

# **PROPUESTA DE TESIS DE MAESTRÍA EN INGENIERÍA**

## DATOS GENERALES DE LA PROPUESTA

Título de la propuesta: **Sistema de beamforming óptico de banda ancha para comunicaciones 5G**

Apellido y Nombres del director/a: **Pablo Costanzo**

Teléfono: **5863**

Dirección electrónica del director/a (ingresar una sola dirección): **pcostanzo@ib.edu.ar**

Título máximo alcanzado del director/a (Doctor, Magister, otros) : **Doctor**

Cargo IB: **Profesor Adjunto**

¿Propone Co-director/a? **SÍ**

Datos Co-director: **Laureano Bulus**

Teléfono: **5863**

Dirección electrónica del co-director/a (ingresar una sola dirección): **lbulus@ib.edu.ar**

Título máximo alcanzado del codirector/a (Doctor, Magister, otros) : **Doctor**

Cargo docente en el IB: **Profesor Adjunto**

Justificación de la necesidad del codirector/a: **El codirector propuesto aporta su experiencia y conocimientos en sistemas de microondas e instrumentación.**

Lugar de realización de la tesis - Identificar claramente el lugar donde se desarrollará el trabajo de tesis.:  
**LIAT Laboratorio de Investigación Aplicada en telecomunicaciones, DIT Instituto Balseiro**

## DESTINO DE LA PROPUESTA

Si selecciona Continuidad de un Proyecto Integrador, se trata de una propuesta en curso o recientemente terminado en el IB, en cuyo caso suministre referencias adicionales sobre el mismo:

**Nueva propuesta de maestría**

## DETALLE TÉCNICO DE LA PROPUESTA

Área principal de formación del plan de tesis (ver anexo sobre áreas principales de formación):

**APF4: Automatización, control y telecomunicaciones**

Motivación - Breve descripción del contexto de la propuesta.(Máximo 300 palabras):

**La conformación de haces o Beamforming (BF), es una técnica que se utiliza para dar forma y dirección al patrón de radiación a un conjunto de antenas (PAA Phased Array Antennas). Un PAA es un conjunto de elementos de antena (AE) ubicados de manera ordenada. Su patrón de radiación está determinado por los patrones individuales, la geometría del conjunto, y las amplitudes y fases relativas de las señales que alimentan los AEs. De esta manera, eligiendo adecuadamente la relación de amplitudes y fases, puede modificarse el patrón de radiación del PAA de manera que se intensifique en una dirección dada y se suprima en las direcciones no deseadas. Una de las ventajas del BF es que permite orientar el patrón de radiación sin realizar ningún movimiento mecánico. Cuando el control de las amplitudes y las fases relativas se implementa en el dominio óptico, la técnica se denomina beamforming óptico (OBF).**

**Existen varias geometrías que puede adoptar el conjunto de antenas, y también distintas técnicas de**

procesamiento de señal avanzadas para lograr patrones particulares de radiación efectivo. El PAA más simple es uno lineal, aunque también existen arreglos planos en 2D y otros más sofisticados en 3D. Un PAA puede utilizarse tanto en un sistema transmisor, para direccionar la señal que se desea transmitir, como en un sistema receptor, para recibir las señales provenientes de determinada dirección.

Puede demostrarse que el haz principal del patrón de radiación forma un ángulo  $A$  con la normal al PAA, cuando el desplazamiento de fase entre las señales que alimentan dos AEs adyacentes está dado por  $B=(2.\pi.d/\lambda).\text{sen}(A)$ , donde  $d$  es la distancia entre los AEs, y  $\lambda$  la longitud de onda de la señal a transmitir (o recibir).

Como puede observarse,  $B$  depende de la frecuencia de trabajo (o longitud de onda) lo que implica que para mantener el ángulo de observación  $A$  constante, la señal debe ser monocromática y el sistema es intrínsecamente de banda angosta. Este hecho, limita las aplicaciones de banda ancha porque produce un efecto que se conoce como beam squint (o de sombra).

Para solucionar este inconveniente, en este proyecto se propone desarrollar un OBF con líneas de retardo reales implementadas con dispositivos fotónicos y de fibra óptica, cuyos valores son independientes de la frecuencia.

