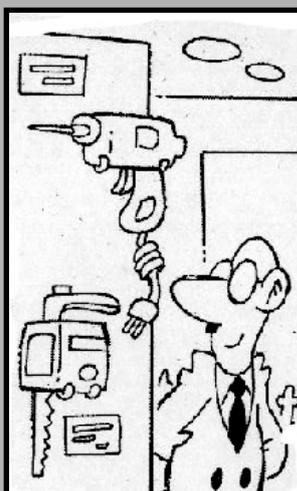


XIV ENFAMEC

Congreso
de
Enseñantes
de

Fabricación Mecánica

IES Calvo Sotelo





INDICE

Saluda del director	3
Presentación.	5
Horario del Congreso	7
Articulos de fondo	
MRLab: Laboratorios remotos sobre dispositivos reales para la experimentación.	9
El contenido de CO2 en Argón para la soldadura MAG: ventanas a la calidad y la productividad	13
La fricción en la soldadura	19
Ponencias:	
«El mantenimiento industrial basado en la fiabilidad» por José Torres Bellón (Alcoa Inespal)	23
«Maquinagem 5 eixos. Uma abordagem atual» por Vitor Martins Augusto (Norcam)	24
«Bienvenido al mundo Kuka Robots y a los Procesos de Soldadura» por David Alonso (Kuka Robots) y José Antonio Domínguez (Fronius)	25
Eficiencia energética en instalaciones de aire comprimido» por Iker Sanz (SMC)	26
Portal Enfamec.	27

1



XIV CONGRESO DE ENFAMEC



2

6 e 7 de Xuño de 2014
IES CALVO SOTELO - A CORUÑA

 **XUNTA DE GALICIA**
 CONSELLERÍA DE CULTURA, EDUCACIÓN
 E ORDENACIÓN UNIVERSITARIA


UNIÓN EUROPEA
 FONDO SOCIAL EUROPEO
 "FSE inviste no teu futuro"


Deputación DA CORUÑA
 IES CALVO SOTELO

 **CFR A CORUÑA** centro de formación e recursos

 **Fabricación mecánica**


ENSINANTE DE FABRICACIÓN MECÁNICA
 ASOCIACIÓN

 **FORMACIÓN PROFESIONAL**

COLABORAN





SALUDA DEL DIRECTOR

Quiero aprovechar la oportunidad que me ofrece vuestra revista para en nombre de la comunidad educativa de este centro daros la bienvenida y agradecer que, por segunda vez, halláis decidido que vuestro Congreso de ENFAMEC se celebre aquí.

También agradecer el trabajo realizado por todas las personas implicadas en la organización de este congreso, a las empresas colaboradoras y como no a la Diputación Provincial de A Coruña.

Fue aquí, hace ocho años, donde comenzasteis a debatir la posibilidad de constituirlos como asociación y vais a celebrar aquí, vuestro XIV Congreso ENFAMEC como asociación.

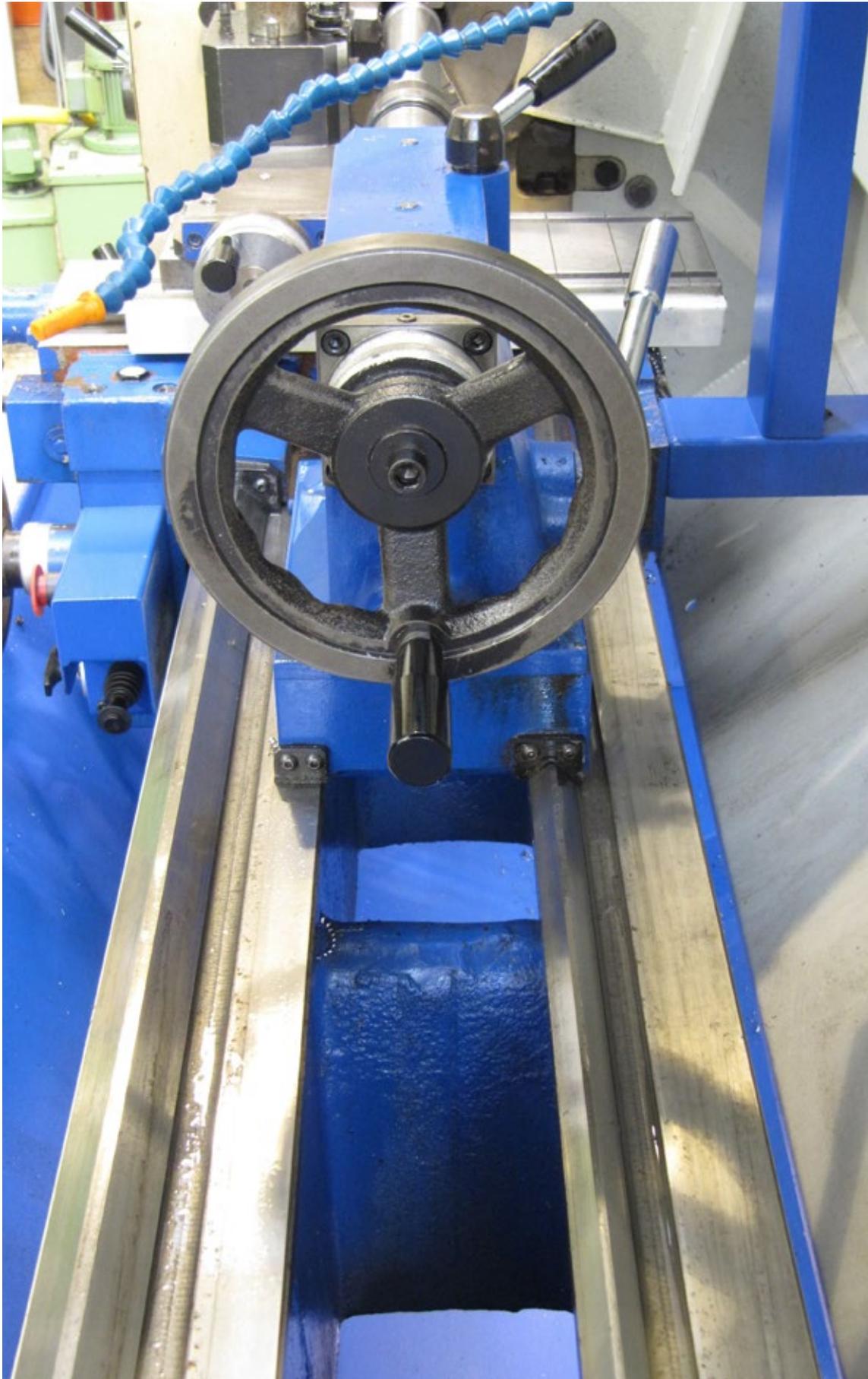
Lleváis años trabajando en estos encuentros con la idea de avanzar en la línea iniciada en vuestros orígenes “conocer y profundizar en aquellas innovaciones educativas que buscan favorecer y aportar nuevos conocimientos para mejorar la formación que impartís a vuestro alumnado”.

Encuentros de estas características hacen que la Formación Profesional en Galicia mejore considerablemente.

Que este encuentro sirva, también, para reorganizar nuestra relación con las empresas, en este momento complicado que nos toca vivir, a través de proyectos conjuntos de formación y alternancia.

Espero y deseo que las charlas y ponencias que los miembros de la junta directiva han elaborado os sean de utilidad y que vuestra estancia en este centro sea satisfactoria.

Genaro García Díaz



4



PRESENTACION

Parece que fue ayer cuando empezamos a dar los primeros pasos para que nuestro grupo de enseñantes se convirtiera en asociación (VI ENFAMEC). Después de unos años y muchas vicisitudes se ha conseguido gracias a las anteriores juntas directivas.

