DIPARTIMENTO DI
INGEGNERIA DELL'INFORMAZIONE
ELETTRONICA E TELECOMUNICAZIONI

SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA

Prof. Frank S. Marzano
Tel. 06.44585847
E-mail: frank.marzano@ uniroma1.it

Oggetto: VADEMECUM PER STESURA DI RELAZIONI E TESI

Prefazione

La scrittura di una tesi di laurea rappresenta il primo banco di prova per analoghi impegni futuri in ambito lavorativo. Prima o poi (sperabilmente, ***più prima che poi*** …), "qualcuno" chiederà la stesura di una relazione scritta e/o la preparazione di una presentazione orale per illustrare i risultati ottenuti durante una certa attività. In questo senso, un buon lavoro di tesi risulta ***altamente formativo e istruttivo***.

Il mio suggerimento (arbitrario) è un approccio a tale impegno basato su alcuni solidi principi:
- la ***voluminosità*** di un testo non è sinonimo di approfondimento e analisi critica;
- la ***carta*** è preziosa (oltre che costosa) per cui sarebbe bene non sprecarla;
- la ***lingua italiana*** non va bistrattata, creando dizionari ibridi babilonici;
- un'***articolata organizzazione*** del testo è un ottimo viatico alla sua rapida e chiara stesura.

Da questi principi discendono alcuni importanti corollari:
- la ***stampa*** del testo può essere improntata ad un criterio *salva-spazio*, ovvero privilegiando una interlinea compatta e l'uso del fronte-retro di ogni pagina (un numero di pagine dell'ordine di 50 è assolutamente sufficiente, specialmente se si adotta il formato proposto);
- l'introduzione di ***neologismi*** anglofili deve essere ridotta al minimo e, quando necessaria, documentata mediante traduzione;
- la ***fase decisiva*** nella preparazione della tesi e della presentazione orale è il progetto di un indice dettagliato che includa virtualmente la selezione delle formule e delle figure ritenute essenziali.

Sulle fonti di una relazione tecnico-scientifica

La ***bontà di una relazione o tesi*** è frutto della sua impostazione, ma anche del modo in cui viene presentata ("venduta" direbbe infelicemente qualcuno). A tal proposito, l'uso delle ***fonti bibliografiche*** è essenziale per una documentazione scientifica. Si sottolinea che:
- prima dell'inizio di un lavoro di tesi occorre effettuare una "fotografia" dello ***stato dell'arte***, ovvero ***acquisire*** le fonti bibliografiche di riferimento e cercarne delle nuove tramite accesso ad archivi elettronici, per esempio:
  - *Archivio IEEE:* *http://ieeexplore.ieee.org*
  Si noti che le biblioteche effettuano anche "prestiti" elettronici, ovvero copie in formato PDF di articoli non presenti in sede e richiesti in modo remoto via Internet.
- ogni *fonte bibliografica*, sia esso un testo, un riferimento ad un testo o una figura, deve essere ***citata nel testo*** secondo una sintassi predefinita (vedi in seguito); in tale modo, risulterà chiaro ciò che è "farina del proprio sacco" e ciò che proviene da altri … sacchi.
- ogni figura, frutto del proprio lavoro, va commentata tramite una ***didascalia*** e va fatto riferimento al ***programma di calcolo*** che l'ha generata.

Si noti la ***sintassi delle citazioni*** e dell'elenco per classi di fonti, in questo contesto così definita a seconda che la fonte bibliografica sia un libro, un articolo o un atto:

Citazioni di fonti bibliografiche nel testo della tesi:

1 autore:	[Liou, 1980]
2 autori:	[Marzano e Roberti, 1984]
>2 autori	[Marzano et al., 1985]
Più citazioni:	[Liou, 1980; Marzano e Roberti, 2003; Marzano et al., 2000]

1. Riferimenti di libri nella bibliografia

Liou, K.N., 1980, *An introduction to atmospheric radiation*, Academic Press, New York (NY).

2. Riferimenti di articoli su rivista nella bibliografia

Marzano F.S. and L. Roberti, "Numerical investigation of intense rainfall effects on coherent and incoherent slant-path propagation at K band and above", *IEEE Trans. Antennas Propagat.*, vol. 41, n. 5, pp. 965-977, 2003.

