

Laurea Magistrale in Ingegneria dell'Energia Elettrica (DM 270/04)

Guida alla Tesi di laurea

Questa guida fornisce indicazioni e suggerimenti sul lavoro di tesi, sulla redazione della tesi, sulla sua discussione nell'esame di laurea e sui criteri di giudizio e valutazione da parte della Commissione di laurea. Per gli aspetti formali relativa alla domanda di laurea ed alla consegna della tesi si rimanda alla pagina [Domanda di laurea e consegna tesi](#) del sito del Dipartimento di Ingegneria Industriale.

Legenda: DII = Dipartimento di Ingegneria Industriale – Segreteria Didattica in via Venezia 1
CCS = Consiglio di Corso di Studi

1. Pianificare il lavoro di tesi

1.1 Quando iniziare la tesi

Ogni studente conosce la propria velocità di studio ed è quindi in grado di valutare il momento opportuno per presentare la domanda. Si tenuto conto che la parte centrale del lavoro di tesi, successiva a quella “esplorativa”, e la sua stesura statisticamente richiedono un impegno a tempo pieno (cioè a esami di profitto terminati) non inferiore a cinque-sei mesi.

1.2 Requisiti per il lavoro di tesi

La padronanza della lingua inglese e dell'utilizzo dei più comuni applicativi software per l'elaborazione dei testi è essenziale per lo svolgimento del lavoro di tesi. Queste abilità, che dovrebbero essere state acquisite quanto meno a livello basilare nel corso degli studi per la laurea di primo livello, hanno avuto modo di essere perfezionate in diverse occasioni (insegnamenti specifici ed esercitazioni) nel corso di laurea magistrale.

1.3 Tipi di tesi

In linea di massima le tesi possono essere classificate in:

- sperimentali (teorico-computazionali o sperimentali-pratiche),
- progettuali,
- compilative (monografiche).

Tesi sperimentale

Questo tipo di tesi consiste nell'analisi e nello sviluppo uno studio **teorico-computazionale** e/o **sperimentale-pratico** di un argomento che il relatore ha già impostato e che il laureando, sulla base dei suggerimenti forniti dal relatore, deve sviluppare. È consigliata a chi desidera cimentarsi nella ricerca o a chi voglia, almeno per una volta, esplorare a fondo un problema per cercare di contribuire alla sua soluzione. Non è raro il caso in cui i risultati raggiunti da uno studente in tesi sfocino nella pubblicazione di una memoria scientifica, dove il laureando compare come coautore insieme al relatore.

Tesi progettuale

Questo tipo di tesi comprende un'**attività di progettazione** (di una apparecchiatura, di un impianto, di un pacchetto "software", ecc.) e/o un'**attività di laboratorio** (esecuzione di misure, montaggio di apparecchiature, validazione del "software", ecc.). Svolgendo una tesi di questo tipo il laureando può applicare la preparazione acquisita con gli insegnamenti universitari in una realizzazione concreta. Una tale tesi talvolta è svolta in collaborazione con un'azienda, anche in forma di “stage” presso di essa.

Tesi compilativa

Questo tipo di tesi consiste in una ricerca bibliografica approfondita, seguita da un lavoro di analisi e confronto e composizione di studi svolti da vari studiosi su uno specifico argomento. Il risultato è un'**esposizione ragionata dello stato dell'arte** di quell'argomento. Per essere svolta bene richiede spirito critico, oculatezza nella scelta e nella composizione del materiale raccolto e chiarezza e logicità nell'esposizione. Se questi obiettivi sono raggiunti il lavoro può avere un valore non indifferente, in caso contrario la tesi monografica si riduce ad un insieme di materiale incoerente, mal organizzato e di nessuna utilità.

