



**Universidad Tecnológica Nacional**  
**Rectorado**  
**Secretaría de Ciencia, Tecnología y**  
**Posgrado**

**SISTEMA DE INFORMACION DE CIENCIA Y**  
**TECNOLOGIA (SICyT)**

FORMULARIO PARA PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO

**Código del Proyecto: EIUTNCO0004534**

1. Unidad Científico-Tecnológica

FR Córdoba - CIII: CENTRO DE INVESTIGACION EN INFORMATICA PARA INGENIERÍA

## 2. Denominación del PID

Multirrotores Autónomos para Aplicaciones en Ambientes Exteriores

## 3. Resumen Técnico del PID

El objetivo global de este proyecto es formar el marco teórico y técnico para el desarrollo de vehículos aéreos autónomos multirrotores para aplicaciones en ambientes exteriores que excedan el grado hobbysta, diseñados desde todos los aspectos constructivos para alcanzar status equivalente al de un producto de grado comercial o industrial en concordancia con las normativas y regulaciones vigentes para este tipo de aeronaves. Los estudios pretenden además establecer parámetros para la escalabilidad de los modelos, tanto en dimensiones como en número de rotores. Se busca encontrar los parámetros esenciales de escalabilidad para poder extrapolar modelos dinámicos y prestaciones entre robots de distintos tamaños y/o cantidad de propulsores. En esta dirección se pretende obtener los parámetros de diseño para construir modelos en función de especificaciones de desempeño deseadas, con el mínimo de iteraciones en diseños de prototipos para alcanzar el modelo funcional; todo esto basado en el desarrollo de un marco de diseño cimentado en modelos matemáticos avanzados, parámetros críticos bien determinados y consideraciones prácticas. Las actividades del proyecto estarán divididas entorno a las siguientes actividades: diseño y construcción de estructura y receptáculo para carga útil; diseño y construcción de autopiloto, sensorística, gestión de energía y electrónica de potencia; diseño y construcción de motores brushless de alto torque para accionamiento directo de hélices con alta robustez en el manejo de cargas axiales; diseño y construcción de hélices con reducida carga de disco para aumentar la eficiencia.

## 4. Programa

Electrónica, Informática y Comunicaciones

## 5. Proyecto

Tipo de Proyecto: UTN (PID UTN) SIN INCORPORACION EN PROGRAMA INCENTIVOS

Tipo de Actividad: Desarrollo Experimental

### Campos de Aplicación:

Rubro	Descrip. Actividad	Otra (especificada)
AGROPECUARIO (Producción y tecnología)	Otros - Agropecuario (Especificar)	
DESARROLLO SOCIOECONOMICO Y SERVICIOS	Desarrollo de los servicios socioeconómicos	

### Disciplinas Científicas:

Rubro	Disciplina Científica	Otras Disciplinas Científicas
INGENIERIA AERONÁUTICA	Sistemas de propulsión	-
INGENIERÍA EN COMUNICACIONES ELECTRÓNICA Y CONTROL	Control	-
INGENIERÍA EN COMUNICACIONES ELECTRÓNICA Y CONTROL	Electrónica	-

## Palabras Clave

vant multirrotor autónomo robot inspección aéreo

## 6. Fechas de realización

Inicio	Fin	Duración	Fecha de Homologación
01/01/2017	31/12/2018	24 meses -	

## 7. Aprobación/ Acreditación / Homologación / Reconocimiento (para ser completado por la SCTyP - Rectorado)

### 7.1 Aprobación / Acreditación / Reconocimiento (para ser completado por la FR cuando se posea N° Resolución)

N° de Resolución de aprobación de la FR:

### 7.2 Homologación (para ser completado por la SCTyP - Rectorado)

Código SCTyP : EIUTNCO0004534

Disposición SCTyP:

Código Ministerio:

## 8. Estado (para ser completado por la SCTyP - Rectorado)

EN TRÁMITE

## 9. Avales (presentación obligatoria de avales)

## 10. Personal Científico Tecnológico que participa en el PID

Apellido y Nombre	Cargo	Hs/Sem	Fecha Alta	Fecha Baja	Otros Cargos
ARAGUÁS, ROBERTO GASTÓN	CO-DIRECTOR	15	01/01/2017	31/12/2018	
GAYDOU, DAVID ALEJANDRO	DIRECTOR	20	01/01/2017	31/12/2018	
GONZÁLEZ DONDO, DIEGO	BECARIO POSGRADO - DOCTORAL EN EL PAÍS	30	01/01/2017	31/12/2018	
PEREYRA, MAIRA ESTEFANIA	BECARIO POSGRADO - DOCTORAL EN EL PAÍS	20	01/01/2017	31/12/2018	
RAMOS, JAVIER ROLANDO	BECARIO BINID	20	01/01/2017	31/12/2018	
BIANCHINI, BRUNO	BECARIO ALUMNO UTN-SCYT	12	01/01/2017	31/12/2018	-
SCHNEIDER, AXEL CRISTIAN	BECARIO ALUMNO UTN-SAE	6	01/01/2017	31/12/2018	

