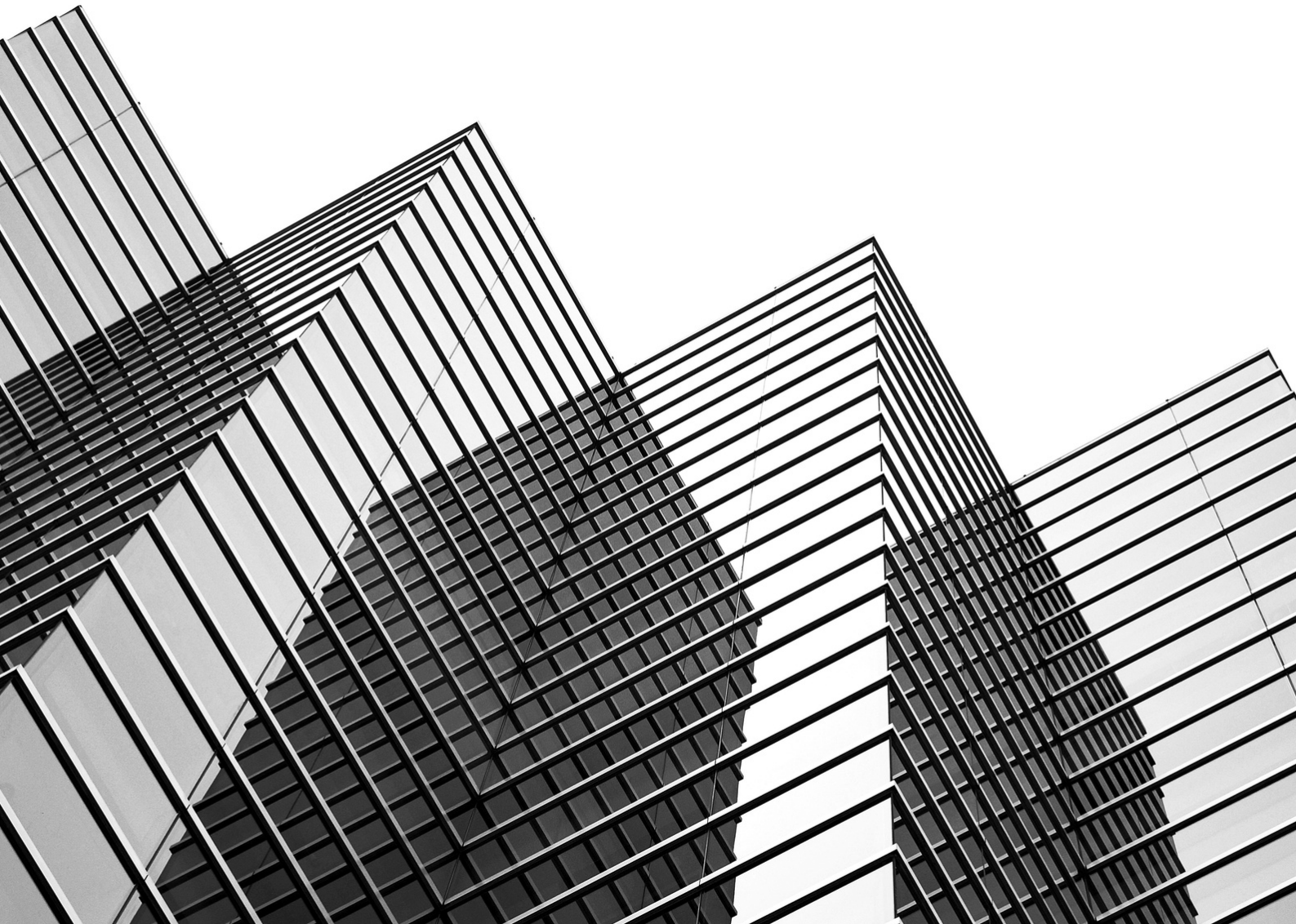
B1 Group

ENERO 2024

PRUEBA DE CONCEPTO

Jose Luis Galán | Alberto Andrés | Gonzalo Albelda | Gonzalo Martín

Damos inicio al proyecto de implementación de una célula de soldadura automatizada destinada al desarrollo eficiente y seguro de las partes del chasis de los vehículos. Este proyecto de vanguardia busca transformar los procesos de fabricación, elevando la calidad y reduciendo los tiempos de producción. A lo largo de este documento, se expondrán los desafíos encontrados, las estrategias implementadas y las perspectivas de mejora continua que delinean un comienzo hacia la automatización líder en la industria automotriz.



