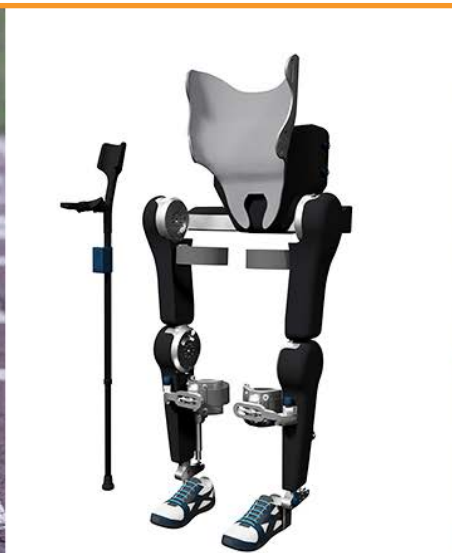


# Project MARCH construye exoesqueletos que facilitan la movilidad de personas con lesiones medulares



## Cliente:

Project MARCH  
(Países Bajos)

## Sector:

Médico y sanitario

## Objetivo:

Diseñar y construir un exoesqueleto motorizado con el objetivo final de ganar la competición.

## Solución:

Para la información de posición de las articulaciones: el encóder (angular) rotatorio absoluto AksIM-2™ y el encóder rotatorio absoluto en miniatura RM08 de RLS.

## Historial

A lo largo del mundo, entre 250.000 y 500.000 personas sufren lesiones medulares cada año. Generalmente, una lesión de médula espinal (LME) provoca parálisis en las piernas (paraplejía) o en todo el cuerpo (tetraplejía). Las personas con lesión medular, normalmente, necesitan una silla de ruedas para poder desplazarse.

Project MARCH es un proyecto multidisciplinar sin ánimo de lucro que lleva a cabo el equipo de alumnos de la Universidad Tecnológica de Delft en los Países Bajos. Su objetivo es desarrollar y construir prototipos de exoesqueletos para que pacientes con lesión medular puedan incorporarse y caminar.

El equipo también compite en la prueba deportiva cuatrienal de atletismo adaptado biónico, denominada 'Cybathlon', y un evento anual derivado más reducido denominado 'Cybathlon Experience'. El objetivo de estas competiciones internacionales es acelerar el desarrollo de prótesis humanas, sillas de ruedas avanzadas y tecnología de exoesqueletos, para mejorar la calidad de vida de las personas con alguna discapacidad física.

Martine Keulen, Asociación y RP para Project March, explica: "Cada año, un nuevo equipo multidisciplinar deja sus estudios durante un año para diseñar su propio prototipo de exoesqueleto. Para ello, contamos con la colaboración de un 'piloto': alguien que sufre una lesión medular completa (paraplejía), encargado de controlar el exoesqueleto. El piloto necesita silla de ruedas, pero, cuando se coloca en el exoesqueleto, pueden controlarlo para mantenerse en pie, caminar y afrontar otros tipos de obstáculos".

"Cybathlon es una competición de atletismo adaptado en la que los atletas utilizan dispositivos técnicos de asistencia. Los participantes compiten en un acontecimiento similar a una carrera de sillas de ruedas o una competición de control mental. Nosotros [Project MARCH] competimos en la carrera de exoesqueletos motorizados: una prueba de seis obstáculos en línea, uno tras otro, donde los participantes deben completarlos todos en el menor tiempo posible, por debajo de los 10 minutos".

Renishaw y RLS, empresa filial de Renishaw, han patrocinado a Project MARCH desde que se creó el equipo en 2015 y suministra encóderes magnéticos de RLS para obtener información de posición del motor de las articulaciones.



Exoesqueleto Project MARCH IVc y silla de ruedas convencional en la línea de salida

## Objetivo

Los exoesqueletos, diseñados para facilitar la movilidad de las personas, están en contacto directo con el cuerpo y su rendimiento depende de varios factores, por ejemplo, la estructura mecánica, los actuadores y dispositivos de información, y la interacción de la persona con la máquina.

