

SILVIA TOFANI

**Progettazione e
caratterizzazione di antenne
ad onda leaky ad alta
direttività per lo sviluppo di
comunicazioni wireless nel
terahertz**



GIORNATA DI INCONTRO
BORSE DI STUDIO GARR
"ORIO CARLINI"
ROMA

Roma, 27 giugno 2019

Borsisti Day 2019

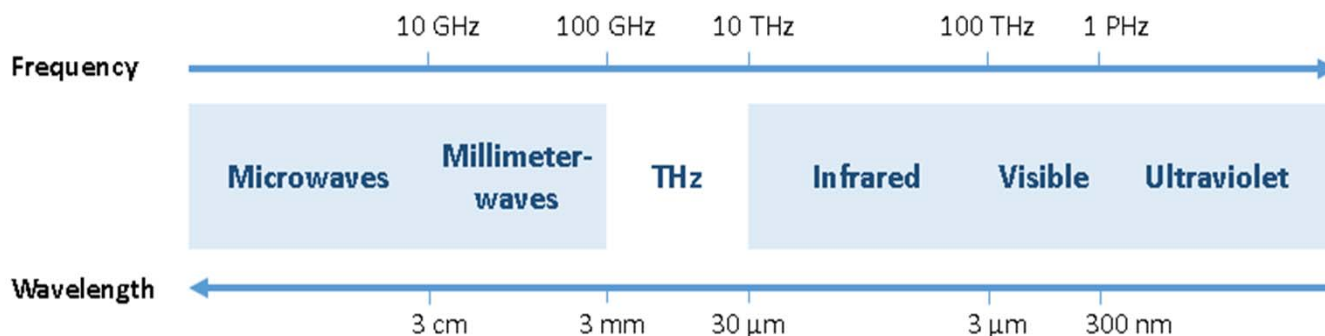


Contenuti della presentazione

- La radiazione terahertz
- Comunicazioni wireless nel terahertz
- Antenne ad onda leaky
- Attività svolta nei primi 6 mesi di borsa GARR
- Disseminazione dei risultati
- Attività previste per il prossimo trimestre
- Conclusioni



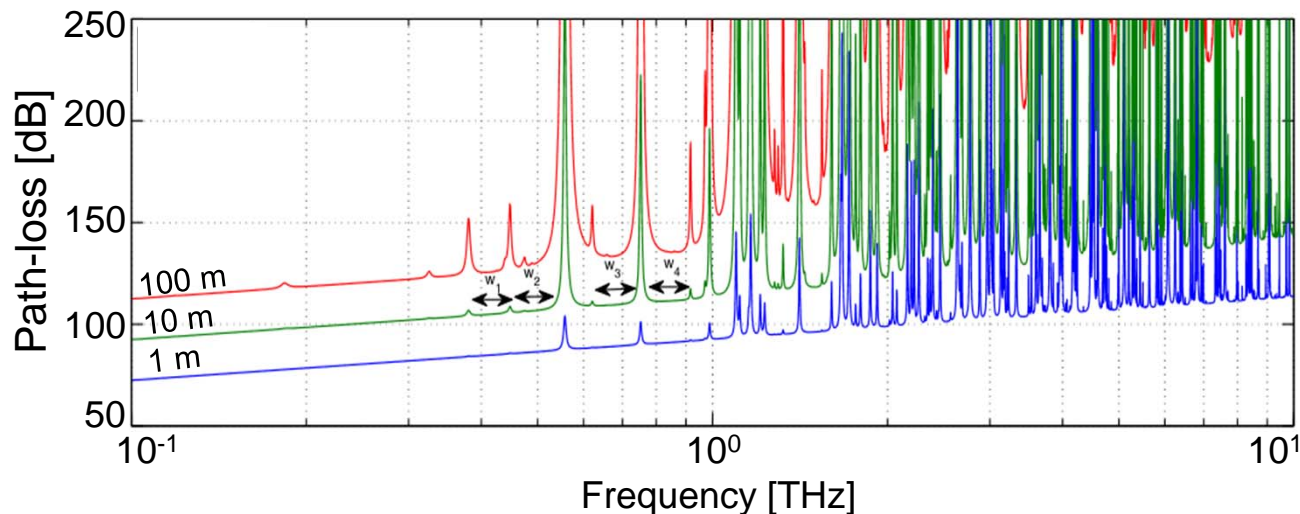
La radiazione Terahertz



- Anello di congiunzione tra mondo **ottico** ed **elettronico**
- Non ne esiste una **definizione univoca**
 - Generalmente: 0.1 – 10 THz
- **Gap tecnologico**: 0.3 – 3 THz