ÍNDICE

01 DESCRIPCIÓN DE LA TAREA A AUTOMATIZAR

02 LISTADO DE LOS RECURSOS A UTILIZAR

03 FASES DEL PROYECTO

04 ESPECIFICACIÓN DE CRITERIOS Y PARÁMETROS

05 ESTABLECIMIENTO DEL ALCANCE Y CRONOGRAMA

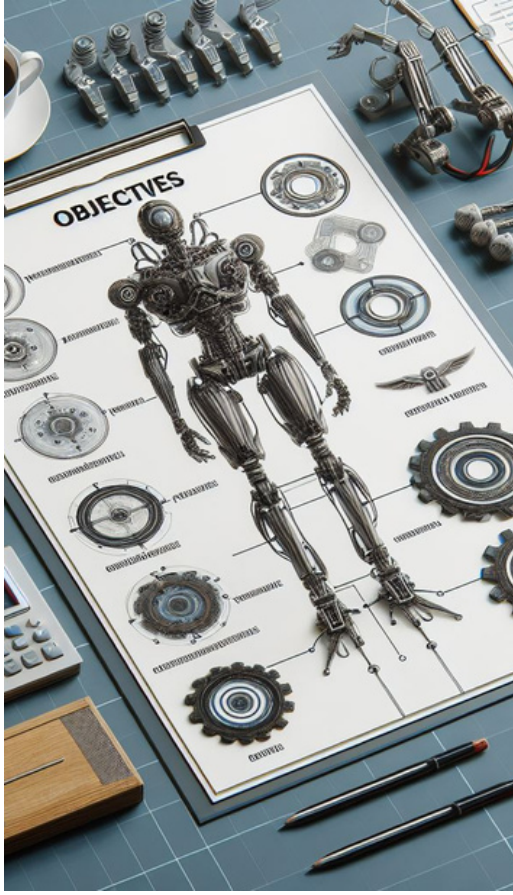
06 CONCLUSIONES Y RESULTADOS ESPERADOS

07 REFERENCIAS Y ANEXOS

01 DESCRIPCIÓN DE LA TAREA A AUTOMATIZAR

Contexto: Desarrollamos una célula de trabajo automatizada para soldar la parte lateral del chasis de vehículos. La soldadura, una fase crítica del proceso, presenta desafíos técnicos y grandes riesgos para los trabajadores, como la exposición a altas temperaturas y humos tóxicos. La línea encargada de colocar y soldar la estructura se diseñará con estrictos protocolos de seguridad para garantizar la protección del personal. Este proyecto estratégico para la empresa AUDI busca mejorar la eficiencia y la seguridad en la fabricación de automóviles, reconociendo la importancia de la carrocería como parte imprescindible de la seguridad vial.

Proceso: En el proceso de ensamblaje del chasis del vehículo, los operadores colocan las piezas en su posición adecuada y realizan la soldadura manual asistida mediante equipos avanzados que buscan mantener un control adecuado. Durante este proceso, los operadores supervisan de cerca la operación, abordando posibles fallos y realizando ajustes según sea necesario. Sin embargo, la realización del ensamblaje manual puede presentar desafíos logísticos, ya que limita la flexibilidad de movilidad y puede dificultar la gestión eficiente de recursos y personal. Después de completar la soldadura, se lleva a cabo una inspección exhaustiva para identificar y corregir posibles defectos en la unión soldada.



Objetivos: Los objetivos del proyecto incluyen la eliminación de riesgos de lesiones para los trabajadores en las operaciones de soldadura donde se implementarán medidas y protocolos de seguridad. Además, se establecerán procedimientos estandarizados para que se realicen soldaduras homogéneas. También se conseguirá mejorar la eficiencia y la calidad de las soldaduras, lo que contribuirá a la linealización de la producción y la reducción de tiempos. Y, por último, se implementarán tecnologías de soldadura avanzadas y se optimizarán los procesos para reducir los costes y mejorar la competitividad de la empresa.