3. Riferimenti di articoli su atti di congressi nella bibliografia

Marzano F.S., E. Fionda, P. Ciotti, e A. Martellucci, "Radiometria multifrequenza da terra per la stima di parametri atmosferici e propagativi in pioggia", Atti del XIII RiNEM, pp. 469-502, Como (Italia), 25-28 settembre 2000.

Sulla struttura di una relazione tecnico-scientifica

Usualmente una relazione tecnico-scientifica consta di alcune parti fondamentali e segue una ***struttura abbastanza consolidata***, a prescindere dal suo argomento (teorico, sperimentale o numerico). Possiamo rintracciare:

- un'introduzione al problema;
- una descrizione compilativa del problema, tratta dalle fonti bibliografiche;
- una descrizione delle metodologie adattate e/o sviluppate;
- una descrizione dei dati o misure analizzati;
- un'analisi dei risultati ottenuti e discussione;
- conclusioni sul lavoro e futuri sviluppi.

Si riporta ***in allegato e nel seguito*** un esempio di stesura in cui si evidenzia:

- la strutturazione dell'***indice*** in termini di sviluppo dei contenuti (frontespizio, introduzione, descrizione, metodologie, dati, sviluppo, risultati, conclusioni, ringraziamenti, appendici);
- la ***numerazione*** nella gerarchia dei capitoli, paragrafi e sub-paragrafi;
- la sintassi per le ***citazioni*** bibliografiche (nel caso di un autore o più autori) e per l'elenco dei riferimenti bibliografici (suddiviso per categorie: libro, rivista, atti di congresso e rapporti).
- l'introduzione degli ***acronimi*** deve essere possibilmente limitata e, comunque, ogni acronimo va spiegato all'atto della sua prima apparizione; una legenda finale sugli acronimi utilizzati è sempre buona norma.

TITOLO TESI
Sommario
Cap. 1. Introduzione
1.1 Contesto, interesse e problemi aperti
1.2 Obiettivi e sommario dei capitoli di tesi
Cap. 2. Descrizione compilativa del problema
2.1 Elementi descrittivi
2.1.1 Aspetti introduttivi
2.1.2 Aspetti specifici
2.2 Fondamenti delle tecniche di analisi note
2.2.1 Modelli e teorie
2.2.2 Criteri e soluzioni adottate
2.3 Risultati di letteratura
2.3.1 Analisi

2.3.2 Commento e interpretazione
Cap. 3. Metodologie applicate e/o sviluppate
3.1 Descrizione e/o sviluppo di modelli
3.1.1 Aspetti analitico-numerici
3.1.2 Aspetti di implementazione
3.2 Descrizione e/o sviluppo di simulatori
3.2.1 Aspetti analitico-numerici
3.2.2 Aspetti di implementazione
3.3 Descrizione e/o sviluppo di metodologie di misura adottate
3.3.1 Banchi di misura
3.3.2 Procedure di misura
Cap. 4. Dati analizzati
4.1 Descrizione dati di ingresso del modello
4.1.1 Esempio
4.1.2 Commenti
4.2 Descrizione dei dati utilizzati per il simulatore
4.2.1 Esempio
4.2.2 Commenti
4.3 Descrizione tipologie di misura effettuate
4.3.1 Esempio
4.3.2 Commenti
Cap. 5. Risultati ottenuti
5.1 Descrizione risultati ottenuti
5.1.1 Esempi di risultati
5.1.2 Casistica dei risultati
5.2 Analisi dei risultati
5.2.1 Discussione
5.2.2 Confronto tra metodi diversi e dati di letteratura
Cap. 5 Conclusioni
6.1 Riassunto del lavoro svolto e risultati ottenuti
6.2 Possibili sviluppi futuri e impatto del lavoro svolto
Bibliografia
Ringraziamenti
Legenda degli acronimi
Appendice A: Derivazione analitica del modello
A.1.1 Metodo
A.1.2 Soluzione
Appendice B: Descrizione dettagliata dei blocchi del simulatore
B.1.1 Descrizione
B.1.2 Diagramma di flusso
Appendice C: Specifiche tecniche dei banchi di misura
C.1.1 Descrizione
C.1.2 Tecniche di misura
Allegato: Copia elettronica su CD-ROM di programmi, dati e risultati