## 11. Datos de la investigación

### Estado actual de concimiento del tema

En la última década el término "drone" ha adquirido significación particular en el campo de la tecnología. Su difusión ha crecido sorprendentemente, desde el ámbito del hobby y algunos pocos centros de investigación en el mundo al principio hasta llegar a nuestros días con un alto grado de popularidad en el mundo de los productos de consumo masivo. Poniendo a un lado las tecnologías militares que siguen su propio curso de desarrollo notablemente avanzado pero completamente cerrado a la transferencia a productos de aplicaciones civiles; entonces nos encontramos con discusiones y propuestas que ponen a estos artefactos de cara a un universo de aplicaciones y usos como por ejemplo en seguridad y defensa dedicados a la seguridad pública y privada, prevención de crímenes, combate del narcotráfico tanto en regiones urbanas como fronterizas, servicios de emergencias relacionados con desastres ambientales, búsqueda y asistencia en rescates, apoyo en cuestiones sanitarias; en mapeo y monitoreo para la recolección de datos fotogramétricos, mapeo urbano y rural, relevamientos topográficos; en agricultura para la detección de plagas y pulverización en agricultura de precisión, seguimiento de ganado, control de desmontes; en control de contaminación industrial para el análisis de gases en la salida de chimeneas industriales, detección de fugas de hidrocarburos en instalaciones industriales; en inspección de construcciones civiles, tendidos de transporte y distribución de energía eléctrica; en filmación y toma de imágenes para cine, TV y publicidad, para filmación de eventos musicales, sociales, deportivos; etc.

Sin duda el Vehículo Aéreo No Tripulado (VANT) puja actualmente por introducirse en el mercado de las aplicaciones comerciales, industriales y civiles en gran parte motorizado por el interés que genera su potencial económico en el mundo de los negocios. Este ímpetu se ve morigerado por la intervención de los organismos estatales quienes como responsables de poner el marco regulatorio se encuentran actualmente en una encrucijada donde convergen infinidad de aspectos a analizar algunos de los cuales aún no están del todo claros. Con esto, las regulaciones actuales o la falta de las mismas retiene la inminente explosión de esta tecnología; también existe un clima de reticencia a la aprobación de normas poco restrictivas, sobre todo en lo que hace al resguardo de los derechos de intimidad y propiedad privada.

Hasta el momento todas las aplicaciones de VANTs existentes son telecomandadas por piloto humano. La

operación autónoma de estos vehículos permanece aún en etapas experimentales, con muy pocas excepciones de productos comerciales con esta característica dedicados a aplicaciones recreativas. No obstante esto, la autonomía completa o parcial parece estar destinada a ser un elemento imprescindible para la tecnología de los VANTs. Es muy probable que en esta característica este la llave que abra la posibilidad de la introducción masiva de estas aeronaves en los espacios aéreos civiles.

Desde el punto de vista técnico uno de los puntos de partida hacia la autonomía es el modelo dinámico de la aeronave [1]; el cual ciertamente difiere entre las posibles arquitecturas de VANTs, y aún dentro de una misma categoría no existe aún un modelo canónico directamente escalable por parámetros. En este punto es necesario precisar las características del vehículo sobre el cual estarán enfocados los estudios del presente proyecto. La denominación precisa para el tipo de VANTs que se abordarán es la de 'multicóptero'; diferenciándolo de otras aeronaves de ala rotante como el helicóptero y por supuesto de las aeronaves de ala fija como los aviones.