02 LISTADO DE LOS RECURSOS A UTILIZAR

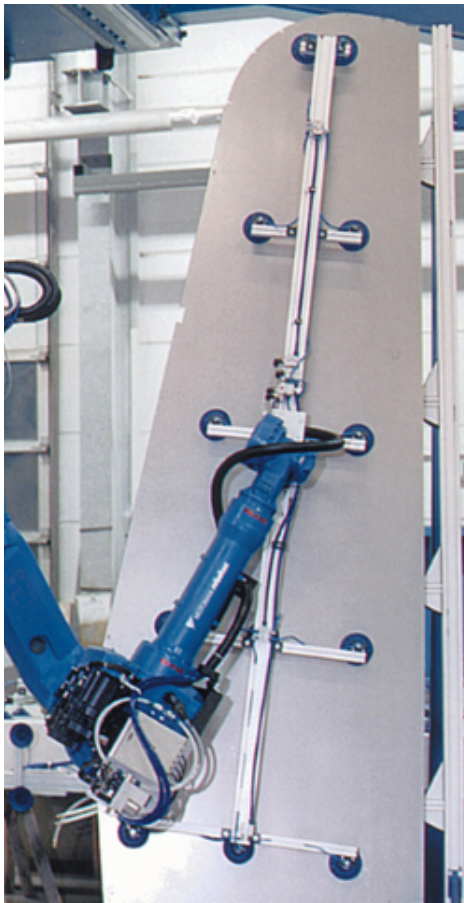
Solución propuesta: La célula de soldadura es un entorno altamente automatizado diseñado para optimizar el proceso de fabricación del chasis. En su configuración, se implementan cuatro robots especializados en soldadura para asegurar una unión precisa y uniforme de las piezas. Además, se incorporan dos robots equipados con ventosas para la eficiente colocación de las piezas en posición. El desplazamiento de los chasis se realiza a lo largo de un raíl, garantizando una secuencia ordenada y continua en el proceso de soldadura, el cual está suministrado por dos cintas transportadoras que alimentan el proceso con las piezas a acoplar. Para garantizar la seguridad de los operadores, la célula está completamente vallada con una verja de protección y con una puerta de acceso controlada. Este diseño integral proporciona un entorno controlado y eficiente para la ejecución precisa de las operaciones de soldadura en la fabricación del chasis.

LISTA DE MATERIALES

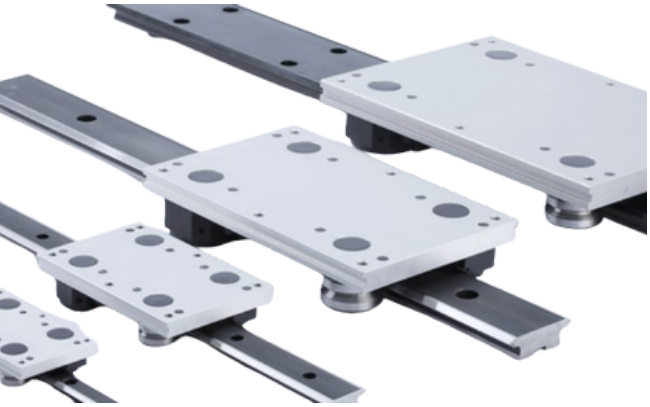
El brazo robótico **Comau Smart 5 NJ 130-2-6,** destaca por sus 6 ejes, una carga útil de 130 kg y un alcance de 2616 mm. Con una repetibilidad de 0.07 mm y un peso aproximado de 1050 kg, este robot es especialmente adecuado para procesos de soldadura. Su repetibilidad garantiza una precisión elevada en las operaciones de soldadura.

El brazo robótico **ABB-IRB-6700-205-2-80**, cuenta con seis ejes, destaca por su carga útil de 205 kg y un alcance de 2800 mm. Con una repetibilidad de 0.05 mm y un peso aproximado de 1260 kg. Su capacidad de carga y alcance permiten la manipulación eficiente de piezas grandes y pesadas en procesos de soldadura y hacen que sea especialmente idóneo para aplicaciones de colocación de piezas.

Un **sistema de sujeción de vacío por ventosas** diseñado a medida de **Schmalz**, permite realizar manipulaciones a gran velocidad, garantizando eficiencia en los tiempos de producción. Además, ofrecen una notable precisión en la colocación de piezas, asegurando alineaciones perfectas en operaciones de ensamblaje. La flexibilidad neumática de estos equipos facilita su integración en una variedad de trabajos y aplicaciones industriales. Al optar por desarrollar el sistema a medida, se maximiza la adaptabilidad a las necesidades específicas de la aplicación, permitiendo una mayor eficiencia y optimización en los procesos. Además, al utilizar esta técnica en robots, se destaca su eficiencia energética, contribuyendo a la sostenibilidad y reduciendo los costes operativos en comparación con otros sistemas de sujeción.

