XV ENFAMEC

CONGRESO DE ENSINANTES DE FABRICACIÓN MECÁNICA

IES María Sarmiento

Viveiro, 5 e 6 de Xuño do 2015

INDICE

3 Saluda del Director / Saluda del Jefe de Departamento

5 Presentación

6 Programa

9 WELDTRAINER (APOLO STUDIOS)

11 Propiedades físicas de los gases de protección (AIR LIQUIDE)

19 Máquina herramienta industrial de uso didáctico (ALECOP)

23 Ponencia: «Mantenimiento de una gran instalación industrial»

24 Ponencia: «Fabricación de equipos en la industria del aluminio»

25 Ponencia: «Cómo medir sin contacto. Introducción al digitalizado óptico y 3D»

26 Ponencia: «Automatización eficiente»

27 Ponencia: «Fronius AccuPocket, equipo de soldadura sin cables»

XV CONGRESO DE ENFAMEC

5 e 6 de Xuño de 2015
IES MARIA SARMIENTO
VIVEIRO

ENFAMEC 2015

SALUDA del Director

SALUDA del Jefe de Departamento

La dirección del IES María Sarmiento y el departamento de fabricación mecánica agradecen a la organización de Enseñantes de Fabricación Mecánica que pensaran en nuestro instituto para celebrar el XV congreso de ENFAMEC.

Hace ya 83 años que existe nuestro instituto, que fue uno de los primeros de Galicia. Desde los inicios hemos contado con la familia de fabricación mecánica, en los primeros tiempos más enfocado a mecanizado.

Actualmente es el ciclo formativo de soldadura, de esta familia profesional, el más demandado de nuestra oferta.

Nos sorprende gratamente la importancia de esta organización de enseñantes y el alto nivel de interés que ponen en su trabajo. Lo hemos comprobado en varias visitas de trabajo que realizaron a nuestro centro para la organización de este evento.

Los enseñantes, los enseñados, el tic-tac del reloj marca el paso de un tiempo que no se detiene a mirar a los que se marchan ni tampoco a los que vienen, en medio del vertiginoso avance de la innovación y el desarrollo tecnológico, lo que hace de Enfamec un evento cada vez más importante por lo que le deseamos larga vida.

Por nuestra parte, estamos encantados en colaborar con todo lo que tenemos para que estas jornadas sean del máximo aprovechamiento para todo el profesorado asistente.

Finalmente desearles una feliz estancia en Viveiro disfrutando de nuestro instituto y de nuestra tierra y de la compañía de nuestras gentes.

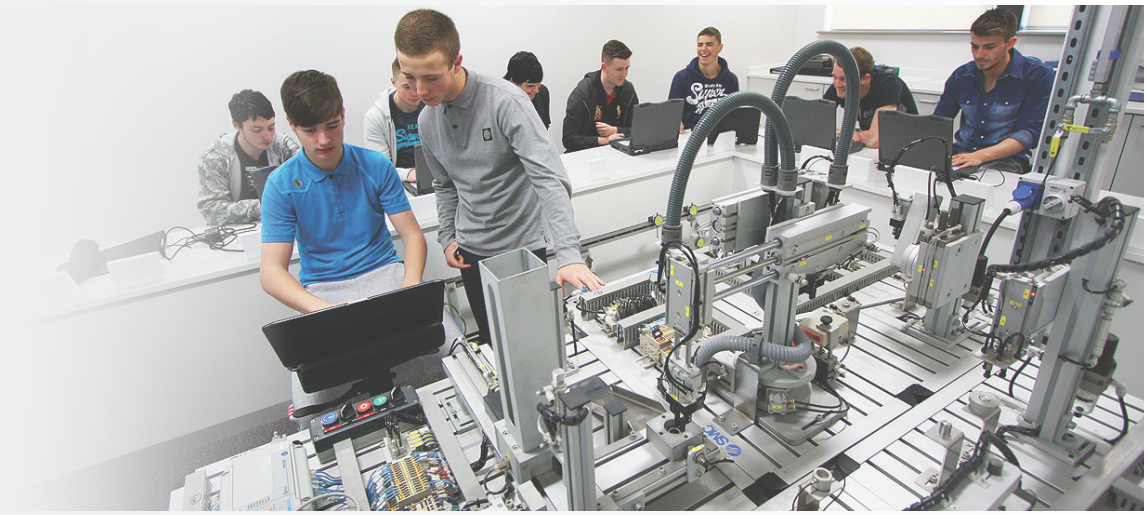
Juan José Pardo Gato
Director

Eliseo Maseda Iglesias
Jefe del departamento de fabricación mecánica.

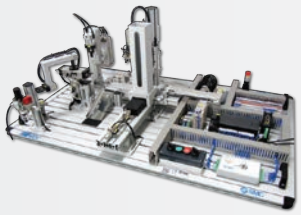
SMC®

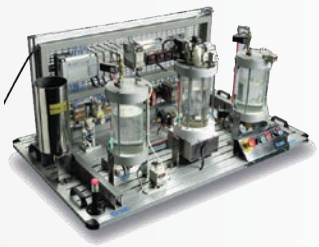
INTERNATIONAL TRAINING

Desarrolla competencias profesionales en tecnologías



relacionadas con la automatización industrial





www.smctraining.com

PRESENTACIÓN

En los comienzos del 2015 pensamos que Enfamec tenía que ir también, por la periferia de Galicia y hacia el interior. Teníamos que lograr que se hiciera notar en otros ámbitos donde éramos desconocidos. Viveiro nos pareció el lugar ideal para el comienzo. El lugar que reunía todas esas premisas y a la vez una villa muy bonita.

Es verdad que está alejado del «centro» donde se celebraron los congresos todos estos años atrás; pero, también es verdad que cuando los de esta «periferia » asistián a los congresos, lo hacían a sabiendas de que les quedaba un poco alejado.

Ahora nos toca a nosotros acercarnos. Vamos a ir a esta «perifería» y vamos a tratar de que este congreso sea inolvidable. El apoyo del IES, del Ayuntamiento y de la Diputación así lo vislumbran.

Agradecer a la dirección del IES y al departamento de Fabricación Mecánica representado en la figura de su «jefe» Eliseo; agradecer digo, el entusiasmo con el que nos acogieron y nos brindaron todo su apoyo y comprensión.

Va por ellos

Saludos cordiales

Francisco Javier Novelle Secades
Presidente de ENFAMEC

Viernes, 5 de xuño de 2015

16.30 h Entrega de documentación

17.00 h **Inauguración oficial**
Salón de actos

17.30 h **Mesa Redonda: « Relación Empresario-Profesor. Encuentros y Desencuentros »**
Salón de Actos

19.00 h Descanso

19.30 h **Ponencia: « Mantenimiento de una gran instalación industrial »**
por José Antonio Velo Fernandez de Endesa/Enel
Salon de Actos

Ponencia: « Fabricación de equipos en la industria del aluminio »
por Alejandro Rellán García de Rodabell
Aula

21.00 h **Asamblea General** de la Asociación
Salón de Actos

22.00 h **Cena**
En el restaurante del Hotel **O Val do Naseiro**

Sábado, 6 de xuño de 2015

08.30 h Entrega de documentación

09.00 h **Ponencia: «Cómo medir sin contacto. Introducción al digitalizado óptico y 3D»**
por Mikel Cortabitarte de Ariño de Innovalia-Metrology
Salon de Actos

10.30 h Pausa para café

11.00 h **Ponencia: «Automatización eficiente»**
por Iker Saenz de SMC España S.A.
Salon de Actos

12.30 h **Ponencia: «Fronius Accupocket, equipo de soldadura sin cables»**
por José Antonio Domínguez de Fronius España S.L.U.
Salon de Actos

14.00 h Finalizan las jornadas

15.00 h **Comida**
En el Restaurante del Hotel Louzao
Homenaje a los jubilados
Clausura del XV Congreso de Enfamec

cobos pavon

distribuciones industriales

Máquinas para soldadura TIG, MIG, Láser
Electrodos, hilos y varilla
Material de protección
Repuestos y accesorios

Gases para soldadura
Equipos de soldadura autógena

AIR LIQUIDE
Creative Oxygen

acess

OERLIKON

Juan de la Cierva, 17. Polígono La Grela. 15008 La Coruña • Tel: 981 255 430

WELDTRAINER (APOLO STUDIOS)

Weldtrainer es un simulador de soldadura virtual 3D que constituye una innovadora herramienta orientada a la formación profesional de soldadores.

