx{3}
\semilogy{3}
\loglog{2}{3}
\loglog[1]{2}{3}
\polar
\logpolar{2}
\smith
\end{document}
```

Il risultato consiste in un documento di otto pagine, con una carta da grafico per ogni pagina. Nelle figure 1–8 abbiamo riportato il risultato, opportunamente riscalato, dove ogni figura corrisponde a una pagina del documento. Il rettangolo nero intorno alla figura rappresenta la dimensione del foglio A4.

## 2.2 Personalizzazioni

`Graphpaper` mette a disposizione dell'utente diversi comandi per personalizzare lo stile delle carte da grafico. Questi comandi vanno inseriti nel corpo del documento e hanno effetto su tutte le carte da grafico successive. Fa eccezione, come vedremo, il comando `\customcode`, ma il suo comportamento può essere facilmente cambiato grazie al suo argomento opzionale.

Per quanto riguarda la carta millimetrata, semilogaritmica e log-log, si hanno a disposizione questi comandi specifici per personalizzarle:

```
\setxside{length}
\setyside{length}
\setminimumdistance{length}
```

`\setxside` and `\setyside` permettono di specificare la dimensione del rettangolo della griglia, rispettivamente lungo l'asse delle ascisse e delle ordinate. Di default questi valori sono pari a (260 mm, 180 mm) per un foglio A4, (250 mm, 190 mm) per il formato letter, e (380 mm, 280 mm) per un foglio A3.

`\setminimumdistance` specifica, per le carte lineari e logaritmiche, la minima distanza ammessa tra due linee delle sottodivisioni. Il suo valore di default è 1 mm. Questa impostazione può anche essere usata, per esempio, per far sì che la carta bilineare abbia solo le sottodivisioni da 5 mm ma non quelle da 1 mm (cioè per ottenere una carta quadrettata da 5 mm). Per fare questo è sufficiente usare un valore superiore a 1 mm. Se si usa un valore superiore a 5 mm, si otterrà una carta bilineare con le sole linee principali, cioè una ogni cm (una carta quadrettata da 1 cm).

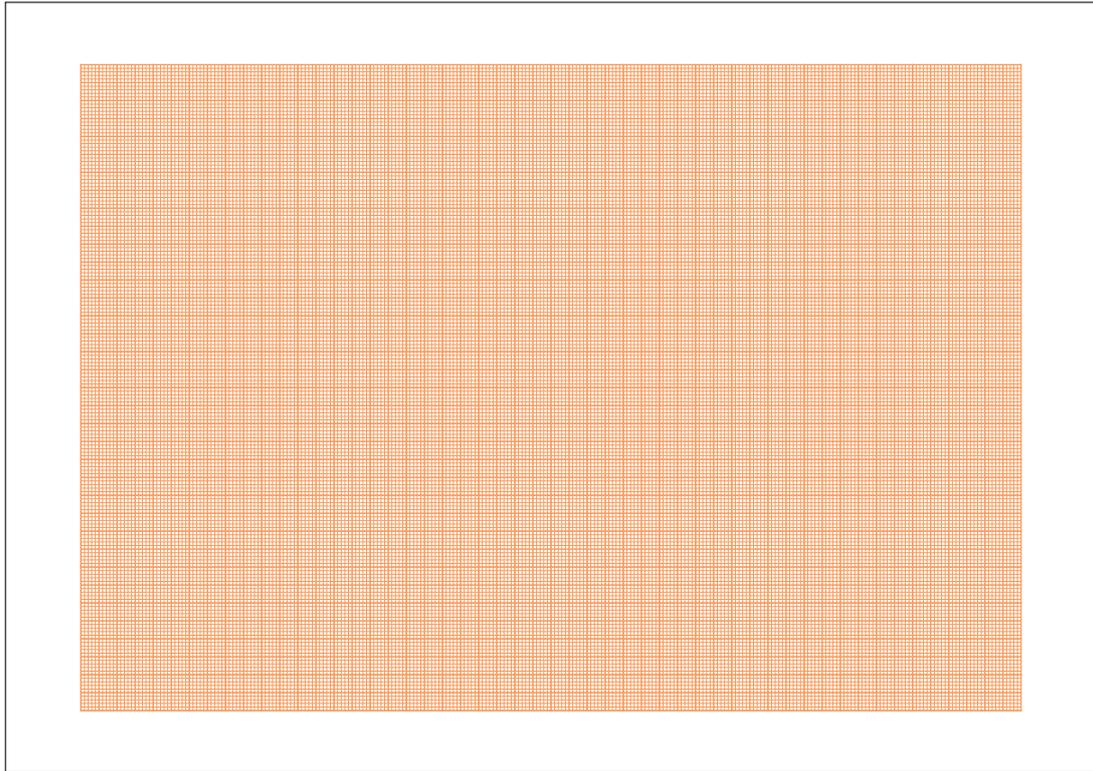


FIGURA 1: Esempio di carta da grafico realizzabile con `graphpaper`. Carta (bilineare) millimetrata.

