

## Come scrivere la relazione per la prova finale

Sebbene la relazione per la prova finale nella laurea di Ingegneria dell'Energia non sia un documento che viene raccolto e conservato elettronicamente dal Servizio didattico DII (ma solo dal tutor universitario e ovviamente dal laureando), esso rappresenta una prima prova per lo studente in prospettiva del lavoro di tesi che lo stesso dovrà affrontare nella laurea magistrale.

Con questo intento, si forniscono le seguenti note.

Raccolto il materiale bibliografico e individuato, anche molto approssimativamente, il lavoro da svolgere, è opportuno abbozzare un indice della relazione, suddividendo il lavoro in capitoli e paragrafi. Tale indice costituisce una traccia della relazione che permette di procedere con maggiore ordine e razionalità.

L'indice definitivo della relazione potrà essere assai diverso da quello steso all'inizio, potendo venire definito meglio durante il procedere del lavoro.

La struttura finale della relazione si dovrà articolare nelle seguenti parti:

- Indice
- Lista dei simboli (eventuale)
- Sommario
- Introduzione
- Corpo della relazione (in più capitoli)
- Conclusioni
- Ringraziamenti (eventuali)
- Bibliografia
- Appendici (eventuali)

Parole di "dedica" della tesi o epigrafi particolari potranno trovare spazio nelle prime pagine fuori testo.

Normalmente conviene scrivere le parti nel seguente ordine cronologico:

- Indice provvisorio
- 1. Bibliografia
- 2. Corpo della relazione
- 3. Appendici (eventuali)
- 4. Lista dei simboli (eventuale)
- 5. Sommario
- 6. Introduzione
- 7. Conclusioni
- 8. Indice

### 5.1 Bibliografia

Le citazioni di letteratura scientifico-tecnica (articoli di riviste, memorie di congressi e libri) vanno inserite nel testo per mezzo di un numero progressivo posto tra parentesi quadre (ad esempio [16]).

In bibliografia vanno elencati progressivamente gli stessi numeri, riportando accanto a ciascuno i riferimenti bibliografici necessari al reperimento della fonte. Tali riferimenti bibliografici devono contenere le informazioni indicate nel seguito per articoli, memorie di congressi e libri.

*Articolo di una rivista [1]*

- iniziale del nome e cognome dell'autore (o degli autori). *Nel caso gli autori fosse molti è possibile inserire solo il primo e scrivere immediatamente dopo l'abbreviazione et al. (per includere così gli altri autori)*
- titolo dell'articolo (fra virgolette)
- nome della rivista (corsivo)
- volume e numero della rivista
- pagine iniziale e finale dell'articolo
- mese ed anno di pubblicazione della rivista.

### Memoria di un congresso [2]

- iniziale del nome e cognome dell'autore (o degli autori)
- titolo dell'articolo (fra virgolette)
- nome del congresso, conferenza, workshop, ecc.
- luogo in cui si è tenuto il congresso
- data del congresso
- pagine iniziale e finale della memoria o numero della memoria.

### Libro [3]

- iniziale del nome e cognome dell'autore (o degli autori)
- titolo del libro (in corsivo)
- luogo di stampa
- casa editrice
- anno di pubblicazione
- le pagine (iniziale e finale inclusa) o il capitolo a cui si fa riferimento.

### Esempi:

[1] R.Krishnan, F.Doran, "Study of parameter sensitivity in high-performance inverter-fed induction motor drive systems", *IEEE Trans. on Industrial Applications*, vol.23, n.4, pp.623-635, luglio 1987.

[2] M. R.Harris, N.Barsoum, "Synchronising and damping torque coefficients of electrical machinery and their relation to stability", *Int. Conf. on Electrical Machines (ICEM'90)*, Cambridge (U.S.A.), pp.48-53, 13-15 agosto 1990.

[3] A. Bossavit, *Computational Electromagnetism*, San Diego (CA), Academic Press, 1998.

Se si inseriscono nella tesi informazioni e/o immagini ricavate dalla consultazione di pagine in rete, è opportuno riportare nella bibliografia il titolo della pagina, l'indirizzo Internet e la data di ultimo aggiornamento del sito (o, in mancanza di questa, la data di consultazione). Nel caso di indicazione di siti internet si può far precedere la lista dal sostantivo **sitografia**.

### Esempio di **sitografia**:

[4] "Railway Technical Research Institute (RTRI), Tokyo Japan", <http://www.rtri.or.jp/index.html> , aprile 1999.