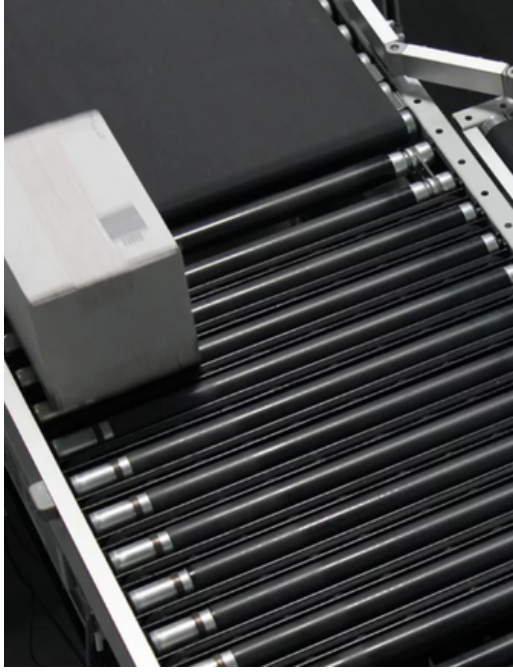


La herramienta de soldadura para robots **Fronius MTB500i**, destaca por su eficiencia mejorada en la soldadura robotizada, ofreciendo características como un registro detallado de datos de soldadura a través del software WeldCube Premium. Además, la simulación avanzada con Pathfinder y la programación offline reducen los tiempos de preparación, permitiendo la continuidad del trabajo sin interrupciones. Además el servicio de Fronius facilita el cambio de componentes, lo que afecta de manera directa a un aumento significativo la productividad.



Las **guías lineales en V GV3** de **HepcoMotion**, utiliza rodillos en V sobre perfiles de acero endurecido, destaca por su versatilidad y fiabilidad, ofreciendo alta precisión, rigidez, capacidad de carga, velocidad y durabilidad, además de su fácil instalación y mantenimiento.

El **Vallado Serie 3000 de FERAX**, destaca como una opción robusta y resistente para asegurar celdas industriales y maquinaria especial. Cumple con rigurosas normativas europeas, garantizando un entorno seguro, y su resistencia a impactos y envejecimiento asegura una durabilidad a largo plazo. El premontaje de todos los componentes facilita una rápida instalación y lo convierte en una elección sólida para entornos industriales dinámicos. La adaptabilidad de los paneles de malla, y la presencia de puertas batientes reforzadas añaden flexibilidad y practicidad a este sistema.



Las **cintas transportadoras automáticas Dematic**, destacan por su eficiente flujo automático, integración con subsistemas, arquitectura reconfigurable y capacidad de escalabilidad, lo que asegura una gestión fluida y adaptable. El seguimiento preciso, conectividad IoT y reducción de manipulación manual garantizan un transporte eficiente y seguro de las piezas del chasis del vehículo dentro de la célula de automatización.

Los **Sensores de Proximidad Inductivos Telemecanique OsiSense XS** destacan en el sector de la automatización gracias a su tecnología de alto rendimiento, capaz de detectar objetos metálicos hasta a 20 mm de distancia. Con opciones enrasadas y no enrasadas, cuerpos cortos y largos, y versiones PNP y NPN, estos sensores ofrecen versatilidad y fácil integración con PLC y controladores. Su capacidad para detectar objetos de metal de hasta 60 mm, mediante un oscilador con devanados, garantiza una detección precisa y sin contacto, contribuyendo a la eficiencia y fiabilidad de los procesos automatizados.

*Anexo I: Tabla de Costes aproximados para Materiales

03 FASES DEL PROYECTO

FASES DEL POC

FASE 1: Aprendizaje y Recopilación de Información (12/11/2023 - 22/12/2023)

- Investigación Inicial y Estudio de Viabilidad (12/11/2023 - 22/12/2023): Exploración profunda de tecnologías de soldadura, requisitos específicos del chasis y evaluación minuciosa de la viabilidad técnica y económica del proyecto.

FASE 2: Planificación y Diseño (27/11/2023 - 10/12/2023)

- Análisis de Requisitos y Diseño Conceptual (27/11/2023 - 03/12/2023): Identificación precisa de los requisitos y desarrollo de un diseño conceptual sólido.
- Diseño Detallado (04/12/2023 - 10/12/2023): Desarrollo detallado del diseño, especificación de componentes clave (robots, herramientas, protecciones...) y selección de materiales.

FASE 3: Simulación y Pruebas (11/12/2023 - 31/12/2023)

- Simulación Virtual y Validación (11/12/2023 - 27/12/2023): Uso de herramientas de simulación para modelar y validar virtualmente el proceso de soldadura.
- Pruebas Iniciales (28/12/2023 - 31/12/2023): Ejecución de pruebas iniciales y ajustes según los resultados obtenidos sobre el modelo virtual.

FASE 4: Optimización y Documentación (27/11/2023 - 11/01/2024)

- Optimización de la simulación (01/01/2024 - 07/01/2024): Implementación de mejoras basadas en los resultados de las pruebas, ajuste de parámetros y tiempos de ejecución para optimizar el rendimiento del proceso.
- Documentación del Proyecto y entregables (27/11/2024 - 11/01/2024): Creación detallada de la documentación que incluye manuales de operación para asegurar la eficiencia operativa del proyecto, y desarrollo de la presentación a mostrar a los clientes.