Sul formato del testo della Tesi di Laurea

Si consigliano le seguenti scelte (adottate nel documento allegato ***e non … contrattabili***):

Video-scrittura:	programma Microsoft-Word™
Formato pagina:	A4
Margini:	sinistro 2.5 cm (per rilegatura), destro 2 cm, sopra 2 cm, sotto 2 cm
Posizione intestazione:	1 cm dal bordo pagina
Numeri pagina:	in basso a destra

Carattere e dimensione testo:	Times New Roman, dimensione 11 punti
Interlinea:	singola
Titoli capitoli:	16 punti, grassetto, maiuscolo, centrato, inizio nuova pagina
Titoli paragrafi:	14 punti, grassetto, minuscolo, allineato a sinistra
Titoli sub-paragrafi:	12 punti, grassetto, minuscolo, allineato a sinistra
Spaziatura titoli paragrafi:	2 righe bianche prima e 1 riga bianca dopo
Rientratura inizio paragrafo:	0.5 cm
Carattere intestazione:	italico di 9 punti, centrato
Formule:	programma Equation-Editor™ con carattere a dimensione 11 punti
Numerazione formule:	numero sequenziale per capitolo, separato da punto (e.g., 2.2)
Spaziatura formule:	1 riga bianca prima e 1 riga bianca dopo
Figure:	incluse nel testo (tramite formati PS, PDF, WMF, JPG, TIF)
Didascalia figure e tabelle:	dopo tabella/figura, carattere di 9 punti con 1 riga bianca di separazione
Numerazione capitoli:	numero sequenziale (e.g., 2)
Numerazione paragrafi:	numero sequenziale per capitolo, separato da punto (e.g., 2.2)
Numerazione sub-paragrafi:	numero sequenziale per capitolo e paragrafo (e.g., 2.2.1)
Numerazione appendice:	lettera maiuscola sequenziale e numero, separati da punto (e.g., A.1)
Citazioni bibliografiche:	nome e anno tra parentesi quadra (vedi allegato)
Bibliografia:	elenco alfabetico rispetto al cognome del primo autore
Stampa:	fronte-retro (possibilmente, se la carta lo consente)

Sugli allegati al testo della Tesi di Laurea

Un lavoro di tesi va documentato fornendo i dati, i programmi e il documento *in formato elettronico* su ***supporto elettro-ottico tipo DVD o CD-ROM***. Questo sforzo ha numerosi vantaggi:

- invita ad una ***razionalizzazione*** del materiale usato e prodotto durante il lavoro di tesi, utile anche per la stesura finale del testo;
- consente un'***archiviazione*** anche elettronica del lavoro svolto sia su supporto che su sito Internet;
- permette di ***valorizzare*** il lavoro svolto in quanto altre persone, impegnate a proseguire praticamente quell'attività su quell'argomento, avranno modo di accedere al lavoro in modo diretto (con l'obbligo di citazione della fonte del vostro lavoro).

La documentazione elettronica ritenuta ***imprescindibile*** è la seguente:

- copia elettronica dei (principali) riferimenti bibliografici utilizzati durante il lavoro di tesi;
- cartella contenente il testo elettronico della Tesi (figure incluse) e della Presentazione Orale;
- cartella contenente i dati e i programmi eventualmente ricevuti (lavoro pregresso);
- cartella contenente i programmi sviluppati (lavoro originale);
- cartella contenente i dati e le figure prodotte (lavoro originale);
- un documento di istruzioni (il cosiddetto README) per la lettura del CD-ROM.

Tale documento di istruzioni fa riferimento all'***Appendice (A, B o C) del testo della tesi***, prima riportata, dove viene descritto logicamente il simulatore numerico ovvero la procedura di lavoro seguita.