El multicóptero se perfila para cubrir el conjunto de aplicaciones donde los aviones de ala fija y los helicópteros resultan menos apropiados o quedan excluidos. Si se categorizan estas aeronaves por el mérito del rendimiento energético, el multicóptero queda relegado al último lugar, luego viene el helicóptero y finalmente las aeronaves de ala fija [2]. Por otro lado cuando la aplicación demanda vuelos estacionarios el avión queda excluido inmediatamente; mientras que el helicóptero y el multicóptero dirimen sus espacios de aplicación confrontando sus capacidades para volar en espacios reducidos, su autonomía, los costos de operación, el riesgo para las personas, los costos de mantenimiento, el comportamiento dinámico, etc.

Así es que el multicóptero es más seguro de operar que el helicóptero en cañones urbanos, sobre multitudes, en lugares estrechos y con muchos obstáculos, lugares con espacios cerrados y abiertos siempre en un orden de escala reducido.

También aventaja el multicóptero al helicóptero en el costo de la aeronave como en los costos de mantenimiento, esto en virtud de que posee igual número actuadores que de rotores que son motores sin escobillas en lugar de los complejos mecanismos para el ajuste cíclico y colectivo del helicóptero.

En este proyecto enfocaremos la atención sobre una clase particular de multicópteros, constituidos por un número par de propulsores no coaxiales con hélices de paso fijo, todos del mismo tamaño, la mitad girando en un sentido y la otra mitad en el opuesto, ordenados en forma alternada [3].

En el diseño y desarrollo de multirrotores se destacan dos grandes grupos, por un lado los hobbystas valiéndose mayormente de métodos empíricos, ensayando y discerniendo entre configuraciones y combinaciones de componentes comercialmente disponibles generando lineamientos empíricos para la construcción de multirrotores con características optimizadas. Este grupo ha formulado una división en categorías según el peso bruto, en general menos de 2 Kg, menos de 5 Kg, menos de 10 Kg y menos de 25 Kg [4].

El otro grupo pertenece al ámbito académico con mucha producción científica dedicada a algoritmos de control, navegación autónoma y sensorística pero sin abordar en general, la problemática de identificación de parámetros críticos, la sensibilidad de los modelos respecto a los mismos y marcos de estudio para los problemas de escalado [5]. En experimentación científica la mayoría de las plataformas no superan los 2kg; permitiendo cargas útiles de algunos cientos de gramos. La mayoría de las plataformas experimentales provienen de modelos comerciales que han sido modificados y en casi la totalidad de los casos en que se han realizado diseños propios, se han utilizado componentes hobbystas.

Desde el ámbito académico no se destacan esfuerzos notables tendientes a formar un marco teórico para identificar elementos críticos en estas aeronaves de cara a permitir que robots de las escalas superiores puedan introducirse en forma segura en operaciones en espacios no restringidos. Uno de los primeros registros que se cuentan donde se trata de optimizar el diseño estructural y de la disposición de los actuadores para influir en el modelo dinámico es el trabajo de Pounds [6], donde se destacan las conclusiones sobre la ubicación del centro de masa respecto del plano de las hélices en relación a la estabilidad de la aeronave. Más cerca en el tiempo el mismo autor en [7] concluye con una lista de recomendaciones para el diseño de un cuatrirrotor con capacidad para carga útil superior a 1 Kg. y es el primero en mencionar la problemática de pérdida de respuesta dinámica en los propulsores al incrementar el diámetro de las hélices, con el consecuente problema para la estabilización del robot.

Ya en los últimos tres años comienzan a encontrarse algunas publicaciones relacionadas con métodos sistemáticos para el diseño de multirrotores. Ampatis en [8] aborda el problema de la selección de los componentes de propulsión para una carga dada, un número de rotores y un tiempo de duración. Combina estos parámetros en un programa con algoritmos de optimización y muestra la influencia de la carga útil y el número de rotores en el tamaño final de la aeronave. En una dirección similar Magnussen en [9] presenta un método de optimización para la selección de componentes comercialmente disponibles utilizando el método de programación mixed-integer. Recientemente Bershadsky en [10] presenta otro algoritmo para optimización de componentes incluyendo además de los propulsores, los controladores electrónicos de velocidad y las tecnologías de baterías.

[1] R. Mahony, V. Kumar, and P. Corke  
"Multirotor Aerial Vehicles: Modeling, Estimation, and Control of Quadrotor"  
Robotics Automation Magazine, IEEE, vol. 19, no. 3, pp. 20–32, Sept 2012.

[2] Leishman, J.G.  
"Principles of Helicopter Aerodynamics", Cambridge University Press, New York, 2006.

