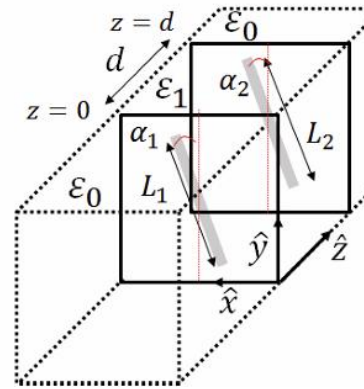


# Análisis, diseño y optimización de nuevas células periódicas con mejores prestaciones en transmisión o reflexión.

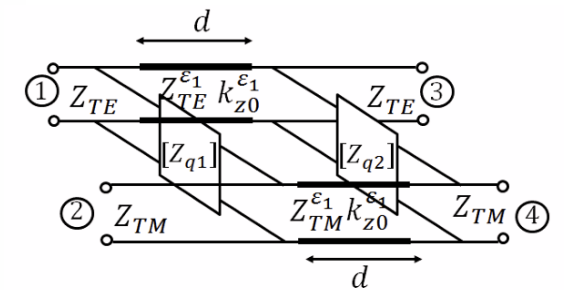
Celda Periódica Planar: Elemento base que describe una superficie periódica planar. La superficie periódica planar es un array infinito de metalizaciones que permite alterar las características de reflexión y transmisión de una onda plana incidente. Esas superficies combinadas apropiadamente en configuraciones estratificadas y/o quasi-periódicas, permiten desarrollar todo tipo de dispositivos de RF planares en espacio libre (IRS, reflej/transmitarrays, filtros FSS's, polarizadores,) etc

- Diseño de celdas pasivas: Se han diseñado diferentes geometrías de celdas periódicas pasivas para conseguir funcionalidades complejas (control de fase independiente en cada polarización y en cada banda de frecuencia, multifrecuencia, banda ultra-ancha control de la polarización, filtrado, etc).
- Diseño de celdas dinámicamente reconfigurables **activas**: Se han diseñado diferentes geometrías de celdas periódicas para reconfiguración electrónica usando las tecnologías de cristal líquido (LC) y metal líquido (Galinstano), y así como diversas funcionalidades (doble banda independiente, doble polarización independiente, etc)

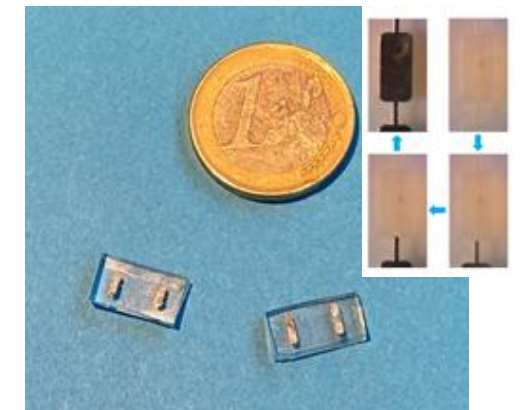
- Modelado y Simulación: Se han modelado de celdas periódicas para diseño eficiente usando modelos entrenados de máquina de vector soporte (SVM) y también circuitos equivalentes, y se han usado para el diseño eficiente de cada elemento en los diferentes dispositivos



*Celda Unitaria*



*Circuito Equivalente*

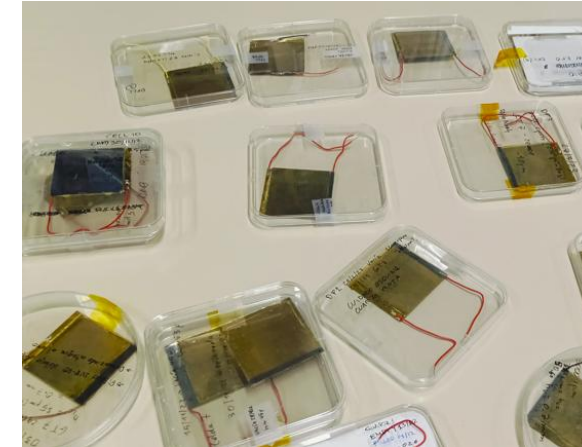


*Celda Unitaria de Metal Líquido*

# Tecnologías facilitadoras: Materiales de cristal líquido (LC), fabricación de dispositivos planares de LC y circuitos de control.

