AIMEN
INNOVACION Y TECNOLOGIA

Sensorización de los procesos de soldeo. Aplicaciones industriales

AIMEN
INNOVACION Y TECNOLOGIA

PROGRAMA

1. Presentación de AIMEN
2. Introducción a las Tecnologías de Unión
3. Células de soldeo robotizadas
4. Sistemas de seguimiento de junta
5. Sistemas de control de calidad
6. Conclusiones



AIMEN
INNOVACION Y TECNOLOGIA

Presentación de AIMEN

Presentación AIMEN

¿Quiénes Somos?

La Asociación de Investigación Metalúrgica del Noroeste (AIMEN), se constituyó en Vigo en 1967, y fue promovida por un grupo de empresarios gallegos, con el fin de prestar servicios de I+D+I a la industria.

- Principal centro de innovación y tecnología en el área de materiales y tecnologías de unión
- Asociación de empresas privada y sin ánimo de lucro
- Formada por 68 asociados y más de 300 clientes



Localización

- Relva 27 A Torneiros
- 36410 Porriño (Pontevedra)
- Tlf 986 344 000
- Fax 986 337 302
- WEB: www.aimen.es
- Mail: aimen@aimen.es



Actividad

Misión

- **Mejorar el nivel tecnológico de las empresas**
- Vigilar la evolución tecnológica de los mercados
- Captar y desarrollar tecnologías emergentes
- Propiciar la innovación tecnológica de las empresas



Líneas de actuación

•Atender necesidades tecnológicas de las empresas

•Investigar y desarrollar los materiales y sus tecnologías de unión

•Prestar servicios tecnológicos

•Transferir resultados de investigación

•Fomentar y desarrollar investigación cooperativa entre empresas

•Formar y perfeccionar personal técnico, investigadores y operadores

Principales Mercados

Sectores objetivo

Principales sectores cliente

Dada la especialización tecnológica de Aimen, sus servicios y desarrollos van dirigidos a múltiples aplicaciones de la mayoría de los sectores industriales.

- Sector Automoción
- Sector Aeronáutico
- Sector Energía
- Sector Naval
- Sector de bienes de equipo
- Sector químico y petroquímico
- Sector Construcción
- Sector Alimentario









Acreditaciones

Garantía de un servicio excelente

Centro de Innovación y Tecnología por el MCYT

Registro OTRI por el MCYT

Acreditación ENAC en Ensayos y Análisis

Acreditación ENAC en Calibración

Acreditación del Ministerio de Medio Ambiente

Acreditación del IGVS

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

ENAC
CALIBRACIÓN - ENSAYOS

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE

XUNTA DE GALICIA
CONSELLERÍA DE POLÍTICA TERRITORIAL, OBRAS PÚBLICAS E VIVENDA

INSTITUTO GALEGO DA VIVENDA E SOLO

AIMEN
INNOVACIÓN Y TECNOLOGÍA

Oferta Tecnológica

I+D+I

- Desarrollo de programas propios de investigación
- Desarrollo proyectos de innovación tecnológica con empresas
- Cooperaciones con centros Tecnológicos y Grupos de Investigación
- Apoyo a la Industria y Administración



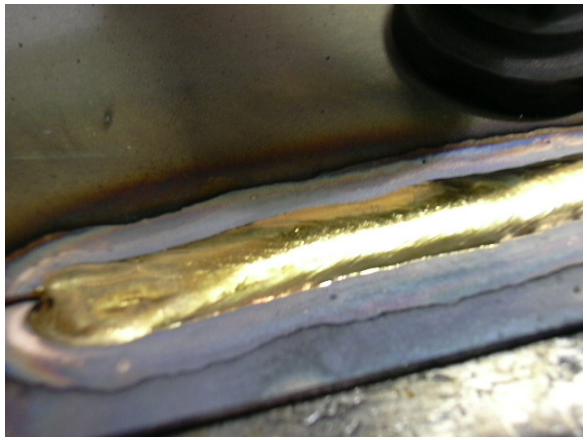
Investigación+Desarrollo+ Innovación

Apoyo a la industria desarrollando nuevos productos y procesos que le ayuden a ser más competitiva.

Nuevos procesos: Láser autógeno e híbrido, Láser Brazing, FSW, Weldbonding, ...Desarrollo de equipos.

Nuevos materiales: Aceros de alto límite elástico, Aceros criogénicos, Aleaciones de Aluminio, Materiales compuestos,…





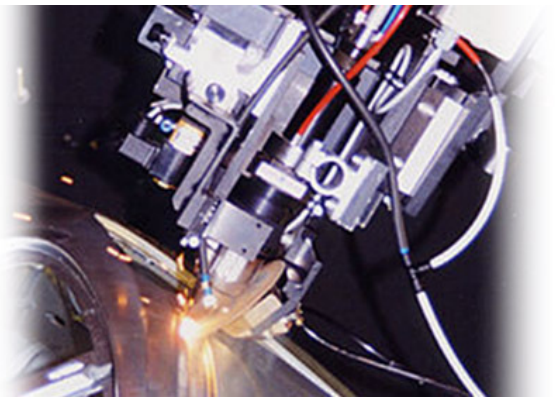
Oficina Transferencia Resultados Investigación

- Gestión de actividades de I+D+I
- Vigilancia tecnológica
- Transferencia del conocimiento
- Auditorias tecnológicas



Planta de Tecnologías de Unión

- Investigación y desarrollo
- Consultoría tecnológica
- Publicaciones de carácter técnico
- Transferencia tecnológica

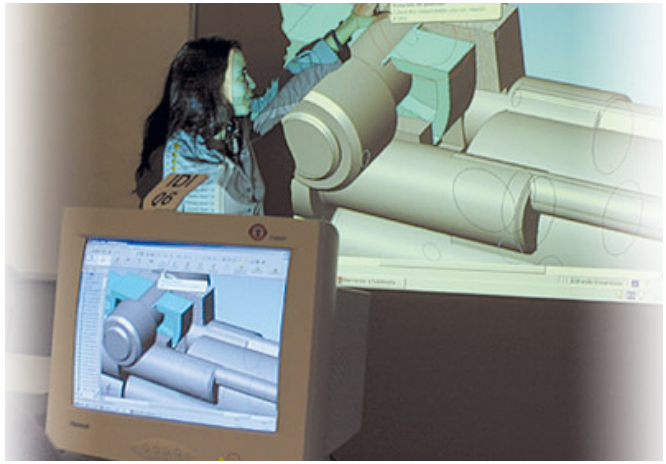


Inspección y ensayos no destructivos

- Asesoría y consultoría técnica
- Inspección
- Ensayos no destructivos

Diseño industrial

- Cálculos
- Diseño y simulación
- Formación
- Migraciones 2D a 3D



Proyecto e Instalaciones Industriales

- Cálculos
- Ejecución proyectos
- Coordinación y control



Consultoría

- Calidad
- Medio ambiente
- Organización empresarial
- Gestión de mantenimiento
- Gestión ayudas

Laboratorio

- Análisis Químicos y Físicos
- Ensayos mecánicos
- Análisis métalográficos
- Calibración y metrología



Formación

- Gestión de calidad
- Gestión del Mantenimiento
- Organización industrial
- Medio ambiente
- Tecnologías de unión
- Ensayos no destructivos
- Inspectores de calidad
- Materiales



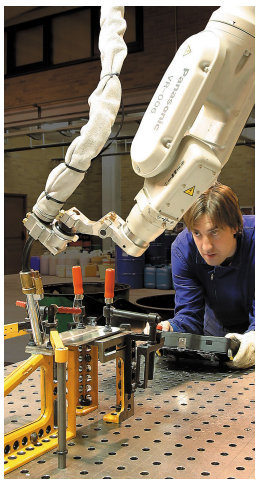


Formación

1. Contribuir a la formación de ingenieros, mandos intermedios y operadores para su mejor desempeño en la industria.
2. Realización de jornadas, conferencias y demostraciones técnicas para difundir novedades en las tecnologías de unión.
3. Actuación como punto de encuentro y foro de debate.





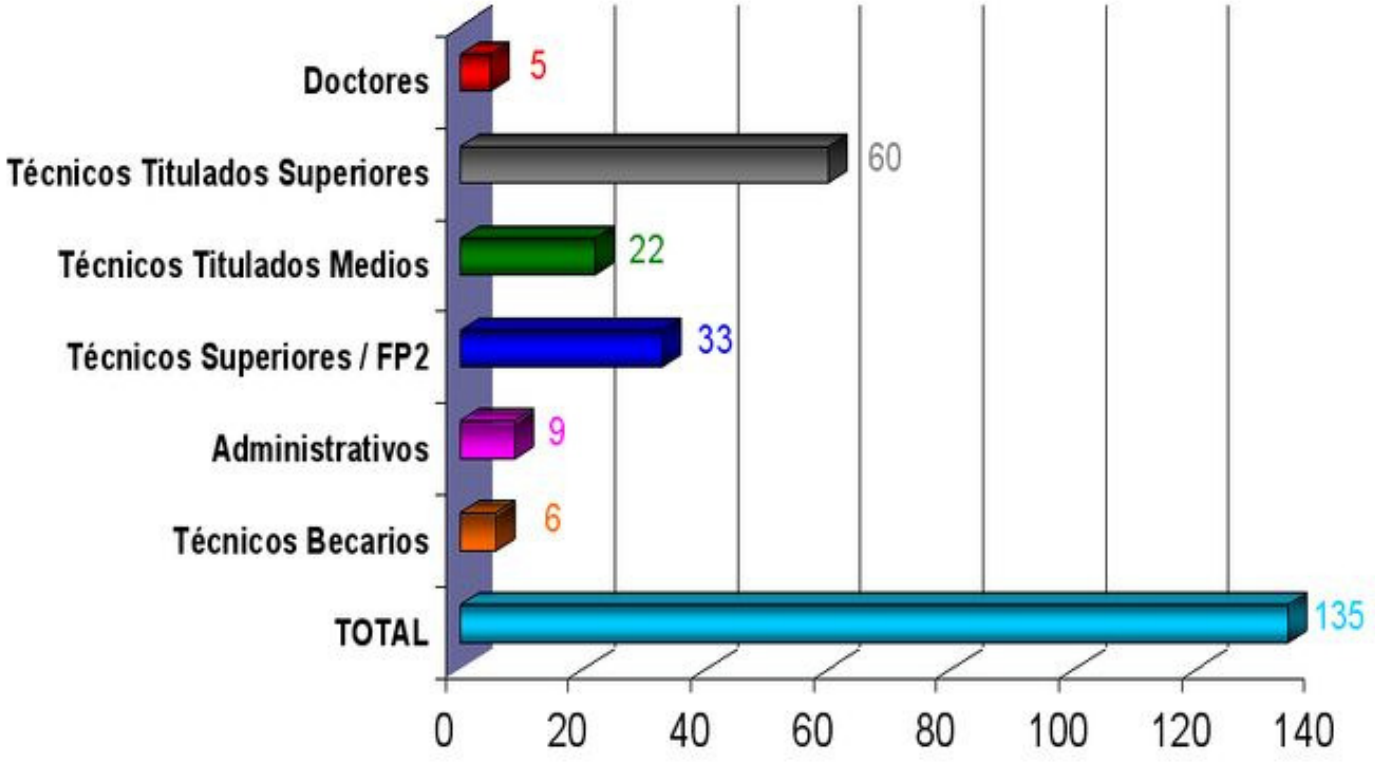


AIMEN
INNOVACION Y TECNOLOGIA

Recursos Humanos

Recursos Humanos

El elemento clave



- Plantilla adaptada a la realización de tareas de alto valor añadido.
- El principal recurso de un centro tecnológico es su plantilla.

Recursos Humanos

El elemento clave

La formación técnica del personal, así como su experiencia tanto en la industria como en centros de investigación, lo avala en la realización de los proyectos.

- Doctores en Ciencias Físicas, Ciencias Químicas y en Ingeniería
- Ingenieros Europeos de Soldadura
- Ingenieros Industriales
- Ingenieros de materiales
- Ingenieros Técnicos Industriales
- Licenciados en Ciencias Químicas
- Técnicos de FP

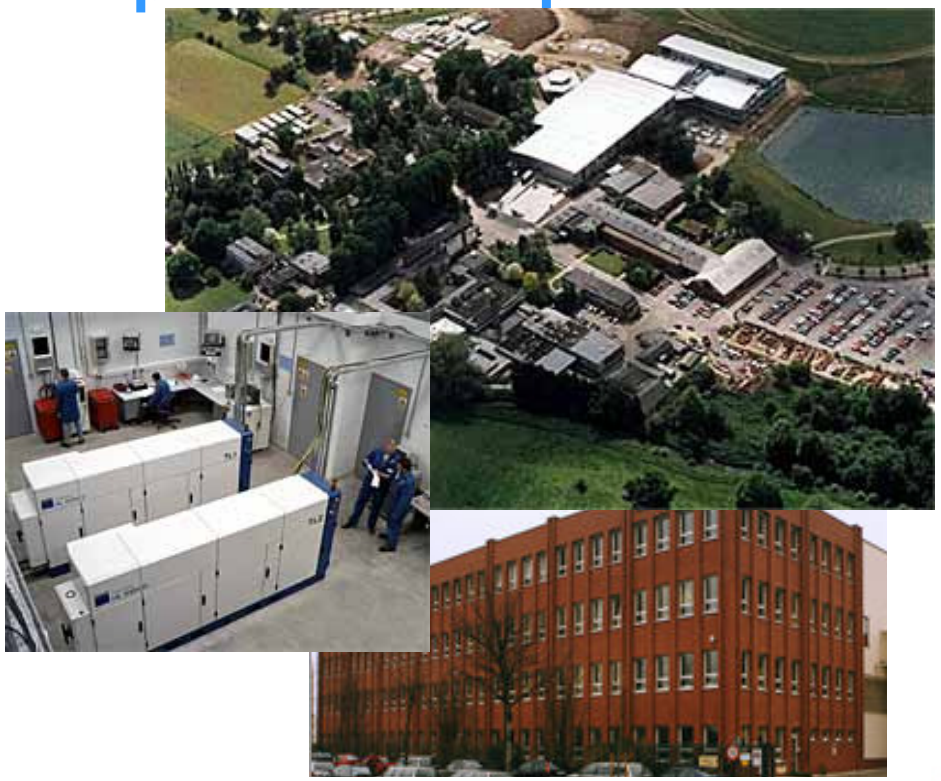


Recursos Humanos

El elemento clave

En el caso de AIMEN, se ha completado la formación de su personal en las más prestigiosas instituciones y empresas europeas en sus respectivos campos.

- The Welding Institute – Gran Bretaña
- ISQ – Portugal
- Rofin – Sinar Láser – Alemania
- Permanova – Suecia
- Panasonic – Alemania
- Fronius - Austria



Socios Tecnológicos

Socios tecnológicos

1. Colaboración con otros Centros Tecnológicos nacionales
2. Colaboración con otros Centros de Investigación europeos
3. Colaboración con Grupos de Investigación universitarios



Red de Colaboraciones

SOCIOS TECNOLÓGICOS

TWI

The Welding Institute es el mayor organismo europeo independiente en investigación y desarrollo en el campo de las tecnologías de unión.

AIMEN es miembro asociado del TWI.



ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE SOLDADURA Y TECNOLOGÍAS DE UNIÓN

CESOL

CESOL es la Asociación Española de Soldadura y Tecnologías de Unión.

AIMEN es miembro asociado del CESOL.

AIMEN
INNOVACION Y TECNOLOGIA

Red de Colaboraciones

COLABORADORES

CIS Galicia — TECNOLOXÍA E DESEÑO — CENTRO DE INNOVACIÓN E SERVICIOS

CESGA

ISQ — Instituto de soldadura e qualidade

I.C.G. — Instituto de Cerámica de Galicia

inasmet

CENTRE TECNOLOGIC DE MANRESA

CSIC

idite minho — Instituto de Desenvolvimento e Inovação Tecnológica do Minho

UCA Universidad de Cádiz

UNIVERSIDADE DA CORUÑA

AIMEN
INNOVACION Y TECNOLOGIA

Red de Colaboraciones

PROVEEDORES COLABORADORES

rofin

Fronius

Miller

laserline

ABB

LINCOLN ELECTRIC
THE WELDING EXPERTS™

Panasonic

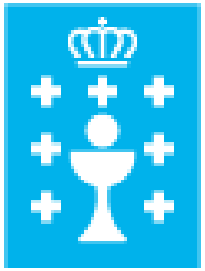
SSAB

UDDEHOLM

AIMEN
INNOVACION Y TECNOLOGIA

Planta de Tecnologías de Unión

INSTITUCIONES COLABORADORAS



XUNTA DE GALICIA
CONSELLERÍA DE INNOVACIÓN, INDUSTRIA E COMERCIO



MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
DIRECCIÓN GENERAL DE INVESTIGACIÓN



