

**Fondo Sectorial de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación en Actividades Espaciales**

**Clave del Proyecto:** 275618

**Título:** DESARROLLO DE LOS SUBSISTEMAS REQUERIDOS PARA UN ENLACE ÓPTICO SATELITAL DE COMUNICACIONES (LEO- ESTACIÓN TERRENA) CON RECEPTOR DIGITAL CAPAZ DE OPERAR CON ESTADOS COHERENTES DÉBILES MODULADOS.



**Responsable Técnico:** DR. ARTURO ARVIZU MONDRAGÓN

**Línea de Investigación:** Comunicaciones ópticas en espacio libre

**Institución:** CICESE

**Instituciones Participantes: (si aplica)** CNyN-UNAM, INAOE, CETyS - Ensenada, ITSON

**Entidad Federativa:** Baja California

**Tiempo de Ejecución:** 30 meses

**Hallazgos importantes no contemplados en la propuesta original**

**Logros**

1. Especificación de una estación terrena adecuada para comunicación óptica con un satélite de órbita baja. 2.- Especificación de antenas ópticas para transmisión -recepción de enlace óptico satelital. 3.- Especificación de los subsistemas requeridos para una carga útil óptica: esquema gimbal basado en fotodetector de cuatro cuadrantes para seguimiento de faro óptico, transmisor óptico basado en láser modulado con señal de información. 4.- Especificación de esquema de recepción óptica intradino para estación terrena con etapa de regeneración basada en el uso de procesamiento digital de señales para señales ópticas moduladas en intensidad y en fase. 5.- Diseño, implementación y caracterización de enlaces para comunicación óptica atmosférica, de corta, mediana y larga distancia. 6.- Implementación de un esquema de prueba para comunicación óptica entre un drone de carga y una estación terrena óptica. 7.- Desarrollo de un esquema de tomografía cuántica homodino para caracterización de un canal óptico de comunicaciones.

**Impacto que han tenido los resultados o que se considera que tendrán**

Los resultados obtenidos con la realización de este proyecto permiten la implementación de un enlace óptico satelital consistente tanto en la estación terrena como en la carga útil óptica para un satélite operando en órbita baja. Además, también hemos generado conocimiento y recursos humanos en el área de las comunicaciones ópticas satelitales clásicas y cuánticas.

**Sitios WEB o Repositorio**

<https://nimbus.cicese.mx/public.php?service=files&t=c6da6ca80b710d37ababe3e4f6c1edc2>

### **Proyectos en los que participa o participado (Financiados o no por CONACyT)**

1.- Comunicaciones fotónicas con criptografía cuántica homodina. 2.-Sincronización de portadora para redes ópticas inalámbricas con detección coherente. 3.- Proyecto interinstitucional del microsatélite SATEX 1. 3.- Desarrollo de Satélites Pequeños Educativos para Formación de Recursos Humanos en Tecnología Aeroespacial. 4.- Telecomunicaciones Ópticas en la Jerarquía Digital Síncrona con Transmisión Coherente. 5.- Dinámica de Láseres de Semiconductor Monofrecuenciales con Aplicación en Comunicaciones Ópticas Coherentes. 6.-Cadenas Electroópticas para Telemedición y Telecontrol en el Laboratorio de Pruebas Eléctricas de México (LAPEM). 7.- Comunicaciones ópticas intradinas (clásicas y cuánticas).

**ANEXO**  
**Fondo Sectorial de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación en Actividades Espaciales**

**Clave del Proyecto:** 275618

**Título:** DESARROLLO DE LOS SUBSISTEMAS REQUERIDOS PARA UN ENLACE ÓPTICO SATELITAL DE COMUNICACIONES (LEO- ESTACIÓN TERRENA) CON RECEPTOR DIGITAL CAPAZ DE OPERAR CON ESTADOS COHERENTES DÉBILES MODULADOS.

**Equipo de trabajo**

Nombre	Institución	Correo
Joel Santos Aguilar	CICESE	<a href="mailto:jsantos@cicese.edu.mx">jsantos@cicese.edu.mx</a>
Ramón Muraoka Espíritu	CICESE	<a href="mailto:rmuraoka@cicese.edu.mx">rmuraoka@cicese.edu.mx</a>
Fernando Rojas Iñiguez	Centro Nacional de Nanociencias y Nanotecnología de la UNAM	<a href="mailto:frojas@cryn.unam.mx">frojas@cryn.unam.mx</a>
Juan Carlos Murrieta Lee	ITSON	<a href="mailto:jcmurrieta@itson.edu.mx">jcmurrieta@itson.edu.mx</a>
Eduardo Romero Aguirre	ITSON	<a href="mailto:eduardo.romero@itson.edu.mx">eduardo.romero@itson.edu.mx</a>
Josué Aarón López Leyva	CETYS Universidad, Campus Ensenada	<a href="mailto:josue.lopez@cetys.mx">josue.lopez@cetys.mx</a>
Celso Gutiérrez Martínez	INAOE	<a href="mailto:cgutz@inaoep.mx">cgutz@inaoep.mx</a>
Jacobo Meza Pérez	INAOE	<a href="mailto:jmeza@inaoep.mx">jmeza@inaoep.mx</a>

**Formación de Recursos Humanos**

Nombre	Institución	Grado obtenido
Juan Amado Ayala Montoya	ITSON	Ingeniero en Mecatrónica

**Infraestructura Adquirida**

**Detalle**

1.- Hexacóptero DJI Matrice 600 Pro equipado x3, 2.-Modulador de Fase modelo MPZ-LN-20-P-P-FA-FA de la compañía Ixblue, 3.- Laptop Dell G7 7588, 4.- Prismas de silicio de doble cara de 3" Dia.  $\lambda/10$  de Edmund Optics, 5.- Tarjeta FPGA y paquete de soporte, modelo FMC125-2-1-1-1 de la compañía Abaco systems, 6.-Modulador electro óptico analógico modelo MZDD-LN-10-PD-P-P-FA-FA, driver para modulador óptico modelo DR-AN-20-HO y disipadores de potencia para driver, de la compañía IxBlue,7. Modulador óptico de fase MPZ-LN-20-P-P-FA-FA de la compañía IxBlue, 8.- Diodos laser QDFBLD-1550-100, y QFBGLD-1060-40() de QPhotonics, 9.- Cable female to GPPO, cable using UT-085, cable using flexiform, 10.- lente tipo C, filtro óptico, placa retardadora, montura óptica retardadora, adaptador para montura, montura para prisma, adaptador doble rosca, placa para montura tipo jaula, placa para montura, 11.-WD Black 1TB Performance Desktop Hard Disk- 7200 RPM SATA 6Gb (Disco duro Western digital de 1TB, tarjeta de video),12.-Fotodetector de avalancha APD430C de Thorlabs, 13.- Optical Power and Energy Meter Console Thorlabs PM 400 (Medidor de Potencia óptica) ,14.- Plataforma de movimiento piezoeléctrico tip tilt para ángulo de 5 mrad S-331.5SH de la compañía PI.