

Radiotecnica terrestre e satellitare

1. DESCRITTORI

- 1.1 *Settore scientifico-disciplinare:* ING/INF-01
- 1.2 *Crediti formativi universitari:* 6
- 1.3 *Docente:* Vincenzo Ferrara
- 1.4 *Contatti docente:* Tel. 06.44585833, ferrara@diet.uniroma1.it
- 1.5 *Offerto ai corsi di studio:* MELR2, MCOR2
- 1.6 *Calendarizzazione:* secondo semestre
- 1.7 *Tipologia di valutazione:* esame scritto e orale con votazione in trentesimi (compiti di esonero durante il corso)
- 1.8 *Anni accademici di riferimento:* a.a. 2014/15

2. OBIETTIVI DEL MODULO E CAPACITÀ ACQUISITE DALLO STUDENTE

ITALIANO

Gli obiettivi del corso sono quelli di individuare tecnologie e tecniche di progettazione per la radiocomunicazione a grande distanza, specificatamente satellitare. Sono esaminate le specificità dei segmenti: Spazio e Terra. Nonché le conseguenze sulla progettazione di dispositivi elettronici allo stato solido operanti nello spazio, in particolar modo degli effetti delle radiazioni ionizzanti. Il corso consentirà inoltre agli studenti di approfondire le conoscenze sui sistemi di trasmissione ad alto rendimento e acquisire le capacità progettuali relative, utilizzando tecniche miste analogico-digitali.

INGLESE

Module aims to introduce student to the knowledge of design technique and technologies, regarding long-distance radio-link, in particular satellite communications. It examines the specific segments: Space, Control and User. Moreover, the consequences on the design of solid state electronic devices operating in the space are analyzed, in particular the effects of ionizing radiation. Furthermore this module examines high efficiency communication systems. Different projects will be presented using mixed techniques: analog and digital.

3. RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI

ITALIANO

I risultati dell'apprendimento realizzato durante il corso sono: la valutazione di componenti e la diversità di progettazione per apparecchiature destinate allo Spazio; la progettazione di stadi finali ad alta efficienza per applicazioni volte al contenimento dei consumi energetici.

INGLESE

The outcomes achieved during the course are: evaluation of components and the diversity of design for equipment for the space, the design of high efficiency power amplifiers for applications aimed at reducing energy consumption.

4. PROGRAMMA

ITALIANO

Esempi di specifiche per i dispositivi elettronici utilizzati nelle architetture dei sistemi impieganti satelliti: trasponder, sistemi per la navigazione terrestre, area e marittima.

L'AMBIENTE SPAZIO E L'ELETTRONICA PER LO SPAZIO.

Stress di lancio e condizioni ambientali. Vento solare, Troposfera, Ionosfera, fasce di Van Allen.

Effetti delle radiazioni ionizzanti sulla strumentazione a bordo. Test di affidabilità e misure degli effetti di radiazioni (TID, SEE, SEU, SEL), cariche nel volume. Tecnologie Rad Hard. Cenni sulle soluzioni RadHard fisiche, tecnologiche e logiche nella progettazione di dispositivi elettronici per l'ambiente spazio. HBD (Hardening by design), scalabilità e RadHard.

Controllo statistico di processo, la distribuzione dei costi, domanda di mercato e prodotti disponibili (COTS).

Elettronica per l'industria motoristica (Automotive Electronics) e elettronica per lo Spazio

IL SEGMENTO SPAZIO.

Sottosistemi satellitari: alimentazione, deviazione, OMT, LNA, HPA. Richiami sul sistema antenna. Circuiti elettronici di un transponder. Esempi di specificità di progettazione: ricevitori GPS su satelliti LEO. Tecnologie degli amplificatori RF di elevata potenza HPA per sistemi d'antenna single-feed e feed-array (multibeam): tubi a vuoto (Klystron, TWTA) e HPA allo stato solido.

IL SEGMENTO TERRA.

Tipi di stazioni di terra (LES, SES, VSAT, USAT). Architettura base di una stazione di Terra.

Opportunità delle differenti modulazioni nelle comunicazioni terrestri e satellitari: conseguenze sulle architetture e le specifiche dei circuiti "finali di potenza".

AMPLIFICATORI RF DI POTENZA AD ALTA EFFICIENZA

Fattore di stabilità di Rollet. Load-pull e teoria della retta di carico. Amplificatori convenzionali: angolo di conduzione ed efficienza. Classi A, B, AB, e C. PAE e PUF. Caratteristiche di trasferimento di potenza e linearità. Effetti delle reti di adattamento negli amplificatori ad alta efficienza con angolo di conduzione ridotto. Corto circuito delle armoniche. Progetto di un PA ad alta efficienza con reti di adattamento. Effetti del sovra pilotaggio nelle classi A e ad angolo di conduzione ridotto. Classi F e D. La classe F nella pratica realizzazione. Sovra pilotaggio con armoniche cortocircuitate. Amplificatore a commutazione accordato. Amplificatore a commutazione in classe D. Amplificatore a commutazione in classe E.