Usando tecnología de vanguardia y un avanzado y preciso sistema de detección de movimiento en tiempo real, Weldtrainer permite al usuario verse inmerso en una habitación de soldadura virtual donde se puede practicar el proceso de soldadura como en la vida real.

Gracias a la detección de movimiento en tiempo real, la cabeza y la mano del usuario son transportadas al mundo virtual y cada acción del usuario determina una respuesta interactiva en la simulación.

POR MÁS INFORMACIÓN CONTACTE:
LAURA BLANCO
Responsable Comercial
APOLO STUDIOS
lblanco@apolostudios.com
TEL: 911 760 617

Características del Hardware

- Compacto y portátil.
- Sistema de detección de movimiento de gran precisión.
- Pistolas de soldadura con características y peso similares a la realidad.
- Fácil de operar con un pequeño joystick y un gatillo.
- Accesorios intercambiables según tipo de soldadura.

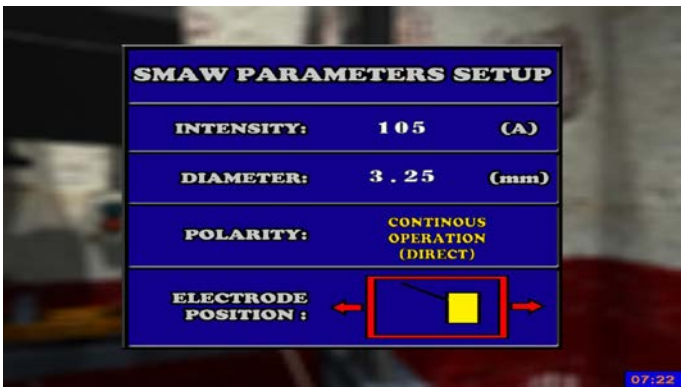
Incluye posición de instructor con aplicación de gestión de usuarios

Características del Software

El usuario se verá inmerso en una representación virtual de una cabina de soldadura que verá a través de las gafas de realidad virtual con tecnología OLED (diodo orgánico de emisión de luz), donde su cabeza maneja el punto de vista y la mano controla la antorcha de soldadura

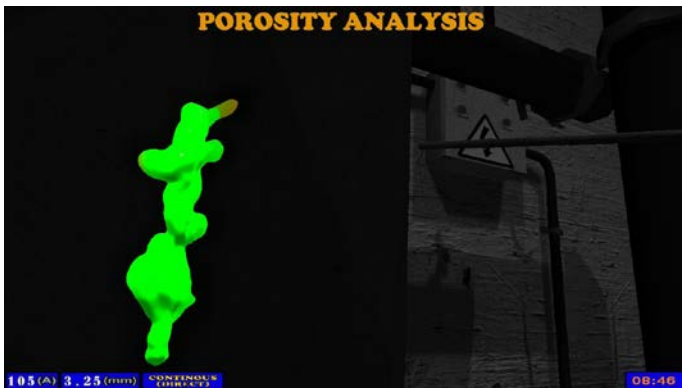
- 100% virtual.
- Simulación en tiempo real.
- Precisión.
- Simula soldaduras SMAW, GMAW.
- Se puede traducir a cualquier idioma.
- Correcciones en tiempo real.
- **Sistema interactivo de repeticiones.**
- Sencillo de actualizar. **Actualizaciones sin coste.**

- Posibilidad infinita de agregar ejercicios.
- Se pueden seleccionar los parámetros a controlar en cada ejercicio.
- Permite seleccionar la orientación del electrodo.
- Contempla la nomenclatura Europea y la Americana.
- Brinda la opción de seleccionar un usuario zurdo en los ejercicios que lo requieren.
- Módulo de preguntas teóricas con respuestas de múltiple opción – **Posibilidad de agregar infinitas preguntas.**
- Al finalizar cada pasada de soldeo, el simulador muestra un informe telemétrico de la misma con porcentajes de aceptación para cada uno de los parámetros bajo control en el ejercicio
- Análisis de porosidad y penetración de cada cordón.
- Aplicación de gestión de alumnos que realiza un seguimiento personalizado del desempeño de los alumnos integrando análisis de resultados de las diferentes ejecuciones. Los informes se envían automáticamente a una posición de instructor.
- **Funcionalidad única:** Weldtrainer puede importar al sistema cualquier pieza de cualquier topología y soldar en ella.



❖ Puntos clave del Weldtrainer

- Los estudiantes hacer más prácticas en menos tiempo porque se evitan cosas como el cambio de piezas, esperar a que se enfríen, retirar la escoria, etc...)
- Los costes del proceso de formación disminuyen. El simulador permite un enorme ahorro de tiempo y de coste de materiales.
- Diferentes tipos de soldadura (SMAG y MIG-MAG) en el mismo simulador por el mismo coste.
- Gran atractivo para captar jóvenes alumnos.
- Bajo coste de entrenamiento: ahorro en consumibles, combustible, piezas, etc.
- 0 índice de riesgo laboral.
- Índices nulos de daños en las maquinarias.
- Disponibilidad de equipos para entrenamiento 24 x 7.
- Enfoque en tareas específicas de entrenamiento con la posibilidad de realizar ejercicios repetidamente.
- Evaluación según habilidades y curva de aprendizaje.
- Sin costes de actualización. Todas las actualizaciones se ofrecen sin coste alguno a nuestros clientes.



Propiedades físicas de los gases de protección

Por *Carlos Bosque Pardos*
EXPERTO IBÉRICO APLICACIONES SOLDADURA Y CORTE

En las operaciones de soldadura, el impacto del coste del gas de protección sobre el coste global de la operación de soldeo se encuentra generalmente por debajo del 10 %, sin embargo, uno de los criterios fundamentales para la elección del mismo suele ser su precio.

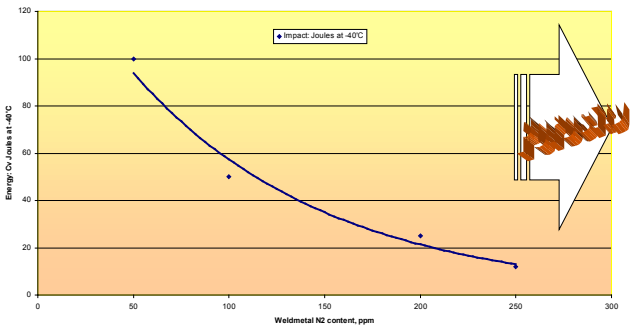
La elección del gas de protección adecuado, incluso optando por un gas de mayor precio unitario que el que se usa habitualmente, puede llevar a mayores prestaciones industriales (productividad y calidad), consiguiendo al mismo tiempo una reducción del coste operacional de la soldadura, y una mejora de las condiciones ambientales del soldador.

Una de las funciones principales de los gases de protección en la soldadura bajo arco eléctrico, es proteger el baño de fusión de cualquier posible contaminación atmosférica tales como

Nitrógeno (N2)

Conlleva la aparición de porosidades en los aceros al carbono y los inoxidables ferríticos, debido a que la estructura ferrítica no es capaz de disolverlo.

Para los aceros al carbono, el límite de N2 que generalmente se marca para evitar la aparición de porosidades es de 250 ppm. Así mismo la presencia de N2 afecta a la Resistencia al impacto (Charpy V) a bajas temperaturas.