FASE 5: Entrega y exposición del proyecto (11/01/2024 – 12/01/2024)

- Entrega del proyecto (11/01/2024): Recopilación de todos los documentos necesarios para la entrega del proyecto.
- Exposición del proyecto (12/01/2024): Exposición oral en el aula para la explicación y posterior valoración del trabajo realizado.

PS: A lo largo de la prueba de concepto se irá documentando el proceso, y recopilando toda la información necesaria para volcarla en los documentos finales y redactar los entregables.

FASES DE LA IMPLEMENTACIÓN

FASE 6: Implementación y Formación (15/01/2024 - 10/03/2024)

- Formación del Personal (15/01/2024 – 10/03/2024): Realizar una formación, tanto teórica como práctica al realizar las pruebas en planta para tener personal cualificado.
- Preparación del Espacio de Trabajo (15/01/2024 - 04/02/2024): Acondicionamiento del área de trabajo, instalación de infraestructuras necesarias y asegurar la zona.
- Montaje de Equipos y Robots (05/02/2024 - 25/02/2024): Instalación y configuración de los robots de soldadura, sistemas de transporte, y demás equipos esenciales.
- Integración de Sistemas (26/02/2024 - 10/03/2024): Conexión y sincronización de los diferentes sistemas, asegurando la comunicación fluida entre robots, estaciones y dispositivos.

FASE 7: Pruebas y Ajustes Finales (11/03/2024 - 31/03/2024)

- Pruebas de Funcionalidad (11/03/2024 - 17/03/2024): Ejecución de pruebas integrales para verificar el funcionamiento conjunto de todos los componentes.
- Ajustes y Optimizaciones Finales (18/03/2024 - 31/03/2024): Realización de ajustes precisos basados en los resultados de las pruebas, garantizando el rendimiento óptimo y la eficacia del sistema.

04 ESPECIFICACIÓN DE CRITERIOS Y PARÁMETROS

1. Optimización de Tiempos: La célula deberá lograr una **reducción del tiempo de producción en un 25%.** El criterio de éxito implica cumplir con los tiempos de ciclo planificados y alcanzar una producción diaria de un mínimo de 200 chasis.

2. Eficiencia Operativa: La célula de soldadura deberá **mejorar la eficiencia en un 20%** respecto a métodos convencionales, esto se verá reflejado en la reducción del tiempo de producción. El criterio de éxito es que la célula realice al menos un 95% de las soldaduras planificadas sin interrupciones significativas.

3. Reducción de Fallos: Se buscará **disminuir la tasa de fallos en las soldaduras en un 15%** para evaluar la eficacia en este aspecto. El criterio de éxito es alcanzar una tasa de fallos inferior al 2% en las soldaduras realizadas por la célula.

4. Costes Competitivos: El proyecto apunta a un **ahorro de costes del 15%** respecto a los costes actuales. El criterio de éxito es mantener un coste por soldadura inferior a 5€, considerando materiales y mano de obra.

5. **Seguridad Laboral:** Se busca una **reducción del 30% en incidentes** relacionados con la soldadura. El criterio de éxito es alcanzar cero incidentes de seguridad en el área de soldadura durante el periodo de trabajo.

6. Fiabilidad del Sistema: La célula debe lograr una **disponibilidad del sistema del 98%.** El criterio de éxito implica garantizar que la célula esté operativa al menos el 98% del tiempo planificado.

CÁLCULO DEL ROI ANUAL

1. **Ahorro anual por soldadura: 37.500€**
2. **Ahorro por sustitución de trabajadores: 360.000€**
3. **Ahorro total: 397.500€**
4. **ROI Total: 26,5%**

Considerando todos los parámetros, el ROI anual es del 26,5%. Esto implica que la inversión inicial se recuperaría en aproximadamente 4 años.