La distinzione tra i tipi di tesi non è netta: uno stesso argomento può presentare aspetti diversi (compilativi, teorici, sperimentali, progettuali, ecc.). In particolare tutte le tesi richiedono una fase iniziale di ricerca bibliografica (reperimento e lettura di un certo numero di relazioni scientifiche) e non sempre è netto lo spartiacque tra tesi di ricerca e tesi di progetto e/o sviluppo, mentre è evidente ciò che le differenzia dalla tesi monografica: le prime due richiedono quasi sempre un uso intensivo del calcolatore e spesso un'attività di laboratorio, la terza richiede solamente un'attività di analisi di testi.

1.4 Scelta dell'argomento di tesi

In linea di massima, lo studente può prendere contatto con il docente (o i docenti) sulla base dell'interesse per una specifica tematica o per un determinato tipo di attività. Il docente, sulla base della propria disponibilità, può accettare di fare da relatore proponendo egli stesso uno o più argomenti di tesi, o accogliendo eventuali argomenti proposti dallo studente, magari nell'ambito di "stage aziendali" o forme di collaborazione presso enti o industrie finalizzate al lavoro di tesi.

Ai fini di orientarsi nell'argomento della tesi, lo studente è invitato a consultare le pagine dei docenti del [Consiglio del Corso di Studi](#) (ma può rivolgersi anche ad altri [docenti del DII](#)), partecipare a seminari ed altre iniziative organizzate o patrociniate dal Dipartimento di Ingegneria Industriale (ad es., [Progetti competitivi studenteschi](#), l'associazione [LEDS - L'Energia degli Studenti](#)).

Si tenga presente, comunque, che lo studente può solo indicare le sue preferenze: l'assegnazione dei laureandi ai relatori spetta al CCS.

1.5 Assegnazione al relatore

Una volta assegnato al proprio relatore, il laureando si mette in contatto con lui per:

- conoscerlo personalmente;
- informarlo della propria situazione di studio;
- definire il tipo di lavoro di tesi (sperimentale, computazionale, monografica, punto 1.3) e l'argomento della tesi;
- pianificare il lavoro di tesi.

Si tenga presente che il relatore di solito segue contemporaneamente più di un laureando ed ha quindi la necessità di programmare per tempo l'occupazione di posti-laboratorio, posti-calcolatore e la distribuzione degli argomenti di tesi.

2. Lavoro di tesi

Il lavoro di tesi è il più importante momento creativo nella vita dello studente, che deve svilupparlo con autonomia e indipendenza sotto la guida del relatore. Il compito principale di questi non è insegnare al laureando l'argomento della tesi, ma indirizzarlo nello sviluppare tale argomento in modo sistematico e coerente. Lo studente deve seguire tale metodologia, operando con l'autonomia della quale è capace.

2.1 Fasi del lavoro di tesi

Nel lavoro di tesi possono essere distinte tre fasi:

- fase di orientamento (inquadramento e ricerca bibliografica);
- fase centrale (sviluppo del lavoro di tesi vero e proprio);
- fase finale (stesura definitiva, correzione, battitura e rilegatura).

Non esistono regole precise per stabilire il tempo necessario allo svolgimento della tesi. Esso dipende da vari fattori quali, ad esempio, la possibilità di lavorare a tempo pieno, la facilità di reperimento del materiale, ecc.

In genere, è consigliabile iniziare la fase di orientamento quando mancano 1-2 esami o prima. Tale fase può essere relativamente lunga: lo studente deve farsi un'idea generale sull'argomento, iniziare una prima ricerca bibliografica e richiedere eventualmente le copie di articoli di riviste non disponibili in Biblioteca (per il cui reperimento potrebbero essere necessari alcuni mesi di tempo). Il lavoro di inquadramento può essere portato avanti mentre si superano gli ultimi esami di profitto; dopo di ciò inizia la fase centrale nella quale si raccomanda di lavorare a tempo pieno. Questo è indispensabile nel caso di tesi di tipo svolta in uno "stage aziendale".

3. Ricerca bibliografica

L'Ateneo, tramite il Sistema Bibliotecario, mette a disposizione una serie di strumenti, qui brevemente introdotti, utili per il recupero dell'informazione scientifica presente nei libri e nelle riviste cartacee o digitali.

