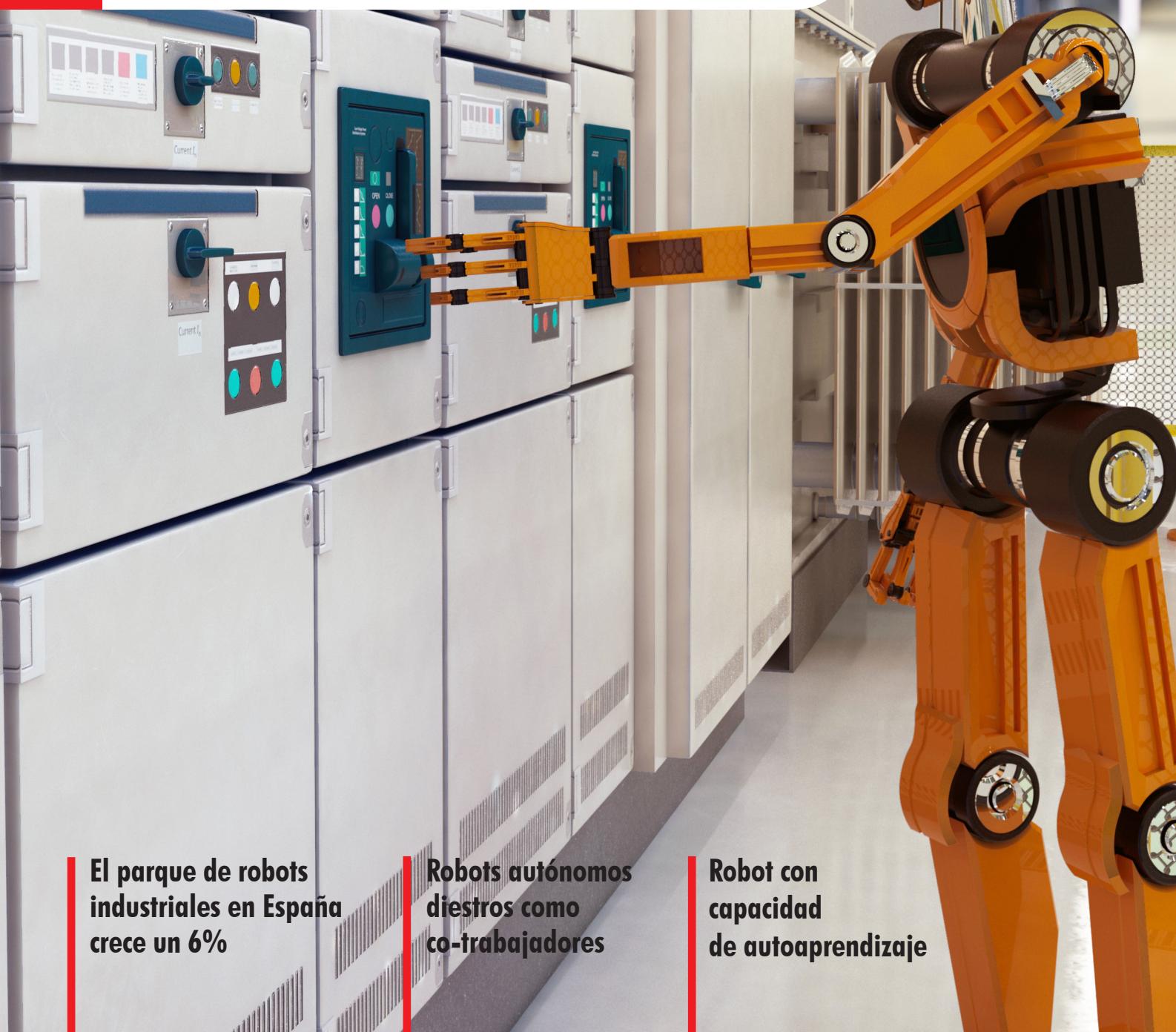


técnica y tecnología

55/2017

www.interempresas.net

ROBÓTICA Y AUTOMATIZACIÓN / 1



El parque de robots industriales en España crece un 6%

Robots autónomos diestros como co-trabajadores

Robot con capacidad de autoaprendizaje

THE
KNOW-
HOW
FACTORY



www.zimmer-group.de

zIMMER
group



SOLUCIONES DE ROBÓTICA PARA TODO TIPO DE INDUSTRIAS



SERIE M-710iC

Nuestros robots son idóneos para operaciones de fabricación en espacios reducidos. Disminuye los tiempos de ciclo y aumenta la productividad de tu negocio gracias a la automatización inteligente.

OBTÉN MAYOR RENDIMIENTO CON LA AUTOMATIZACIÓN BASADA EN ROBOTS

Nuestro departamento técnico especializado te proporcionará la mejor solución adaptada a tus necesidades (instalación de robots, programación y modificaciones de PLC de máquinas o software a medida).

DELTECO
Cruce de Málzaga s/n
20600 Eibar
Gipuzkoa • Spain
Tel.: +34 943 707 007
delteco@delteco.com

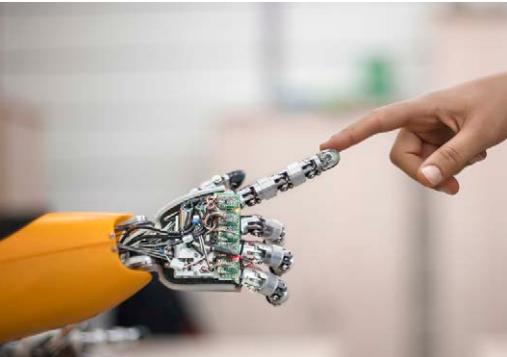
DELTECO MADRID
Garzas, 16
Pol. Ind. "El Cascajal"
28320 Pinto
Madrid • Spain
Tel.: +34 916 926 375
deltecomadrid@delteco.com

DELTECO CATALUNYA
Av. Castell de Barberà, 11
Centro Industrial Santiga
08210 Barberà del Vallès
Barcelona • Spain
Tel.: +34 93 719 24 50
deltecocatalunya@delteco.com

DELTECO LEVANTE
Polígono Industrial "La Coma II"
Parcela 33, nave D
46220 Picassent
Valencia • Spain
Tel. +34 96 610 062
deltecolevante@delteco.com

DEIBAR
Zona Industrial de Roligo
Espango
PT-4520 Sta. María da Feira
Portugal
Tel. +(00 351) 256 330 220
deibar@deibar.com

DELTECO OCASIÓN
Polígono Industrial Ibaitarte, 1
20870 Elgoibar
Gipuzkoa • Spain



sumario

PANORAMAS

El parque de robots industriales en España crece un 6%..... 4

Entrevista a Diego Pérez, doctor en Robótica y director del proyecto Roberto en Aimen 12

Robots autónomos diestros como co-trabajadores con operadores humanos 16

Robots 4.0..... 24

Robot con capacidad de autoaprendizaje en una instalación de clasificación de residuos automatizada 28

Duplicar ingresos sin duplicar plantilla 32



Director: Ibon Linacisoro
Coordinación Editorial: Esther Güell

Edita: **Interempresas media**

Director: Angel Hernández
Director Adjunto: Ángel Burniol
Director Área Industrial: Ibon Linacisoro
Director Área Agroalimentaria: David Pozo
Director Área Construcción e Infraestructura: David Muñoz

Jefes de redacción: Nerea Gorriti, José Luis París
Redactores: Esther Güell, Javier García, Nina Jareño, Carmen Fernández, María Fernández, Helena Esteves, Laia Banús, Laia Quintana

www.interempresas.net/info
comercial@interempresas.net
redaccion_metal@interempresas.net

Audiencia/difusión en Internet
y en newsletters auditada
y controlada por:



Interempresas Media
es miembro de:



grupo NOVA AGORA

Director General: Albert Esteves
Director de Estrategia y Desarrollo Corporativo: Aleix Torné
Director Técnico: Joan Sánchez Sabé
Director Administrativo: Jaume Rovira
Director Logístico: Ricard Vilà

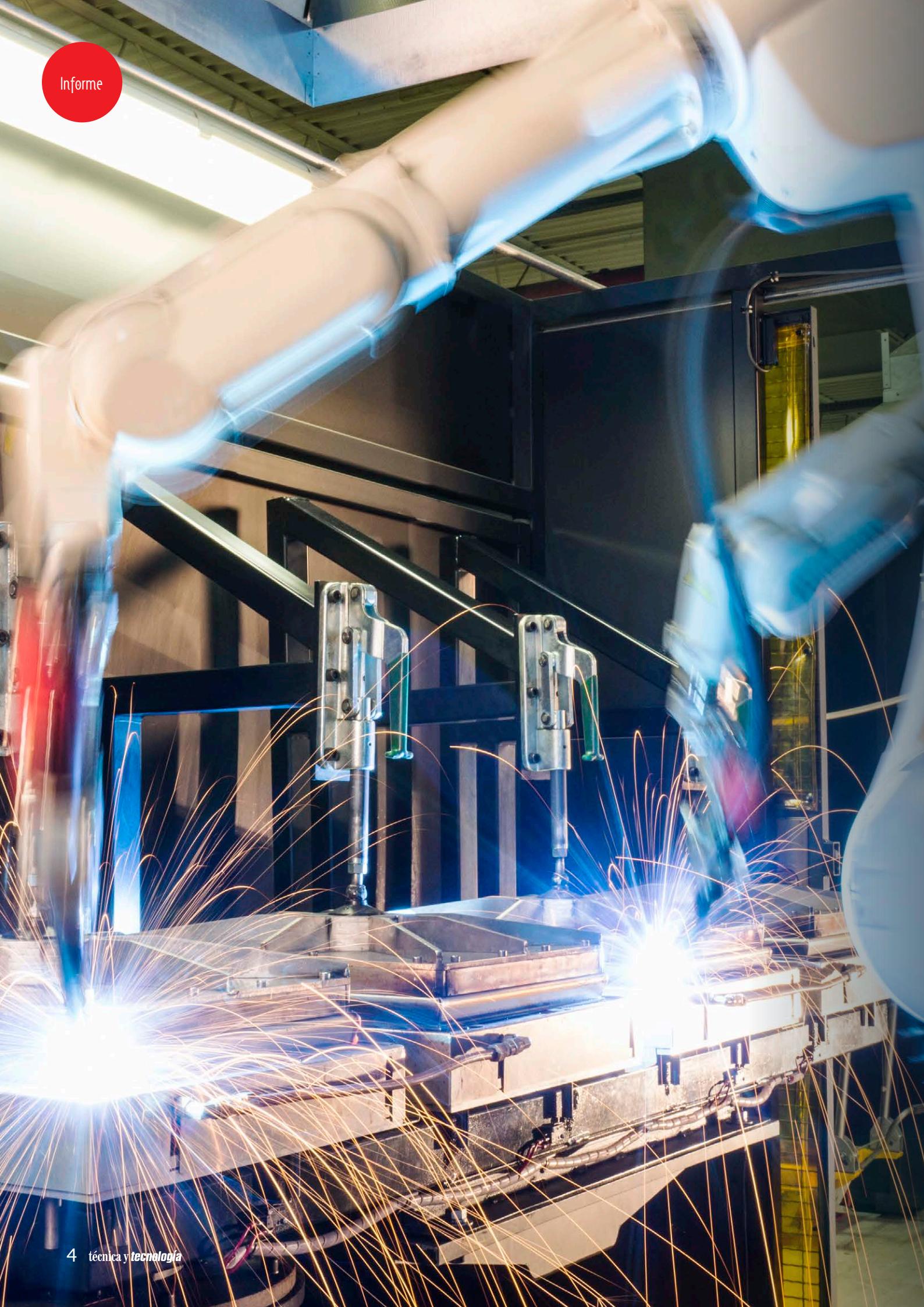
Amadeu Vives, 20-22
08750 Molins de Rei (Barcelona)
Tel. 93 680 20 27 - Fax 93 680 20 31

Delegación Madrid
Av. Sur del Aeropuerto de Barajas, 38
Centro de Negocios Eisenhower, edificio 4, planta 2, local 4
28042 Madrid
Tel. 91 329 14 31

www.novaagora.com

Queda terminantemente prohibida la reproducción total o parcial de cualquier apartado de la revista.

D.L.: B-30.686/2012 - ISSN Revista: 2014-8305 - ISSN Digital: 2462-6090



Cerró el año 2016 con 3.221 unidades instaladas

El parque de robots industriales en España crece un 6%

El crecimiento global del parque de robots industriales en España fue del 6% en 2016. La integración de robots durante el pasado año dejó unas cifras históricas, convirtiéndose en el tercer mejor registro en España (3.221 unidades) solo por detrás de los 3.710 robots instalados en 2015 y las 3.584 unidades de 2001. En relación con las cifras de 2015, se ha producido una disminución del 13% en 2016. Así lo resume la Asociación Española de Robótica y Automatización, AER-ATP, en su último estudio publicado.

En el presente artículo se resumen los resultados obtenidos por parte de la Asociación Española de Robótica y Automatización de Tecnologías de la Producción (AER-ATP) sobre la incorporación total de robots industriales en España durante el ejercicio de 2016. Dicho estudio se ha realizado a partir del envío de los correspondientes cuestionarios a fabricantes y suministradores que operan en el mercado español. Una vez recogida esta información, se ha analizado y contrastado con los cuestionarios facilitados por un amplio número de ingenierías integradoras y de empresas usuarias con el fin de garantizar la necesaria coherencia y fiabilidad del estudio.

