



**UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI ROMA
TOR VERGATA**

FACOLTÀ DI INGEGNERIA

CORSO DI LAUREA IN INGEGNERIA DELL'AUTOMAZIONE

A.A. 2020/2021

Tesi di Laurea

Sviluppo di algoritmi di controllo delle correnti nelle bobine poloidali di macchine per la fusione Tokamak, con riguardo al design sistemico per la cooperazione tra sistemi embedded per l'attuazione, misurazione e centrali di controllo.

RELATORE

Daniele Carnevale

CANDIDATO

Emanuele Alfano

CORRELATORI

Marco Passeri

Questa tesi è stata resa possibile dal contributo nella mia vita di tante persone, che giorno per giorno mi hanno sempre dato il loro sostegno, a voi dedico questa mia Tesi.

*Un ringraziamento speciale alla mia famiglia, in particolare a mia **Madre** e mio **Padre**: è grazie al vostro sostegno e incoraggiamento se oggi sono riuscito a raggiungere questo traguardo.*

*La forza di arrivare qui, oggi, però non è dovuta solo a loro, devo per forza ringraziare dell'affetto e il sostegno speciale da parte dei miei cari amici, che ogni giorno hanno condiviso con me gioie, sacrifici e successi, senza voltarmi mai le spalle, mi hanno dato la forza di arrivare a questo prezioso traguardo. **Filippo, Gabriele, Marta**, grazie di TUTTO.*

*Un pensiero in particolare vola verso la mia dolce **Nicoleta**, è sicuramente grazie all'affetto e le attenzioni che mi hai donato che sono riuscito a tenere dritto il timone ed arrivare qui oggi. Per terminare voglio ringraziare tutti i professori che negli ultimi 18 anni hanno guidato il mio cammino, loro che hanno sempre creduto in me e nelle mie capacità. Un ringraziamento più speciale va però alla mia professoressa e mentore **Beniamina Rauch** che fu la prima a vedere il mio potenziale e coltivarlo.*

*Oltre a lei ringrazio il mio relatore **Daniele Carnevale** che in questi anni universitari, da quando mi ha conosciuto, ha sempre creduto in me e mi ha permesso di fare esperienze che mai avevo immaginato.*

Un sentito grazie a tutti voi.

Emanuele

Indice

Ringraziamenti	1
Introduzione	2
1 Alcune regole fondamentali	3
1.1 Come iniziare	3
1.2 Questioni di impostazione	4
1.2.1 La terza persona	4
1.2.2 La lingua	4
1.2.3 La punteggiatura	4
1.2.4 Gli accenti	5
1.2.5 Le virgolette	5
1.2.6 Posizione delle figure	5
1.2.7 Caption e note a pié di pagina	6
2 Basi di latex	7
2.1 Sezionamento	7
2.2 Le immagini	8
2.3 Le tabelle	9
2.4 Osservazioni, teoremi et similia	11

2.5	La bibliografia	11
2.6	Note a piè di pagina	12
2.7	Suggerimenti vari per la scrittura della tesi	12
3	Programmi utili	14
3.1	Linux	14
3.2	Windows	14
4	Conclusioni e sviluppi futuri	16
	Appendice A - Questa è un'appendice	17
	Appendice B - Seconda appendice	18
	Elenco delle figure	19
	Bibliografia	19

Ringraziamenti

Se lo si desidera, inserire qui un breve elenco di ringraziamenti riguardo la tesi.

Non superare possibilmente la lunghezza di una pagina!

Introduzione

Il capitolo introduttivo è generalmente lungo tre pagine (almeno due). Una buona introduzione può essere preparata secondo il seguente schema caratterizzante tre blocchi consecutivi:

1. *Introduzione generale all'ambito in cui si colloca la tesi* (più o meno partendo da “caro amico”).

Ad esempio: “La robotica nasce dall’esigenza di sostituire l’uomo in quei lavori che... ” eccetera.