FONDO EUROPEO DE DESARROLLO REGIONAL

AIMEN
INNOVACIÓN Y TECNOLOGÍA

Oferta Tecnológica

Planta de Tecnologías de Unión

OFERTA TECNOLÓGICA

1. Observatorio Tecnológico

2. Investigación + Desarrollo + Innovación

3. Consultoría y Transferencia Tecnológica

4. Realización de Prototipos y Series Cortas

4. Formación

5. Publicaciones de Carácter Técnico

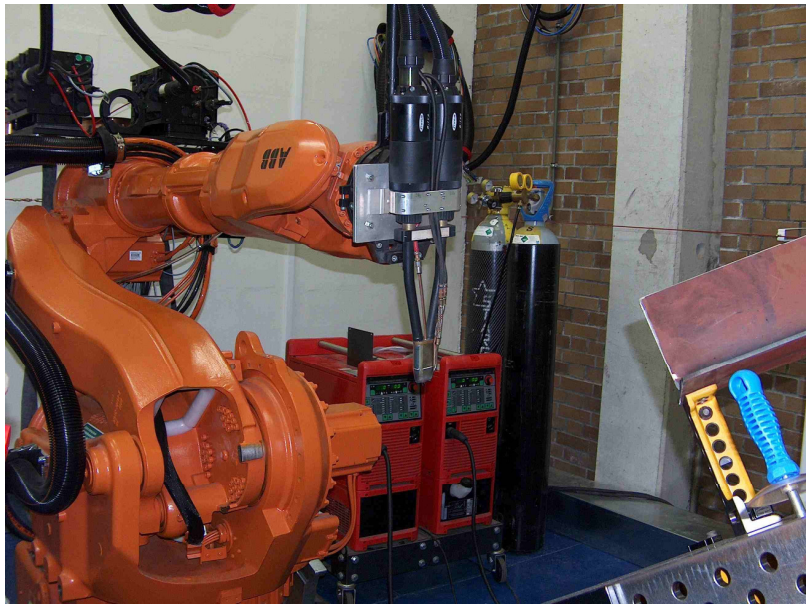
6. Apoyo a la Administración

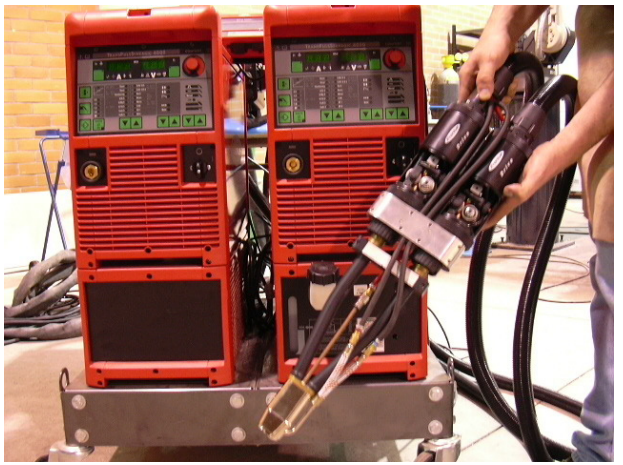


Equipamiento

Planta de Tecnologías de Unión

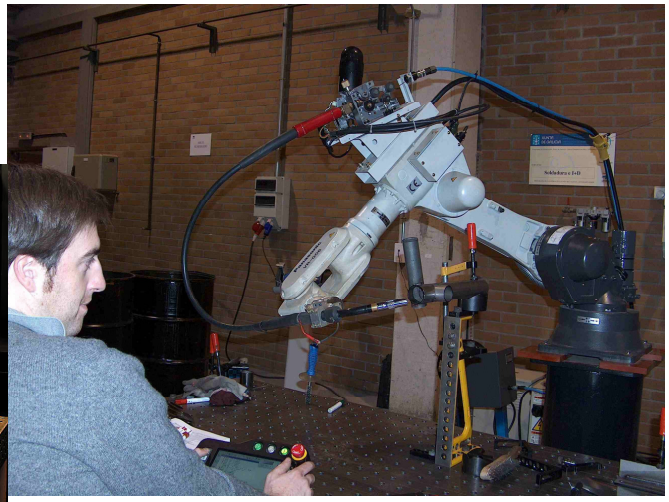
EQUIPAMIENTO





Células de soldeo robotizadas

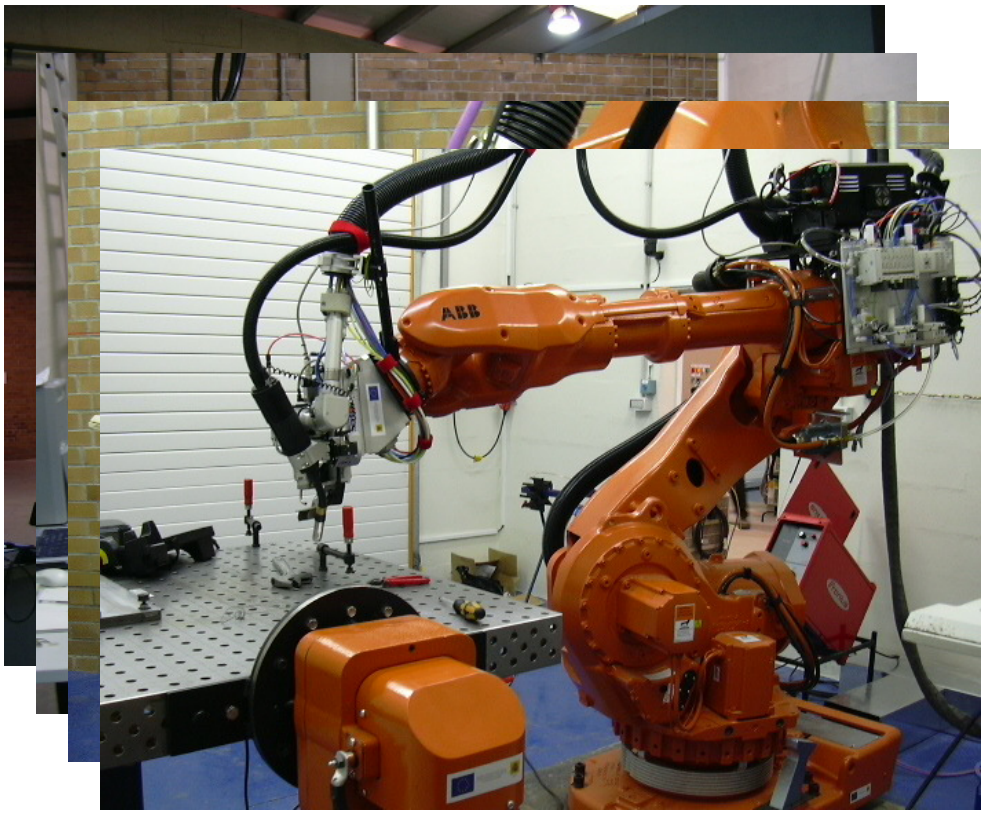




- Fuente Panasonic 200 AC2
- Robot Panasonic VR 006 GII
- Robot Motoman HP20
- Fuente Fronius CMT
- Equipos de seguimiento de junta y control

Célula de soldeo LÁSER de materiales metálicos

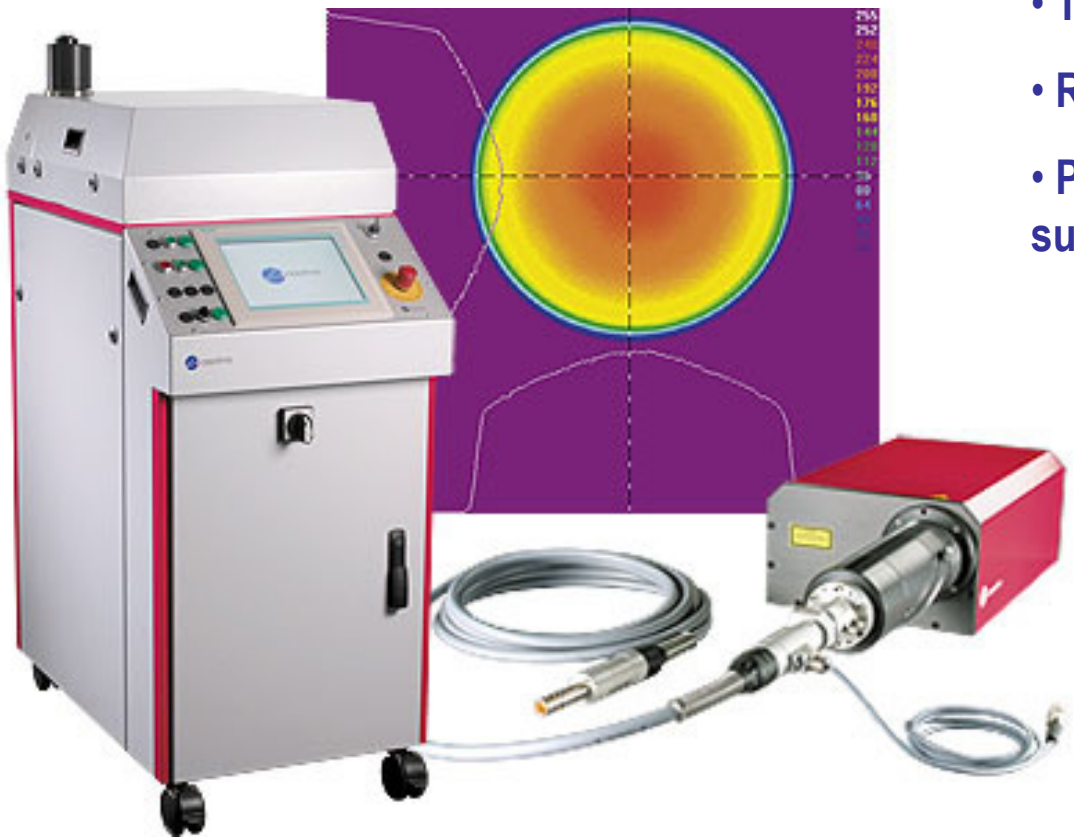
Formada por una fuente láser y dos celdas de soldeo, ocupa una superficie de más de 120m^2.



- Fuente de potencia láser ND:Yag Rofin DY 044 de 4.400W
- Cabezales de soldeo Permanova, Thyssen Krupp y Rofin: tecnología autógena, twin spot e híbrida: láser + MIG y láser + TIG
- Cabezal de corte Precitec
- Equipo de seguimiento de junta Permanova, sistema LWM de monitorización y control
- Robots ABB IRB 6600 175/2.8 de seis ejes
- Posicionador (7º eje) ABB IRBPL 250

Láser de Diodo Directo

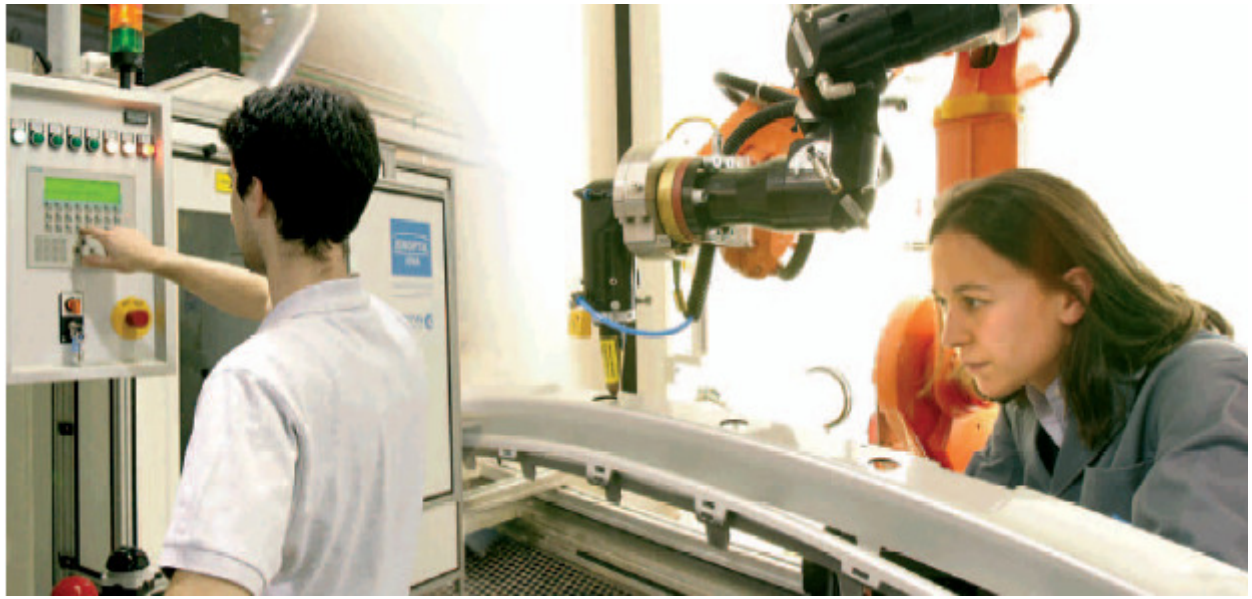
- Laserline LDL 160 – 3300



- Tratamientos superficiales
- Recargues
- Procesos de aleación superficial

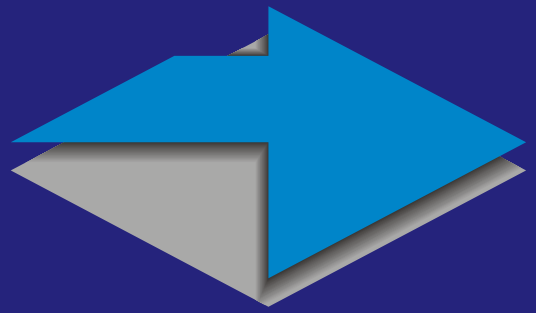
Célula de corte LÁSER de materiales no metálicos

- Jenoptik Votan C



Procesos de corte de:

- Plásticos
- Textiles
- Materiales compuestos
- Policarbonatos



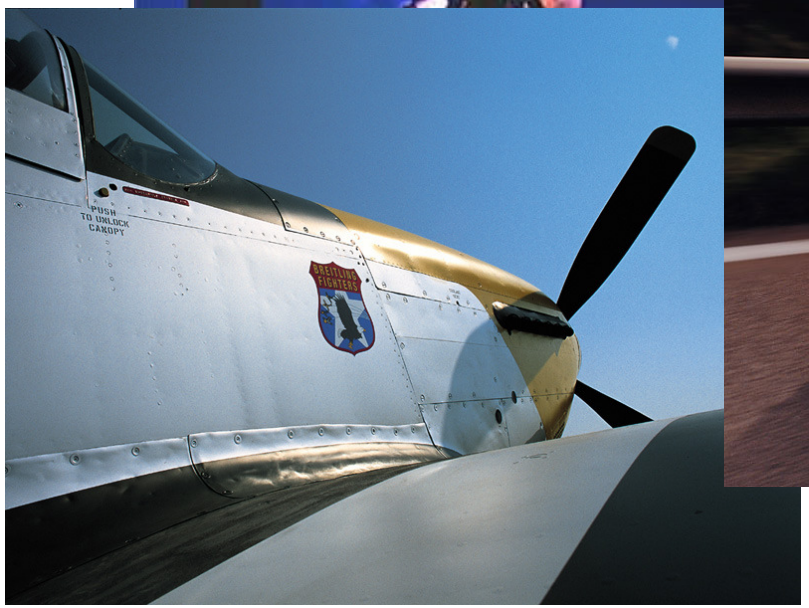
Introducción a las Tecnologías de Unión

Antecedentes

Antecedentes

- **Las tecnologías de unión son un factor clave en la industria**

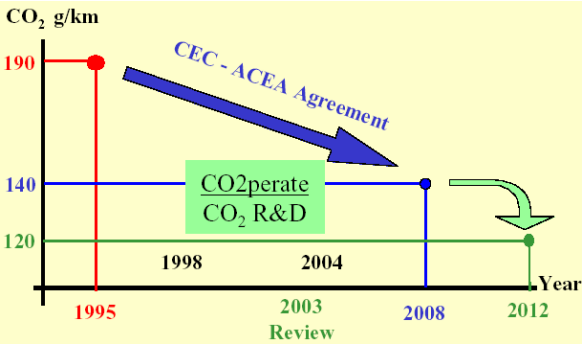






OBJETIVOS

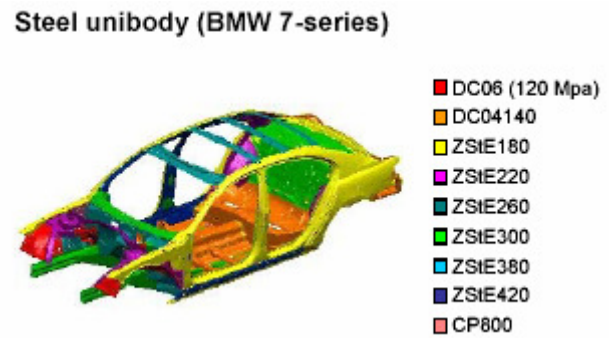
- Reducción del 15% de consumo
- Reducción drástica en la emisión de sustancias nocivas
- Incrementar la seguridad
- Reciclabilidad del 90% del vehículo



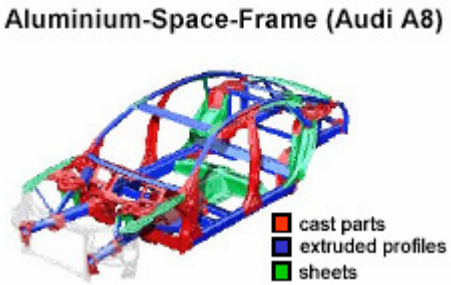
Nuevos materiales y tecnologías que permitirán reducir el peso sin comprometer la seguridad