La comunicazione wireless nel Terahertz



Bande idonee allo sviluppo di collegamenti wireless nel THz:

- 0,38 - 0,44 THz
- 0,45 - 0,52 THz
- 0,62 - 0,72 THz
- 0,77 - 0,92 THz

I. F. Akyildiz, J. M. Jornet, and C. Han, *Phys. Commun.*, vol. 12, pp. 16–32, Sep. 2014.

Pro	Contro
Possibilità di trasmettere con velocità del Tbps	Elevate perdite per scattering del segnale THz
Riduzione dei rischi per la salute	Tecnologia giovane e non ancora matura



Antenne ad onda leaky: definizione

Nelle bande THz selezionate, le **perdite** per scattering risultano elevate



Richiesta di antenne ad alta **direttività** e alto **guadagno**



Antenne ad **onda leaky**

Il **formalismo «leaky»** permette di descrivere le antenne ad onda viaggiante come se fossero **strutture guidanti**:

- Il modulo del vettore d'onda è **complesso**: $k_z = \beta_z - j\alpha_z$
→ perdite per **irraggiamento**

Antenne ad onda leaky:

- Strutture guidanti che perdono radiazione
- La radiazione persa ha **elevata direttività**



Antenne ad onda leaky: vantaggi ed esempi

Ground Plane

- Air
- Polymer
- Alumina
- Liquid crystals

$i = N$
 $i = N-1$

$i = 4$
 $i = 3$ $h_3 = (2p-1)\lambda_{LC}/2$
 $i = 2$ $h_2 = (2n-1)\lambda_{sl}/2$
 $i = 1$ $h_1 = m\lambda_{sub}/2$

Ground Plane

x
 y
 z

esempio

- Fabbricabili con materiali a **basso costo**,
- Leggere e **semplici** da integrare in dispositivi compatti
- Conformabili e con buone prestazioni se **curvate**
- Possibilità di layout con **controllo elettro-ottico** dell'angolo di puntamento (steering del fascio)

Ground Plane

- Zeonor
- PEC / Aluminum

x
 y
 z

Ground Plane

esempio

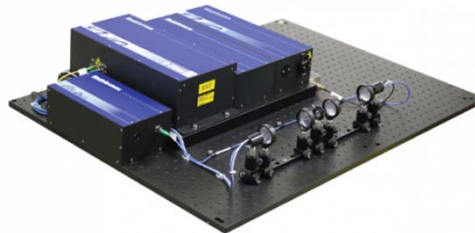


L'attività svolta nei primi 6 mesi

- Sono stati **progettati** e analizzati **numericamente**:
 1. un **prototipo di antenna** leaky, di tipo substrato-superstrato, contenente due metasuperfici e operante alle **onde millimetriche** (58-60 GHz a seconda della configurazione scelta)
 2. un **substrato anisotropo**, con piano di massa, da inserire in un nuovo prototipo di antenna leaky in grado di **cambiare il proprio angolo di puntamento** a una frequenza di lavoro fissa di 1 THz.