2. *Collocazione della tesi nell’ambito generale sopra descritto*. Ad esempio: “Questo lavoro di tesi si colloca nel contesto dell’automazione domestica. In particolare, con riferimento a quanto sopra accennato, l’esigenza di ”.

3. *Descrizione schematica della struttura della relazione* (un paragrafo o poco più). Ad esempio:

“La tesi è strutturata come segue: nel Capitolo ?? viene discussa una ...,

Capitolo 1

Alcune regole fondamentali

Se lo si desidera, utilizzare questo spazio per inserire un breve riassunto di ciò che verrà detto in questo capitolo. Inserire solo i punti salienti.

1.1 Come iniziare

La tesi va scritta partendo dall'indice. Dopo aver avviato il lavoro, lo studente deve fare uno sforzo di qualche giorno per scrivere un indice quanto più accurato e strutturato possibile della relazione. L'indice va poi discusso col relatore, possibilmente prima di incominciare a scrivere, in quanto esso influisce fortemente sul tono da tenere nella scrittura.

L'indice può essere preparato con l'ausilio di LaTeX semplicemente impostando le varie sezioni e affidandosi al comando `\tableofcontents` che genera automaticamente l'indice in cima alla tesi. Successivamente, durante la scrittura, i vari capitoli vuoti verranno rimepiti.

ATTENZIONE a non cadere nell'errore di sottostimare il proprio lavoro e iniziare a scrivere cose scopiazzate qua e là. La relazione deve corrispondere ad una descrizione dettagliata del lavoro fatto (è questa la cosa più importante da documentare, in aiuto del relatore e in aiuto dei tesisti che eventualmente proseguiranno il lavoro). Tutto ciò che non riguarda il lavoro fatto sarà una parte introduttiva scritta alla fine, anche di corsa, e di scarso interesse. A volte gli studenti fanno l'errore di cominciare a scrivere un lungo trattato su cose che non sono farina del loro sacco. Quando arrivano

alla vera e propria descrizione del loro lavoro, ormai la tesi è già troppo lunga e sacrificano proprio quella parte, la più importante, per mancanza di tempo e di energie. Quindi: cominciate sempre a scrivere dalla parte centrale dell'indice della tesi, e poi man mano aggiungete le parti introduttive. La tesi non viene scritta di getto dall'inizio alla fine, come in una operazione di copiatura, ma nasce dalla sua parte centrale, quella più importante, e poi man mano si gonfia come un palloncino, eventualmente vedendo, durante la propria crescita, delle revisioni dell'indice e dei cambi strutturali (quali lo swap di due capitoli o lo spostamento di un intero capitolo in appendice) nell'interesse della chiarezza e dell'organicità del documento.

1.2 Questioni di impostazione

In questa sezione vengono commentate alcune questioni estetiche e di forma legate alla tesi.

1.2.1 La terza persona

La tesi va scritta usando la terza persona, per quanto possibile, tranne casi veramente eccezionale.

In inglese è piuttosto standard usare la prima persona (plurale) in testi tecnici. In italiano no.

1.2.2 La lingua

L'impostazione della lingua (italiana) è fondamentale perché le parole vengano spezzate correttamente dal LaTeX quando deve andare a capo. Tale impostazione funziona soltanto se il LaTeX che si utilizza è corredato dei corrispondenti files di stile.

1.2.3 La punteggiatura

La punteggiatura va **sempre** attaccata alla parola precedente e staccata (con uno spazio) dalla parola seguente (a parte le virgolette aperte per le quali vale la regola opposta).

1.2.4 Gli accenti

In LaTeX non è possibile scrivere un carattere accentato semplicemente riportandolo nel codice TeX.

Per farlo si deve usare un comando particolare: `\``. Ad esempio `\`e` produrrà è.

NOTA!!! Il carattere “```” è diverso dal carattere “`’`”! Col primo si ottiene è, col secondo é!

In Linux questo “accento obliquo” è ottenibile utilizzando la combinazione di tasti ALTGR+`’`. In ambiente Windows si consiglia di utilizzare la Mappa Caratteri.

