



UNIONE EUROPEA  
Fondo Sociale Europeo



**Allegato 1)**

**CUP: E66C18001290007**  
**Id. proposta: AIM1889410**  
**linea di attività: attività 3)**

**Area di specializzazione SNSI: SMART, SECURE AND INCLUSIVE COMMUNITIES**  
**1 contratto ricercatore a tempo determinato Linea 1**

<b>Settore concorsuale:</b>	<b>09/F1 Campi elettromagnetici</b>
<b>Dipartimento (sede operativa dell'attività di ricerca)</b>	Dipartimento di Ingegneria elettrica, elettronica e informatica
<b>Lingua straniera</b>	inglese
<b>Specifici requisiti di ammissione</b>	Dottorato di ricerca su tematiche inerenti al settore scientifico-disciplinare ING-INF/02
<b>Settore scientifico-disciplinare (profilo)</b>	<b>ING-INF/02 Campi elettromagnetici</b>
<b>Numero massimo di pubblicazioni che ciascun candidato può presentare:</b>	<b>12 (dodici).</b> In caso di superamento del numero massimo, si avverte che la commissione prenderà in considerazione esclusivamente le prime 12 pubblicazioni inserite nell' "elenco sottoscritto delle pubblicazioni"
<b>Periodo obbligatorio fuori sede</b>	<b>8 mesi</b>
<b>Descrizione delle attività previste:</b>	
<p>La ricerca proposta riguarda lo studio, la progettazione e lo sviluppo di antenne riconfigurabili, cioè in grado di irradiare più di un diagramma di radiazione, ovvero antenne idonee a sagomare e distribuire dinamicamente la potenza irradiata in una o più direzioni desiderate. Si tratta di una tecnologia abilitante che apre numerose possibilità in molteplici campi come le reti di nuova generazione 5G, l'IoT, la domotica e l'automazione industriale. Infatti, la possibilità di riconfigurare il fascio irradiato da antenne installate su dispositivi mobili e fissi, favorisce l'aumento della capacità di canale, grazie al riuso spaziale delle frequenze, e inoltre permette soluzioni eco-friendly sia dal punto di vista del risparmio energetico (influenando sulla durata delle batterie) sia della mitigazione dell'inquinamento elettromagnetico (influenando sulla "specificità" del collegamento).</p> <p>L'attività di ricerca, che si instaura principalmente sul fronte delle "Smart and Inclusive Communities", propone un approccio nuovo, motivato dalla necessità di soluzioni che superino gli attuali limiti del canale trasmissivo specialmente in ambienti complessi dal punto di vista della propagazione, come quelli urbani e industriali. Inoltre, soluzioni ecosostenibili dal punto di vista energetico sono rivoluzionarie anche sul fronte aerospazio e difesa, in quanto rendono possibili sviluppi precedentemente preclusi e portano ad una crossfertilization tra più ambiti. Il grado di innovazione della proposta di progetto è elevato per le metodologie introdotte e per le conseguenti importanti ricadute dal punto di vista architettonico e di rete.</p> <p>L'attività di ricerca avrà inizio con l'individuazione di uno o più scenari di applicazione per le suddette antenne, nonché la scelta delle metodologie più promettenti ed innovative per la riconfigurabilità del pattern di radiazione (metodi di sintesi in potenza) al fine di ottenere sistemi di antenne flessibili e robusti, ovvero capaci di operare in presenza di errori implementativi e/o indotti dall'ambiente esterno.</p> <p>Il ricercatore studierà approfondirà e confronterà diversi metodi per l'analisi e il design di array di antenne. In particolare, l'indirizzo di ricerca sarà orientato principalmente ai sistemi MIMO (multiple-input-multiple-output), ovvero array di antenne in grado di aumentare notevolmente la capacità di canale mediante tecniche di multiplexing spaziale. A tal fine saranno messi a punto approcci di sintesi ad hoc al fine di confrontare vantaggi e svantaggi di differenti soluzioni per i case studies prescelti. Inoltre, si analizzeranno le potenzialità offerte dai metamateriali e dalle metasuperfici, come ad esempio sintesi di lens-antenna attive, tecniche per la riduzione del coupling tra singoli radiatori collocati sullo stesso piano di massa e sviluppo di reti di feed low loss. La</p>	