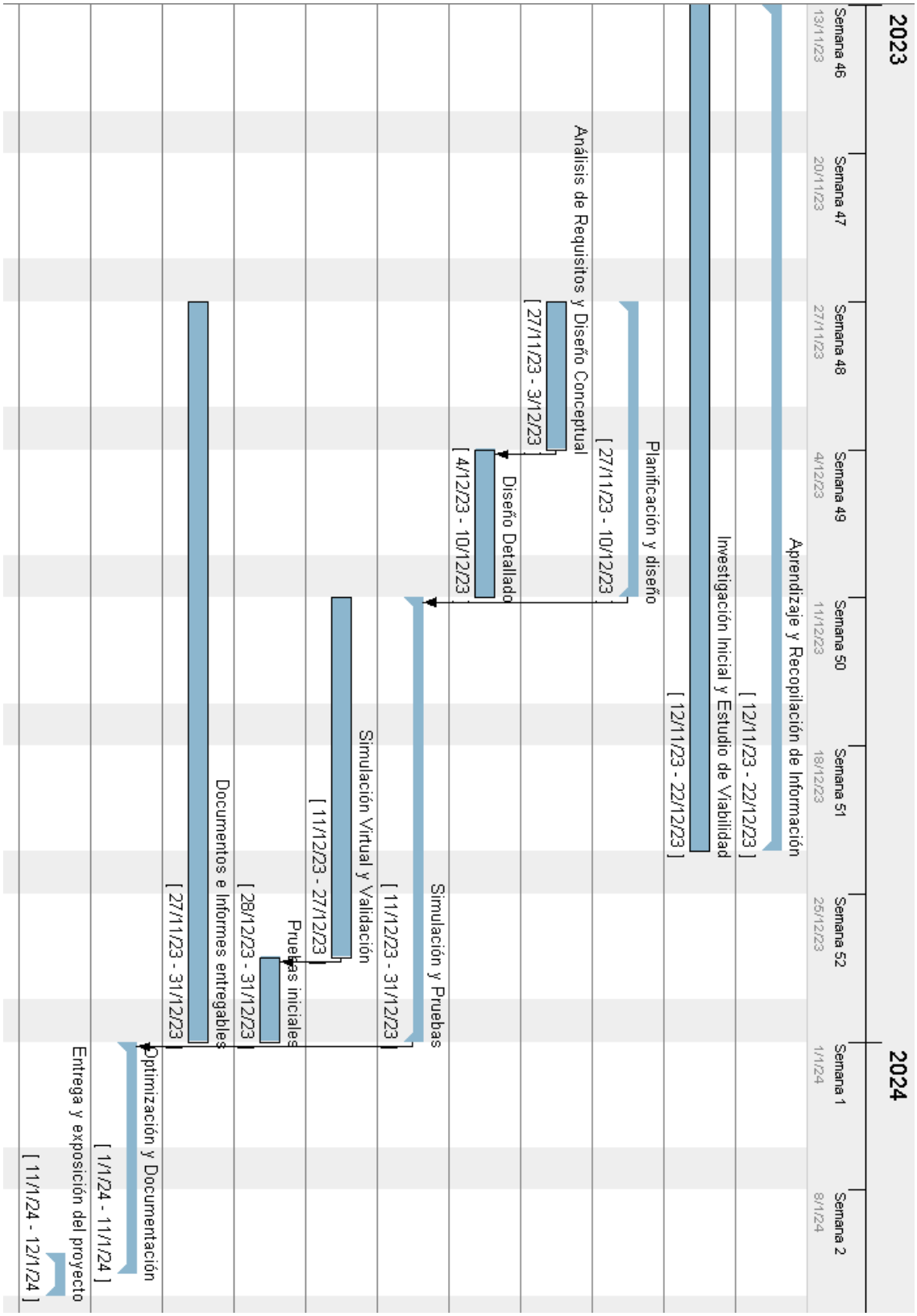
*Anexo II: Cálculos completos del ROI anual

05 ESTABLECIMIENTO DEL ALCANCE Y CRONOGRAMA

Límites y restricciones: El proyecto de implementación de la célula de soldadura automatizada se enfrenta a diversos límites y restricciones que deben gestionarse de manera cuidadosa para garantizar su éxito. Establecer un límite financiero para la inversión inicial, abordar restricciones de espacio físico en la planta, y asegurar la capacitación eficiente del personal son desafíos clave. La integración fluida con sistemas existentes y el cumplimiento de normativas de seguridad y medio ambiente son obligatorios para la puesta en marcha de este, al igual que minimizar las interrupciones en el ciclo de producción durante la implementación para evitar que la planta esté paralizada. La resistencia al cambio por parte de los trabajadores, la gestión del mantenimiento y reparación, y la adaptabilidad a posibles cambios en el diseño del chasis son factores cruciales a la hora de la durabilidad en el tiempo del proyecto. Por último, la dependencia de proveedores y la necesidad de gestionar cuidadosamente la cadena de suministro son consideraciones esenciales en este proceso. La superación efectiva de estos desafíos será decisiva para el éxito del proyecto.