Años	Nº de unidades	Total acumulado histórico	% >	Total real (*)
2004	2.826	25.406	12,5	22.212
2005	2.599	28.005	10,2	24.031
2006	2.527	30.352	9,0	26.016
2007	2.515	33.047	8,2	27.701
2008	2.461	35.508	7,4	29.029
2009	1.833	37.341	5,1	29.729
2010	2.019	39.360	5,4	30.545
2011	3.006	42.366	7,6	31.741
2012	2.355	44.721	5,5	31.984
2013	2.850	47.571	6,4	32.893
2014	2.129	49.700	4,4	32.048
2015	3.710	53.410	7,5	33.338
2016	3.221	56.631	6,0	34.528

Tabla I. Evolución del parque de robots en España. Acumulado ejercicio anterior

+ incremento del ejercicio - incremento año número 12 anterior

Nota: Se eliminan 2.031 robots del ejercicio 2003

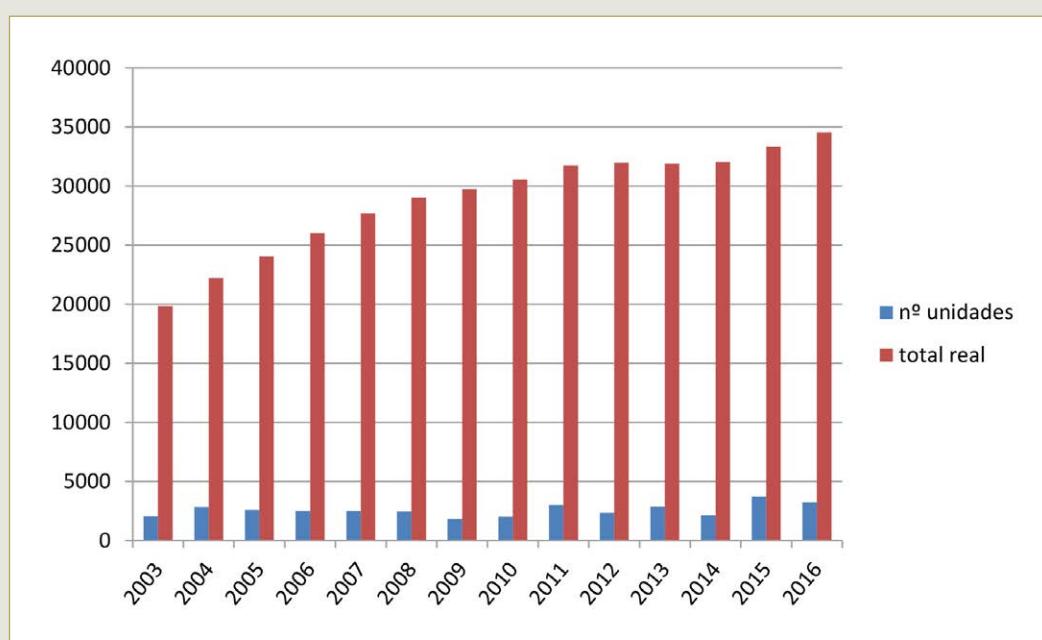
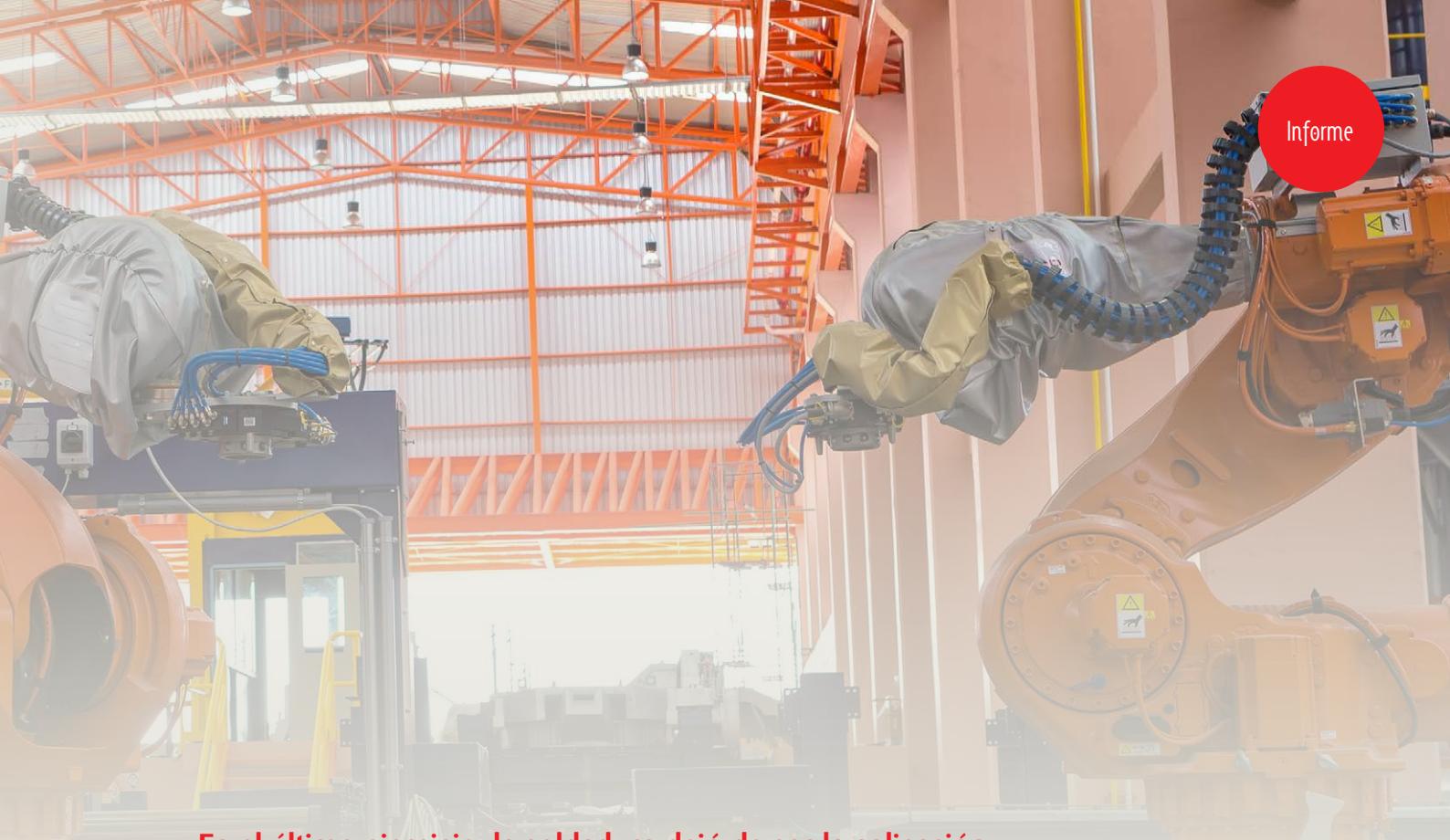


Figura I. Evolución del parque de robots en España.

A la vista de los primeros datos que muestra la estadística realizada se puede señalar que el número de unidades totales instaladas asciende a 3.221 unidades, lo que significa una disminución del 13% en relación al número de unidades instaladas en el ejercicio anterior. El crecimiento global del parque de robots instalados en España es del 6%. Asimismo, cabe tener en cuenta que en el presente ejercicio se han suprimido de la estadística 2.031 robots, que son las unidades que se incorporaron en 2003.



En el último ejercicio, la soldadura dejó de ser la aplicación más utilizada, con algo más del 19% (21 puntos menos que en el anterior), siendo superada por la manipulación y carga/descarga de máquinas

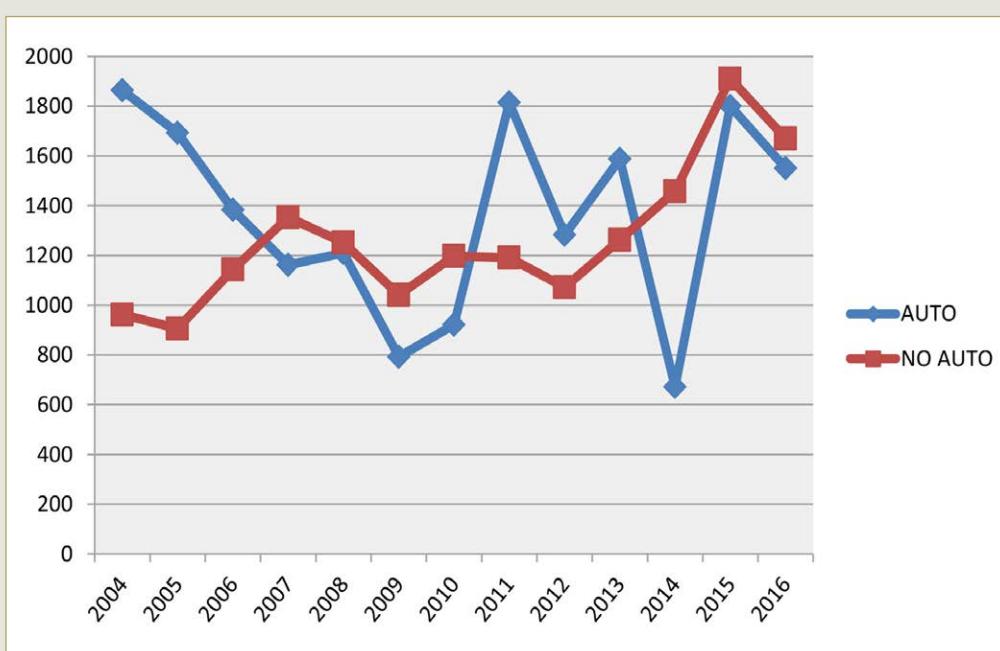


Figura II. Gráfico de la evolución comparada del parque de robots en España en los últimos 12 años.

Por aplicaciones

En referencia a las aplicaciones de los robots, hay que constatar que la soldadura deja de ser la aplicación más utilizada, con algo más del 19% (21 puntos menos que el ejercicio anterior), siendo superada por la manipulación y carga/descarga de máquinas que representa ya más del 57% (19 puntos más que el ejercicio anterior) de las unidades incorporadas en el ejercicio. Ver tabla III y figura III.

	Aplicaciones 2016	Cartesiano / Lineal	SCARA	Articulado	Cilíndrico / Esférico	Paralelo	Otros	No clasificados	Total uds.
100	Manipulación y carga/descarga de máquinas	5	64	1.696		75			1.840
111	Manipulación en fundición de metales		10	84		1			95
112	Manipulación en moldeo de plástico			133					133
113	Manipulación en estampación, forja y doblado			84					84
114	Manipulación en máquinas herramienta	5	3	449					457
115	Manipulación carga y descarga de máquinas para otros procesos			181					181
116	Manipulación: medición, inspección, ensayo		6	75					81
117	Manipulación para paletizado		9	295		23			327
118	Manipulación para empaquetado, recogida y colocación		29	113		51			193
119	Manipulación: otros no especificados		7	282					289
160	Soldadura (todos los materiales)	20		602					622
161	Soldadura al arco			227					227
162	Soldadura por puntos	20		351					371
163	Soldadura por láser			23					23
164	Soldadura otros			1					1
165	Soldadura blanda								
170	Materiales	1	95						96
171	Pintado y esmaltado		1	40					41
172	Aplicaciones de adhesivos, material de sellado o similar			43					43
179	Aplicación de otros materiales por extrusión o pulverizado			12					12
190	Otros procesos	2	58						60
191	Corte con láser			4					4
192	Corte con chorro de agua								
193	Corte mecánico, rectificado, desbarbado, fresado, pulido		1	48					49
199	Otros procesos		1	6					7
200	Montaje y desmontaje			114		1			115
201	Fijado, montado a presión con prensa			21					21
202	Montaje inserción			85		1			86
203	Desmontaje			3					3
209	Montaje: otros			5					5
900	Otros	4	23						27
901	Sala blanca para FDP								
902	Sala blanca para semiconductores		1						1
903	Sala blanca, otros								
905	Otros		3	23					26
999	Sin especificar			461					461
	TOTAL UDS.	25	71	3.049		76			3.221

Tabla III. Distribución de los robots por aplicaciones. Año 2016.

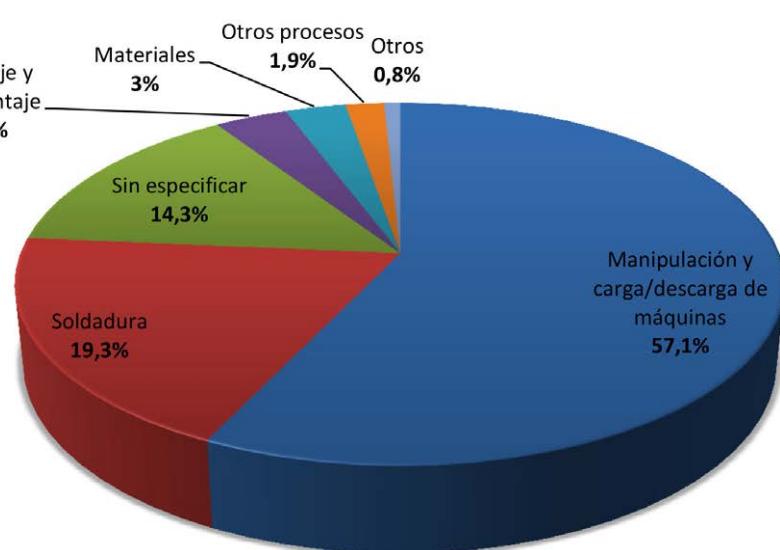


Figura III. Gráfico de la distribución de robots por aplicaciones. Año 2016.

Por sectores

En cuanto a sectores, cabe señalar una vez más el liderazgo del sector de automoción con algo más del 48% de los robots incorporados. Datos que no sorprenden dada la tipología de la industria nacional. También se ha constatado un incremento en el sector del metal con el 19% (6 puntos más que el ejercicio anterior) superando así al sector de alimentación y bebidas que desciende 3 puntos respecto al ejercicio anterior con el 13% de los robots incorporados. Ver tabla IV y figura IV.

