

INFORME PROYECTOS— 2023

**INDUSTRIAL LAB 5.0 2023 - PILOTO DEMOSTRADOR DE CENTROS
DE PRODUCCIÓN DESLOCALIZADOS EN RED**

Informe de resultados

Número de proyecto: 22300014

Expediente: IMAMCA/2023/2

Duración: Del 01/01/2023 al 31/12/2023

Coordinado en AIDIMME por: José Luis Sánchez

AIDIMME
INSTITUTO TECNOLÓGICO



GENERALITAT
VALENCIANA

iVACE
INSTITUTO VALENCIANO
DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

AIDIMME
INSTITUTO TECNOLÓGICO

ÍNDICE

ÍNDICE.....	1
1. INTRODUCCIÓN	1
2. OBJETIVOS MARCADOS.....	2
3. ACTIVIDADES REALIZADAS	3
3.1- PROCESADO DE METALES CON FABRICACIÓN ADITIVA.....	3
3.2- UTILIZACIÓN DE ROBOT MÓVIL EN LÍNEA DEMOSTRATIVA.....	4
3.2.1- COMPONENTES.....	5
3.2.2- SISTEMA DE LOCALIZACIÓN	7
3.2.3- SISTEMA DE COMUNICACIÓN	7
3.2.4- SECUENCIA DE TRABAJO AMR	8
3.2.5- MAPEO ZONA DE TRABAJO	8
3.2.5- PUNTOS PROGRAMADOS	9
3.3- GEMELO DIGITAL DE LA LÍNEA DEMOSTRATIVA	11
4. RESULTADOS	19

1. Introducción

En la anualidad de 2022, se desarrolló un piloto demostrador en el que se muestra la interoperabilidad entre dos centros de producción deslocalizados físicamente y conectados mediante una red digital. El objeto de este piloto demostrador era promover y difundir a las empresas de la Comunidad Valenciana de los sectores metalmecánico, mueble y madera, el uso de las tecnologías habilitadoras que permiten alcanzar el paradigma de la fábrica inteligente y los beneficios que se pueden obtener mediante la digitalización de los procesos.

Para ello, se consideraron a modo demostrativo, dos centros de producción. Uno ubicado en las instalaciones de AIDIMME en Valencia, y otro ubicado en las instalaciones de FEMPA en Alicante. Estos centros de producción serán también meros demostradores de tecnologías avanzadas de producción relacionadas con el paradigma de la fábrica inteligente.

Durante el año 2022 se instalaron los siguientes demostradores:

- Fabricación aditiva (FA)
- Robótica
- Realidad virtual/Realidad aumentada (RV/RA).

En la anualidad 2023 se plantea el desarrollo de aplicaciones que utilicen dichos demostradores sobre tecnologías de digitalización, a partir de los resultados obtenidos en diversos proyectos de I+D relacionados con las mismas y ejecutados por AIDIMME en anualidades anteriores. Las tecnologías implicadas son las siguientes: robótica industrial y/o colaborativa, fabricación aditiva, visión artificial, realidad virtual y aumentada, gemelo digital y analítica de datos.

2. Objetivos marcados

Los objetivos específicos para la anualidad 2023 son los siguientes:

- Mostrar las posibilidades de una tecnología de Fabricación Aditiva que procese metales
- Mostrar opciones de automatización de procesos logísticos internos, utilizando robots móviles
- Desarrollar el gemelo digital de la línea demostrativa automatizada, que permita visualizar y controlar diversas variables de funcionamiento

3. Actividades realizadas

3.1- Procesado de metales con fabricación aditiva



Se ha instalado en el demostrador una tecnología de fabricación aditiva metálica que utiliza polvo como materia prima, conocida en inglés por las siglas (PBF-LB/M). Tecnología con 300W de potencia y plato de 200mm de diámetro permite la fabricación de piezas complejas con altas densidades para la fabricación de prototipos y productos finales capaces de cumplir las más altas restricciones mecánicas. Es posible procesar materiales como el aluminio o aleaciones de Titanio ya que esta preparada para el procesamiento de materiales muy reactivos. En estos momentos está calibrada para el procesamiento de aceros que simplifica la operativa y postprocesos de la materia prima.