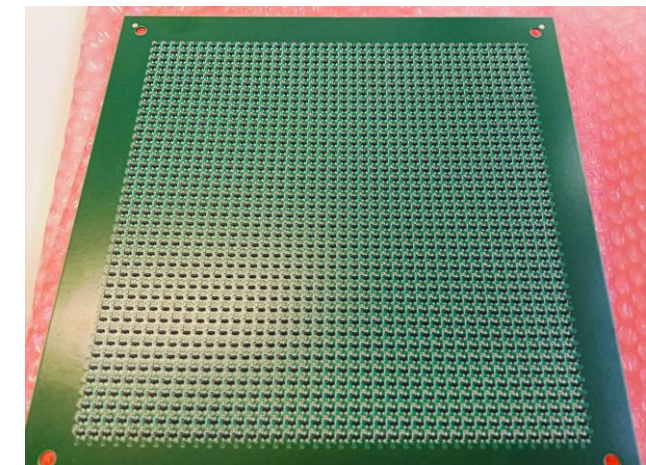
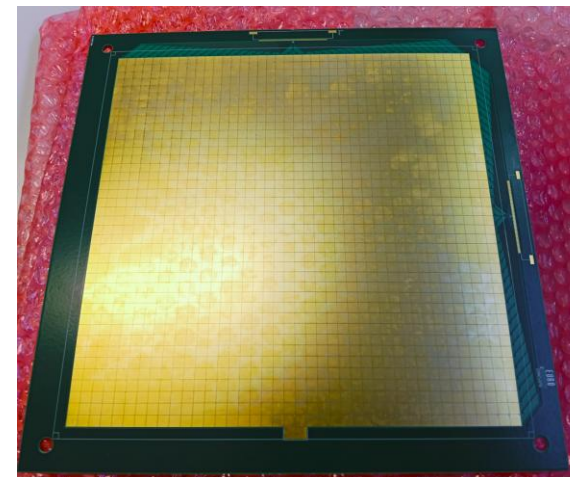
Cristal Líquido: Material dieléctrico cuya permitividad eléctrica cambia en RF en función de un voltaje AC aplicado sobre él. Permiten conseguir reconfigurabilidad electrónica en dispositivos de radiofrecuencia (antenas, dispositivos guiados, dispositivos en espacio libre...)

- Se han caracterizado las permitividades complejas de muestras de LC's: LC Nemáticos, dual frequency.
- Se han caracterizado y desarrollado muestras de LC's con mezclas poliméricas para mejora de tiempos de conmutación.
- Investigación en desarrollo de técnicas de fabricación de antenas de LC eléctricamente grandes (200 mm x 200 mm) y segmentación multipanel.
- Implementación de circuitos para Direccionamiento directo o de Matriz Activa de tensiones para arrays de NxN elementos e interfaces apropiadas para antenas/RIS de LC.



*Celdas de LC*

*Matriz Activa para Reflectarray de LC*



|                    | 3 GHz | 10 GHz | 19 GHz <sup>1</sup> | 28 GHz | 100 GHz | 200 GHz |
|--------------------|-------|--------|---------------------|--------|---------|---------|
| $\epsilon_{//}$    | 2.97  | 3.51   | 3.53                | 3.5    | 3.51    | 3.50    |
| $\epsilon_{\perp}$ | 2.13  | 2.64   | 2.46                | 2.44   | 2.47    | 2.43    |
| $tand_{//}$        | 0.033 | 0.049  | 0.0064              | 0.021  | 0.018   | 0.015   |
| $tand_{\perp}$     | 0.008 | 0.059  | 0.012               | 0.024  | 0.02    | 0.031   |