A parte speciali applicativi (e.g., simulatori numerici) utilizzati per produrre risultati ad hoc, per lo sviluppo di programmi e visualizzazione di risultati si consigliano i seguenti ***strumenti***:

- ambiente di sviluppo ***MATLAB™*** (preferito e ottenibile dal docente);

- compilatore ***FORTRAN*** (preferito e ottenibile dal docente);
- ambiente di sviluppo ***IDL*** ™ e compilatore ***C***.

In Appendice troverete alcune regole auree per una programmazione di … buon senso!

Sulla presentazione orale del lavoro di Tesi

La presentazione più efficace e flessibile del lavoro svolto durante la ***tesi è attraverso applicativi per video-proiezione tramite calcolatore, come ad esempio Microsoft***-POWERPOINT™. Alcune possibili regole per la preparazione di una presentazione sono le seguenti:

- la proiezione di una ***diapositiva per minuto*** rappresenta già … una scommessa: puntare a frequenze di trasmissione superiori può essere controproducente (limite di Nyquist …);
- la ***struttura della presentazione*** può ricondursi a quella dell'indice articolato della tesi, selezionando opportunamente l'apparato analitico e figurativo;
- elemento essenziale di una presentazione è riuscire a far ***capire il problema e i motivi*** che hanno indotto ad affrontarlo (si esclude la necessità di laurearsi …), unitamente ai risultati ottenuti in termini di innovazione rispetto a quanto già disponibile;
- è opportuno ***parlare in prima persona*** per quanto riguarda il lavoro svolto, evidenziando i contenuti analizzati e le procedure adottate;
- la pagina di ciascuna diapositiva ***non può essere troppo densa*** il che implica l'uso di un carattere di dimensioni sufficientemente grandi (per es., > di 16 punti).

In generale, per una presentazione orale vengono assegnati ***al massimo circa 15 minuti***, domande incluse. Con questi vincoli, è ragionevole pensare a ***non più di 20 diapositive***.

Conclusioni

La leggibilità e fruibilità di un documento e di una presentazione risiedono anche, soprattutto, nello *stile*. Ciò che è stato suggerito è solo l'uso di un ***contenitore vuoto*** …

In sede di verifica pre-laurea dei codici e documentazione, è ovvio che approfitterò del manico del ... "coltello". Per cui, ogni suggerimento precedente è da considerare .... OBBLIGATORIO.

Ogni vostro consiglio migliorativo è, ovviamente, benvenuto.
Buon lavoro e soprattutto … Ad Maiora !!!

Cordiali saluti.

Frank S. Marzano

Allegati

- Esempio di testo di tesi realizzata con Microsoft WORD;
- Manuale Matlab.

Appendice: Regole auree per la stesura di un programma di calcolo

Vi allego un breve manuale introduttivo a **Matlab,** che risulta un ambiente di sviluppo estremamente duttile con vaste applicazioni.

Vi ricordo inoltre che per la programmazione esistono alcune **REGOLE AUREEE**:

- progettare prima il **diagramma a blocchi** (architettura dei programmi);

- creare il prog. **principale** in modo separato dai sub-moduli (functions con nome del tipo f_***.m in modo da distinguerle dal prog. principale);

- **intestare** ogni modulo con:
  - obiettivo
  - variabili di ingresso e di uscita (con unità di misura)
  - moduli chiamanti e chiamati
  - data e autore + fonti di riferimento
    - Per ogni programma (modulo o sub-modulo)
  - **nominare** le variabili in modo intelligibile ed esteso (lo spazio non manca!)
  - **indentare** le operazioni
  - **commentare** molto e bene le istruzioni (origine delle formule implementate, unità di misura, rif. alla tesi ...)
  - **evitare** in Matlab, se possibile, i cicli FOR e GOTO
  - **separare** la parte di caricamento da dati, da quella di elaborazione e di visualizzazione

- **creare** nella radice i programmi e nelle varie sotto-cartelle **depositare separatamente**:
  - **dati di ingresso,**
  - **dati di uscita**
  - **figure**

Si ricorda che:

1. ogni figura nel testo va corredata con una didascalia in cui E' OBBLIGATORIO scrivere anche la funzione Matlab che l'ha generata;
2. alla consegna, allegare:
   - programma **README.txt** che descrive il contenuto delle cartelle
   - nell'**Appendice della tesi** il diagramma a blocchi dei programmi generati con breve descrizione delle funzioni

SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA

FACOLTA' DI INGEGNERIA DELL'INFORMAZIONE, INFORMATICA E STATISTICA

Corso di laurea in Ingegneria XXXX

TESI di LAUREA in ANTENNE

MODELLI DI PROPAGAZIONE ELETTROMAGNETICA E METODI DI TELERILEVAMENTO RADAR A MICROONDE DELLE PRECIPITAZIONI

Laureando

Super Pippo

Relatore

Prof. Frank S. Marzano

Correlatore

Zio Paperone

Anno Accademico 3000-3001

INDICE

1. Introduzione

1.1 Contesto, interesse e problemi aperti p. 1
1.2 Obiettivi e sommario dei capitoli di tesi 2

2. Descrizione compilativa del problema

2.1 Elementi descrittivi 3
2.1.1 Aspetti particolari 12
2.2 Fondamenti delle tecniche di analisi note 14
2.2.1 Modelli
2.2.2 Criteri
2.2.3 Soluzione adottate
2.3 Risultati di letteratura
2.3.1 Analisi
2.3.2 Commento

3. Metodologie applicate e/o sviluppate

3.1 Descrizione e/o sviluppo di modelli
3.1.1 Aspetti analitico-numerici
3.1.2 Aspetti di implementazione
3.2 Descrizione e/o sviluppo di simulatori
3.2.1 Aspetti analitico-numerici
3.2.2 Aspetti di implementazione
3.3 Descrizione e/o sviluppo di metodologie di misura adottate
3.3.1 Banchi di misura
3.3.2 Procedure di misura

4. Dati analizzati

4.1 Descrizione dati di ingresso del modello
4.1.1 Esempio
4.1.2 Commenti
4.2 Descrizione dei dati utilizzati per il simulatore
4.2.1 Esempio
4.2.2 Commenti
4.3 Descrizione tipologie di misura effettuate
4.3.1 Esempio
4.3.2 Commenti

5. Risultati ottenuti

5.1 Descrizione risultati ottenuti
5.1.1 Esempi di risultati
5.1.2 Casistica dei risultati
5.2 Analisi dei risultati
5.2.1 Discussione
5.2.2 Confronto tra metodi diversi e dati di letteratura

6. Conclusioni

6.1 Riassunto del lavoro svolto e risultati ottenuti

6.2 Possibili sviluppi futuri e impatto del lavoro svolto

Bibliografia

Ringraziamenti

Legenda degli acronimi

Appendice A: Derivazione analitica del modello
A.1 Descrizione
Appendice B: Descrizione dettagliata dei blocchi del simulatori
B.1 Descrizione
Appendice C: Specifiche tecniche dei banchi di misura
C.1 Descrizione

Allegato: Copia elettronica su CD-ROM di programmi, dati e risultati

INTRODUZIONE

1.1 Contesto, interesse e problemi aperti

Il radar, acronimo di radio detection and ranging, è uno strumento nato per scopi esclusivamente militari durante la seconda guerra mondiale. Tuttavia, negli ultimi decenni l'area di applicazione dei radar si è considerevolmente allargata, grazie al contributo delle nuove tecnologie.

Tra le nuove applicazioni del radar, l'osservazione meteorologica dell'atmosfera occupa certamente un ruolo di primo piano; in questo campo, la crescente disponibilità di misure di qualità e accuratezza sempre migliori ha permesso di incrementare il numero di fenomeni osservabili. I primi radar meteorologici, nati per scopi prettamente di ricerca, si sono infatti evoluti fino a diventare un potente strumento utilizzabile nell'ambito del telerilevamento ambientale. In particolare, essi consentono di misurare la quantità e la velocità radiale delle idrometeore (pioggia, neve, ghiaccio) presenti nell'atmosfera e, conseguentemente, di analizzare la struttura delle perturbazioni ed i loro moti. Questa produzione di stime in tempo reale delle precipitazioni costituisce la via indispensabile da percorrere prima di poter effettuare misure sistematiche di utili grandezze fisiche per la climatologia, oppure, in particolar modo, di riuscire a preparare previsioni a lungo termine.