	Sectores 2016	Cartesiano / Lineal	SCARA	Articulado	Cilíndrico / Esférico	Paralelo	Otros	No clasificados	Total uds.
A+B	Agricultura								
C	Minería y extracción en canteras			6		12			18
10-12	Alimentación y bebidas		8	383		40			431
13-15	Textil y calzado			8					8
16	Madera y muebles			30					30
17-18	Fabricación de papel y productos de papel		1	8					9
	Productos plásticos y químicos		3	178		2			183
19	Productos químicos, farmacéuticos y cosméticos		3	22		2			27
20-21	Químicos sin especificar o derivados de petróleo			2					2
22	Productos de caucho y plásticos (excluyendo partes de automóvil)			115					115
23	Cristal, cerámica, piedra, productos minerales (excluyendo partes de automóvil)			39					39
	Metal	14	584			21			619
24	Fabricación de metales básicos (p.e. hierro, acero, aluminio, cobre...)		3	372		21			396
25	Fabricación de productos metálicos excepto maquinaria y equipamientos (excluyendo partes de automóvil)			130					130
28	Fabricación de maquinaria industrial		11	82					93
26-27	Eléctrica / Electrónica	10	76						86
271	Fabricación de maquinaria y aparatos eléctricos (excluyendo partes de automóvil)			4					4
275	Fabricación de aparatos de consumo y domésticos			11					11
264	Fabricación de componentes electrónicos		6	48					54
261	Fabricación de semiconductores, LCD, LED		4						4
262	Fabricación de ordenadores y equipos periféricos								
263	Fabricación de radio, TV, móviles y otros equipos de comunicación (excluyendo partes de automóvil)			2					2
265	Fabricación de instrumentación médica, de precisión y óptica			11					11
29	Automóvil	25	29	1496		1			1551
291	Fabricación de carrocería de vehículos a motor	25		504					529
293	Fabricación de partes y accesorios para vehículos a motor		29	993		1			1.023
2931	Productos metálicos		14	752		1			767
2932	Caucho y plástico		14	159					173
2933	Eléctrico/Electrónico		1	16					17
2934	Vidrio			13					13
2939	Otros			43					43
30	Fabricación de otros equipos de transporte			17					17
91	Sin mencionar antes			25					25
E	Electricidad, gas y suministro de agua								
F	Construcción			1					1
P	I+D, Educación			47					47
90	Sin mencionar antes			19					19
99	Cliente desconocido		6	171					177
	TOTAL UDS.	25	71	3.049		76			3.221

Tabla IV. Distribución de los robots por sectores de actividad. Año 2016.

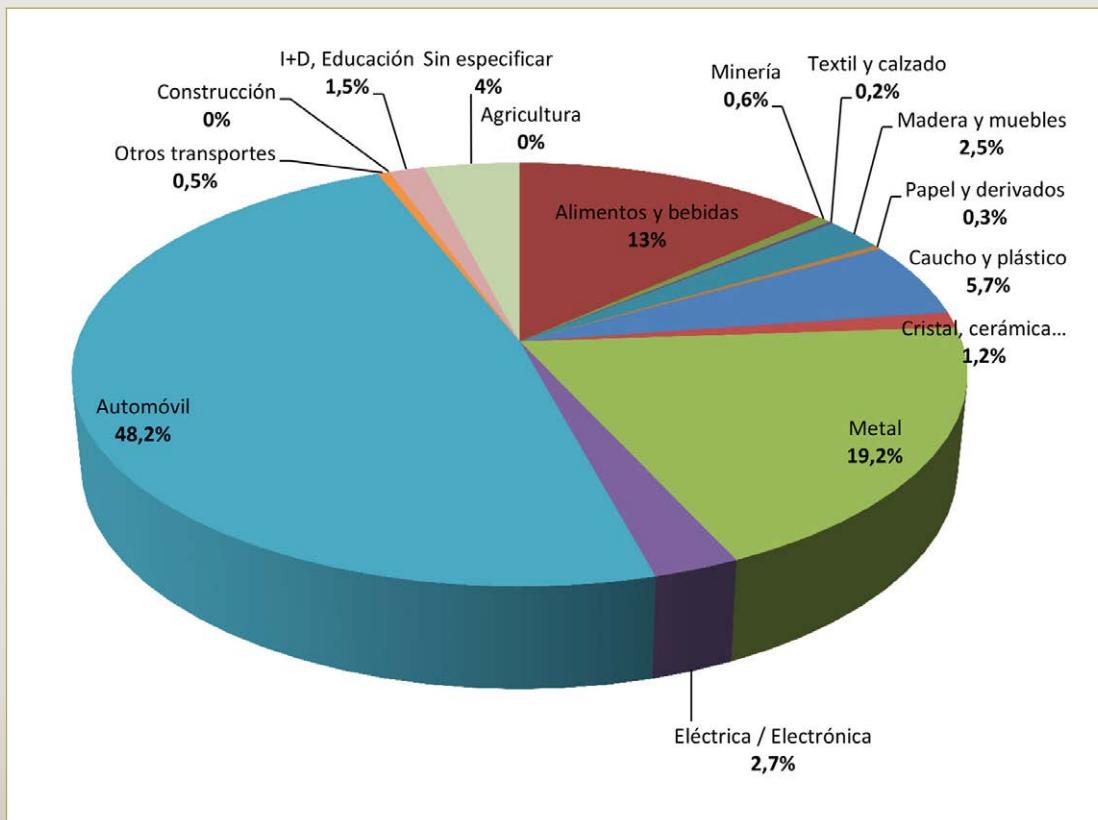
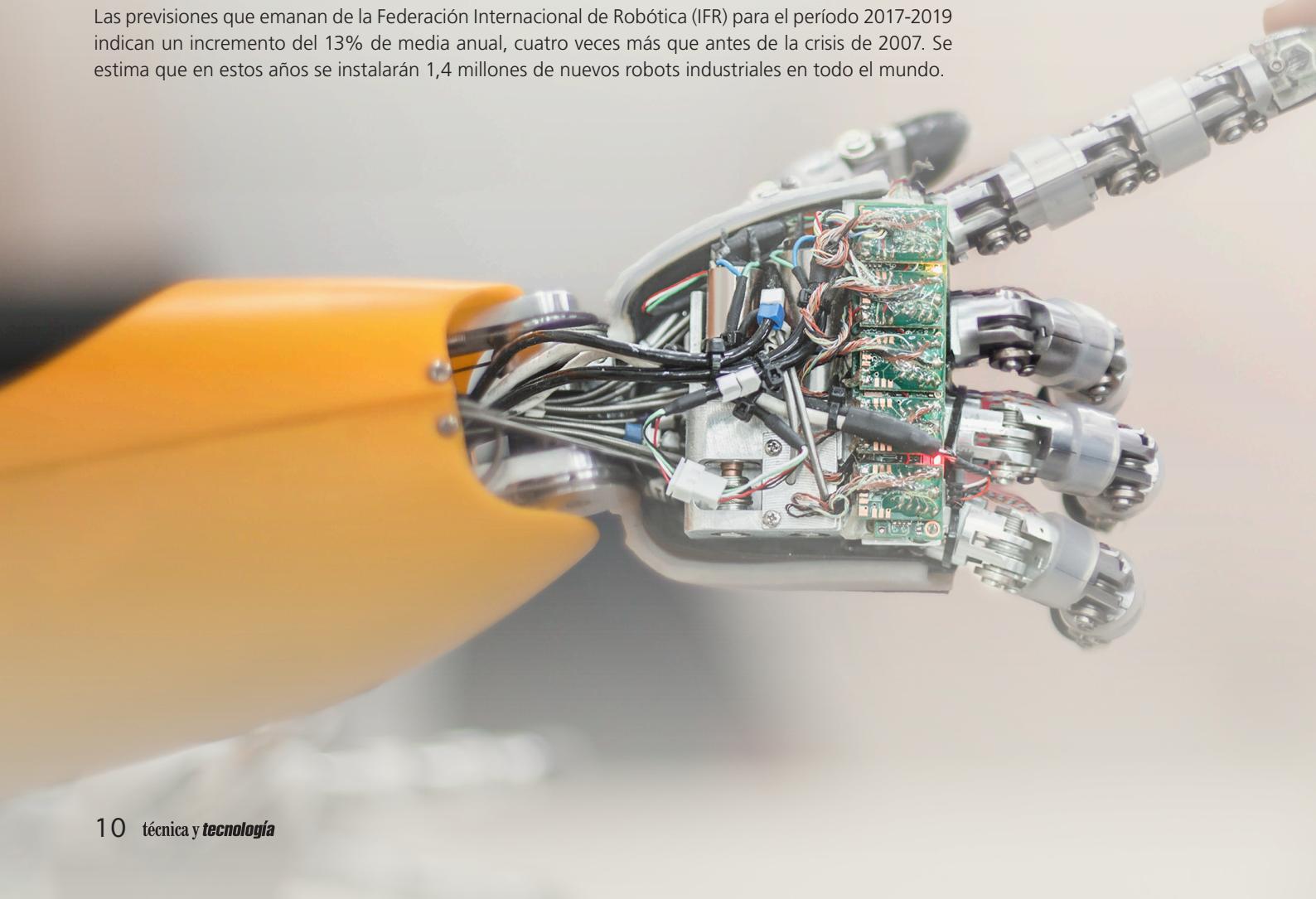


Figura IV. Gráfico de la distribución de robots por sectores. Año 2016.

Previsiones 2017-2019

Las previsiones que emanan de la Federación Internacional de Robótica (IFR) para el período 2017-2019 indican un incremento del 13% de media anual, cuatro veces más que antes de la crisis de 2007. Se estima que en estos años se instalarán 1,4 millones de nuevos robots industriales en todo el mundo.



Elaboración de las estadísticas

Conviene recordar que a todos los efectos, y por tanto, también para estas estadísticas, que la AER-ATP se ajusta a la clasificación y a las normas establecidas por la Federación Internacional de Robótica (IFR). Así, según la UNE-EN ISO 8373, un robot industrial es un manipulador multifuncional, controlado automáticamente, reprogramable en tres o más ejes, que puede estar fijo o móvil para uso en aplicaciones de automatización industrial.

También es importante puntualizar que la IFR contabiliza el número de robots acumulados en los últimos 12 años. En este sentido, AER-ATP ha referenciado todas sus estadísticas basándose en la normativa internacional, y única y exclusivamente en la tabla I, puede observarse el total de robots vendidos en España como referencia histórica.

Rompiendo prejuicios

La transformación de las relaciones laborales derivada de la interacción entre robots y personas es un hecho latente en los entornos productivos. Los robots colaborativos, o seguros, van a facilitar este proceso, ya que son aptos para trabajar con personas. Lejos de reemplazar a los trabajadores humanos, estos mejoran su productividad, liberándolos de trabajos peligrosos y extenuantes y permitiéndoles centrarse en trabajos más complejos o finalizar la tarea en colaboración con el robot en un espacio compartido. A eso, hay que añadir que los países asiáticos que lideran la integración de procesos automatizados, China, Corea del Sur, Japón, Singapur... tienen un índice de paro de entre el 1,9 y el 3%. Cabe destacar que China, como líder de la instalación mundial de robots desde 2013, integrará el 40% de las unidades previstas para 2019.



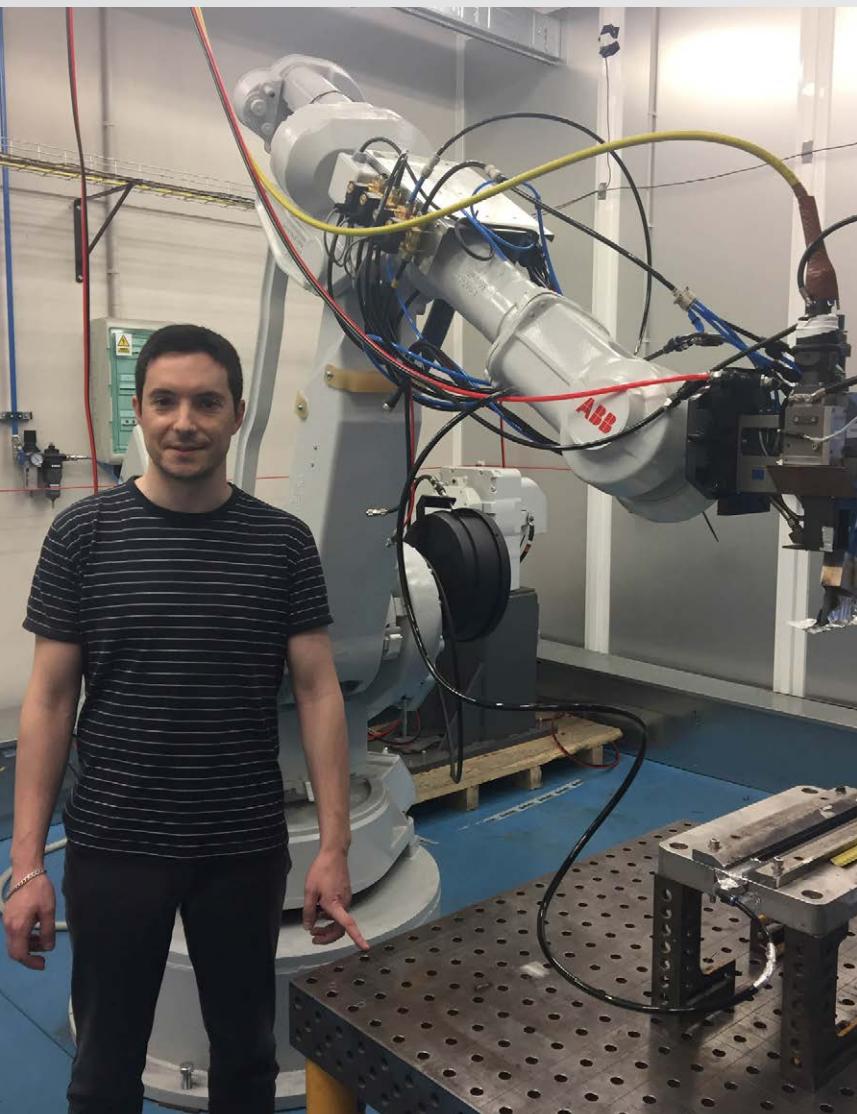
Lejos de reemplazar a los trabajadores humanos, los robots colaborativos mejoran su productividad, liberándolos de trabajos peligrosos y permitiéndoles centrarse en trabajos más complejos o finalizar la tarea en colaboración con el robot

También es interesante mencionar el caso de Estados Unidos, que instaló en 2016 la cifra de 17.500 robots y durante ese período se crearon 261.000 nuevos puestos de trabajo solo en el sector de automoción.