El nombrarnos a nosotros, el año pasado, como equipo para dirigir esta asociación lo hemos entendido como un deseo de la mayoría para que la desarrollemos y consolidemos, en eso estamos.

Entendemos que nos cuesta mucho el asociarnos; somos espíritus «libres». Pero para poder avanzar, crecer y tener peso específico, necesitamos que nuestra masa social constituya un porcentaje significativo del total de profesores de Fabricación Mecánica de Galicia.

Un pilar muy importante en este afianzamiento es algo tan simple y que, a la vez, tanto nos cuesta: la domiciliación bancaria de la cuota. En ello estamos y en ello seguiremos.

Esperamos que os guste lo que hemos diseñado y vamos a desarrollar durante estos días; ahora solamente nos queda disfrutarlo y aprovecharlo.

Un saludo cordial

Francisco Javier Novelle Secades
PRESIDENTE DE ENFAMEC

Viernes 6 de junio de 2014

- 16.30 h Entrega de documentación
- 17.00 h **Mesa redonda: «A FP QUE QUEREMOS»**
Sala auxiliar
con representación de la empresa,
profesores, alumnos, consellería.
- 18.30 h Descanso
- 19.00 h **Inauguración oficial**
Sala auxiliar
- 19.30 h **Ponencias**
Sala 116
«El mantenimiento basado en la fiabilidad»
por José Torres de Alcoa
Sala auxiliar
«Maquinagem 5 eixos. Uma abordagem atual»
(«Máquinas de 5 ejes. Un enfoque actual»)
Por Vitor Martins Augusto (Norcam)
- 21.30 h Descanso
- 22.00 h **Cena** en el centro (catering)

6



Sábado 7 de junio de 2014

- 09.00 h Inicio jornadas de formación
- Asamblea General** de la Asociación
Sala auxiliar
- Conclusiones de la misma
- 10.30 h Descanso
- 11.00 h **Ponencia**
- Sala auxiliar
«Kuka robotics+procesos desoldadura»
por David Alonso de Kuka Robotic y
José Antonio Dominguez de Fronius
- 12.30 h **Ponencia**
- Sala auxiliar
- «Eficiencia energética en instalaciones de aire comprimido»**
por Iker Saenz de SMC España, S.A.
- 13.30 h Salida para el **Pazo de Mariñan**
- 14.00 h **Recepción** en el Pazo y Clausura del XIV Congreso de Enfamec
- 14.30 h **Comida** en el **Pazo de Mariñan**
- Al finalizar visita al Pazo

7





MAQUINAS PARA SOLDADURA TIG, MIG, LASER
ELECTRODOS, HILOS Y VARILLA
MATERIAL DE PROTECCION
REPUESTOS Y ACCESORIOS



8



GASES PARA SOLDADURA
EQUIPOS DE SOLDADURA AUTOGENA



JUAN DE LA CIERVA 17 POLG. LA GRELA 15008 LA CORUÑA TNO. 981-255430

MRLab: Laboratorios remotos sobre dispositivos reales para la experimentación

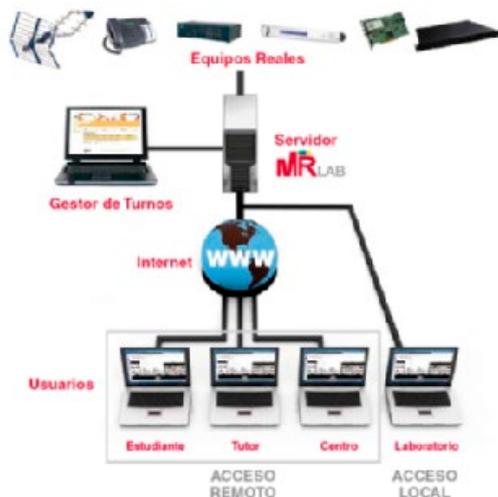


Fig. 1. Arquitectura general del laboratorio MRLAB

Cada vez son más los centros educativos y de formación que ofrecen sus contenidos y cursos online, de forma no presencial. Sin embargo la componente práctica de cualquier curso teórico es de vital importancia para la comprensión en el proceso de aprendizaje. La oferta de laboratorios en ese formato online se ve complementada en muchas ocasiones con aplicaciones que simulan el funcionamiento real de los dispositivos a estudiar. Las simulaciones generadas con ese fin obvian en algunos casos situaciones o modos de funcionamiento que en la realidad se presentan con relativa frecuencia.

Como solución alternativa a las aplicaciones de simulación se presenta un sistema para la gestión de laboratorios en forma remota donde los dispositivos a programar son reales

Una gran mayoría de educadores reconoce que un complemento indispensable para el proceso de aprendizaje es la realización de actividades prácticas mediante laboratorios de experimentación. Tradicio-

nalmente los laboratorios se han construido en espacios dedicados de los centros de educación, donde los alumnos acuden de manera presencial a realizar las actividades que complementan su formación. Estos laboratorios, llamados laboratorios presenciales, permiten experimentar con dispositivos reales y por tanto experimentar situaciones imprevistas que suceden en la vida real.

En las últimas décadas y como alternativa a los laboratorios presenciales aparecen los simuladores. Los simuladores son aplicaciones software que representan situaciones reales sin necesidad de disponer de los dispositivos de experimentación.

Una tercera alternativa a los dos tipos de laboratorios anteriores son los laboratorios online o laboratorios remotos. Estos aparecen en Australia y Suiza en el año 1994. Se trata de laboratorios que utilizan equipamiento y datos reales pero que son accedidos vía Internet. Requieren menos espacio que los laboratorios tradicionales y los costes de operación son también más reducidos.

Viendo que no hay una fórmula única, resulta importante saber en qué ámbitos de la enseñanza se utilizan los distintos laboratorios presentados, con el objetivo de identificar oportunidades de aplicación de las nuevas tecnologías y métodos. La realidad muestra que la utilización de simulaciones y laboratorios remotos se aplica a múltiples ámbitos de la enseñanza técnica, sobre todo centrados en las experiencias relacionadas con la enseñanza de ingeniería eléctrica, electrónica, informática y comunicaciones. En este marco se identifica que el uso principal de los laboratorios remotos se concentra en los ámbitos de control, robótica y mecatrónica, abordando las áreas de electrónica, comunicaciones, electrónica de potencia, maquinas eléctricas, control automático, circuitos eléctricos y arquitectura de computadores.

Teniendo en cuenta las ventajas que presenta el modelo de laboratorio remoto, a continuación se documenta un ejemplo de aplicación de laboratorio remoto de redes de datos del área de comunicaciones, que se integra en una solución/plataforma integral online que incluye cursos, actividades y proyectos.

ARQUITECTURA MRLAB - ALECOP

Un ejemplo del modelo de laboratorio remoto es MRLAB de la empresa ALECOP que integran en este caso laboratorios de telecomunicaciones que utilizan equipamiento real. La arquitectura general de los laboratorios MRLAB trata de simplificar al máximo el acceso de los alumnos a los recursos facilitando herramientas web. Los laboratorios MRLAB combinan el uso de las nuevas tecnologías en materia de virtualización y acceso remoto con una arquitectura de laboratorios compuestos por equipos reales y profesionales que permiten el desarrollo de diferentes prácticas experimentales que hasta ahora se debían realizar de forma presencial por la necesidad de manipular y acceder a los equipos. En la Fig. 1 se muestra la configuración básica del laboratorio remoto MRLAB.

Además de las prácticas experimentales, los laboratorios están soportados por contenidos multimedia que facilitan la adquisición de conocimientos conceptuales y procedimentales, y que pueden ser integrados en procesos de formación presencial, semi-presencial y online.