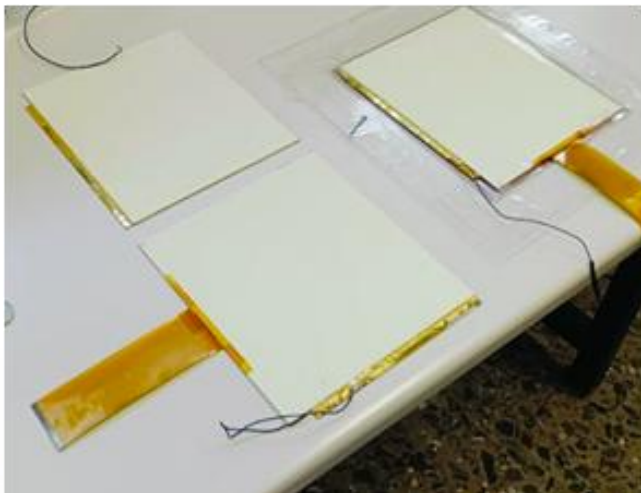
<sup>1</sup> Nominal from manufacturer.

# Diseño de superficies reflectantes inteligentes (IRS) pasivas y reconfigurables.

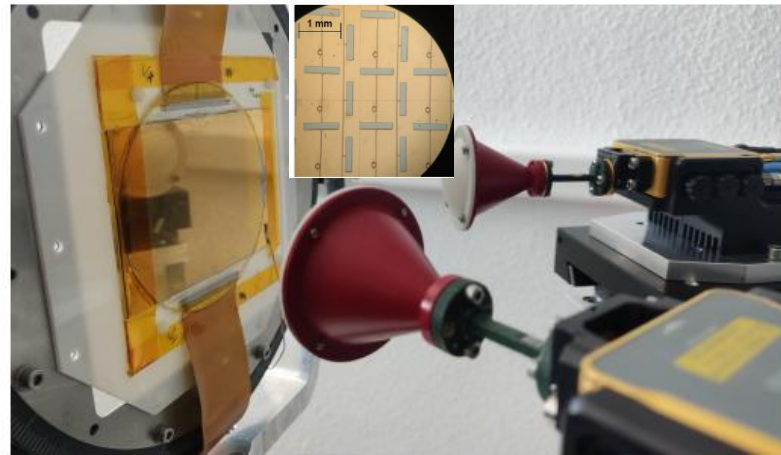
IRS (“Intelligent Reflective Surface”): Superficie reflectiva en condiciones de espacio libre iluminadas con campo muy lejano y capaz de conformar la radiación que reflejan con un determinado patrón de distribución espacial requerido a priori y mejorar así las prestaciones de enlace de comunicaciones respecto a otros dispersores (plano metálico)

- Se han desarrollado técnicas de diseño de RIS pasivas y Reconfigurables de Cristal Líquido y se han fabricado y medido distintas RIS pasivas a 26-28 GHz para cubrir diferentes funcionalidades como doble banda o doble polarización y diferentes coberturas
- Se han diseñado, fabricado y medido RIS electrónicamente reconfigurables de Cristal Líquido (LC) a 26-28 GHz, 100 GHz y 200 GHz con doble polarización independiente
- Las RIS fabricadas se han medido en un escenario real con señal 5G, mejorando las tasas de enlace de datos respecto a otros dispersores