3.1 Terminologia

- abstract: breve riassunto di un documento che ne riporta i contenuti, senza interpretazioni né critiche.
- banca dati: archivio elettronico che raccoglie informazioni strutturate, accessibili attraverso molteplici canali di interrogazione. Le banche dati in genere sono disponibili in versione on-line.
- bibliografia: elenco sistematico di opere e articoli relativi a un determinato autore o argomento. Ogni elemento è composto dai dati utili ad individuare univocamente lo scritto: autore, titolo dello scritto, titolo della pubblicazione, data, pagine.
- documento: ogni entità fisica, di qualunque forma e materiale, in cui siano registrate delle informazioni.
- fonte: qualsiasi documento che costituisca una base attendibile per una ricerca di informazione. Qualsiasi documento originale da cui siano ricavabili informazioni.
- full-text: testo completo dell'opera.
- monografia: pubblicazione non periodica, generalmente concepita come trattazione sistematica di uno specifico argomento, completa in un volume o destinata ad essere completata in un determinato numero di volumi.
- periodico: pubblicazione che esce in serie continua con uno stesso titolo, a intervalli regolari o definiti per un periodo di tempo indeterminato, con numerazione o datazione progressiva di ciascuna unità componente la serie.
- record bibliografico: un'unità bibliografica che contiene i dati relativi ad un documento, descritta in modo strutturato.

3.2 Strumenti di ricerca in rete

Il punto di partenza per recuperare informazioni bibliografiche è un'indicazione bibliografica oppure, più semplicemente, alcune parole chiave legate all'argomento d'interesse che, inserite nei motori di ricerca delle banche dati scientifiche indicate nel seguito, permettono di recuperare i riferimenti bibliografici pertinenti. Il primo riferimento per iniziare la ricerca può essere la pagina dedicata agli studenti del [Sistema Bibliotecario di Ateneo](#). Per una ricerca efficace e per risparmiare tempo, conviene esaminare con attenzione le varie voci riportate in "Cosa cerchi", "Come fare per...", "Lo sai che..." e "Suggerimenti".

L'utilizzo di specifiche banche dati scientifiche e la visualizzazione di determinate risorse elettroniche è consentita solo all'interno della rete di Ateneo. Per poter accedere da remoto è necessario attivare il servizio [Auth-Proxy](#) di Ateneo.

AIRE

Attraverso il [Portale AIRE](#) (Accesso Integrato alle Risorse Elettroniche di Ateneo) è possibile avviare la ricerca su una o più banche dati contemporaneamente: quelle di maggiore interesse in ambito elettrotecnico sono INSPEC e Compendex, ma altre sono consultabili. Dal Portale AIRE, si selezionano: <Trova risorse> <Categoria> <Ingegneria industriale e dell'informazione> e quindi <GO>.

Una possibilità per iniziare la ricerca è quella di scegliere la modalità <Ricerca veloce>, inserire i termini d'interesse nei campi di ricerca e selezionare il quickset di ingegneria: la ricerca è quindi avviata selezionando <GO>. In questo modo si interrogano simultaneamente le principali banche dati del settore di ingegneria.

Dopo aver avviato la ricerca e scelto dalla lista dei risultati i record bibliografici d'interesse, il portale offre alcune opzioni e servizi per raggiungere la fonte, cartacea o digitale, in Ateneo o all'esterno, in cui è presente il documento cliccando sul bottone <GO>. Il sistema informa della disponibilità del full-text dell'articolo. Inoltre è offerta la possibilità di interrogare altri cataloghi per recuperare l'eventuale versione cartacea.

IEEEXplore®

Altra risorsa interessante in questo ambito disciplinare è il Portale dell'Institute of Electrical and Electronic Engineers ([IEEEXplore®](#)): qui è possibile la ricerca tra milioni di documenti e la loro immediata visualizzazione.

