



Whitepaper

CALIX – Medición óptica en línea del espesor de flejes

Medición del espesor en tiempo real – sin necesidad de protección contra la radiación

A la hora de fabricar y procesar un fleje, la medición en línea precisa del espesor desempeña una función muy importante. Proporciona una valiosa información que permite controlar el proceso de laminación, mantener las tolerancias de espesor especificadas y hacer un uso óptimo del material del fleje en toda su longitud y anchura. También permite documentar de forma exhaustiva las propiedades de los flejes con perfiles longitudinales y transversales de la evolución del espesor.

La medición precisa del espesor es importante en muchas etapas de la producción y el procesamiento de los flejes: durante el laminación, el decapado o el recocido, en las líneas de enrollado e inspección, durante el revestimiento orgánico e inorgánico y en las líneas de corte longitudinal y transversal. Aparte de la medición del espesor absoluto, también se necesita información sobre la forma de la sección transversal, sobre la cuña y el comado.

Durante el laminación, la medición del espesor en tiempo real a ambos lados de la caja es un factor decisivo para la regulación rápida de la caja. En general, los usuarios demandan hoy en día una precisión de medición del orden de unas pocas micras. Durante décadas se han utilizado sistemas de medición radiométricos que cumplen los requisitos de precisión. Sin embargo, estos instrumentos presentan dos grandes inconvenientes: es muy difícil mantener las características materiales y la protección radiológica.

Resultados de medición exactos

La medición del espesor con tecnología láser es superior a los sistemas radiométricos consolidados en varios aspectos. Independientemente de las propiedades materiales del fleje, alcanza de manera fiable un nivel de

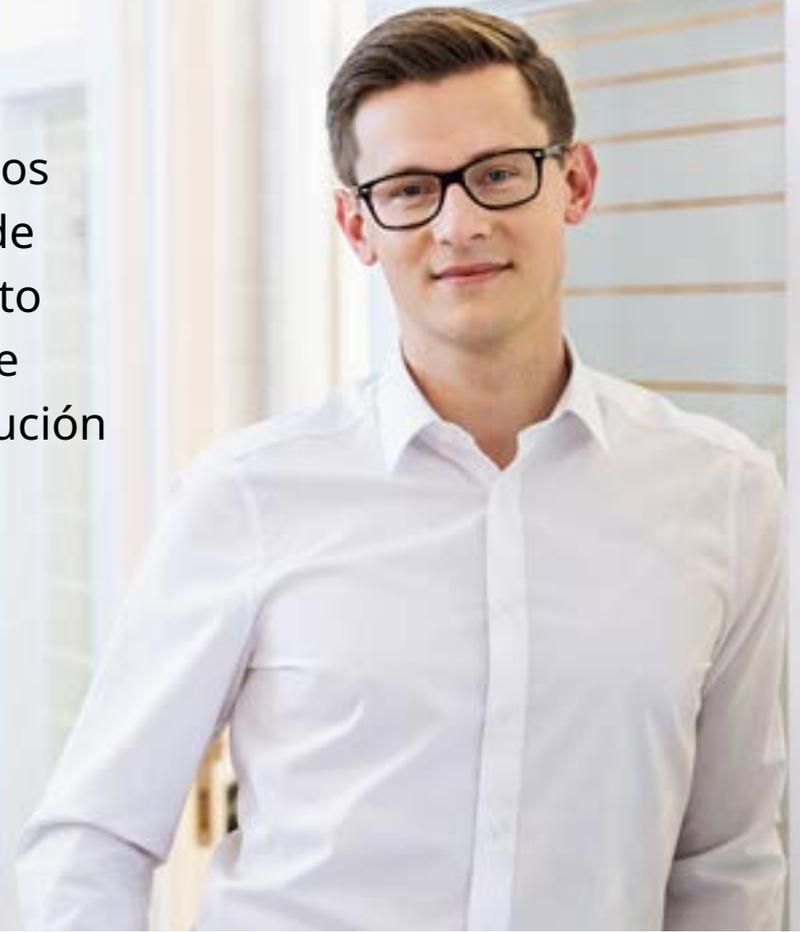
precisión idéntico o incluso mayor y no requiere ninguna medida de protección contra las radiaciones. Además, su resolución espacial es mucho mayor, porque el punto de medición – con un diámetro de

apenas 0,08 mm – es muchísimo más pequeño que el de los sistemas radiométricos. Esto implica, entre otras cosas, que las mediciones pueden realizarse hasta muy cerca del borde del fleje.