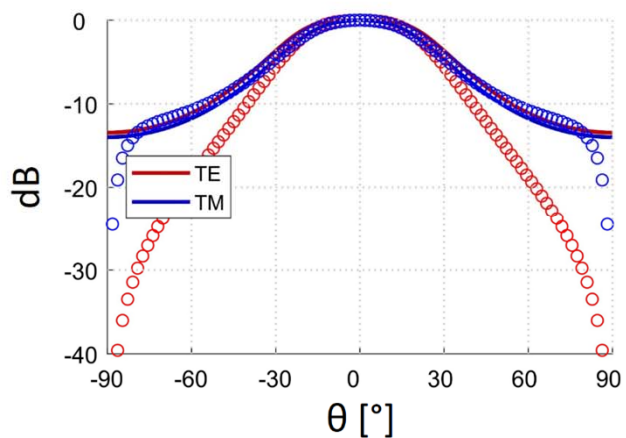
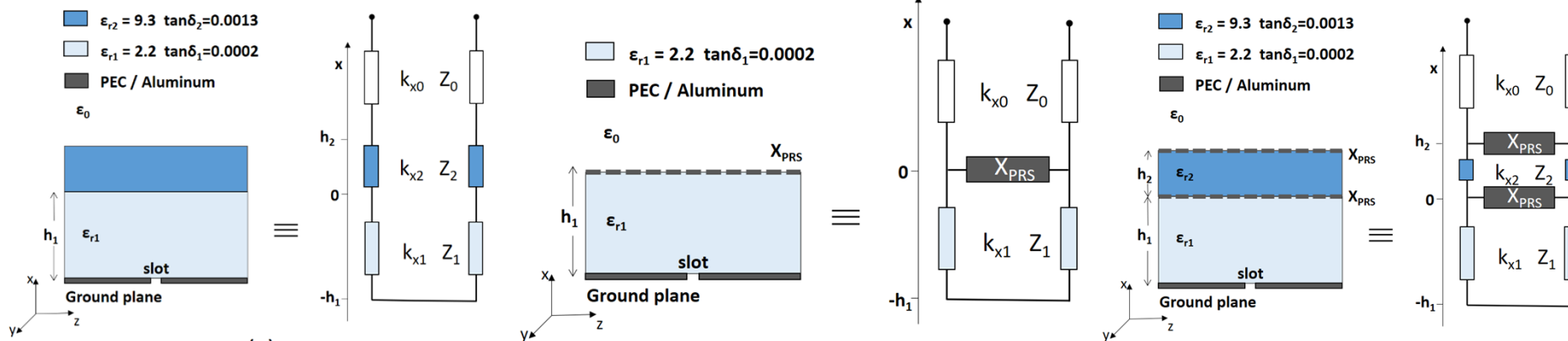


- È stato organizzato il **set-up sperimentale** e progettata la catena di misura.

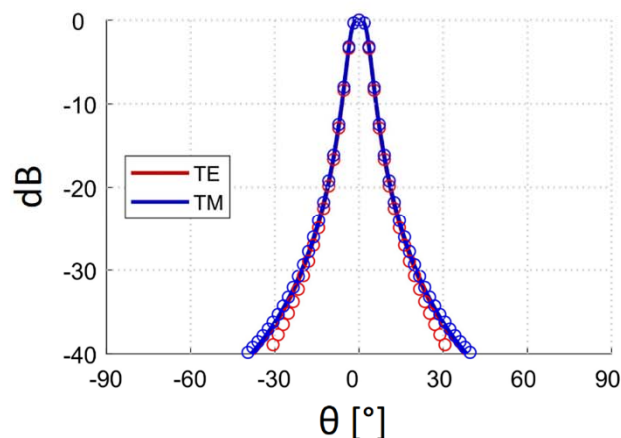




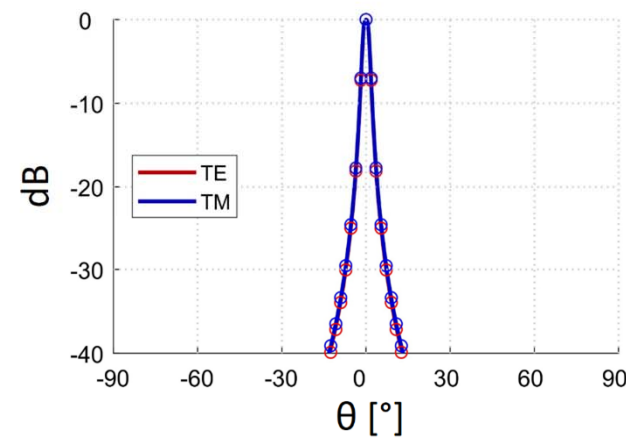
1. Antenna leaky con doppia metasuperficie