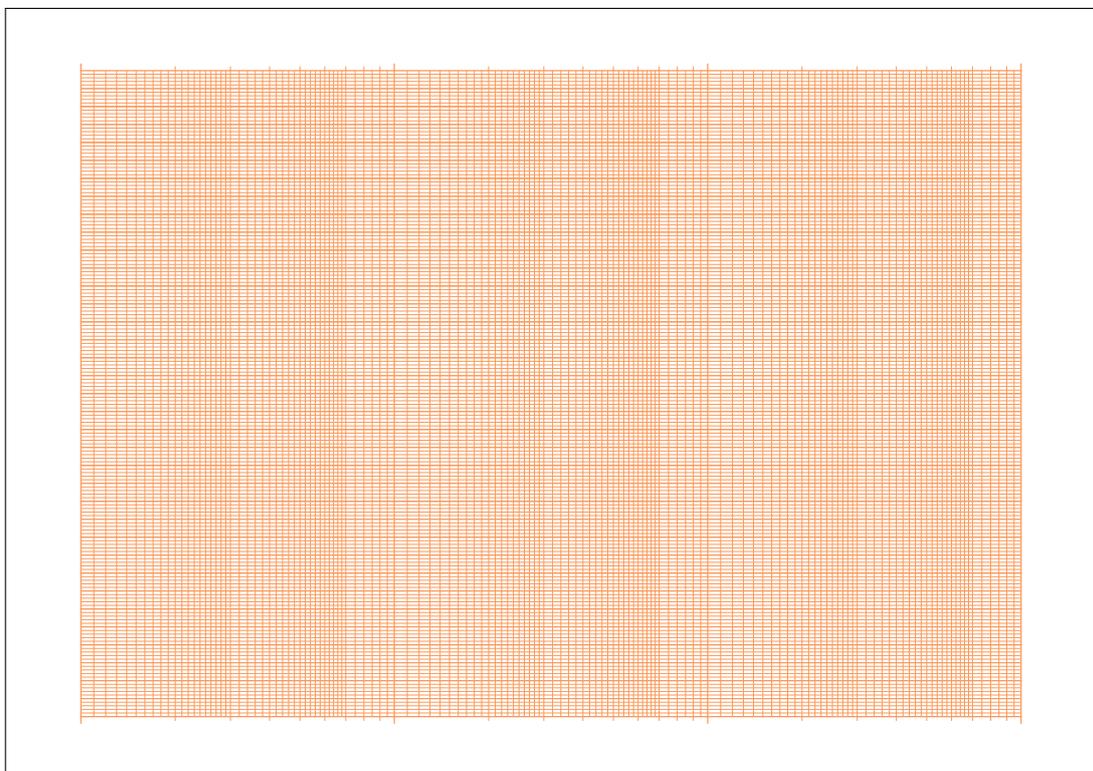


FIGURA 2: Esempio di carta da grafico realizzabile con `graphpaper`. Carta semilogaritmica, lineare sulle ordinate, logaritmica 3 decadi lungo le ascisse.



FIGURA 3: Esempio di carta da grafico realizzabile con `graphpaper`. Carta semilogaritmica, lineare sulle ascisse, logaritmica 3 decadi lungo le ordinate.