NUEVOS MATERIALES

ACEROS DE ALTA RESISTENCIA



ALUMINIO



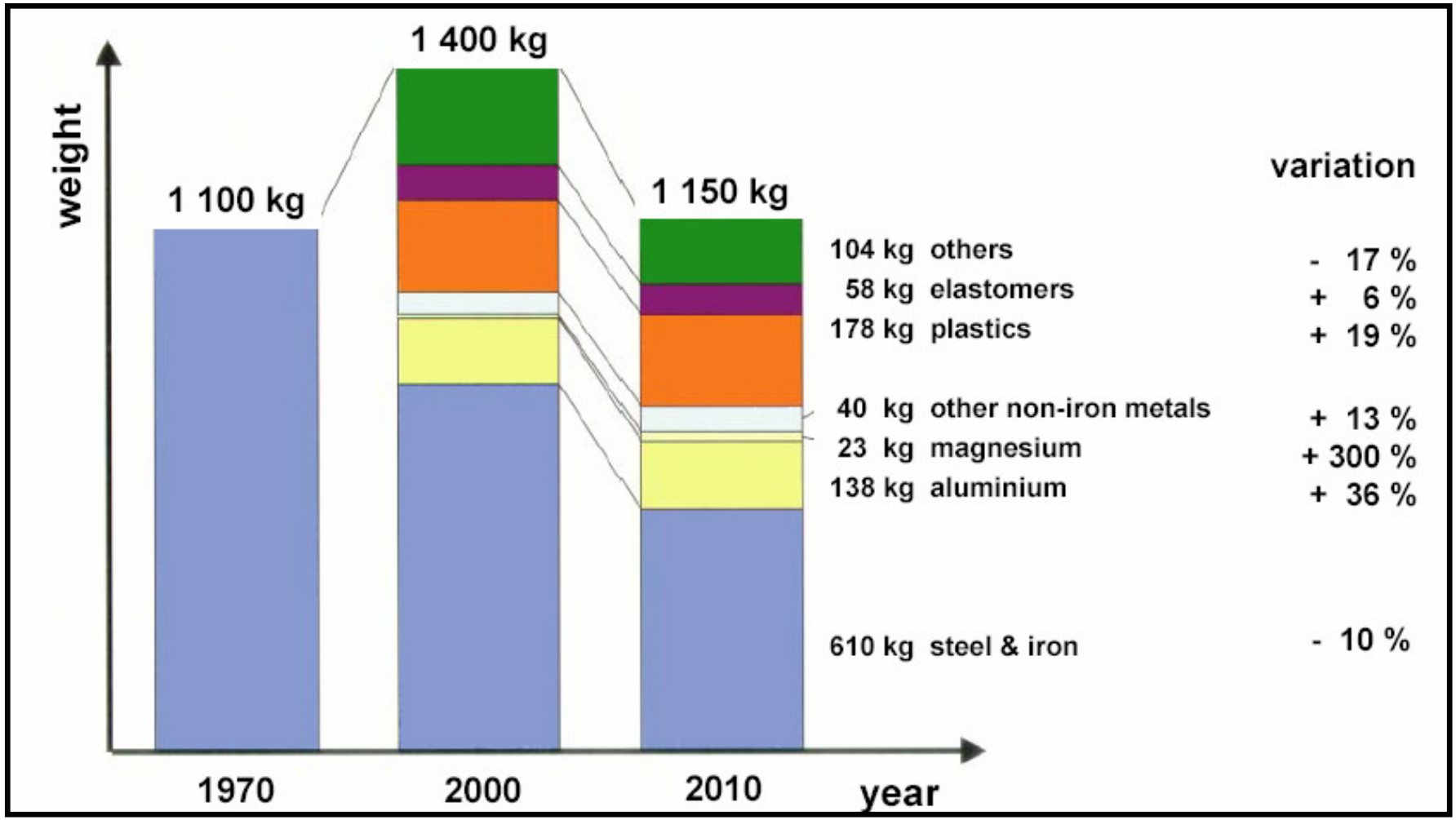
TAILORED BLANKS



NUEVOS PLÁSTICOS Y COMPOSITES

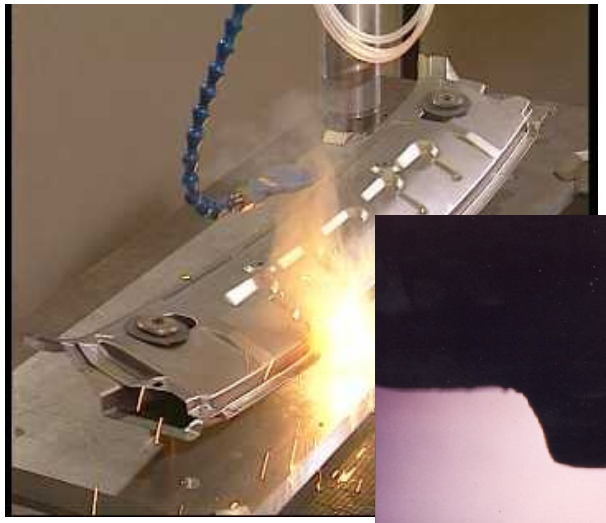


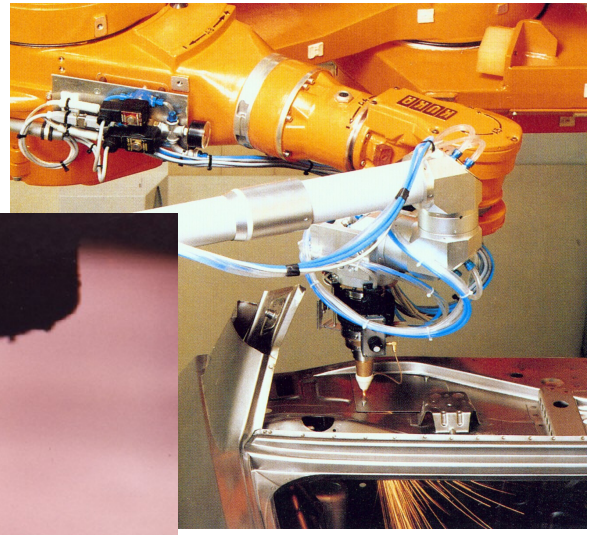
NUEVOS MATERIALES

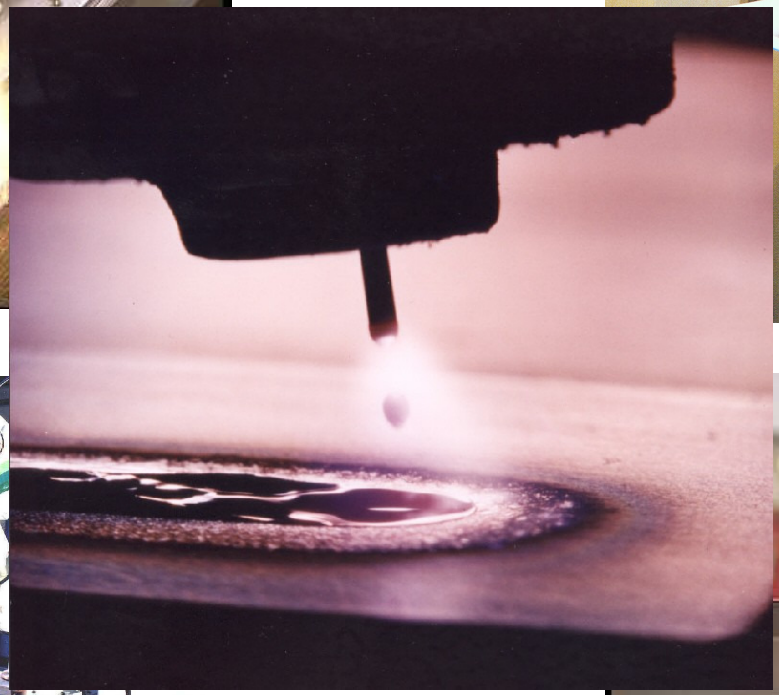


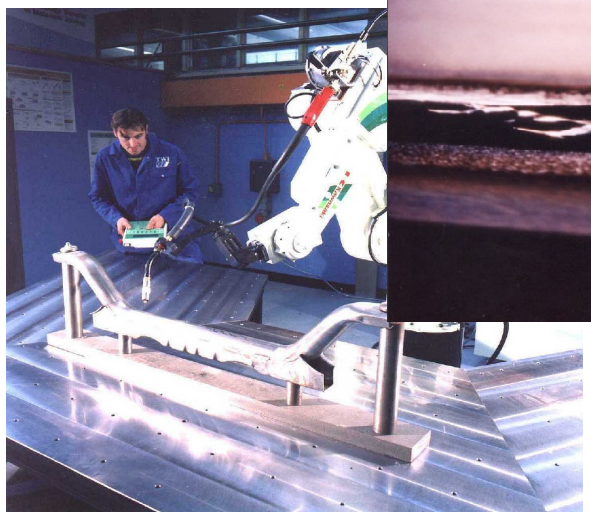
Fuente Volkswagen 2002

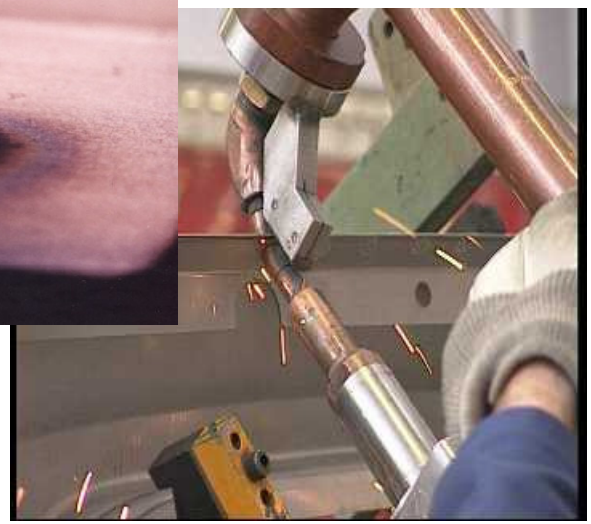
TECNOLOGIAS DE UNIÓN





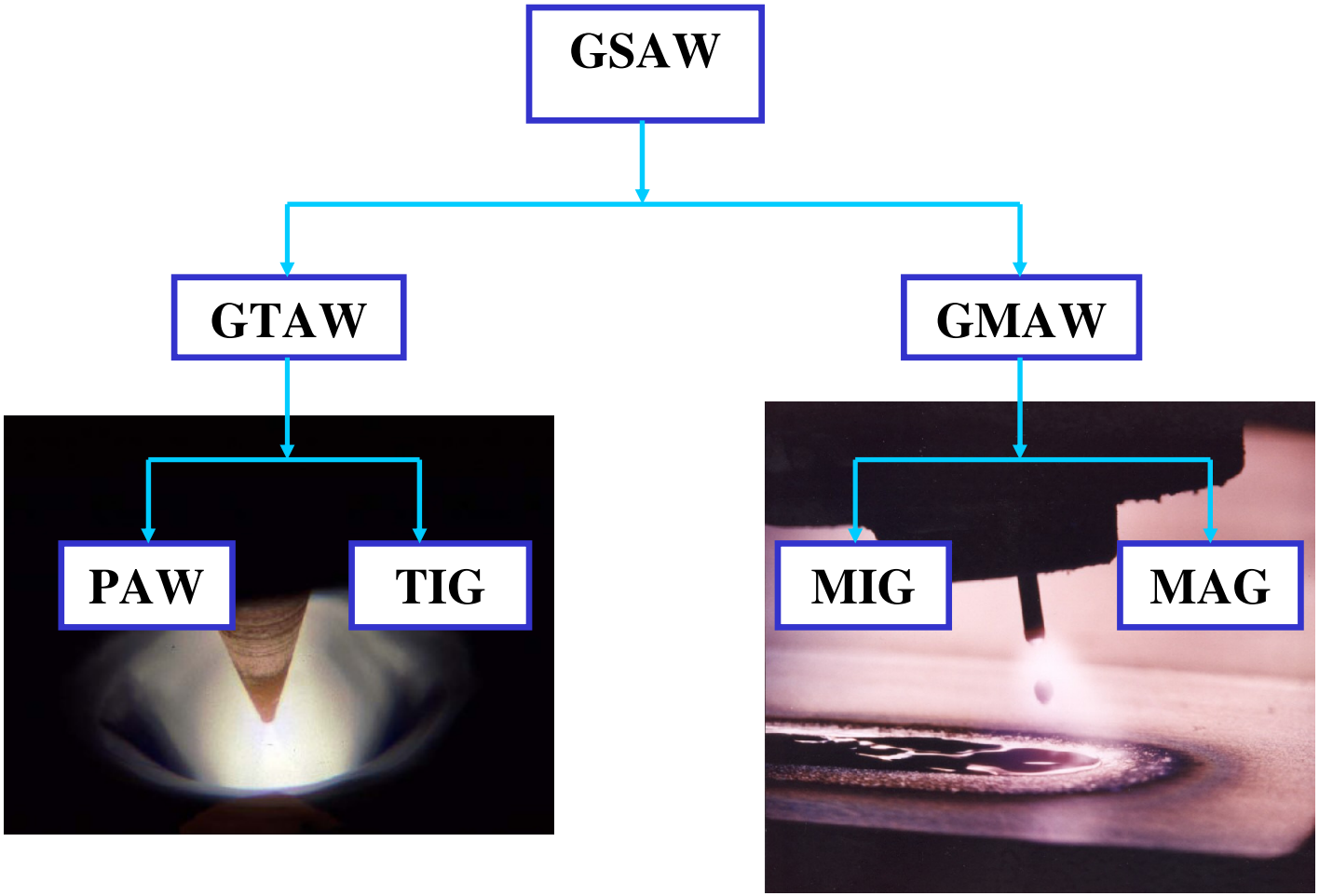




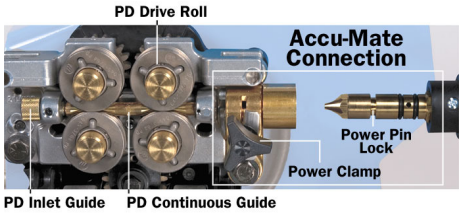


Soldeo MIG/MAG

MIG / MAG



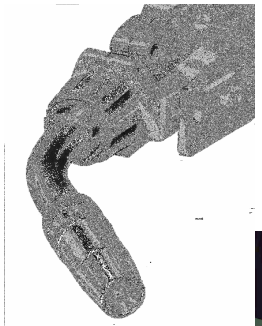
MIG / MAG



Alimentación de Hilo

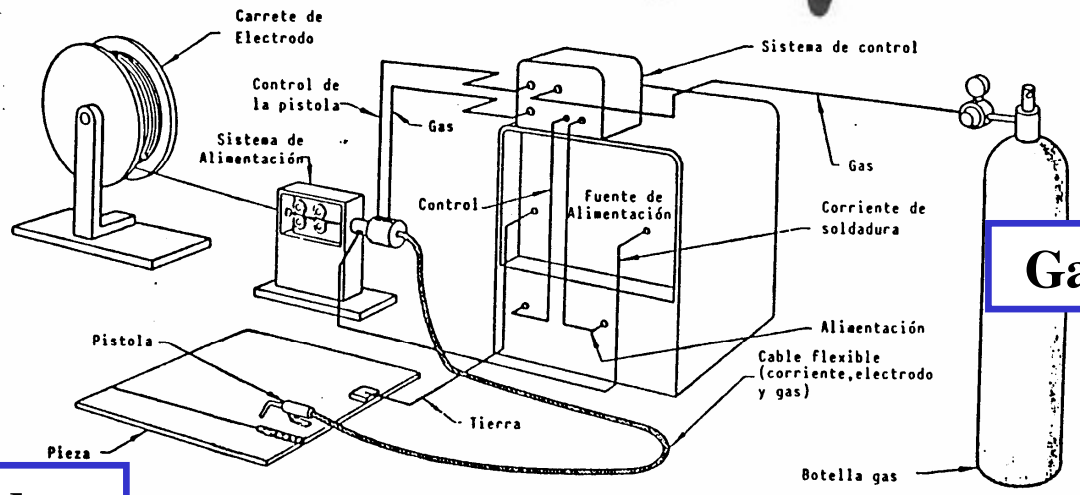


Fuente de Potencia





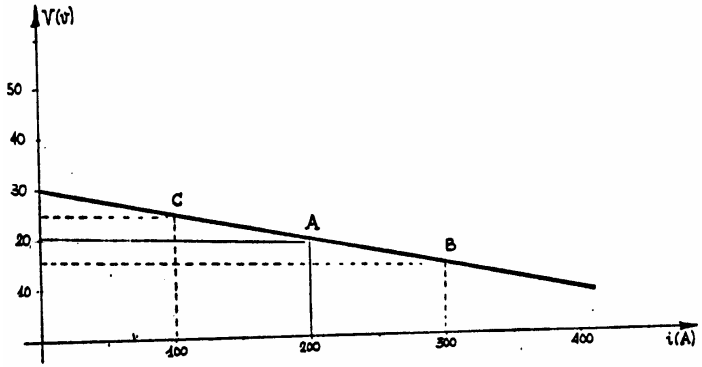
Pistola de Soldeo

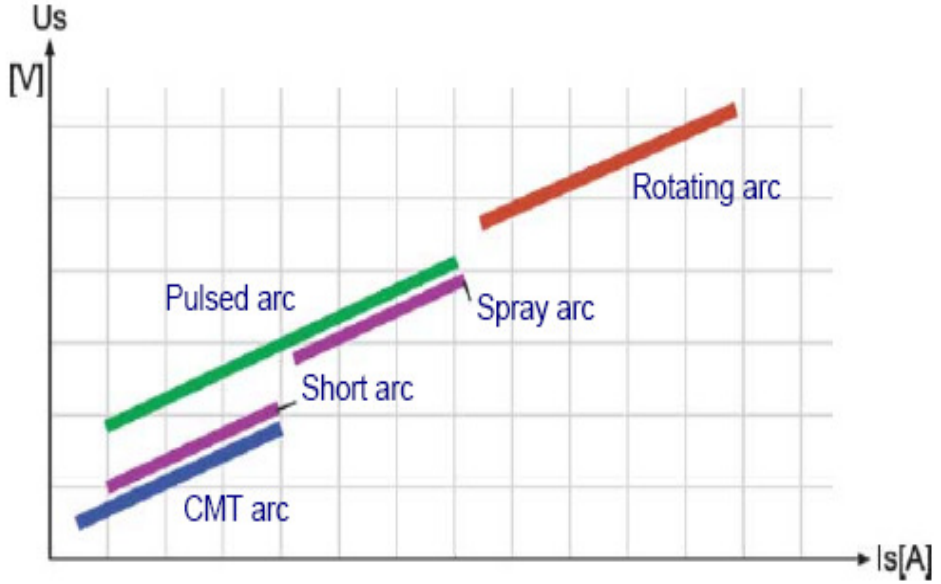


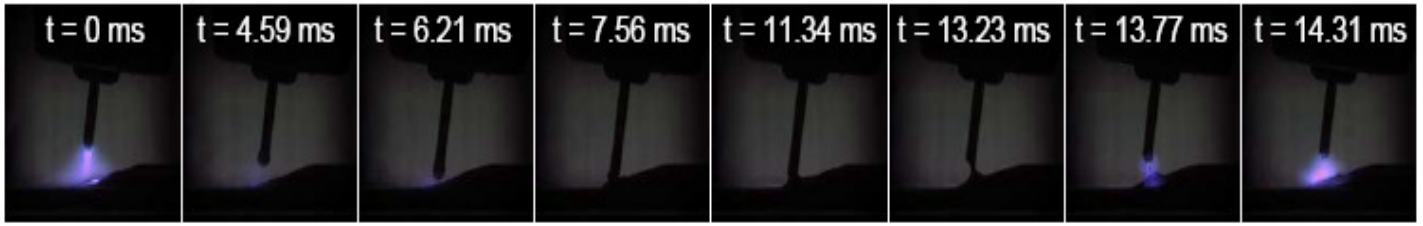


Gas de Protección

MIG / MAG

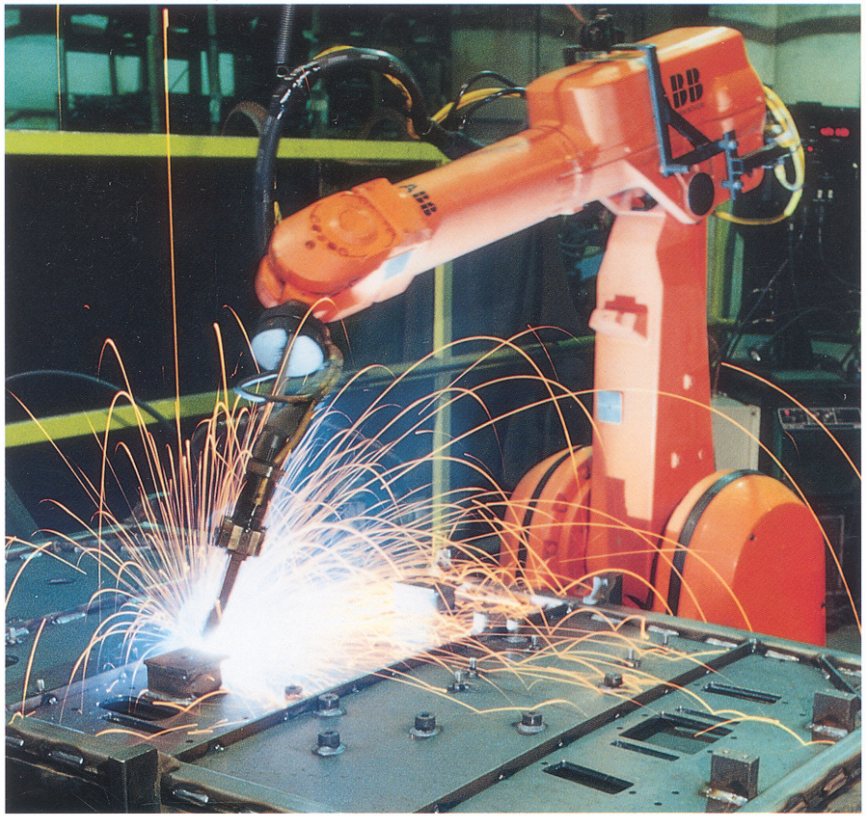

V(v)
50
40
30
20
10
C
A
B
100
200
300
400
i(A)


Us
[V]
Rotating arc
Pulsed arc
Spray arc
Short arc
CMT arc
Is[A]


t = 0 ms
t = 4.59 ms
t = 6.21 ms
t = 7.56 ms
t = 11.34 ms
t = 13.23 ms
t = 13.77 ms
t = 14.31 ms

MIG / MAG

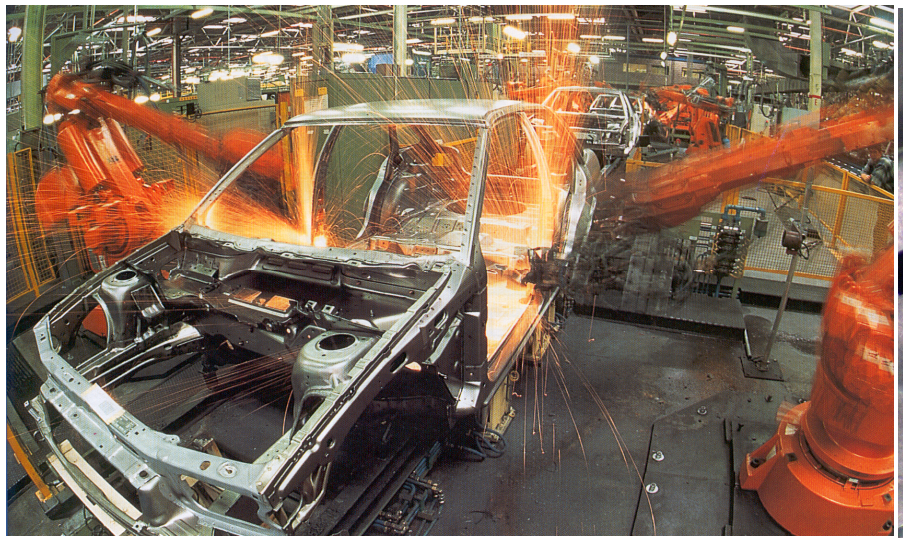




Soldeo por Resistencia Eléctrica

RSW

- Técnica de unión a solape de materiales metálicos más empleada en sector automoción (entre 2000-5000 puntos de soldadura en un vehículo).
- Gran simplicidad operacional, fácilmente automatizable, bajo coste.
- Permite soldar metales y aleaciones diversas.