Per la ricerca bibliografica può essere utile la banca dati ScienceDirect (<https://www.sciencedirect.com/>) che raccoglie molte riviste scientifiche per le quali l'Ateneo ha sottoscritto l'abbonamento. Gli articoli pubblicati su queste riviste sono accessibili dalla rete di Ateneo o tramite il servizio proxy messo a disposizione per studenti e ricercatori dell'Università quando si è fuori dalle strutture di Ateneo. Le informazioni sul servizio proxy possono essere trovate sui siti web delle biblioteche.

Un altro strumento molto utile per la gestione della bibliografia è il software gratuito Mendeley (<https://www.mendeley.com/>) che può essere facilmente integrato con i più diffusi programmi di scrittura.

## 5.2 Corpo della relazione

In questa parte descrive il lavoro vero e proprio che, come si è detto, è conveniente suddividere in capitoli, paragrafi ed eventualmente sottoparagrafi, numerati in modo gerarchico e ciascuno con un titolo. Ciascun capitolo deve trattare in modo organico un unico argomento o più argomenti tra loro strettamente correlati; la suddivisione di ogni capitolo deve rispettare un criterio logico, nel senso che gli argomenti trattati devono susseguirsi nello stesso ordine con cui sono collegati concettualmente. È opportuno non dilungarsi su commenti che possono essere inseriti nella introduzione o nelle conclusioni e su passaggi matematici non essenziali per la comprensione del testo, passaggi che può essere opportuno riportare in appendice.

### Formule

Nella scrittura delle formule è opportuno attenersi alle seguenti regole, che corrispondono a quelle imposte agli articoli pubblicati dall'IEEE ma del tutto coerenti con la IEC:

- i simboli che rappresentano quantità fisiche e parametri vanno scritti in *corsivo*
- i simboli che rappresentano vettori e matrici vanno scritti in **grassetto corsivo**.

Due esempi sono riportati di seguito

$$\begin{cases} \nabla \times (v \nabla \times \dot{A}) + j \omega \sigma \dot{A} = \dot{J}_s \\ \nabla \cdot (-\lambda \nabla T) + \gamma c \partial_t T = w \end{cases} \quad (5.12)$$

$$\mathbf{K} = \mathbf{W}_1 \mathbf{i}_\tau = \mathbf{W}_2 \mathbf{i}_\tau = \mathbf{W}_3 \mathbf{i}_\tau \quad (5.13)$$

### Numerazione delle formule

Le formule vanno numerate al fine di facilitarne la citazione nel testo. Per la numerazione si possono seguire indifferentemente due criteri:

- si numerano tutte le formule
- si numerano solo le formule richiamate nel testo.

La numerazione va posta a destra della formula, allineata al margine. Nella prima stesura la numerazione sarà progressiva all'interno di ogni capitolo: (1), (2), (3), ecc.. Nella stesura finale il numero di riferimento definitiva conterrà anche il numero del capitolo; ad esempio, per la dodicesima formula del quarto capitolo la numerazione sarà (4.12), come negli esempi precedenti.

### Figure e tabelle

Il testo della tesi diventa, in generale, molto più comprensibile se contiene figure esplicative. Le figure possono essere di tre tipi:

- grafici (diagrammi, istogrammi, ecc.)
- disegni (piante, schizzi, ecc.)
- fotografie.

Sotto ogni figura va posta la numerazione e una didascalia che permetta di comprenderne il significato anche senza leggere il contenuto del testo. Le figure devono essere numerate in ordine progressivo ed è opportuno che, come per le formule, la numerazione inizi da ciascun capitolo. Ad esempio, seguendo questo criterio, la terza figura del quinto capitolo deve essere indicata con Fig. 5.3.

