



# El uso de *drones* en exploración y producción de petróleo y gas

Por el **Equipo de Tecnología Informática para E&P** de Petrobras Argentina

Desde 2013, la empresa se volcó al uso de esta tecnología, con el fin de relevar áreas de forma más dinámica que lo permitido por los atlas virtuales conocidos, y a menores costos que la compra de información satelital. En la actualidad, lo utilizan en Cuenca Neuquina para auditorías de seguridad, relevamientos de superficarios, relevamiento topográfico, y de traza de gasoductos, entre muchos otros usos.

¿Qué es un *drone*? *Drone* (o dron, en español) es el término genérico con que se denomina a un dispositivo volador sin piloto, reutilizable, capaz de despegar y aterrizar por sí solo y controlado desde tierra. El término correcto es UAV (*Unmanned Aerial Vehicle*), o VANT (Vehículo Aéreo No Tripulado, en español). Si bien están controlados desde tierra, los *drones* están preparados para ejecutar un programa o misión, el cual puede ser cambiado en vuelo desde una estación terrena (GCS, *Ground Control System*). Petrobras ha tomado desde hace tiempo la decisión de incorporar esta tecnología y aprovecharla para su actividad diaria de exploración y producción de hidrocarburos.

## Plataformas

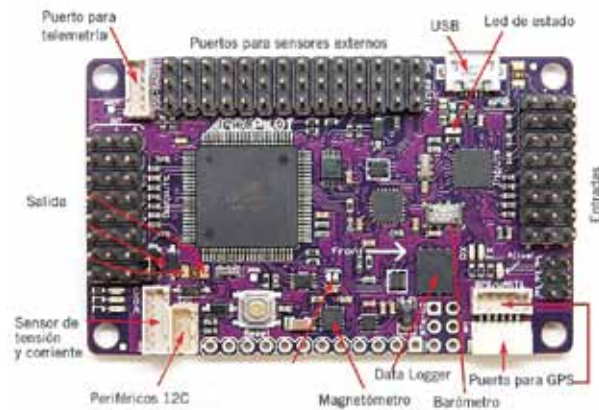
Actualmente, las plataformas más comunes para la implementación de *drones* para uso civil son los aviones y los multicópteros. En Petrobras se eligió, por cuestiones que se

detallarán más adelante, el formato de avión, con tamaños que pueden ir desde 1,5 metros a 6 u 8 metros de envergadura, y que pueden dividirse en eléctricos o con motor a explosión.

## Elementos que componen el *drone*

Para que un drone pueda comportarse como tal, los sistemas mínimos que debe tener son los siguientes:

- **Placa controladora:** consiste en una placa con un microcontrolador que contiene las instrucciones que debe seguir el *drone* para cumplir la misión una vez que es pasado de modo manual a autónomo. Esta placa está instalada a bordo del *drone* y a ella van conectados los diferentes sensores externos, como el gps, el sensor de tensión/corriente, el sistema de telemetría y los canales de radio provenientes de la radio y hacia los servos de control que permiten comandar el *drone*. Otros sensores, como el magnetómetro, barómetro, acelerómetro, etcétera, ya se encuentran incorporados en la placa controladora.



Placa controladora.

- **Sistema GPS:** un sistema GPS autónomo en miniatura, generalmente de no más de 20 x 20 mm que puede ubicar la posición, la altura y la velocidad del vehículo y transmitir los datos en forma serial (generalmente en protocolo NMEA) a un puerto del controlador.
- **Barómetro digital:** un sensor barométrico de estado sólido que se utiliza como altímetro (normalmente incluido en la placa controladora).
- **Sensor de tensión y corriente:** un sistema que mide la tensión de la batería, tanto en los motores como en los sistemas electrónicos. Mide además la corriente que circula en cada momento desde que se lo conectó, lo cual le sirve al microcontrolador para estimar cuanto energía le queda al sistema.
- **Sensor de velocidad de aire o tubo pitot:** es un sensor diferencial de presión que sirve para calcular la velocidad del avión (los multicopteros no lo suelen tener). Es de destacar que la velocidad (en este caso relativa), así como la altura, se calculan también a través de los datos del GPS, pero estos sistemas no son precisos y solo se utilizan en los casos de multicopteros o cuando no se cuenta con tubo *pitot*.
- **Sistema de telemetría:** consiste en un sistema de

transmisión de datos bidireccional, generalmente por radio, el cual sirve, por un lado, para transmitir a tierra los datos de posición, altura, velocidad, estado de la batería, que parte de la misión se completó, etcétera. Y por el otro, para que el operador, si es necesario, establezca los cambios que se requieran al programa de vuelo, abortar la misión, pasar el *drone* a manual, etcétera.