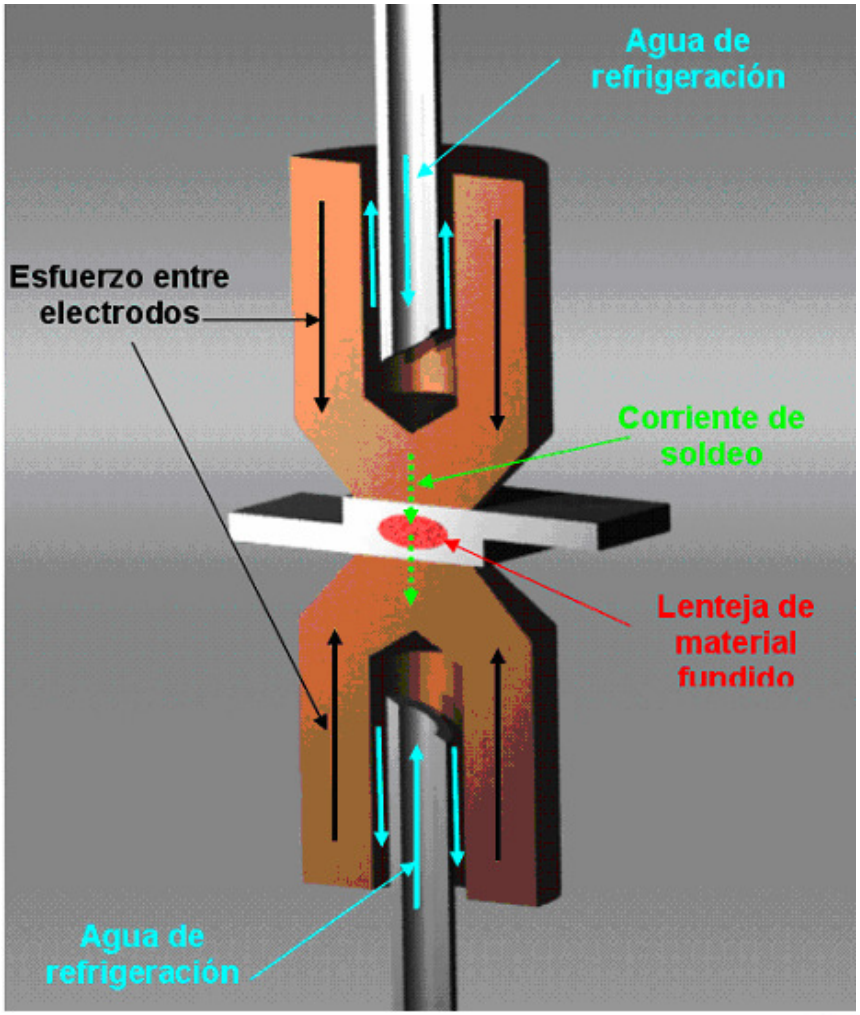


➢ Generación de calor por EFECTO JOULE

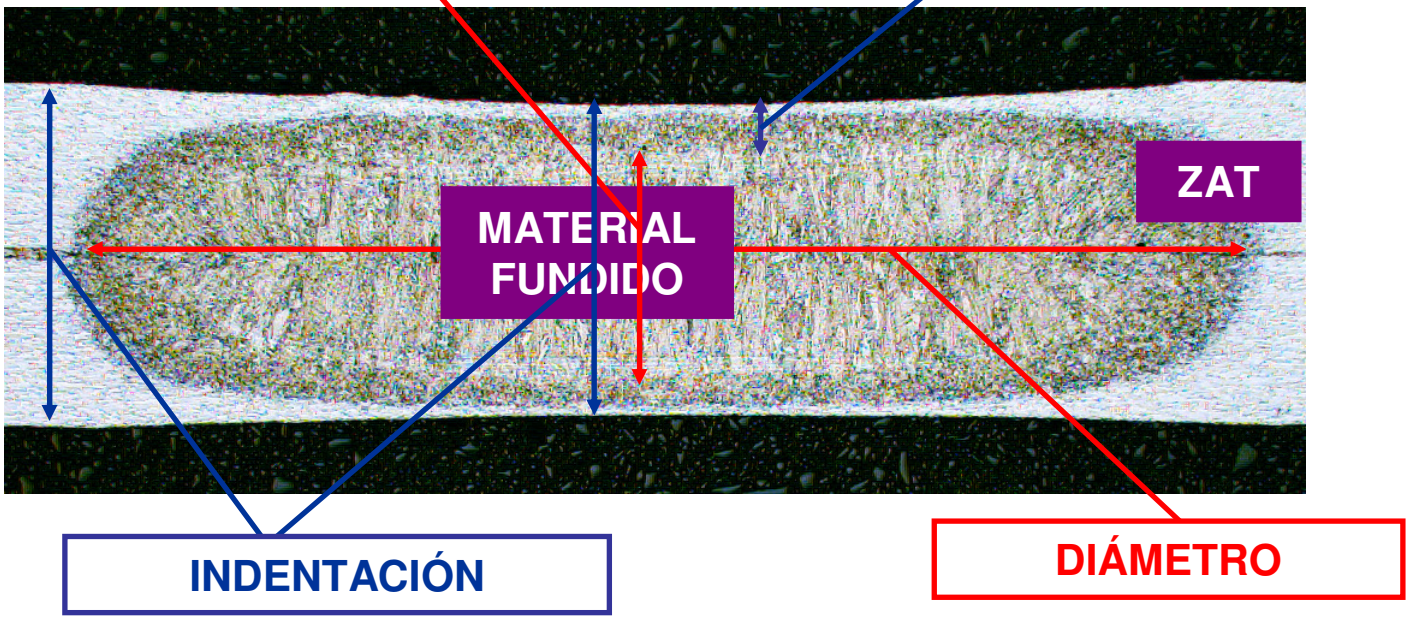
$$E = I^2 R t$$

➢ Resistencias al paso de corriente:

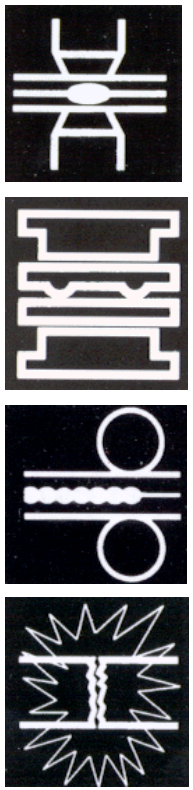
- De contacto entre piezas
- De contacto entre electrodo y pieza
- Del material



¿Qué es un punto de soldadura?



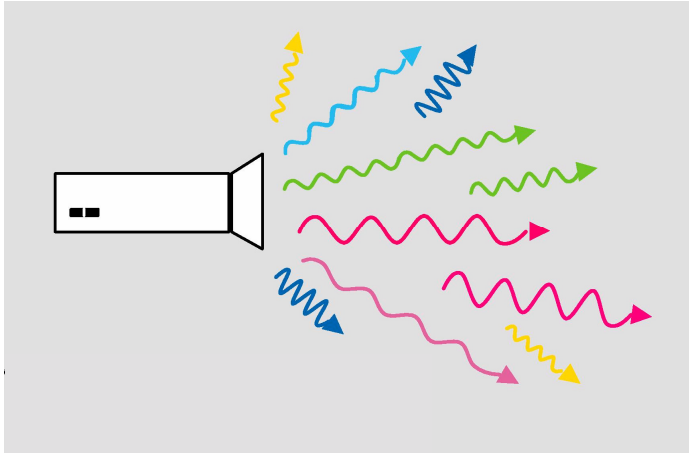
- SOLDADURA POR PUNTOS
- SOLDADURA POR PROTUBERANCIAS
- SOLDADURA POR ROLDANAS
- SOLDADURA A TOPE/CHISPA



Soldeo por LÁSER

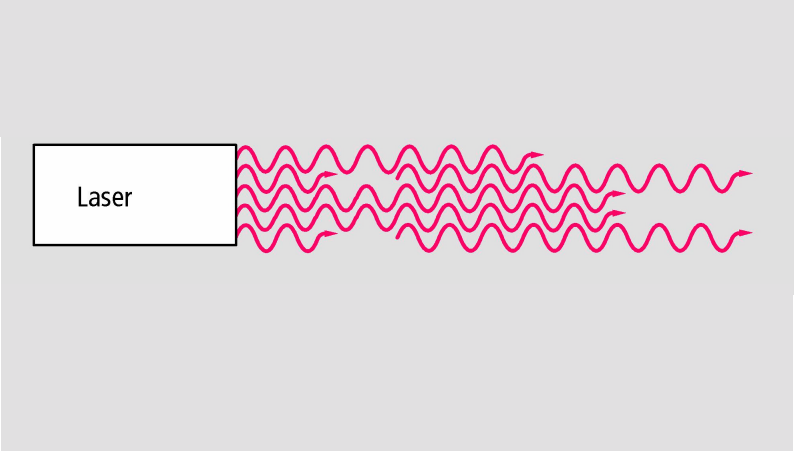
Fuentes de luz

Luz de una linterna



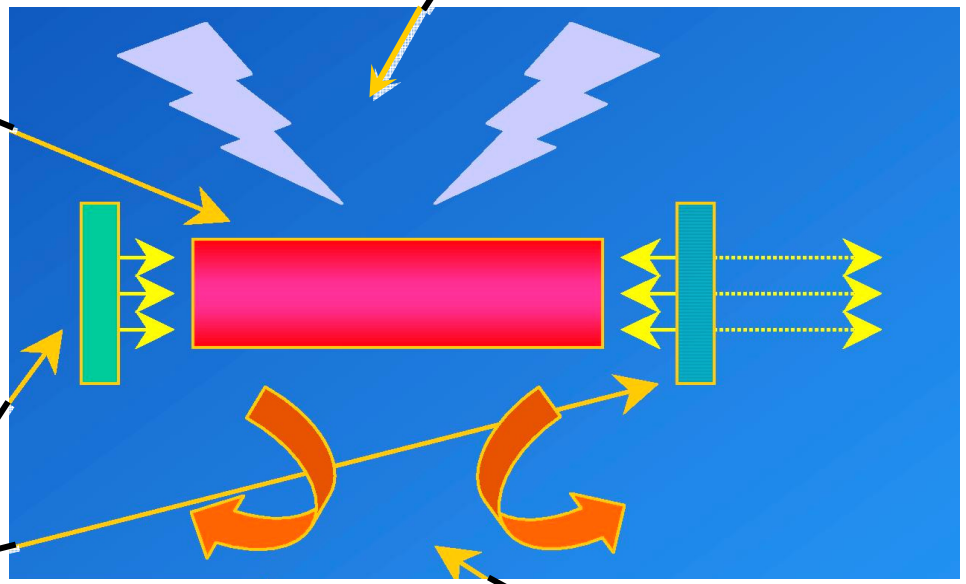
- Mezcla de diferentes longitudes de onda
- Radia en varias direcciones

Luz de un láser

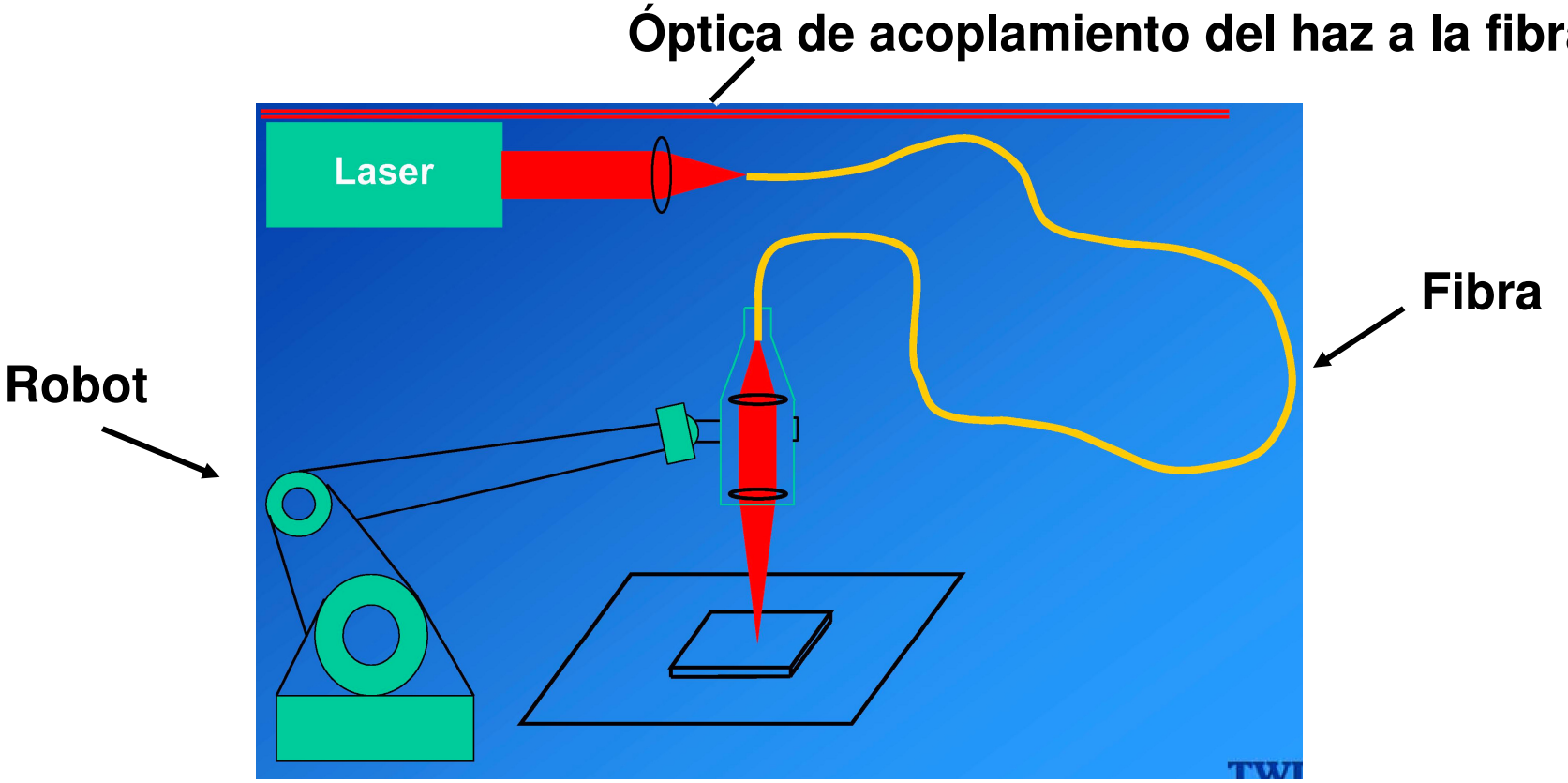


- Una sola longitud de onda
- Radia en una única dirección

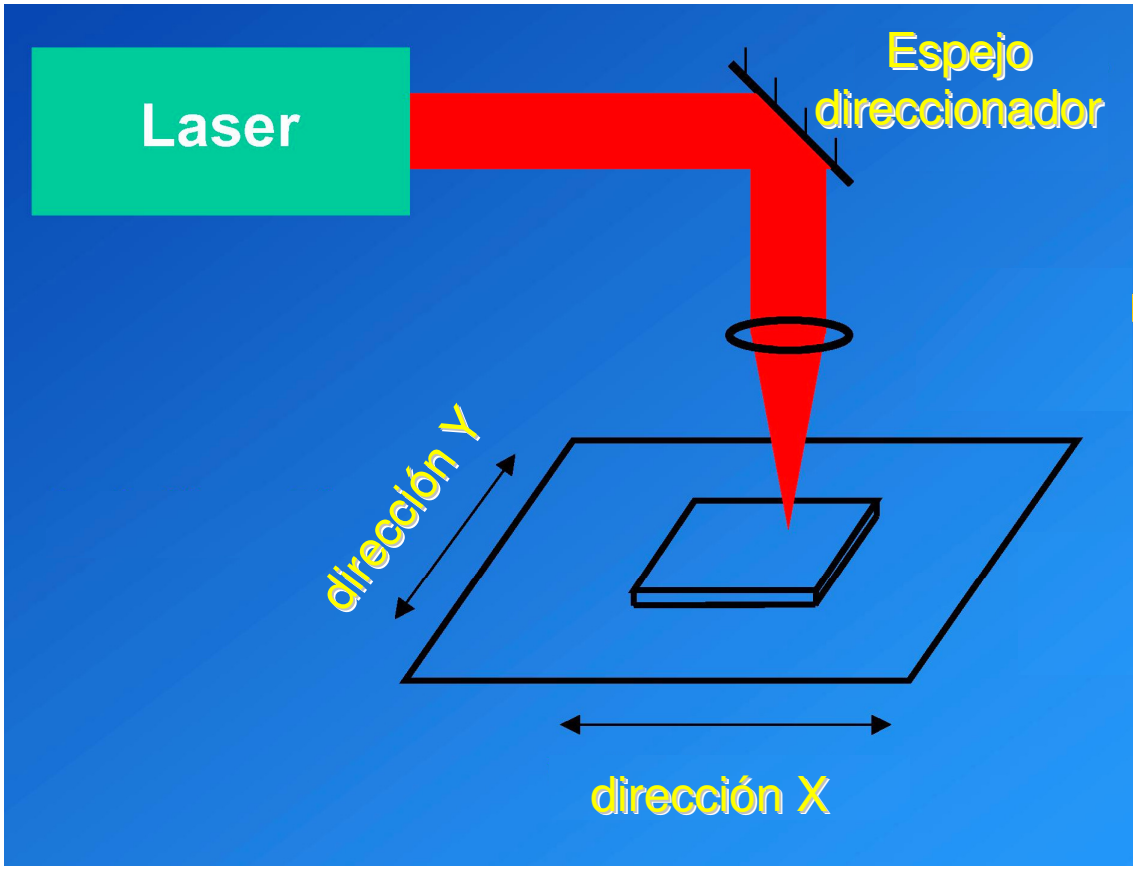
Componentes de un LÁSER



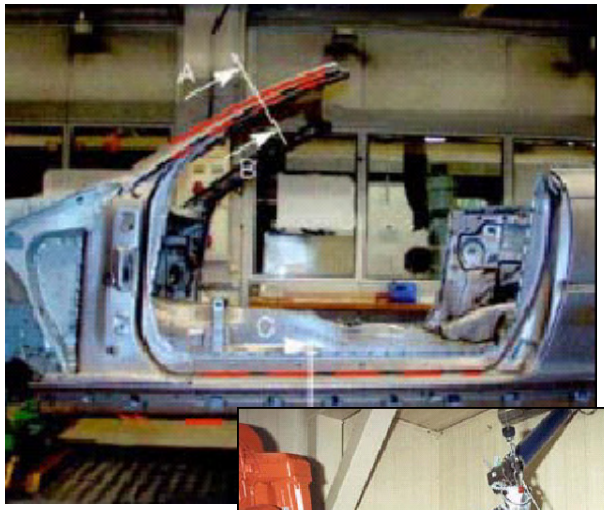
Propagación del haz a través de una fibra óptica (Nd:YAG)