D = 11.12 dB



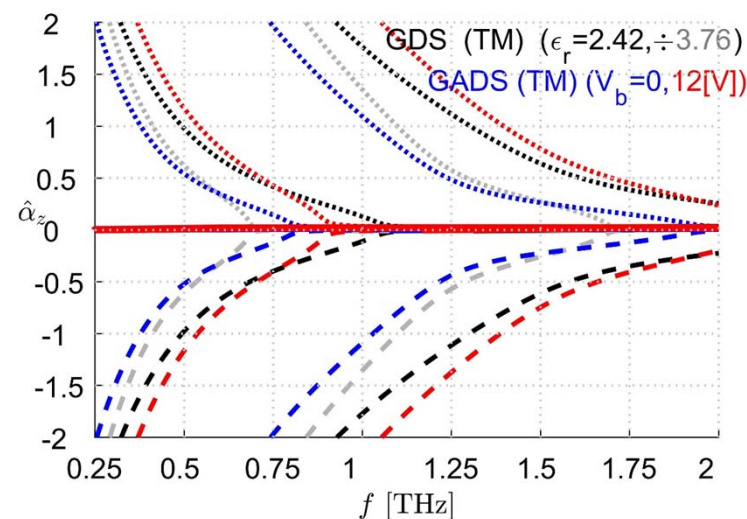
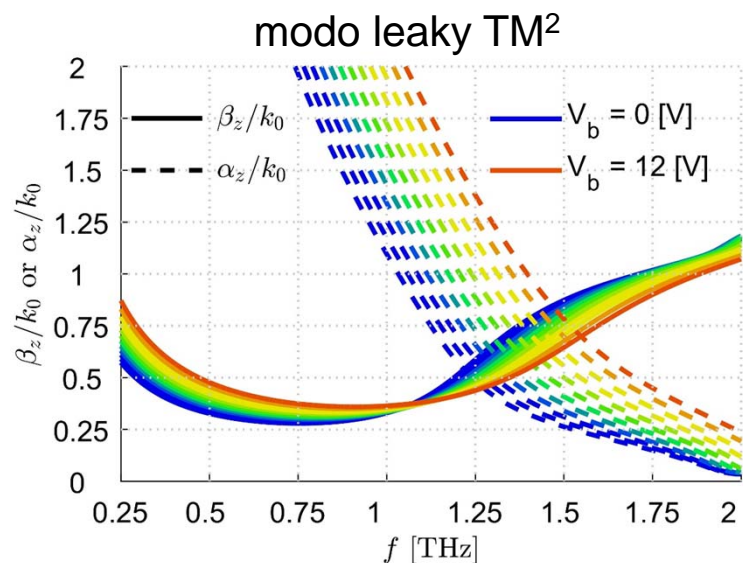
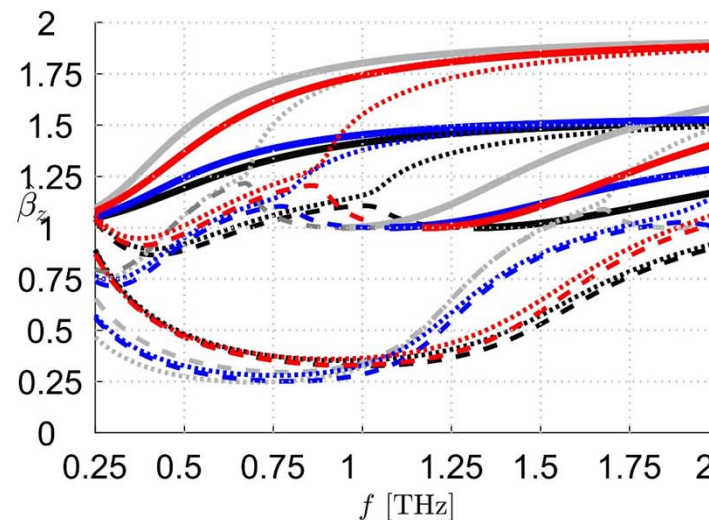
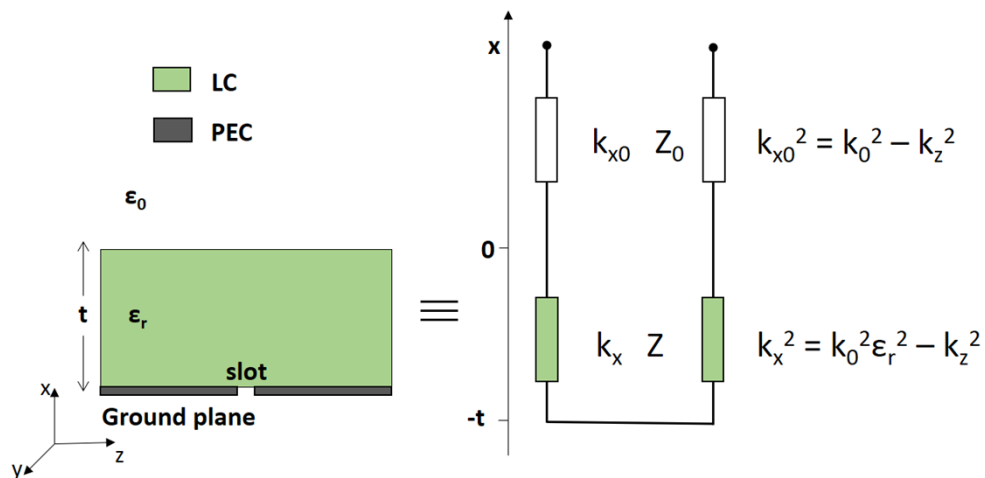
D = 25.02 dB