Todos los contenidos (clases, actividades, guías, proyectos,...) se integran en una plataforma educativa implementada con Moodle¹. Moodle es un Entorno Virtual de Enseñanza-Aprendizaje (EVEA o Campus Virtual) con un diseño modular, basado en los principios pedagógicos constructivistas y que se distribuye gratuitamente bajo licencia open source. En Moodle se pueden crear entornos educativos personalizados. Los contenidos incluidos en la plataforma se presentan en formato multimedia y se han implementado conforme a la norma

¹ <https://moodle.org>

² <http://www.adlnet.org/scorm/>

SCORM² (Sharable Content Object Reference Model). SCORM es un conjunto de estándares y especificaciones que permite crear objetos pedagógicos estructurados. SCORM hace posible crear contenidos que pueden importarse dentro de sistemas de gestión de aprendizaje diferentes, siempre que estos soporten dicha norma.

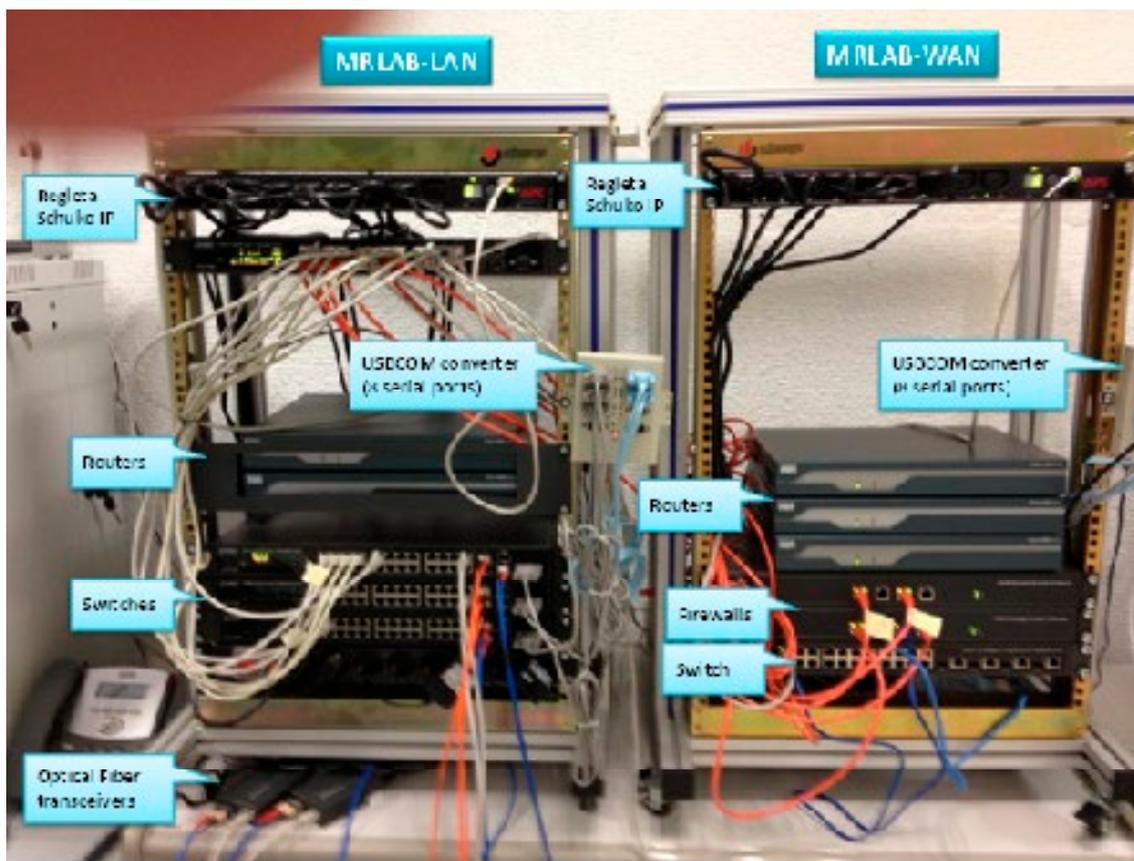
El sistema está dotado de una aplicación web para la gestión de turnos, de forma que profesores y alumnos programan el día y hora de su acceso. Alumnado y profesorado pueden trabajar con los equipos de forma remota, pudiendo acceder desde cualquier lugar, durante las 24 horas del día (7 días de la semana). Así los alumno/as pueden conectarse a la plataforma online donde estudian utilizando recursos multimedia y reservan los laboratorios remotos utilizando el gestor de turnos para realizar las prácticas y los proyectos. Todo ello en remoto, desde su hogar u otro centro y al ritmo requerido por cada curso/actividad.

El modelo/sistema educacional de ALECOP se ha diseñado e implementado incluyendo un sistema de recomendaciones, una plataforma de enseñanza y experimentación, un sistema de soporte online, un sistema de repositorio de herramientas y un interfaz con el usuario final. La solución incluye las ventajas propias de la enseñanza online identificadas: autoevaluación, involucración de distintos agentes educativos y refuerzo simultáneo de los principios prácticos con los estudios teóricos.

Los alumnos de cursos y actividades disponen de la figura del tutor remoto para aclarar dudas y conceptos. El formato de cursos MRLAB facilita la utilización de los laboratorios remotos como complemento a la formación por parte de institutos, centros de formación y universidades de forma compartida y simultánea.

MRLAB dispone en este momento de los siguientes laboratorios remotos para la realización de prácticas experimentales en el área de las telecomunicaciones:

+ MRLAB-PBX: Laboratorio remoto de programación de centrales privadas de conmutación.



11

+ MRLAB-TDT: Laboratorio remoto para el estudio de los sistemas de generación y transmisión de señales audiovisuales digitales DVB-T.

+ MRLAB-TVIP: Laboratorio remoto para el estudio de los sistemas de transmisión de señales audiovisuales digitales por IP.

+ MRLAB-LAN: Laboratorio remoto para el estudio de la configuración de redes LAN (Switching-VLAN).

+ MRLAB-WAN: Laboratorio remoto para el estudio de la interconexión de redes LAN-WAN (Routing-VPN).

La plataforma educativa es propiedad de ALECOPI y los laboratorios están ubicados físicamente en sus instalaciones. ALECOPI, S.COOP. es una empresa de la Corporación MONDRAGON que se dedica al diseño y desarrollo de proyectos educativos en estrecha colaboración con centros de formación y empresas. Destacar la presencia de Alecop en el ámbito Internacional donde se hace imprescindible el uso de este tipo de laboratorios para completar con éxito acciones de formación 100% online.

La oferta formativa e-Learning de ALECOPI, bajo la marca comercial Soluciones Formativas Mondragon, abarca soluciones formativas en las áreas de Telecomunicaciones, Energías Renovables, Eficiencia Energética y Edificación Sostenible, Electrónica, Programación, Mantenimiento Industrial y Desarrollo Personal y Docente. Todas estas soluciones permiten desarrollar un aprendizaje basado en la resolución de proyectos y casos de estudio, que hacen que la formación sea eminentemente práctica, flexible, modular y pertinente.

Para más información se puede consultar sus páginas web www.alecop.com. o sfm.icteduca.com



Especialistas en equipamiento didáctico

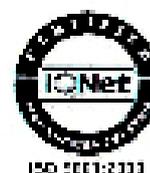
Herramientas

Ferpa

S.L.