UNIONE EUROPEA  
Fondo Sociale Europeo



ricerca proseguirà focalizzando l'attenzione su un'applicazione specifica proponendo più soluzioni mediante verifiche numeriche effettuate con simulazioni fullwave, quindi validazioni sperimentali dei prototipi progettati. Saranno anche studiati e valutati i principali benefici di operare a frequenze millimetriche tra cui principalmente la miniaturizzazione delle singole antenne e la maggior larghezza di banda. Infine, si valuteranno i compromessi tra costi, consumo energetico e prestazioni, in quanto una semplificazione dei sistemi di antenne, con conseguente riduzione delle performance, potrà essere compensata con soluzioni in cui i livelli superiori (data link) compensano, mediante percorsi ridondati e ritrasmissioni, le carenze del canale.

Il progetto di ricerca sarà strutturato in cinque attività:

1) "Analisi dello scenario e definizione dei case studies".

Per ciascuno scenario di riferimento si valuteranno:

- frequenze operative e numero di radiatori indipendenti;
- requisiti di riconfigurabilità del pattern di radiazione;
- opportunità di prevedere o meno l'uso di sfasatori sui terminali mobili (phase shifter);
- possibilità di mitigare gli effetti di mutuo accoppiamento con l'uso di metasuperfici o metamateriali;

Al termine di tale attività dovranno essere individuati sia gli elementi comuni tra scenari diversi sia i requisiti delle specifiche applicazioni.

2) "Studio del problema con metodologie generali".

I differenti sistemi di antenna proposti saranno studiati introducendo semplificazioni che permettono sviluppi analitici quali la teoria delle schiere di antenne indipendenti, lo sviluppo modale di Floquet per sistemi periodici, introducendo nello studio progressivamente le non-idealità, quali mutuo accoppiamento tra gli elementi ed eventuale non planarità delle antenne (array conformi). Saranno considerati anche sistemi di antenne isoforici, oppure nei casi più semplici pilotati da reti che non prevedono phase shifters. Quest'ultima soluzione è di interesse per i nuovi terminali mobili 5G.

3) "Definizione delle singole antenne e dei sistemi di antenna".

3.a Scelta della topologia dell'array

Sarà necessario scegliere la tecnologia da utilizzare e definire i singoli radiatori elementari. Si dimensionerà il singolo elemento radiante, considerando gli spazi necessari per ospitare più radiatori elementari, i mutui accoppiamenti tra radiatori adiacenti e l'influenza della piattaforma.

3.b Dimensionamento dell'elemento radiante per la sintesi del pattern.

Lo studio numerico permetterà di valutare i mutui accoppiamenti tra i singoli elementi radianti e di tenerli in conto nella fase di sintesi del pattern radiato. Sulla base dello studio effettuato, sarà possibile individuare un sistema di antenne da realizzare. Lo studio sarà basato su simulazioni full wave, ma si avvantaggerà delle scelte architettoniche e generali delle fasi precedenti. La sensibilità acquisita in questa fase nell'uso di CAD elettromagnetici sarà utilizzata come input per la fase successiva, nella quale eventuali simulazioni più onerose e simulazioni parametriche saranno eseguite utilizzando modelli ridotti e soluzioni che mitigano la complessità computazionale. Lo studio numerico full-wave 3D permetterà una previsione accurata delle prestazioni attese.

3.c Dimensionamento della rete di alimentazione.