En España seguimos con una tasa de paro alrededor del 18%. Vemos que en los países más robotizados las tasas de desempleo son más bajas. El déficit que se presume con la integración de estas tecnologías, quedaría mitigado por la necesidad de profesionales cualificados. Otra cuestión a tener en cuenta, es que buena parte del tejido industrial ha garantizado su prosperidad e incrementado su competitividad gracias a la incorporación de procesos robotizados, flexibilizando así las plantas productivas y permitiendo cumplir con los requisitos de un mercado cada vez más exigente. ●

Diego Pérez, doctor en Robótica y director del proyecto Roberto en Aimen

“Las soluciones de automatización basadas en cobots suelen ser mucho más flexibles que las convencionales”



Aimen Centro Tecnológico participa en el proyecto Roberto, cuyo objetivo es crear un sistema integrado que permita transformar cualquier robot industrial en un robot colaborativo (cobot) que pueda trabajar en entornos de trabajo compartido de forma segura. El proyecto pretende otorgar a los robots industriales las capacidades propias de los robots colaborativos, esto es, la posibilidad de trabajar de forma segura en entornos compartidos, evitando colisiones con el operario y colaborando con él a pie de fábrica. Una solución para una industria que cada día demanda de nuevas metodologías de producción, de sistemas robotizados flexibles y de rápida capacidad de adaptación. Los prototipos resultantes se validarán en fábricas de las industrias de automoción y metalmecánica, dos de los sectores más con más robots instalados en la actualidad, como apunta Diego Pérez, doctor en Robótica y director del proyecto Roberto en Aimen.

Esther Güell



Para empezar, ¿qué ventajas presentan los cobots respecto a los robots industriales para llevar a cabo el proyecto Roberto?

La principal ventaja que presentan respecto a los industriales es la capacidad de operar en espacio compartido con personas, que es también a su vez la característica que los define y les da el nombre de cobot. Las soluciones actuales que se pueden encontrar en el mercado garantizan el modo de operación seguro mediante la detección de colisiones, ya sea con personas o con objetos que se encuentran en su entorno de trabajo. En este punto es dónde se diferencian técnicamente, puesto que ante una colisión no se va a causar daño a la persona u objeto, a diferencia de un robot industrial que no dispone de esta sensibilidad.

En el proyecto Roberto lo que se plantea es trabajar en la detección de lo que hay en el entorno del robot, para anticiparse a posibles colisiones, lo cual permitiría utilizar robots industriales de mayor capacidad de carga y también mayor velocidad en espacio compartido. Esto implica el desarrollo de un sistema de percepción que permita reconocer el entorno de operación en todo instante, adaptando la velocidad de operación de forma dinámica para garantizar la seguridad de las personas. Esta es una característica que en la actualidad no poseen ni los robots industriales ni los colaborativos.

¿Son una mayor garantía de seguridad en planta?

Los cobots son seguros por definición, al tener que compartir espacio de trabajo con personas implica que deben estar programados y diseñados para que no puedan causar daño alguno. La normativa de seguridad es muy estricta en este punto y estipula una transferencia máxima de energía entre máquina y

Con la implantación de la tecnología desarrollada se espera un significativo incremento de la flexibilidad de la línea de fabricación.

"En el proyecto Roberto lo que se plantea es trabajar en la detección de lo que hay en el entorno del robot, para anticiparse a posibles colisiones"

persona en caso de colisión, por lo tanto, en modo de trabajo colaborativo (a velocidad reducida) son claramente más seguros que los industriales. Sin embargo, es importante destacar que la seguridad no solo depende del robot, sino también del uso que se haga de él, es decir, de la aplicación. Un robot colaborativo puede dejar de serlo cuando tiene instalada una herramienta que pueda causar daño o cuando opera a altas velocidades y bajo estas circunstancias sería igual que un robot industrial.

Los prototipos se probarán en empresas de automoción y metalmecánica. ¿Son dos de las industrias más susceptibles a implementar el cambio?

Sí, claramente son dos de los sectores más susceptibles de aplicar este tipo de soluciones. Ambos sectores son de los que más robots tienen instalados en la actualidad, por lo que se espera que también sean los sectores dónde estas nuevas soluciones técnicas tengan una mayor incidencia absoluta, en número de robots instalados.



En este sentido, ¿en qué sectores o trabajos cree que serán más adecuados?

Resulta complicado saber en qué sectores tendrá un mayor impacto económico. En números absolutos el sector de la automoción será sin duda el más importante, con la aplicación de estos robots en líneas de ensamblaje realizando operaciones que en la actualidad presentan problemas de ergonomía para los trabajadores. En otros sectores donde la fabricación no está orientada a grandes lotes, las soluciones colaborativas podrían suponer una mejora significativa de la competitividad, al permitir automatizar trabajos y procesos que con la tecnología convencional no es posible asegurar su rentabilidad.

¿Son los cobots una solución viable para muchas pymes a la hora de automatizar y robotizar líneas de producción?

Como comentábamos anteriormente, las soluciones de automatización basadas en cobots suelen ser mucho más flexibles que las convencionales basadas en robots industriales, no solo por el hecho de evitar la instalación de vallado o poder compartir el área de trabajo sino que también tienen asociadas otras capacidades técnicas como por ejemplo la programación mediante guiado que permite la reconfiguración de tareas y programación de trayectorias por un usuario no experto en robótica. Este incremento de la flexibilidad y mejora de las interfaces de usuario, hará que muchas de ellas puedan ser aplicadas en pymes, dónde normalmente la producción se orienta a lotes cortos con un gran número de referencias, lo cual implica reconfiguración y adaptación de las líneas de producción. Si esta reconfiguración la puede hacer un operario, la solución final será fácilmente amortizable por una pyme, a diferencia de las instalaciones basadas en robots industriales, donde la reconfiguración requiere de un usuario con al menos conocimientos básicos de robótica y programación.

Sin embargo, ¿qué requisitos deben cumplir los robots industriales para poderse 'convertir' en un cobot?

Se puede decir que la clasificación de cobot depende más de la aplicación que realice el robot que del propio robot en sí mismo, es decir, siempre que se garantice la seguridad para las personas que comparten espacio de trabajo, podremos utilizar

cualquier tipo de robot. Hoy en día se habla de robots colaborativos como aquellos que en caso de colisión no causan daño, pero si se evitan las colisiones y en lo que se centra el sistema de seguridad es en la detección y seguimiento de las personas, cualquier robot podría operar como colaborativo. Este es el punto dónde incide el proyecto Roberto, no considerar posible que exista contacto entre un trabajador y el robot mientras ambos se encuentran realizando una tarea.

¿Qué trabajos realizará Aimen en este proyecto? ¿Qué desarrollos tecnológicos serán necesarios?

Aimen se encargará del diseño e integración de la arquitectura de control, centrando sus esfuerzos en la creación del sistema de percepción necesario para la detección y seguimiento de personas en el entorno de trabajo del robot.

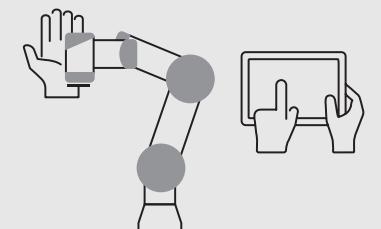
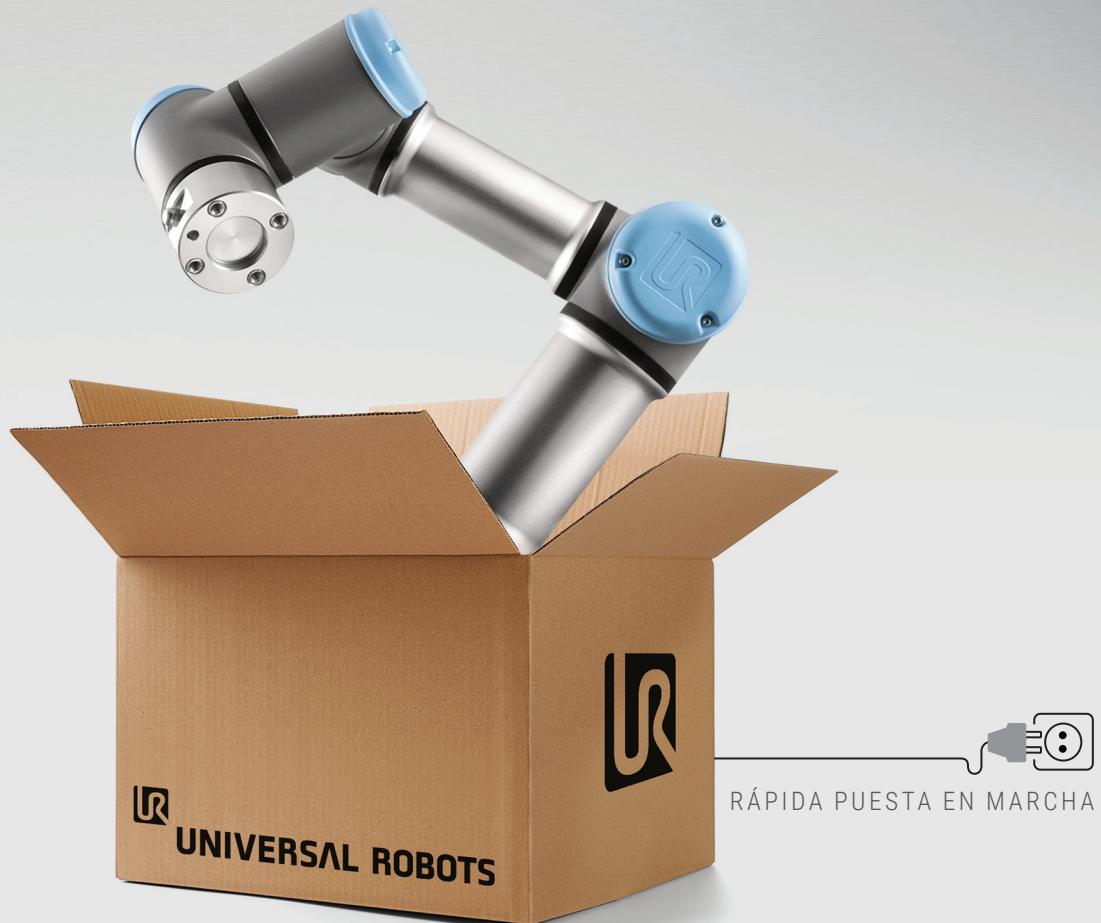
Será necesario desarrollar un sistema de seguridad multi-nivel que garantice la operación segura de los robots industriales en espacio compartido. Para esto se hará uso de nuevas técnicas y tecnologías en lo que a detección y modelado de entorno se refiere.

Para finalizar, ¿qué nivel de implantación de cobots prevén para los próximos años en España? ¿Está en línea con otros países europeos?

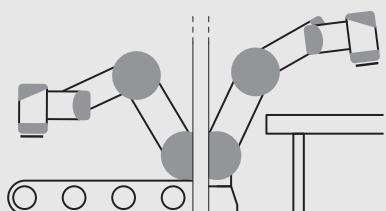
España dispone de una alta implantación de robots en la industria, debida en gran medida al sector de la automoción que supone poco menos del 50% del total existente. En este sentido, cabe esperar que el nivel de implantación en este sector siga situando a España entre los países que mayor número de robots por trabajador tenga en los próximos años.

Al margen de la industria de la automoción, es difícil estimar si estaremos por encima o por debajo de la media europea, lo que sí está claro es que partimos con una clara ventaja técnica respecto a otros países, al existir un gran número de empresas integradoras de soluciones robotizadas, las cuales ya están ofreciendo soluciones colaborativas para la industria de automoción. La clave estará en que estas empresas que crean soluciones robotizadas, diversifiquen sus sectores de negocio y, aprovechando estas nuevas tecnologías, desarrollen soluciones para otros sectores, muchos de ellos con una alta presencia de pymes.●

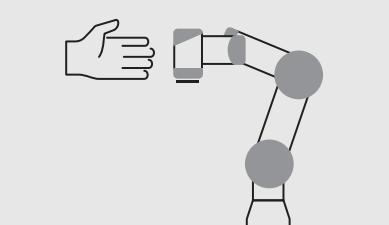
PLUG & PLAY



FÁCILES DE PROGRAMAR



FLEXIBLES



COLABORATIVOS Y SEGUROS

El futuro es colaborativo

La herramienta de producción la más flexible y ergonómica para la automatización de tareas repetitivas.

¡Construyamos juntos la industria del futuro!



UNIVERSAL ROBOTS

EL OBJETIVO ES FACILITAR SU INTEGRACIÓN EN LA SOCIEDAD

ROBOTS AUTÓNOMOS DIESTROS COMO CO-TRABAJADORES CON OPERADORES HUMANOS



/ Raúl Suárez y Jan Rosell, Instituto de Organización y Control de Sistemas Industriales (IOC).
Universitat Politècnica de Catalunya (UPC)

El campo de aplicación de la robótica crece constantemente a medida que los avances tecnológicos van permitiendo nuevas prestaciones. Entre las nuevas aplicaciones destaca, por su potencial trascendencia tanto desde el punto de vista productivo como desde el social, aquellas en las que los robots trabajan conjuntamente con los seres humanos, dando origen al concepto de 'robot co-trabajador'. En estas aplicaciones los robots requieren características particulares. Por un lado, han de tener cierta autonomía y capacidad de decisión, ya que su función no es la de realizar tareas de forma repetitiva en el sentido clásico, sino que deberán adaptarse con cierta celeridad a condiciones cambiantes, sobretodo generadas por los operarios con los que comparten el entorno de actuación. Esta adaptación implica una capacidad de interacción con los operarios que condiciona los movimientos y forma de actuar de los robots, a fin de evitar posibles daños a la integridad física de los humanos, pero evidentemente manteniendo la eficiencia de sus acciones. Por otra parte, para que los robots co-trabajadores sean realmente útiles es necesario, además, que tengan un nivel de destreza suficiente que les permita ejecutar diferentes acciones requeridas en las actividades humanas.

