



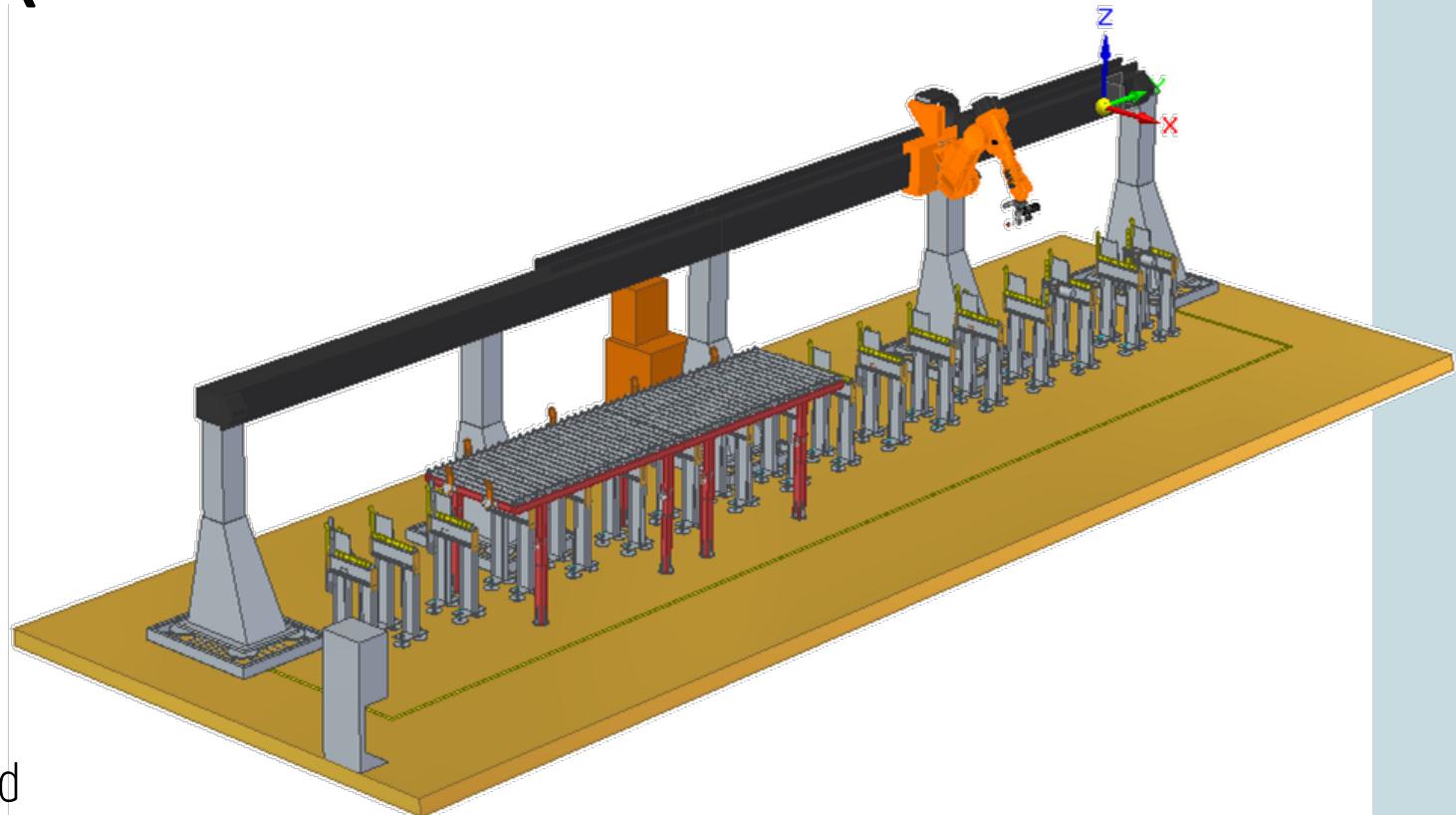
CELDA ROBOTIZADA PARA CORTE CON PLASMA



Ing. Alfredo Iglesias - alfredoandresiglesias@gmail.com
Ing. Pablo Ortega - pablosortega92@gmail.com
Mendoza, Argentina

OBJETIVOS DE LA PRESENTACIÓN

- Introducción y motivación
- Metodología y diseño de la celda robotizada
- Integración mecánica, eléctrica y de seguridad
- Diseño de control y autómata de estados
- Procedimiento experimental y métricas
- Resultados y análisis de productividad y calidad
- Discusión comparativa con tecnologías existentes
- Conclusiones y trabajo futuro



- Cliente final: Log Metal SRL, fabricante de estructuras metálicas.
- Corte por plasma tradicionalmente realizado con máquinas CNC dedicadas (2D).
- Limitaciones de las máquinas CNC: pérdida de versatilidad ante demandas alternadas.
- Celdas robotizadas (coping): cortes en 3D y alta flexibilidad. Enfoque en perfiles H/I.
- Propuesta de reutilización del robot KUKA KR60jet.
- Metodología sistematizada de integración mecatrónica y de seguridad.
- Arquitectura de control basada en autómata de control superior sin necesidad de PLC externo.
- Validación en planta con métricas de productividad y calidad dimensional.