D = 35.41 dB

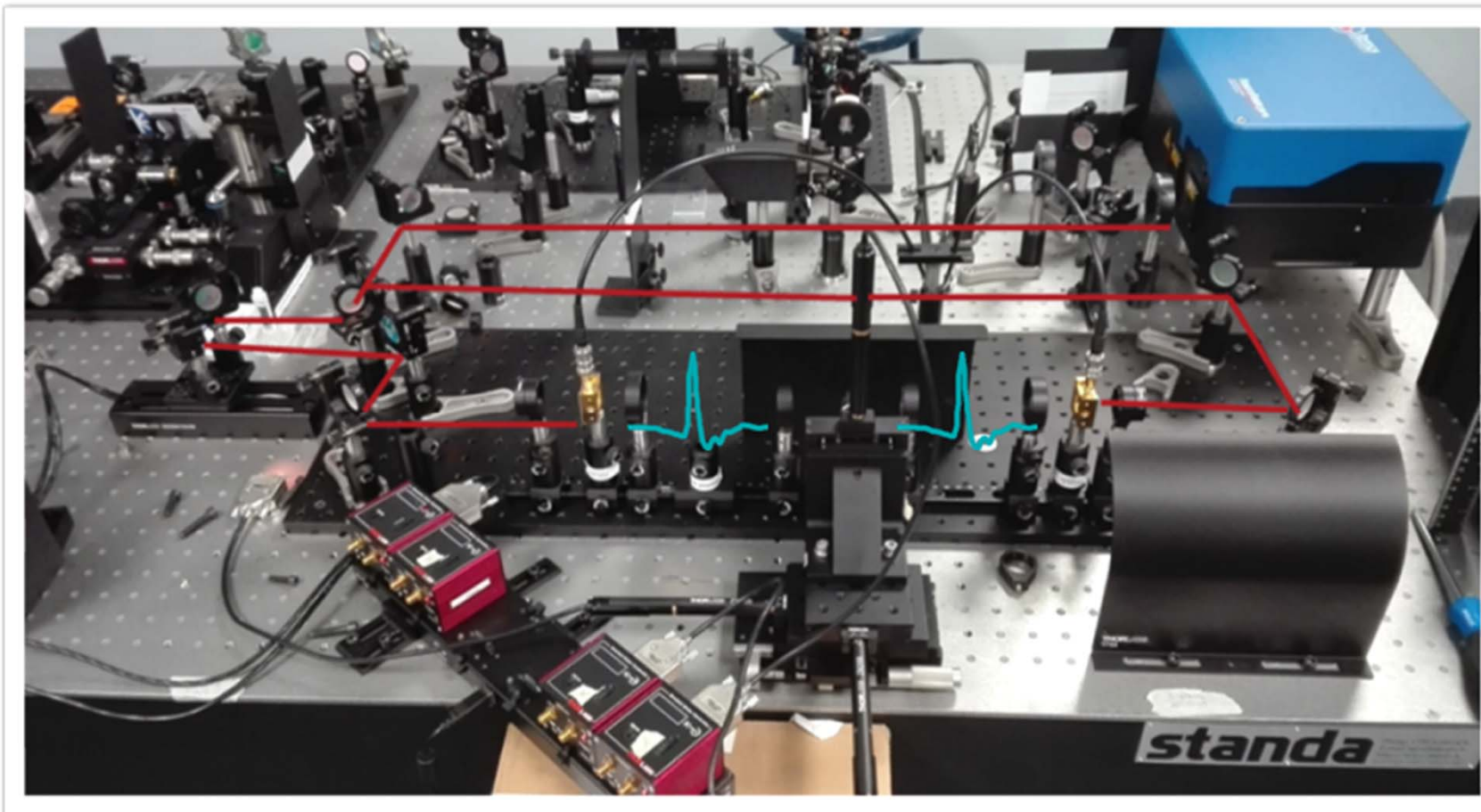


2. Analisi modale di un substrato anisotropo a THz





Il set-up sperimentale



Sorgente a banda larga → sistema di specchi e lenti focalizzanti
→ FPC-LWA → Filtro → detector incoerente