I radar meteorologici operano nell'intervallo di frequenze delle microonde (di solito si utilizzano le bande S e C) e questo ne consente l'impiego per l'indagine delle precipitazioni, dato che la lunghezza d'onda a cui lavorano è confrontabile con la dimensione delle idrometeore stesse. Nella Tab. 1.1 è riportata la vecchia (ma ancora ampiamente utilizzata) denominazione delle bande di frequenza comunemente utilizzate in applicazioni radar.

Il principio di funzionamento di un radar può essere così schematizzato: vengono emessi nell'atmosfera brevi impulsi di onde elettromagnetiche di elevata potenza lungo la direzione di puntamento dell'antenna, che può variare sia in azimuth che in elevazione. I pacchetti di onde così emessi vengono assorbiti dalle idrometeore presenti nell'atmosfera e re-irradiati in tutte le direzioni, tra cui quella del radar. L'analisi del segnale di ritorno, che prende il nome di riflettività, è effettuata nell'apparato ricevente del radar stesso e permette di ottenere l'intensità della precipitazione, mentre la direzione di puntamento dell'antenna e il tempo impiegato dal segnale nel percorso andata-ritorno consentono di localizzare le idrometeore in termini di direzione e distanza. Inoltre piccole variazioni nella frequenza dell'eco di ritorno permettono, attraverso l'effetto Doppler, di misurare la velocità radiale e quindi di stimare la direzione di spostamento dell'evento meteorologico.

Designazione della banda	Frequenza nominale	Lunghezza d'onda nominale
VHF	$30 \div 300$ *MHz*	$10 \div 1$ *m*
UHF	$300 \div 1000$ *MHz*	$1 \div 0.3$ *m*
L	$1 \div 2$ *GHz*	$30 \div 15$ *cm*
S	$2 \div 4$ *GHz*	$15 \div 7.5$ *cm*
C	$4 \div 8$ *GHz*	$7.5 \div 3.75$ *cm*
X	$8 \div 12.5$ *GHz*	$3.75 \div 2.40$ *cm*
K_u	$12.5 \div 18$ *GHz*	$2.40 \div 1.67$ *cm*
K	$18 \div 26.5$ *GHz*	$1.67 \div 1.13$ *cm*
K_a	$26.5 \div 40$ *GHz*	$1.13 \div 0.75$ *cm*
EHF	$40 \div 300$ *GHz*	$7.5 \div 1$ *mm*

Tabella 1.1 – Denominazione delle bande di frequenza comunemente utilizzate dai radar.

CAPITOLO 2

DESCRIZIONE COMPILATIVA DEL PROBLEMA

2.1 Equazione del trasferimento radiativo per sensori attivi

Sebbene le nubi e le celle di pioggia possano avere delle dimensioni orizzontali piccole se confrontate con la loro estensione verticale (molte volte dell'ordine di parecchi chilometri), è spesso utile approssimare l'atmosfera reale con un modello a strati omogenei orizzontali per valutare gli effetti di diffusione delle stesse nubi e celle di pioggia.

Si consideri, dunque, uno strato di atmosfera omogenea a piani paralleli di spessore *d* illuminato da una radiazione monocromatica incidente $\mathbf{r_i}$, così come mostrato in Fig. 2.1; con riferimento al sistema di coordinate sferiche riportato in Fig. 2.2, la direzione di incidenza di $\mathbf{r_i}$ è espressa dalla coppia $\Omega_0 = (\theta_0, \phi_0)$.