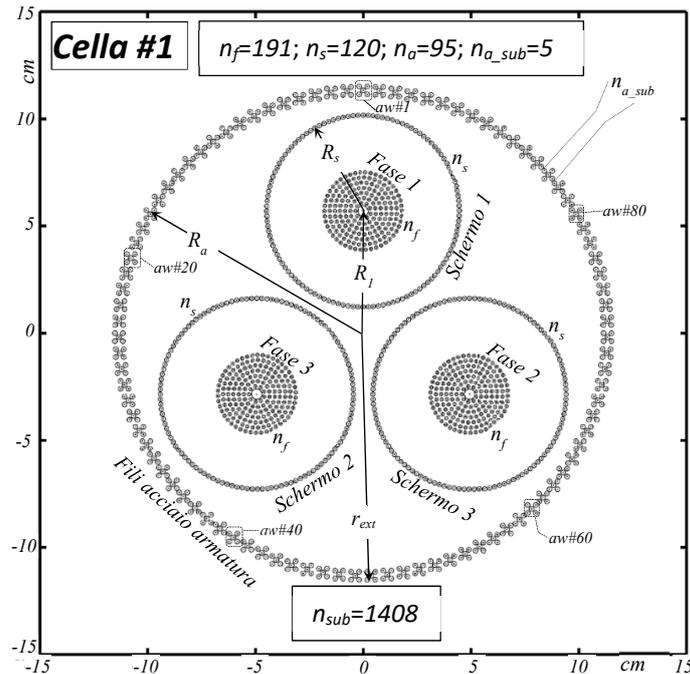


Fig. 5.3 – Suddivisione dei conduttori di fase, degli schermi e dei fili d'armatura di un cavo tripolare per l'alta tensione

I **grafici** rappresentano i dati ottenuti da misure sperimentali o da simulazioni analitiche o numeriche e sono spesso ottenuti per mezzo di pacchetti di software grafico, di elaborazione dati o di post-processing di simulazioni numeriche. Anche i disegni a tratto possono essere realizzati utilizzando programmi di disegno assistito dal calcolatore. Per i diagrammi e gli istogrammi è importante ricordarsi di indicare i nomi o i simboli delle grandezze riportate, le scale e le unità di misura del SI (Sistema Internazionale). I caratteri usati per le didascalie dei grafici e dei disegni a tratto devono essere leggibili, approssimativamente delle stesse dimensioni dei caratteri usati per il testo principale (Fig. 5.4). Talvolta, per mostrare ad esempio l'insieme di un apparato sperimentale o l'andamento di un segnale all'oscilloscopio, può essere necessario ricorrere a delle fotografie. In tal caso, se le fotografie sono in bianco e nero e ben contrastate.

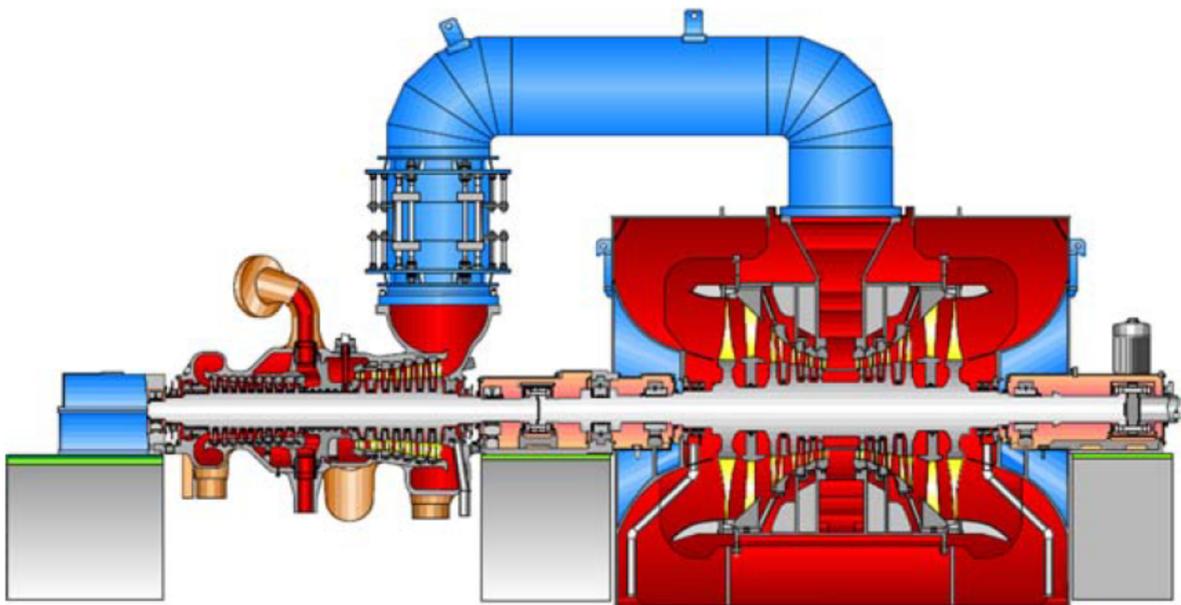


Fig. 5.4 – Una moderna turbina a vapore © Toshiba Energy Systems & Solutions Corporation 2018

Le **tabelle** vanno numerate indipendentemente dalle figure, ma con lo stesso criterio. Numerazione e titolo vanno posti sopra la tabella come nell'esempio di Tab. 5.8.