Catalogo di Ateneo

Per la ricerca di monografie e periodici è indispensabile l'uso del [Catalogo di Ateneo](#). Qui sono catalogate le opere disponibili in tutte le biblioteche del Sistema Bibliotecario padovano, compresa la Biblioteca Interdipartimentale di Ingegneria dell'Informazione e Ingegneria Elettrica "Giovanni Someda" che conserva opere specifiche delle discipline dell'ingegneria elettrica e dell'ingegneria dell'informazione.

Selezionare <Ricerca semplice>, inserire nel campo di ricerca ("digita parola o stringa") almeno un termine e selezionare un <campo da ricercare> a scelta. Scegliendo un titolo dalla lista dei risultati si visualizza la descrizione completa del documento. Per sapere dov'è collocato il documento cercato e avere informazioni sulla disponibilità cliccare su <Mostra le biblioteche>.

Catalogo periodici elettronici di Ateneo

Un altro catalogo interessante è CaPerE, il Catalogo dei Periodici Elettronici dell'Ateneo (<http://www.cab.unipd.it/capere/>).

Inserendo un parametro di ricerca (titolo...) e avviando la ricerca nel catalogo, cliccando sul pulsante <GO> si visualizza la disponibilità delle annate online del periodico e si raggiunge il full-text degli articoli. Dalla scheda della rivista si può raggiungere il sito dell'editore solitamente provvisto di un proprio motore di ricerca interno.

La biblioteca offre anche il servizio di fornitura di documenti, articoli e libri, non disponibili in Ateneo, ma rintracciabili presso altre biblioteche italiane o straniere con le quali esiste un rapporto di reciproco scambio. Per questo servizio lo studente è invitato a rivolgersi alla biblioteca che curerà ogni aspetto della richiesta. I tempi di fornitura sono mediamente di tre giorni.

3.2 Servizi ausiliari

RefWorks

I documenti trovati e utilizzati per la tesi possono essere salvati e indicizzati per creare facilmente una propria bibliografia tramite un sofisticato strumento di gestione denominato [RefWorks](#). Permette di importare da banche dati, organizzare e salvare, una propria lista dei riferimenti bibliografici e formattarla con diversi stili citazionali. Si può accedere al proprio database personale da qualsiasi computer con una connessione Internet e inserire bibliografie e citazioni direttamente in un testo.

Il personale bibliotecario è comunque disponibile, preferibilmente su appuntamento, a seguire lo studente nella ricerca bibliografica personalizzata.

4. Utilizzo dell'elaboratore

Lo svolgimento di molte tesi, in particolare se sperimentali o progettuali, richiede l'utilizzazione dell'elaboratore. Si possono usare personal computer o workstation dei quali dispone il gruppo di ricerca a cui appartiene il relatore, oppure, in caso di utilizzi molto impegnativi, elaboratori del Centro di Calcolo di Ateneo o interuniversitari. Per le modalità di utilizzo degli elaboratori il laureando deve attenersi alle direttive imposte dal relatore ed alle regole vigenti, delle quali deve prendere visione.

Per quanto riguarda il lavoro all'elaboratore, esso può consistere nello sviluppo e validazione di software applicativo oppure nell'utilizzazione di pacchetti "software" disponibili presso il Dipartimento (per simulazioni di campi elettromagnetici ed altri campi fisici, per simulazioni circuitali, per acquisizione ed elaborazione di dati sperimentali, ecc.).

Avvertenza importante

Nell'utilizzazione degli elaboratori bisogna tenere presente che:

- è buona regola gestire in modo ordinato lo spazio su disco fisso (creazione di una "directory" con il proprio nome ove archiviare i file generati; "pulizia" alla fine del lavoro, sentito il relatore, ecc.).

5. Come scrivere la tesi

Raccolto il materiale bibliografico e individuato, anche molto approssimativamente, il lavoro da svolgere, è opportuno abbozzare un indice della tesi, suddividendo il lavoro in capitoli e paragrafi. Tale indice costituisce una traccia del lavoro di tesi che permette di procedere con maggiore ordine e razionalità. L'indice definitivo della tesi potrà essere assai diverso da quello steso all'inizio, potendo venire definito meglio durante il procedere del lavoro.