Las leyes de control de un sistema de esta complejidad son difíciles de concebir. En este caso, se utiliza un sistema de circuito cerrado, compuesto por el piloto y el exoesqueleto, para el seguimiento de las trayectorias de referencia de las articulaciones generadas por el control. Inicialmente, Project MARCH experimentó con controles de constante proporcional integrada derivada (PID) estándar, explica Björn Minderman, técnico de sistemas integrados del equipo 2019-2020:

“Al empezar el año de nuestro proyecto, usábamos un control PID estándar para obtener la posición de las articulaciones. Con el paso del tiempo, comprobamos que no ofrecía los resultados que buscábamos. Por tanto, nuestros técnicos de control decidieron cambiar a un control de par de fuerza. El inconveniente del control es que, por cada tipo de paso o movimiento, es necesario cambiar el ajuste del control PID. Por ejemplo: para subir escaleras, hay que generar mucho par, por consiguiente, es necesario un control rígido del servocontrol y un valor P [proporcional] alto. Sin embargo, cuando está sentado en un sofá, un valor P alto de control provoca un sistema inestable. Esto supone un reto considerable”.

El piloto del exoesqueleto debe preseleccionar el tipo de movimiento necesario para cada tarea mediante una interfaz de máquina-operario (HMI) integrada en una muleta. Estos patrones de movimiento se programan por separado de la máquina (por los técnicos de movimiento del equipo) y se ajustan a medida para cada obstáculo.

Es necesario un control preciso del ángulo de la articulación para garantizar la estabilidad y seguridad del piloto, que se obtiene mediante la información de posición de los encóderes rotatorios de alta calidad.

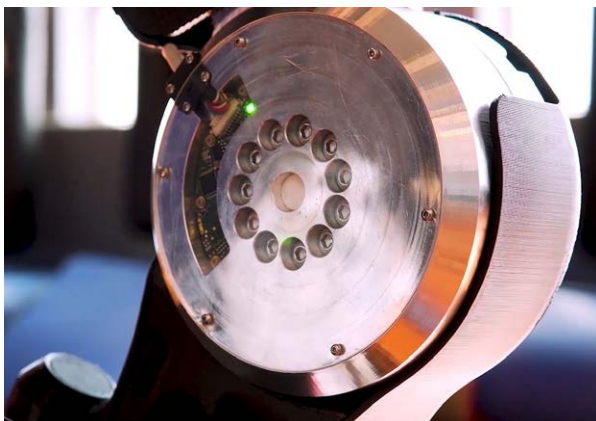
“Otro de los retos es que, al realizar la medición cerca de motores, se produjeran interferencias eléctricas. Los motores empleados en nuestro exoesqueleto generan fuertes campos magnéticos muy próximos a los circuitos electrónicos. Por lo tanto, si hay cables próximos, pueden producirse interferencias en las señales. Transferir los datos de forma fiable y sin pérdidas entre un encóder y la CPU, es una tarea complicada”, añade el Sr. Minderman.

## Solución

En agosto de 2020, el equipo presentó su último exoesqueleto, el ‘MARCH IVc’, equipado con articulaciones en las caderas y las rodillas, y cuatro juntas lineales (juntas lineales-rotatorias) en las caderas y los tobillos. Esta combinación de articulaciones motorizadas imita el aparato locomotor humano y proporciona grados adicionales de libertad, por lo que es posible implantar movimientos más avanzados.

El Sr. Minderman resalta la importancia de los encóderes de posición en este sistema:

“Nuestro exoesqueleto tiene ocho articulaciones. Una en cada tobillo, una en cada rodilla y dos en cada una de las caderas. Además, cada articulación utiliza dos encóderes. De este modo, el motor de la articulación gira y, a través de una marcha reductora, el giro del motor se transfiere al ángulo de la articulación.



Articulación de rodilla del exoesqueleto 'MARCH' IVc con el encóder absoluto AksIM-2 de RLS integrado, para obtener información de posición de alta resolución (17 bits) de las articulaciones rotatorias

Utilizamos encóderes absolutos para medir directamente el ángulo de las articulaciones, por lo que siempre conocemos la posición de inicio sin necesidad de ejecutar una secuencia de calibración. Es imprescindible asegurar que cada articulación se encuentra en la posición correcta y sigue la trayectoria diseñada por nuestros técnicos de movimiento”.