[3] David Gaydou, Gonzalo Suarez, Claudio Paz, Gonzalo Perez Paina y Gastón Araguás,  
"Robot volador no tripulado QA3. Diseño y construcción de un cuatrirrotor para experimentación"  
VIII Jornadas Argentinas de Robótica (JAR), Bueno Aires, Argentina. Nov. 2014.

[4] <http://ardupilot.org/copter/docs/advanced-multicopter-design.html>

- [5] Farid Kendoul  
Survey of Advances in Guidance, Navigation, and Control of Unmanned Rotorcraft Systems  
Australian Research Centre for Aerospace Automation (ARCAA), 22-24 Boronia Road, Eagle Farm, 4009,  
Queensland, Australia and CSIRO ICT Centre, PO Box 883, Kenmore, Queensland, Australia
- [6] P Pounds, R Mahony, J Gresham, P Corke, JM Roberts  
Towards dynamically-favourable quad-rotor aerial robots  
Proceedings of the 2004 Australasian Conference on Robotics & Automation
- [7] Pounds, Paul, and Robert Mahony.  
"Design principles of large quadrotors for practical applications."  
Robotics and Automation, 2009. ICRA'09. IEEE International Conference on. IEEE, 2009.
- [8] Ampatis, Christos, and Evangelos Papadopoulos.  
"Parametric Design and Optimization of Multi-Rotor Aerial Vehicles."  
Applications of Mathematics and Informatics in Science and Engineering. Springer International Publishing, 2014.  
1-25.
- [9] Magnussen, Øyvind, Morten Ottestad, and Geir Hovland.  
"Multicopter Design Optimization and Validation."  
Modeling, Identification and Control 36.2 (2015): 67.
- [10] Bershadsky, Dmitry, Stephen Haviland, and Eric N. Johnson.  
"Electric Multirotor Propulsion System Sizing for Performance Prediction and Design Optimization."

#### Grado de Avance

Al presente el Centro de Investigaciones en Informática para la Ingeniería donde se ejecutaría el presente proyecto cuenta con más de cinco años de experiencia trabajando en torno a la tecnología de los VANTs. Durante este tiempo se ha evolucionado desde la puesta a punto de sistemas de control de actitud y sensorística inercial [1][2][4][5], pasando por construcción de diferentes plataformas [9][11] y ensayo de técnicas para obtener la pose en el marco de referencias fijo [3][6][7][8][10] hasta lograr en la actualidad incipientes resultados de vuelos completamente autónomos.

Se ha desarrollado un autopiloto que cuenta con computadora de a bordo para control de estabilidad mediante lazo rápido de control, integrando señales inerciales, barométricas y de sensores ultrasónicos mediante algoritmos de fusión. También puede recibir y procesar señales de gps y de los canales inalámbricos de comunicación con tierra; tiene capacidad para administrar la gestión de energía; y salidas estandarizadas para el manejo de controladores de potencia de los actuadores de los motores.

- [1] David Gaydou, Javier Redolfi y Agustín Henze.  
"Filtro complementario para estimación de actitud aplicado al controlador embebido de un cuatrirrotor"  
Congreso Argentino de Sistemas Embebidos, CASE2011. UTN-FRBA, Buenos Aires, Argentina.
- [2] G. Perez Paina, D. Gaydou, J. Redolfi, C. Paz, L. Canali.  
"Experimental comparison of Kalman and complementary filter for attitude estimation"  
Jornadas Argentinas de Informática, JAIO-2011. Argentine Symposium on Technology.
- [3] Araguas, G.; Paz, C.; Gaydou, D.; Perez Paina, G.,  
"Orientation estimation fusing a downward looking camera and inertial sensors for a hovering UAV"  
16th International Conference on Advanced Robotics (ICAR), pp.1-6, 25-29 Nov. 2013
- [4] Claudio Paz, Gabriel Infante, Jeremías Báez Carballo, Federico Díaz Báez, Cristian David Cavenio.  
"Implementación de un Filtro Extendido de Kalman para la Estimación de la Orientación de un UAV utilizando el estándar CMSIS"  
V Congreso de Microelectrónica Aplicada. UEA2014. Instituto Universitario Aeronáutico. Córdoba, Argentina.
- [5] Claudio Paz, Gastón Araguás, Gonzalo Perez Paina, Julio Hugo Toloza  
"Algoritmo de paralelización para la estimación en tiempo real del ángulo de guiñada de un UAV"  
IEEE Biennial Congress of Argentina. ARGENCON2014, San Carlos de Bariloche, Río Negro, Argentina.
- [6] Claudio Paz, Sergio Nesmachnow, Julio Hugo Toloza  
"A Parallel Multilevel Data Decomposition Algorithm for Orientation Estimation of Unmanned Aerial Vehicles"  
Latin American High Performance Computing Conference, CARLA2014, Valparaiso, Chile
- [7] Gaston Araguas, Claudio Paz, David Gaydou, and Gonzalo Perez Paina  
"Quaternion based orientation estimation fusing a camera and inertial sensors for a hovering UAV"  
Journal of Intelligent & Robotic Systems, Sep. 2014. ISSN: 1573-0409. DOI: 10.1007/s10846-014-0092-z
- [8] Claudio Paz, Gonzalo Perez Paina, Gabriel Infante, Cristian Cavenio, y Gastón Araguas,  
"Fusión Sensorial para la Estimación de la Orientación y la Altura de un UAV Utilizando un EKF",  
VIII Jornadas Argentinas de Robótica (JAR), Buenos Aires, Argentina. Nov. 2014.