1. Introducción

En el Instituto de Organización y Control de Sistemas Industriales (IOC) de la Universitat Politècnica de Catalunya (UPC) se está llevando a cabo el proyecto 'Robots autónomos diestros como co-trabajadores con operadores humanos' financiado por el Plan Nacional de I+D+I (DPI2016-80077-R) en el que se pretende incrementar las prestaciones de los robots co-trabajadores para acercarlos a su implantación definitiva en nuestra sociedad y facilitar también su aceptación por parte de los humanos. Con este fin se desarrollarán algoritmos y procedimientos que faciliten una cooperación eficiente entre los robots co-trabajadores y los humanos. Concretamente, se plantean avances en temas tan relevantes como: el aumento de la capacidad del robot para gestionar autónomamente las tareas y los movimientos para llevarla a cabo, representando el conocimiento mediante ontologías; el incremento de la capacidad de manipulación diestra y bimanual, monitorizando las acciones para prevenir potenciales fallos; y la mejora en la interacción con el operario humano, en referencia a movimientos reactivos, de cooperación, de transferencia de objetos. Todos los desarrollos teóricos realizados son probados y validados experimentalmente en los sistemas específicamente preparados para tal fin en el marco del proyecto. Por otra parte, los problemas mencionados se abordan con la intención de aportar soluciones generales que sean válidas tanto en la robótica industrial como en la de servicios, previendo tanto la influencia puramente industrial de los resultados como la componente social de los mismos.



2. Motivación

Aunque la introducción de robots avanza de manera imparable en distintos ámbitos, la disponibilidad de robots humanoides con capacidades 'casi humanas' y que realicen para el hombre tareas avanzadas en el trabajo y en el hogar no es inmediata. Sin embargo, la existencia de robots manipuladores móviles con capacidades de manipulación diestra capaces de asistir al ser humano de manera versátil en distintas tareas simples es ya una realidad, por ejemplo como transportadores logísticos o adaptaciones de manipuladores clásicos, y algunos fabricantes ya comercializan modelos que cumplen las normativas de seguridad requeridas para compartir espacio de trabajo con los seres humanos. En cualquier caso, lograr una adecuada efectividad, depende de mejoras de hardware y de software que permitan un grado elevado de adaptabilidad.

El uso de robots como compañeros de trabajo es un salto evolutivo en la robótica industrial. La disponibilidad de robots que puedan realizar distintas tareas, autónomamente o en cooperación, y compartir de forma segura el espacio con los humanos, puede permitir incrementar la producción y los puestos de trabajo. Los robots co-trabajadores necesitan la interacción y supervisión humanas, pueden considerarse como

herramientas avanzadas y es posible establecer con ellos una relación simbiótica, permitiendo realizar más tareas en menos tiempo, con mayor calidad y de forma más confortable.

La propuesta de introducir en el entorno de trabajo robots co-trabajadores tiene un carácter disruptivo que puede tener efectos importantes sobre el modelo productivo actual, y el comportamiento y la convivencia laboral. Por ello, en los desarrollos en este campo hay que tener en cuenta la importancia de los comportamientos y percepciones sociales que esta tecnología pueda generar, ampliando sus ventajas y minimizando los riesgos asociados, para que estos comportamientos propicien el proceso de innovación, que debe conllevar un aumento de la productividad y de la calidad, así como una mejora de las condiciones de trabajo. En este sentido, deben implementarse sistemas en los que los robots co-trabajadores den soporte y se integren en las tareas y movimientos de los operarios de manera fluida, natural, mínimamente invasiva y segura.

Ahora bien, para que el concepto de robots co-trabajadores se consolide, tanto en el ambiente industrial como en el de servicios, aún se deben realizar avances científicos y tecnológicos en determinados temas afines. Por ejemplo, aunque ya existen propuestas y ensayos experimentales, la manipulación diestra y la cooperación bimanual en su sentido más riguroso aún son temas de trabajo en centros de investigación, así como la capacidad de cooperación con el operador humano en cuanto a planificación simultánea de movimientos y tareas para una adecuada interacción, desde el punto de seguridad, de eficiencia, y también de confort para el humano. Por lo tanto, resulta razonable y pertinente trabajar en estos aspectos.

Figura 1.
Manipulación
bimanual de objetos
voluminosos para
una única mano.



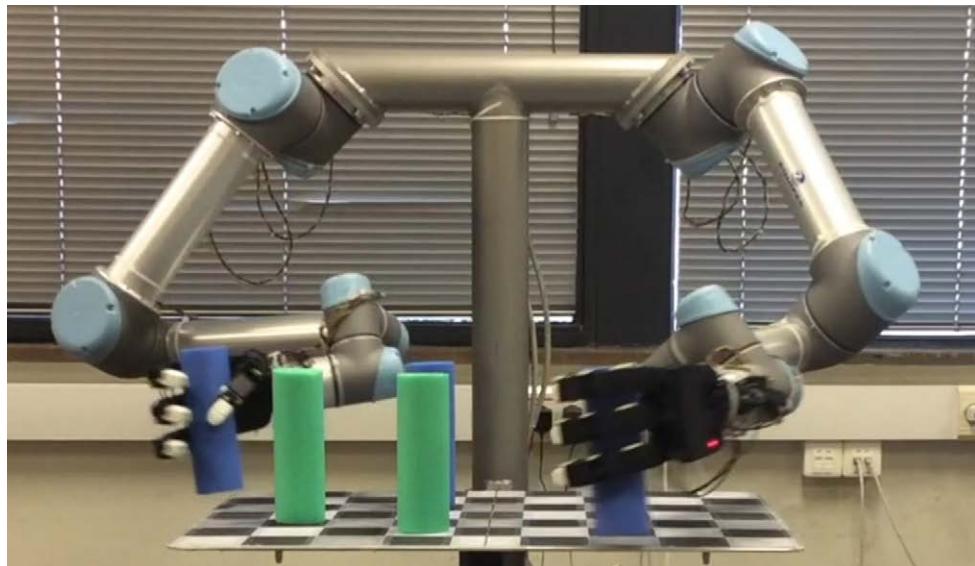


Figura 2. Robot manipulador bimano manipulando objetos en presencia de obstáculos.

Así, entre las motivaciones más relevantes para llevar a cabo un proyecto de investigación abordando los temas que se describen en las secciones siguientes podemos mencionar: a) los robots co-trabajadores se presentan actualmente como una de las herramientas de alto nivel más versátil y útiles, b) se dispone en el mercado de robots manipuladores móviles de prestaciones mecánicas aceptables, pero que tienen fuertes limitaciones en cuanto a destreza y capacidad de interacción con el operario humano; c) entre las causas de estas limitaciones están las carencias en la capacidad de manipulación diestra, por ejemplo explotando adecuadamente el uso de información táctil, y en la de cooperación segura y eficiente con el humano, por ejemplo planificando adecuadamente las tareas y movimientos en concordancia con los del humano.

3. Aspectos técnicos

El objetivo general del proyecto es el desarrollo de un sistema de robots co-trabajadores diestros que tengan capacidad de manipulación y que sean capaces de interactuar con operarios humanos en la realización de tareas diversas. Se plantea, por un lado, una manipulación bimanual y móvil que permita, mediante la coordinación entre brazos y mediante los grados de libertad de la base móvil, una amplia versatilidad de acciones de soporte al operario humano. Por otro lado, usando manos mecánicas sensorizadas adecuadamente, se busca llevar a cabo una manipulación diestra que amplíe el rango de tareas a realizar. Además, los movimientos de los brazos y de las manos deberán tener apariencia humana para facilitar la interacción con operarios humanos. Esta interacción se pretende que abarque diferentes grados, desde una interacción mínima en la que los robots reciben indicaciones de la tarea a realizar y deben ser capaces de ejecutarla de la manera más autónoma posible (planificando la tarea y los movimientos para llevarla a

cabo, siendo capaces para ello de obtener el conocimiento de una codificación basada en ontologías), hasta una máxima cooperación entre humanos y robots en la ejecución conjunta de una tarea determinada (en este caso es necesario que el robot tenga capacidad de comunicación con el operario humano, así como de adaptación a los cambios, tanto en lo que se refiere a la planificación de la tarea como a la planificación de los movimientos).

En los subapartados siguientes se describen los principales aspectos científico-técnicos abordados con el objetivo de mejorar las prestaciones de los robots autónomos diestros en su aplicación como co-trabajadores con operadores humanos.

3.1 Capacidad de gestión autónoma de tareas y movimientos

Los robots co-trabajadores deben tener de la capacidad de planificación a nivel de tarea y a nivel de movimientos, para que puedan ejecutar las indicaciones del operario respecto de la tarea que deben llevar a cabo. El proceso de razonamiento ligado a la planificación de las tareas puede verse facilitado mediante una adecuada representación del conocimiento usando ontologías. Esta representación permite la formulación de categorías y relaciones que describen los objetos y las acciones de manipulación, facilitando la integración de información semántica con el proceso de razonamiento. Asimismo, es importante que la planificación de tareas y de movimientos se haga de manera coordinada para obtener de manera eficiente un plan realizable, y que sea robusta a las incertidumbres tanto a nivel de tarea en cuanto a los resultados de las acciones, como a nivel de movimientos respecto a la imprecisión del modelo del entorno.

- Representación del conocimiento mediante ontologías. El 'Web Ontology Language' (OWL) permite modelar el conocimiento sobre las tareas de manipulación en forma de ontologías, que pueden ser accesibles para cualquier robot a través de Internet.

Se definen dos ontologías: una centrada en los objetos, en sus propiedades físicas y en cómo y con qué garras/manos pueden ser manipulados, y otra centrada en las acciones que son capaces de realizar los robots, en sus precondiciones y sus efectos.

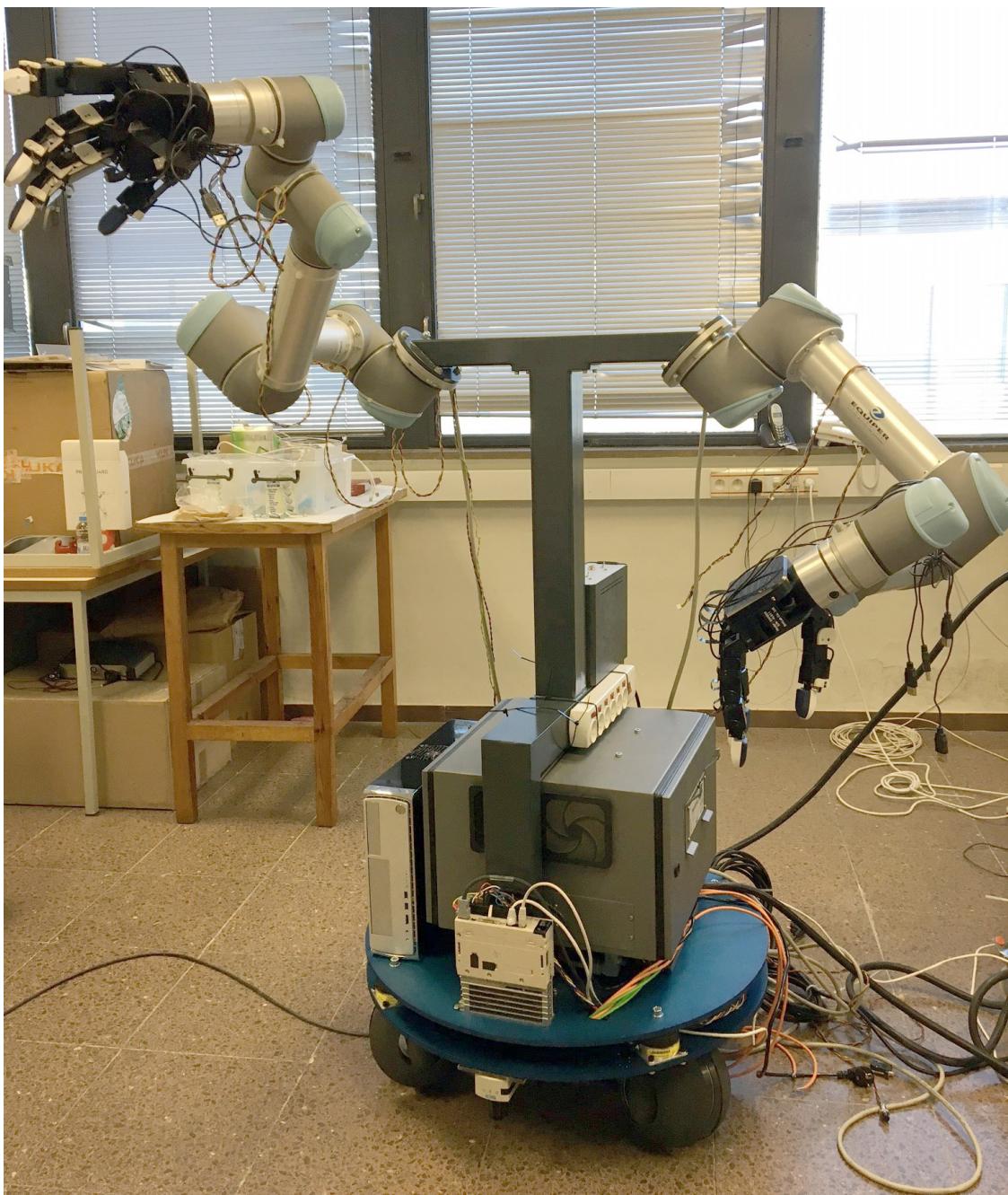


Figura 3. Robot manipulador móvil antropomorfo.

- b) Planificación de movimientos para tareas de manipulación. La planificación de movimientos se centra en la búsqueda de caminos para el robot que eviten colisiones con el entorno. Sin embargo, para tareas de manipulación, deben permitirse el contacto con algunos de los objetos del entorno, facilitando la interacción con el propósito de reposicionarlos. Para ello, se equipa a los algoritmos clásicos de planificación de movimientos basados en muestreo con un motor de simulación dinámica, y se incorpora asimismo el conocimiento sobre cómo se interactúa con los diferentes objetos. Este enfoque también se puede extender a los planificadores basados en 'Linear Temporal

- Logic', permitiendo la realización de acciones más complejas que requieran la consecución temporal de diferentes objetivos.
- c) Planificación simultánea de tareas y de movimientos. Una de las posibles alternativas para la integración de la planificación de tareas y de movimientos se basa en la planificación de tareas en el espacio de estado usando el método heurístico de planificación Fast Forward (FF), que estima el coste hasta el estado final en base al número de acciones a realizar. Integrando la planificación de movimientos en el cálculo de esta heurística se pueden encontrar planes factibles y de coste mínimo de manera eficiente.