Figure e tabelle devono essere richiamate almeno una volta nel testo e vanno inserite in prossimità del primo richiamo.

Tabella 5.8. Esempio di lista dei simboli

Grandezza	Simbolo	Unità
angolo di innesco	$\beta$	rad
induttanza di esercizio di una linea monofase	$L$	mH/km
coefficiente di dilatazione termica lineare	$a$	K <sup>-1</sup>
costante di tempo d'armatura	$T_a$	s
diametro al traferro	$d$	m
forza magnetomotrice	$F_m$	A
impedenza alla sequenza zero	$\underline{Z}_0$	$\Omega$
numero di spire dell'avvolgimento primario	$N_1$	-
ordine dell'armonica	$h$	-
permeabilità del vuoto	$\mu_0$	H/m
permeabilità relativa	$\mu_i$	-
potenziale vettore magnetico	$A$	Wb/m
spostamento elettrico	$D$	C/m <sup>2</sup>
temperatura ambiente	$Q_a$	°C
temperatura di Curie	$Q_C$	K
tensione di innesco a frequenza industriale (valore efficace)	$V_i$	kV

#### Avvertenza importante

Qualora sia indispensabile l'utilizzazione di figure e/o tabelle originali provenienti da altre pubblicazioni (libri, articoli, tesi), è necessario citare la fonte della fotocopia riportata (questo anche se la figura o tabella è stata rielaborata sostituendo, ad esempio, le scritte in inglese con scritte in italiano).

#### Unità di misura e simboli

Utilizzare le unità di misura fondamentali e quelle derivate del Sistema Internazionale (SI, vedi Appendice A). I simboli letterali per indicare le grandezze fisiche usate in campo scientifico-tecnico non sono univocamente codificati, ma esiste una prassi consolidata che ha assegnato alle grandezze più importanti simboli comunemente accettati: a nessuno viene in mente di indicare la corrente con  $v$  o l'impedenza con un simbolo diverso da  $\underline{Z}$ . Al massimo la scelta è ristretta tra due o tre simboli ( $u$  o  $v$  per la tensione,  $E$  o  $K$  per il campo elettrico,  $S$  per la potenza apparente,  $T$ ,  $M$  o  $C$  per la coppia, ecc.).

È buona regola seguire, per quanto possibile, le Norme IEC 60027 "Letter symbols to be used in electrical technology" (recepita dalle CEI 25-8 "Simboli letterali da usare in Elettrotecnica").

Si segnalano in particolare: l'utilizzo della virgola come separatore decimale (e di non usare alcun simbolo per suddividere le migliaia), l'utilizzo della sottolineatura per le grandezze complesse, l'utilizzo dell'asterisco per il complesso coniugato (si veda la tab. x che rappresenta un estratto della succitata IEC 60027).

Tab. x Estratto dalla norma IEC 60027

Real part	$X'$	$\text{Re } X$
Imaginary part	$X''$	$\text{Im } X$
Complex quantity	$\underline{X} = X' + jX''$ $\underline{X} = X e^{j\varphi} = X \exp j\varphi$	$X = \text{Re } X + j\text{Im } X$ $X =  X  e^{j\varphi} =  X  \exp j\varphi$
Conjugate complex quantity	$\underline{X} = X \angle \varphi$ $\underline{X}^* = X' - jX''$	$X =  X  \angle \varphi$ $X^* = \text{Re } X - j\text{Im } X$

### Abbreviazioni e acronimi

Le abbreviazioni sono di solito formate dalla prima sillaba e dalla prima consonante della seconda sillaba della parola che si vuole abbreviare, seguite da un punto (val. eff., freq. ind., ecc.). È buona regola non abusare nelle abbreviazioni, usandole solo per termini tecnici di uso corrente o in casi particolari (ad es. per abbreviare ad esempio). Se si utilizzano delle sigle (acronimi) non di uso corrente è necessario definirle esplicitamente la prima volta che vengono usate; ad esempio si scrive: *linear induction motor* (LIM) oppure *pulse width modulation* (PWM) e da quel punto in poi si può utilizzare la sigla. Ad es. LIM o PWM. **Se le abbreviazioni e gli acronimi usati sono molti, può essere opportuno inserire, oltre alla lista dei simboli, anche l'elenco delle abbreviazioni e delle sigle.**

**Si ricorda inoltre l'utilizzo di:**

- **e.g. (exempli gratia) che sta per "ad esempio";**
- **i.e. (id est) che sta per "cioè";**
- **cfr (si confronti): in inglese si preferisce cf;**
- **q.e.d. è abbreviazione dal latino "quod erat demonstrandum" a cui oggi si preferisce c. d. d. (come dovevasi dimostrare) e c. v. d. (come volevasi dimostrare).**