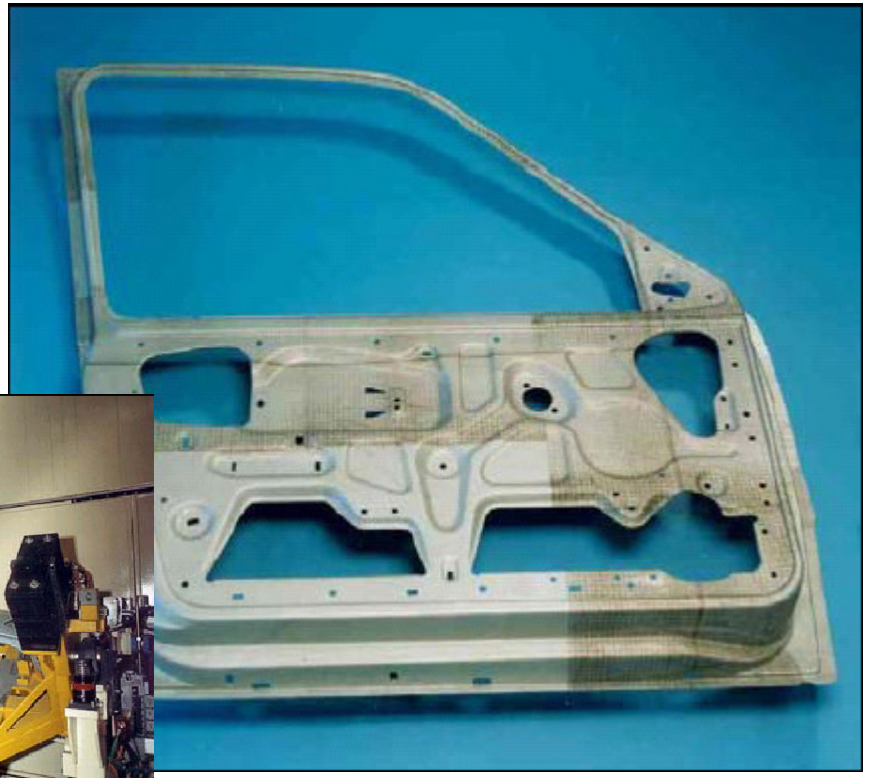
Propagación del haz de un láser por espejos (CO_2)



Ejemplos de aplicaciones

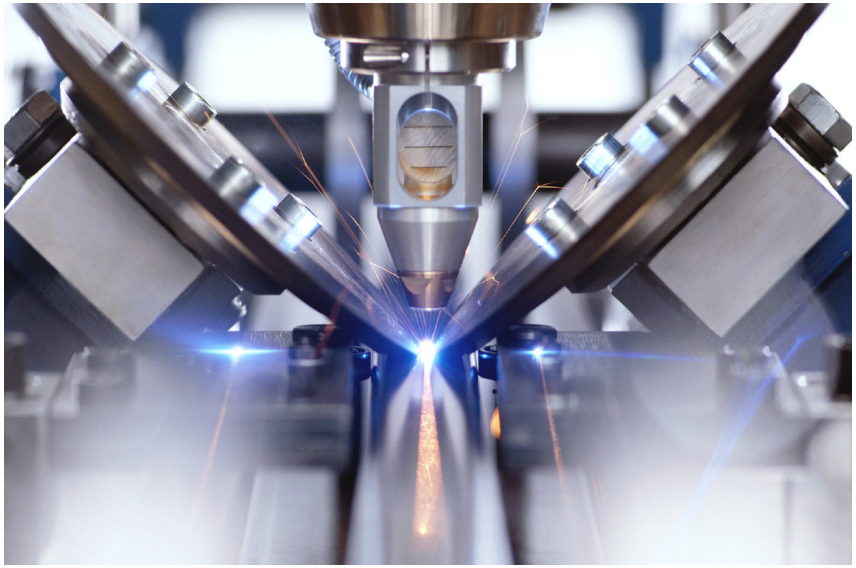






SOLDEO CON LÁSER

- **Ventajas ofrecidas por el láser:**
  - Altas velocidades de proceso
  - Bajas distorsiones térmicas
  - Reducción de peso de piezas: diseño
  - Mejora del sellado y estanqueidad
  - Mejora de la resistencia mecánica
  - Acceso desde un lado de la estructura a soldar
  - Método sin contacto
  - Sistema robotizado: flexibilidad



AIMEN
INNOVACION Y TECNOLOGIA

Células de soldeo robotizadas



Razones para invertir en una célula robotizada:

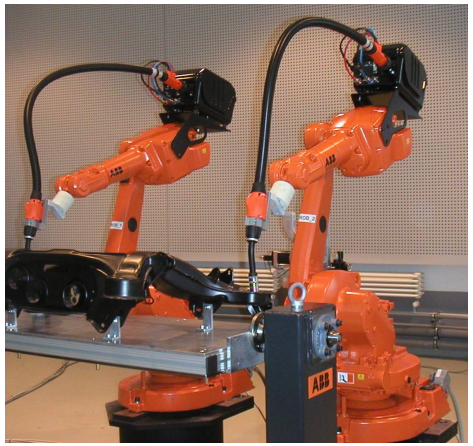
- Inversión relativamente pequeña
- Capacidades de los equipos mejoradas: velocidad, precisión, repetibilidad …
- Falta de mano de obra cualificada
- Procesos de fabricación integrados
- Requisitos de cliente exigentes: calidad y entregas
- Requisitos legales: medioambientales, de seguridad y salud

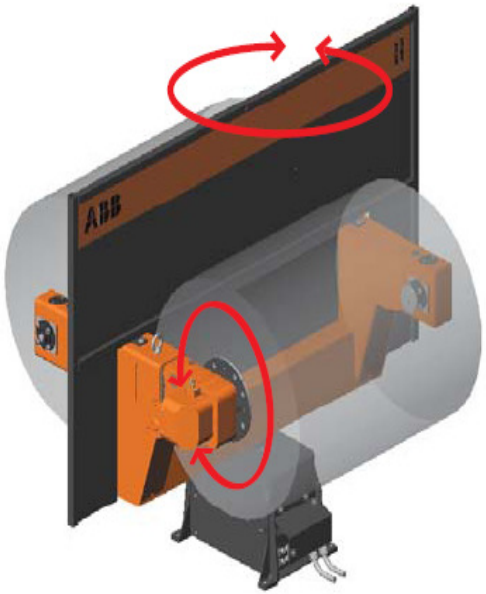
Propósito de la célula

- Aumentar la productividad
- Mejorar la calidad
- Reducir el coste de la mano de obra o la dependencia de mano de obra cualificada
- Mejorar el entorno de trabajo
- Automatizar la fabricación de estructuras complejas
- Producir en lotes más pequeños

COMPONENTES BÁSICOS

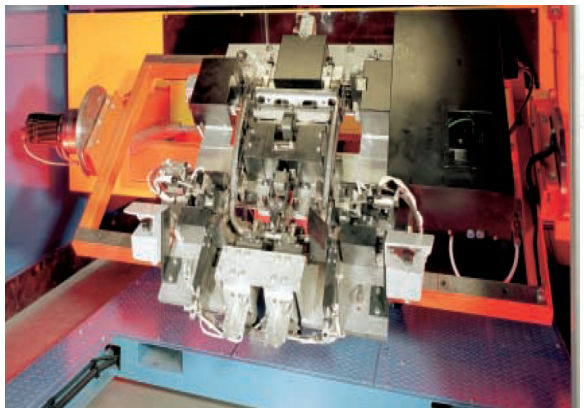








UTILLAJES



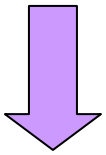



- Posicionar la junta de unión de forma repetitiva
- Permitir operaciones de carga y descarga de forma simple y rápida
- Garantizar ciertas cotas críticas
- Ser fácil de utilizar y seguro
- Ser fácil de limpiar
- Garantizar una buena conexión a masa de los componentes

AIMEN
INNOVACION Y TECNOLOGIA

Sistemas de seguimiento de junta

Sistemas de seguimiento de junta



CONTROL ADAPTATIVO

Un sistema con control adaptativo es un sistema capaz de compensar todas las variaciones producidas en tiempo real. Esto lo lleva a cabo simulando el comportamiento de un soldador.

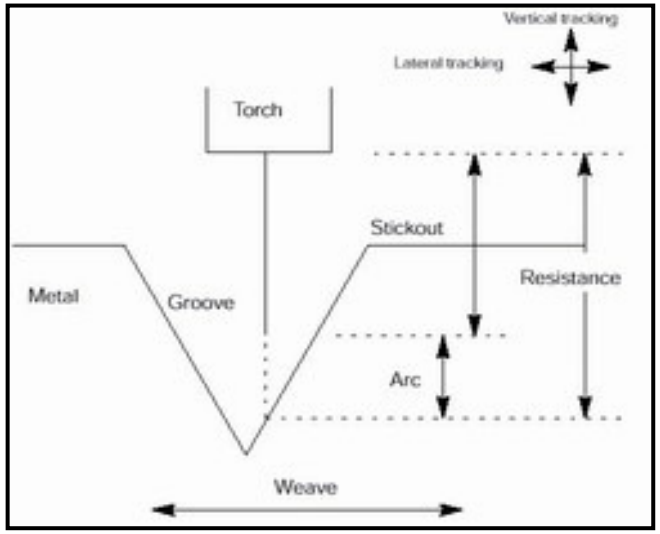
TIPOS:

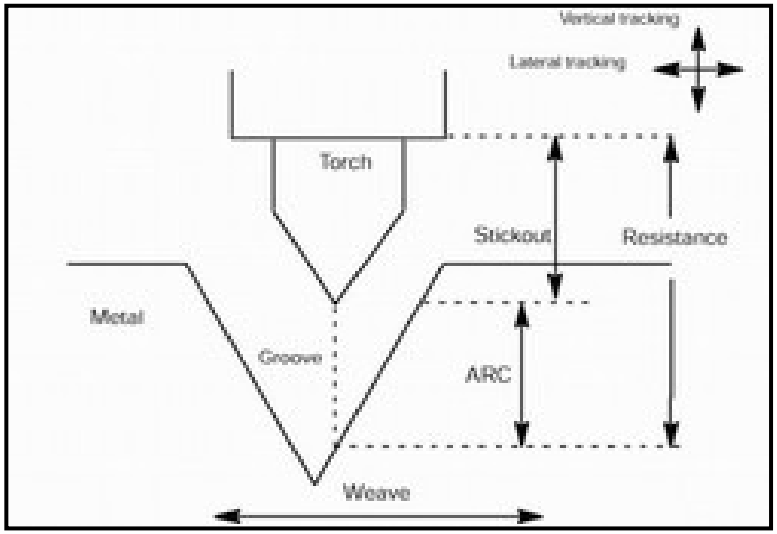
- Seguimiento por punto de LUZ
- Seguimiento Mecánico
- Seguimiento con Palpador
- Seguimiento por Sensores Inductivos
- Seguimiento por Circuito cerrado de TV.

OBSOLETOS

- Seguimiento a través del arco (through the arc)
- Seguimiento por haz láser lineal
- Seguimiento por haz láser circular

Principio de funcionamiento: Medición directa de tensión o intensidad.



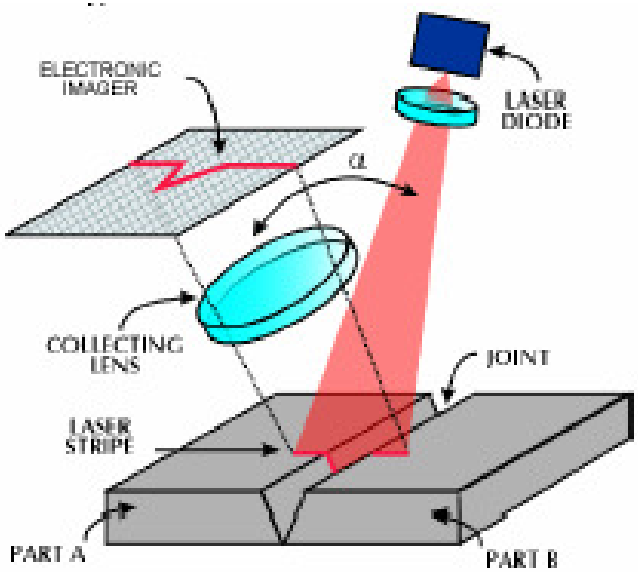


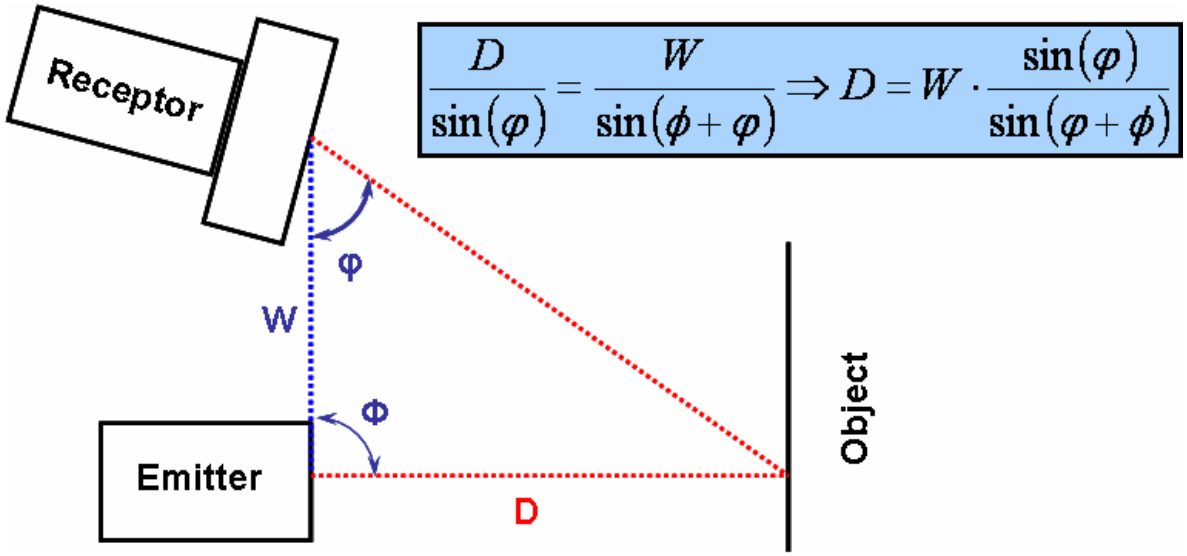
En MIG la corriente varía en función de la distancia entre la punta de contacto y la zona de soldadura.

En TIG la tensión varía en función de la distancia entre el electrodo y la zona de soldadura.

Problema: Sólo es operativo en chapas de más de 6 mm de espesor.

Principio de funcionamiento: Triangulación

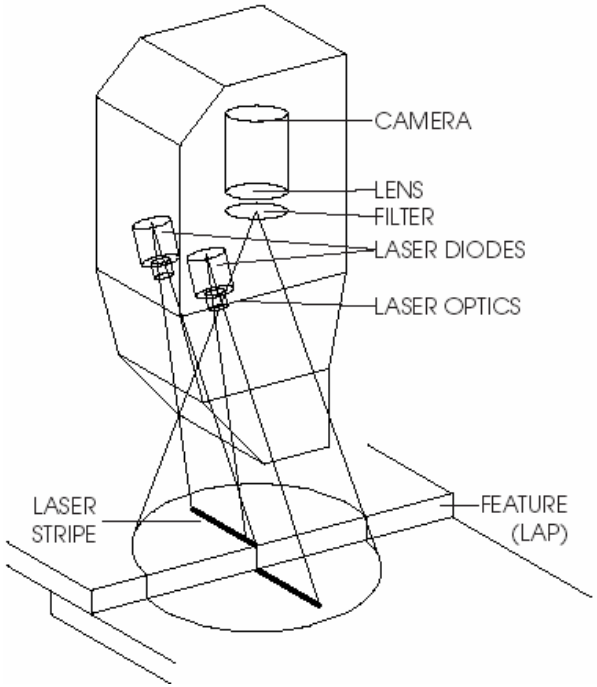


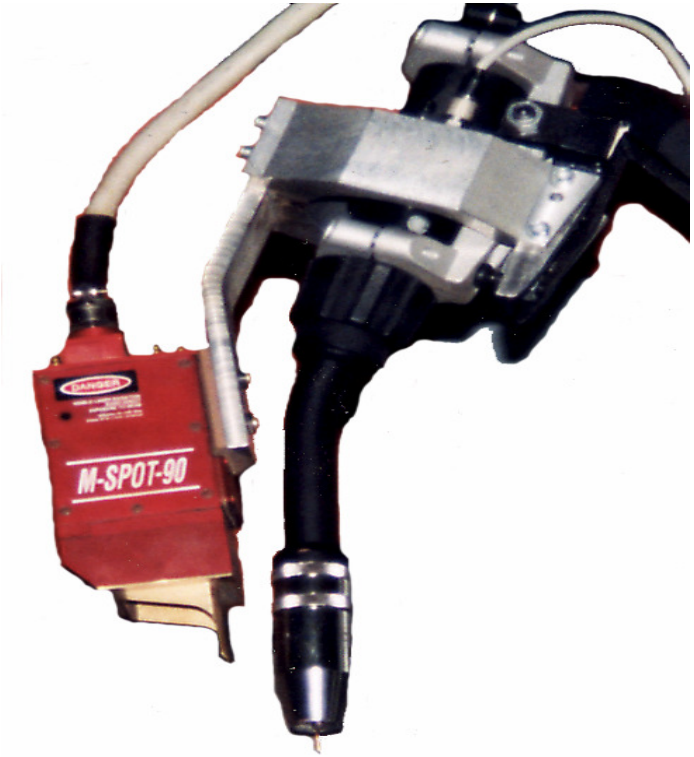


$$\frac{D}{\sin(\varphi)} = \frac{W}{\sin(\phi+\varphi)} \Rightarrow D = W \cdot \frac{\sin(\varphi)}{\sin(\varphi+\phi)}$$

Problema: No hay información sobre la orientación de la superficie

Ejemplo:

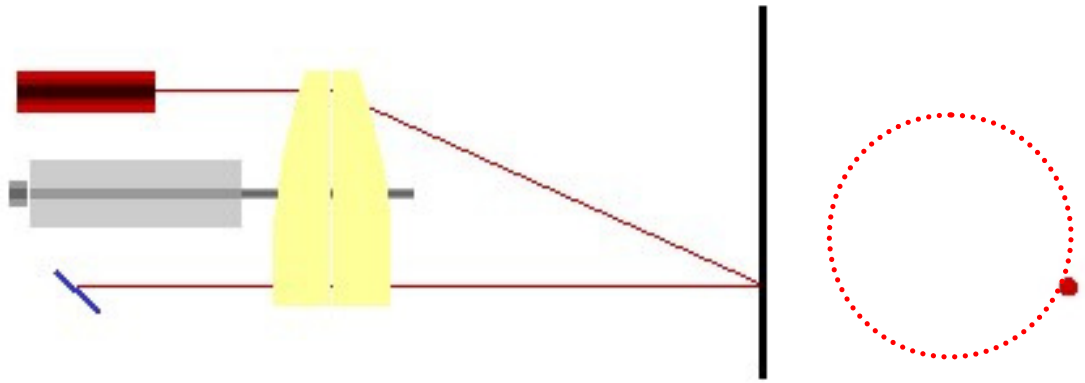




Ejemplo comercial: M-SPOT de Servorobot.