Sulla base dell'architettura proposta verrà dimensionata nei dettagli anche la rete di alimentazione dell'array (feed). Per la rete di feed verranno prese in considerazione strutture innovative quali le "gap waveguide" che non richiedono elementi di contatto e sono intrinsecamente a basse perdite (lossless o low loss). Infatti, uno dei principali problemi dei sistemi di feed è rappresentato dalle perdite nei materiali, come, ad esempio, nel caso delle substrate integrated waveguide (SIW).

Tale fase della ricerca (3) potrà essere svolta in collaborazione e prevalentemente presso una o più sedi estere, dove il ricercatore spenderà un periodo complessivo (anche in più riprese) di 8 mesi.

4) "Simulazione full wave e realizzazione di prototipi e caratterizzazione sperimentale".

Si metteranno in atto metodi di simulazione avanzati quali la "domain decomposition" e verranno adottate



UNIONE EUROPEA  
Fondo Sociale Europeo



semplificazioni del modello da validare numericamente e sperimentalmente. Ad esempio, eventuali metasuperfici saranno sostituite da una condizione di impedenza superficiale.

Infine sarà prevista la realizzazione e la caratterizzazione sperimentale dei prototipi in camera anecoica.

5) "Diffusione dei risultati".

Durante il triennio di attività il ricercatore sarà molto attento alla sistematizzazione dei risultati da sottoporre al vaglio della comunità scientifica con la sottomissione di contributi scientifici a riviste e congressi internazionali mediante analisi e interpretazione sinottica dei risultati.

### ***Declaratoria 09/F1: CAMPI ELETTROMAGNETICI***

Il settore si interessa delle attività scientifiche e didattico-formative relative ai Campi Elettromagnetici traendo la sua origine storica dalle equazioni di Maxwell. Il settore studia gli aspetti teorici, sperimentali, numerici ed applicativi relativi ai campi elettromagnetici e, in particolare, a radiofrequenza, microonde, onde millimetriche, TeraHertz e ottica; ai componenti, circuiti e sistemi elettrici, elettronici, ottici e fotonici, in cui sono rilevanti gli aspetti elettromagnetici. Nell'ambito della ingegneria dell'informazione e delle telecomunicazioni gli studi fondanti riguardano la propagazione libera e guidata e i metodi di progettazione e caratterizzazione dei circuiti e delle antenne, assieme all'analisi dei problemi di elettrodinamica, radiazione e diffrazione. Gli studi sulla propagazione sono indirizzati verso la caratterizzazione del canale trasmissivo per le comunicazioni fisse e mobili e i componenti e sistemi ottici, anche al fine della pianificazione e realizzazione dei servizi. La progettazione dei circuiti passivi, attivi e delle antenne ad altissima frequenza richiede lo studio di situazioni molto complesse, costituendo l'ambito dei componenti e circuiti e sistemi a microonde e a onde millimetriche. Analoghe considerazioni valgono per i circuiti e tecnologie ottiche e fotoniche. Il rilevamento mediante campi elettromagnetici trova numerose applicazioni. La più nota riguarda il telerilevamento mediante radar, lidar e sistemi radiometrici, fondamentale per le applicazioni di diagnostica ambientale, nonché in applicazioni aeronautiche ed aerospaziali. Altre importanti applicazioni riguardano la diagnostica biomedica e dei sistemi elettronici e quella dei materiali in ambito civile ed industriale, nonché la caratterizzazione degli ambienti complessi in applicazioni logistiche e di "safety & security". Le interazioni tra i campi elettromagnetici e i sistemi biologici trovano interessanti applicazioni protezionistiche e biomedicali. Sono studiati i problemi di compatibilità elettromagnetica, cui si accompagnano le applicazioni industriali per il trattamento dei materiali e la realizzazione di sensori. Infine, altre attività del settore sono destinate allo sviluppo di materiali artificiali (metamateriali) per le applicazioni dell'elettromagnetismo, nonché alle tecniche di analisi e progetto di micro e nano-strutture comandate elettricamente per applicazioni di nanotecnologia e/o biomediche.