“También hay otro encóder instalado en el motor y, puesto que gira más rápido que las articulaciones, proporciona una resolución más alta, lo que facilita las tareas de control. El encóder del motor se utiliza principalmente en el bucle de control y el encóder de la articulación, como medida de seguridad adicional. La resolución del encóder es importante para el control, ya que hemos tenido algún problema previo al calcular la velocidad desde la posición.

Renishaw y RLS no han tratado de vendernos algo que no necesitábamos. Estudiaron nuestros requisitos y nos explicaron cómo podían ayudarnos. Este alto interés en nuestro proyecto es, en mi opinión, lo más importante de nuestra colaboración.

### Project MARCH (Países Bajos)

Al diferenciar la señal del encóder, se amplifican los errores de medición de posición y, por tanto, se necesita una resolución mayor”, señala el Sr. Minderman.

El exoesqueleto MARCH IVc integra el nuevo encóder absoluto RLS AksIM-2 para obtener información de posición de alta resolución (17 bits) de las articulaciones rotatorias, y el encóder rotatorio absoluto en miniatura RLS RM08 para información de posición lineal.

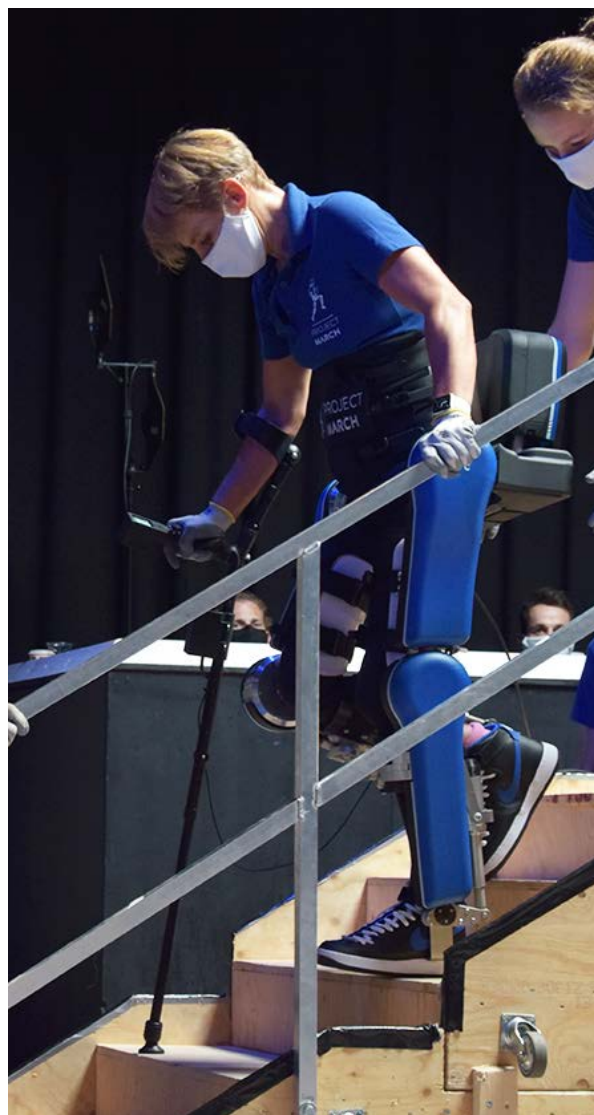
## Resultados

El apoyo continuo de Renishaw y RLS ha permitido a los sucesivos equipos de Project MARCH construir nuevos prototipos de exoesqueletos que traspasan los límites de lo posible. Pero ¿cómo evolucionará esta apasionante tecnología en su camino hacia Cyathlon 2024?

“Espero que para entonces hayamos conseguido que nuestro exoesqueleto pueda mantener el equilibrio sin necesidad de muletas. Esto significa que tenemos que encontrar otra forma de entrada que permita al exoesqueleto detectar de forma autónoma obstáculos como escaleras e, incluso, medir la elevación para adaptar el paso según corresponda. Estos son retos importantes que me gustaría afrontar personalmente, pero, cada año se crea un nuevo equipo Project MARCH, por lo que serán ellos los que decidan los nuevos desarrollos. Estaremos atentos a los avances en los próximos años. Este es nuestro objetivo, aunque intentaremos progresar lo máximo posible”, explica el Sr. Minderman.