Aunque la normativa ISO 14175 define un máximo de contenido de N2 en el gas de protección de 1000 ppm (para CO2 y mezclas oxidantes), la gamma de gases para arco eléctrico de Air Liquide ARCAL, contienen un valor inferior de N2 a las 200 ppm

Cabe reseñar que para la soldadura que existe algún proceso de soldadura dónde el gas de protección admite una cantidad de N2 en su composición:

- Soldadura MAG ó TIG de aceros dúplex y superdúplex: adiciones de hasta 2 % (el N2 favorece la formación de austenita frente a la ferrita)
- Soldadura MIG del aluminio: adiciones de 0.06 % de N2 (600 ppm)

Oxígeno (O2)

Un exceso de oxígeno puede afectar en el aspecto del cordón de soldadura, así como en las propiedades mecánicas, especialmente en el caso de los aceros al carbono (tenacidad)

Gas de protección	Carga de rotura Mpa	Límite elastico Mpa	%E	Impacto Cv J@-30 C
Ar + 2% O2	514	450	27,5	78
Ar + 5% O2	499	430	29	77
Ar + 8% CO2	542	467	29	92

Influencia del O2 en propiedades mecánicas, hilo MAG tipo E491 C6-H4

En la soldadura MAG de los aceros inoxidables, el contenido de oxígeno tiene que limitarse para no perjudicar la resistencia a la corrosión (el oxígeno reacciona con el cromo durante la soldadura)

Por otra parte materiales como el Zirconio o Titanio, son extremadamente sensibles a la presencia de oxígeno.

Vapor de agua/Hidrogeno, H2

La presencia de hidrógeno difusivo está relacionada directamente con la fisuración en frío de los aceros al carbono y de porosidades en la soldadura del aluminio.

La soldadura TIG/Plasma requiere un gas inerte no oxidante (básicamente Argon) para evitar un deterioro rápido del electrodo de tungsteno.

Por ejemplo, ARCAL Prime que es el gas de protección de la gamma ARCAL válido para soldadura TIG de todos los materiales, presenta contenidos muy bajos de O2 and H_2O:

$$O2 < 5ppm$$

$$H_2O < 5ppm$$

La soldadura MAG requiere de la presencia de un mínimo de elementos oxidantes en el gas de protección (mezclas de Argon y CO2 generalmente) para facilitar la estabilidad del arco eléctrico, como se desarrolla en los puntos siguientes

El gas de protección tiene una influencia directa en el comportamiento del arco de plasma. Así mismo también afecta en los diferentes modos de transferencia metálicos del metal en la soldadura MAG, propiedades mecánicas, morfología del cordón, aspecto del cordón y velocidad de soldadura

A continuación se ilustrará la relación entre las propiedades de los gases y su influencia en el plasma

¿Qué es un arco eléctrico?

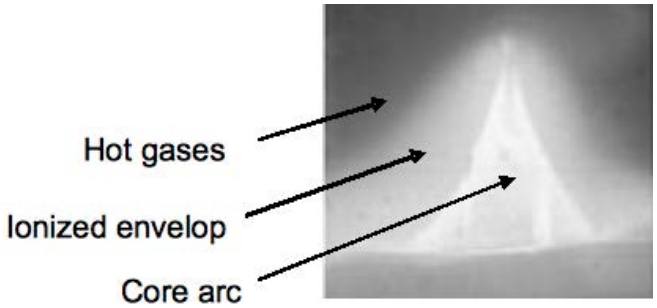


Figura 1: Arco Eléctrico

La soldadura por arco, se caracteriza porque se genera un arco eléctrico estable entre el electrodo y la pieza a soldar.

La polaridad varía según el proceso de soldadura: para soldadura MIG/MAG, el hilo de aportación suele ser el polo positivo (ánodo) mientras que en soldadura TIG/Plasma, el electrodo de tungsteno suele ser el polo negativo (cátodo).

En el arco eléctrico podemos distinguir las siguientes zonas:

- ***Núcleo del arco:***

❖ EL arco de plasma se establece entre los dos electrodos.
❖ Se trata de una zona muy caliente de partículas ionizadas.
❖ El 90% de la corriente pasa a través de esa zona

Envolvente ionizada:

Zona de transición entre el núcleo del arco y la atmosfera ambiente donde las partículas están parcialmente ionizadas . La temperatura en el interior de esta zona es todavía significativa, aunque inferior a la del interior del núcleo del arco.

- ***Gases calientes:***

❖ Debido a la transferencia térmica, el núcleo del arco y la envolvente ionizada están rodeadas por un gas caliente

Se muestran a continuación simulaciones por ordenador del proceso TIG realizadas por A.B.Murphy and M.Tanaka [1] como soporte para ilustrar el impacto de cada una de las propiedades del gas.

Conductividad eléctrica del gas de protección

Una baja conductividad eléctrica conduce a que los electrones encuentren más resistencia para llegar al ánodo. Debido a que el tiempo entre colisiones de los electrones se reduce, se disipa localmente mucha más energía, y los gradientes de temperatura son más inclinados (incluso radiales). Así mismo al incrementarse la resistencia eléctrica disminuye la sección a través de la que fluyen los electrones. El resultado es un arco de núcleo más constreñido.

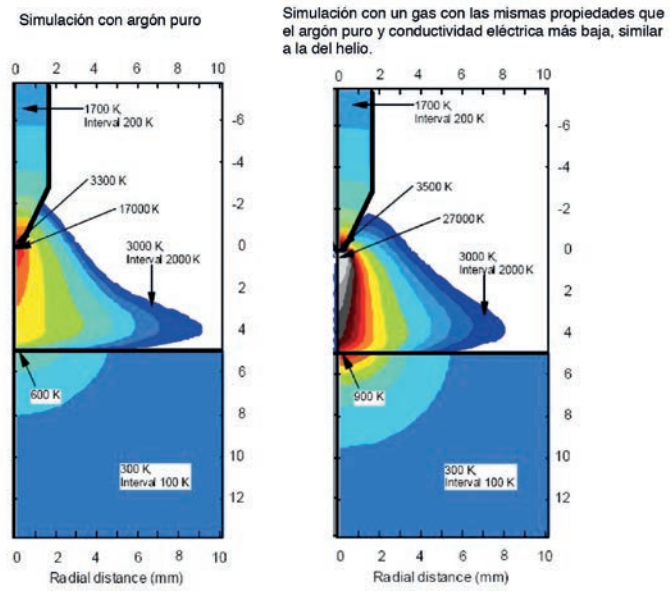


Figura 2: Efecto de la conductividad eléctrica en el perfil de temperaturas

Conductividad térmica y calor específico del gas de protección

La conductividad térmica representa la capacidad de un gas para conducir el calor: cuanto mayor es la conductividad mayores son las pérdidas térmicas con la atmósfera ambiente, lo que conduce a una zona de gases calientes más amplia.

El calor específico representa la cantidad de energía aportada al gas para calentarlo. Tiene un efecto significativo sobre la constricción del arco del núcleo

Se ha de subrayar el calor específico y la conductividad térmica evolucionan con las mismas tendencias para los gases de protección que estamos considerando

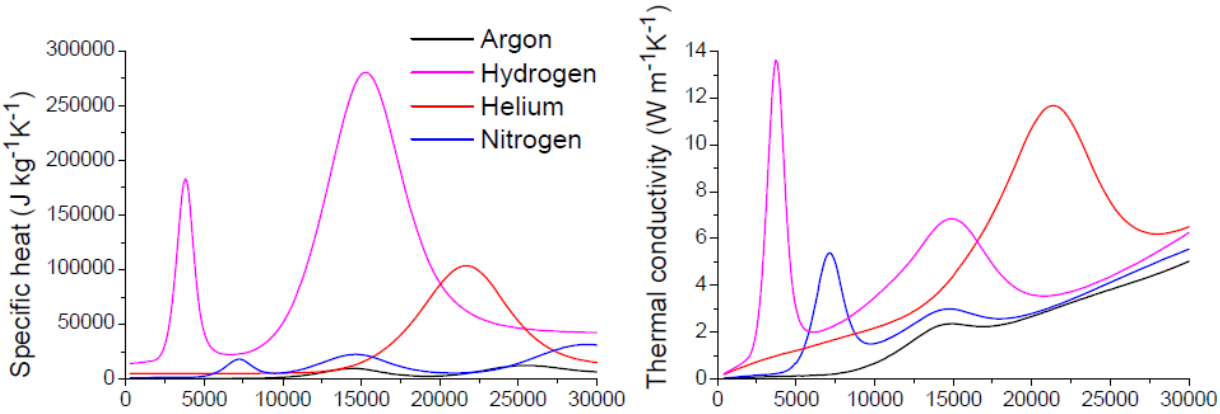


Figura 3: Calor específico y conductividad térmica de moléculas usuales

Excepto en la zona de temperaturas extremadamente altas del núcleo del arco donde T>15000°K, el calor específico y la conductividad térmica del Hidrógeno y el Helio son significativamente mayores comparadas con las del Argon.