Avda. Benito Galcerán, 30 - Bajo
27850 VIVEIRO (Lugo)
Tel.: 982 56 26 55 - Fax: 982 55 13 21
e-mail: ferpaviveiro@eresmas.com



12



SHIFTING THE LIMITS



EL CONTENIDO DE CO₂ EN ARGÓN PARA LA SOLDADURA MAG: VENTANAS A LA CALIDAD Y LA PRODUCTIVIDAD

Resumen

La cantidad de CO₂ presente en las atmósferas de protección para los procesos de soldadura MAG/GMAW de los aceros al carbono no aleados puede variar desde el rango de atmósferas de protección de baja oxidación (ISO 14175: M20) hasta el de alta oxidación (ISO 14175: C1). El contenido de CO₂ ejerce una influencia importante sobre los diferentes modos de transferencia en gotas que afectan tanto a la tasa de proyecciones al influir en el baño de fusión, la soldadura y emisiones de humos como a la productividad y defectos superficiales. En base al conocimiento más exhaustivo que se tiene de los diferentes regimenes de transferencia en el proceso de soldadura MAG, así como el desarrollo de nuevos generadores de regulación electrónica que permite controlar los mismo, se ha diseñado un rango completo y optimizado de gases de protección para soldadura MAG de aceros al carbono no aleados, permite responder a casi todas las demandas para una fabricación de calidad de artículos metálicos. Siempre que los gases de protección sean suministrados con una especificación estricta de calidad sea el suministro en botellas o elaborado con mezcladores in situ a partir de líquido.

13

Introducción

Ventajas de la mezclas Argón/CO₂ en el proceso de soldeo MAG

La cantidad de CO₂ presente en las atmósferas de protección para los procesos de soldadura MAG/GMAW de los aceros al carbono no aleados puede variar



01 Penetración en forma de dedo



02 Penetración redondeada

desde el rango de atmósferas de protección de baja oxidación (ISO 14175: M20) hasta el de alta oxidación (ISO 14175: C1). Las adiciones de CO₂ al argón empiezan a estabilizar el arco con contenidos bastante bajos (alrededor del 0,1% de CO₂) en porcentajes que aseguran la compacidad de la soldadura. Para conseguir una buena calidad a los rayos X de las soldaduras de los aceros al carbono, es necesario que el contenido de CO₂ esté por encima del 5 %. Cuanto mayor sea contenido de CO₂ más amplia es el área fundida con una profundidad de penetración similar.

Los gases con bajo contenido en CO₂ muestran una penetración en forma de dedo mientras que con altos contenidos la muestran redondeada y más amplia. Las adiciones de CO₂ muestran que cuanto mayor es su contenido mayor es la flexibilidad en cuanto a la tolerancia en el acoplamiento de las uniones. Esto se debe principalmente a que las mayores tensiones ensanchan el arco y puentean las separaciones de las juntas. El mayor y más amplio penacho del arco quema fácilmente los aceites y grasas que ocasionalmente pueden contaminar la superficie del acero. Las primeras mezclas de CO₂ aparecieron a comienzos de los años 50 con mezclas que contenían entre el 25% y el 18% de CO₂. Se tomaron diferentes opciones en Japón, USA o Europa. Las razones de estas diferentes opciones eran empíricas y se basaron principalmente en los hábitos y usos de las compañías pioneras. Estos tipos de mezclas son, todavía hoy, las mezclas de referencia para la normativa de trabajo en esas áreas, JIS-ISO para Japón, AWS-ISO en USA y EN-ISO para Europa y son mencionadas también en los códigos de construcción y códigos de recipientes a presión. Durante las pasadas décadas se crearon un gran número de mezclas binarias por la industria ocupando hoy un rango que va desde el 8% al 50% en contenido de CO₂. La última fue introducida para soldadura on-shore/off-shore de tubos de acero en las industrias del gas y del petróleo. Aquí la envoltura de gas, bastante más pesado que el aire, ayuda a compensar las corrientes de aire que pueden perturbar la protección durante el proceso. Sin embargo, cuando se alcanzan contenidos de CO₂ superiores al 20 %, las importantes inestabilidades de arco producen mayores proyecciones así como mayores tasas de emisión de humos. Mayores contenidos de CO₂ producen también mayores problemas en soldadura que afectan a la emisión de proyecciones, la productividad y sobre todo a los costes de soldadura.

14

¿Cómo se comportan las mezclas de argón con diferente contenido de CO₂?

En el CTAS, centro de investigación Air Liquide para aplicaciones de soldadura y corte, se ha llevado a cabo una investigación específica sobre los modos de transferencia. El propósito era definir una respuesta clara y coherente a las demandas del cliente en lo concerniente a la elección de una mezcla binaria argón y CO₂ optimizada para los requisitos de proceso actualmente solicitados. Diferentes exigencias de soldadura WD, pueden requerir diferentes contenidos de CO₂. Las demandas son usualmente la productividad y los costes de soldadura, pero también peticiones más estrictas en cuanto a calidad y entorno ambiental de trabajo. El entorno de trabajo estando firmemente ligado a la productividad y a los costes. Una mejora, por ejemplo, en la tasa de emisión de humos puede ser traducida en ahorro de costes de soldadura teniendo en cuenta la relación que hay

entre estabilidad de arco y la emisión de humos y proyecciones. El procedimiento adoptado consistió en centrar la investigación sobre la aparición de la intensidad del modo de transferencia en spray utilizando diferentes contenidos de CO2.

Cada mezcla de gases de protección tiene un valor umbral para la aparición del spray. Su conocimiento es útil para la elaboración de las sinergias que permitan una soldadura perfecta en régimen pulsado.

Conclusiones

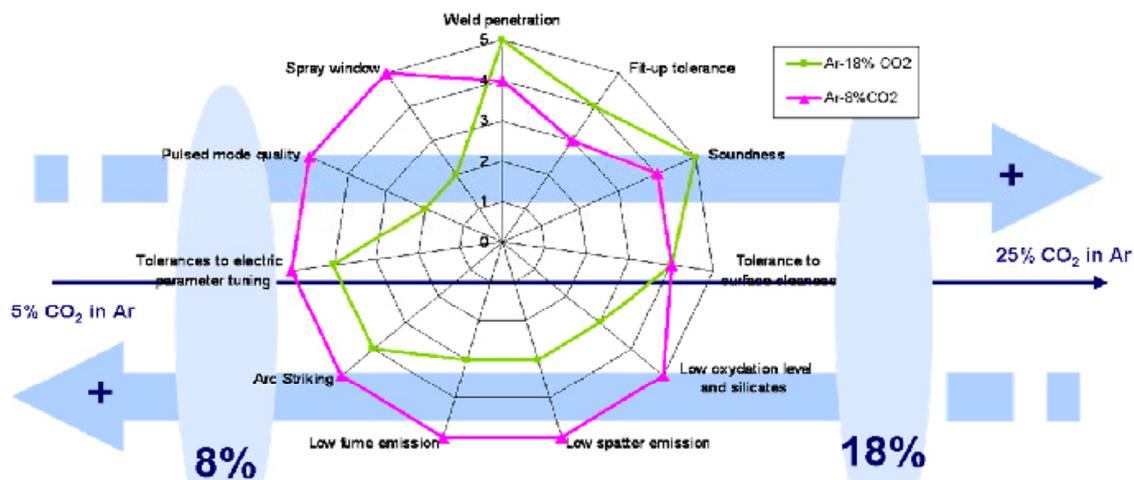
Tres grupos de atmósferas de protección pueden ser consideradas en lo que a mezclas binarias de CO2 y argón respecta:

- a) Mezclas con bajos umbrales de spray, menores de 300 A., útiles para soldaduras productivas y de calidad. Estas mezclas muestran un contenido de CO2 inferior al 15%.
- b) Mezclas con contenidos de CO2 entre el 15% y el 18% aptas para modo pulsado y versátiles para hilo sólido y tubular rellenos de flux.
- c) Mezclas con mayores inconvenientes en cuanto a proyecciones y oxidación: por encima del 18 % de CO2.

Para mostrar la consecuencia de estos resultados tomaremos en cuenta los requisitos anteriores globalmente en las especificaciones, como los costes de soldadura, entre otros. derivados de la limpieza por la presencia de óxidos y proyecciones.