Principio de funcionamiento: Triangulación

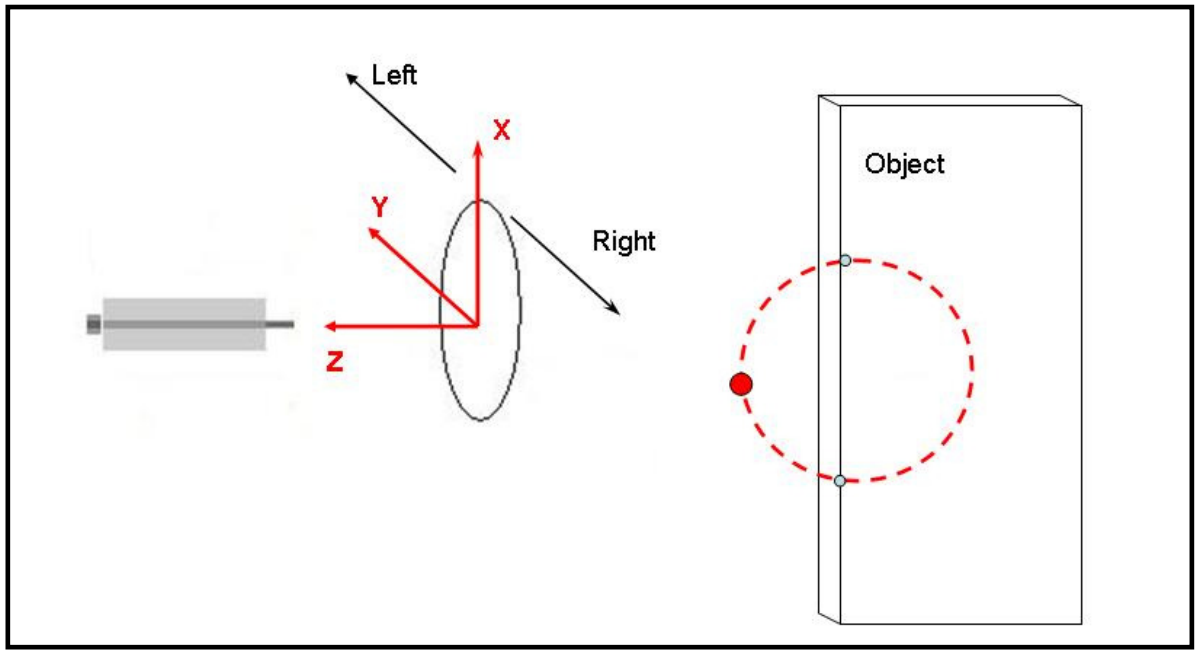
Se proyecta, a través de una lente motorizada, un cono de luz láser sobre la superficie a analizar



Se analiza la imagen obtenida y se compara con unos modelos teóricos de juntas. Esta comparación permitirá determinar el tipo de junta y la corrección que debe ser llevada a cabo.

Problema: Dificultad de emparejar el modelo real con el teórico.

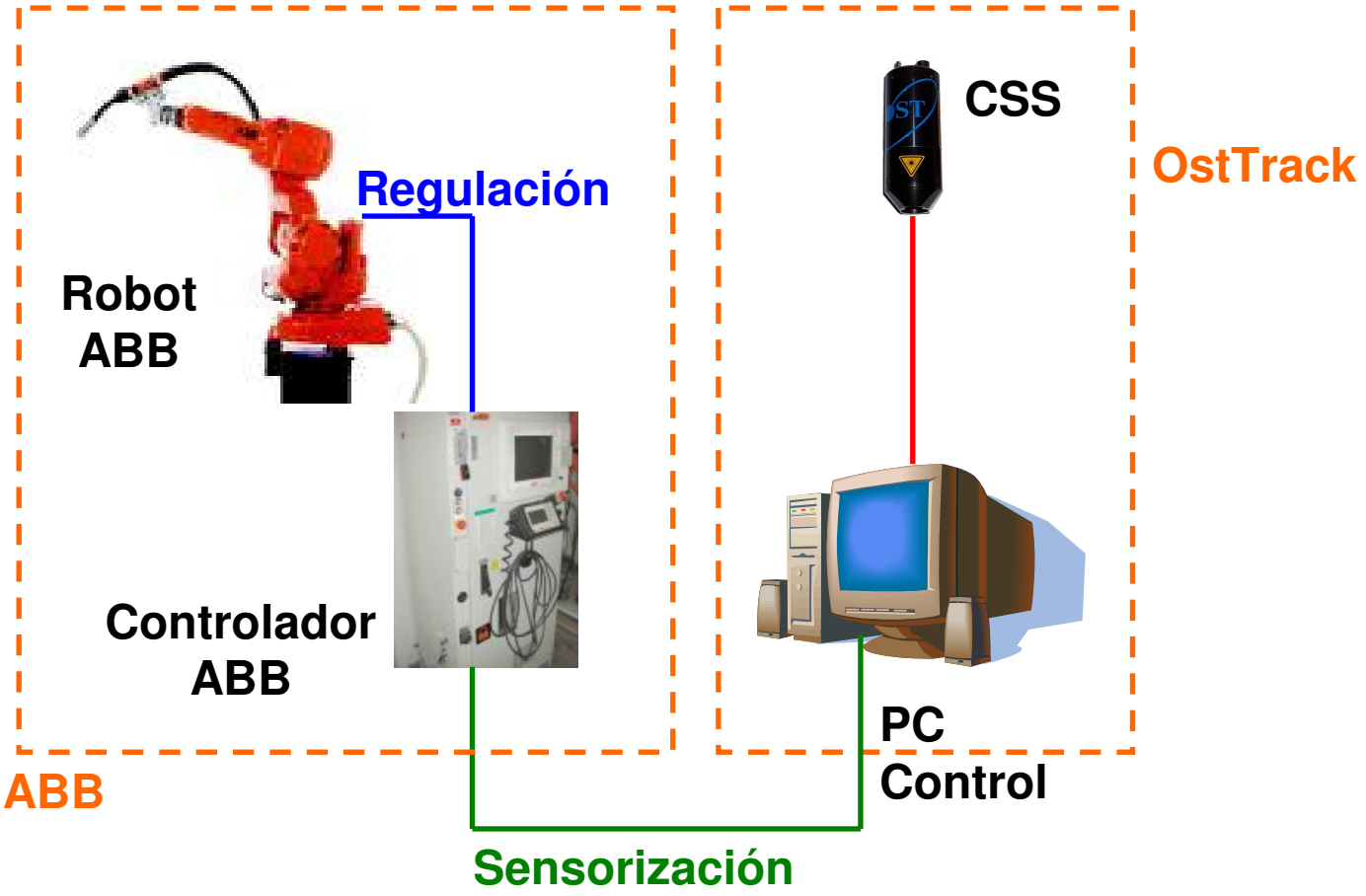
Ejemplo:



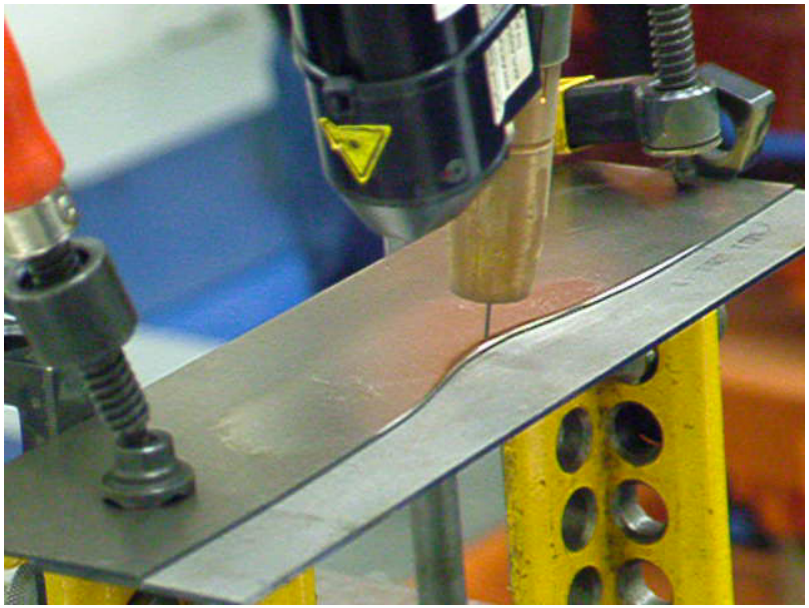


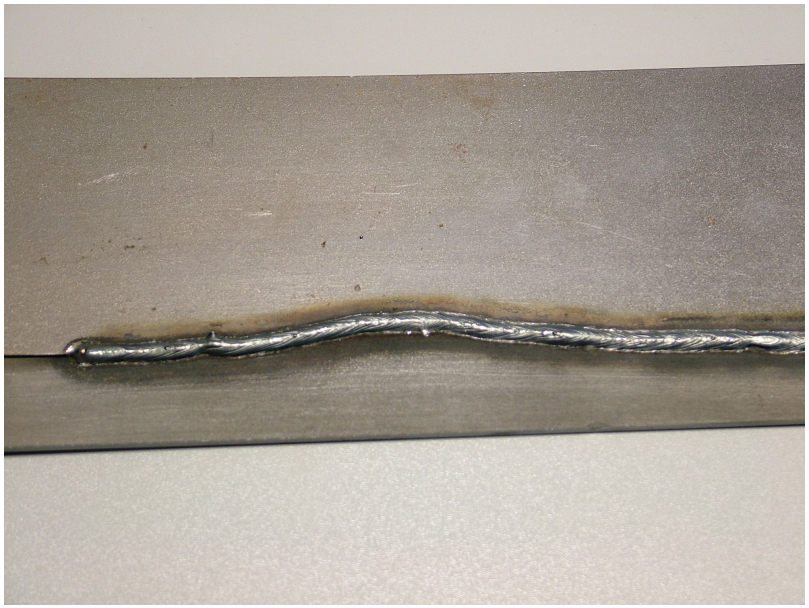
Ejemplo comercial: OST-Tracking de Oxford Sensor Technology Ltd .

Integración realizada en AIMEN



Resultados obtenidos:





AIMEN
INNOVACION Y TECNOLOGIA

Sistemas de control de calidad

¿Porque utilizar un sistema de monitorización y control?

- Alcanzar los requisitos de calidad de los clientes
  - Normas del cliente, ISO 9000
  - Planificación avanzada de la calidad de los productos
  - Determinación de las posibilidades del proceso
- Maximizar la productividad
  - Disminuyendo las interrupciones
- Minimizar los rechazos de productos
  - Pro-activa en lugar de re-activa
- Planificación de las paradas de mantenimiento

Monitorización

Determinación periódica o continua de un parámetro de proceso o de una condición de proceso, p.ej. Señales características de la interacción entre el haz láser y el material durante el soldeo.

Control

Termino general para el ajuste manual o automático de un parámetro de proceso, necesita entrada de un parámetro monitorizado para controlar el sistema.

Puede ser desde una simple alarma para avisar que el dato monitorizado ha sobrepasado cierto nivel hasta un control adaptativo en continuo para la corrección de un proceso.

Monitorización vs Control - Ejemplo

Sistema de visión basado en un láser

	Monitorizar		Controlar
Posición	Localizar la junta	→	Seguir la junta
Calidad	Localizar el gap	→	Alimentación adaptativa del hilo

Parámetros a monitorizar

- Geometría antes del soldeo
- Estabilidad del proceso
- Calidad del cordón
- Perfil del cordón realizado:
  - Ancho,
  - Sobre-espesor,
  - Mordedura…
- Imperfecciones:
  - Porosidad,
  - Agrietamiento,
  - Faltas de fusión…
- Profundidad de penetración
- Distorsiones

Parámetros a controlar

- Potencia láser
- Velocidad de soldeo
- Posición focal
- Posicionamiento relativo láser-junta
- Velocidad de alimentación de hilo
- Posición de aporte de hilo…

DEFECTOS TÍPICOS

Falta de penetración

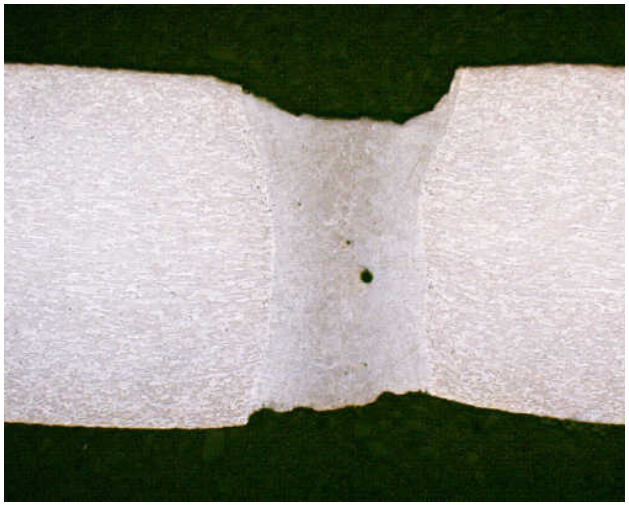
Falta de fusión

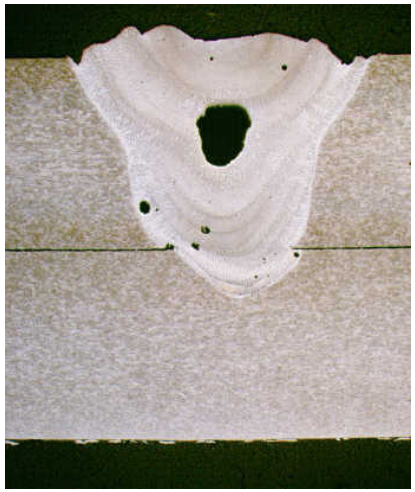
Salpicaduras

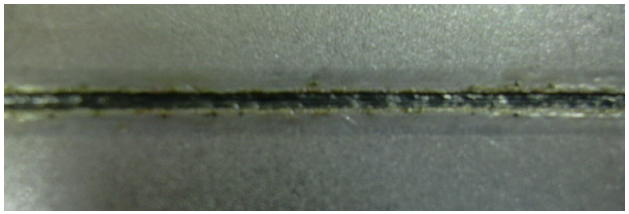
Porosidad

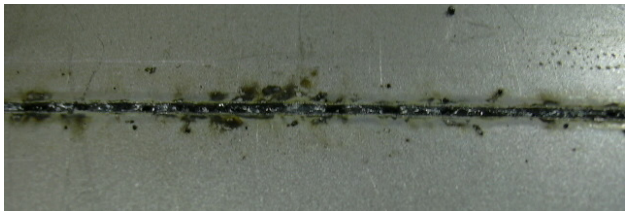
Desajuste

Concavidad/convexidad











Directo

- **Mide una característica física del cordón**
  - No-destructivo: geometría del cordón
  - Destructivo: dureza, metalurgia, resistencia, formabilidad

Indirecto

- **Medición de una salida del proceso**
  - Sonido, luz, temperatura, plasma
- **Deducción de la calidad basada en comparación de datos**
  - Utilización de probetas patrones buenas/malas
  - Relacionar una señal a otra salida monitorizada

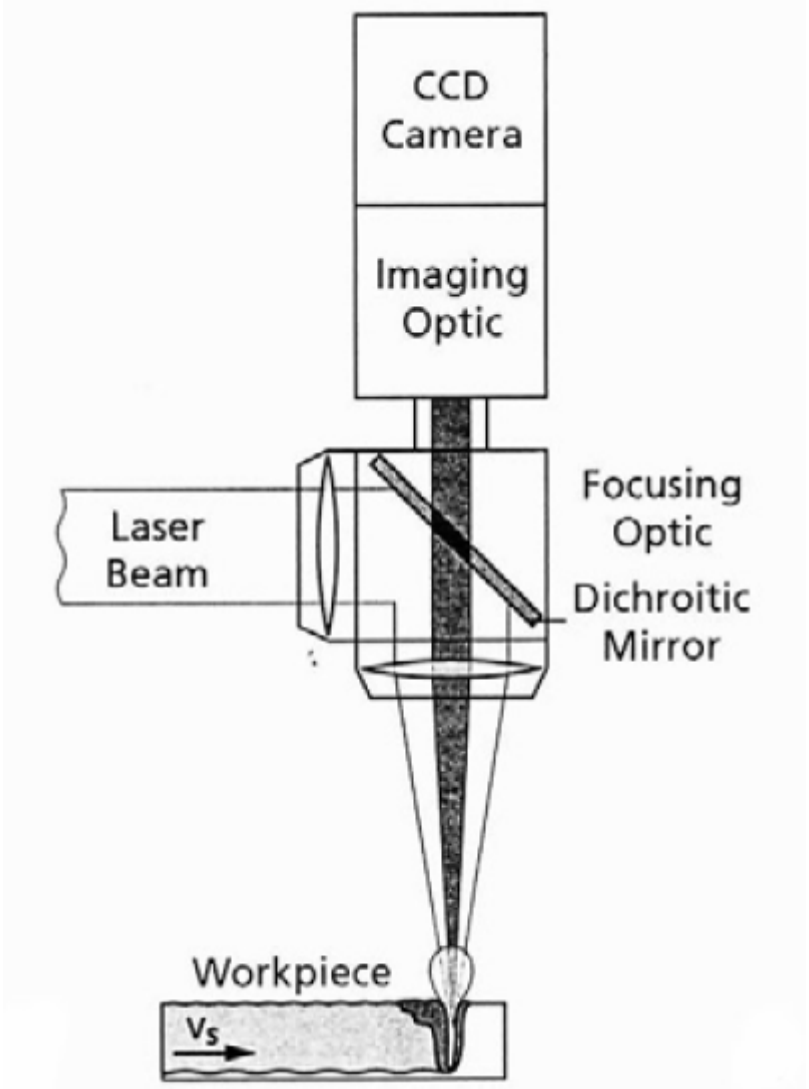
Localización del sensor

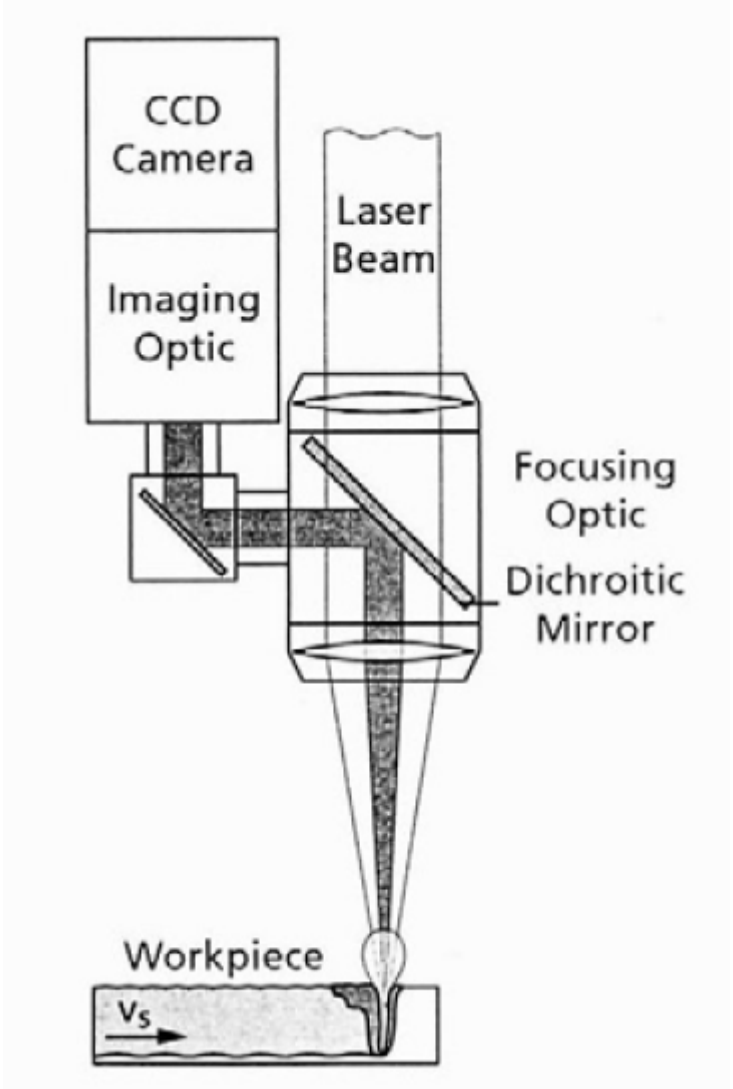
Antes del láser
Coaxial al láser
Inclinado respecto al láser
Detrás del láser