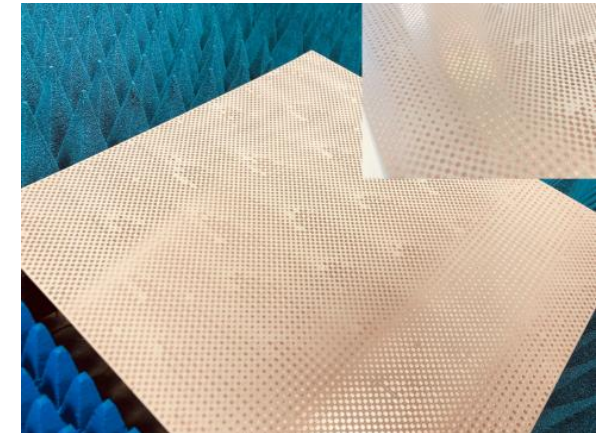
*RIS de LC a 28 GHz (200mm x 200 mm)*



*Dual Pol RIS de LC a 100 GHz (80 mm x 80 mm)*



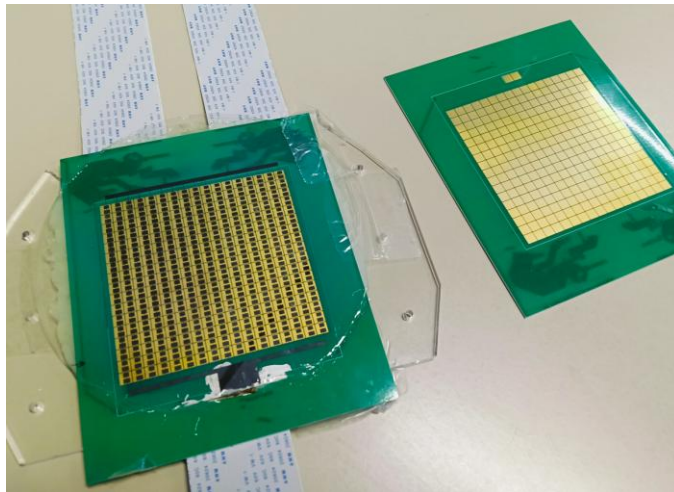
*RIS pasiva (400 mm x 400 mm)*



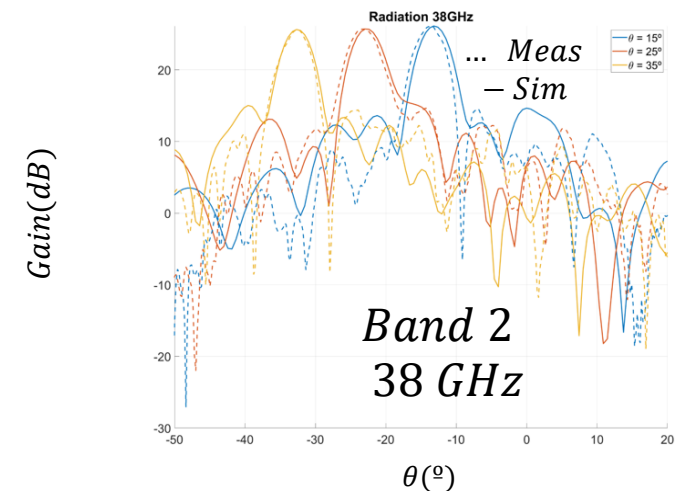
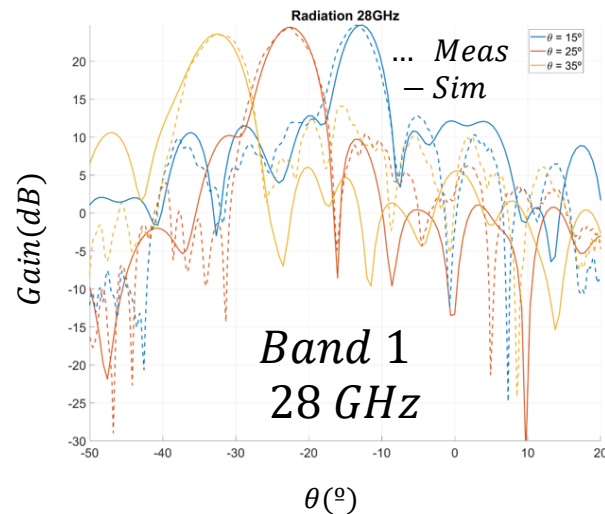
# Demostración de antenas LC-Reflectarrays de barrido electrónico para estaciones base en 5G y B5G

**Reflectarray:** Antena planar reflectiva de bajo perfil y alta ganancia que combina la vez las tecnologías y prestaciones de los reflectores y los arrays. Son iluminadas por fuentes esféricas en campo cercano, y en reflexión, son capaces de producir un diagrama de radiación colimado o conformado deseado con características complejas en banda y en polarización.