15

Cada criterio ha sido medido bajo condiciones idénticas/similares. Muestra las ventajas de cada protección en condiciones específicas.



Un buen compromiso es la composición del 18% de CO2, que es la de límite superior para la aparición del spray, disponible en generadores para arco pulsado o no, compatible con hilo sólido e hilos tubulares rellenos de flux y bastante tolerante con las holguras de de las juntas y con las contaminaciones superficiales. Es la mezcla más cercana a las principales ventajas del CO2 sin sus inconvenientes.

La mezcla con 8% de CO2 se cualifica con la tasa de oxidación más baja, propiedades del arco sumamente estables, con baja tasa de proyecciones y altamente

productiva; con un umbral de spray que está a 250 A., alcanzable con cualquier generador y torchas refrigeradas por gas.

Tal composición permite soldar fácilmente a alta velocidad en modo automático con hilo sólido y con hilos tubulares de relleno metálico. Esta mezcla cubre un amplio campo en cuanto a procesos y es hoy la referencia para la soldadura MAG de aceros al carbono.

El 18% se aplica para espesores más gruesos con buena penetración y mayores holguras, mientras que la mezcla del 8% permite la alta productividad y velocidad. También las propiedades del cebado del arco, cualquiera que sea la costumbre del operador, aparece como la mejor con la mezcla M20. Esto es particularmente importante para la soldadura automática o robotizada, en dónde las interrupciones debidas a problemas con el cebado del arco se han de minimizar.

¿Qué significa esto para el usuario y cuáles son los efectos visibles en su taller cuando se utiliza la mezcla del 8% de CO₂?

De modo no exhaustivo, aquí los requisitos de soldadura son mayores, los cuales pueden ser divididos principalmente en tres, a saber:

- a) Reducción de costes de soldadura
- b) Mejora de calidad sin incremento o a bajo coste
- c) Mejora de las condiciones de trabajo

Una parte de la inspección de calidad puede hacerse visualmente. Esto concierne al aspecto superficial de la soldadura, proyecciones adherentes o no, presencia de imperfecciones como mordeduras o cordón de soldadura irregular. El entorno tiene una influencia directa sobre los costes, cuanto menores sean las emisiones menos ventilación/aspiración, menos proyecciones, menor cantidad de incidentes/accidentes, ... Los costes de soldadura están afectados por la tasa de deposición, velocidad de soldadura, tasa de alimentación de hilo y costes de limpieza para eliminación de proyecciones y óxidos. El contenido de CO₂ en argón para la soldadura MAG de los aceros al carbono muestra una influencia directa en el nivel de oxidación de los componentes soldados. El IIS define el potencial de oxidación de una mezcla como:

Nivel de oxidación = $0,5 * \%CO_2 + \% O_2$. Esta definición convencional muestra que el CO₂ tiene un potencial de oxidación que es la mitad del que corresponde al O₂. En la atmósfera del arco no solo las gotas fundidas sino también el baño de fusión están en contacto con la protección oxidante. Los contenidos de hierro, manganeso y silicio cambiarán de propiedades metálicas a las un óxido. Estos óxidos están parcialmente presentes sobre la superficie del cordón como motas de escoria (MnO y SiO₂), que escapan parcialmente de la zona de soldadura en forma de humos (Fe₂O₃, SiO₂, MnO).

Con el 2% de CO₂, los óxidos no aparecen, mientras que con el 100% de CO₂ la soldadura muestra una superficie altamente oxidada. El 2% de CO₂ se utiliza principalmente para la soldadura MAG de los aceros inoxidables. Para los aceros

al carbono se requiere mayor contenido de CO₂ para conseguir una estabilidad de arco y un mojado apropiados. La falta de mojado puede ser compensada añadiendo O₂, un elemento tenso activo, especialmente para las mezclas que contienen menos del 5% de CO₂. Las adiciones de CO₂ ayudan a estabilizar el arco y a disminuir así la emisión de proyecciones y de humos. Las proyecciones producidas por las inestabilidades del arco son calificadas aquí frente a la atmósfera de protección. Para condiciones operativas similares, mayores contenidos de CO₂ conducen a mayor emisión de proyecciones.

Estas proyecciones pueden afectar a los costes de producción ya que frecuentemente son adherentes y difíciles de eliminar a menos que se realice un amolado. Comparado con CO₂ al 100% o con las mezclas de alto contenido en CO₂ en argón, las proyecciones pueden representar el 20 % de los costes globales del hilo. Evitar las proyecciones puede conducir en este caso a aumentar la tasa de deposición o a velocidades de soldeo mayores (con la misma tasa de alimentación de hilo). Las emisiones de humos se miden usualmente en la caja de humos clásica, como se describe en el método de laboratorio ISO 15011.

Cuanto menor es el contenido de CO₂ menor es la emisión de humos. La velocidad del hilo de 13,5 m/min, que corresponde a una intensidad de 285 A muestra una transferencia de metal en modo globular para varias protecciones excepto para la que contiene el 8% de CO₂. De hecho a mayor contenido de CO₂ mayor intensidad para conseguir una transferencia de metal en modo spray. Como ejemplo: con un generador de soldadura estándar es imposible obtener un modo de transferencia en spray con CO₂ 100 %. Para una mezcla que contenga 25% CO₂ se necesitan alrededor de 500 A. para conseguirlo. Las velocidades de soldadura altas dependen de la aptitud en modo spray, tensión del arco y aparición de mordeduras. Este ejemplo muestra que una mezcla de bajo poder de oxidación (M20) permite mayores velocidades de soldadura con suficiente flexibilidad de la tensión, mientras que una mezcla de mayor poder de oxidación (M21) está limitada en velocidad de soldadura y por tanto en velocidad de alimentación de hilo debido a la aparición de mordeduras.

Globalmente una mezcla M20 permite un 20% más de velocidad de soldadura en los modos automático o robotizado si se compara con una mezcla del tipo M21. Sin embargo para conseguir las máximas velocidades de soldadura ha de ser tenida en cuenta la sensibilidad de la mezcla a la degradación superficial (óxidos, grasas,...). La sensibilidad aumenta cuando el contenido en CO₂ disminuye.

La calidad del gas de protección

La calidad del gas afecta al umbral de la aparición del modo spray. La mezcla de gas deberá mostrar buena homogeneidad, respetando las especificaciones ISO 14175. Típicamente una mezcla con el 8% de CO₂ tendrá una composición comprendida entre el 7,2 y el 8,8 % de CO₂. Como vimos anteriormente en los resultados de R&D de Air Liquide, con esta tolerancia la variación de la aparición del umbral de spray está limitado a $\pm 10\%$. El CO₂ es un gas pesado comparado con el argón y la mezcla de CO₂ y argón debe ser hecha con ciertas especificaciones para evitar la estratificación. Esto quiere decir que el llenado de una botella ha de ser hecho de un modo que permita obtener un análisis idéntico de la mezcla tanto en lleno como próxima al vacío. Hecha del modo apropiado,

ningún parámetro habrá de ser cambiado durante la utilización de la mezcla de la botella, el umbral de spray se conserva en el mismo valor. Otros requisitos típicos para los gases de protección para la soldadura MAG de los aceros al carbono son la humedad y el contenido de N2. La humedad se especifica en ISO 14175 con un máximo de 40 ppm ó 0,004% y el N2 deberá estar limitado a 250 ppm ó 0,025 %. El N2 muestra una influencia negativa sobre las propiedades mecánicas tales como el Charpy en V en soldaduras multi-pasada a la vez que se incrementa la sensibilidad a la formación de porosidad. La humedad puede llevar en ciertas condiciones al agrietamiento en frío, principalmente en la zona térmicamente afectada. Ambos elementos afectan a la productividad y tiene una influencia directa en la tasa de reparación y de rechazo de la producción.

