

# BionicOpter

**FESTO**



**Inspiración:  
el vuelo de  
la libélula**

# Construcción ligera con cinemática inteligente



El vuelo de la libélula es único: puede maniobrar en cualquier dirección espacial, flotar en el aire y planear sin batir las alas. Con la habilidad de mover de forma independiente sus dos pares de alas, puede frenar bruscamente y girarse, acelerar a toda velocidad e incluso volar hacia atrás.

## **Volar como su modelo natural**

Con el BionicOpter, Festo ha adoptado técnicamente estas características tan complejas en un objeto volador ultraligero. Por primera vez, una maqueta cuenta con más opciones de vuelo que un helicóptero, un avión a motor y un planeador juntos.

Además de tener un control de la frecuencia de batido de las alas y de un giro de las alas individuales, cada una de las alas tiene un control de amplitud. La dirección y la fuerza del empuje pueden ajustarse de forma combinada en las cuatro alas, por lo que la libélula teledirigida puede tomar casi cualquier orientación de ubicación en el espacio. Con su cinemática inteligente, equilibra las variaciones de vuelo y garantiza un vuelo estable en interiores y exteriores.

## **Integración de funciones en el menor de los espacios**

Este comportamiento de vuelo único es posible por la estructura ligera de la libélula artificial y la integración de sus funciones: tanto los componentes como sensores, actuadores y mecánica como la tecnología de comunicación, control y regulación se montan en poco espacio y se coordinan perfectamente entre sí.

## **Sistema muy complejo fácil de utilizar**

Pese a todo, este sistema integrado puede hacerse funcionar fácil e intuitivamente por teléfono. El software y la electrónica regulan los movimientos de vuelo con frecuencia de batido, amplitud y torsión de las alas: el piloto solo tiene que dirigir la libélula en sí, y no coordinar los complejos procesos móviles.

## **Nuevos impulsos gracias a la biónica**

El BionicOpter ha surgido en el contexto de la Bionic Learning Network. En colaboración con centros de estudios superiores, institutos y empresas de desarrollo, Festo lleva años desarrollando y apoyando proyectos y prototipos cuyos principios básicos técnicos derivan de la naturaleza.



**Inspiración en la naturaleza:** el complejo sistema de vuelo de la libélula...



...reproducido técnicamente por primera vez en el BionicOpter de Festo



**Es fascinante:** al igual que su modelo en la naturaleza, la libélula artificial puede volar en todas las direcciones

La eficiencia energética o la construcción ligera, la integración de funciones o la capacidad para aprender y comunicarse: en el transcurso de la evolución, la naturaleza ha desarrollado las más diversas estrategias de optimización para adaptarse a su entorno; estrategias que pueden transferirse a la técnica.

Tras descifrar el vuelo de los pájaros con el SmartBird, los desarrolladores se enfrentaron a su siguiente gran reto: la emulación técnica de la libélula, con todavía más funciones y aún menos peso.

#### **Todas las piezas de construcción ligera**

Con una envergadura de 63 cm y una longitud corporal de 44 cm, la libélula artificial pesa solamente 175 gramos. La estructura de las alas se compone de un bastidor de fibra de carbono y un delgado revestimiento de lámina. La estructura es de poliamida y terpolímero elásticos. Esto hace que todo el sistema sea flexible, ultraligero y, pese a todo, sólido. En el pequeño cesto del pecho se encuentra la batería, nueve servomotores y un potente microcontrolador ARM, también confinados en el menor espacio, como los sensores y módulos de radiocontrol.

#### **Comportamiento de vuelo dinámico en todas las direcciones**

Salir y detenerse, hacia delante, hacia atrás y de lado: con la estructura de su batida de alas, el BionicOpter puede volar en todas las direcciones y elevarse en recto desde su lugar como un helicóptero. Sin embargo, y a diferencia de un helicóptero, la libélula de autoarranque no debe inclinarse hacia adelante para impulsarse a la vez en esa dirección. Puede volar también en horizontal y deslizarse como un planeador.

#### **Control y regulación a bordo**

Todas estas maniobras pueden controlarse simplemente a través del teléfono inteligente. El mando a distancia transmite únicamente las señales sobre la dirección a la que debe moverse el objeto y con qué velocidad. Es el microcontrolador el que calcula todos los parámetros configurables en la mecánica según los datos de vuelo recibidos y las indicaciones del piloto.