“La escasa complejidad de los equipos y los bajos costes de explotación y mantenimiento convierten a los sistemas de medición óptica en una solución atractiva para proyectos de nueva construcción y de modernización.”

Johann Peters

Director de producto en LAP



Total independencia de las propiedades de los materiales

Una ventaja decisiva de la medición óptica del espesor es la total independencia de las propiedades del material del que esté hecho el fleje. Esta independencia se debe al hecho de que los sistemas ópticos solo miden la distancia entre las unidades de

los sensores y la superficie del fleje. Da igual que el fleje sea de acero, de aluminio, de cobre o de latón de cualquier composición: En ningún momento hay que introducir ni actualizar las propiedades del material. También las características

de la superficie son irrelevantes: el sistema electrónico compensa automáticamente las diferencias de reflectividad de las superficies lisas o rugosas, lacadas o galvanizadas.

Estabilidad a largo plazo

LAP utiliza materiales que se caracterizan por un coeficiente de dilatación térmica extremadamente bajo para la estructura del bastidor. Además, un climatizador mantiene constante la temperatura interior del bastidor de medición para que la distancia entre los sensores no cambie aunque se produzcan fluctuaciones térmicas

muy marcadas. Asimismo, tras el paso de cada bobina se coloca automáticamente un patrón de calibración en línea en el campo de medición. Este patrón está compuesto por unos discos cuyo espesor se conoce exactamente. Los discos están hechos de un material cerámico especial que tiene un coeficiente de dilatación

mínimo y que se suministra con un acta de certificación y trazabilidad. El proceso de calibración en línea solo dura unos 30 segundos, por lo que cualquier breve interrupción de la producción —por ejemplo, un cambio de bobina— ofrece un margen de tiempo suficiente.

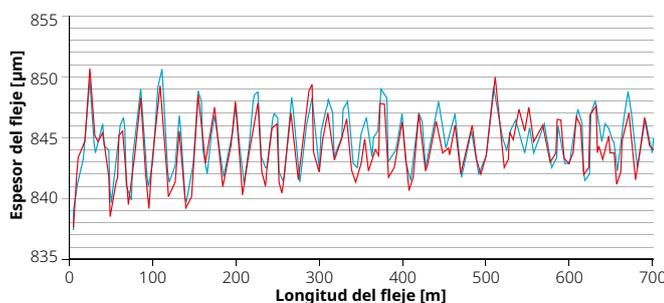
Máxima precisión con tecnología láser

Los sistemas ópticos gozan de una clara ventaja en comparación con los sistemas radiométricos

Numerosas mediciones realizadas en varias fábricas corroboran que los sensores CALIX alcanzan la precisión especificada de manera estable y en

todo el rango de medición del espesor. Así pues, CALIX tiene la misma precisión y exactitud que los sistemas radiométricos habitualmente

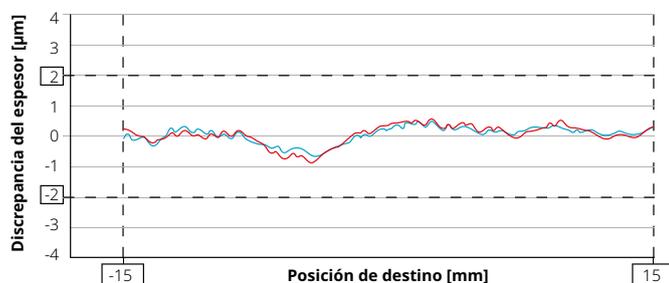
utilizados hasta la fecha y, en muchos casos, las supera.