Tipos de sensores

- Sensores basados en emisiones
  - Análisis del espectro
    - Temperatura y plasma
    - Información sobre la geometría del keyhole
  - Señal de iluminación
    - Salpicaduras, fluctuaciones del proceso…
- Sensores ópticos
  - Proyección de luz
    - Seguimiento de junta
    - Inspección post-soldeo
  - Procesamiento de imagen (cámaras CCD y CMOS)
    - Geometría del keyhole y baño de fusión
    - Inspección post-soldeo
- Sensores basados en ensayos no destructivos

Principio del sensor de plasma en Nd:YAG



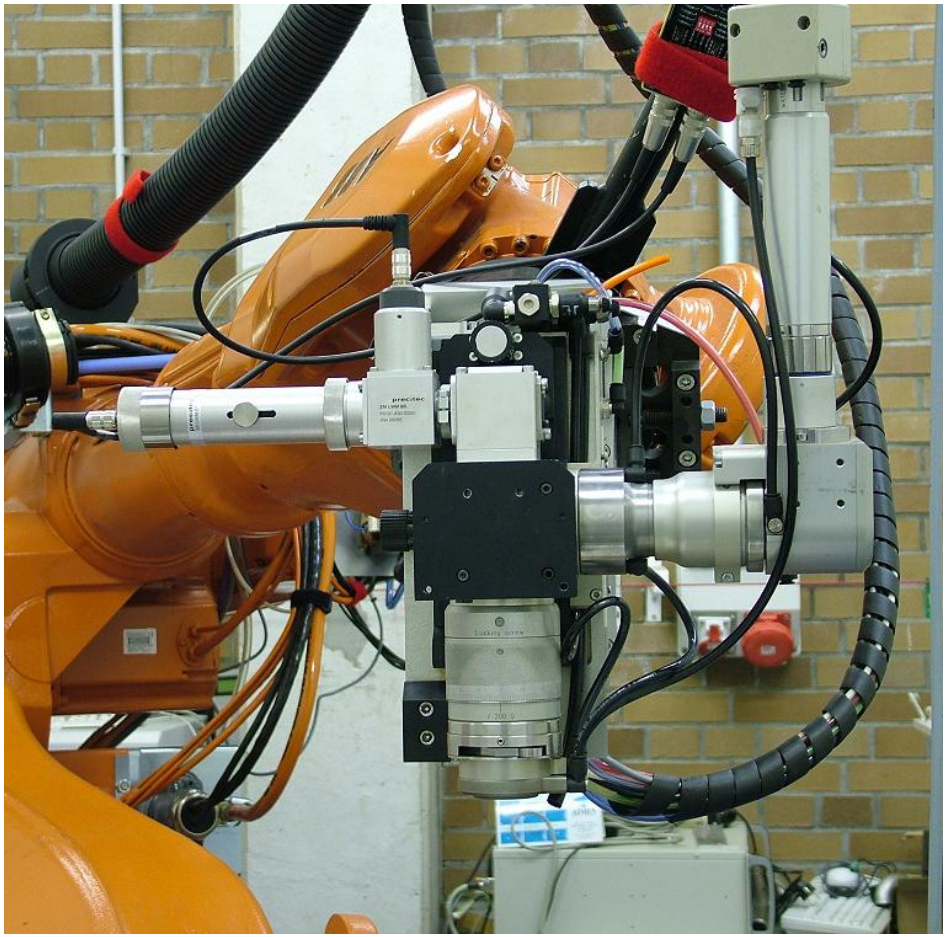


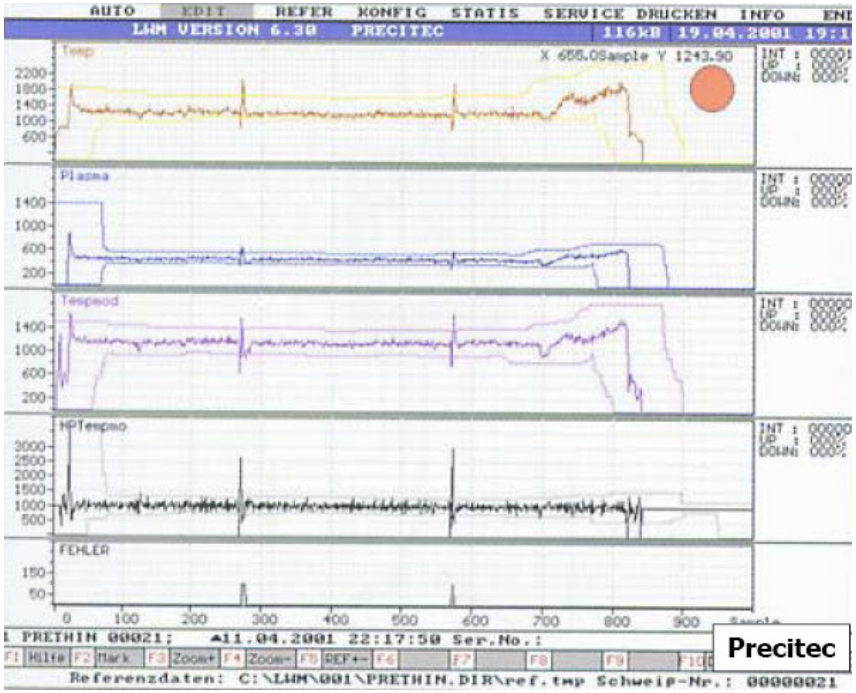
EJEMPLO 1





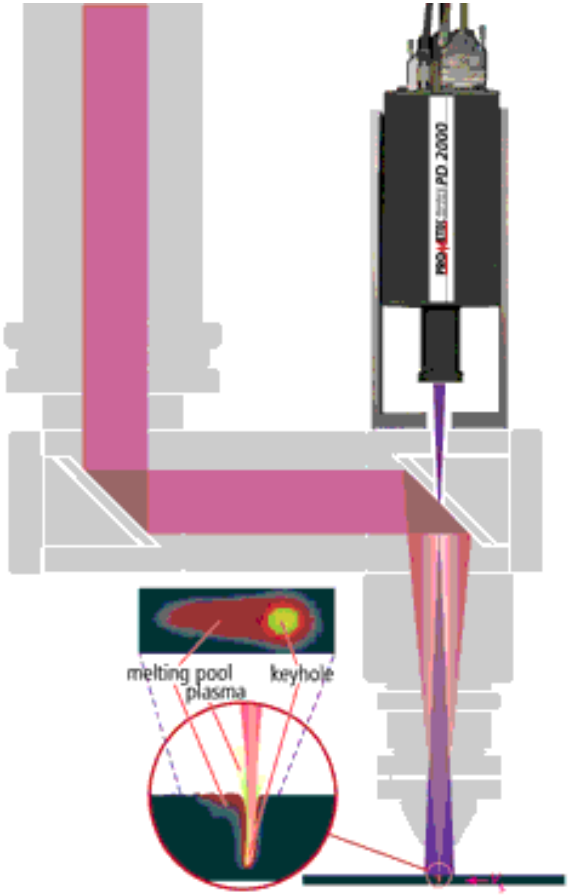
EJEMPLO 1

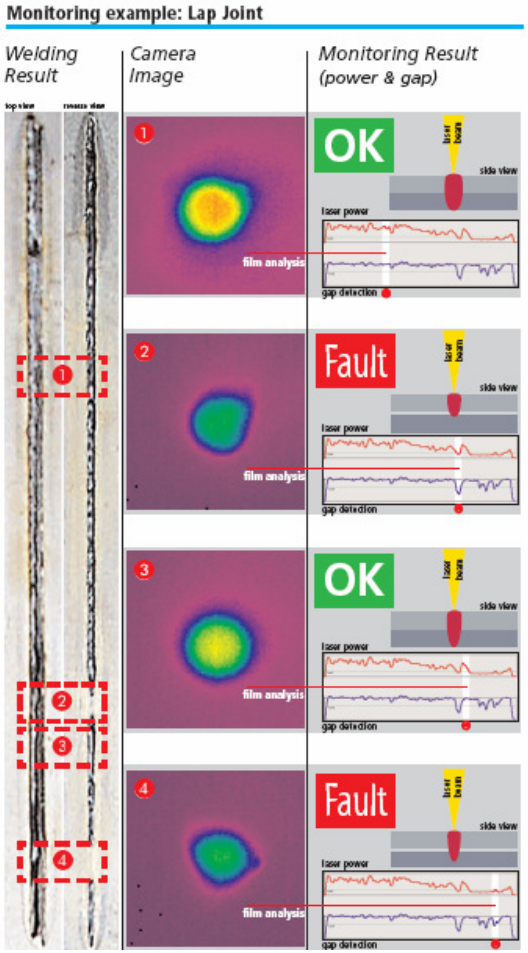



AUTO
EDIT
REFER
KONFIG
STATIS
SERVICE
DRUCKEN
INFO
LWM VERSION 6.30
PRECITEC
116kB 19.04.2001
Temp
Plasma
Tempmod
HPTempmo
FEHLER
Precitec
Referenzdaten: C:\LWM\001\PRETHIN.DIR\ref.tmp Schweiß-Nr.: 00000021

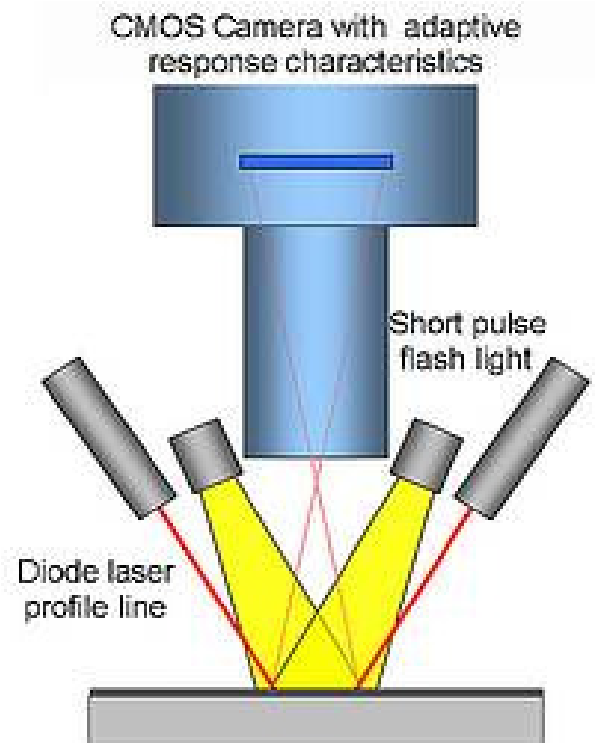
EJEMPLO 2

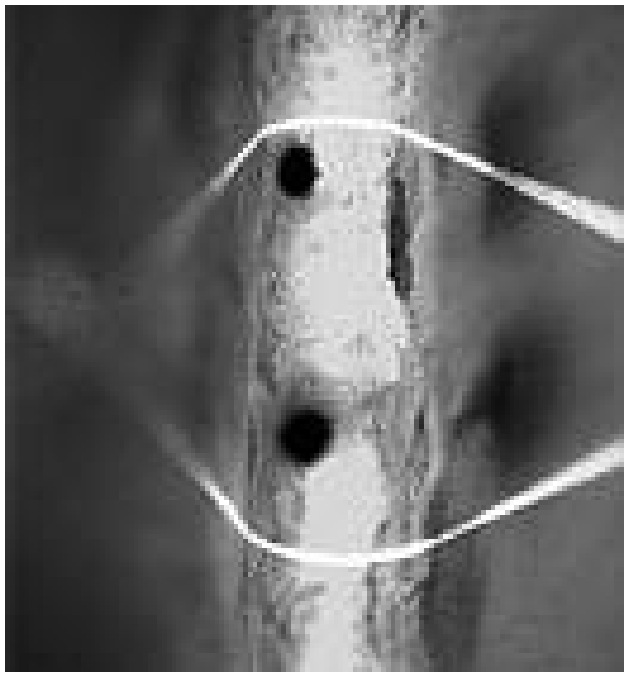
PROMETEC





SOUTEC


CMOS Camera with adaptive response characteristics
Short pulse flash light
Diode laser profile line





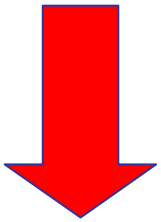
SOUTEC





Necesidad de técnicas alternativas de inspección

- Implantación de sistemas de gestión total de la calidad de los productos.
- Técnicas destructivas → Alto coste en tiempo y materiales.



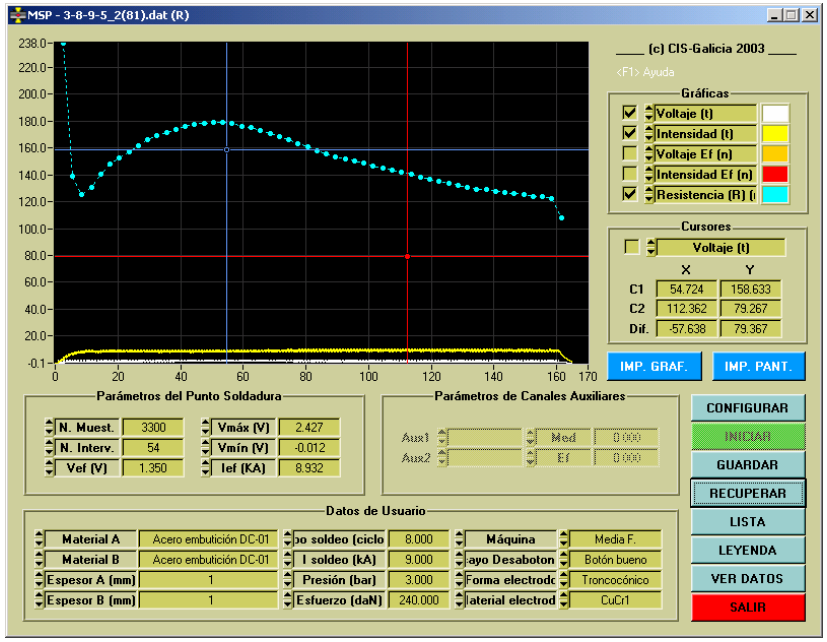
TÉCNICAS DE ENSAYO NO DESTRUCTIVAS

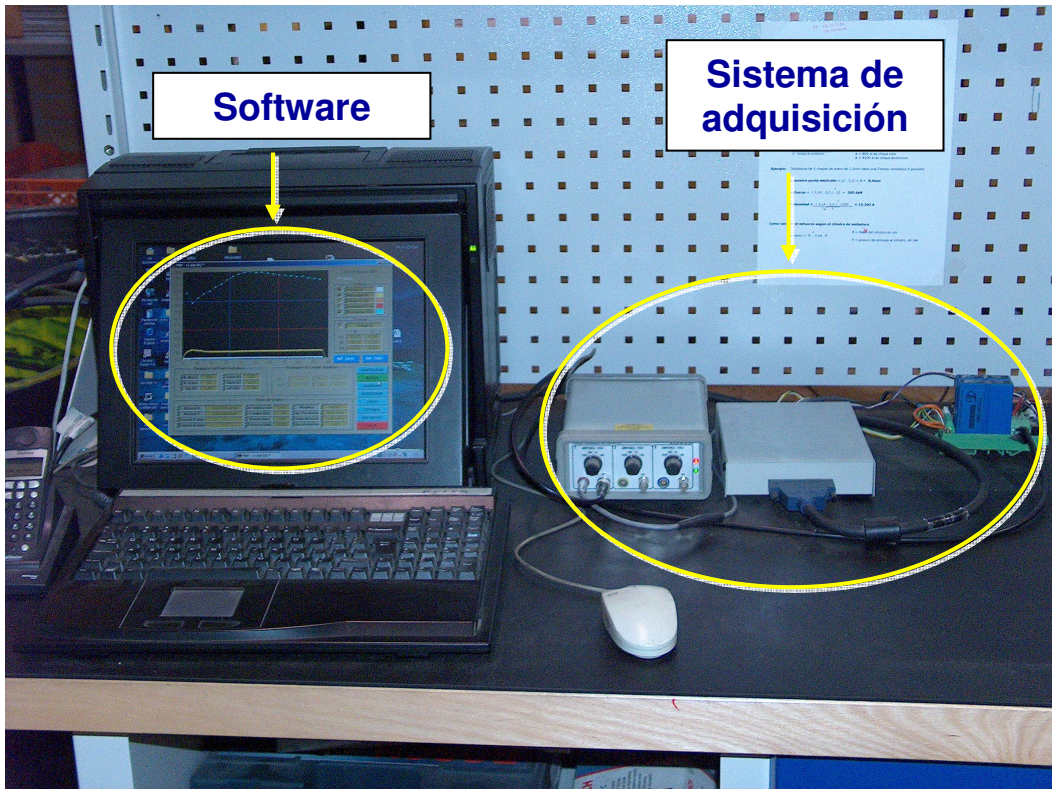
TÉCNICAS DE MONITORIZACIÓN ONLINE

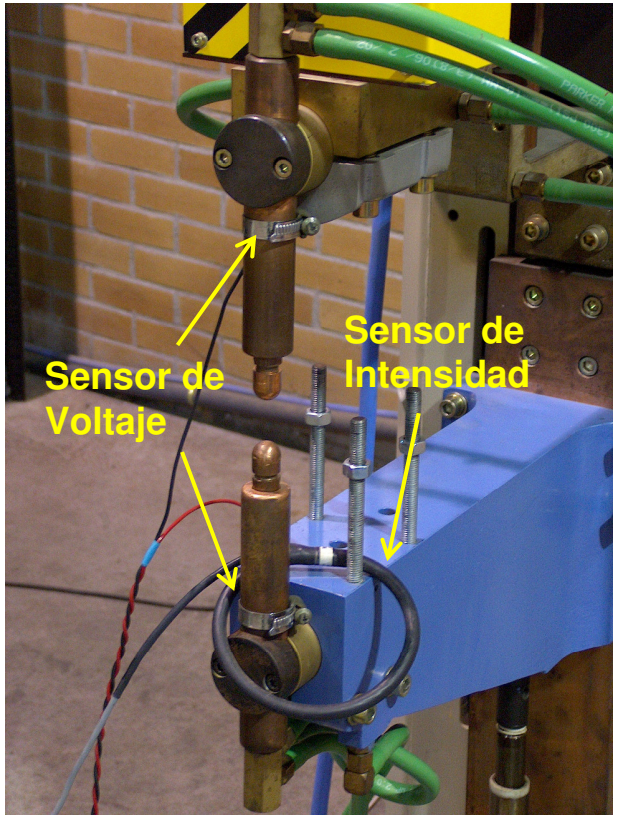
- Sistema capaz de obtener parámetros eléctricos dinámicos (tensión e intensidad), durante la ejecución de una soldadura por puntos en acero al carbono desnudo, y de correlacionarlos con la calidad final de la unión.

- Basado en la curva de resistencia dinámica (definida como la evolución temporal de la razón entre los valores eficaces de la tensión y de la corriente tomados cada medio ciclo).