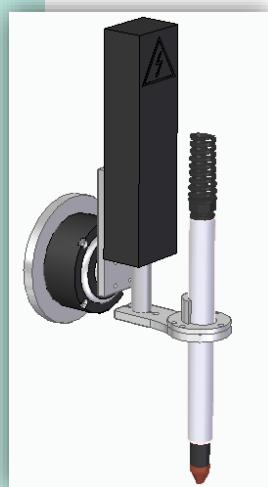


REQUISITOS Y ALCANCES

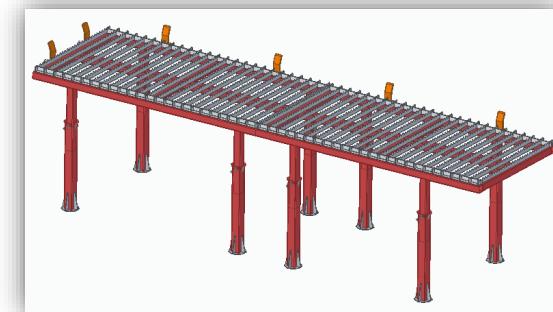
- Corte sobre perfiles W (W150 a W610) y chapas de acero al carbono hasta 30 mm.
- Tolerancias ≤ 1 mm, repetibilidad en décimas de mm y velocidades de posicionamiento de hasta 2 m/s.
- Medidas de seguridad: celda vallada con enclavamientos, zonas seguras demarcadas, paradas de emergencia y señalización tipo semáforo.
- Flexibilidad operativa: alternar modos de corte con mínima reconversión física y control unificado sin PLC externo.

INTEGRACIÓN MECÁNICA: MONTAJE Y DISPOSITIVOS

Efecto final compacto con dispositivo neumático anticolisión, soporte para actuador THC y antorcha de plasma, sensores inductivos para detección de contacto.

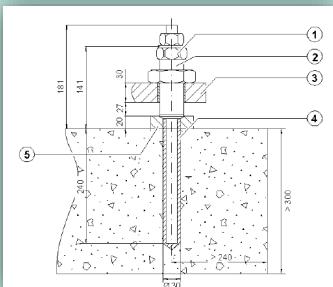


Diseño garantiza accesibilidad total del TCP sin interferencias mecánicas.

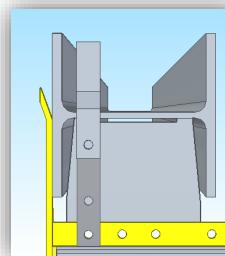
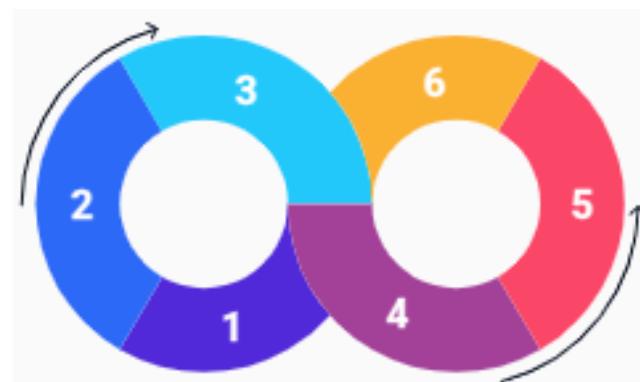


Módulo extraíble para corte de chapa con mesas de 3x1,5 m y placas de sacrificio.

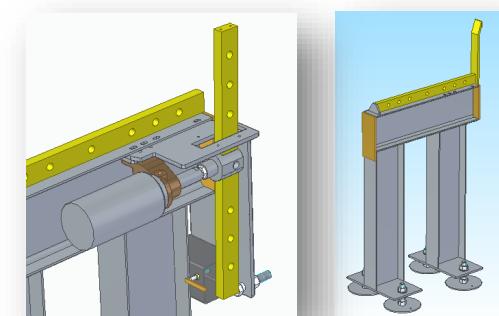
Instalación robot KUKA KR60jet en montaje pared, sobre pórtico con guías lineales de 16 m y altura 2,5 m.



Construcción de cimientos y anclajes para rigidez y planitud, con sistemas de nivelación.



Banco para perfiles W con 17 apoyos individuales, topes de referencia y sujeción neumática, adaptable a longitudes de 12 y 15,5 m.



DISEÑO ELÉCTRICO Y NEUMÁTICO

- Cableado y control neumático para sistemas de plasma, seguridad y sujeción de materiales.
- Integración del tablero principal para operación y control centralizado.
- Duplicación de funciones de seguridad en tableros secundarios.
- Uso de módulo EtherCAT para expansión de E/S conectado a controlador KRC4.