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

- Indice
- Lista dei simboli (eventuale)
- Sommario
- Introduzione
- Corpo della tesi (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 tesi
- 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)
- 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.), 13-15 agosto 1990, pp.48-53.

[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).

Esempio:

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

5.2 Corpo della tesi

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. E' 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 :

- 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

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

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

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.

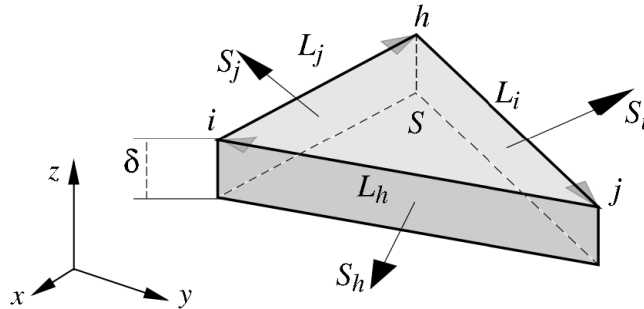


Fig. 5.3 - Tassellazione spaziale nel caso di simmetria planare

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.

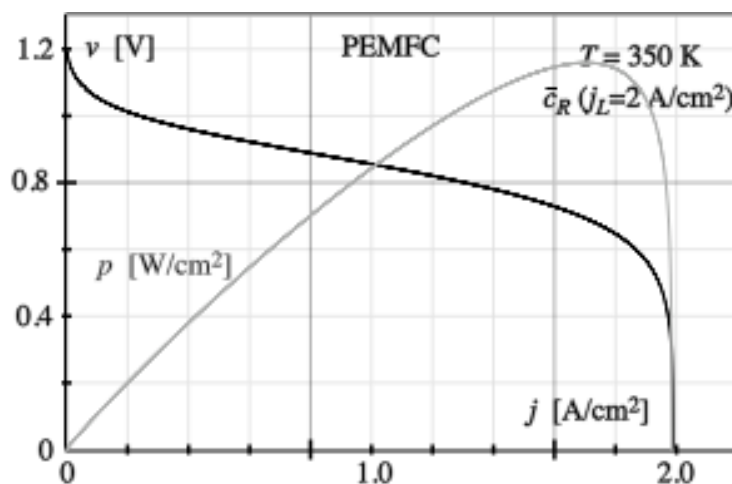


Fig. 5.4 – Caratteristica esterna di una PEMFC realizzata con i materiali testati in laboratorio.

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	β	rad
induttanza di esercizio di una linea monofase	L	mH/km
coefficiente di dilatazione termica lineare	α	K ⁻¹
costante di tempo d'armatura	T_a	s
diametro al traferro	d	m
forza magnetomotrice	F_m	A
impedenza alla sequenza zero	Z_0	Ω
numero di spire dell'avvolgimento primario	N_1	-
ordine dell'armonica	n	-
permeabilità del vuoto	μ_0	H/m
permeabilità relativa	μ_i	-
potenziale vettore magnetico	A	Wb/m
spostamento elettrico	D	C/m ²
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 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 o A per la potenza apparente, T , M o C per la coppia, ecc.). E' buona regola seguire, per quanto possibile, le Norme CEI 24-1, *Unità di misura e simboli letterali da usare in Elettrotecnica* (consultabili presso l'ufficio tecnico del DII).

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.). E' 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.

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 apice¹. 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 inserire, prima del sommario, una lista dei simboli impiegati con il loro significato e l'unità di misura utilizzata² (vedi l'esempio riportato in Tab. 4.1). Nella 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.

¹ Questo per non creare confusione con i riferimenti alle formule.

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

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

6. Formato della tesi

La tesi deve essere redatta su fogli A4 (21 cm x 29.7 cm) e le pagine devono essere scritte su **entrambe le facciate**. La tesi potrà essere redatta in lingua inglese, purché però venga incluso anche un riassunto esteso (indicativamente 2-3 facciate A4) in lingua italiana.