Comparación técnica:

valores de medición del espesor en la producción de flejes de acero

- Medición óptica del espesor
- Medición radiométrica del espesor



Prueba de precisión del sistema

CALIX:

Medición del espesor precisa por láser en todo el rango de medición con una exactitud de $\pm 2 \mu\text{m}$

- Avance del patrón de calibración
- Retorno del patrón de calibración

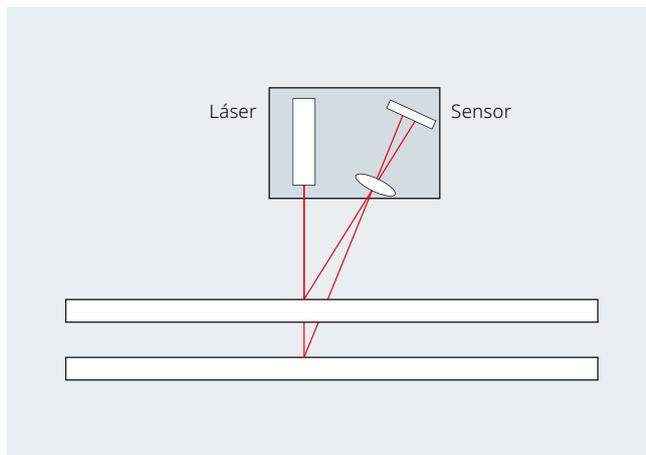
	CALIX	Sistemas radiométricos
Espacio ocupado en la línea	+	-
Total independencia de las propiedades de los materiales	++	--
Precisión de medición	++	++
Calibración en línea	++	-
Seguridad	++	-
Tamaño del punto	++	-
Costes de mantenimiento	++	--
Cambio de sensores	+	--

Ventajas de la medición del espesor por láser con CALIX en comparación con los sistemas radiométricos

Principio de medición

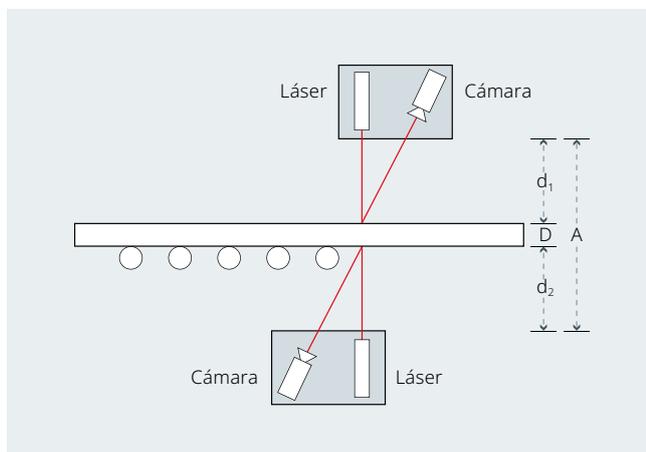
La medición óptica de distancias se basa en la triangulación láser: un rayo láser proyectado en sentido perpendicular toca la superficie del objeto que se va a medir y genera un punto de luz en ella. Un sistema óptico de recepción proyecta este punto sobre una línea CCD dispuesta en diagonal sobre él. Si la distancia se modifica, el punto se desplaza por la línea. Un procesador de señales digitales recibe la señal y, basándose en ella, calcula la distancia del objeto a la fuente de láser. Para medir el espesor del fleje se utilizan dos pares

opuestos de sensores láser montados en una estructura con forma de C. Durante la medición, la distancia entre los dos brazos de la estructura en C es de vital importancia, ya que cualquier cambio afectaría de inmediato al resultado de la medición. El espesor del fleje D se calcula a partir de la distancia A entre los sensores y las dos distancias medidas d_1 y d_2 . Los dos módulos de sensores se activan de forma sincronizada, lo que aumenta aún más la precisión de la medición.