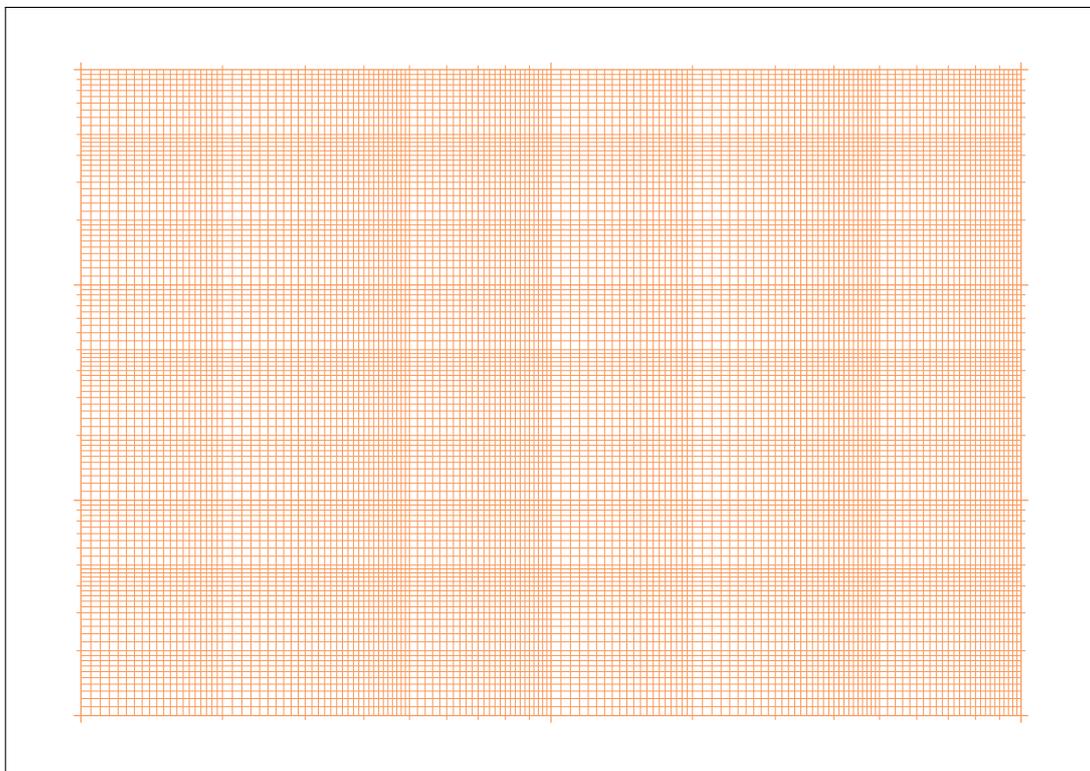


FIGURA 4: Esempio di carta da grafico realizzabile con `graphpaper`. Carta doppio logaritmica, 2 decadi lungo le ascisse, 3 decadi lungo le ordinate.

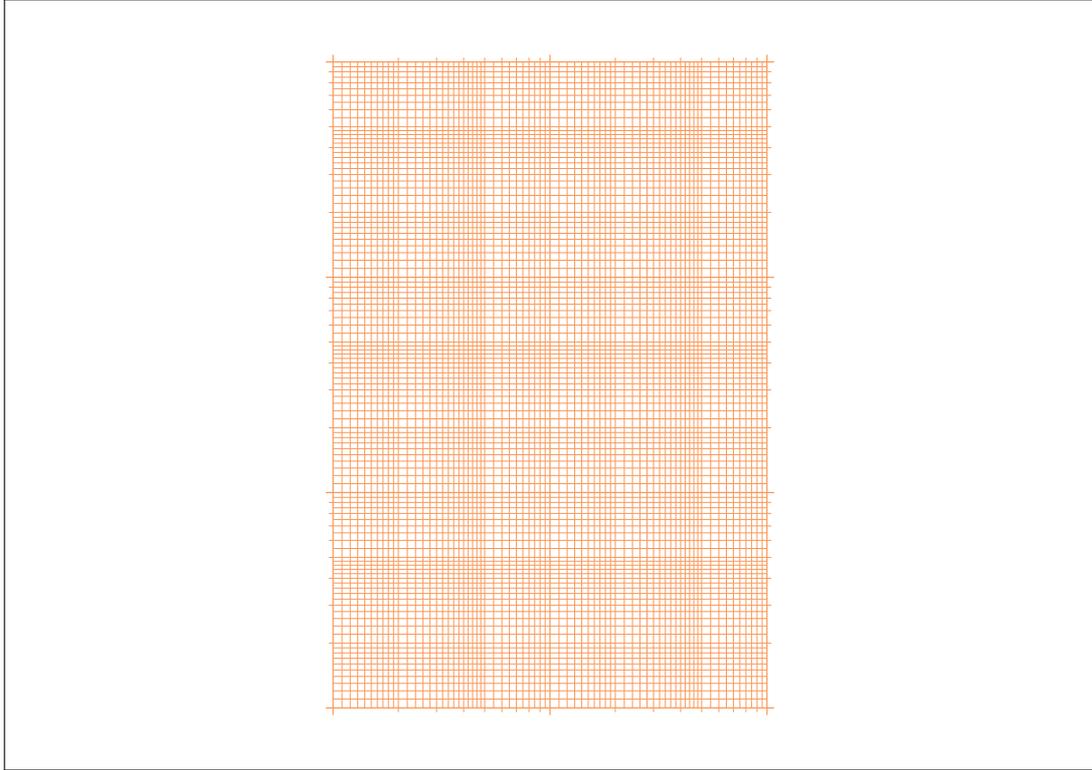


FIGURA 5: Esempio di carta da grafico realizzabile con `graphpaper`. Carta doppio logaritmica, 2 decadi lungo le ascisse, 3 decadi lungo le ordinate, con grandezza delle decadi uguale per i due assi.