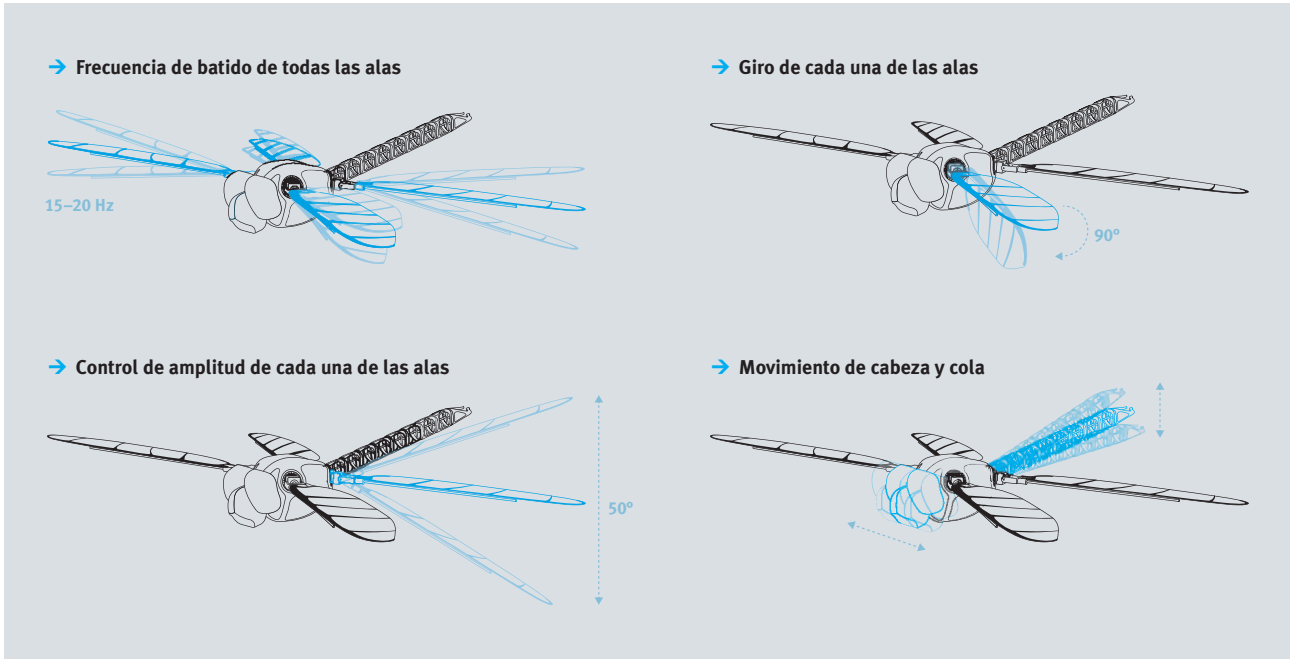
Con estos parámetros, el procesador controla los nueve servomotores, para ejecutar los movimientos por medio de la frecuencia de batido, el sistema de torsión y el control de amplitud.



**Libertad de movimiento:** incluso las maniobras de vuelo más costosas...



...se controlan de forma sencilla e intuitiva



**Control individual:** con los nueve grados de libertad de las alas, cada una puede ajustarse y moverse de forma diferenciada

**13 grados de libertad de movimiento: maniobras únicas**

El motor de la parte de abajo de la carcasa asume el impulso de la frecuencia de batido total de las cuatro alas, regulables entre 15 y 20 Hz (primer grado de libertad).

Como en las libélulas de verdad, las alas del BionicOpter se agitan de horizontal a vertical. Para hacerlo posible, cada una de las cuatro alas están controladas individualmente por un servomotor y giran hasta 90 grados (grados de libertad 2, 3, 4 y 5).

Cuatro motores de las articulaciones de las alas controlan las amplitudes. Gracias al desplazamiento lineal de la raíz de las alas, la mecánica integrada de la manivela se regula de forma continua de tal forma que la inclinación varíe entre los 80 grados aprox. y los 130 (grados de libertad 6, 7, 8 y 9).

La torsión de las alas determina la dirección de empuje. Con el control de amplitud puede regularse la fuerza del empuje. Combinando estos elementos, la libélula puede elevarse en su sitio, maniobrar hacia atrás y pasar del vuelo en suspensión a ir hacia adelante de forma continua.

También hay cuatro grados de libertad más en la cabeza y la cola. Para hacerlos posibles, en el cuerpo de la libélula se han integrado cuatro músculos eléctricos de nitinol. Las llamadas aleaciones con memoria de forma (SMA) se contraen con el calor y vuelven a ensancharse cuando se enfrían. Con la alimentación eléctrica se logran unos actuadores tan ligeros que la cabeza se mueve en horizontal y la cola en vertical (grados de libertad 10, 11, 12 y 13).

**Seguridad de procesos con Condition Monitoring**

Para estabilizar el objeto volador, durante el vuelo se registran en tiempo real y de forma permanente los datos de posición y giro. Con ayuda de los sensores inerciales se miden la aceleración y el ángulo de inclinación del BionicOpter en el espacio. Los sensores integrados de ubicación y aceleración detectan la velocidad y la dirección del vuelo de la libélula.