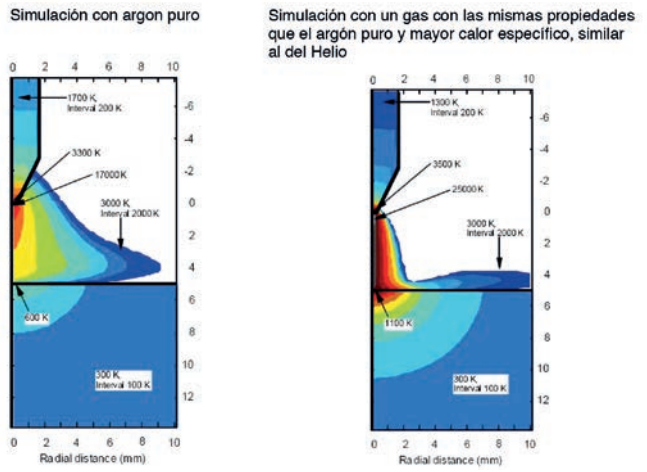


Figura 4: Efecto del calor específico en el perfil de temperaturas

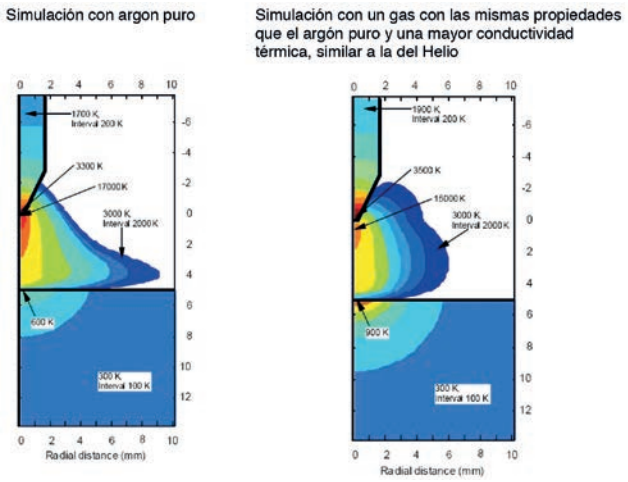


Figura 5: Efecto de la mayor conductividad térmica en el perfil de temperaturas

El efecto combinado de un mayor calor específico y una mayor conductividad térmica tiene como resultado

- Un núcleo del arco más constreñido.
- Una zona de gas caliente más amplia alrededor del electrodo y la pieza a soldar.

De una manera práctica, el resultado es un incremento de la presión del arco sobre el baño de soldadura y un mejor rendimiento en la transferencia de calor, conduciendo a una zona de material fundido más amplia.

Disociación/recombinación

En el caso de moléculas poliatómicas, la disociación/recombinación de los átomos tiene un efecto significativo en el proceso de soldadura.

La disociación de moléculas es endotérmica, y se produce a la temperatura más alta, cerca del electrodo. El efecto es la constricción del núcleo del arco, que básicamente intenta limitar las pérdidas de energía.

La recombinación de las moléculas es exotérmica y se produce cerca de la pieza de trabajo: cerca de la mancha catódico (en polaridad MAG) o de la mancha anódica (en polaridad TIG), mejorando altamente la transferencia de calor hacia la pieza.

Las propiedades físicas de cada gas de protección pueden ser precisadas con detalle. Sin embargo la elección del gas de soldadura está relacionada con la aplicación final, y las necesidades, medios y sistemas de control del cliente

¿Porqué una línea de gases de protección oxidantes?

Soldadura MAG y la necesidad de elementos oxidantes en la atmósfera de protección

El proceso MAG (Metal Active Gas ó Gas Metal Arc Welding GMAW en denominación US) es un proceso en el que se crea un arco eléctrico entre el hilo electrodo consumible y la pieza de trabajo. Ambos son fundidos y forman la unión de soldadura. La alimentación del gas de protección se realiza a través de la torcha de soldadura coaxialmente al electrodo consumible protegiendo el proceso del aire.

El modo de funcionamiento normal y casi exclusivo del proceso es con la polaridad positiva del electrodo (polaridad inversa) con la excepción algunos hilos tubulares fluxados específicos recomendados para la polaridad negativa del electrodo (polaridad directa)

Para estabilizar la raíz del arco (manchas catódicas sobre la pieza a soldar), el gas de protección aporta elementos activos/oxidantes en el arco para crear óxidos sobre la superficie del baño de soldadura y facilitar la emisión de electrones (Fig.6).

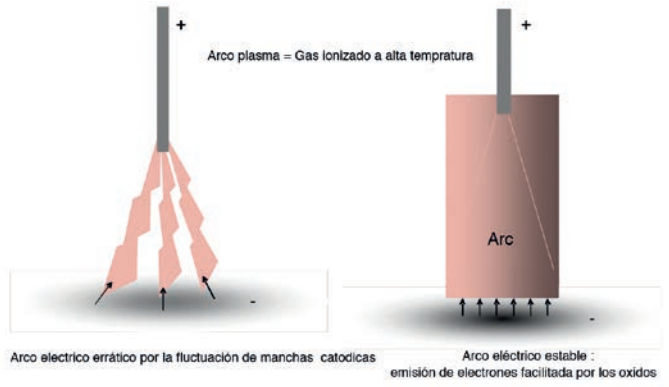


Figura 6: Necesidad de elementos oxidantes en MAG para estabilidad de arco

La transferencia de metal del hilo fundido a través del arco, está directamente influenciada por la naturaleza del gas o la composición de mezcla de gases, así como de los parámetros eléctricos utilizados (intensidad y voltaje)

El modo de transferencia del metal es el fenómeno que permite a las gotas de metal fundido viajar desde la punta del electrodo de aportación hacia el baño de soldadura.

Las fuerzas físicas principales que intervienen en la punta fundida del electrodo son:

- peso de la gota
- tension superficial
- fuerzas electromagnéticas.

Estas últimas están fuertemente ligadas a las propiedades termodinámicas y del plasma (conocidas como coeficientes de transporte) entre el hilo y el baño de soldadura.

Los principales modos naturales de transferencia de metal son:

- cortocircuitos (short arc)
- globular y
- pulverización (modo spray)

La transferencia globular es considerada como una transferencia de transición entre la de cortocircuito y la de spray, es inestable y se ha de evitar en la medida de lo posible, ya que este modo de transferencia genera humos y proyecciones debido a las importantes inestabilidades de arco.

Además, esta transferencia errática del metal afecta a la profundidad de la penetración comparada con la de las transferencias estables de cortocircuito y spray.

Además de estos, podemos encontrar otros modos de transferencia forzados según la capacidad de las fuentes de corriente, como el modo pulsado, dónde el desprendimiento de la gota de metal fundido se fuerza mediante un pulso de la corriente.

Efectos dióxido de carbono en la zona del arco eléctrico (CO2)

En la zona de alta energía del arco del núcleo, las moléculas de CO2 se rompen.

Los elementos liberados de la molécula de CO2 (carbono, monóxido de carbono y oxígeno), pueden alcanzar el baño de fusión o recombinarse en la región catódica más fría del arco para formar de nuevo CO2.