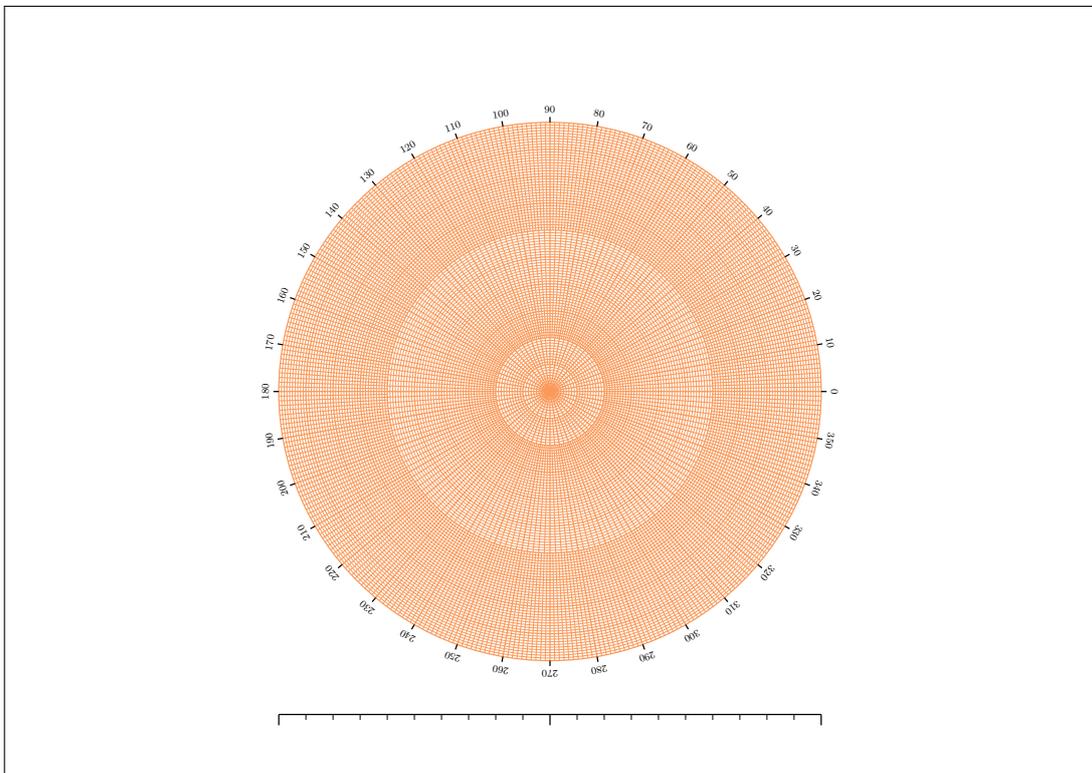


FIGURA 6: Esempio di carta da grafico realizzabile con `graphpaper`. Carta polare.