ATTENZIONE AGLI ACCENTI: Da un punto di vista grammaticale, tutte le parole accentate italiano hanno accento grave, ovvero dall’alto verso il basso, eccezion fatta per la lettera “e” che può avere sia accento acuto che grave a seconda della parola. Più specificatamente, le “e” accentate sono quasi tutte acute, a parte due parole: “è” e “cioè” (infatti perché, poiché, affinché, etc. hanno tutte l’accento acuto). Un’ultima osservazione va fatta per la lettera “i” accentata: la si ottiene con la sequenza `\`{\i}` che dà il seguente risultato: ì.

1.2.5 Le virgolette

Le virgolette aperte si ottengono con la sequenza “`‘`” mentre quelle chiuse si ottengono con la sequenza “`’`” oppure con il carattere “`”`”.

1.2.6 Posizione delle figure

Il LaTeX posiziona le figure automaticamente, questo significa che esse non appariranno sempre dove ci aspettiamo di vederle. È dunque fondamentale riferirsi alle figure con il comando `In figura~\ref{fig:mylabel}` che fa riferimento ad una label specificata dentro la figura tramite il comando `\label{fig:mylabel}` e che consente di riferirsi alla figura con il suo numero e senza riferimenti legati al layout del testo (tipo: “qui sotto” oppure “in cima alla pagina”, oppure “nella pagina seguente”, etc.)

1.2.7 Caption e note a pié di pagina

Le note a pié di pagina si ottengono semplicemente digitando `\footnote{Questo \‘e il testo.}` attaccato alla lettera precedente (questo è ciò che risulta¹).

Sia per le note che per le (o legende) delle figure, è necessario sempre partire con la lettera maiuscola e terminare con un punto.

¹Questo è il testo.

Capitolo 2

Basi di latex

Se lo si desidera, utilizzare questo spazio per inserire un breve riassunto di ciò che verrà detto in questo capitolo. Inserire solo i punti salienti.

2.1 Sezionamento

Per suddividere la tesi in LaTeX in vari sottocapitoli è sufficiente usare dei comandi specifici. In particolare `\chapter{titolo}` inizia un nuovo capitolo, `\section{titolo}` un nuovo sottocapitolo e `\subsection{titolo}` un nuovo paragrafo. Tendenzialmente non occorre scendere ulteriormente nella struttura, in ogni caso esiste eventualmente anche il comando `\subsubsection{titolo}`.

Il modello della tesi è organizzato in modo da mantenere un unico file principale con tutti i comandi di base (impaginazione, nuovi environment...) denominato `Tesi.tex`, in modo che una volta modificato questo non sia più necessario mettervi mano, e un file distinto per ogni capitolo, denominato `capitoloN.tex`. Si consiglia di mantenere tale sistema in quanto semplice e allo stesso tempo efficiente, specie in fase di correzione.

Nota bene: non occorre compilare ogni singolo `capitoloN.tex`, basta compilare `Tesi.tex`, che include tutti i capitoli scritti! L'importante è che ogni nuovo capitolo creato venga segnalato nel file

Tesi.tex nella parte di “inclusione capitoli” con la direttiva `\include{capitoloN}` (si noti che non è necessario inserire l'estensione .tex).

2.2 Le immagini

Per inserire immagini in latex si utilizza l'ambiente `figure`:

```
\begin{figure}[POS]

    \centering

    \includegraphics[width=Xcm]{imgs/NOME.eps}

    \caption{Descrizione della figura.}

    \label{fig-label-figura}

\end{figure}
```

dove al posto di POS va inserita una lettera a scelta tra *h*, *t* e *b* che indicano in che posizione “suggerire” a LaTeX di inserire l'immagine, rispettivamente 'here', 'top' e 'bottom'. L'utilizzo più tipico è quello con la lettera *h*, che indica di inserire l'immagine, se possibile, nella posizione corrente. Al posto di X va inserita la dimensione desiderata per l'immagine (in questo caso, width, per quanto riguarda la dimensione orizzontale; per specificare l'altezza bisogna utilizzare height). Caption indica il testo che verrà inserito sotto la figura e label come ci si riferirà alla figura. In questo caso, avendo definito la label di quest'immagine “fig-label-figura”, per riferirsi ad essa (es.: “vedi figura 2.4”...) nel file tex si sarebbe utilizzato il comando `\ref{fig-label-figura}`.