Resumen:

Dos mezclas de referencia pueden ser confirmadas como las que muestran mayor versatilidad, flexibilidad y también productividad. El 8% de CO2 y el 18% de CO2 están siendo considerados como los gases de protección más convenientes para cubrir el rango de proceso considerado, siendo la M20 la más productiva y la de menor coste.

Joachim Grundmann
 International Senior Expert
 Air Liquide
 IM-WBL-Altec



CONTACTOS AIR LIQUIDE ESPAÑA:

Carlos Bosque
 Experto Iberia Soldadura
carlos.bosque@airliquide.com

José Luis Rivas
 Resp. Desarrollo Automoción y Fab. Metálica
joseluis.rivas@airliquide.com

La fricción en la soldadura

Utilidad de la fricción en la soldadura

Si la soldadura es un proceso de fabricación en donde se realiza la unión de dos materiales, (generalmente metales o termoplásticos), usualmente logrado a través de la fusión, conseguida mediante el calentamiento que produce una corriente eléctrica y en la cual las piezas son soldadas fundiendo ambas y pudiendo agregar un material de relleno fundido (metal o plástico) que, al enfriarse, se convierte en una unión fija; podemos buscar una forma de elevar la temperatura mediante rozamiento producido por la presión ejercida entre dos piezas que se muevan y que a la vez esa presión sirva para unir las.

Si eso es así, hemos descubierto la:

Soldadura por fricción

La soldadura por fricción es un método de soldadura que aprovecha el calor generado por la fricción mecánica entre dos piezas en movimiento.

Es utilizada para unir dos piezas, aún cuando una de ellas por lo menos sea de igual o distinta naturaleza, por ejemplo: acero duro y acero suave, aluminio y aleaciones, acero y cobre, etc, lo cual le confiere innumerables ventajas frente a otro tipo de soldaduras como puede ser la soldadura GMAW con la que no se pueden soldar aceros inoxidables ni aluminio o aleaciones de aluminio.

Al menos una de las dos piezas tendrá que ser un volumen de revolución, generalmente cilindros. En el caso de que las dos piezas sean volúmenes de revolución se tendrán que alinear, perfectamente, ambos ejes longitudinales.

El principio de funcionamiento consiste en que la pieza de revolución gira en un movimiento de rotación fijo o variable alrededor de su eje longitudinal y se asienta sobre la otra pieza. Cuando la cantidad de calor producida por rozamiento es suficiente para llevar las piezas a la temperatura de soldadura, se detiene bruscamente el movimiento, y se ejerce un empuje el cual produce la soldadura por interpenetración granular. En ese momento se produce un exceso de material que se podrá eliminar fácilmente con una herramienta de corte, ya que todavía se encontrará en estado plástico.

Aunque se podría realizar dicho proceso en un torno manual, es mejor utilizar una máquina de control numérico para controlar la calidad de la soldadura.

a) Ventajas e inconvenientes

Se trata de una soldadura que posee



unos altos costes iniciales, en lo que a inversión de maquinaria se refiere, pero no requiere costes adicionales porque no necesita material de relleno ni gas protector (como por ejemplo la soldadura TIG) por lo que no se producen humos tóxicos. Es un proceso bastante seguro ya que no se producen arcos, chispas ni llamas. Debido a que toda la superficie transversal está implicada en el proceso, se obtendrá una alta resistencia, bajas tensiones de soldadura, las impurezas se eliminarán durante el proceso y no existirá porosidad como sí pueden aparecer en otros procesos como la soldadura por arco. No es un proceso tan versátil como puede ser la soldadura por fricción-agitación.

Se pueden producir geometrías que no son posibles en la forja o la fundición, ahorrando material y operaciones, reduciendo el tiempo de ciclo y aumentando la tasa de producción.

b) Aplicaciones

Se suele emplear en volúmenes cilíndricos como pueden ser los ejes de transmisión, turbocompresores o las válvulas de coches, camiones o trenes.

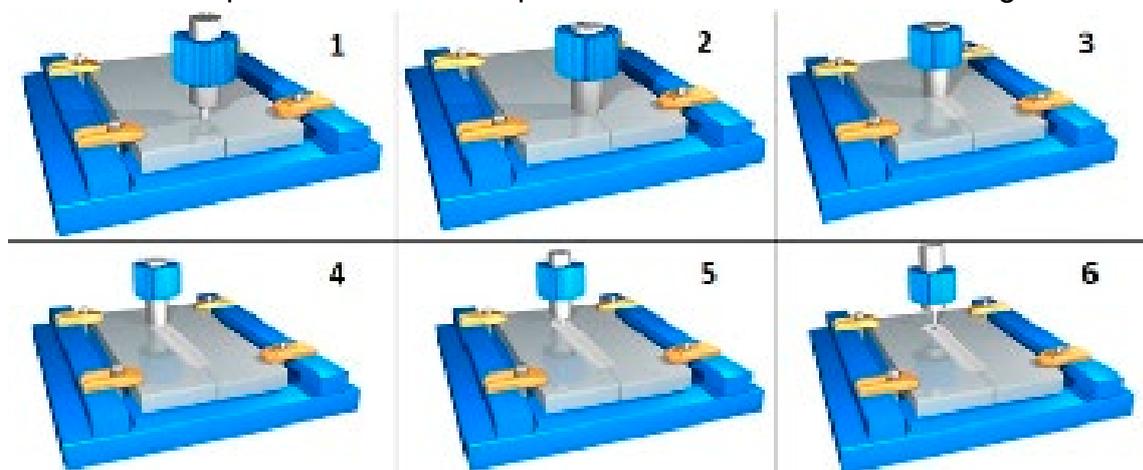
O la:

Soldadura por fricción-agitación

La soldadura por fricción-agitación, (Friction Stir Welding, FSW), es un proceso de unión de dos piezas que se realiza en estado sólido y en el que una herramienta cilíndrica, con un perno en su extremo, se introduce en la junta entre las dos piezas que se van a soldar.

Una vez que la herramienta ha adquirido la velocidad necesaria, penetrará en la junta (1 y 2) y empezará a subir la temperatura de esa zona, debido a la fricción, y el material empezará a ablandarse, adquiriendo un estado plástico. En ese momento la herramienta empezará a moverse a lo largo de la junta (3 y 4) desplazando el material que se encontraba en la cara anterior del perno a la cara posterior, a través del movimiento de rotación de dicha herramienta, y será cuando el material se enfriará y pasará de nuevo a un estado sólido produciéndose de esta forma la soldadura. Una vez que se se ha terminado la unión se extraerá la herramienta (5 y 6) quedando un pequeño agujero, correspondiente al perno, el cual podrá eliminarse cambiando el tipo de perno, como se explica en la sección herramientas empleadas en el proceso de soldadura.

A continuación podremos ver dicho proceso en una secuencia de imágenes:



a) Ventajas y limitaciones

Las ventajas recogidas en este proceso son las mismas que las que se obtienen en la soldadura por fricción; pero además, se puede realizar en casi cualquier tipo de geometría de las piezas, y no necesitará lijado ni cepillado posterior.

Por el contrario, en lo que a restricciones se refieren, las piezas a unir tendrán que estar firmemente ancladas, no se podrán realizar uniones que requieran deposición del metal, y se quedará un agujero en el final de la soldadura a no ser que se utilice un perno retraible.

b) Microestructura

En la figura siguiente podemos ver un corte transversal de la zona afectada por la soldadura de una aleación de Aluminio.



Zona A

Es una zona que no se ve afectada por el calor por lo que no se ha modificado su microestructura ni sus propiedades mecánicas.

Zona afectada por el calor

(HAZ). En este caso sí se ha modificado la microestructura y/o las propiedades mecánicas aunque no se ha producido deformación plástica.

Zona afectada termo-mecánicamente

(TMAZ). El material se ha deformado plásticamente por fricción.