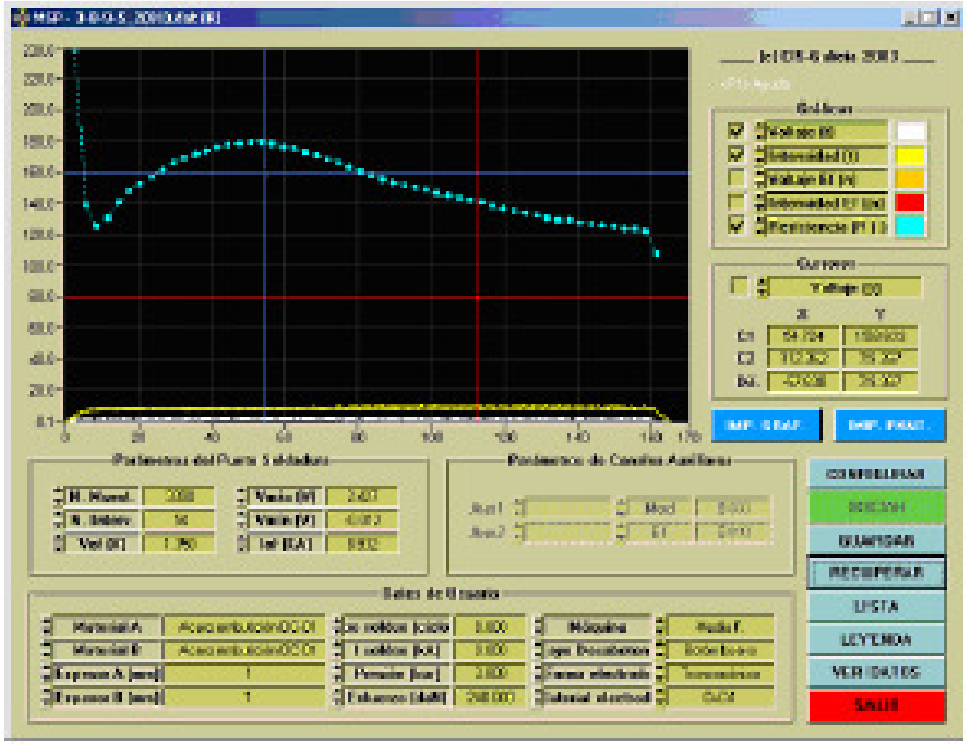
- Mayor y mejor control de la soldadura

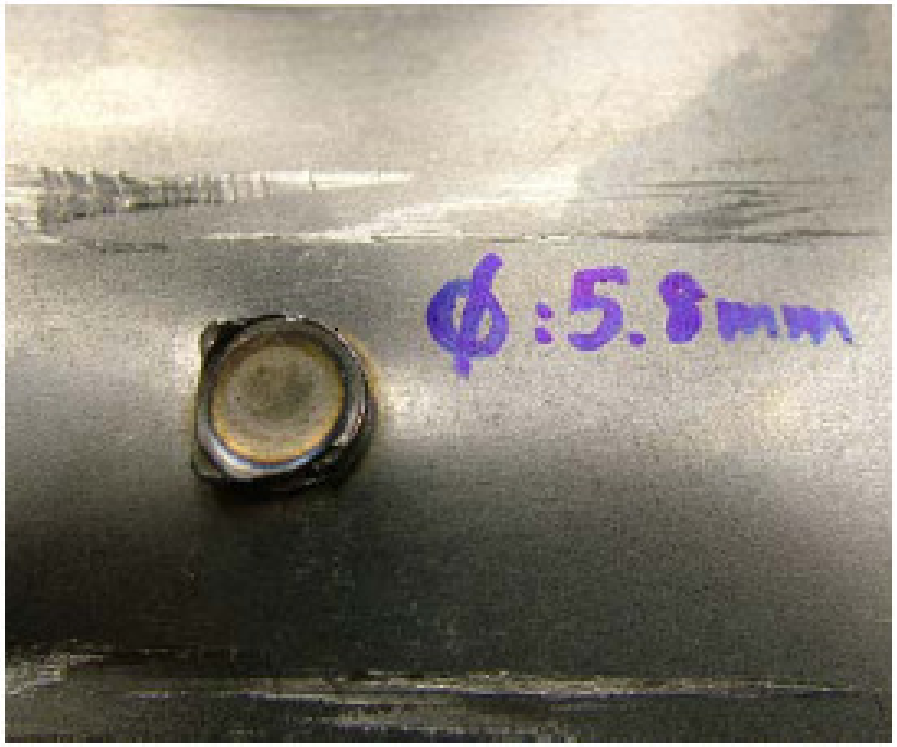



Software
Sistema de adquisición

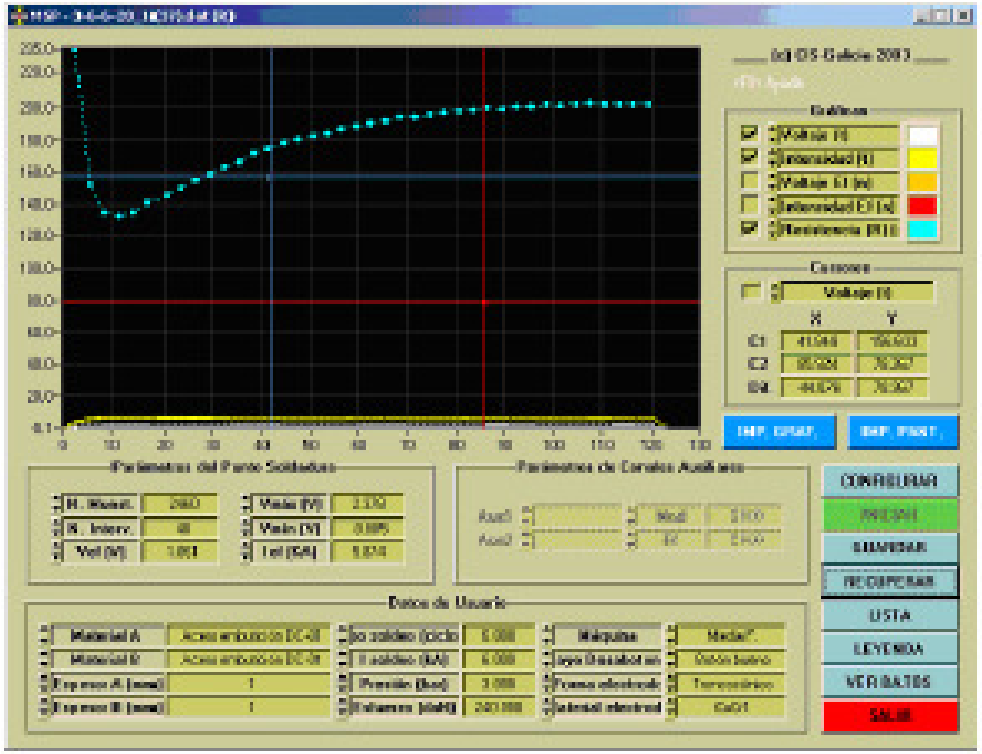

Sensor de Voltaje
Sensor de Intensidad

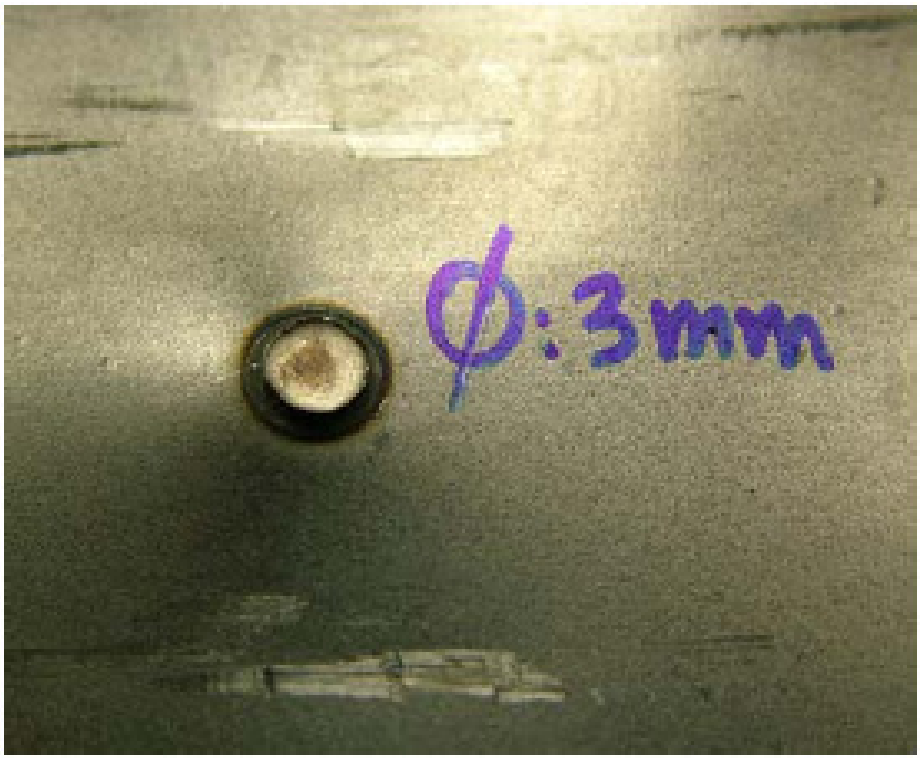
Punto correcto



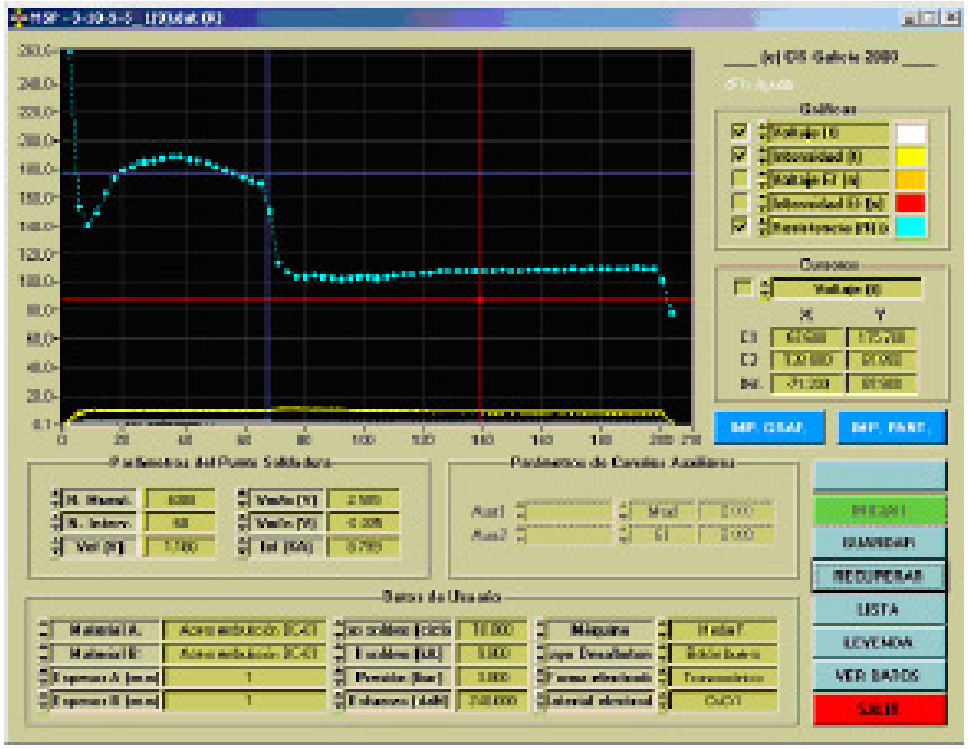


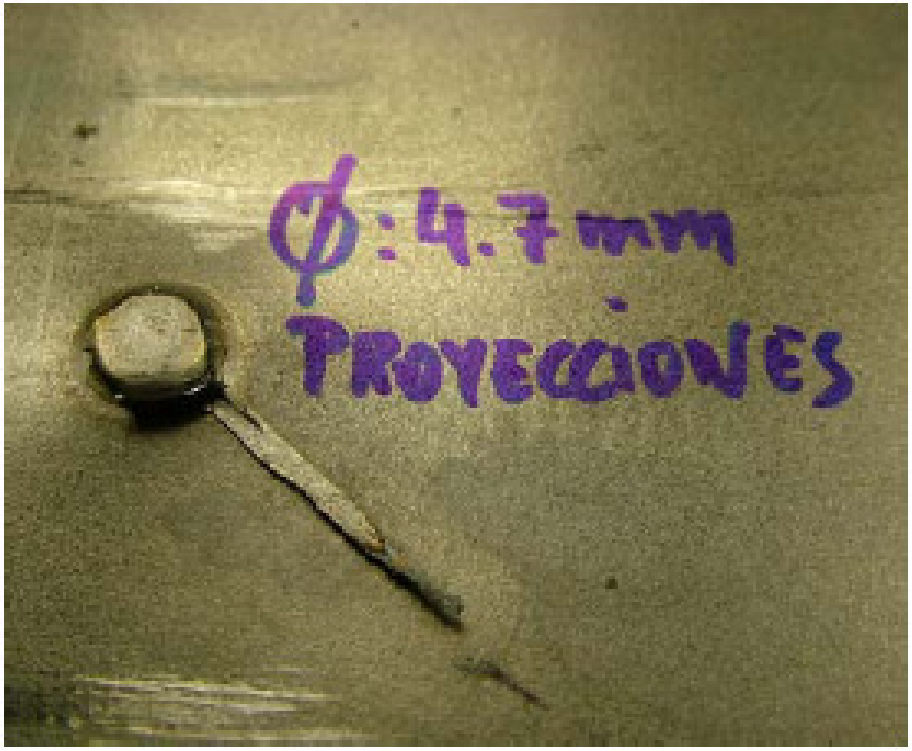
Punto pequeño

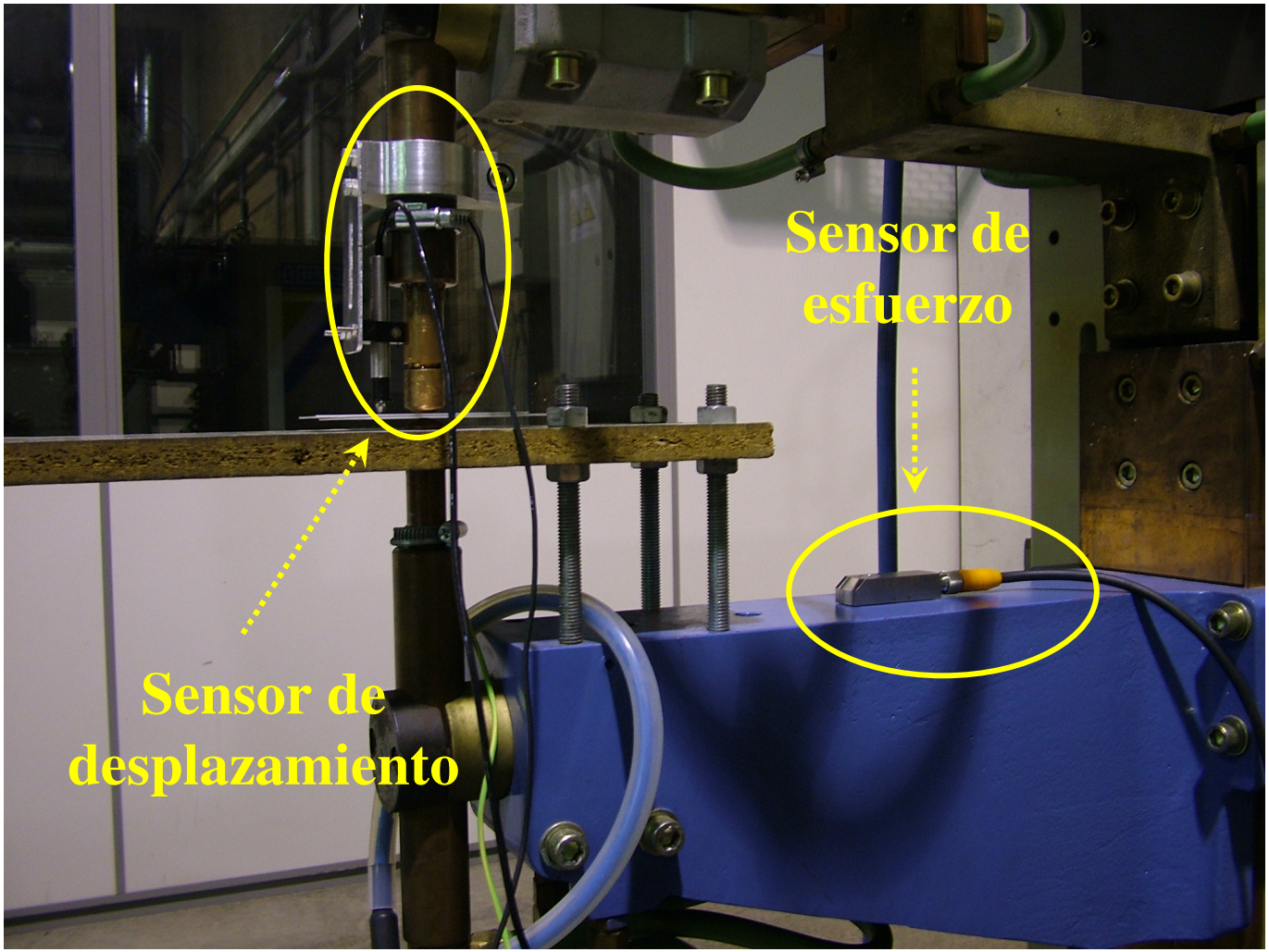




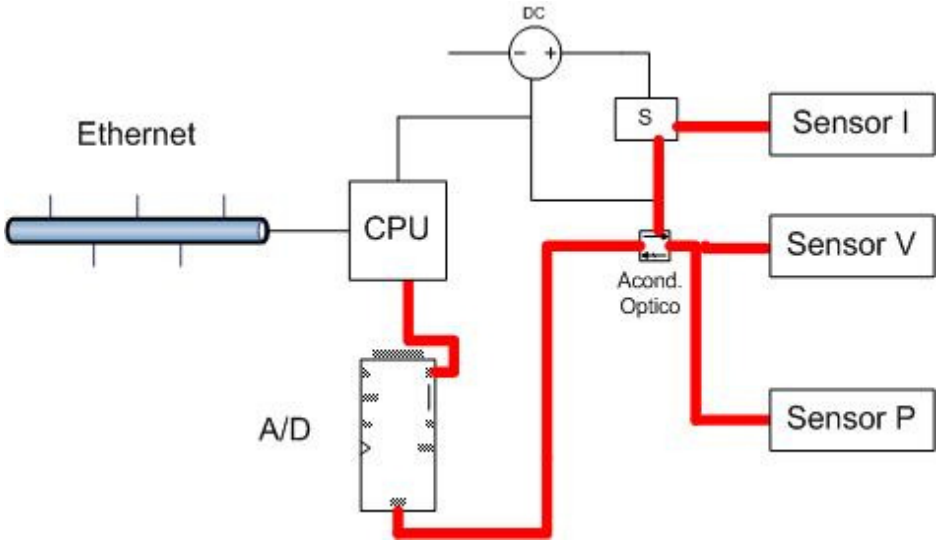
Punto con proyecciones






Sensor de esfuerzo
Sensor de desplazamiento

- PC embebido (módulo) en el equipo de soldeo.
- Registro de parámetros y emisión de diagnóstico.
- Rápida instalación, sin modificaciones importantes en los equipos de soldeo.
- Control del 100% de las soldaduras.
- Monitorización de esfuerzo entre electrodos y desplazamiento del electrodo superior.



AIMEN
INNOVACION Y TECNOLOGIA

Conclusiones

CONCLUSIONES

- La monitorización es más un asunto de calidad. El control de productividad.

- La utilización de estos sistemas no excluye la realización de ensayos destructivos.

- Los requisitos de calidad deben acordarse claramente.

- En la mayor parte de los casos es necesaria la utilización de más de un sensor.

Joaquín Vázquez Gómez

Planta de Tecnologías de Unión

AIMEN
INNOVACION Y TECNOLOGIA

Relva, 27 A Torneiros
36410 Porriño (Pontevedra)
Telf. 986 344 000
Fax 986 337 302

www.aimen.es
jvazquez@aimen.es