

# Telerilevamento e diagnostica elettromagnetica

## 1. DESCRITTORI

- 1.1 *Settore scientifico-disciplinare*: ING-INF/02
- 1.2 *Crediti formativi universitari*: 6
- 1.3 *Docente*: Nazzareno Pierdicca
- 1.4 *Contatti docente*: pierdicca@die.uniroma1.it
- 1.5 *Offerto ai corsi di studio*: Corso di laurea magistrale in Ingegneria Elettronica
- 1.6 *Calendarizzazione*: primo semestre
- 1.7 *Tipologia di valutazione*: trentesimi
- 1.8 *Anni accademici di riferimento*: a.a. 2010-11, 2011-12, 2012-13

## 2. OBIETTIVI DEL MODULO E CAPACITÀ ACQUISITE DALLO STUDENTE

### ITALIANO

Fornire le basi elettromagnetiche per l'interpretazione quantitativa dei dati telerilevati. Descrivere i modelli elettromagnetici per l'analisi di problemi di emissione, assorbimento e diffusione da parte dei mezzi naturali (atmosfera, superficie rugosa del mare, terreno e strati vegetati). Descrivere le metodologie per il telerilevamento quantitativo nello spettro delle microonde di alcune grandezze geofisiche. Illustrare le tecniche per l'inversione dei modelli elettromagnetici e per l'estrazione di parametri geofisici con particolare riferimento alla radiometria a microonde dell'atmosfera, del mare e delle superfici emerse (terreno e vegetazione).

### INGLESE

To provide the student with the physical and electromagnetic concepts and methodologies to quantitative interpret remotely sensed data. To describe the electromagnetic models for analysing emission, absorption and scattering phenomena in natural media (atmosphere, sea and bare soil rough surfaces and vegetation layers). To introduce the electronic techniques used to collect natural radiation in the microwave spectrum (microwave radiometry). To describe methods to invert electromagnetic models and to retrieve geophysical parameters, especially atmospheric parameters inferred from microwave radiometric data.

## 3. RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI

### ITALIANO

Conoscenza dei fenomeni elettromagnetici di interazione della radiazione con i mezzi naturali, con particolare riferimento allo spettro delle microonde. Conoscenza delle tecniche di telerilevamento per la misura di grandezze geofisiche dell'atmosfera, della superficie marina e delle terre emerse (terreno nudo e vegetazione) mediante sensori a microonde. Capacità di identificare, sviluppare e usare modelli di interpretazione dei dati telerilevati a microonde nell'ambito del problema di inversione e per applicazioni di Osservazione della Terra.

### INGLESE

Knowledge of the theoretical fundamental on electromagnetic interaction of the radiation with natural media, especially phenomena in the microwave range of the electromagnetic spectrum. Knowledge of the techniques to measure geophysical parameters of the atmosphere and land (bare soil and vegetation) using microwave sensors. Capability to identify, develop and use electromagnetic models for interpreting data measured by remote sensing sensors and to develop inversion methods useful for Earth Observation applications.

## 4. PROGRAMMA

### ITALIANO

Il ruolo delle tecniche elettromagnetiche nella misura dei parametri ambientali. Richiami sulle grandezze radiative misurate dai sensori e sulle leggi della emissione termica della radiazione. Richiami sulla radiazione di sorgenti qualunque, sulle onde piane e sull'approssimazione di ottica geometrica e teoria geometrica della diffrazione. Richiami sulle proprietà dielettriche dei mezzi, sulla polarizzabilità di mezzi polari e non polari. Il rilassamento dielettrico.  
Definizione dei parametri di interazione con i mezzi naturali. Legge di Kirchhoff. Interazione della radiazione

e.m. con i mezzi naturali; modelli di scattering da superfici rugose; lo scattering di volume. Modello di scattering da superfici debolmente rugose. Teoria del trasferimento radiativo in mezzi diffondenti. Soluzioni nei casi di mezzi non diffondenti o poco diffondenti. Modelli incoerenti e coerenti di emissione di mezzi stratificati. Radiometria a microonde. Richiami sulla caratterizzazione del rumore di dispositivi e sistemi. La risoluzione radiometrica. Radiometri a potenza totale, di Dicke, a controllo automatico di guadagno. Telerilevamento dell'atmosfera con tecniche passive a microonde. Proprietà fisiche dell'atmosfera. Scattering di Mie; scattering da idrometeore, idrosoli e aerosoli, scattering molecolare. Spettri di assorbimento; indice di rifrazione complesso dell'atmosfera. Determinazione di profili di temperatura e umidità; misure del contenuto atmosferico integrato di vapor d'acqua e acqua liquida. Stima dell'intensità di precipitazione. Tecniche di "limb-sounding".