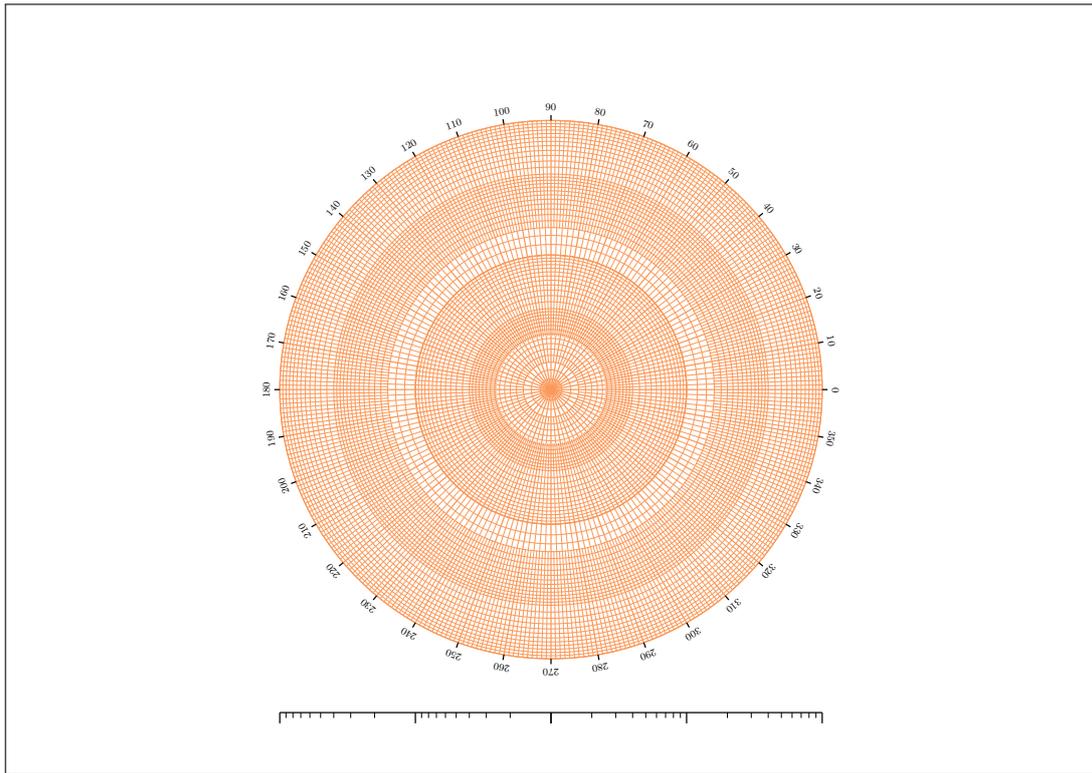


FIGURA 7: Esempio di carta da grafico realizzabile con `graphpaper`. Carta polare logaritmica lunga la direzione radiale (2 decadi).

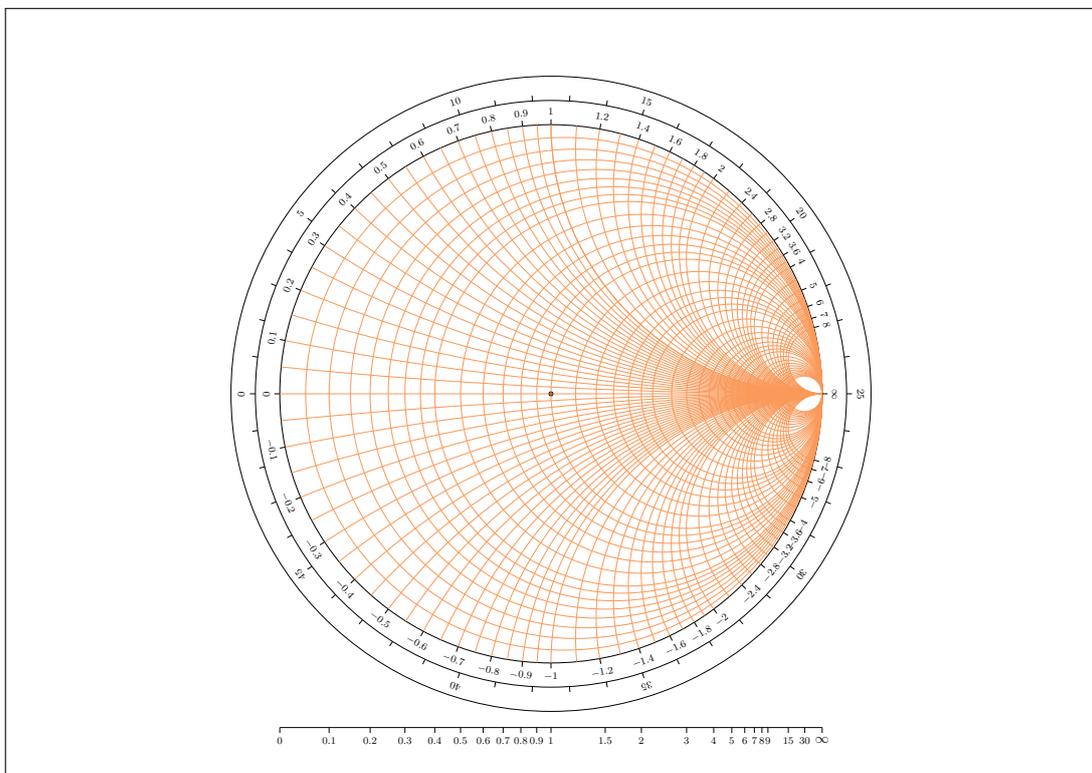


FIGURA 8: Esempio di carta da grafico realizzabile con `graphpaper`. Carta di Smith.