3.2- Utilización de robot móvil en línea demostrativa

En el demostrador de fabricación inteligente se ha incorporado un robot móvil con la finalidad de transportar piezas plásticas fabricadas con tecnología aditiva como es el cuerpo y la tapa para el montaje del USB, así como las piezas metálicas a los alimentadores de la línea demostrativa. Dichas piezas se encuentran almacenadas en gavetas en la sala contigua y cuando sea necesario recargar alguno de los alimentadores se solicitará al robot móvil que realice la acción correspondiente.

Por otra parte, el robot móvil también es encargado de recoger USB ensamblados de la línea de demostración y llevarlos a la estantería de almacenaje, este proceso se realiza cuando sea requerido por el usuario o cuando el almacén que está dentro de la línea se llene.



3.2.1- Componentes

El conjunto del vehículo está compuesto por los siguientes elementos:

- **AMR 300XS:** vehículo de navegación SLAM con una precisión de parada de +/- 5 mm, una carga soportable de 300 Kg y una velocidad máxima de 1.5 m/s. Para un funcionamiento seguro posee un láser de seguridad en cada una de las esquinas opuestas de modo que le permite percibir aquellos obstáculos que se crucen en su camino.



- **UR5e y controladora:** robot colaborativo con un alcance de 850 mm y una carga útil soportable de 5 Kg. Equipado con una pinza en el extremo de su brazo para permitir coger y depositar elementos en cualquier tipo de superficie. La controladora se encuentra situada en el interior de la caja, entre el AMR y el robot colaborativo. Permite llevar a cabo las acciones del robot, haciendo de punto de comunicación entre PLC externo y AMR. Alimentado con 48V a partir de la batería del AMR y conectado al sistema de setas de seguridad del propio vehículo.



- **Punto de acceso Phoenix Contact FL WLAN 1100:** situado en la parte trasera del AMR, permite comunicar el controlador del UR con el PLC externo para recibir las señales que permitan iniciar las misiones de trabajo.



- **Sistema de seguridad:** AMR posee dos láseres de seguridad activa para evitar colisiones, uno en la esquina izquierda de la parte delantera, y otro en la esquina opuesta de la parte trasera. Los campos de seguridad del AMR trabajan de forma inteligente, ya que va adaptando las trayectorias que realice el vehículo para evitar paradas innecesarias.



A su vez, dispone de un sistema de seguridad pasivo como son las setas de parada de emergencia, el conjunto posee un total de 3 setas de seguridad. Dos en el AMR (parte delantera y parte trasera), y una sobre la mesa que soporta el UR5e. Con cualquiera de ellas se bloquea tanto el movimiento del AMR como el del UR.



- **Luces de señalización luminosa:** los diferentes colores que emite el AMR nos permiten conocer el estado del vehículo, y cuál es su función en cada uno de los momentos. La luz naranja nos indica que el AGV está en reposo, la luz azul que está en movimiento, la morada que está detenido por culpa de un obstáculo, y finalmente la roja cuando existe algún tipo de error o anomalía.



- **Sistema de alimentación:** La carga del AMR se realiza a través de su punto de carga mediante enchufe doméstico. Este cargador está anclado al suelo para evitar el desplazamiento de este, y que el AMR tenga problemas para encontrarlo. El AMR se auto posiciona una vez ha detectado el cargador, entra con una velocidad reducida hasta el punto de contacto y empieza la transferencia de electricidad.



3.2.2- Sistema de localización

El AMR 300XS utiliza un sistema de navegación SLAM en el visualiza todos los elementos disponibles en un ambiente para guardarlos como referencia y posteriormente utilizarlos para localizarse y saber exactamente en qué posición se encuentra. Es por ello por lo que posee una gran importancia el hecho de evitar realizar grandes cambios en el ambiente por donde navega el vehículo, ya que puede conducir a fallos de navegación, malas precisiones de parada o movimientos inesperados y erróneos del robot.