Zona de recristalización

(DXZ). Es el corazón de la soldadura, donde se produce la recristalización del material.

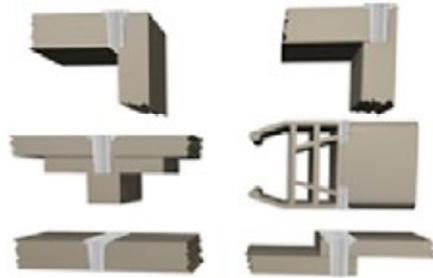
c) Materiales

Dicha soldadura se puede utilizar para unir infinidad de materiales entre los que destacan las aleaciones de aluminio de las series 2000 (Al-Cu), 5000 (Al-Mg), 7000 (Al-Zn), 8000 (Al-Li) en los cuales se podrá llegar a realizar la soldadura de una pasada para espesores inferiores a 50 milímetros, o aluminios de la serie 6000 (Al-Mg-Si) en los que se podrá hacer la unión de las placas con un espesor de hasta 75 milímetros. También se podrán soldar compuestos con matriz de metal con base de aluminio y aleaciones de aluminio de las series 1000, 3000 (Al-Mn) y 4000 (Al-Si).

Otros materiales que se podrán soldar satisfactoriamente serán el cobre y sus aleaciones (Cu), el plomo (Pb), el titanio y sus aleaciones (Ti), aceros suaves y aceros al manganeso, aceros inoxidable austeníticos y martensíticos, y aleaciones de níquel (Ni).

d) Geometría de las uniones

La soldadura por fricción-agitación se puede usar para realizar juntas lineales, tanto por una como por las dos caras de las piezas a unir, uniones de piezas superpuestas, en forma de T y soldaduras de esquina (como podemos ver en la imagen).



Gracias a la versatilidad de esta soldadura se podrán afrontar uniones circunferenciales, anulares o incluso soldaduras en tres dimensiones.

e) Aplicaciones

Dicho proceso se utiliza en diferentes sectores industriales:

Industria naval y marina

Estas dos industrias fueron las primeras que adoptaron este proceso de soldadura para sus aplicaciones comerciales (paneles para cubiertas, tabiques, suelos, cascos y superestructuras, etc.). Gracias a la baja deformación y a los buenos acabados se logró reducir los costes, minimizando el post-proceso de soldadura de los componentes fabricados.

Industria aeroespacial

La soldadura por fricción-agitación ha sustituido al remachado en la mayoría de las estructuras importantes de los aviones, como en alas, fuselajes y colas de aviones además de tanques de combustible, ya que es aproximadamente 10 veces más rápido que el remachado manual y da lugar a una unión continua que mejora la rigidez estructural. En lo referente a la industria espacial se utiliza en vehículos lanzadera y también en los tanques de combustible.

Transporte terrestre

La soldadura por fricción-agitación se está utilizando en la actualidad en la industria del transporte. Se están desarrollando, por parte de varias compañías, diferentes aplicaciones comerciales como motores y chasis, llantas, cuerpos de camiones, grúas móviles o caravanas.

Otros sectores industriales

Dicha soldadura también se utiliza en la producción de motores eléctricos, en equipos de cocina, tanques de gas, intercambiadores de calor en la industria química y silos o almacenes en la industria agrícola.

PONENCIA**«EL MANTENIMIENTO INDUSTRIAL BASADO EN LA FIABILIDAD». Cuestión de sentido común**

Por: **José Torres Bellón** (Alcoa Inespal)

Contenidos:

- Definición del mantenimiento
- Evolución del mantenimiento
- Tipos de mantenimiento.
 - + Correctivo
 - + Preventivo
 - + Predictivo
 - + Basado en la fiabilidad

- El RCM
 - + Definición
 - + El camino a seguir
 - + Criticidad de equipos
 - + Análisis de modos de fallo
 - + Plan de Mantenimiento

23

IES Calvo Sotelo

PONENCIA

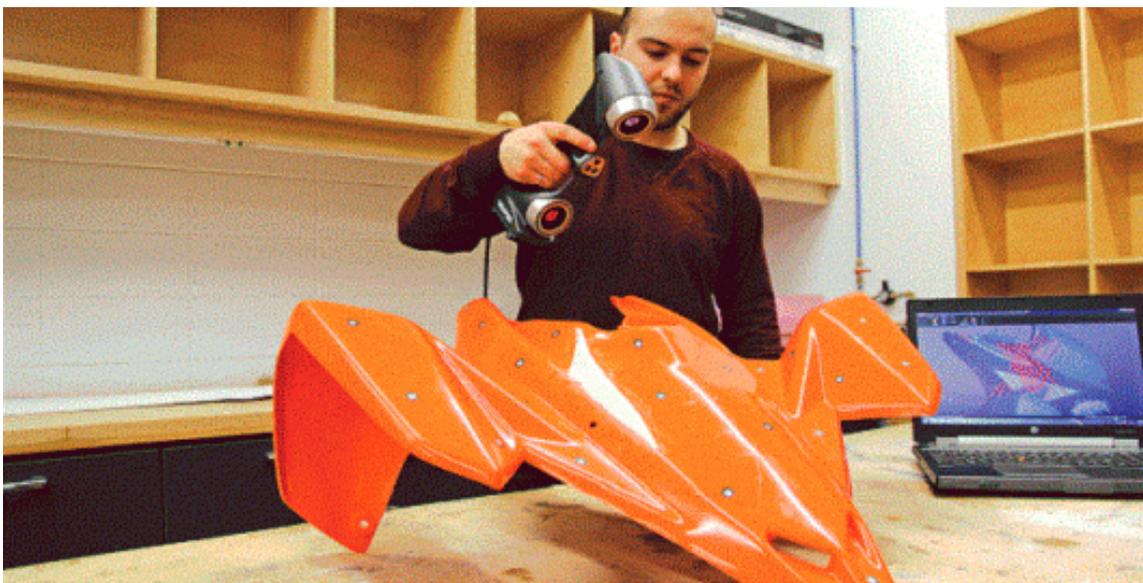
«Maquinagem 5 eixos. Uma abordagem atual»

(«Máquinas de 5 ejes. Un enfoque actual»)

Por **Vitor Martíns Augusto** (Norcam)



24



IES Calvo Sotelo

PONENCIA**«Bienvenido al mundo Kuka Robots y a los Procesos de Soldadura»**

Por **David Alonso** (Departamento Comercial Kuka Robots)
José Antonio Domínguez (Responsable soporte Técnico Nacional de Fronius)

Contenidos:**a) Primera parte**

1. El robot y sus aplicaciones en los diferentes sectores industriales
2. La historia de cuando se comienza con el primer robot, los desarrollos técnicos que se han ido introduciendo, el abanico de robots que se ofrecen hoy en día a la industria y por último aplicaciones reales que están trabajando en la actualidad.