RLS y Renishaw colaboran directamente con los clientes para ofrecerles las mejores soluciones metrológicas posibles para sus aplicaciones, afirma el Sr. Keulen:

“A principios de año, tuvimos una reunión con el técnico comercial de Renishaw, Rene Van der Slot, y Björn y el resto del departamento eléctrico. Rene no se limitó a entregarnos los encóderes y decir: ‘bien, tienen que usar esto o esto’.



Project MARCH participa en la competición Cyathlon 2020



Björn Minderman, ingeniero de sistemas integrados del equipo 2019-2020



Martine Keulen, Asociación y RP para Project MARCH

Más bien al contrario, estudió nuestra aplicación y se interesó por el funcionamiento de nuestro exoesqueleto y lo que necesitábamos. Es decir, Renishaw y RLS no han tratado de vendernos algo que no necesitábamos. Estudiaron nuestros requisitos y nos explicaron cómo podían ayudarnos. Este alto interés en nuestro proyecto es, en mi opinión, lo más importante de nuestra colaboración. Sabemos que Renishaw y RLS no se limitarán a estudiar únicamente los encóderes, sino que considerarán todos los aspectos de diseño y la forma de ajustar sus encóderes a este”.

Como contribución al éxito de la colaboración entre Renishaw, RLS y Project MARCH, el equipo participó en la feria Precisiebeurs 2019 de Renishaw en los Países Bajos. En la feria, integrantes de Project MARCH presentaron un prototipo anterior de exoesqueletos MARCH, y realizaron una demostración práctica real de la aplicación de los encóderes magnéticos RLS.

Renishaw y RLS están deseando volver a participar en futuros éxitos de los equipos de Project MARCH en la competición Cybathlon. A medida que avanza la tecnología, los exoesqueletos y otras prótesis robóticas prometen revolucionar las vidas de millones de personas con discapacidad.

### Acerca de Project MARCH

Project MARCH es un equipo de alumnos de la Universidad Tecnológica de Delft en los Países Bajos que desarrolla exoesqueletos versátiles innovadores con los que pacientes con lesión medular pueden incorporarse y caminar. El sexto equipo actual de Project MARCH está formado por 26 alumnos que continúan el trabajo pionero de sus predecesores.

Todos los años, Project MARCH compete en el Cybathlon: una prueba deportiva de atletismo adaptado biónico en la que participan equipos académicos y comerciales de todo el mundo.

Para obtener más información y ver el vídeo, visite, [www.renishaw.es/projectmarch](http://www.renishaw.es/projectmarch)

#### Renishaw Ibérica, S.A.U.

Gavà Park, C. de la Recerca, 7  
08850 GAVÀ  
Barcelona, España

T +34 93 663 34 20  
F +34 93 663 28 13  
E [spain@renishaw.com](mailto:spain@renishaw.com)  
[www.renishaw.es](http://www.renishaw.es)

Para consultar los contactos internacionales, visite [www.renishaw.es/contacto](http://www.renishaw.es/contacto)

RENISHAW HA TOMADO TODAS LAS MEDIDAS NECESARIAS PARA GARANTIZAR QUE EL CONTENIDO DE ESTE DOCUMENTO SEA CORRECTO Y PRECISO EN LA FECHA DE LA PUBLICACIÓN, NO OBSTANTE, NO OFRECE NINGUNA GARANTÍA NI DECLARACIÓN EN RELACIÓN CON EL CONTENIDO. RENISHAW RECHAZA LAS RESPONSABILIDADES LEGALES, COMO QUIERA QUE SURJAN, POR LAS POSIBLES IMPRECIIONES DE ESTE DOCUMENTO.

© 2019 Renishaw plc. Reservados todos los derechos.

Renishaw se reserva el derecho de realizar modificaciones en las especificaciones sin previo aviso.

RENISHAW y el símbolo de la sonda utilizados en el logotipo de RENISHAW son marcas registradas de Renishaw plc en el Reino Unido y en otros países.

apply innovation y los nombres y designaciones de otros productos y tecnologías de Renishaw son marcas registradas de Renishaw plc o de sus filiales.

Todas las marcas y nombres de producto usados en este documento son nombres comerciales, marcas comerciales, o marcas comerciales registradas de sus respectivos dueños.



H - 3 000 - 5194 - 01

Nº de referencia: H-3000-5194-01-A

Edición: 05.2021