3.2.3- Sistema de comunicación

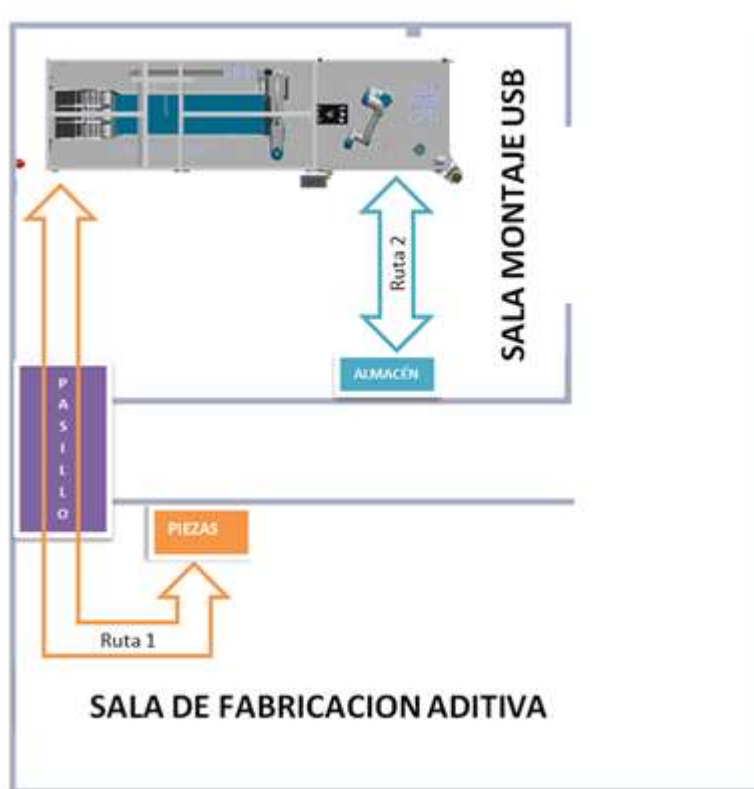
Para la comunicación entre todos los elementos del sistema, nos encontramos que es el controlador del UR5e el que hace de punto de unión entre todos ellos. De esta forma nos permite comunicar al PLC externo con el AMR y hacerle llegar misiones de forma continua.

La conexión entre UR5e y AMR se realiza a través de MODBUS, pasando la información a través de un cable ethernet desde el vehículo hasta el robot. Por otro lado, la comunicación entre PLC externo y UR5e se lleva a cabo a través de Profinet, y para hacer esto posible ha sido necesaria la instalación de un punto de acceso externo que nos permita la comunicación. Es internamente en el programa del UR donde se

configuran las variables de forma que la información llegue a todos los componentes de este sistema.

3.2.4- Secuencia de trabajo AMR

La imagen a continuación describe la secuencia de trabajo que debe realizar el AMR:

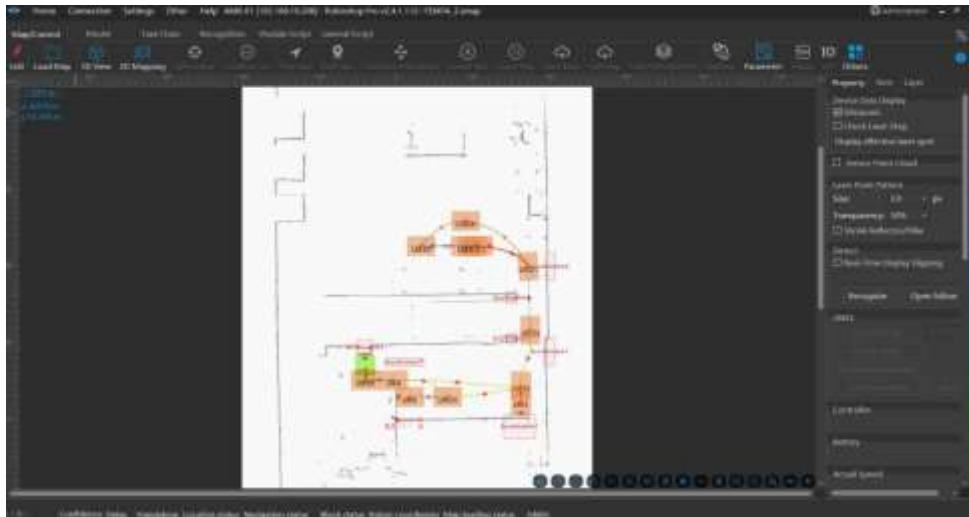


- **Ruta 1:** recoge la gaveta necesaria con piezas fabricadas para recargar en el alimentador correspondiente. La petición de recargar piezas la realiza el usuario en el momento más oportuno.
- **Ruta 2:** Cuando exista un número determinado de USBs montados en este caso más de dos, el usuario puede solicitar al AMR que se acerque a la zona de entrega de USBs para que el robot UR que está dentro de la línea deposite en la gaveta dos piezas, una vez depositadas el AMR regresa la gaveta con piezas a la zona del almacén. Cuando el almacén dentro del demostrador está lleno el AMR realizará la misma ruta previamente solicitada por el usuario y recogerá todas las piezas montadas.

3.2.5- Mapeo zona de trabajo

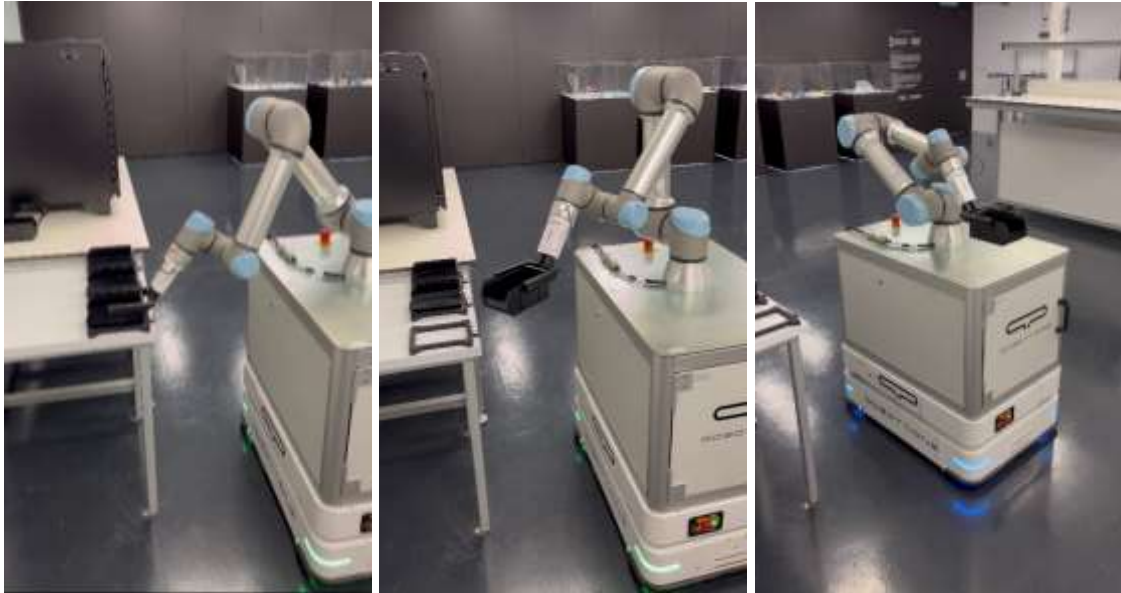
En la siguiente imagen se muestra el mapeo realizado de la zona de trabajo, en la cual se pueden observar los puntos correspondientes a cada recorrido.

- **Recargar piezas:** Los tres puntos de recogida de piezas (tapa, pen y cuerpo) dentro de la sala de fabricación aditiva contigua y el punto desde que el robot móvil recarga los alimentadores de dentro de la línea.
- **Recogida de piezas fabricadas:** El punto de recogida de la gaveta vacía en el almacén y el punto de recogida de las piezas fabricadas dentro del demostrador.