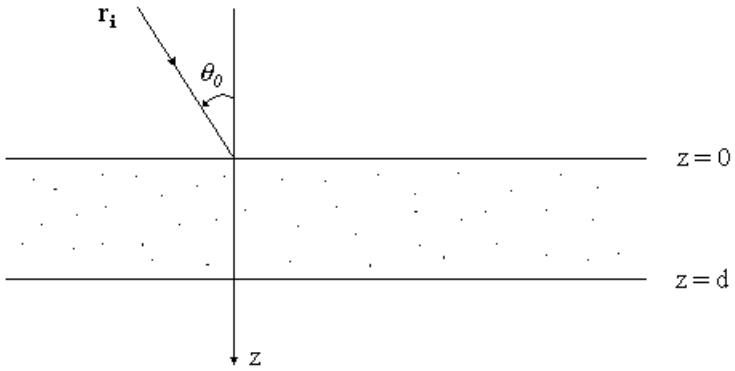

Fig. 2.1 Modello approssimato di atmosfera omogenea.

Si definisce *intensità specifica* $I(z = 0, \Omega = \Omega_0)$ dell'onda incidente la densità di potenza per unità di angolo solido e di frequenza, misurata in $[W\, m^{-2}\, sr^{-1}\, Hz^{-1}]$.

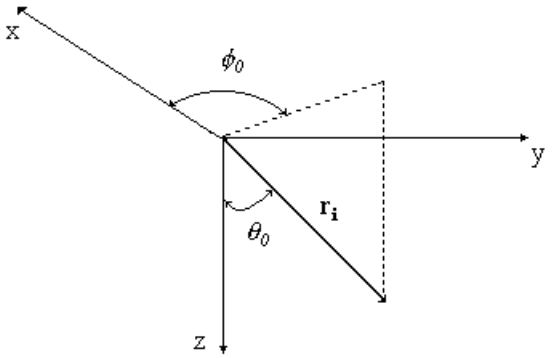

Figura 2.2 – Sistema di riferimento in coordinate sferiche.

Nell'ipotesi in cui le particelle dell'atmosfera siano approssimabili con delle sfere dielettriche, la polarizzazione della radiazione elettromagnetica può non essere tenuta in considerazione (esistono due componenti della radiazione diffusa, una polarizzata orizzontalmente e l'altra verticalmente, tra di loro disaccoppiate); in tal caso l'intensità specifica $I(\tau,\mu,\phi)$ della radiazione diffusa soddisfa un'equazione integro-differenziale scalare nota con il nome di equazione del trasferimento radiativo [Liou, 1980; Ishimaru, 1978; Wu and Weinman, 1984; Tsang et al., 1985] :

$$\mu \frac{dI(\tau,\mu,\phi)}{d\tau} = -I(\tau,\mu,\phi) + J(\tau,\mu,\phi) \tag{2.1}$$

dove la funzione sorgente $J(\tau,\mu,\phi)$ è espressa, per sensori attivi, dalla seguente relazione:

$$J(\tau,\mu,\phi) = \frac{\omega}{4\pi}\int_0^{2\pi}\int_{-1}^{1} P(\mu,\phi;\mu',\phi')\, I(\tau,\mu',\phi')\, d\mu'\, d\phi' + \frac{\omega}{4\pi} F_0 P(\mu,\phi;\mu_0,\phi_0) e^{-\tau/\mu_0} \tag{2.2}$$

2.1.1 Interpretazione fisica dell'equazione del trasferimento radiativo

L'equazione del trasferimento radiativo (Eq. (2.1), d'ora in avanti indicata semplicemente con la sigla RTE (radiative transfer Equation) può essere scritta in forma differenziale per facilitare la comprensione del significato fisico dei termini che in essa compaiono:

$$dI(z,\Omega) = -\frac{k_e\, dz}{\cos\theta} I(z) + \frac{k_s\, dz}{\cos\theta}\int_{4\pi} I(z,\Omega')\frac{P(\Omega,\Omega')}{4\pi} d\Omega' + \frac{k_s\, dz}{\cos\theta} F(z)\frac{P(\Omega,\Omega_0)}{4\pi} \tag{2.3}$$

dove k_s e k_e sono, rispettivamente, i coefficienti volumetrici di scattering e di estinzione, mentre $F(z)$ il flusso della radiazione incidente valutato alla quota z.

Il primo termine dell'Eq. (2.3) esprime la riduzione dell'intensità diffusa differenziale causata dagli effetti di diffusione ed assorbimento prodotti dalle particelle presenti nell'atmosfera.