[9] David Gaydou, Gonzalo Suarez, Claudio Paz, Gonzalo Perez Paina y Gastón Araguás, "Robot volador no tripulado QA3. Diseño y construcción de un cuatrirrotor para experimentación" VIII Jornadas Argentinas de Robótica (JAR), Bueno Aires, Argentina. Nov. 2014.

[10] Gastón Araguás, Claudio Paz, Gonzalo F. Perez Paina and Luis Rafael Canali "Visual homography-based pose estimation of a quadrotor using spectral features" 2nd Latin-American Congress on Computational Intelligence (LA-CCI) 2015

[11] Proyecto PID "Quadrotor Autónomo de Arquitectura Abierta QA3". U.T.N. PID 1484. Homologado por disposición SCTyP-UTN N°220/11. 05/2011 al 05/2013 Director: Ing. David Gaydou.

### Objetivos de la investigación

Encontrar la distribución óptima de los componentes del robot maximizando la autonomía y la carga útil a la vez que se garantiza

las especificaciones de comportamiento dinámico y control.

Lograr un diseño mecánico modular con alto grado de simetría y reducido conjunto de piezas elementales que permita fácilmente escalar los modelos tanto en dimensiones físicas como en número de rotores; siguiendo una ley definida de escalado en prestaciones y comportamiento dinámico.

Diseñar el conjunto sistema de propulsión, control electrónico de motores y baterías para maximizar la autonomía.

### Descripción de la metodología

Diseño de un modelo de estructura para multirrotor utilizando varillas de fibra de carbono y conectores en formato modular; de modo que se pueda generar una geometría con alta simetría basada en la menor diversidad de piezas posible; que además permita ajustar el centro de gravedad por medio de un mecanismo simple para modificar la posición del contenedor de la carga útil, la aviónica y las baterías.

En esta instancia se diseñará el módulo contenedor definiendo medidas estándares y los sistemas de amortiguamiento-sujeción con los bastidores.

Construcción y ensayo del autopiloto, se fabrican varias placas del autopiloto, y se ensayan todas las funcionalidades en forma individual; procurando formar un conjunto de programas simples test-case para la verificación del funcionamiento de todos los periféricos como así también de los algoritmos embebidos en el firmware.

Diseño y construcción de un banco de ensayo para propulsores (conjunto hélice/motor) capaz de ajustar con precisión la velocidad de rotación, medir el empuje generado, el torque, la tensión de alimentación, la corriente consumida y la temperatura del motor.

Diseño y ensayo de hélices para maximizar el rendimiento energético. Se seleccionan perfiles naca con alto coeficiente de sustentación y se escribe un script para definir la relación cuerda/radio y twist del elemento. Los resultados se validan experimentalmente en banco de ensayo. Se itera sobre este proceso procurando alcanzar un rendimiento de 20 gramos por vatio.

Refuncionalización de fresadora Colimbus cartesiana, agregando un cuarto eje y sustituyendo el software original por LinuxCNC; esto con el objeto de poder maquinar los perfiles aerodinámicos de las hélices diseñadas.

Escritura de scripts para generación de códigos G para el contorno de perfiles de hélices.

Diseño y construcción de motores de alto torque para accionamiento directo de las hélices con alta capacidad de manejo de cargas axiales y sistema de sujeción de hélices robusto e integrado.

