



Richiesta per borsa di studio da attivare ai sensi di quanto disposto dal D.M. n. 1061 del 10/08/2021

La sottoscritta **Ernestina Cianca** qualifica Professore Associato afferente al Dipartimento di Ing. Elettronica, Interno 7284 email cianca@ing.uniroma2.it

CHIEDE

l'attivazione di una borsa di studio di dottorato ai sensi di quanto disposto dal D.M. n. 1061 del 10/08/2021. A tal fine comunica quanto segue:

La borsa sarà attivata sul seguente corso di dottorato accreditato per il XXXVII ciclo: Ing. Elettronica

Area per la quale si presenta la richiesta (selezionare solo una delle due):

Innovazione

Green

Tipologia di cofinanziamento (pari ad euro 8000 una tantum):

Nome dell'Ente finanziatore pubblico o privato: **Airbus Italia SpA**

Persona di Riferimento: Giuseppe D'Angelo Telefono 06 22595 234

Email giuseppe.dangelo@airbus.com

Fondi di ricerca dipartimentali

Progetto di Ricerca (massimo 10.000 battute complessive spazi inclusi) che comprenda

Progetto di Ricerca (massimo 10.000 battute complessive spazi inclusi)

Titolo del programma: Internet-of-Things via satellite per abilitare applicazioni "green" - forme d'onda innovative e tecniche di cancellazione per sistemi IoT basati su satelliti LEO rigenerativi

Ambito tecnico-scientifico: ING/INF-03

Scenario applicativo e Attinenza del progetto all'area indicata

Negli ultimi anni lo sviluppo di una serie di applicazioni in ambito *green* quali l'agricoltura intelligente, il monitoring ambientale, il controllo delle acque, il monitoraggio degli impianti per il trasporto di petrolio e gas naturale, l'osservazione delle masse migratorie ha portato alla necessità di concepire sistemi per lo scambio di dati tra un numero elevato di oggetti distribuiti su ampie aree del globo. Infatti, la disponibilità di informazioni provenienti da sensori o oggetti disposti su ampie aree rende possibile l'ottimizzazione delle risorse e la prevenzione dell'inquinamento.



Questi sistemi sono basati su reti di interconnessione tra oggetti, ovvero l'Internet-of-Things (IoT), e necessitano dell'implementazione di protocolli di comunicazione efficienti e, più in generale, standard capaci di gestire una popolazione estesa e non coordinata di terminali ricetrasmittenti. La connotazione globale di questi sistemi, ovvero il fatto che gestiscono oggetti distribuiti su vaste aree, ha portato all'utilizzo di sistemi satellitari indipendenti o a complemento dalle reti terrestri, anche denominati Internet of Remote Things (IoRT) [1].

Le caratteristiche principali di questi sistemi sono:

- Capacità di gestire un gran numero di oggetti/terminali
- Utilizzo di terminali con dimensioni ridotte e a basso consumo di potenza
- Possibilità di acquisire contemporaneamente informazioni provenienti da molti terminali
- Possibilità di inviare informazioni ai singoli terminali
- Capacità di aggregazione ed analisi di una quantità elevata di dati

Queste caratteristiche pongono delle sfide nella definizione dell'accesso multiplo al canale.

Stato-dell'Arte e Attività di Ricerca

In uno scenario con un elevatissimo numero di terminali che trasmettono in modo "asincrono", l'accesso Random Access, nelle sue diverse versioni volte a ridurre l'effetto negativo delle collisioni è riconosciuta come la soluzione più interessante ed è stato oggetto di intensa attività di ricerca negli ultimi 15 anni [2-10].

La cancellazione dell'interferenza è una delle soluzioni proposte e estensivamente studiata. La stessa Airbus Italia vanta una lunga esperienza nell'uso di tecniche RA con cancellazione dell'interferenza [9].

Tuttavia, queste tecniche sono state proposte e studiate o per contesti satellitari diversi dall'IoT o per contesti IoT via satellite molto diversi da quelli sopracitati (con terminali grandi posti su navi o altri mezzi di trasporto e satelliti medio-grandi). La fattibilità di innovative soluzioni di risparmio energetico, o monitoraggio ambientale e climatico, vedrà sempre di più la necessità di dispiegare un elevatissimo numero di terminali piccoli, poco complessi e a basso costo, in aree remote e quindi con limiti importanti sui consumi energetici, e gestiti da satelliti in orbita bassa sempre più piccoli (fino a considerare dei Cubesats). La maggior parte delle tecniche di cancellazione richiede una elevata quantità di risorse (e.g., Memoria) che mal si concilia con le limitate risorse disponibili su questa tipologia di satelliti.