Triangulación láser:

La medición se realiza mediante un rayo de luz láser reflejado por la superficie del objeto medido.



Medición diferencial del espesor:

El espesor (D) se calcula restando los valores medidos a la distancia fija entre los sensores opuestos.

Fácil integración

CALIX S y CALIX XL

LAP ofrece dos series que, básicamente, solo se diferencian por la profundidad de medición.

CALIX S tiene una precisión de $\pm 2,5 \mu\text{m}$ a una frecuencia de medición de 4 kHz; el tiempo de respuesta durante la transmisión de datos es de 1 ms.

CALIX XL alcanza incluso una precisión de $\pm 2,0 \mu\text{m}$. Los sensores ya están calibrados de fábrica, por lo que no hay que realizar un reglaje de los sensores láser durante el montaje in situ.

CALIX S

El sistema CALIX S de LAP, con su bastidor de medición compacto y una profundidad de medición de hasta 250 mm, es idóneo para flejes estrechos o para realizar mediciones en el área de los bordes de flejes más anchos.

CALIX XL

El sistema CALIX XL, con una profundidad de medición de hasta 1090 mm, es la solución adecuada para medir flejes anchos, sobre todo, para mediciones transversales.



Más información en:
www.lap-laser.com/calix



Software

THICKNESS CHECK:

Supervisión del proceso en tiempo real

Software THICKNESS CHECK

El sensor del láser transmite hasta 4000 valores medidos por segundo al software. El usuario recibe una evaluación detallada con todos los

valores mínimos, máximos y medios medidos. También se calculan la desviación estándar y los valores Cp y Cpk.



CALIX XL y CALIX S para una medición del espesor sin contacto

Tamaño compacto

Los sistemas son tan compactos que, en la mayoría de los casos, se pueden integrar en las instalaciones existentes sin necesidad de tomar medidas de remodelación (solo se requiere un hueco de alrededor de 200 mm en el sentido de marcha del fleje).

LAP ofrece dispositivos de desplazamiento estandarizados cuyos carriles se pueden adaptar de forma individualizada a las condiciones locales. En muchas líneas pueden seguir utilizándose los dispositivos de desplazamiento existentes. De este modo, los sistemas CALIX pueden reemplazar a los sistemas radiométricos existentes sin necesidad de modificar las instalaciones.

Seguridad

La potencia del láser es tan baja (1 mW, clase de láser 2) que no es necesario designar un responsable de seguridad láser. De esta forma, CALIX reduce a cero el gasto en protección contra la radiación. Basta con colocar una señal de advertencia para cumplir las normas de protección contra la radiación. Cuando haya que realizar cualquier trabajo en el sistema de medición o en sus inmediaciones, no será necesario consultar a ningún responsable de seguridad radiológica.

Si el cliente produce un material que puede moverse lateralmente y chocar con el instrumento de medición, puede adquirir una barrera fotoeléctrica que sirve de sensor de colisión y fijarla en un lateral del sistema CALIX XL.

Gran disponibilidad

El bastidor de medición cerrado está completamente encapsulado y no contiene ningún componente de tracción mecánica. Las ventanas de cristal de los componentes ópticos reciben un chorro constante de aire limpio y solo hay que limpiarlas de vez en cuando. Si es preciso, se pueden cambiar in situ.

En caso de que haya que cambiar un módulo de sensores, es posible hacerlo in situ. Los técnicos utilizan una unidad móvil de linealización con la que se ajustan los resultados en todo el rango de medición. La sustitución de un cabezal de medición suele completarse en un solo turno.

Los carriles de desplazamiento para el sistema CALIX permiten, por ejemplo, una medición transversal del espesor.