3.2 Capacidad de manipulación bimanual y diestra

Un robot co-trabajador debe tener en sí mismo capacidades avanzadas de manipulación, lo que incluye el uso coordinado de dos brazos para llevar a cabo una tarea (sea a cadena cinemática abierta o cerrada cuando dos brazos sujetan un único objeto) así como la capacidad de manipular objetos de forma diestra con los dedos de la mano. Las soluciones actuales no tienen la robustez y eficiencia que una aplicación práctica necesita y aún se deben perfeccionar. En el marco del proyecto se están trabajando los siguientes temas.

a) Estrategias para la optimización de la sujeción bimanual de objetos. Se está trabajando en metodologías que permitan resolver de forma práctica como sujetar un objeto con dos manos, considerando que la prensión resultante resista fuerzas de perturbación en cualquier dirección. Los desarrollos realizados ya permiten encontrar soluciones básicas, dando la posición de los brazos, las manos y los dedos que sujetan conjuntamente un objeto demasiado voluminoso para ser sujetado con una única mano. (ver figura 1). Los trabajos en curso están orientados a optimizar las fuerzas que deben aplicarse en las articulaciones de los dedos para optimizar a su vez las fuerzas resultantes sobre el objeto siguiendo diferentes criterios: hacer que los dedos hagan las fuerzas mínimas necesarias para la sujeción, hacer que el objeto esté sometido a las menores fuerzas internas posibles, e intentar evitar que una mano haga mucha más fuerza que la otra al sujetar el objeto.

b) Colaboración bimanual en la manipulación independiente de objetos. Otra variante de manipulación coordinada utilizando sistemas bi-brazo es la denominada coordinación por metas, en la que ambos brazos trabajan en la misma tarea pero sin interactuar físicamente entre ellos.

En este contexto se ha desarrollado una aplicación para sujetar dos objetos específicos (cada objeto puede sujetarse con cualquiera de los dos brazos o bien puede ser pre-assignado a uno de ellos) en un entorno en que el acceso a estos objetos puede estar bloqueado por otros que deberán ser apartados (ver figura 2). Para ello se han utilizado variantes de planificadores de movimientos basados en muestreo, tras su uso el problema se ha modelado como un grafo de precedencias, y de este grafo se puede extraer una secuencia de acciones para cada mano que permita apartar los obstáculos y hacer accesibles los objetos deseados. Actualmente se trabaja en nuevos modelos para buscar soluciones óptimas de forma sistemática y también en la determinación de funciones de coste para optimizar la transferencia de un objeto de una mano a otra (robot-robot o robot-operario), intentando establecer una medida de calidad que indique cuan buena es una prensión de cara a la posterior transferencia del objeto.

c) Búsqueda de apariencia humana en los movimientos de las manos y los brazos robóticos. Un aspecto importante cuando un robot va a interactuar con un operario humano es que los movimientos del primero sean fácilmente interpretados por el segundo, tanto por razones de optimización del trabajo como de seguridad para el operario. Para ello se procura que la apariencia de los movimientos de los brazos robóticos se aproxime a la humana, aun cuando el robot tenga una estructura



Figura 4. Humano interactuando con un robot antropomorfo colaborativo.

cinemática diferente (ver figura 3). Para ello se han estudiado las relaciones entre las variaciones de las articulaciones de los humanos cuando realizan las tareas, tanto en lo relativo a posición como a velocidades (sinergias denominadas de orden cero y uno respectivamente). Este criterio se aplica tanto a los movimientos coordinados de cada brazo en cadena cinemática abierta como a los movimientos restringidos en cadena cinemática cerrada cuando ambos brazos estén manipulando un mismo objeto.

d) Manipulación diestra. El concepto de manipulación diestra se refiere a la manipulación de objetos usando solamente los dedos. La manipulación diestra persigue tres objetivos principales: a) Desde el punto de vista de la mano, la optimización de su configuración, es decir, que sea confortable mientras se sujetá un objeto; b) Desde el punto de vista de la presión (relación objeto-mano), la optimización de su calidad, es decir, la búsqueda de presiones seguras en las que la mano pueda resistir fuerzas externas aplicadas al objeto; y c) Desde el punto de vista del objeto, la optimización de su configuración, es decir, la búsqueda de una posición y orientación que satisfagan los requisitos de una tarea dada. En el proyecto se trabaja siguiendo estos tres criterios en la manipulación de objetos desconocidos usando solamente información táctil y el conocimiento de la cinemática de la

mano. Se tienen resultados muy satisfactorios para manipulación de objetos en un plano usando dos dedos y se trabaja actualmente en la extensión al caso de sujeción del objeto con tres o más dedos para poder rotarlo en diferentes direcciones.

3.3 Capacidad de interacción con operarios humanos

Es necesario que los robots co-trabajadores tengan la capacidad de interacción con los operarios humanos. El sistema debe ser capaz de planificar tareas en las que el operario humano es uno de los actores en su ejecución y el robot co-trabajador el otro. La introducción de los operarios humanos fuerza al sistema a ser flexible, a tener una capacidad de replanificación que le permita adaptarse a las incertidumbres y a los cambios. Asimismo, en cuanto a la planificación de los movimientos del robot, como ya se mencionó anteriormente, es deseable que estos tengan apariencia humana (particularmente en el caso de robots bimanuales), para que el operario se sienta seguro a su lado, así como capacidad reactiva para evitar colisiones con los operarios (ver figura 4).

a) Planificación de tareas compartidas. Para poder llevar a cabo una correcta colaboración, es necesario el desarrollo de estrategias de planificación de tareas compartidas entre el operario humano y el robot co-trabajador, realizándose dicha planifica-



ción en base al conocimiento sobre las capacidades de ambos, disponible en las ontologías de manipulación. La discrecionalidad del operario humano en la ejecución de las tareas es un punto clave, que obliga a considerar estrategias flexibles de replanificación que, en base a la monitorización continua de la tarea, permitan adaptarse a los cambios de manera rápida y efectiva.

- b) Planificación reactiva de movimientos. Mediante un sistema de cámaras se puede monitorizar los movimientos del operario humano dentro del espacio de trabajo, e integrar en el robot la capacidad de evitar colisiones mediante estrategias dinámicas de evitación de obstáculos que modifican ligeramente el camino planificado. Sin embargo, ante posibles obstaculizaciones, es indispensable dotar al robot co-trabajador de la capacidad de replanificación que le permita recalcular los movimientos a realizar de manera rápida y eficiente.
- c) Transferencia de objetos entre humanos-robots. Dentro del contexto de la interacción humano-robot, la realización de tareas compartidas en las que se requiere de la transferencia de objetos humano-robot, en ambos sentidos, es de especial interés. Este problema requiere optimizar la posición más conveniente de transferencia y la configuración del manipulador en función del contexto, así como la cesión y agarre robustos del objeto en el intercambio.

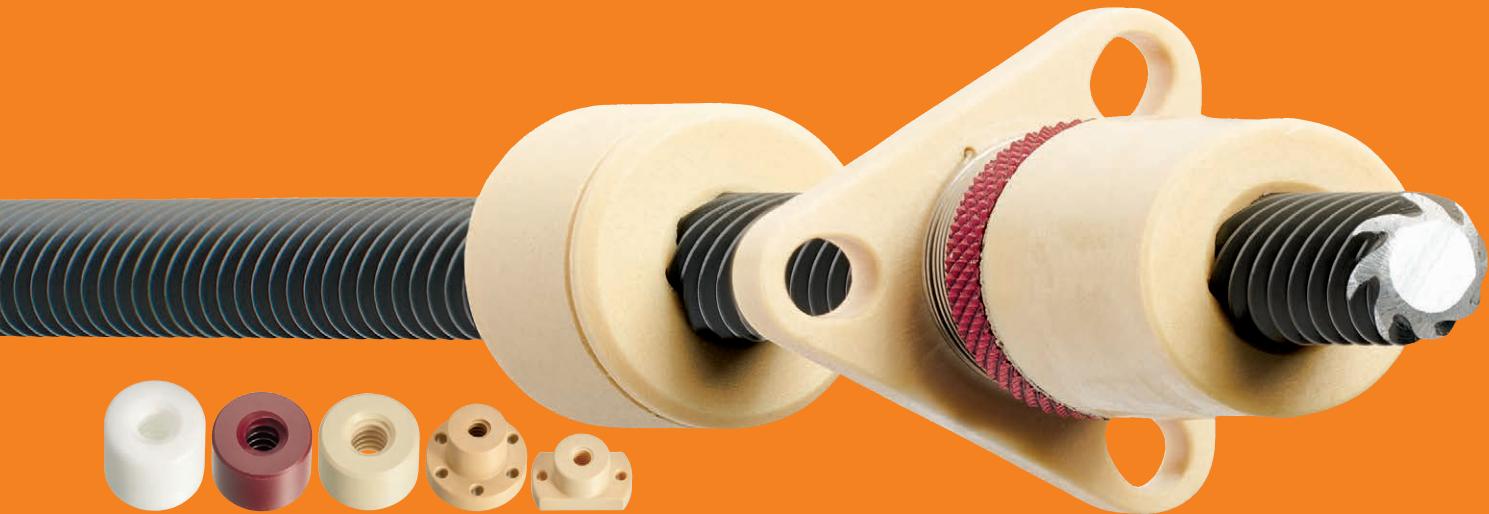
Asimismo, en este tipo de tareas es de especial importancia que el robot co-trabajador se mueva como lo haría un operario humano.

4. Conclusiones

La evolución de la robótica industrial se dirige hacia la robótica colaborativa, que debe permitir el uso de robots como co-trabajadores que puedan realizar distintas tareas, autónomamente o en cooperación, y compartir de forma segura el espacio con los humanos, facilitando su integración en la pequeña y mediana empresa y permitiendo un aumento de la producción y de la calidad de los puestos de trabajo.

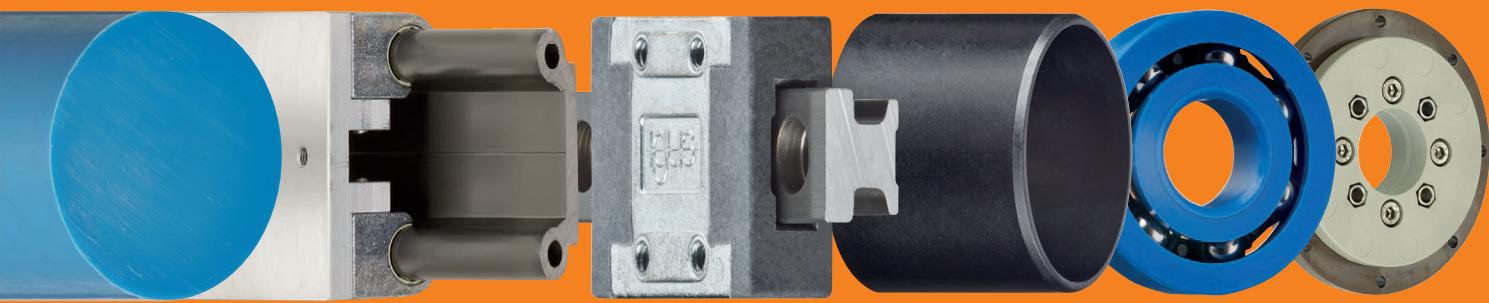
En este marco, el proyecto 'Robots autónomos diestros como co-trabajadores con operadores humanos' DPI2016-80077-R reseñado en este artículo persigue abordar algunos de los principales retos científicos y tecnológicos que esto comporta.

En particular, contribuir a dotar a los robots co-trabajadores de la capacidad de planificación simultánea de movimientos y tareas para una adecuada gestión autónoma, de capacidades avanzadas de manipulación, incluyendo manipulación diestra y cooperación bimanual, para su desempeño en entornos humanos, así como de la capacidad de interacción con los operarios humanos para realizar tareas en cooperación con ellos, moviéndose en su entorno y en su presencia de manera segura y fiable. ●



... con husillos de aluminio dryspin®

Husillos de aluminio anodizado duro y paso largo con una geometría optimizada para mayor eficiencia y vida útil. Tuercas disponibles en 5 materiales diferentes – desde especialistas en altas temperaturas hasta conformes con la FDA. igus.es/dryspin



dry-tech®: ... hazlo fácil con nuestros Cojinetes libres de lubricación

Mejore su tecnología y reduzca costes: movimientos lineales, rotativos y oscilantes con los cojinetes plásticos de igus® resistentes al desgaste. Ligeros, duraderos y económicos; para una gran variedad de aplicaciones. igus.es/dry-tech



the-chain: ... energía en movimiento de forma fácil

Suministro de energía de forma segura y en cualquier dirección. Diseño fácil y cómodo compuesto por cadenas portacables, cables chainflex® y otros componentes de igus®. Seleccione, calcule y realice su pedido con las herramientas online – envío desde 24 horas. igus.es/the-chain

Visítenos: Metallic Mining Hall, Sevilla – Pab. 2038 | MetalMadrid – Stand E20

Pida muestras gratis:
Tel. 93 647 39 50
igus® S.L.U. info@igus.es

igus.es
plastics for longer life®



PRODINTEC PARTICIPA EN EL PROYECTO EUROPEO VALERI PARA LA INDUSTRIA AEROESPACIAL

ROBOTS 4.0

La industria y los procesos de fabricación han cambiado y evolucionado significativamente a lo largo de las diferentes revoluciones industriales. Las condiciones de trabajo y la productividad han mejorado gracias a la introducción de nuevas tecnologías, como los procesos y tecnologías de fabricación avanzada, los sistemas mecatrónicos incluyendo la robótica, las tecnologías de la información y las comunicaciones, la simulación, etc. Hoy en día, estamos inmersos en la Cuarta Revolución Industrial o Industria 4.0, basada en los sistemas de producción ciberfísicos, la automatización inteligente, el intercambio de datos y las nuevas tecnologías de fabricación. Las automatizaciones basadas en robots han experimentado sus propias revoluciones. La primera fue la aparición de las automatizaciones en la industria, la segunda fue la introducción de los robots con sensores para mejorar la seguridad, la tercera fue la movilidad de los robots y la cuarta y última, los robots inteligentes (con sistemas de percepción) para el trabajo colaborativo.