La battitura finale della tesi deve essere eseguita con un sistema di videoscrittura (Open Writer, Office Word, Word Perfect, Latex, ...). Tali sistemi permettono di gestire in modo automatico i

richiami di formule, figure, note a piè di pagina e riferimenti bibliografici e ottenere automaticamente anche l'indice.

Il formato delle pagine deve ricalcare, per quanto possibile, quello utilizzato per questa guida, redatta usando Word con le seguenti impostazioni principali:

- carattere proporzionale: Times, corpo 10 (normale) e corpo 8 (apici e pedici)
- interlinea: singola
- margine superiore: 3.5 cm
- margine inferiore: 2.5 cm
- margine interno: 2.5 cm
- margine esterno: 2.5 cm
- rilegatura: 1.5 cm
- distanza intestazione: 2.0 cm
- distanza piè di pagina 1.5 cm.

I margini specificano la distanza tra i bordi del foglio e il testo. Con intestazione (*header*) e piè di pagina (*footer*) si intendono due righe - inserite tra il testo vero e proprio e, rispettivamente, il bordo superiore e quello inferiore del foglio - nelle quali riportare, ad esempio, il titolo della tesi o del capitolo corrente (*header*) e il numero di pagina (*footer*). Con le impostazioni indicate si ottengono 50-52 righe per pagina.

Nel caso si utilizzino caratteri a spaziatura costante, come Word Courier New, con corpo 10 e interlinea singola, una riga contiene circa 65 caratteri e una pagina 50-52 righe.

6.1 Frontespizio

La prima pagina interna (frontespizio, scaricabile [qui](#)) deve indicare le seguenti informazioni:

- Università degli Studi di Padova
- Dipartimento di Ingegneria Industriale
- *Dipartimento di afferenza del relatore (solo se diverso dal precedente)*
- Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria dell'Energia Elettrica
- Tesi di laurea magistrale
- *Titolo della tesi*
- Relatore: *Nome del relatore*
- Correlatore: *Nome dell'eventuale correlatore*
- *Dipartimento, Ente, Azienda di afferenza del relatore*
- Laureando: *Nome del laureando*
- Anno accademico: *anno accademico della sessione di laurea.*

Nel caso di tesi svolte nell'ambito di uno stage esterno il correlatore è il tutore aziendale e la sua indicazione è obbligatoria, così come quella della relativa struttura di afferenza.

6.2 Copertina

Le copie cartacee della tesi in formato A4 da consegnare ai relatori (ed eventualmente al controrelatore) e da presentare all'esame di laurea vanno rilegate con copertina stampata su cartoncino leggero bianco. Si suggerisce di utilizzare il format scaricabile a questo [link](#).

La qualità di una tesi non è misurata dal numero delle pagine o dallo spessore della copertina: il laureando è pertanto invitato a rispettare quanto indicato, in particolare la **stampa fronte-retro** e l'uso di **cartoncino leggero**.

7. Esposizione del lavoro di tesi

7.1 Modalità di presentazione

La presentazione consiste di una esposizione orale assistita dalle proiezioni di slide esplicative predisposte in opportuno formato elettronico, come specificato in § 7.3. Il tempo a disposizione per la discussione della tesi è fissato dal Presidente della Commissione. Di solito è di 15 minuti complessivi, comprensivi della presentazione della tesi (indicativamente 10-12 minuti) e della sua difesa dalle obiezioni della Commissione di Laurea (indicativamente 3-5 minuti). Il laureando deve **assolutamente** attenersi a questo limite temporale onde evitare di essere interrotto dal Presidente e compromettere così la completezza della presentazione. La presentazione può essere sostenuta in lingua inglese.

Il laureando deve perciò cercare di riassumere la tesi in modo sintetico, semplice e chiaro, tenendo presente che nella Commissione di solito soltanto il relatore conosce in dettaglio l'argomento mentre gli altri commissari possono non esserne esperti. E' quindi opportuno che l'esposizione tocchi i punti essenziali, aiutandosi con figure, diagrammi e frasi chiave. Si raccomanda quindi di non soffermarsi sui dettagli (sviluppi analitici, programmi di calcolo, descrizione dell'apparato sperimentale, ecc.), ma di porre in rilievo:

- le motivazioni e lo scopo dell'argomento di tesi
- come è stato svolto l'argomento, evidenziando i contenuti **originali** e i contributi **personali**
- i risultati ottenuti e la loro importanza.