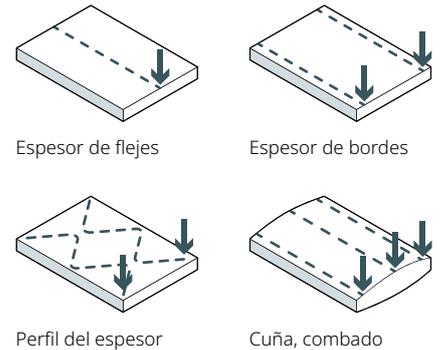
Tiempo de reacción 100 veces más corto

Uso de los sistemas CALIX

Procesamiento de flejes

Los sistemas ópticos de medición del espesor se pueden utilizar de manera individual colocados en una posición fija (por ejemplo, para medir el centro del fleje) o de forma múltiple para la medición de varias pistas. El resultado es un perfil longitudinal de espesor ininterrumpido y de alta resolución para cada pista que permite analizar a fondo la evolución del espesor de cada bobina.

Los sistemas de medición transversal analizan la superficie del fleje mientras este avanza y, de este modo, proporcionan información sobre el espesor a lo ancho de todo el fleje. A partir de los resultados de la medición transversal se puede obtener un perfil tanto longitudinal como transversal del espesor del material que indica la cuña y el combado.

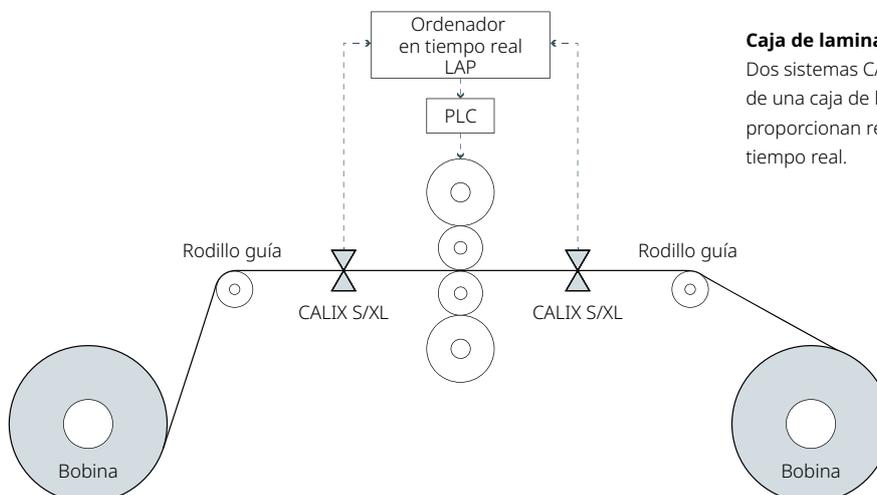


Laminación en frío

Si se utilizan dos sistemas (uno delante y otro detrás de una caja de laminación), los resultados de medición proporcionan los valores de entrada para la regulación rápida del espesor: a una velocidad típica del fleje de 300 rpm y con una frecuencia de medición de 4 kHz, el sistema CALIX XL, por ejemplo, facilita un valor de espesor aproximadamente cada 1,25 mm en

el sentido de marcha del fleje. Una medición radiométrica con un intervalo de medición típico de 60 ms ofrece una distancia de 300 mm entre los valores medidos con la misma velocidad del fleje. Incluso a una velocidad de desplazamiento de 1500 rpm, el sistema óptico proporciona un nuevo valor de medición cada 6,25 mm.

→ *LAP es el único proveedor que utiliza un sistema en tiempo real para la regulación rápida del espesor. Gracias a su precisión y a la elevada frecuencia de medición, el sistema también visualiza los cambios de espesor cíclicamente recurrentes causados, por ejemplo, por unos rodillos de funcionamiento excéntrico.*



Caja de laminación reversible regulada:
Dos sistemas CALIX – colocados uno delante de una caja de laminación y otro detrás – proporcionan resultados de medición en tiempo real.