El oxígeno libre puede reaccionar químicamente con, por ejemplo, el silicio, el hierro y el manganeso presentes en el baño de fusión, formando óxidos tales como SiO_2, MnO_2 y FeO. Una pequeña proporción de estos óxidos quedan atrapados en el baño de fusión, influyendo sobre las propiedades metalúrgicas.

La mayor parte de los óxidos formados, que flotan en la superficie del baño fundido favoreciendo la emisión de electrones y por consiguiente la estabilidad del arco, terminan solidificando de manera dispersa, formando islas a lo largo del cordón de soldadura, o bien terminan depositados a lo largo de los bordes del cordón.

Además, en la región catódica, los elementos liberados de la molécula de CO2 experimentan el proceso de recombinación. En el caso de que estos elementos se recombinen en la zona catódica, se produce una liberación de energía en la zona, que es la responsable del aumento de la profundidad y la anchura del perfil de penetración, característico de la soldadura con CO2.

El CO2 tiene un efecto importante sobre la transferencia del metal; para un contenido de CO2 en Argón superior al 20% y para intensidades usuales de trabajo, no es posible alcanzar el modo spray.

Como consecuencia, cuando intentando incrementar la energía de soldadura (velocidad de hilo o intensidad) con mezclas ricas en CO2, aún tratando de ajustar la tensión de soldadura, se entra en modo de transferencia globular, dando lugar a elevadas emisiones de humo y proyecciones.

Efectos oxígeno en la zona del arco eléctrico (O2)

El oxígeno se puede usar como gas de protección únicamente en combinación con gases inertes (Ar, He), y en proporciones relativamente pequeñas. Con adiciones de oxígeno al gas de protección, se mejora la morfología del cordón.De hecho, el contorno y la penetración obtenidas con Argón pueden ser mejoradas con la adición de O2 (proceso GMAW del acero).

En la soldadura solo con argón, el cordón presenta una forma típica de dedo y con pequeñas cantidades de oxígeno se consigue aumentar la anchura de la raíz de la zona fundida, gracias a la mayor conductividad térmica del oxígeno.

La presencia de O2 hace que disminuya la tensión superficial del baño de soldadura y produce al mejorar el mojado un aplanado del cordón y una disminución de mordeduras en sus bordes. Esto permite aumentar la velocidad de soldadura, a menudo limitada por la aparición de mordeduras.

Por otro lado, como las propiedades tenso-activas hacen que el baño de soldadura sea más fluido, afecta negativamente a la capacidad para ejecutar soldaduras en posición.

Desde el punto de vista de reacciones químicas, el oxígeno también forma óxidos (SiO_2, MnO_2, FeO...) al igual que ocurre con el CO2.

¿Por qué adiciones de hidrógeno?

Compatibilidad de materiales

Con la adición de hidrógeno al gas de protección se consiguen mejoras en las prestaciones del proceso, no obstante hay que prestar especial atención al riesgo de fisuración en frío y formación de porosidades en función del material soldado.

La fisuración en frío se caracteriza por la aparición de grietas a bajas temperaturas (generalmente a temperatura ambiental) localizadas fundamentalmente en la zona afectada térmicamente.

Debido a su pequeño radio, el hidrógeno se difunde fácilmente en el metal fundido y queda atrapado durante la solidificación, especialmente en las estructuras duras (martensitas), dónde su solubilidad es baja, presentándose entonces un exceso de hidrógeno en la zona, que cuando se combina con las concentraciones de tensión (residual, restricción,...) propias de los procesos de soldadura hace que se generen pequeñas grietas, que crecen a lo largo del material.

Los materiales se caracterizan generalmente por un índice de susceptibilidad al agrietamiento en frío.

Cavidades de gas (porosidades)

El hidrógeno puede crear cavidades y porosidades en el interior del material fundido, con lo que es

incompatible con aleaciones de aluminio.

A efectos prácticos el hidrógeno se considera compatible y en proporciones inferior al 5 % con aceros inoxidables austeníticos y aleaciones base Ni. También se puede usar en una proporción máxima del 1 % para la soldadura MAG de aceros Duplex y Superduplex [2]

Beneficios de la adición de hidrógeno al argón

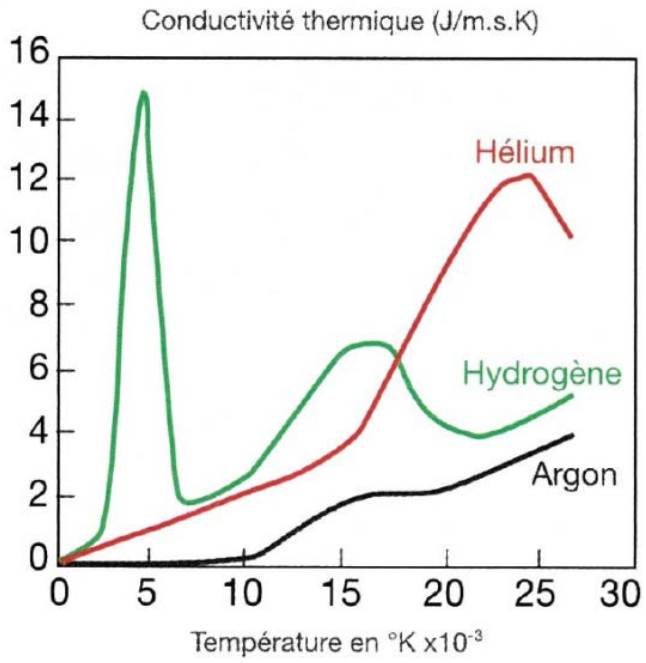


Figura 7: Conductividad térmica en función de la temperatura

La conductividad térmica del hidrógeno varía en función de la temperatura y se presentan dos picos a 5000° K y a 15000° K. El primer pico, corresponde a la disociación de la molécula de hidrógeno en átomos, y el segunda punto a la ionización del mismo en H+

A 5000° K, la disociación que se produce absorbe energía, y genera un importante decrecimiento de la temperatura en

el borde del penacho del arco, causando la constricción del mismo (Fig.8). Simultáneamente, en la zona próxima del material fundido (considerado como zona fría), se produce una recombinación de los iones H+ y los átomos H, dando lugar a una reacción química altamente exotérmica en la que se genera moléculas muy estables de H2.

La combinación de ambos efectos hace que se incremente considerablemente la densidad de energía del arco, consiguiéndose un incremento apreciable de la profundidad de penetración.

Desde otro punto de vista, si se mantiene la profundidad de la penetración constante (comparando un gas sin o con hidrógeno), se puede incrementar la velocidad de soldadura.

A este efecto hay que añadir, la mejora en el aspecto del cordón de soldadura por el efecto reductor del hidrógeno, ya que favorecen la reducción de oxígeno en la zona de soldadura

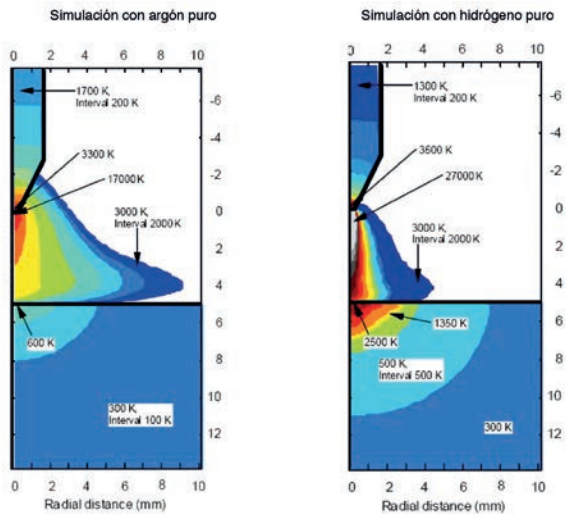


Figura 8: Comparación del perfil de temperatura entre Argón e Hidrógeno puros

Ha de subrayarse que el efecto del hidrógeno en el argón es sensible incluso con contenidos relativamente bajos de H2. Este fenómeno queda bien ilustrado en la gráfica de densidad de energía de la Fig. 9.