E' consigliabile preparare il testo della presentazione per iscritto e provare ad esporla ad alta voce illustrando le slide. E' necessario che il laureando pianifichi attentamente la presentazione e faccia più prove di esposizione, in modo da essere certo da rispettare il tempo a concesso.

Durante la presentazione è consentito al laureando di impiegare appunti scritti, ma di farlo al più in modo discreto, senza leggere per intero la presentazione. Non bisogna illustrare in dettaglio tutto il lavoro di tesi, né impiegare la stessa successione degli argomenti scelta per la sua stesura. Bisogna invece soffermarsi sugli aspetti qualificanti ed originali del lavoro svolto. Peraltro il laureando deve essere pronto a chiarire con padronanza anche gli altri particolari se questi sono richiesti dai commissari in sede di discussione.

7.2 Preparazione delle slide

Nella preparazione delle slide da video-proiettare è bene attenersi alle seguenti indicazioni:

- usare formati adatti alla videoproiezione (e quindi allo schermo del pc),
- non scrivere parole e numeri con corpi troppo piccoli (è bene evitare dimensioni inferiori a 18),
- evitare slide densissime di informazioni,
- evitare testi lunghi,
- verificare la leggibilità alla distanza di almeno 8 metri,
- tenere conto che il ritmo di presentazione non deve superare 1÷1,5 slide al minuto.

Pertanto il numero idoneo di slide è 15÷20. Una corretta successione nella presentazione è la seguente:

- 1:** titolo della tesi, nome del candidato e del(i) relatore(i);
- 2:** una figura e/o una frase significativa per definire, in modo semplice ed immediato, l'argomento del lavoro di tesi;
- 3:** indice degli argomenti della tesi che traccia sinteticamente sviluppo e contenuti del lavoro;
- N-1:** presentazione delle parti rilevanti del lavoro di tesi vero e proprio;
- N:** conclusioni (breve richiamo dei risultati raggiunti, della loro importanza, dei possibili sviluppi, degli argomenti rimasti aperti, ecc.).

7.3 Formato della presentazione e procedura per il trasferimento su PC

Nell'Aula Magna di Ingegneria, in Via Loredan 20, dove di norma avvengono gli esami di laurea, normalmente si dispone di un personal computer o di un notebook per la presentazione del lavoro di tesi, dove è installato il software più diffuso utilizzato per le presentazioni (PowerPoint e Acrobat Reader) ed in cui vengono trasferite, secondo la procedura indicata nel seguito, le presentazioni dei vari candidati. Per maggior sicurezza, si raccomanda di portare comunque con sé una copia della presentazione su chiavetta USB o altro comune supporto informatico sia in formato PowerPoint che in formato PDF, onde evitare eventuali problemi di compatibilità tra diverse versioni del software. Non si garantisce la presenza di altri tipi di software, tipo OpenOffice o altri. Si consiglia di evitare di sovraccaricare le presentazioni a livello di grafica e/o particolari effetti di animazione che potrebbero mettere a dura prova hardware un po' datato. Se risultasse indispensabile inserire video, audio e/o collegamenti ad altri software (usando, per es., in PowerPoint il comando "Inserisci Oggetto") si prega di verificare prima su uno (o più) computer collegato ad un proiettore esterno l'efficacia della presentazione, ricordandosi di includere nella cartella della presentazione anche i file corrispondenti ai video, ecc. La verifica con il proiettore è consigliabile in ogni caso, per evitare scelte poco opportune dei colori (per es., evitare accostamenti con poco contrasto, tipo caratteri o linee gialli su fondo bianco oppure neri su fondo marrone) ed anche per impraticarsi nell'esposizione, magari usando anche un puntatore a led per segnare nell'immagine proiettata il punto di cui si sta parlando.