Para objetos voladores biónicos o para el día a día de la industria: el principio del diagnóstico permanente es para Festo garantía de seguridad de funcionamiento y estabilidad de los procesos.



**Funcionamiento seguro:** estabilidad por la recabación de datos continua ...



... y diagnóstico en tiempo real



**Combinación inteligente:** la interacción de tecnologías de medición y control permiten que el objeto se ubique en casi cualquier lugar

Como proveedor internacional de tecnología de automatización neumática y eléctrica, las competencias clave de Festo se centran en diseñar entornos de producción y trabajo del futuro y en ofrecer a sus clientes soluciones innovadoras para sistemas de producción válidos para mañana y para pasado mañana.

**Productos inteligentes gracias al perfeccionamiento digital**

La conexión en red está en todas partes al imaginar la producción del futuro. El control centralizado de las plantas seguirá evolucionando y a la vez se irán implantando opciones de autoorganización descentralizada.

Algunas de las tareas que todavía hoy son cosa del ordenador central, las asumirán componentes en el futuro. El propio elemento determinará por sí mismo qué servicio le exige la instalación de la planta. A través de este perfeccionamiento digital contaremos progresivamente con productos inteligentes que asistirán de forma activa al proceso de producción, gracias al aumento de funcionalidades en el menor de los espacios: desde el suministro energético independiente hasta el Condition Monitoring.

**Modelo biónico altamente integrado**

Con BionicOpter Festo da vida a estos aspectos de la integración de funciones y la miniaturización. Además, la libélula teledirigida es muestra de una comunicación sin cables en tiempo real, del intercambio permanente de información, de la conjunción de valoraciones de diferentes sensores y de la detección de sucesos complejos y estados críticos. Un enfoque en esta línea lo ofrece ya actualmente el sistema de Integrated Automation de Festo, basado en la plataforma de automatización CPX.

El terminal eléctrico CPX para terminales de válvulas ofrece ya hoy mucho más que una mera conexión entre el campo y el mando. Es capaz de establecer diagnósticos y puede asumir tareas del Condition Monitoring. Con cada uno de sus módulos vincula el control de los cilindros neumáticos a través de los terminales de válvulas modulares MPA y VTSA con los controladores de movimiento para el impulso eléctrico. Además, integra funciones de seguridad que permiten acceder a valores de diagnóstico, localizar errores rápidamente y reemplazar los módulos afectados.



**Construcción ultraligera:** peso propio mínimo ...



... pese a la gran variedad de componentes y funciones



#### Datos técnicos

- Frecuencia de batido de alas: Entre 15 y 20 Hz
- Envergadura: 63 cm
- Longitud del cuerpo: 44 cm
- Peso: 175 g
- Grados de libertad: 13
  
- Procesador: Microcontrolador ARM
- Motor: 1 rotor exterior sin escobillas
- Control de las alas: 8 servomotores
- Actuadores de cabeza y cola: 4 aleaciones con memoria de forma (SMA)
- Sensores: De inercia, aceleración y ubicación
  
- Batería: 2 celdas Li.Po 7,6 voltios
- Módulo de radio: Spektrum 2,4 GHz
- Control remoto: Teléfono inteligente o transmisor digital de Spektrum
  
- Materiales utilizados:

  - Estructura de las alas: Varilla de fibra de carbono
  - Superficie de las alas: Membrana de poliéster
  - Carcasa y mecánica: Aluminio, poliamida (sinterizado) y terpolímero (ABS embutido)

#### Integrantes del proyecto

Iniciador del proyecto: Dr. Wilfried Stoll, socio gerente, Festo Holding GmbH

Equipo del proyecto

Dirección del proyecto: Dr. en Ingeniería Heinrich Frontzek, Diseñador titulado Elias Knubben, Festo AG & Co. KG

Asesoramiento científico: Dra. en Ciencias Naturales Nina Gaißert, Festo AG & Co. KG

Concepción y fabricación: Rainer Mugrauer, Günter Mugrauer, Effekt-Technik GmbH, Schlaitdorf

Electrónica e integración: Ingeniera titulada Agalya Jebens, Ingeniero titulado Kristof Jebens, JNTec GbR, Gärtringen

Créditos:

Libélula disecada, p. 2, abajo a la izq.:

Staatliches Museum für Naturkunde Stuttgart crédito p. 2, arriba: Ingo Radziwill

#### Festo AG & Co. KG

Ruiter Strasse 82  
73734 Esslingen  
Alemania  
Tel. +49 (0) 711 347-0  
Fax +49 (0) 711 347-21 55  
cc@de.festo.com  
www.festo.com/bionica



→ Vídeo