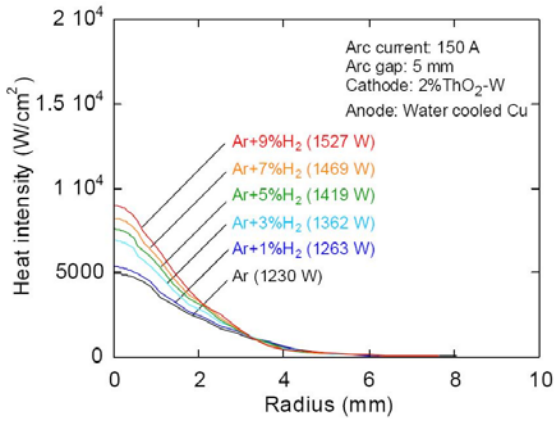


Figura 9: Densidad de energía según $\%H_2$ en Ar

¿Por qué adiciones de helio?

Beneficios de la adición de helio al argón

El potencial de ionización de un gas se define como la energía, expresada en electronvoltio (eV), necesaria para arrancar un electrón de un átomo de gas. Las fuerzas de atracción que mantienen a los electrones en sus órbitas, son inversamente proporcionales cuadrado de la distancia al núcleo.

Un átomo de argón tiene 18 electrones, mientras que uno de Helio tiene sólo 2, por lo tanto cuesta menos arrancar un electrón de un átomo de argón que de uno de Helio. Específicamente se necesitan 15.7 eV para arrancar un electrón de su órbita en el argón y 24.5 eV para el helio

Por lo tanto, se puede deducir que para corrientes de soldadura y longitudes de arco equivalentes, para tener una atmósfera ionizada estable de helio, el voltaje será mayor que para el argón.

Como rápida aproximación la potencia del arco se puede medir mediante el producto de la intensidad por el voltaje del arco: la utilización de helio cede un calor disponible mucho mayor que el del argón. Esta es la razón por la que se considera al helio como un gas de protección más caliente. En el caso de las mezclas de argón-helio con una cantidad de helio entre un 5-30 %, la diferencia del potencial de ionización frente al argón, no es tan acusada, y no explica por sí sola la diferencia en la transmisión de energía bien conocida que se consigue con las mezclas de argón-helio

La explicación se encuentra en la diferencia de la conductividad térmica de estos gases.

Para gases monoatómicos como el helio y el argón, la conductividad térmica viene determinada por la difusividad másica de los átomos que, según la teoría cinética de los gases, es proporcional a la inversa de la raíz cuadrada de la masa del átomo. De tal manera, que con un peso atómico 10 veces superior al del helio, el argón tiene una conductividad térmica que es únicamente un tercio la del helio.

La conductividad térmica también influye en las perdidas radiales de calor, desde el centro hacia la periferia de la columna del arco.

El argón puro produce un arco estrecho de núcleo caliente con una zona externa considerablemente más fría. Como resultado el perfil de penetración de un área fusión típica de soldadura con argón se caracteriza por una forma de clavo, delgada en la raíz y un más ancha en la zona superior.

Un gas con una conductividad térmica alta, conduce más calor al exterior desde el arco del núcleo, resultando un arco más amplio y más caliente. Este tipo de distribución de calor, que se da con el helio, es más uniforme y produce un perfil generalmente más amplio a lo largo de la zona de fusión. Este fenómeno se ilustra en la Fig. 10Hay que subrayar que ha de ser añadida una cantidad significativa de helio al argón para conseguir un efecto también significativo.

Por ejemplo, la Figura muestra que no ha diferencia a apreciable entre el Argón puro y la mezcla de Argón con un 5% de Helio en el caso del calor específico, la conductividad térmica o la conductividad eléctrica. Generalmente se considera que a partir de un 20% de Helio en Argón se consiguen resultados significativamente positivos en soldadura.

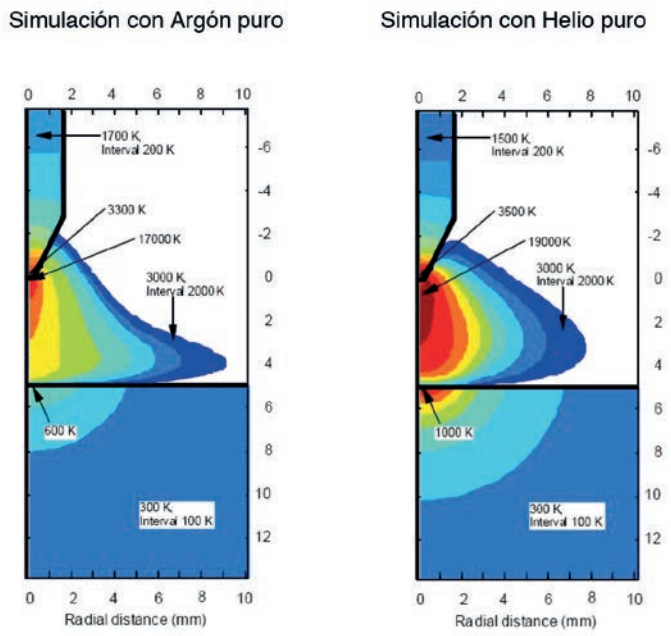


Figura 10: Comparación del perfil de temperatura entre Argón y Helio puros

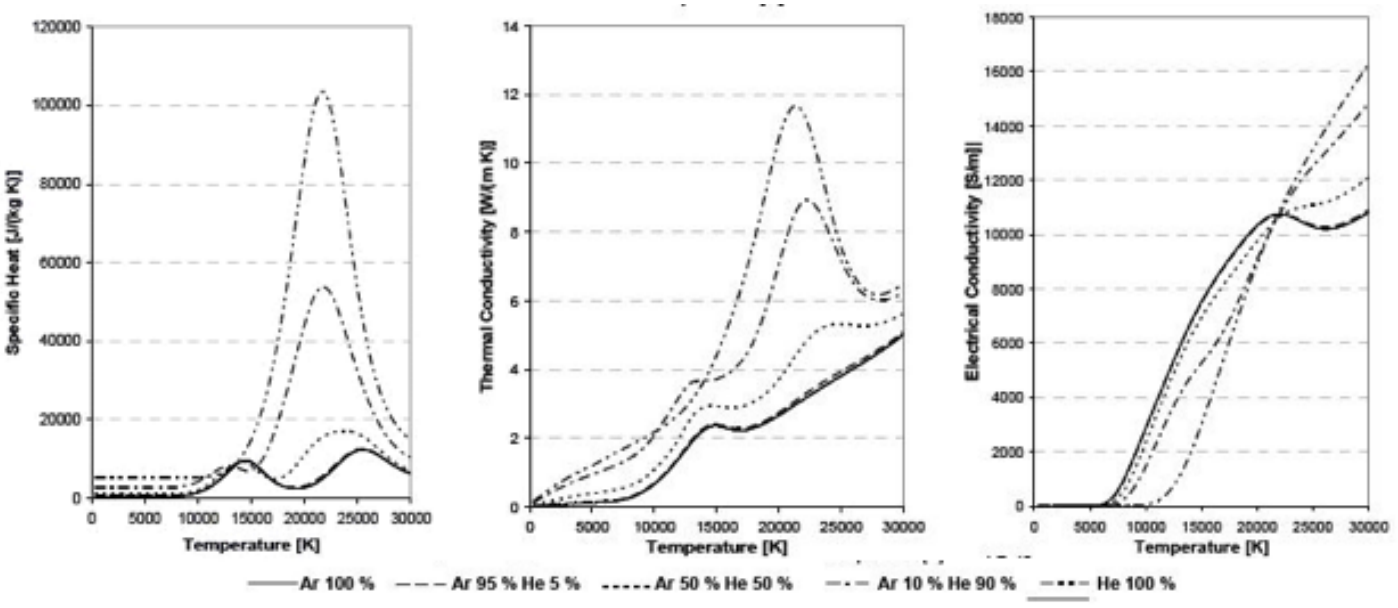


Figura 11: Ejemplos de propiedades físicas en mezclas Ar/He

Interés práctico del helio en argón

El Helio tiene una conductividad térmica mayor que la del argón y con él se genera un plasma de arco en el que la energía del arco se distribuye de un modo más homogéneo. Esta diferencia afecta fuertemente al perfil del cordón de soldadura produciendo un cordón de soldadura ancho, profundo y parabólico.