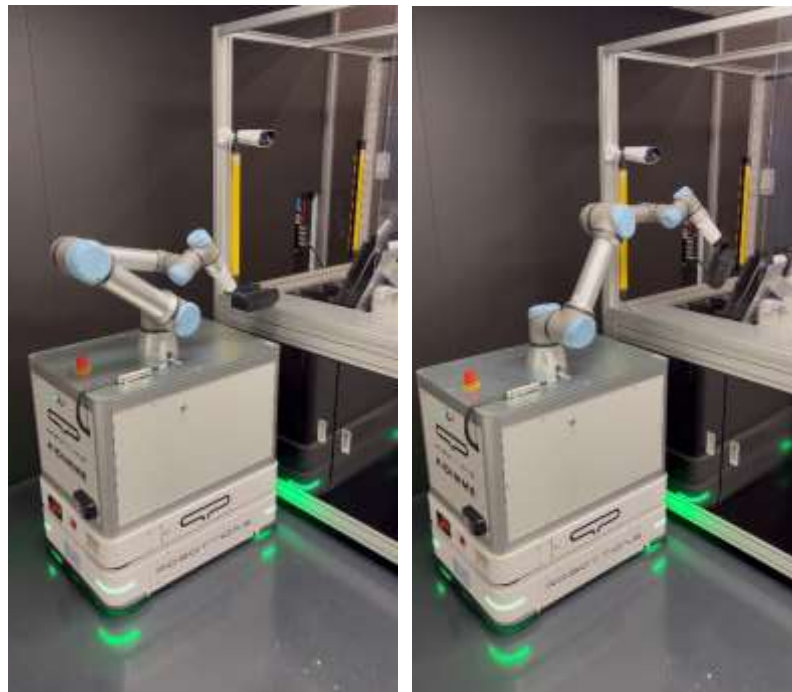


3.2.5- Puntos programados

- Punto de recogida de piezas, salsa de fabricación aditiva.



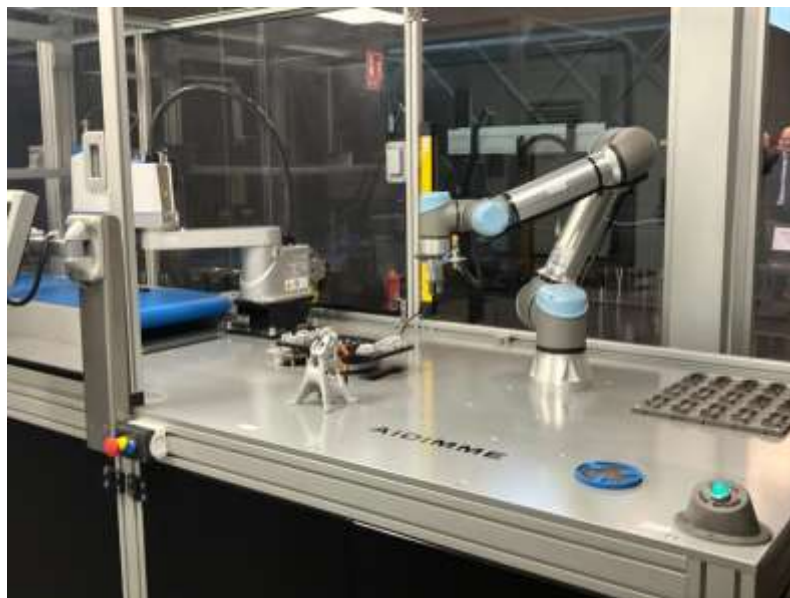
- Punto para recargar alimentadores.



- Punto de recogida y dejada de gaveta del almacén.



- Punto de recogida de USBs montados.



3.3- Gemelo digital de la línea demostrativa

Se ha desarrollado un gemelo digital en RV, accesible desde las gafas Meta Quest

adquiridas en el proyecto.

Desde este gemelo digital se puede visualizar e interactuar con la línea.

El gemelo digital permite acceder al estado de la misma en tiempo real, modificar desde determinados parámetros de la línea física, como la velocidad.

También permite simular el comportamiento de la misma, con distintas configuraciones de velocidades.