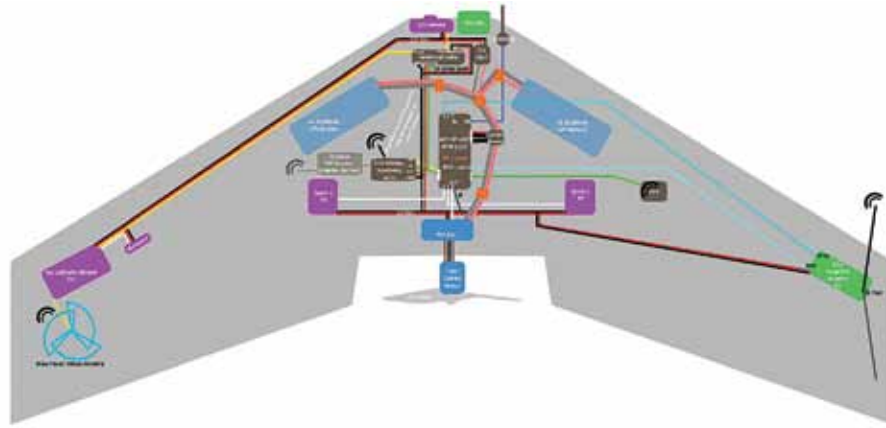
## Sistemas complementarios

Los sistemas complementarios son aquellos que hacen al tipo de tarea para la que fue desarrollado el *drone* y son independientes de los sistemas necesarios para su vuelo autónomo. A continuación veamos algunos de los más comunes.

- **Cámara fotográfica:** consiste en una cámara digital de buena resolución, que tiene implementado un disparador electrónico que se conecta a la placa controladora. De esa forma el programa puede sacar las fotografías basadas en la ubicación que solicitó el operador a través del programa de la misión. En el caso de grandes áreas, el sistema sacará varias fotografías, parcialmente solapadas, las cuales después se utilizarán para construir una foto mayor, denominada *ortofoto*.
- **Cámara NIR (Near Infrared):** es una cámara fotográfica preparada para captar longitudes de onda cercanas al infrarrojo. Se utiliza mayormente en la industria agropecuaria. Con las fotos infrarrojas de los cultivos se puede determinar de manera instantánea qué parte está creciendo bien, qué parte no, donde se necesita abono, etcétera.
- **Cámara térmica:** es una cámara especial que permite detectar patrones de calor. Según la sensibilidad del equipamiento, se puede utilizar para detectar personal, vehículos, incendios, fallas térmicas (sobrecalentamientos), etcétera.
- **Cámaras de video:** existen gran cantidad de sistemas de grabación de video de gran resolución. Las aplicaciones son innumerables: eventos, seguridad, inspección auditoría, etcétera.
- **Sistema de transmisión de video en tiempo real:** es un sistema similar al de telemetría pero con mayor ancho de banda, que permite transmitir en tiempo real el video de la cámara que está en el vehículo al operador de tierra, el cual puede usar esa información para tomar decisiones sin necesidad de esperar a que el *drone* regrese.

## Estación de Tierra-Ground Control System (GCS)

Tanto la programación como el control de la misión se hacen con una aplicación que suele correr en computadoras o tablets (también en celulares, pero no es muy práctico). A ese equipo se le conecta el módulo correspondiente de telemetría para que pueda establecer contacto con el *drone*, pasarle la información de la misión así como recibir y mostrar la información del vuelo en una especie de "google earth" donde aparece la posición del *drone* en cada



Ejemplo de cómo van instalados los componentes en el *drone*.

momento, la trayectoria planeada y la que falta ejecutar. También se muestran los parámetros de vuelo medidos, como altura, velocidad, batería y tiempo de la misión.

## Captura y posprocesamiento de la información

Cuando se usa una cámara fotográfica para relevar áreas, generalmente, se utiliza un avión. El controlador del avión lleva, como parte de su misión, el área a relevar. En función de la altura, el área a cubrir y la calidad de fotografía que se defina, el sistema calcula cuántas fotos tiene que sacar para que se cubra el área requerida.

Una vez iniciada la misión y habiendo llegado al punto geográfico requerido, el *drone* comienza a recorrer el área y a sacar las fotos secuencialmente, asegura así una superposición que generalmente está en el orden del 70%, para que después, en el posprocesamiento, se puedan unir con la calidad adecuada.