El helio tiene el mayor potencial de ionización (24.5 eV) de todos los gases de protección que generalmente se usan y requiere un voltaje mayor que el argón para la misma longitud de arco y corriente de soldadura.

El resultado es un aumento de la energía del arco y del input térmico. El mayor input térmico del gas ayuda a producir soldaduras con un perfil de penetración redondeado y de bajos sobre-espesores.

El coste del helio es considerablemente mayor al del argón, pero las velocidades de soldadura que generalmente se obtienen hacen de la adición de helio una opción viable, particularmente para materiales con alta conductividad térmica, como por ejemplo las aleaciones de aluminio.

Referencias

[1] A.B. Murphy, M.Tanaka, S. Tashiro, T. Satoh, J. Lowke; The Influence of Welding Gas Composition on Arc Properties and Weld Depth in Tungsten-Inert-Gas Welding; GEM15, Murramarang Resort, 5 February 2008

[2] S. Suzon, La soldadura MAG de los aceros Superduplex; Jornadas CESOL Octubre 2014

AIR LIQUIDE

Creative Oxygen

Máquina herramienta industrial de uso didáctico

Cuando los profesores de mecánica de un centro formativo piensan en los recursos formativos que les gustaría tener en su taller ideal, seguramente, lo primero que les viene a la cabeza es tener suficientes máquinas industriales con diferentes controles para todos los alumnos.

Esta visión "industrial" de lo que debería ser un taller choca contra la realidad en cuanto entran en juego presupuestos, espacio y objetivos formativos. Una versión "didáctica" del aula/taller puede optimizar espacios y presupuestos, sin disminuir la calidad de la experiencia del estudiante. Aquí es donde entran en juego las máquinas industriales de uso didáctico (en verde en la figura A)**.**

Figura A

Un diseño de aula/taller inteligente permite que todos los alumnos trabajen y conozcan todas las herramientas que se utilizan en la industria.

Todos los agentes implicados en el proceso formativo coinciden en subrayar la importancia de que **todos** los estudiantes pasen las horas que sean necesarias a pie de máquina para dominar los procesos y herramientas involucrados en la producción de piezas por mecanizado.

¿Pero es necesario que esas máquinas sean industriales? ¿Qué aporta una máquina industrial **de uso didáctico?**

Además de la experiencia real de trabajo a pie de máquina, una máquina industrial adaptada para trabajar con estudiantes está preparada para su uso por parte de usuarios inexpertos.

Cuentan con los mismos elementos que una máquina real:

- **Control numérico**: tanto si se trata de un control real implementado dentro de una máquina de corte didáctico, como puede ser el torno Eclipse, como si se trata de un control simulado mediante una aplicación software como en el caso de Apolo, el estudiante experimenta la realidad de tener que configurar todos y cada uno de los parámetros de máquina y mecanizado necesarios en el proceso de mecanizado.
- **Una máquina con los ejes y elementos de una meramente industrial**: elementos de amarre de la pieza, ejes, cambiadores de herramientas, porta-herramientas, herramientas etc.

Pero también viene con mucho material de apoyo a profesor y alumno.

En el caso de una máquina industrial, cada máquina tiene un solo control, no son intercambiables, pero ofrecen la ventaja de trabaja con el control real. Las máquinas didácticas de Alecop, Eclipse y Odisea, son máquinas con las mismas prestaciones de una máquina industrial pero con un tamaño más reducido lo que hace más fácil su manejo y su coste, tanto de máquina como del resto de herramientas y componentes:

Las características técnicas de seguridad y durabilidad de las máquinas está garantizada y avalada por todos los clientes de Alecop que las llevan utilizando durante muchos años de forma intensiva por estudiantes de todos los niveles educativos desde la formación profesional hasta la universidad pasando por formación continua.

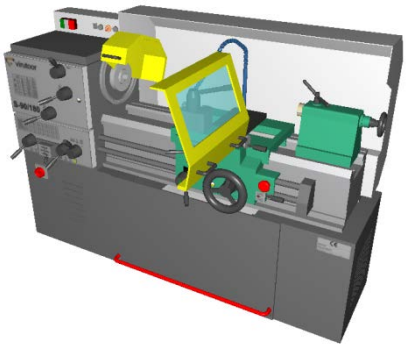
En el caso de máquinas didácticas controladas por PC con simuladores multi-control, el estudiante puede experimentar con diferentes controles en la misma máquina, pudiendo adquirir el conocimiento del manejo básico y el aspecto general de utilización de los mismos.

Con el objetivo de hacer la experiencia de utilización de una máquina controlada por PC lo más cercana a la realidad, las nuevas máquinas **Hermes** y **Atenea**, integran el PC y el programa de control en la propia máquina.

La pantalla táctil y la simulación del interfaz interactivo de cada control logran una sensación de trabajar con el control real contando además con el beneficio de trabajar en un software diseñado para su integración en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Las máquinas de Alecop pueden trabajar en red como si de una impresora se tratara recibiendo programas desde otros ordenadores que utilicen el software de programación de control numérico Winunisoft que enseña al alumno los diferentes códigos de las principales marcas de controles (Fagor, Fanuc y Siemens).

Para completar la experiencia formativa y la propuesta de aula Alecop cuenta con las máquinas virtuales VIRTOOL que permiten al alumno conocer y dominar el manejo de máquinas tanto convencionales como de control numérico mediante la resolución de una librería de casos de estudio muy completa (seguridad en el trabajo, establecimiento de parámetros máquina, reglaje de herramientas, reconocimiento de los diferentes elementos de la máquina, tipos de mecanizado, interpretación de planos, etc.). Gracias a la utilización previa de las máquinas virtuales el alumno es capaz de optimizar el tiempo que más tarde pasará a pié de máquina porque ya contará con el conocimiento básico de manejo de una máquina.



- ***La combinación de máquina industrial didáctica con un software de simulación y un courseware de apoyo avanzado ofrece a los centros formativos una propuesta de aula/taller de alto nivel a un coste menor pero con una mayor calidad formativa.***

Herramientas Ferpa S.L.

Avda. Benito Galcerán, 30 – Bajo
27850 Viveiro (Lugo)
Tel.: 982 56 26 55 / Fax: 982 55 13 21
e-mail: info@herramientasferpa.es
ferpaviveiro@gmail.com
Web: www.herramientasferpa.es