### Note a piè di pagina

Talvolta è opportuno riportare a piè di pagina qualche chiarimento che inserito nel testo ne interromperebbe la continuità. Questo chiarimento può essere di varia natura e può essere anche un riferimento bibliografico marginale (ad esempio per giustificare un passaggio matematico) non inserito nella bibliografia principale della tesi. La numerazione delle note va fatta con numeri progressivi secondo l'ordine in cui vengono introdotte. Nel testo l'indicazione delle note è messa con un numero ad apice<sup>1</sup>. E' comunque buona regola non abusare nell'utilizzo delle note a piè di pagina.

### Programmi di calcolo

Se nel corso del lavoro di tesi sono stati sviluppati dei programmi di calcolo, è di solito sufficiente riportare solo la descrizione generale degli algoritmi implementati, usando, ad esempio, un diagramma di flusso. La codifica dell'intero programma (listato) va inserita solo se contiene informazioni rilevanti per l'argomento della tesi, preferibilmente in appendice.

## 5.3 Appendici

Allo scopo di rendere più facilmente leggibile il corpo della tesi, può essere opportuno rinviare in appendice:

- i passaggi matematici non essenziali
- le dimostrazioni di teoremi
- le tabelle con i risultati di campagne di misure i cui grafici sono inseriti nel corpo della tesi
- i listati dei programmi di calcolo
- i "data sheet" di cui si fa riferimento nel testo principale.

## 5.4 Lista dei simboli

Se si fa uso prevalente di simboli comunemente accettati, non è necessario compilare una lista dei simboli; se invece si utilizzano parecchi simboli originali (definiti dal laureando o di uso insolito o non ovvio) è opportuno

<sup>1</sup> Questo per non creare confusione con i riferimenti alle formule.

inserire, prima del sommario, una lista dei simboli impiegati con il loro significato e l'unità di misura utilizzata<sup>2</sup> (vedi l'esempio riportato in Tab. 4.1). Nel corpo della tesi è comunque buona regola richiamare la definizione di un simbolo di non immediato significato almeno la prima volta che viene usato, ripetendone eventualmente la definizione quando il suo nuovo impiego è lontano dal primo.

## 5.5 Sommario

Il sommario è un breve riassunto della tesi, orientativamente di circa 200 parole. Esso illustra:

- il problema che è stato considerato
- come il problema è stato risolto
- i principali risultati e il relativo significato.

Il sommario deve essere informativo e non una semplice lista di argomenti svolti; disponendo di una preparazione media sull'argomento, deve permettere di cogliere i caratteri essenziali della tesi.

## 5.6 Introduzione

L'introduzione costituisce il primo capitolo della tesi e costituisce la presentazione del lavoro di tesi vero e proprio. Essa descrive:

- le motivazioni del lavoro di tesi
- lo stato dell'arte sull'argomento così come è stato desunto dalla letteratura scientifica
- scopo del lavoro di tesi
- le metodologie di lavoro adottate
- elenco sintetico del contenuto dei vari capitoli.

## 5.7 Conclusioni

Le conclusioni devono essere brevi e comporsi dei seguenti punti:

- indicazione di ciò che si è esposto e del suo significato
- commento critico dei risultati presentati
- spiegazione motivata delle parti omesse o non approfondite
- indicazione dei possibili ulteriori sviluppi.

## 5.8 Indice

Come già detto, l'indice della tesi, redatto in forma provvisoria all'inizio del lavoro, sarà rifatto alla fine in forma definitiva. La forma con cui deve essere scritto è riportata nell'esempio successivo.

---

### Sommario

1. Introduzione	pag. 3
2. Titolo del primo capitolo	
2.1 Titolo del primo paragrafo del primo capitolo	pag. 9
2.5 Titolo del quinto e ultimo paragrafo del primo capitolo	pag. 33
6. Titolo dell'ultimo capitolo	
6.1 Titolo del primo paragrafo dell'ultimo capitolo	pag. 115
6.3 Titolo del terzo e ultimo paragrafo dell'ultimo capitolo	pag. 137
7. Conclusioni	pag. 145
Ringraziamenti (eventuali)	pag. 152
Appendice A	pag. 155
Appendice D	pag. 158
Bibliografia	pag. 165

---

<sup>2</sup> In tal caso è opportuno, per completezza, inserire nella lista anche i simboli di uso comune.