Disseminazione dei risultati

Contributi a conferenza:

1. S. Tofani, W. Fuscaldo, D. C. Zografopoulos, P. Burghignoli, P. Baccarelli, R. Beccherelli, and A. Galli, "Design-flow of Fabry-Perot cavity leaky-wave antennas based on homogenized metasurfaces", *European Conference on Antennas and Propagation*, 31 marzo – 4 aprile 2019, Cracovia, Polonia.
2. S. Tofani, W. Fuscaldo, D. C. Zografopoulos, P. Burghignoli, P. Baccarelli, R. Beccherelli, and A. Galli, "Terahertz modal analysis of a grounded liquid-crystal cell and its application as a tunable cavity antenna", *41st Photonics & Electromagnetics Research Symposium*, 17 – 20 giugno 2019, Roma, Italia.
3. W. Fuscaldo, S. Tofani, P. Burghignoli, P. Baccarelli, and A. Galli, "Terahertz Fabry-Perot cavity leaky-wave antennas", *41st Photonics & Electromagnetics Research Symposium*, 17 – 20 giugno 2019, Roma, Italia.

Lavori accettati come talk a conferenza:

1. S. Tofani, W. Fuscaldo, P. Burghignoli, P. Baccarelli, and A. Galli, "Substrate-superstrate leaky-wave antenna with interleaved metasurfaces for directivity improvement", *European Microwave Conference*, 1 – 3 October 2019, Porte de Versailles, Parigi, Francia.

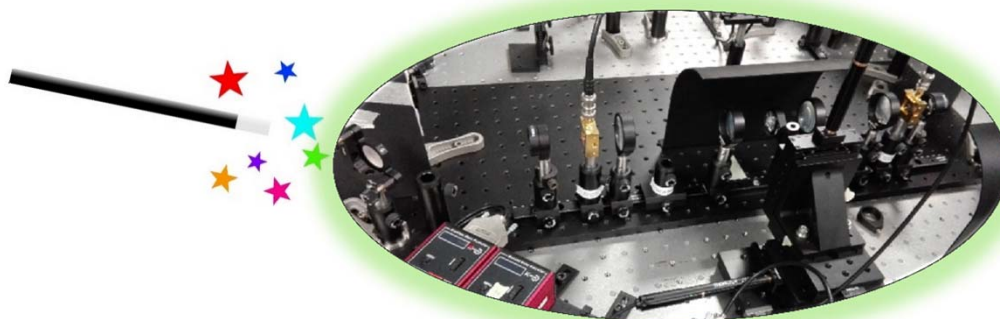


Attività per il prossimo trimestre:

- **Fabbricazione** in camera pulita del primo prototipo di antenna ad onda leaky a THz.



- Calibrazione del **set-up di misura**
 - Criticità: rapporto segnale rumore



DIPARTIMENTO DI FISICA
SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA



Conclusioni

- Le antenne ad onda leaky sono strutture planari in grado di emettere radiazione ad elevata direttività e guadagno.
- Nel contesto della radiazione terahertz e delle onde millimetriche, sono stati **progettati** e analizzati **numericamente**:
 - un **prototipo di antenna** leaky, di tipo substrato-superstrato, contenente due metasuperfici;
 - un **substrato anisotropo**, con piano di massa, da inserire in un nuovo prototipo di antenna leaky in grado di **cambiare il proprio angolo di puntamento**.
- Il set-up di misura è stato organizzato e ottimizzato per iniziare la caratterizzazione dei primi prototipi di antenna, che verranno fabbricati nel prossimo trimestre.



GIORNATA DI INCONTRO BORSE DI STUDIO GARR "ORIO CARLINI"
BORSISTI DAY 2019

Grazie a...



Prof. Alessandro Galli



Prof. Paolo Burghignoli



Dr. Walter Fuscaldo



Prof. Stefano Lupi



Dr. Romeo Beccherelli



Dr. Dimitrios Zografopoulos