Centros de servicios siderúrgicos

Los sistemas ópticos también brindan nuevas posibilidades a los usuarios para los que, hasta la fecha, la medición en línea del espesor resultaba demasiado costosa y poco rentable. Ahora, estos usuarios pueden medir los espesores de fleje de un modo preciso, sencillo y asequible. Los sistemas ópticos son una opción, por ejemplo, para los centros de servicios siderúrgicos o para que las empresas transformadoras sometan las bobinas a un control de entrada de mercancías. En estos emplazamientos es especialmente importante que la medición del espesor no dependa de las propiedades de los materiales, ya que hay que comprobar bobinas de aleaciones de todo tipo suministradas por gran cantidad de proveedores.

→ *Dado que los centros de servicios siderúrgicos se ven sometidos a una exigencia cada vez mayor de documentar exhaustivamente la calidad de sus productos, el uso de sistemas que no dependan del material utilizado cobra cada vez más importancia.*



Qué debe tenerse en cuenta antes de realizar la compra

- El lugar de instalación no tiene que cumplir muchos requisitos. En el sentido de marcha del fleje, los sistemas solo necesitan un espacio de algo más de 200 mm. Para los sistemas móviles, junto a la línea debe haber espacio para desplazar la estructura en C; la mayor parte de las líneas tienen suficiente espacio en el lado de accionamiento.
 - En el punto de medición, el fleje debe ir guiado de tal manera que la línea demarcadora quede siempre dentro del campo de medición del sistema de medición del espesor.
 - La temperatura del fleje debe ser inferior a 200 °C, y la temperatura ambiente no debe superar los 40 °C.
 - En la superficie del fleje no puede haber líquidos, por ejemplo, aceite de laminación.
- Si es preciso, la superficie del fleje se puede limpiar con una cortina de aire.
- Para que sea posible asignar la información sobre la longitud a la posición en el fleje, el cliente debe facilitar una señal de longitud. Para los sistemas de medición transversal, la posición del punto de medición se genera en diagonal con respecto a la dirección de laminación de la unidad de desplazamiento.

Rendimiento de la inversión en poco tiempo

Muchos usuarios señalan que han amortizado la inversión en solo seis meses.

Ejemplo práctico

En varias plantas de decapado se han sustituido los antiguos sistemas radiométricos por dos sistemas CALIX de medición transversal.

La precisión de los valores de medición del espesor permite al cliente registrar y documentar con exactitud las áreas que cumplen las tolerancias especificadas. Utilizando perfiles longitudinales del espesor se puede ver, por ejemplo, en qué posición por detrás del extremo inicial o por delante del extremo final del fleje se cumple el espesor deseado. Esto reduce al mínimo el desperdicio de los extremos.

En diagonal a la dirección de laminación, el pequeño tamaño del punto láser permite realizar mediciones muy cerca del borde del fleje. Mientras que antes era imposible realizar mediciones a menos de 40 mm aprox. del borde del fleje, ahora se puede medir el espesor a lo ancho de todo el fleje. Así pues, la cizalla para rebordear se puede controlar de tal forma que el desperdicio de cantedo sea mínimo.

Los sistemas permiten al usuario hacer un uso óptimo de las bobinas en toda su longitud y anchura con la ayuda de los perfiles longitudinales y transversales. Gracias a la documentación exhaustiva con certificados de espesor es posible demostrar al cliente que se han cumplido las especificaciones.

Como los sistemas están integrados en el sistema principal de control de la producción, los valores medidos se utilizan en las etapas posteriores del proceso, por ejemplo, para garantizar la eficiencia de las líneas de corte longitudinal y transversal.

Ahora los encargados de planificar la producción cuentan con información fiable con la que pueden utilizar estos equipos de forma óptima. A esto hay que añadir que la medición a la salida de la línea de decapado elimina la necesidad de realizar mediciones manuales aleatorias o incluso de instalar sistemas de medición en unidades posteriores.

En el día a día de la producción, el hecho de que el sistema sea totalmente independiente de las propiedades del material es un factor muy importante ya que, a diferencia de lo que ocurre con los sistemas radiométricos, no es necesario introducir las características de los materiales. Nadie tiene que esperar a que lleguen los valores de las nuevas aleaciones. Además, la «introducción manual de los datos de los materiales» deja de ser una fuente de error.