Alcance del proyecto: La implementación de la célula de soldadura automatizada tiene un gran alcance positivo, mejorando la eficiencia y seguridad laboral. Beneficia a los trabajadores al liberarlos de tareas de alto riesgo y monótonas fomentando roles más especializados, sin embargo, podría generar inquietudes entre los trabajadores sustituidos y afectar negativamente a los trabajadores especializados en el ámbito de la soldadura industrial. A nivel empresarial, fortalecerá la competitividad al reducir costes y mejorar la calidad del producto, beneficiando tanto a la compañía como a sus clientes.

DIAGRAMA DE GANTT



Link para acceder al documento completo del diagrama de Gantt

06 CONCLUSIONES Y RESULTADOS ESPERADOS

En conclusión, el proyecto de implementación de la célula de soldadura automatizada presenta una **oportunidad** significativa **para mejorar la eficiencia, calidad y seguridad en la producción** de las partes del chasis de los vehículos. Sin embargo, la gestión cuidadosa de los límites y restricciones, desde la inversión inicial hasta la adaptación a cambios en el diseño del chasis, es crucial para el éxito del proyecto. Posibles mejoras incluirían un enfoque proactivo en la gestión del cambio, estrategias avanzadas de mantenimiento predictivo y una mayor flexibilidad en la adaptación a modificaciones en el diseño de los chasis. Además, explorar tecnologías emergentes y soluciones de cadena de suministro más robustas podría potenciar aún más la eficacia y competitividad del proyecto a largo plazo. A todo esto se le puede sumar la ampliación de este tipo de línea de montaje para todo el conjunto del chasis de manera que se unifique todo en un mismo proceso y obtener un mayor control y homogeneidad sobre el producto.

07 REFERENCIAS Y ANEXOS

https://www.comau.com/en/competencies/robotics-automation/robot-team/nj-130-2-6/

https://robodk.com/robot/es/Comau/Smart5-NJ-130-2-6

https://search.abb.com/library/Download.aspxDocumentID=3HAC080365-001&DocumentPartId=

https://www.robotusados.es/abb-irb-6700-irc5-controller-208-2800

https://www.schmalz.com/es-es/tecnologia-de-vacio-para-la-robotica/

https://www.fronius.com/es-es/spain/tecnologia-de-soldadura/informacion-del-producto/sistemas-de-asistencia-para-robots

https://www.hepcomotion.com/es/producto/guias-lineales/gv3-guias-lineales-en-v/

https://www.ferax.es/es/productos/protecciones-industriales/vallado-industrial

https://www.dematic.com/es-es/products/conveyor/

https://www.jobted.es/salario/soldador

https://periodismodelmotor.com/beneficio-obtiene-marca-coche-vendido/197348/

https://es.rs-online.com/web/p/sensores-de-proximidad/6956726?gb=s

ANEXO I: Tabla de costes aproximados para materiales

PRODUCTO	UNIDADES	COSTE/UD	TOTAL
Comau Smart 5 NJ 130-2-6	4	150.000€	600.000€
ABB-IRB-6700-205-2-80	2	200.000€	400.000€
Sistema de sujeción de vacío por ventosas	2	5.000€	10.000€
Fronius MTB500i	4	1.000€	4.000€
Guías lineales en V GV3	2	3.000€	6.000€
Vallado Serie 3000 de FERAX	2	10.000€	20.000€
Cintas transportadoras automáticas Dematic	2	5.000€	10.000€
Sensores Inductivos Telemecanique OsiSense XS	3	40€	120€

TOTAL 1.050.120€

ANEXO II: Cálculos completos del ROI anual

DATOS:
Coste total aproximado: 1.500.000€
Coste de cada soldadura actualmente: 5,75€
Ahorro por cada soldadura: 15%
Trabajadores suplidos: 12
Sueldo medio anual de un soldador en España: 30.000€

Ahorro soldadura= Coste de soldadura por chasis * Ahorro por chasis
Ahorro por chasis = 5,75€ * 0.15 = 0.86€

Ahorro anual soldadura = Ahorro soldadura * Chasis diarios * Días laborables
Ahorro anual chasis = 0.86€ * 200 * 250 = 37.500€

Ahorro por trabajadores = Sueldo anual * Trabajadores suplidos
Ahorro por trabajadores = 30.000€ * 12 = 360.000€