HPA A EFFICIENZA INCREMENTATA E METODI DI LINEARIZZAZIONE

Misure della qualità delle forme d'onda. Conversioni di modulazione AM/AM AM/PM. Distorsioni causate da intermodulazioni. Punto di intercetta di ordine n di ingresso e d'uscita. PAP, CCDF, ACPR, AltCPR, ACI, EVM. Tecniche per l'incremento dell'efficienza. Effetti del livello del driver sull'efficienza: amplificatore Doherty. Metodi di linearizzazione ad alta efficienza di conversione: Feedback, Feedforward, Outphasing. Amplificatori lineari utilizzando componenti non lineari. Configurazioni: LINC, CALLUM, EER.

Evoluzione tecnologica: TWA in tecnologia CMOS operanti a frequenze maggiori di 50 GHz; triodi CNT (Carbon NanoTube): emissione ad alta intensità di corrente con array di CNT a catodo termoionico e freddo; tecnologie SiC, GaN per applicazioni di elettronica di potenza.

ATTIVITÀ DI LABORATORIO

Simulatori per la predizione degli effetti della radiazione sui componenti elettronici.

Implementazione di codici (in MatLab, Simulink,...) per la valutazione dei parametri progettuali di HPA.

Progettazione al calcolatore con simulatori (Genesys, ...) di stadi finali RF ad alta efficienza in Classe E, F.

INGLESE

Examples of specifications for electronic devices used in the architecture of systems employing satellites transponder systems for land navigation, Sea and Air.

THE ENVIRONMENT SPACE AND ELECTRONICS FOR SPACE -

The stress of launch and environmental conditions, solar wind, troposphere, ionosphere, Van Allen belts. Electronics for the space: technology used. Radiation (TID, SEE, SEU, SEL), volume charge. Rad Hard technologies. Market demand and available products (COTS).

SPACE SEGMENT

Satellite subsystems: power systems, onboard processing, OMT, LNA, HPA. System antenna. Circuits of a transponder. Technology HPA RF power amplifiers for antennas single-feed and feed-array (multibeam): vacuum tubes (Klystron, TWTA) and solid state.

GROUND SEGMENT

Earth stations : LES, SES, VSAT, USAT. Basic architecture of an Earth station.

RF POWER AMPLIFIERS WITH HIGH EFFICIENCY

Load-pull theory and load-line theory. Classes A, B, AB, and C. PAE and PUF. Overdrive and limiting effects in reduced conduction angle high-efficiency amplifiers. Classes F and D. Switching mode amplifiers Class D and Class E.

HPA TO INCREASED EFFICIENCY AND METHODS OF LINEARIZATION

Power amplifier waveform quality measurements. Conversions AM/AM AM/PM. Intermodulation distortion: intercept point of order n of input and output. PAP, CCDF, ACPR, AltCPR, ACI, EVM.

Techniques for increasing efficiency and linearity: Doherty amplifier, Feedback, Feedforward, Outphasing, LINC, CALLUM, EER.

TWA in CMOS technology operating at frequencies greater than 50 GHz. Triode CNT (Carbon Nanotubes): emission-intensive power with arrays of CNT cathode thermionic and cold.

NEW TECHNOLOGIES: SiC, GaN technologies for power amplifier devices.

LABORATORY ACTIVITIES

Simulators for the prediction of the effects of radiation on electronic components.

Implementation of codes (in Matlab, Simulink, ...) for the evaluation of the design parameters of HPA. CAE design with simulators (Genesys, ...) of high efficiency RF power amplifiers in Class E, F.

5. MATERIALE DIDATTICO

- Dispense dal corso del docente

Testi di approfondimento:

- - S. C. Cripps, --RF Power Amplifier for wireless communications--, ed. Artech House, 1999;
- - S. C. Cripps, --Advanced techniques in RF power amplifier design--, ed. Artech House , 2003;
- - X. Zhang, L.E. Larson, P.M. Asbeck, --Design of linear RF Outphasing Power Amplifier--, ed. Artech House , 2003;
- - M.O. Kolawole,--Satellite Communication Engineering--, Marcel Dekker Inc. , 2002.

6. SITO WEB DI RIFERIMENTO

http://151.100.120.244/did_elt/RadiotecnicaTerr_Sat/index.html

<http://151.100.120.244/personale/ferrara/index.html>