Si consiglia di usare immagini in formato EPS in quanto standard. Matlab permette di esportare grafici in tale formato, così come la maggior parte dei programmi di editing grafico per Linux o in generale open-source (GIMP, Dia...). Nel mondo Windows, Adobe Photoshop permette di esportare

come EPS.

Nel caso si voglia disporre la figura ruotata di 90 gradi a pagina intera (per esempio per riportare grossi grafici di Matlab), si usi l'ambiente `sidewaysfigure`:

```
\begin{sidewaysfigure}[POS]

    \centering

        \includegraphics[width=Xcm]{imgs/NOME.eps}

    \caption{Descrizione della figura.}

    \label{fig-label-figura}

\end{sidewaysfigure}
```

2.3 Le tabelle

La sintassi con cui si inseriscono le tabelle è la seguente:

```
\begin{center}

\begin{tabular}{COLS}

CONTENT

\end{tabular}

\end{center}
```

dove al posto di COLS va inserita la struttura delle colonne. Si tratta di una stringa composta dai caratteri l, r e c, che stanno rispettivamente per left, right e centre. Il carattere — impone di tracciare una divisione verticale. Per esempio scrivere “lr—c” equivale a chiedere a LaTeX di disegnare

una tabella la cui prima colonna sia allineata a sinistra, la seconda a destra e la terza centrata, con una riga di separazione verticale tra la seconda e la terza colonna.

Al posto di CONTENT vanno inseriti i dati da mettere nella tabella: per spostarsi tra le colonne si usa il carattere `&`, per iniziare una nuova riga si usa `\\`. Per esempio, usando la struttura delle colonne definita precedentemente, scrivere “`a & b & c\\`” equivale a mettere `a` nella prima colonna, `b` nella seconda e `c` nella terza, iniziando quindi una nuova riga. Per inserire un divisore orizzontale si usa il comando `\hline`.

Esempio:

```
\begin{center}
\begin{tabular}{lr|c}
\textbf{a} & \textbf{b} & \textbf{c}\\
\hline
uno & due & tre\\
x & y & z
\end{tabular}
\end{center}
```

produce:

a	b	c
uno	due	tre
x	y	z

2.4 Osservazioni, teoremi et similia

Osservazione 2.4.1. Questa è un'osservazione e si ottiene utilizzando la coppia:

```
\begin{oss}
```

```
\end{oss}
```



Problema 2.1. Questo è un problema e si ottiene utilizzando la coppia:

```
\begin{prob}
```

```
\end{prob}
```



Teorema 2.4.1. *Questo è un teorema e si ottiene utilizzando la coppia:*

```
\begin{teorema}
```

```
\end{teorema}
```

Definizione 2.4.1. Questa è una definizione e si ottiene utilizzando la coppia:

```
\begin{de}
```

```
\end{de}
```



2.5 La bibliografia

Per creare una bibliografia basta aggiungere elementi sulla falsariga di quelli già presenti nel file Tesi.tex.

Un metodo alternativo molto più elegante ed efficace, specialmente quando si ha a che fare con una lunga bibliografia, si basa sull'utilizzo di un tool denominato “bibtex”. Prima o poi aggiungeremo indicazioni dettagliate sul bibtex a questo template. Per adesso lasciamo la scelta allo studente.

2.6 Note a piè di pagina

Per inserire una nota a piè di pagina basta usare il comando `\footnote{testo della nota}`.

Esempio: scrivere “Prova`\footnote{testo della nota.}`” produce “Prova¹”.