Cada fotografía está georeferenciada en latitud, longitud y altura. Esta información se guarda en las mismas fotografías como metadato o en un archivo de referencia separado en la eeprom del controlador.

Una vez cumplida la misión, se descargan las fotos de la cámara y el archivo de la georeferenciación y se corre un programa de posprocesamiento, que se encarga de unir las fotos para generar la foto del área requerida (denominada ortofoto). Además se encarga de efectuar un proceso de generación de nube de puntos, donde se le asigna a cada pixel (o grupo de pixeles, según la resolución) una coorde-

nada X, Y, Z, así se pueden llegar a definir superficies en 3d con una calidad razonable y en una escala real. Por ejemplo, si se recorre una batería, dará no solo la posición y tamaño de los tanques, sino también su altura. Si se recorre un terreno con accidentes geográficos, dará una superficie en tres dimensiones donde se podrán apreciar y medir las características del terreno.

## La experiencia en Petrobras

En 2013, en Petrobras comenzamos a trabajar en proyectos de I+D, a fin de evaluar tecnologías para relevar áreas de forma más dinámica, dado que la información que aparece en el atlas virtual Google Earth no está suficientemente actualizada y no tiene la precisión que nosotros pretendemos. Por otro lado, si bien la compra de información satelital resuelve el tema de la resolución, tiene como contrapartida la actualización y el alto costo de adquisición.

Comenzamos con la evaluación de un servicio satelital que provee información por demanda con la resolución y la periodicidad mejor que la requerida, pero con un costo considerable acorde a la calidad del servicio ofrecido, lo que lo hace excelente para trabajos puntuales, pero económicamente inviable para tareas periódicas.

Entonces, decidimos analizar si las tecnologías de *drones*, cada vez más populares para investigar, podían tener alguna aplicación en el área de E&P. Por un lado, analizamos la posibilidad de desarrollar uno propio y, por otro, la posibilidad de comprar uno funcionando.

Analizamos también las distancias por cubrir, teniendo en cuenta que a mayor distancia por recorrer, mayor es la autonomía requerida y mayor el peso del combustible/baterías, por lo tanto, mayor el tamaño del vehículo. Otro aspecto que se debe tener en cuenta es que a medida que crece el tamaño y, por lo tanto, el peso, aumenta el riesgo de daños y accidentes en caso de que el *drone* falle y se precipite a tierra.

Además, no queríamos desarrollar un sector especializado para volar el *drone*, buscábamos algo que fuese lo suficientemente simple para que cualquiera con una capacitación adecuada pueda volarlo con el máximo nivel de confiabilidad.



Finalmente decidimos acotar el alcance a una primera etapa para probar la tecnología y reunir experiencia en las posibles aplicaciones de estos dispositivos. De manera que compramos un pequeño *drone* en forma de avión denominado "eBee", de la firma Suiza Sense Fly, la cual tenía liberado un exitoso producto para consumidores llamado A.R. Drone.

El "eBee" consiste en un "ala volante" cuyas alas se desmontan del fuselaje para facilitar el transporte. Está construido en espuma de polipropileno expandido o EPP. A primera vista puede ser confundido con poliestireno expandido pero la espuma de polipropileno es muchísimo más flexible y resistente que el poliestireno, independientemente de su densidad.

Al ser una ala volante, el "eBee" no tiene ni elevador ni timón de dirección, solo tiene alerones en las alas, los que usa como elevadores subiendo o bajando ambos planos al mismo tiempo para elevarse o descender o alternados para virar a izquierda o derecha.

Está propulsado por un pequeño motor *brushless* y alimentado por una batería de 2200 ma, que le da una autonomía de entre 20 y 50 minutos, dependiendo de las condiciones del viento. Además tiene una cámara Canon automática de 16 megapíxeles con disparador conectado a la controladora, gps y tubo pitot.

Todo el conjunto pesa unos 700 g, lo que minimiza el riesgo de daños a terceros ante una eventual caída, un punto fundamental para nosotros a la hora de decidir.



Puede volar con una velocidad de viento de hasta 30 km/h si bien para la zona de la Cuenca Neuquina, que es donde lo utilizamos, está un poco limitado, la relación de compromiso entre el peso y la autonomía nos pareció correcta.

Tiene un *software* de estación de tierra llamado *Emotion*, con el que se programa la misión desde un entorno gráfico y se puede transmitir la misma al avión tanto por cable USB como en forma inalámbrica a través del sistema de telemetría. Como parte de la misión, se le debe pasar como parámetro una dirección de inicio donde haya un espacio abierto para despegar y otra para aterrizar.