AENOR ER Empresa Registrada ER-1862/2004

IQNet ISO 9001:2008

MATERIAL DE SOLDADURA — OERLIKON

ABRASIVOS — PFERD

PLACAS, HERRAMIENTAS TORNEADOS & FRESADO — WIDIA

FRESAS — KENDU

BROCAS — LATZ

MACHOS Y TERRAJAS — FERG

BASES MAGNETICAS — NOGA SIMPLY SOPHISTICATED

AVELLANADORES — KOPAL

ALARGADERA TALADRINA — LOC-LINE THE ORIGINAL MODULAR HOSE SYSTEM

CONOS&UTILES PORTAFRESAS MEXIN — CANELA

DESTORNILLADORES — Wera

RUEDAS — ALEX

ENCHUFES RAPIDOS, PISTOLAS SOPLAR — IMOPAC, prevost

ESCALERAS — svelt

EXTRACTORES DE HUMOS & PROTECCION — KEMPER

EXTRATORES — FORZA

FLEJES & FLEJADORAS — vasport

FLEXOMETROS — FISCO

GAFAS DE SEGURIDAD — PEGASO SAFETY

GUANTES — JUBA Guantes y ropa de protección

HERRAMIENTA GENERAL — ASLAK machines & tools

HERRAMIENTA NEUMATICA — AIXIA HERRAMIENTA NEUMATICA

LLAVES GANCHO ARTICULADO & MARRES RAPIDOS — AMF

MATERIAL DE SOLDADURA — TECNOMEC INVERTERS

MATERIAL ELEVACION — JAGUAR

METROLOGIA — INSIZE

MOBILIARIO INDUSTRIAL & CAJAS HERRAMIENTA — HECO

NIVELES — SOLA

ROSCADORA, GARRAS & PLATOS TORNO — GAMOR

PLATOS TORNO — Mk, GRUPO TDG

PORTABROCAS — LLAMBRICH

TALADROS BASE MAGNETICA & FRESAS — ALFRA

TALADROS DE COLUMNA — ERLO

Ponencia

«Mantenimiento de una gran instalación industrial»

por ***José Antonio Velo Fernández***

Responsable del mantenimiento mecánico y la obra civil de la U.P.T. As Pontes de Endesa/Enel

Contenido:

Presentación de una gran instalación industrial de generación de electricidad y estrategias de mantenimiento

Ponencia

«Fabricación de equipos en la industria del aluminio»

por ***Alejandro Rellán y David Riera***

Promoción y Gestión Corporativa de Rodabell y Responsable Técnico de Rodabell

Contenido:

Consta de dos partes: una comercial y otra técnica.

Comenzará con una presentación de la empresa, su historia y continuo desarrollo hasta llegar a la especialización en diseño y fabricación de equipos de transporte, tratamiento y colada de aluminio para distintas aplicaciones. Introduciremos todos los diferentes productos que se obtienen del aluminio y su proceso de fabricación.

Seguirá con varios casos prácticos donde se verán todos los pasos de implantación desde el diseño y simulación hasta la fabricación e implantación.

Ponencia

«Cómo medir sin contacto. Introducción al digitalizado óptico y 3 D»

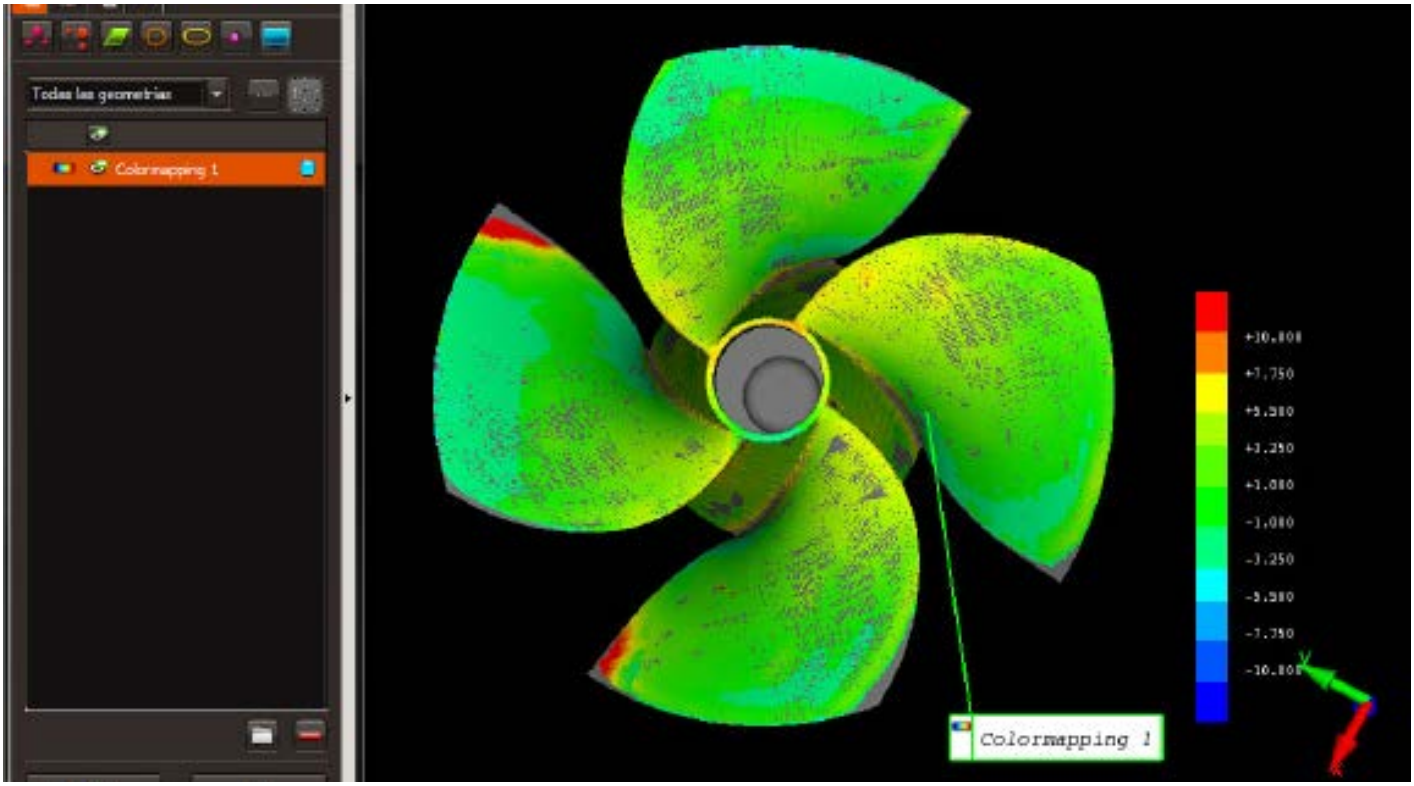
por ***Mikel Cortabitarte de Ariño***

Responsable nacional e internacional de producto, marketing y comunicación del Grupo Innovalia Metrology

Contenido:

Introducción a la medición si contacto pudiendo conocer la tecnología de escaneo 3D mediante sensores ópticos y las técnicas de digitalizado. Con este tutorial, se obtendrán los conocimientos imprescindibles para iniciarse en el área de las nuevas tecnologías de control de calidad y gestión metrológica avanzada.

Constará de una parte teórica y otra práctica con la M3 Portable.



Ponencia

«Automatización eficiente»

por ***Iker Saenz***

International Training División de SMC España S.A:

Contenido:

Optimizar los procesos, diseñar con los elementos adecuados para cada aplicación, controlar costes, en definitiva, mejorar la eficiencia. Este es el reto de las empresas en la actualidad.

Ahora bien, ¿cómo conseguirlo?

Vamos a conocer las 8 claves que le permitirán desarrollar una automatización eficiente

Ponencia

«Fronius AccuPocket, equipo de soldadura sin cables»

por ***José Antonio Domínguez***

Responsable Soporte Técnico Nacional de Fronius España S.L.U.

Contenido:

Presentación del AccuPocket. El primer sistema de soldadura del mundo que, con una batería recargable de ion-litio de alto rendimiento, ofrece a los usuarios plena libertad de movimiento gracias a no necesitar cables para su funcionamiento y a su bajo peso.

XUNTA DE GALICIA
CONSELLERÍA DE CULTURA, EDUCACIÓN E ORDENACIÓN UNIVERSITARIA

DEPUTACIÓN PROVINCIAL DE LUGO

CFR LUGO

Excmo. Concello de Viveiro

FP FORMACIÓN PROFESIONAL

ENFAMEC
ENSINANTES DE FABRICACIÓN MECÁNICA
ASOCIACIÓN

Fabricación mecánica

IMS IES MARÍA SARMIENTO

COLABORAN

alecop

cobos pavon

Herramientas Ferpa S.L.

AIR LIQUIDE
Creative Oxygen

Fronius
POWERING YOUR FUTURE

innovalia METROLOGY

IMS
IES MARÍA SARMIENTO

Calle de la Misericordia

Teléfono 982 56 04 49

27850 Viveiro. Lugo