I seguenti comandi di personalizzazione sono validi invece per tutte le carte:

```
\setgridcolor{<color>}
\setmajorlinethickness{<length>}
\setmediumlinethickness{<length>}
\setminorlinethickness{<length>}
\customcode[<0/1>]{<picture env. commands>}
```

`\setgridcolor` imposta il colore delle linee. L'argomento deve essere un colore definito o predefinito dal pacchetto `color` o `xcolor`. Il colore di default è il Pantone 2011 U corrispondente all'RGB (250,153,89), il tipico colore rosso-arancio spesso usato per le carte da grafico e che si può vedere nelle figure 1–8.

`\setmajorlinethickness` permette di impostare lo spessore delle linee principali, `\setmediumlinethickness` quello delle linee medie e `\setminorlinethickness` quello delle linee sottili. I valori di default sono 1 pt, 0.6 pt, 0.25 pt, rispettivamente.

Infine, `\customcode` permette di disegnare, scrivere, inserire un logo, e così via, sopra la carta da grafico. Accetta tutti i comandi dell'ambiente `picture`. Il suo contenuto viene automaticamente eseguito nell'ambiente `picture` usato per disegnare la carta da grafico. Pertanto, per poterlo usare correttamente, è necessario conoscere dove si trova l'origine del sistema di coordinate e la sua unità base per ogni carta: nel caso delle carte lineari e logaritmiche l'origine si trova nell'angolo in basso a sinistra della griglia e la `\unitlength` è 1 mm; per le carte polari e quella di Smith l'origine si trova al centro del cerchio e la `\unitlength` è impostata a 1/140 dell'altezza del foglio di carta in uso in quel momento. L'argomento opzionale, se impostato a 0, fa in modo che la serie di comandi dati nell'argomento obbligatorio di `\customcode` non venga cancellata dopo ogni sua esecuzione.

Vediamo un esempio d'uso. Il codice che segue disegna due carte con un grafico ciascuna; una è millimetrata e l'altra semilogaritmica.

```
\documentclass[a4paper]{graphpaper}
\begin{document}
\setxside{10cm}
\setyaside{10cm}
\setminimumdistance{5mm}
\setgridcolor{blue}
\setmajorlinethickness{1mm}
\setmediumlinethickness{0.6mm}
\setminorlinethickness{0.2mm}
\customcode{%
  \put(130,110){%
    \includegraphics[width=3cm]{logo.pdf}}
  \color{red}
  \segment(0,10)(60,80)}
\bilinear
\setgridcolor{red}
% Definizione logaritmo in base 10.