Una vez transmitida la misión, se lleva el "eBee" al punto de partida, se conecta la batería, se espera que el avión termine las comprobaciones pre-vuelo, ubique la posición geográfica de inicio y encienda una luz de "todo listo". Esto puede llevar alrededor de cinco minutos. Una vez enciende la luz de "todo listo", se sacude el avión tres veces, y se enciende el motor, luego se lo suelta hacia la dirección prevista y el avión despegará por sí solo y se dirigirá al primer *waypoint* definido en la misión.

Es probable que en este punto el avión ya se haya perdido de vista y solo se lo pueda seguir a través de la PC con el *software* de estación de tierra, donde irá apareciendo la información de la misión.

Luego de finalizada la misión, el "eBee" regresará al punto definido para el aterrizaje y efectuará la maniobra en forma totalmente automática.



para relevar la planta y actualizar la información superpuesta a la provista por *Google Earth*.

### Relevamiento de yacimientos

Se ha utilizado el *drone* para efectuar vuelos sobre una superficie de unos 40 km<sup>2</sup> donde se relevaron las instalaciones de superficie, caminos y trazas de ductos contenidos en este área.

Para cubrir esa superficie hubo que realizar unos 13 vuelos de unos 35 minutos cada uno a unos 480 m de altura, con lo que se consiguió una resolución de 15 cm/pixel.

### Relevamiento topográfico

De forma natural y con el paso del tiempo, los ríos pueden modificar lentamente su trayecto. Con el fin de evaluar nuevas trazas y proteger el medio ambiente, realizamos un relevamiento de un río para realizar un análisis topográfico y determinar acciones sobre los pozos de gas existentes en la zona.

## Relevamiento de instalaciones ante imposibilidad de acceso

El año pasado hemos tenido varias situaciones que impedían el acceso del personal a nuestras plantas. Hemos utilizado el *drone* para tener información visual del funcionamiento de la planta en busca de posibles anomalías y tomar la decisión de parar o no la misma en forma remota, a través de nuestro sistema de telesupervisión.

### Informes de auditoría de seguridad

Durante una auditoría se requirió una visualización aérea de las instalaciones de un área de Río Neuquén, para lo cual intentaron buscar la zona en *Google Earth*. La información existente de esa área era de hace aproximadamente ocho años, por lo que se encontraron con que la planta aún no figuraba en esas coordenadas. Se utilizó el *drone*



### Apoyo en proyectos de Ingeniería Civil

Actualmente, se están utilizando los datos de los relevamientos topográficos del *drone* para diseñar la traza de ductos y hacer los estudios de movimiento de suelo a fin de minimizar el movimiento de tierras, protegiendo así el medio ambiente..

### Aspectos de seguridad

A pesar de que en el país (y en gran parte del mundo) no existe legislación respecto del uso de *drones* por parte de la población civil, en Petrobras estamos siguiendo las iniciativas al respecto para estar alineados lo antes posible a las legislaciones que, de forma inminente, aparecerán al respecto.

Para esto nos pusimos en contacto con la ANAC (Administración Nacional de Aviación Civil) que sabíamos que en ese momento estaban confeccionando un primer reglamento del uso de dispositivos autónomos de vuelo, para consultarles sobre el alcance que tendría este documento.

En conversación con uno de sus funcionarios, nos comentaron que dado que había que empezar la reglamentación por algún lado, ellos estaban haciendo hincapié en dos cuestiones fundamentales por varias situaciones que se daban en forma frecuentes:

- El vuelo en espacio cercano a aeródromos y aeropuertos.
- El vuelo en zonas densamente pobladas (sobre todo en eventos deportivos).

Otro aspecto importante es que la reglamentación iba a aplicar a dispositivos voladores de más de 10 kg. El reglamento fue presentado en febrero

de 2015 y durante 30 días se recibirían consultas y observaciones al respecto. Luego se terminaría el análisis y su posterior publicación.

### Reglamentación

El documento (Resolución ANAC N° 41/2015) puede descargarse desde el sitio de la ANAC ([www.anac.gov.ar](http://www.anac.gov.ar)), pero en lo concerniente a nuestra preocupación, al menos por el momento, la reglamentación en la que se está trabajando no aplicaría. Quedará por verse las nuevas normas que se generen al respecto y estar atentos a ellas para alinearnos de manera adecuada. ■