/ Luis Pérez Castaño, jefe de Unidad de Industria Digital. Fundación Prodintec

La Comisión Europea ha identificado la robótica como una de las claves para la economía europea, estableciendo como uno de los objetivos del Programa Marco Horizonte 2020 alcanzar el liderazgo en las tecnologías industriales. Para este propósito, la automatización de procesos y la reducción de las tasas de accidente son fundamentales. La productividad y la

seguridad estaban limitadas por los procesos manuales en la industria tradicional. La automatización y los robots conducirán a la industria moderna hacia la eficiencia, resultando en una rápido incremento de la productividad, un mayor ahorro de materiales y energía y, lo que es más importante, unas condiciones de trabajo más seguras.

Aeronáutica 4.0

Retos para el desarrollo de robots

Los robots industriales están diseñados para realizar operaciones de forma rápida y repetitiva. Por otra parte, los sistemas de visión son ampliamente utilizados en la industria, principalmente para inspección de procesos y controles de calidad. Es en este punto donde los robots y los sistemas de visión artificial se convierten en los actores principales de la escena industrial. En los últimos tiempos se ha incrementado el uso de las tecnologías de visión artificial en aplicaciones relativas a la mejora de la seguridad de los trabajadores en el entorno industrial y al guiado de robots, integrándose todas estas aplicaciones en una sola para el guiado de robots colaborativos. La industria europea requiere de un nuevo tipo de robots colaborativos que sean capaces de realizar sus tareas con exactitud garantizando la seguridad de las personas. Es precisamente la seguridad, lo que ha limitado el uso de los robots hasta ahora, ya que había que mantenerlos separados de las personas.

Sin embargo, hay muchas industrias que son reacias a la implantación de soluciones robóticas porque perciben sus tareas y procesos como muy complejos para ser totalmente automatizados. Para algunas aplicaciones industriales, particularmente aquellas que conllevan fabricación de piezas grandes o específicas (no seriadas), como en el sector aeronáutico, las soluciones robóticas estándar no son, en general, económicas, siendo necesario un robot específico.

Estos nuevos retos implican el desarrollo de nuevos sistemas de control para los robots, más flexibles y fácilmente programables y que permitan que los robots cooperen en condiciones de seguridad con los trabajadores. En esta línea trabajan varios consorcios europeos como, entre otros, los de los proyectos Valeri y Symbio-Tic.

El proyecto Valeri

En el proyecto Valeri (Validación de la utilización de robótica colaborativa en aplicaciones industriales) del 7º Programa Marco, se ha desarrollado un robot móvil colaborativo para la industria aeronáutica, concretamente para realizar las tareas de aplicación de cordón de sellante y de inspección de piezas, reduciendo la manipulación de productos químicos, las posturas poco ergonómicas y las tareas repetitivas.

El proyecto Symbio-Tic

En el proyecto Symbio-Tic (Nuevas tecnologías para una industria europea más automatizada) del Programa H2020, se desarrollan nuevos entornos de trabajo colaborativo persona-robot para incrementar el nivel de automatización en la industria manufacturera, con demostradores en tres industrias: alimentación, aeronáutica y automóvil.

El proyecto Valeri nació con el objetivo de incorporar el concepto de fábrica de futuro a la industria aeroespacial se puso en marcha un consorcio europeo de centros de investigación y empresas, entre los cuales está el centro tecnológico Prodintec, para desarrollar un nuevo concepto de robot móvil y de movimiento autónomo que permitiera ayudar a los trabajadores en el ensamblaje de componentes aeroespaciales, trabajando mano a mano con ellos en la planta de producción con total seguridad. Un ambicioso proyecto coordinado por el Instituto Fraunhofer de Operaciones y Automatización en Fábricas (Alemania), que cuenta además con la participación de Airbus Military (España), FACC (Austria), IDP Sistemas y Aplicaciones (España) y Kuka Laboratorios (Alemania) como socios industriales y de Profactor (Alemania) y el centro tecnológico Prodintec como socios especialistas en el desarrollo del sistema de visión del robot.

Los sistemas de producción en los que está pensado utilizar el robot se dedican a la fabricación de grandes piezas aeroespaciales y consisten en estaciones de producción en las cuales trabajan diferentes turnos de trabajadores durante varios días, hasta que completan todas las tareas de montaje e inspección de las mismas. Para estos entornos de producción, los sistemas robóticos estacionarios especializados no son económicos. Por ello, el empleo de manipuladores móviles que puedan llevar a cabo tareas similares en múltiples estaciones se presenta como una alternativa económica de elevado interés. Además, el sistema de robot previsto también presenta, en comparación con los tradicionales robots industriales, una reducción de los tiempos de programación, situación que conduce a aumentos en la velocidad y la flexibilidad de trabajo.

Figura 1: Robot Valeri.



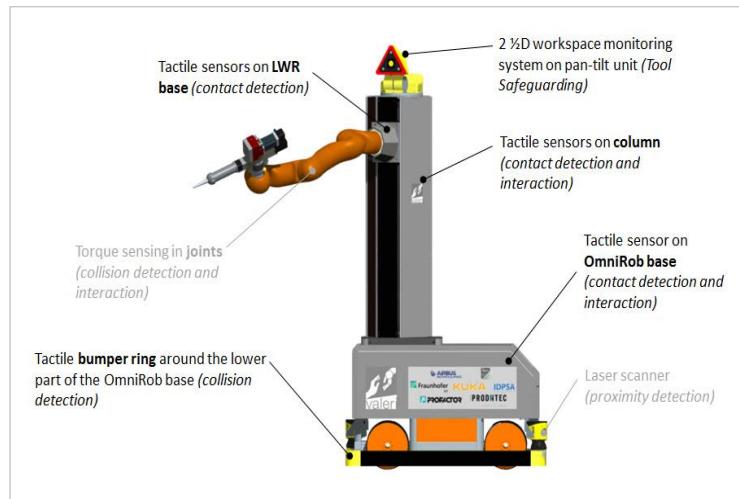


Figura 2: Sistemas para la interacción segura del robot Valeri.

Interacción segura persona-robot

La protección de las personas para evitar colisiones con un robot se lleva a cabo, normalmente, mediante la utilización de barreras o sensores certificados, incluyendo barreras físicas de seguridad, alfombras de seguridad, límites sensorizados, etc. Con estos dispositivos se consigue una parada controlada en el robot cuando una persona entra en la zona designada como área de seguridad. Sin embargo, estos sistemas pueden requerir una amplia zona alrededor del espacio de trabajo del robot, es decir, dentro de aquellas zonas que el robot puede llegar a alcanzar.

El campo de los sensores ópticos de seguridad avanzada para la interacción persona-robot está ganando cada vez más atención (visión artificial, escáneres láser...). Las investigaciones actuales se centran en la adquisición de datos relativos a personas y los obstáculos existentes dentro del área de trabajo del robot y en el diseño de zonas de seguridad virtuales para la detección y prevención temprana de posibles colisiones.

Para permitir interacciones seguras persona-robot también se emplea piel sensible en el robot para detectar las fuerzas de contacto. El robot está cubierto de un sensor táctil cuya salida se utiliza para generar una reacción apropiada a la situación detectada, como detener el robot, reducir su velocidad o moverlo en sentido contrario, de forma controlada en todos los casos. Además, algunos robots ya incluyen en las articulaciones de sus ejes cinemáticos sensores de posición y de par, de forma que las fuerzas que actúan sobre el robot generan momentos que son detectados en las articulaciones.

Conclusión

Dada la complejidad y la necesidad de precisión de algunas tareas, es necesario que los robots trabajen de forma colaborativa y segura con las personas, por lo que los robots colaborativos se han convertido en uno de los elementos centrales de la Industria 4.0, haciendo que la mejora de la productividad, la eficiencia y la seguridad formen parte del mismo objetivo.●

Grupo de trabajo del proyecto Valeri.



YASKAWA



WELD MASTER

YASKAWA, EL EXPERTO EN SOLDADURA

CELDAS DE SOLDADURA COMPACTA MOTOMAN ARCWORLD

YASKAWA le ofrece la más amplia gama de robots, posicionadores y celdas especializadas para todo tipo de aplicaciones de soldadura e industrias, como por ejemplo nuestras celdas de soldadura ArcWorld. Con nuestras celdas de soldadura, podrá producir al 100% desde el primer día. ArcWorld son celdas compactas y eficientes con dos zonas de trabajo, cumplen con los requisitos estándar de la CE, y permiten soldar objetos de tamaño mediano y pequeño. De muy rápida instalación, están compuestas por un robot de soldadura MOTOMAN, máquina de soldar, antorcha de soldadura y, según el modelo, un posicionador en cada estación o bien un posicionador de 2 estaciones. ¡Consúltenos!



Robot con capacidad de autoaprendizaje en una instalación de clasificación de residuos automatizada



Con el desarrollo del ZenRobotics Recycler, un robot con capacidad de autoaprendizaje que clasifica materias primas reutilizables a partir de un flujo de residuos previamente tratados, ZenRobotics Ltd. está revolucionando el sector del reciclaje. El sistema sustituye el trabajo manual habitual para el reciclaje y permite recoger materiales reciclables, cuya preparación resultaba hasta ahora poco económica. Gracias a una clasificación idónea según la naturaleza de los materiales, aumenta considerablemente el valor de estas materias primas. Un PC embebido con TwinCAT como plataforma de automatización completa se encarga del control de la instalación.

Xavier Martos, director general de Beckhoff Automation, S.A.

El ZenRobotics Recycler (ZRR) es una solución de clasificación de residuos completamente automática con fusión de datos de sensores e inteligencia artificial. El sistema es capaz de identificar y clasificar materias primas valiosas como, por ejemplo, metal, madera, piedra, plásticos duros y cartón, a partir de escombros y residuos industriales. Un robusto robot de alta velocidad de coordenadas cartesianas, especialmente diseñado por ZenRobotics, logra hasta 2.000 recogidas por hora y clasifica objetos de diferentes formas y tamaños. Una instalación con dos robots logra hasta 4.000 recogidas por hora, lo que representa una cantidad de materias primas de aprox. 16 000 t/a en un servicio de dos turnos.

Beckhoff proporciona dinámica al proceso de clasificación

El ordenador maestro procesa los datos de los sensores en tiempo real, reconoce los objetos sobre la cinta y calcula las posiciones de destino para el posicionamiento de los robots. Como control Motion se utiliza el PC embebido CX5020, que también integra todos los I/O de la instalación. Los comandos para los ejes, el accionamiento de las pinzas, el control de la cinta transportadora, etc. son comunicados por el ordenador maestro al PC embebido a través del EtherCAT Automation Protocol (EAP). Los movimientos de los ejes de los robots, con aceleraciones de hasta 3G y velocidades de hasta 3 m/s, son



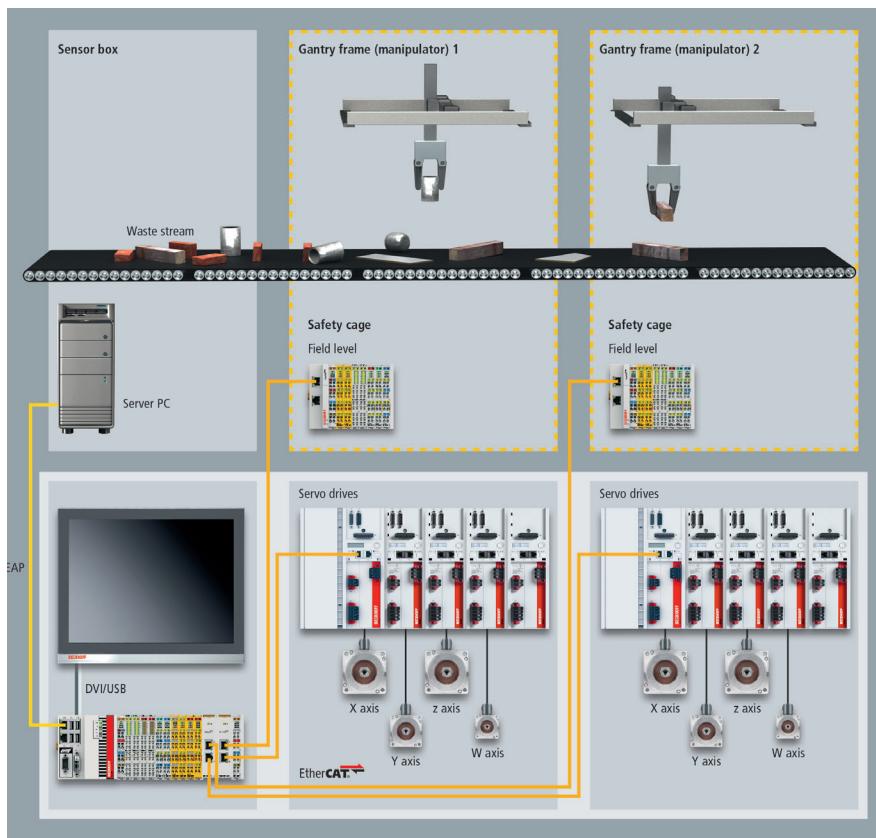
El sistema de reciclaje de ZenRobotics utiliza robots con capacidad de autoaprendizaje para clasificar materiales de un flujo de residuos.
Foto: Beckhoff.

extremadamente dinámicos. La identificación de los objetos que se encuentran sobre la cinta en función de su tamaño, forma y material solo es posible mediante robots inteligentes con capacidad de autoaprendizaje que reaccionan a los cambios y aprenden de los errores. No obstante, de vez en cuando se producen colisiones entre la pinza y los objetos. Estas deben ser reconocidas rápidamente por el sistema de control para evitar

daños mecánicos y una parada de la instalación. "TwinCAT y EtherCAT ofrecen un control de movimiento idóneo, ya que EtherCAT permite reaccionar en tiempo real", explica Juha Koivisto, Jefe de Proyecto en ZenRobotics. Cada robot cuenta con cuatro servoaccionamientos AX5000, incluyendo la opción TwinSAFE, y los servomotores AM8000. "Gracias a la tecnología de cable único de los motores, hemos reducido el esfuerzo de

Juha Koivisto,
jefe de
proyectos de
ZenRobotics.
Foto: Beckhoff.





Topología de control de la instalación de clasificación de residuos. Foto: Beckhoff.

seguridad perfectamente adaptadas a su aplicación. La tarjeta TwinSAFE integrada en los accionamientos tiene la ventaja de que no se requiere ningún cableado adicional o firmware independiente de los accionamientos. Todas las ampliaciones y funcionalidades están realizadas en software y se pueden actualizar sin ningún problema”.