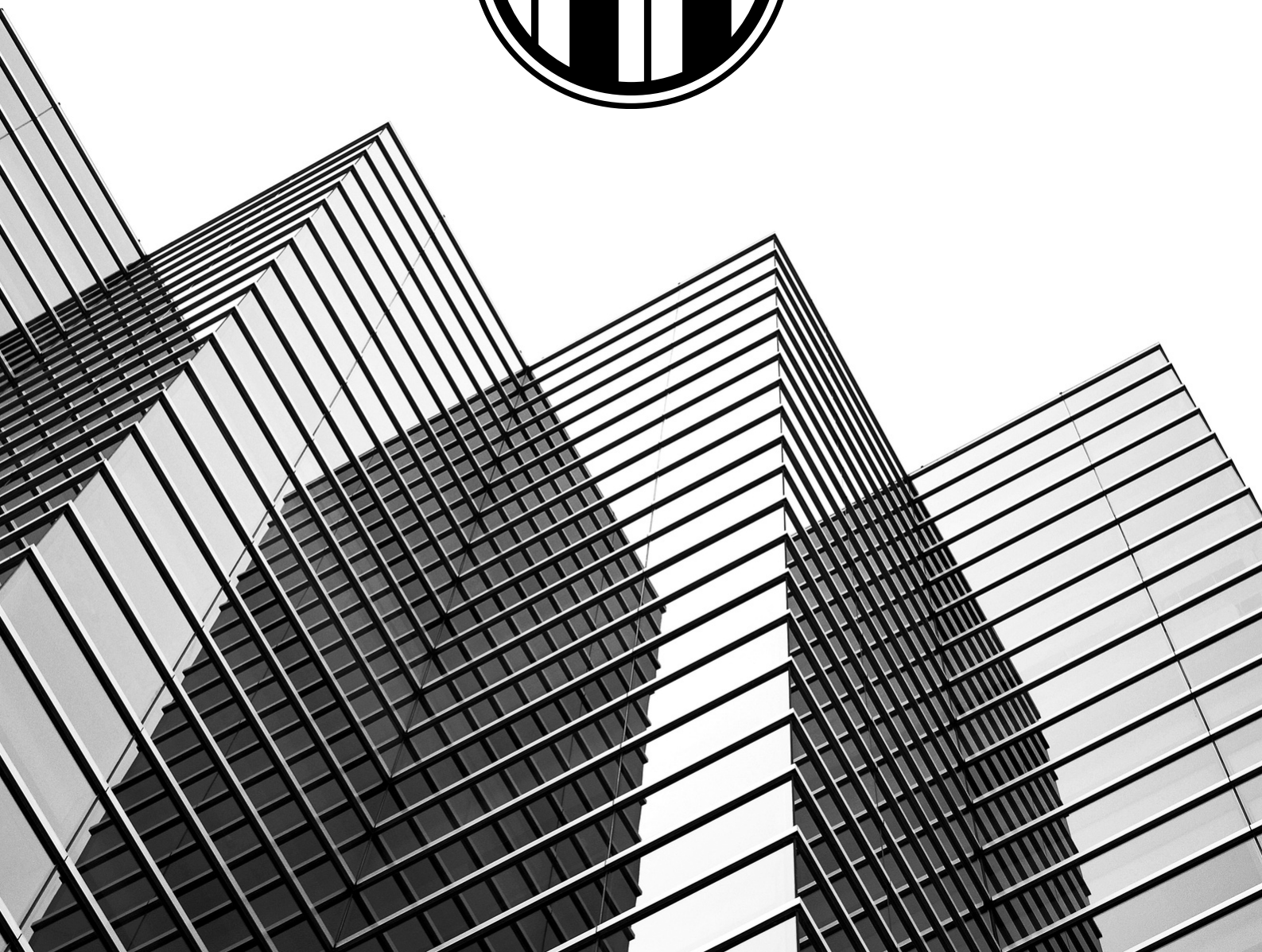
Ahorro total = Ahorro anual soldadura + Ahorro por trabajadores
Ahorro total = 37.500€ + 360.000€ = 397.500€

ROI Total = (Ahorro total / Coste del proyecto) * 100
ROI Total = (397.500€ / 1.500.000€) * 100 = 26,5%

El ROI que se ha calculado solo toma como datos de beneficio aquellos que son directos del proyecto, si tenemos en cuenta el beneficio extra del aumento significativo de la producción diaria, tomando como dato que Audi genera una media de beneficio de 3.402€/coche, y ajustamos el suplemento del gasto de mantenimiento de los equipos, el ROI ha obtener podría ascender exponencialmente, en el mejor de los casos en los que la marca fuera capaz de vender todos los vehículos extra de la producción, la inversión inicial se recuperaría en menos de 1 año, pero siendo más realistas y aproximando que el impacto del proyecto sobre las ventas aumente en un 10%, se conseguiría el retorno de la inversión inicial en 2 años aproximadamente.

B1 Group

ENERO 2024

PRUEBA DE CONCEPTO

Jose Luis Galán | Alberto Andrés | Gonzalo Albelda | Gonzalo Martín