Il secondo termine evidenzia il cosiddetto recupero di diffusione, ovvero il rafforzamento dell'intensità diffusa in una certa direzione Ω determinato dal fenomeno della diffusione multipla.

Infine, il terzo termine esprime il contributo positivo all'intensità diffusa differenziale apportato dalla singola diffusione, nella direzione Ω, della radiazione incidente lungo la direzione Ω_0.

BIBLIOGRAFIA

Atlas, D., ed., 1990, *Radar in Meteorology*, American Meteorological Society, Boston.

Aydin, K., Y. Zhao, e T.A. Seliga, 1989, "Rain-Induced Attenuation Effects on *C*-Band Dual-Polarization Meteorological Radars", *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, Vol. 27, No. 1, pp. 57-66.

Borga, M., E.N. Anagnostou, e E. Frank, 2000, "On the use of real-time radar rainfall estimates for flood prediction in mountainous basins", *Journal of Geophysical Research*, Vol. 105, No. D2, pp.2269-2280.

Chandrasekhar, S., 1960, *Radiative Transfer*, Dover (NY).

Collin, R.E., 1985, *Antennas and radiowave propagation*, McGraw-Hill.

Liou, K.N., 1980, *An introduction to atmospheric radiation*, Academic Press, New York (NY).

Marzano, F.S., L. Roberti, e A. Mugnai, 2000, "Impact of Rainfall Incoherent Backscattering Upon Radar Echoes Above 10 GHz", *Phys.Chem. Earth (B)*, Vol. 25, No. 10-12, pp. 943-948.

Marzano F.S, E. Picciotti and G. Vulpiani, "Reconstruction of rain-rate fileds in complex orography using a C-band radar hybrid technique", Proceedings of CLIMPARA-2001, Budapest (H), 28-30 May, 2001.

Marzano F.S., E. Fionda, P. Ciotti, e A. Martellucci, "Radiometria multifrequenza da terra per la stima di parametri atmosferici e propagativi in pioggia", Atti del XIII RiNEM, pp. 469-502, Como (Italia), 25-28 Settembre 2000.

Ramo, S., J.R. Whinnery, e T. Van Duzer, 1995, *Fields and Waves in Communication Electronics*, John Wiley & Sons, New York (NY).

Sauvageot, H., 1992, *Radar Meteorology*, Artech House, Norwood (MA).

Tsang, L., J.A. Kong, e R.T. Shin, 1985, *Theory of microwave remote sensing*, J. Wiley & Sons, New York (NY).

Ulaby, F.T., R.K. Moore, e A.K. Fung, 1981, *Microwave Remote Sensing, Fundamentals and Radiometry*, Vol. 1, Addison-Wesley, Reading (MA).

Wu, R., e J.A. Weinman, 1984, "Microwave Radiances from Precipitating Clouds Containing Aspherical Ice, Combined Phased, and Liquid Hydrometeors", *Journal of Geophysical Research*, Vol. 89, No. D5, pp.7170-7178.

Si noti la sintassi delle citazioni e dell'elenco per classi di fonti:

<u>Citazioni</u>

1 autore:	[Liou, 1980]
2 autori:	[Wu and Weinman, 1984]
>2 autori	[Tsang et al., 1985]
Più citazioni:	[Liou, 1980; Wu and Weinman, 1984; Tsang et al., 1985]

<u>1. Riferimenti di libri</u>

Liou, K.N., 1980, *An introduction to atmospheric radiation*, Academic Press, New York (NY).

<u>2. Riferimenti di articoli su rivista</u>

Marzano, F.S., L. Roberti, e A. Mugnai, 2000, "Impact of Rainfall Incoherent Backscattering Upon Radar Echoes Above 10 GHz", *Phys.Chem. Earth (B)*, Vol. 25, No. 10-12, pp. 943-948.

<u>3. Riferimenti di articoli su atti di congressi</u>

Marzano F.S., E. Fionda, P. Ciotti, e A. Martellucci, "Radiometria multifrequenza da terra per la stima di parametri atmosferici e propagativi in pioggia", Atti del XIII RiNEM, pp. 469-502, Como (Italia), 25-28 Settembre 2000.