La organización del trabajo colectivo se hará según el siguiente esquema: a partir de los objetivos formulados se definen el conjunto de tareas a realizar, se las agrupa por categorías y se asigna un equipo de personas a su ejecución. Estos grupos concertan las condiciones de las interfaces entre los bloques que desarrollan cada uno como así también los tiempos para alcanzar objetivos intermedios y finales coordinados. En todos los casos las problemáticas de cada tarea se encaran empezando por la búsqueda bibliográfica y el estudio teórico, para luego proponer una hipótesis de trabajo y un diseño experimental apropiado y concertado con los miembros del proyecto.

## 12. Contribuciones del Proyecto

### Contribuciones al avance científico, tecnológico, transferencia al medio

El presente proyecto pretende aportar un marco formal para el diseño de multirrotos que permita establecer los parámetros de diseño no sólo en función de de la carga útil y la autonomía; sino que también permita incluir el desempeño dinámico deseado.

Tecnológicamente se pretende elevar un nivel la madurez de esta tecnología, incluyendo el diseño de los componentes básicos como motores y hélices ajustados a las características óptimas de la aeronave abandonando la tecnología que provee el mercado del hobby y pensando en aplicaciones formales de uso civil en el ámbito industrial y comercial.

Al momento se han entablado conversaciones con los responsables del Centro de Investigación y Transferencia en

Ingeniería Química Ambiental (CIQA), para evaluar la posibilidad de proveer un multirrotor con capacidad de carga útil de 5 kg. destinado a la inspección aérea de instalaciones industriales para la búsqueda de fugas de hidrocarburos.

### Contribuciones a la formación de Recursos Humanos

El desarrollo del proyecto propuesto implica la conformación de un grupo de trabajo integrado por estudiantes doctorales, graduados con vistas a iniciar sus estudios doctorales y alumnos de grado. La interacción entre los miembros con diferente grado de avance en su formación académica permite que aquellos en estadios inferiores se enriquezcan con la experiencia y el conocimiento de los avanzados. Además todo el conjunto ejercita las prácticas de coordinación y trabajo en equipo.

### 13. Cronograma de Actividades

Año	Actividad	Inicio	Duración	Fin
1	Construcción de driver para motores de paso de cuatro salidas para fresadora	01/01/2017	6 meses	30/06/2017
1	Diseño, construcción y ensayo de cojinetes axiales para motores brushless	01/01/2017	6 meses	30/06/2017
1	Diseño, construcción y ensayo de estatores para motores brushless	01/01/2017	6 meses	30/06/2017
1	Instalación y configuración de LinuxCNC para control de fresadora	01/01/2017	6 meses	30/06/2017
1	Diseño de algoritmos y codificación para contorno de perfiles aerodinámicos	31/05/2017	6 meses	29/11/2017
1	Diseño y construcción de banco de ensayos para propulsores	30/06/2017	6 meses	29/12/2017
1	Construcción del autopiloto.	30/06/2017	6 meses	29/12/2017
2	Ensayo del autopiloto. Escritura de programas de test-case.	01/01/2018	6 meses	30/06/2018
2	Ensayos de propulsores. Optimización del conjunto.	01/01/2018	6 meses	30/06/2018
2	Estudio de geometrías estructurales y su impacto en la sensibilidad de los parámetros dinámicos	01/01/2018	6 meses	30/06/2018
2	Iteración sobre las instancias de diseño y construcción para corregir discrepancias.	01/07/2018	6 meses	31/12/2018
2	Construcción de cuatrirrotor, hexarrotor y octarrotor en dos escalas. Validación de los resultados teóricos.	01/07/2018	6 meses	31/12/2018
2	Difusión de los resultados	01/07/2018	6 meses	31/12/2018

### 14. Conexión del grupo de Trabajo con otros grupos de investigación en los últimos cinco años

Grupo Vinc.	Apellido	Nombre	Cargo	Institución	Ciudad	Objetivos	Descripción
Intelligent and Mobile Robotics	Kulich	Miroslav	INVESTIGADOR FORMADO	Universidad Técnica de Praga	Praga, República Checa	Desarrollo en cooperación de un sistema multi-robot.	Proyecto de cooperación MINCyT ARC/13/13 - MEYS7AMB14AR015. Nombre del proyecto: Sistemas autónomos multi-robots. Instituciones participantes: UTN, UBA, CVUT.
MITech	Klette	Reinhard	INVESTIGADOR FORMADO	Universidad de Auckland	Auckland, Nueva Zelanda	Cooperación en proyecto de SLAM visual para UAV.	Implementación de SLAM visual con UKF.