Objetivos - Breve descripción de los logros esperables como consecuencia de la ejecución de la propuesta. (Máximo 100 palabras):

**Los objetivos del proyecto son:**

**1-Diseñar y desarrollar un red de conformación óptica de haz (Optical beamformer - OBF) basada en Switches ópticos y Líneas de retardo basadas en fibra óptica y otros dispositivos fotónicos.**

**2-Analizar dos implementaciones de la red OBF:**

**-PAA de 8 elementos con disposición lineal**

**-PAA de 9 elementos con disposición plana de 3x3**

**3-Diseñar y desarrollar la electrónica de procesamiento y control de la red OBF. Para la misma se deberá utilizar un sistema embebido o microprocesador y la electrónica correspondiente para monitorear y actuar sobre los switches ópticos.**

**4-Implementar el setup experimental para caracterizar y medir el desempeño del OBF basado en Optical Switches y Líneas de retardo. La banda de frecuencia de trabajo del OBF será en las bandas de 5G ubicadas dentro del rango 0 a 40 GHz.**

Cronograma tentativo - Descripción de cronograma de trabajo sugerido separado por semestres. Tener en cuenta que:

- En caso de que el maestrando deba cursar un Plan de Formación Inicial, este debe cumplimentarse en los primeros 18 meses de la Maestría

- El Plan de Formación Superior con un mínimo de 540 horas debe cumplimentarse en los primeros 18 meses de la Maestría

- La defensa de la tesis debe realizarse luego de acumular al menos 600 horas de tareas de investigación y/o desarrollo en un plazo no superior a 12 meses luego de finalizado el Plan de Formación Superior.

(Máximo 300 palabras):

**Se propone el siguiente cronograma de tareas:**

**Semestre 1**

**-Cursar las materias optativas requeridas/disponibles**

**-Realizar un relevamiento de los antecedentes de sistemas de conformación de haz óptica basados en switches ópticos y líneas de retardo basadas en fibra óptica.**

**Semestre 2**

**-Cursar las materias optativas requeridas/disponibles**

**-Diseñar la arquitectura del OBF para un arreglo lineal y plano**

**-Modelar y simular el desempeño del sistema. Se deberán definir el Tx (láser modulado con señales de RF), la red OBF (canal óptico) y el Rx basado en un detector de intensidad.**

**Implementar el OBF. Definir el número de ángulos discretos que se desea apuntar (inicialmente 6).**

**Definir el número de retardos discretos necesarios de implementar. Determinar las longitudes de las secciones de FO correspondiente. Implementar la electrónica correspondiente para controlar el OBF**

en un sistema embebido.

-Comenzar con la caracterización del sistema

Semestre 3

-Realizar la caracterización del OBF en el dominio óptico y eléctrico en el LIAT. Se realizaran las mediciones en el dominio del tiempo y en el dominio de la frecuencia.

-Determinar el desempeño del sistema a partir del ancho de banda de trabajo, la relación señal a ruido, distorsión no lineal.

Semestre 4

-Mediciones del sistema completo. Comparación de los resultados experimentales con los teóricos numéricos,

-Realizar ajustes y mejoras al sistema implementado.

-Escribir y presentar la tesis.

Justificación de APF5 - La aceptación de una propuesta con APF5 queda supeditada a la evaluación del CAMI que tendrá en cuenta:

1)la experiencia del director/a de tesis en el tema propuesto

2)la justificación escrita en este casillero (Maximo 300 palabras):

Información adicional que desee incluir:

## **RECURSOS PARA LA EJECUCIÓN DE LA PROPUESTA**

- Solicita beca CNEA para Maestría

Entidad que financia la beca:

Duración de la beca:

## **TEMA PRIORITARIO**

¿Propone que el tema sea considerado para suplemento de beca por tema prioritario?: **SÍ**

Justifique porqué su propuesta debe ser considerada como tema prioritario: **La tecnología fotónica en sistemas de comunicaciones 5G son un tema con gran potencialidad en el futuro para el desarrollo de nuevas aplicaciones y servicios de banda ancha. La empresa ARSAT es un de las grandes interesadas a nivel local en el desarrollo de esta tecnología y podría ser particularmente el destinatario de un convenio de transferencia de tecnología, lo que implicaría un fortalecimiento de la CNEA y de los grupos de I+D.**

Indique Gerente o Jefe de Departamento que avala su petición: **Graciela Bertolino**