Reciclaje eficiente en base a datos de análisis precisos

El ZenRobotics Recycler utiliza varias entradas de sensores para identificar los objetos o las materias primas en el flujo de residuos. La fusión de datos de sensores permite realizar un análisis preciso de los residuos. Por un lado, permite elaborar una estadística en tiempo real sobre la composición y los pesos de los residuos y sobre el valor del flujo de residuos. A diferencia de otros métodos de clasificación, el sistema de clasificación

de residuos asistido por robots es capaz de preparar componentes específicos con una pureza especialmente elevada. También se pueden reciclar varios componentes simultáneamente, lo que mejora la eficiencia de la instalación de preparación de residuos. “Nuestros clientes obtienen continuamente actualizaciones de software, ya que el ZenRobotics Recycler aprende de forma continua. El software se puede actualizar para optimizar el rendimiento o para clasificar nuevos componentes, lo que convierte al sistema en una inversión segura para el futuro”, resalta Juha Koivisto.

El ZenRobotics Recycler utiliza varias entradas de sensores para identificar los objetos o las materias primas en el flujo de residuos

cableado en un 50%”, resalta Juha Koivisto. La HMI basada en la web se ejecuta en el monitor CP2915 con interfaz de usuario multitáctil de 15 pulgadas. “Los clientes están encantados con el elegante diseño del monitor y la moderna tecnología de mando”, asegura el jefe de Proyectos de ZenRobotics.

Juha Koivisto también está muy satisfecho con la modularidad de la plataforma de control y la variedad de componentes: “Beckhoff ofrece una amplia gama de componentes modulares y escalables, por lo que podemos diseñar nuestro sistema con enorme flexibilidad. También la posibilidad de controlar el PLC y el Motion Control desde un entorno de programación ha demostrado ser una gran ventaja. Otro punto muy favorable es la sencilla integración del PLC de Beckhoff a otras tecnologías basadas en Ethernet a través del EAP”.

Solución de seguridad escalable según los requisitos del cliente

TwinSAFE, como componente integrado de la plataforma TwinCAT, se puede combinar con otros componentes de la instalación. De este modo es posible incluir o excluir diferentes objetos de seguridad independientemente entre sí en el proyecto. “Esta función es muy útil, por ejemplo cuando se debe incluir un número no definido de robots individuales en el proyecto”, explica Juha Koivisto.

Diferentes características de seguridad como, SLS (Safe Limited Speed) o SLP (Safe Limited Position) se pueden seleccionar según los requisitos del cliente final. “Gracias a la escalabilidad de TwinSAFE podemos ofrecer a nuestros clientes soluciones de

residuos asistido por robots es capaz de preparar componentes específicos con una pureza especialmente elevada. También se pueden reciclar varios componentes simultáneamente, lo que mejora la eficiencia de la instalación de preparación de residuos. “Nuestros clientes obtienen continuamente actualizaciones de software, ya que el ZenRobotics Recycler aprende de forma continua. El software se puede actualizar para optimizar el rendimiento o para clasificar nuevos componentes, lo que convierte al sistema en una inversión segura para el futuro”, resalta Juha Koivisto.

Solución de automatización como factor de éxito

“La herramienta de ingeniería completa, la gama de productos modular y de gran precisión de escalabilidad de rendimiento de Beckhoff, así como la calidad y el alcance del soporte técnico en la fase de desarrollo son los factores de éxito de nuestra solución de automatización”, afirma Juha Koivisto: “Esperamos con entusiasmo la transición a TwinCAT 3. La nueva generación de software nos ofrecerá la posibilidad de trasladar partes del código C++ superior al control de la máquina para continuar mejorando la funcionalidad en tiempo real de los sistemas. Además, la gestión de versiones de TwinCAT 3 nos ofrecerá grandes ventajas”. ●

¿ No estuviste en ? el anuario del metal 2017-2018... ?



... pues no faltes en la próxima edición del
anuario del metal 2018-2019

El único directorio exhaustivo dedicado a la mecanización, subcontratación, transformación
y demás actividades del sector metalmecánico y metalúrgico a nivel español.

30.000 lectores potenciales con una doble edición en papel y en formato digital.

Da visibilidad a tu empresa y potencia tu imagen de marca.

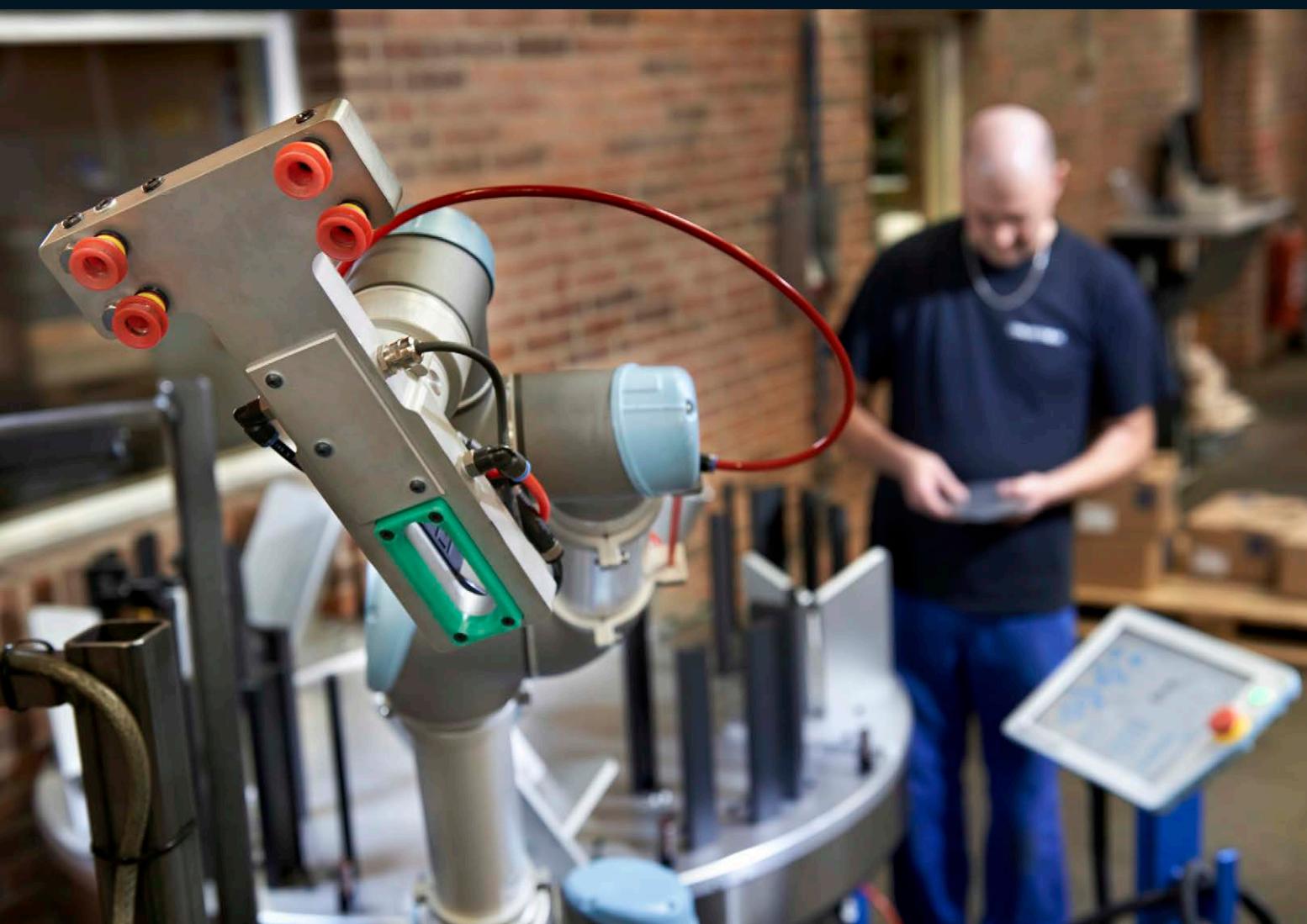
Interempresas.net

Contrátalo en: comercial@interempresas.net • T. 93 680 20 27

Cómo los robots colaborativos ayudan a fortalecer una pequeña empresa en el competitivo entorno de la fabricación por contrato

Duplicar ingresos sin duplicar plantilla

Stanträk es una empresa danesa dedicada al sector del metal y mecanizado, y especialista en el área del 'Contract Manufacturing' (fabricación por contrato) de piezas mecánicas basadas en estampaciones y muelles, que ofrece a sus clientes servicios de consultoría, desarrollo y producción de soluciones completas de ingeniería metálica. Con 50 años de experiencia en este campo, esta pequeña empresa de menos de 30 empleados ha estado produciendo piezas de ingeniería bajo encargo y en líneas de producción cortas para clientes en múltiples países y procedentes de diversas industrias tales como la electrónica, energía eólica, mobiliario, automoción e iluminación, entre otras muchas. La empresa ha confiado en Universal Robots para ser más competitiva.



Como es habitual en un mundo tan globalizado como en el que opera, Stanträk se enfrentaba a una fuerte competencia por parte de los países de Europa del Este al tener éstos unos salarios más bajos, pero también por las dificultades que tenía para ganar los proyectos que salían a concurso, dado que ampliar su plantilla de trabajadores para aumentar su capacidad de producción no era económicamente viable. Y todo ello dentro del marco de recesión económica global de los últimos años. La solución a este reto eran la automatización y la inversión en la robótica colaborativa en su planta, una solución asequible que les permitiría incrementar producción y optimizar su capacidad operativa sin necesidad de contratar más personal.

Stanträk optó por tanto por invertir en dos brazos robóticos UR5 de Universal Robots, los cuales contribuyeron rápidamente a impulsar su productividad y a aumentar de forma considerable su facturación, con unos ingresos que pasaron de ser de algo más de 3 millones y medio de euros a más de 6 millones de euros en tan solo unos años, a la vez que sólo fue necesario ampliar la plantilla de 21 a 28 empleados. Todo ello fue posible gracias a la automatización de sus procesos de producción con 'cobots' de Universal Robots caracterizados por su flexibilidad, fácil programación y rápido retorno de la inversión.

Comparado con un operario experimentado que puede colocar en una caja una media de 400 piezas fabricadas por hora, el brazo robótico es capaz de colocar 300 piezas a la vez

Uno de los robots UR5 instalados se utiliza para producir piezas mecánicas que primero las coloca en una máquina de estampación y luego en una caja. Comparado con un operario experimentado que puede colocar en una caja una media de 400 piezas fabricadas por hora, el brazo robótico es capaz de colocar 300 piezas a la vez, lo que supone un importante aumento en la producción de la compañía sin los costes asociados a un aumento en recursos humanos. Como es obvio un robot no tiene nómina, ni descansos, ni vacaciones pagadas, y gracias a ello Stanträk ha podido mejorar la rentabilidad de su negocio, blindar la empresa contra los efectos de la reciente recesión económica, y mantener su competitividad frente a productores de otras partes del continente que pueden contar con mano de obra barata.





"Nuestros empleados se dieron cuenta rápidamente de que los robots juegan un papel clave en la generación de ingresos y de que han ayudado a reflotar la empresa"

Por parte del personal de Stanträk, "no ha habido quejas sobre los UR5", afirma Frank Barbarus, director de Operaciones de la compañía. "Nuestros empleados se dieron cuenta rápidamente de que los robots juegan un papel clave en la generación de ingresos y de que han ayudado a reflotar la empresa después de la recesión. No solo han contribuido a proteger sus empleos a largo plazo sino que además les ha dado la oportunidad de adquirir nuevas habilidades en cuanto al manejo y la programación de robots", ha añadido. De hecho, dado que los brazos robóticos de Universal Robots son muy fáciles de programar, han despertado mucho interés por parte los amantes de la tecnología de la plantilla de Stanträk. Poul Lave, empleado que trabaja en la línea de producción, es uno de ellos: "Encontré una manera de ahorrar tres segundos en la producción de cada artículo porque, gracias a la fase de aprendizaje, pude trazar la trayectoria del brazo para que memorizara el movimiento deseado.

Esto me permitió ajustar los movimientos del robot para que el UR5 pudiera moverse con más facilidad. Antes, el robot procesaba aproximadamente cuatro artículos por minuto, y ahora procesa seis en el mismo tiempo". Como resultado de la iniciativa e interés de Poul Lave, el UR5 ahora procesa todo el contenido de una caja cuatro veces más rápido que antes.

La automatización de procesos y la implementación de la robótica colaborativa no solo es una cuestión de agilizar las líneas de producción. Conlleva una serie de beneficios para los pequeños y medianos fabricantes a nivel laboral y económico, que en este caso, han permitido a Stanträk sobrevivir a la recesión, hacer frente a la competencia, mejorar el entorno de trabajo de sus empleados, garantizar sus empleos y darles la oportunidad de adquirir nuevos conocimientos profesionales, lo que a su vez mejora su satisfacción con el trabajo.●

Para la comunicación simple
con la
nube ...



... y el control de
máquinas
complejas.

El controlador IoT de Beckhoff.

Con los PCs embebidos compactos de la serie CX y el módulo de software TwinCAT IoT, Beckhoff permite el control de máquinas complejas con la misma nube y conectividad Big Data. Los usuarios se benefician por partida doble del principio de la técnica de control abierta: hacia abajo en el campo mediante interfaces de bus de campo variables y la conexión de todas las señales de I/O convencionales; hacia arriba al Internet of Things mediante una libre elección de una nube privada o pública mediante los protocolos estándar AMQP, MQTT y OPC UA.

www.beckhoff.es/IoT-Controller

Serie CX8000

CPU: ARM9



Serie CX9020

CPU: ARM Cortex™ A8



Serie CX2000

CPU: hasta Intel® Core™ i7, quad-core



New Automation Technology

BECKHOFF



DIVISIÓN MÁQUINA HERRAMIENTA

Soluciones en tecnología rentable



www.dtctecnologia.com



SOLUCIONES EN TECNOLOGÍA RENTABLE

C/ Zelai Haundi 1, Polígono Osinalde/
USURBIL (Guipúzcoa), 20170, ESPAÑA
TEL: 943 376050
EMAIL: dtc@dtctecnologia.com