25**b) Segunda parte**

Desarrollos de Fronius para cubrir las expectativas de futuro

- + CMT
- + CMT Twin
- + Plasma
- + DeltaSpot
- + Laser Híbrido
- + Laser Hilo frío/Hilo caliente



PONENCIA

«Eficiencia energética en instalaciones de aire comprimido»

por Iker Saenz (SMC International Training)

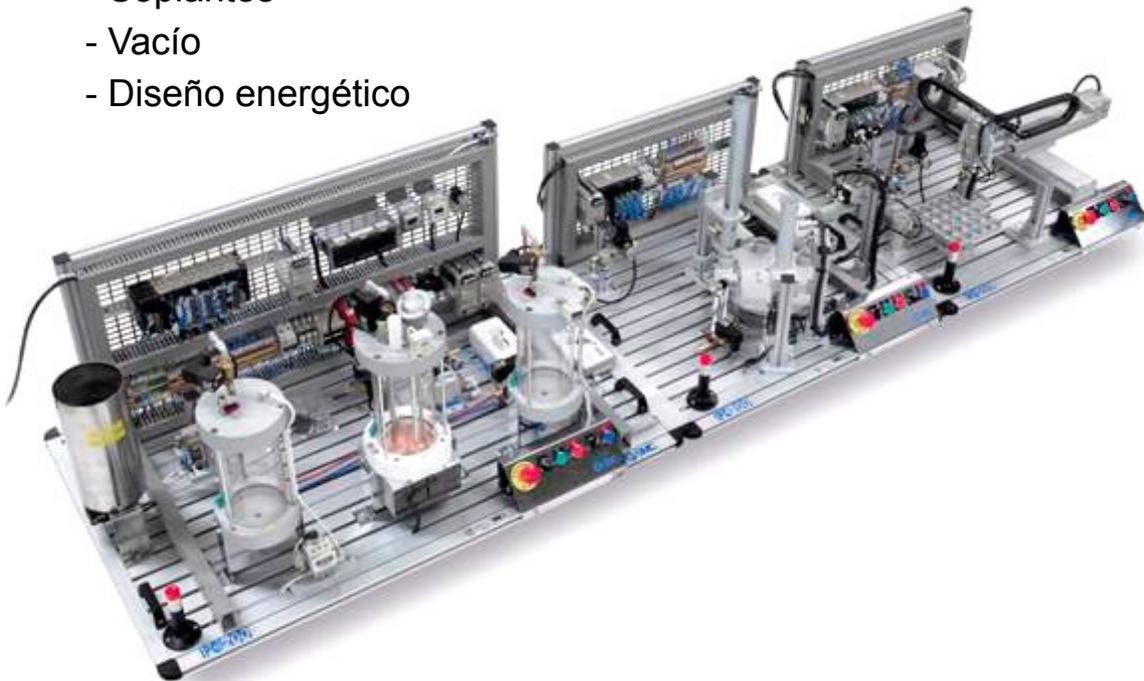
Objetivos:

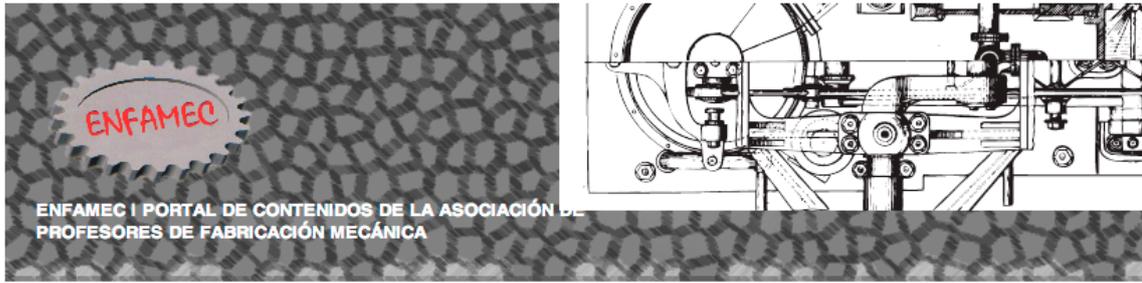
- Conocer el aire comprimido como forma de energía
- Conocer los costes ocultos de la neumática
- El coste del aire comprimido
- Las líneas de ahorro energético
- Capacidad de ahorro de las empresas
- Conocer medidas correctoras para ser más eficientes
- Conocer el diseño energético

Contenidos:

- Cuanto representa el aire comprimido dentro de nuestra factura energética
- Reparto de costes de la neumática
- Generación y utilización del aire comprimido
- La fuga
- La sobrepresión
- Soplantes
- Vacío
- Diseño energético

26



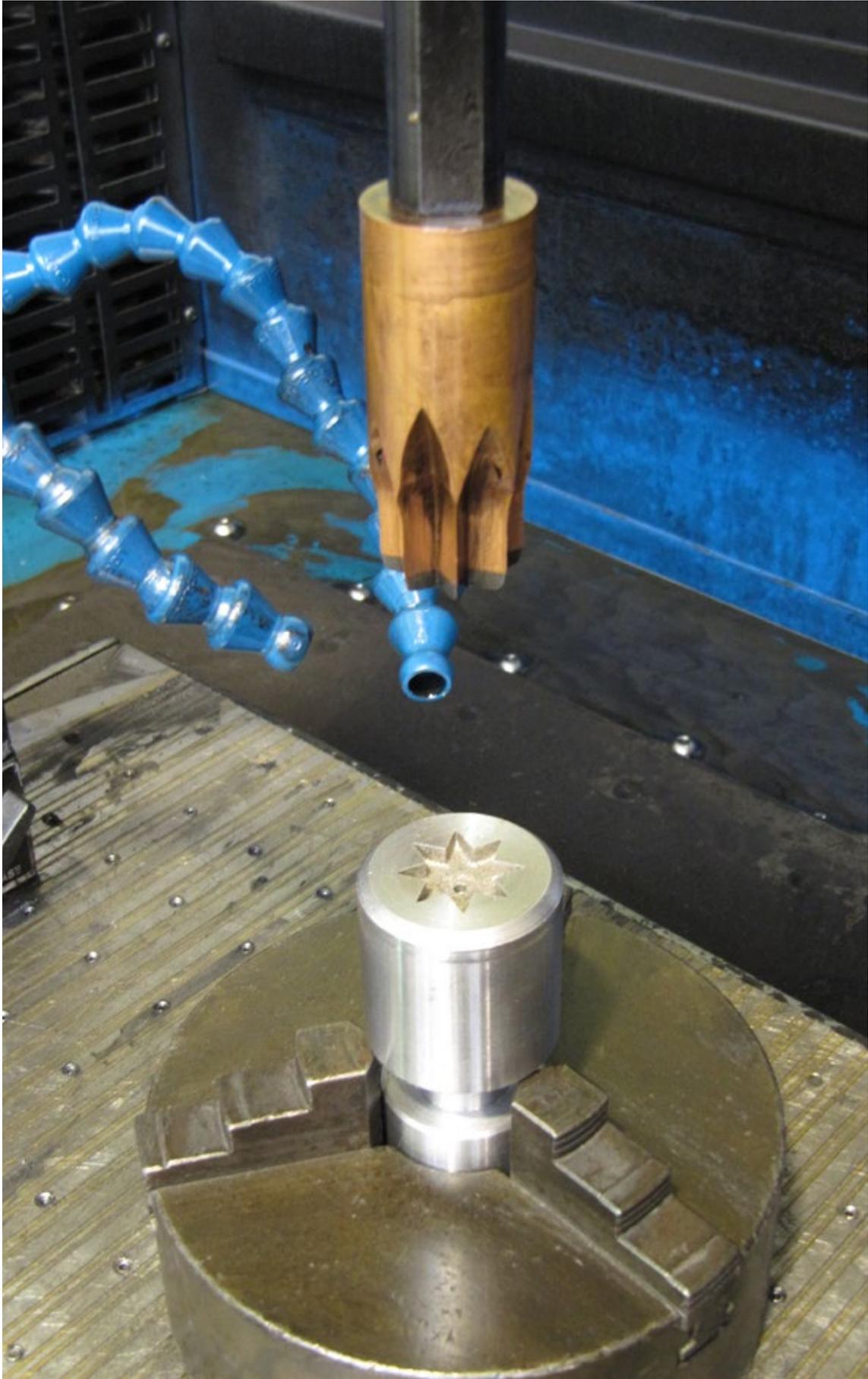


27



IES Calvo Sotelo







IES Calvo Sotelo

Archer Milton Huntington, 24
Teléfono 981 25 26 00
15011 A Coruña
www.centrocalvosotelo.com
ies.calvosotelo@dicoruna.es