% 50 corrisponde alla lunghezza del lato
% logaritmico (100 mm)
% diviso 2 (il numero di decadi)
\newcommand{\Log}[1]{%
  \fpeval{\ln(#1)/\ln(10)*50}}
\customcode{%
  \put(130,110){%
    \includegraphics[width=3cm]{logo.pdf}}
  \color{black}
  \segment(\Log{1},10)(\Log{60},80)}
\semilogx{2}
\end{document}
```

All'inizio viene definita la grandezza della carta (10 cm × 10 cm). E questa impostazione si applica automaticamente a entrambe le carte. Viene poi definita la minima distanza delle sottodivisioni. Nel caso della carta millimetrata questo equivale a rendere la carta millimetrata una carta quadrettata con quadratini di lato 5 mm. Viene poi impostato il colore e la larghezza delle linee. Il comando `\customcode` viene usato in entrambi i casi per

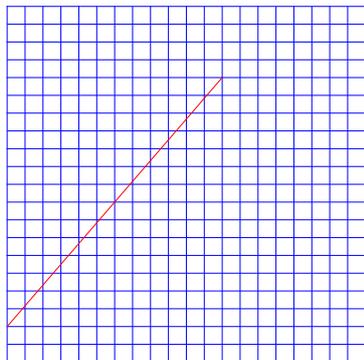


FIGURA 9: Prima pagina dell'esempio sulla personalizzazione riportato nel testo

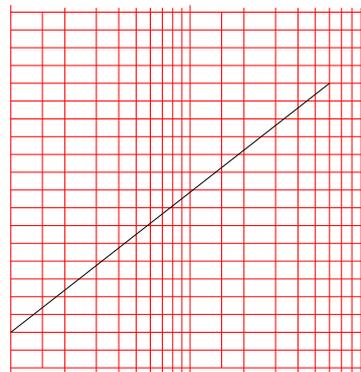


FIGURA 10: Seconda pagina dell'esempio sulla personalizzazione riportato nel testo

inserire un logo e disegnare un segmento. Il risultato è mostrato nelle figure 9 e 10, dove ogni figura corrisponde a una pagina, opportunamente riscalata e ritagliata, del file PDF risultate dopo la compilazione.

### 3 Conclusioni e prospettive

In questo articolo è stata presentata `graphpaper`, una classe  $\LaTeX$  per la creazione e personalizzazione di molti tipi di carta per grafici (carta millimetrata, semilogaritmica, log-log, polare, polare logaritmica, di Smith).

Tra le future migliorie che stiamo valutando di introdurre in una prossima versione figurano: un comando per disegnare le linee e i *tick* delle carte lineari a intervalli desiderati (quindi non solo millimetriche); un comando per scrivere le etichette dei valori corrispondenti ai vari *tick* sia per la carta lineare che per quelle logaritmiche; un comando per passare da un certo valore di input al valore della coordinata necessaria all'ambiente `picture` per poter riportare correttamente in scala logaritmica quel valore (come nell'esempio); un comando analogo al precedente per le carte polari logaritmiche; dare a tutti i comandi di personalizzazione la possibilità di avere effetto solo fino alla prima esecuzione di un comando per la composizione di una carta.

Ci auguriamo che questo lavoro non sia solo una buona classe  $\LaTeX$  per preparare carte per grafici, ma che stimoli la riflessione sull'uso di questi strumenti nell'insegnamento.

### A File per stampa offset

Usando una versione preliminare di questa classe FB è riuscito a risolvere il problema che aveva posto sul forum del  $\G\Upsilon\text{I}\text{T}$  descritto nell'introduzione. Ha preparato tre distinti pdf: uno con carta millimetrata e due con carte semilogaritmiche, una con 2 decadi e l'altra con 3 decadi.

Per tenere bassi i costi di stampa ha deciso di stampare 5000 copie per la millimetrata e 3000 copie ciascuna per le semilogaritmiche. Dopo diversi preventivi, il costo minore è stato offerto da una tipografia con stampa offset monocolor. Questo tipo di tecnica di stampa è quella che offre anche la migliore accuratezza e precisione nello spessore e nella posizione dei tracciati. Il costo totale è stato di 0,0304 € per foglio. I fogli sono stati anche rilegati gratuitamente a caldo in blocchetti di 50 fogli ciascuno, con un cartoncino sul fondo, e facilmente staccabili. Il risultato è riportato nella figura 11.