Si ricorda che la procedura da seguire per la consegna della tesi è quella descritta nella pagina [Domanda di laurea e consegna tesi](#) del sito del Dipartimento di Ingegneria Industriale.

Difesa della Tesi

E' buona regola avere pronte alcune slide di riserva, relative a particolari significativi che non hanno trovato posto nelle slide della presentazione: potrebbero risultare utili per rispondere alle domande ed obiezioni della Commissione dopo la presentazione.

8. Festeggiamenti

In primo luogo si raccomanda ai laureandi ed ai loro ospiti di non sostare sul ballatoio e sulle scalinate che conducono all'Aula Magna il giorno della discussione. Questo, per motivi di sicurezza e al fine di garantire libero accesso agli utenti della Biblioteca Centrale di Ingegneria. Dopo la proclamazione è tradizione quasi ineluttabile abbandonarsi a festeggiamenti goliardici. A prescindere dai limiti di decenza per le condizioni di ludica umiliazione alle quali è costretto il neolaureato, per cui si rimanda alla sensibilità ed all'intelligenza dei festeggianti, si vuol qui ribadire in nessun caso i festeggiamenti possono trascendere il rispetto delle altre persone, dei monumenti dell'Università e delle cose pubbliche. Anche questo fa parte di una cultura e di un senso di civiltà all'osservanza dei quali i laureati di Padova devono sentirsi obbligati.

E con questo siamo alla fine ma ricordatevi che in realtà è solo l'inizio.

Buon lavoro e ad majora

9. Indirizzi internet utili

Dipartimento di Ingegneria Industriale	http://www.dii.unipd.it/
Scuola di Ingegneria	http://www.ingegneria.unipd.it/
Università di Padova	http://www.unipd.it/
Sistema Bibliotecario di Ateneo	http://www.cab.unipd.it/
Biblioteca di Ingegneria	http://ingegneria.cab.unipd.it/biblioteche/bci
Biblioteca Interdip.le DEI-DII "Giovanni Someda"	http://ingegneria.cab.unipd.it/dei
Servizio Bibliotecario Nazionale	http://www.iccu.sbn.it/sbn.htm
ICCU - catalogo in linea	http://opac.sbn.it/opacsbn/opac/iccu/informazioni.jsp

APPENDICE A

Principali unità di misura del SI e prefissi decimali

I simboli delle unità di misura vanno scritti con font normale: non corsivo, non grassetto. Ad esempio T indica l'unità di misura dell'induzione magnetica (tesla) mentre *T* indica la variabile fisica temperatura.

Grandezza	Unità	Simbolo
<i>Fondamentali</i>		
lunghezza	metro	m
massa	kilogrammo	kg
tempo	secondo	s
corrente	ampere	A
temperatura	kelvin	K
<i>Supplementari</i>		
angolo piano	radiante	Rad
<i>Derivate</i>		
frequenza	hertz	Hz
forza	newton	N
pressione	pascal	Pa
lavoro, energia	joule	J
potenza	watt	W
carica	coulomb	C
tensione	volt	V
capacità	farad	F
resistenza	Ohm	Ω
flusso di induzione	weber	Wb
induzione	tesla	T
induttanza	henry	H
<i>Ammesse</i>		
angolo piano	grado sessagesimale	°
volume	litro	l
pressione	bar	bar
energia	kilowattora	kWh
carica	amperora	Ah
temperatura Celsius	grado Celsius	°C

Prefisso	Simbolo	Valore	Prefisso	Simbolo	Valore
deci	d	10^{-1}	deca	da	10^1
centi	c	10^{-2}	etto	h	10^2
milli	m	10^{-3}	kilo	k	10^3
micro	μ	10^{-6}	mega	M	10^6
nano	n	10^{-9}	giga	G	10^9
pico	p	10^{-12}	tera	T	10^{12}
femto	f	10^{-15}	peta	P	10^{15}
atto	a	10^{-18}	exa	E	10^{18}