- Se han desarrollado técnicas de diseño de Reflectarrays electrónicamente Reconfigurables de Cristal Líquido (LC) que tienen en cuenta los ángulos de incidencia y que obtienen de forma precisa las tensiones a aplicar en las celdas
- Se han diseñado, fabricado y medido prototipos de LC-RA reconfigurables para estaciones base 5G a 26-28 GHz y en banda W. Los prototipos se diseñaron para producir doble banda independiente reconfigurable, direccionamiento 2D y alta ganancia en configuración de doble reflector.
- Se han diseñado, fabricado y medido celdas para mejora de tiempos de conmutación usando dual frequency LC y redes poliméricas de LC, obteniendo tiempos de ms



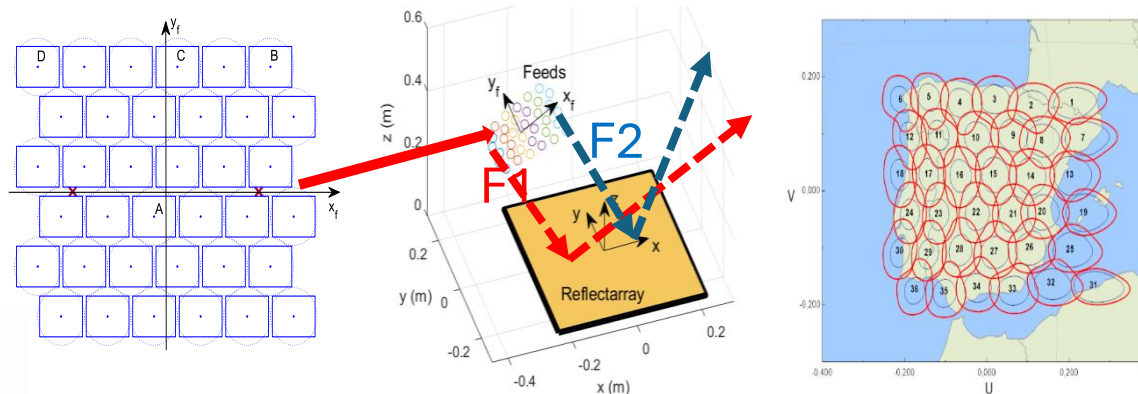
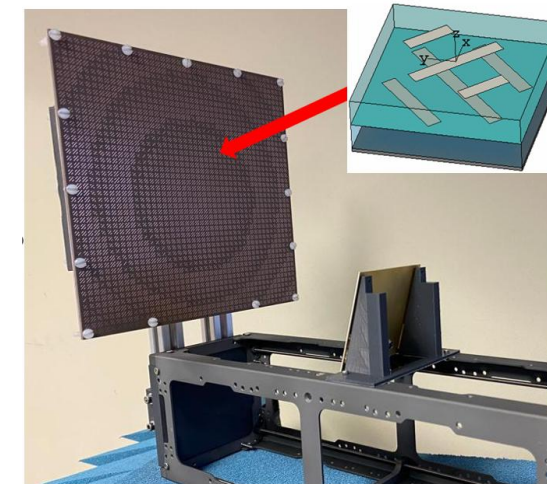
Reflectarray de LC



# Antenas reflectarray pasivas multi-haz para generar una cobertura celular desde plataformas de gran altitud (HAPS) o satélites LEO.

HAPS: Plataformas de gran altitud muy cercanas a la superficie terrestre y que por ello necesitan características estrictas en las antenas y en la generación de haces. LEO: Satélites de baja órbita a mayor altitud que HAPS

- Se han definido especificaciones de antenas multihaz para plataformas HAPS y LEO: Número de haces, tamaño de antenas, separación de haces, anchura
- Se han estudiado y diseñado diferentes configuraciones de antena para ambas plataformas en diferentes bandas de frecuencia: banda Ka, de 28/31 GHz y banda V, a 60 GHz (en lugar de 47/48), incluyendo control de polarización
- Se ha implementado un demostrador de antena multihaz que realiza conversión de polarización de dual lineal a dual circular en banda Ka (20/30 GHz).



*Multi – spot coverage*