CONTROL, THC Y AUTÓMATA DE ESTADOS

Controlador THC activado selectivamente por programa.

Cada estado regula salidas, banderas, interrupciones, mensajes HMI e indicadores luminosos.

Rutinas automáticas para posicionamiento THC y chequeos previos a ejecución.



Autómata implementado con estados definidos: Mov. deshabilitado, Precaución, Mov. habilitada y Emergencia.

Funcionalidades de seguridad operativas integradas sin necesidad de PLC externo.



SEGURIDAD DE LA CELDA ROBOTIZADA

- Instalación de vallas con puertas enclavadas y cierre frontal con sensor de parada de emergencia.
- Demarcación de zona segura fuera del espacio de trabajo del robot.
- Paradas de emergencia cableadas y confirmaciones de cierre para habilitación de ciclo.
- Basado en el lineamiento propuesto en ISO 10218 e ISO 13849 para funciones de seguridad.
- Señalización tipo semáforo y autodiagnóstico para operación segura y control visual en planta.

DOCUMENTACIÓN Y CAPACITACIÓN

- Elaboración de manuales de operación y mantenimiento preventivo.
- Formación específica para operador/programador de la celda.
- Procedimientos estándar para cambio de modo (perfil W/chapa) y verificación previa al corte.
- Enfoque en asegurar operación confiable y continuidad productiva mediante capacitación técnica.

PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL Y MÉTRICAS DE EVALUACIÓN

1. Ejecuciones representativas por modo de operación: perfil W y chapa.
2. Registro del tiempo total de corte por ciclo y número de piezas por ciclo.
3. Verificación de calidad dimensional con calibre y escuadra sobre ranuras, orificios y cortes transversales.
4. Indicadores clave: tiempo de ciclo por pieza/plancha y piezas por ciclo.
5. Estimación de tiempo sin considerar logística de ingreso y egreso de material.
Cumplimiento de tolerancias menores a 1 mm.
6. Evaluación del impacto en el cuello de botella de la línea de producción.

RESULTADOS: PRODUCTIVIDAD Y CALIDAD DIMENSIONAL

- ✓ Reducción de tiempo de corte de 24 a 14 minutos corte para perfiles W (ejemplo W360x39).
- ✓ Alta productividad en corte de chapa de 1500×6000 mm y 3/16" de espesor. 40 piezas por plancha en 18 minutos
- ✓ Alta precisión dimensional asegurada con parametrización adecuada. Tolerancias de corte en orden de 1 mm
- ✓ Incremento notable en la capacidad productiva de la planta. Capacidad instalada aumentada hasta 150%



COMPARACIÓN CON TECNOLOGÍAS EXISTENTES

Criterio	Este trabajo	Pantógrafo	Coping robótico de perfiles (dedicado)
Materiales	Chapa 1500×6000 y perfiles W (W150–W610, hasta 15,5 m).	Chapa sobre mesa (p. ej., 1500×3000 a 2000×6000). Opcional: tubos con accesorio.	Perfiles H/I/C/L
G.d.l.	Robot 6 ejes sobre pórtico lineal.	3 ejes cartesianos (X-Y-Z).	Robot 8 ejes con manipuladores/rodillos.
Cambio de modo	Minutos (módulos de mesa/soportes dedicados; misma celda).	No aplica: requiere accesorios o segunda máquina.	No aplica: orientado a perfiles; no corta chapa plana.
Flexibilidad de geometrías	Alta: 3D, caras múltiples, ranuras/ agujeros, marcas.	Media: 2D (planar). Tubos con accesorio.	Alta para 3D en perfiles; limitada a ese formato.
Inversión	Baja–Media (reutilización de robot y pórtico).	Media (mesa + fuente avanzada).	Alta (línea dedicada con alimentación/rodillos).
Espacio requerido	Pórtico de ~17 m; módulos removibles; celda vallada.	Mesa de 1,5-2,0×3-6 m + extracción de humos.	Línea con rodillos y zona de carga/descarga extendida.

DISCUSIÓN TÉCNICA Y LECCIONES APRENDIDAS

- ✓ Reutilización del robot y estructura existente para balance óptimo entre inversión y flexibilidad.
- ✓ Activación selectiva del THC y estrategia lead-in/lead-out reducen rebabas y mantienen tolerancias inferiores a 1 mm.
- ✓ Arquitectura de seguridad basada en las propuestas de ISO 10218 e ISO 13849.
- ✓ Modularidad y control unificado sin PLC externo minimizan complejidad y costos de mantenimiento.
- ✓ Oportunidades de mejora en programación fuera de línea con implementación de IA, simulación y verificación de colisiones.

AIPO



GRACIAS POR SU ATENCIÓN