Pertanto, l'attività di ricerca sarà volta a definire e implementare nuove forme d'onda e tecniche avanzate di cancellazione dell'interferenza nell'ambito di sistemi IoT satellitari in cui la trasmissione da parte dei terminali sia completamente asincrona (non coordinata) e in grado di lavorare con segnali a basso Signal-to-Noise Ratio (SNR). Certamente un punto di partenza è rappresentato dalle forme d'onda "chirped" usate dallo standard per applicazioni IoT a lungo raggio terrestri quale Lora. L'algoritmo di cancellazione dell'interferente (da implementare a bordo) dovrà essere progettato per minimizzare il costo computazionale pur soddisfacendo i requisiti di comunicazione dello scenario applicativo.

[1] De Sanctis M., Cianca E, Bisio I., Araniti G. (2016). Satellite Communications Supporting Internet of Remote Things. IEEE INTERNET OF THINGS JOURNAL, vol. 3, p. 113-123, ISSN: 2327-4662, doi: 10.1109/JIOT.2015.2487046



- [2] M. Berioli, G. Cocco, G. Liva, and A. Munari, “Modern Random Access Protocols,” *Foundations and Trends in Networking*, vol. 10, no. 4, pp. 317–444, 2016.
- [3] C. Kissling, “Performance Enhancements for Asynchronous Random Access Protocols over Satellite,” in *Proc. IEEE ICC*, 2011.
- [4] R. De Gaudenzi, O. del Rio Herrero, G. Acar, and E. Garrido Barrabes, “Asynchronous Contention Resolution Diversity ALOHA: Making CRDSA Truly Asynchronous,” *IEEE Trans. Wireless Commun.*, vol. 13, no. 11, pp. 6193–6206, Nov. 2014.
- [5] F. Clazzer, C. Kissling, and M. Marchese, “Exploiting Combination Techniques in Random Access MAC Protocols: Enhanced Contention Resolution ALOHA,” *IEEE Trans. Commun.*, vol. 66, no. 6, pp. 2576–2587, Jun. 2018.
- [6] G. Choudhury and S. Rappaport, “Diversity ALOHA – A Random Access Scheme for Satellite Communications,” *IEEE Trans. Commun.*, vol. 31, no. 3, pp. 450 – 457, March 1983.
- [7] N. Abramson, “Multiple Access in Wireless Digital Networks,” *Proc. IEEE*, vol. 82, No. 9, pp. 1360–1370, 1994.
- [8] O. Del Rio Herrero and R. De Gaudenzi, “High Efficiency Satellite Multiple Access Scheme for Machine-to-Machine Communications,” *IEEE Trans. Aerosp. Electron. Syst.*, vol. 48, no. 4, pp. 2961–2989, Oct. 2012.
- [9] G. Gallinaro, N. Alagha, R. De Gaudenzi, K. Kansanen, R. Muller, and S. Rossi, “ME-SSA: An Advanced Random Access for the Satellite Return Channel,” in *Proc. IEEE ICC*, 2015.
- [10] A. Biason, A. Dittadi, and M. Zorzi, “Spreading and Repetitions in Satellite MAC Protocols,” in *Proc. IEEE ICC*, 2016.

Attività prevista

L'attività di ricerca durante i tre anni di dottorato prevede:

- i) progetto di nuove forme d'onda per la ricezione in condizioni di segnale debole (low SNR)
- ii) progetto di un algoritmo di cancellazione di bordo dell'interferente per comunicazioni non coordinate in sistemi IoT basati su satelliti LEO rigenerativi
- iii) implementazione della nuova forma d'onda e dell'algoritmo di cancellazione dell'interferenza su piattaforma SDR per la caratterizzazione delle prestazioni in un contesto emulato.

Obiettivi formativi

Attraverso questo studio lo studente di dottorato acquisterebbe una familiarità con sistemi IoT satellitari allo stato dell'arte relazionandosi con ricercatori da un lato e tecnici dall'altro con esperienze pluriennali in questo campo. Inoltre, lo studente si formerebbe su tecniche avanzate di comunicazione necessarie per supportare un giovane ricercatore e per dare ad Airbus la possibilità di avvalersi di tale background anche dopo il termine del dottorato.

Risultati attesi

- 1) definizione e caratterizzazione di una forma d'onda innovativa
- 2) definizione e caratterizzazione di un algoritmo di cancellazione dell'interferenza innovativo



- 3) indicazioni operative per il progetto di un sistema IoT via satellite per scenari applicativi “green”
- 4) pubblicazioni su riviste internazionali con referee (almeno tre nei tre anni) e presentazioni a conferenze internazionali (almeno quattro nei tre anni).

Azienda presso la quale il dottorando svolgerà la propria attività per almeno 12 mesi:

Airbus Italia S.p.A.

Referente aziendale: Giuseppe D’Angelo

Referente accademico: Prof. Ernestina Cianca

Dipartimento di riferimento: Dipartimento di Ingegneria Elettronica

:

Firma