El funcionamiento durante varios años ha demostrado que el mantenimiento se limita a la limpieza semanal de las ventanas de cristal. En comparación con los sistemas radiométricos, el usuario se beneficia de unos costes de adquisición, funcionamiento y mantenimiento bajos. A esto hay que añadir la planificación optimizada de la producción y el considerable aumento del rendimiento.

Costes reducidos

Costes de inversión bajos y poco gasto de explotación y mantenimiento

Calidad demostrable

Cumplimiento de las especificaciones del cliente gracias a la documentación exhaustiva con certificados de espesor

Mayor productividad

Optimización de los procesos durante la producción y mejor aprovechamiento de los materiales

Acerca de nosotros

LAP es uno de los principales proveedores del mundo de sistemas que aumentan la calidad y la eficacia mediante procesos de proyección láser, medición láser y de otro tipo. Cada año, LAP suministra 15 000 unidades a clientes de sectores tan diversos como la radioterapia, la producción de acero y el procesamiento de composites. LAP tiene 300 empleados que trabajan en diversos emplazamientos repartidos por Europa, América y Asia.



90+
Asociados



300
Empleados



8
Ubicaciones



Calidad

Trabajamos con estándares homogéneos y con procesos certificados. Para nosotros, «Fabricado en Alemania» significa la más alta precisión en la fabricación e inspección de la calidad de cada uno de nuestros dispositivos. Para nuestros clientes, esto se traduce en seguridad en la planificación y los procesos.

Nuestros centros de todo el mundo siguen un sistema de gestión de la calidad conforme a las normas EN ISO 13485 o EN ISO 9001. Nuestros productos cuentan con las homologaciones y los registros necesarios a escala internacional.

Servicio

Garantizamos la máxima disponibilidad del equipo para que pueda concentrarse en su principal actividad. Allá donde nos necesite, nuestros técnicos de servicio certificados se harán presentes rápidamente en sus instalaciones sea cual sea su zona horaria. Puede contar con nosotros para la instalación y la puesta en servicio, para impartir cursos de formación para usuarios y para realizar labores de mantenimiento, reparación o sustitución de equipos.

Además, nuestro eficaz sistema logístico garantiza una rápida disponibilidad de repuestos en todo el mundo. Para cuestiones técnicas o si necesita ayuda, puede dirigirse a nuestro servicio de asistencia por teléfono, por correo electrónico o por soporte remoto.



made
in
Germany

¡Contáctenos!
Johann Peters | j.peters@lap-laser.com

Contact us!

P +49 4131 95 11-95

E info@lap-laser.com

in LAP Laser

▶ [laplaser](https://www.youtube.com/channel/UC...)

LAP GmbH Laser Applikationen

Zeppelinstr. 23

21337 Lüneburg

Germany

LAP FRANCE SAS, France / LAP GmbH Laser Applikationen c/o representative office DMAN, Russian Federation / LAP Laser Applications Asia Pacific Pte. Ltd., Singapore / LAP Laser Applications China Co. Ltd., China / LAP of America Laser Applications, L.L.C., USA / LAP Sued GmbH, Germany / LifeLine Software, Inc., USA / Our worldwide partners: Argentina / Australia / Brazil / Bulgaria / Canada / Chile / Colombia / Croatia / Czech Republic / Dominican Republic / Egypt / Finland / Greece / Hungary / India / Indonesia / Italy / Japan / Jordan / The Republic of Korea / Kuwait / Latvia / Lebanon / Lithuania / Malaysia / Mali / Malta / México / Netherlands / Norway / Oman / Philippines / Poland / Portugal / Qatar / Romania / Saudi Arabia / Slovakia / Slovenia / South Africa / Spain / Sweden / Switzerland / Taiwan, China / Thailand / Turkey / United Arab Emirates / United Kingdom / Bolivarian Republic of Venezuela / Viet Nam / Republic of Zambia