2.7 Suggerimenti vari per la scrittura della tesi

- Tutte le caption di immagini, tabelle, note a piè di pagina e similari vanno concluse con un punto;
- I grafici di Matlab tendono a venire poco chiari in fase di stampa a causa dello spessore limitato delle linee: per questo si consiglia di impostare “LineWidth” ad almeno due `[plot(x,y,'LineWidth',2)]`, tanto più se si decide di usare lo stesso grafico anche per la presentazione della tesi!
- LaTeX generalmente posiziona le immagini in modo corretto. Tuttavia talvolta, specie dopo una lunga serie di inserimenti grafici separati da poco testo, tende ad accumulare le immagini in maniera decisamente poco estetica. In tale caso si usi il comando `\clearpage`, che obbliga LaTeX ad impaginare tutte le immagini non ancora inserite prima di proseguire con l'elaborazione del resto del documento;
- Se talvolta il compilatore LaTeX sembra, specie in ambiente Linux, non trovare alcuni file, ci si ricordi che i nomi dei file in ambiente Unix sono case-sensitive. Per questo, nel caso si decida

¹testo della nota.

di lavorare contemporaneamente sotto Linux e Windows, si consiglia di mantenere tutti i nomi dei file creati lower-case;

- Capita alle volte che il file generato dal compilatore LaTeX contenga alcuni caratteri incomprensibili. Questo è in genere dovuto al fatto che sono stati inseriti nel file sorgente alcuni caratteri proibiti, come ad esempio il simbolo di grado centigrado, oppure delle lettere accentate;
- In talune distribuzioni (e con MikTeX) capita che la sillabazione di LaTeX non sia corretta. Ciò è dovuto al fatto che di default la sillabazione italiana è disabilitata. Per correggere questo fatto sotto MikTeX basta eseguire l'utilità di configurazione e attivare nella tab relativa la sillabazione italiana. Sotto Linux si usa invece l'utility `texconfig` per modificare la “hyphenation” di LaTeX.

Capitolo 3

Programmi utili

In questo capitolo verrà esposto un breve elenco con i link ai programmi più utili per scrivere nel formato LaTeX.

3.1 Linux

Le maggiori distribuzioni di Linux comprendono già al loro interno una distribuzione di LaTeX. In caso contrario si faccia una ricerca all'interno della documentazione relativa per scoprire come installarla (es.: in Gentoo basta un “`emerge tetex`”).

Riguardo gli ambienti di sviluppo di consiglia Kile (kile.sourceforge.net), uno dei migliori software in circolazione per la scrittura LaTeX (quello con cui è anche stato redatto questo documento). In alternativa (se si è più esperti) è possibile anche usare Vim, che contiene già al suo interno l'evidenziazione della sintassi LaTeX.

3.2 Windows

In ambiente Windows è possibile utilizzare LaTeX attraverso la distribuzione MikTeX (www.miktex.org), che garantisce la piena compatibilità con il sistema TeX di Linux. Tale ambiente è inoltre dotato di vari strumenti di configurazione grafica che lo rendono di semplice utilizzo.

Per scrivere file TeX si consiglia il software TeXnicCenter (www.toolscenter.org), dotato di evidenziazione della sintassi e dell'inserimento facilitato di parecchi comandi LaTeX. Inoltre si suggerisce anche TexAide (www.dessci.com/en/products/texaide), un programma che permette di comporre visualmente formule matematiche (nello stile dell'Equation Editor di Microsoft) e quindi tradurle in formato LaTeX.

Capitolo 4

Conclusioni e sviluppi futuri

Inserire qui le conclusioni trovate con la tesi, ed eventualmente eventuali idee per sviluppi futuri.

Appendice A

Questa è un'appendice

Appendice B

Seconda appendice

Elenco delle figure

Bibliografia

- [1] Nome Autore, “*Nome del libro*”, Nome Editore, Anno di Pubblicazione.

- [2] C. Bonivento - C. Melchiorri - R. Zanasi, “*Sistemi di controllo digitale*”, Progetto Leonardo, 1995.