I tre file pdf, così come ottenuti dalla compilazione con `pdflatex`, non erano però adatti per la stampa offset. Infatti il pdf doveva essere monocromatico (nero su bianco) e tutti i caratteri dovevano essere convertiti in tracciati. Per la monocromaticità non c'erano problemi, infatti è stato sufficiente impostare il colore delle griglie con il comando

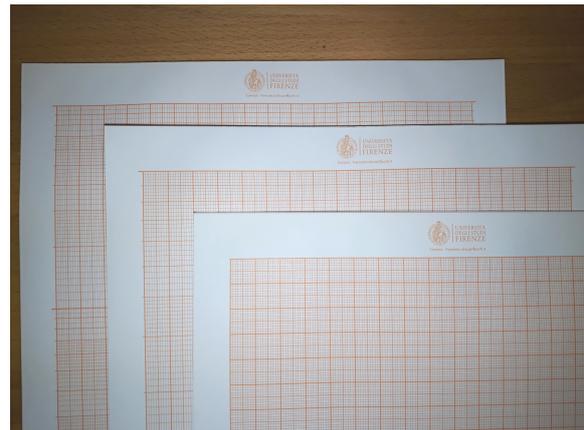
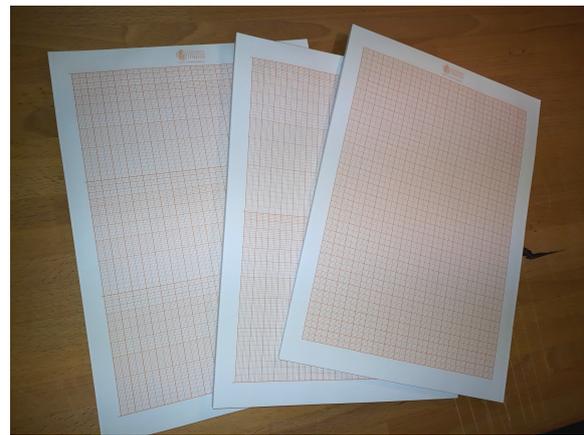


FIGURA 11: Fotografie di tre blocchetti di fogli di carta per grafici ottenuti grazie a `graphpaper`. La carta ha una grammatura  $80\text{ g/m}^2$ . Ogni blocchetto contiene 50 fogli rilegati a caldo con un cartoncino sul fondo. Il colore scelto per la stampa è stato il Pantone 2011 U.

apposito di `graphpaper` e inoltre, fortunatamente, il logo dell'Università degli Studi di Firenze era già monocromatico. Erano invece presenti dei font, perché sotto il logo dell'Università era stato aggiunto un indirizzo email. Per convertire i font in tracciati è stato usato il seguente comando Ghostscript (sotto Windows 10, Ghostscript 9.22):

```
gswin64c.exe -q -dNOPAUSE -dBATCH -dSAFER ^
-sDEVICE=pdfwrite ^
-dCompatibilityLevel=1.5 ^
-sOutputFile="output.pdf" ^
-dNoOutputFonts ^
-dPDFSETTINGS="/prepress" ^
input.pdf
```

L'opzione che permette di convertire i font in tracciati è `-dNoOutputFonts` (vedi la documentazione Ghostscript, capitolo Vector Devices). L'opzione `-dPDFSETTINGS="/prepress"` invece lascia sostanzialmente invariata la qualità del pdf di output rispetto a quello di input (si veda la documentazione Ghostscript, capitolo Vector Devices).

Ghostscript è disponibile anche in ambiente Linux e Mac e il comando riportato sopra può essere facilmente adattato per questi sistemi (le uniche

differenze consistono nel nome dell'eseguibile e nel carattere di a capo che può essere omesso dato che qui è stato usato solo per poter scrivere il codice su più righe).

### Riferimenti bibliografici

- BECCARI, C. e F. BICCARI (2020). «The Graph-paper package». <https://www.ctan.org/pkg/graphpaper>. Controllato il 25 ottobre 2020.
- BICCARI, F. «Carta millimetrata lineare, semilogaritmica e log-log». Forum del G<sub>U</sub>T. <https://www.guitex.org/home/it/forum/5-tex-e-latex/116974-carta-millimetrata-lineare-semilogaritmica-e-log-log>. 10 agosto 2019.
- FEUERSÄNGER, Christian (2020). «The PGFPLOTS package». <https://www.ctan.org/pkg/pgfplots>. §5.11 della documentazione. Controllato il 26 ottobre 2020.
- WIKIPEDIA (a). «Carta di smith». [https://it.wikipedia.org/wiki/Carta\\_di\\_Smith](https://it.wikipedia.org/wiki/Carta_di_Smith). Controllato il 25 ottobre 2020.
- (b). «Graph paper». [https://en.wikipedia.org/wiki/Graph\\_paper](https://en.wikipedia.org/wiki/Graph_paper). Controllato il 25 ottobre 2020.
- ▷ Claudio Beccari  
Politecnico di Torino  
claudio dot beccari at polito dot it
  - ▷ Francesco Biccari  
Università degli Studi di Firenze  
francesco dot biccari at unifi dot it