Telerilevamento della superficie marina con tecniche a microonde. Misure di temperatura superficiale, salinità, velocità del vento alla superficie; effetto della schiuma. Identificazione di inquinamento da petrolio. Monitoraggio del ghiaccio marino. Stima del campo di vento, dello spettro delle onde, del livello medio del mare e dell'altezza delle onde.

Telerilevamento del terreno e della terra solida con tecniche a microonde. Emissione del terreno nudo e di strati di vegetazione. Coefficiente di scattering del terreno nudo e vegetato. Un modello di diffusione di uno strato vegetato. Effetti della umidità, della rugosità della superficie, della struttura e composizione del terreno. Sensibilità alle variazioni dell'umidità del suolo e della rugosità per terreni nudi e vegetati. Il problema inverso: problemi di unicità e stabilità della soluzione. Le tecniche di inversione: tecniche di regolarizzazione con vincoli, tecniche statistiche e di filtraggio lineare.

## INGLESE

The role of the electromagnetic techniques for measuring geophysical parameters. Summary of radiative parameters, thermal emission, radiation, plane wave, geometric optics and diffraction phenomena. Summary of electric properties of media, dielectric permittivity of polar and non-polar media. Dielectric relaxation. Interaction of radiation with natural media: parameter definition. Kirchhoff law. Scattering from rough surfaces: small perturbation model. Volume scattering. Radiative transfer through scattering media. Solution of the radiative transfer equation for special cases: absorbing media, slightly scattering media. Coherent and incoherent models for emission of stratified media. Microwave radiometry principles. Noise characterization in electronic systems. Radiometric resolution. Total power, Dicke and AGC radiometers. Scanning radiometers. Remote sensing of the atmosphere by microwave radiometry. Physical properties of the atmosphere. Rayleigh and Mie scattering. Hydrometeor and aerosol scattering. Absorption spectrum of the atmosphere. Atmospheric complex refractivity. Retrieving vertical profiles of atmospheric parameters (temperature, water vapour). Retrieving integrated water vapour and cloud liquid water. Retrieving precipitating cloud parameters. Limb sounding the atmosphere. Remote sensing of the sea surface at microwave bands. Retrieving surface temperature, salinity, wind speed from emission properties; foam effects on emissivity. Detection of oil spill. Monitoring sea ice. Retrieving wind field, sea wave spectrum and mean sea level from scattering properties. Remote sensing of bare soil and vegetation at microwave bands. Emission and scattering of bare soil and vegetation canopy. An incoherent model for the scattering coefficient of a vegetation canopy. Soil moisture, soil roughness and soil composition effects. Sensitivity to soil moisture and roughness of microwave measurements for bare soils and vegetated soils. The inverse problem in remote sensing: uniqueness and stability of the solution. Inversion techniques: statistical approaches.

## **5. MATERIALE DIDATTICO**

NAZZARENO PIERDICCA, "INTRODUZIONE AL TELERILEVAMENTO PER L'OSSERVAZIONE DELLA TERRA" (APPUNTI DALLE LEZIONI A CURA DEL DOCENTE)

CHARLES ELACHI, 1987, "INTRODUCTION TO THE PHYSICS AND TECHNIQUES OF REMOTE SENSING", JOHN WILEY & SONS.  
F. T. ULABY, R. K. MOORE, A. K. FUNG, "MICROWAVE REMOTE SENSING, ACTIVE AND PASSIVE", ADDISON-WESLEY ED.  
JOHN A. RICHARDS, "REMOTE SENSING DIGITAL IMAGE ANALYSIS. AN INTRODUCTION. SPRINGER-VERLAG, 1986  
KARL-HEINZ SZEKIELDA, "SATELLITE MONITORING OF THE EARTH", WILEY ED., 1988