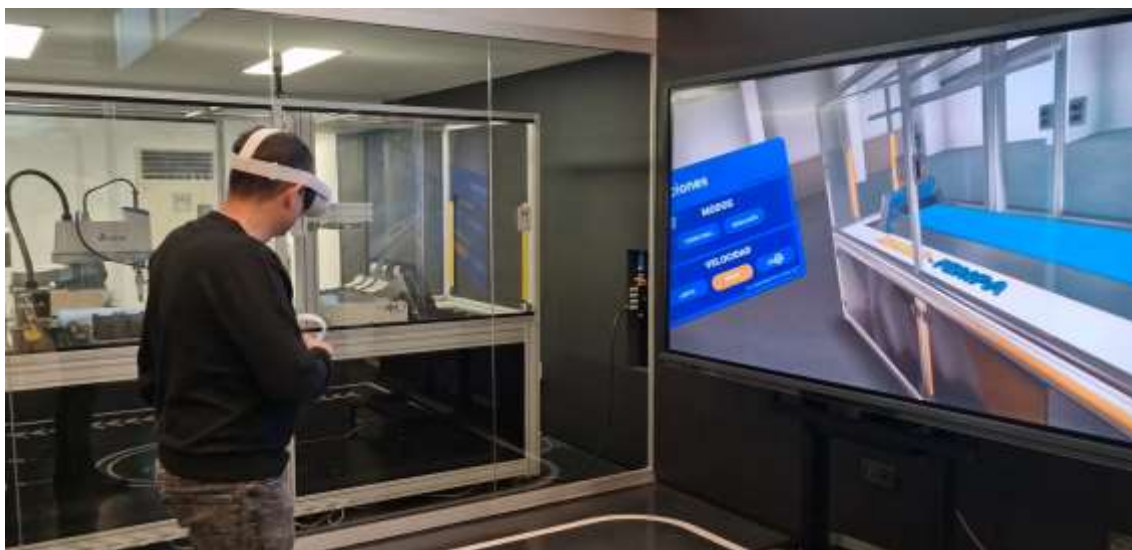


Visualización de la línea desde el gemelo digital con paneles de variables de la línea y variables de producción.





Interacción con diversos elementos de la línea



Cambio de modo simulación y tiempo real y cambio de velocidad de la línea



Visualización de las variables de la línea en tiempo real y variables de producción

Para la realización del gemelo digital en RV se ha utilizado el entorno de Unity3D, un motor multiplataforma de realización de videojuegos y de aplicaciones de RV

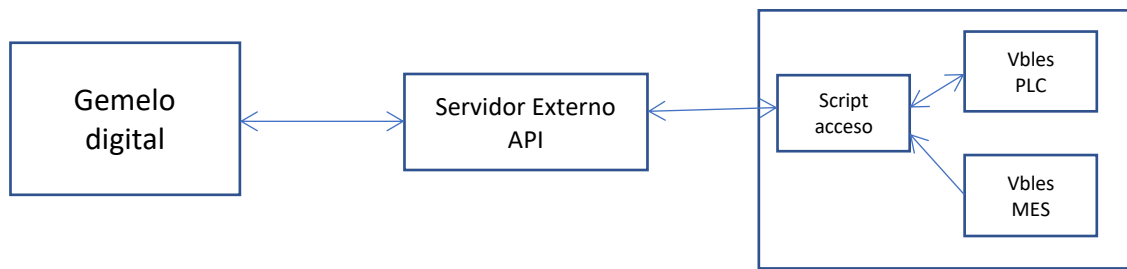
Para ellos se ha partido de un modelo 3D de la línea:



Para las comunicaciones, se han creado diversos endpoints, a los que se acceden desde

el gemelo digital, que permiten acceder a datos provenientes del PLC, estado actual de la línea, y a datos del MES integrado (Dooet), datos de producción, siguiendo el siguiente esquema.

Esquema comunicaciones



Variables OPCUA del PLC

- Barrera de seguridad Alimentadores
- Barrera de seguridad UR
- Pulsador UR
- Estado UR
- Estado Scara
- Estado Alimentador 1
- Estado Alimentador 2
- Estado Alimentador 3
- Estado servo cinta
- Escáner de seguridad
- Estado puertas de seguridad
- VELOCIDAD DE LA CINTA
- Piezas Procesadas UR
- Piezas Procesadas CAMARA
- Piezas Procesadas SCARA

EndPoints a los que se accede desde el gemelo digital

- Obtención de los datos de la línea en tiempo real

<http://dpdesarrollo.aidimme.es/fempa/api/dato>

Este endpoint devuelve un json como el siguiente:

```

id: 1
fecha: "2023-10-04 09:58:56"
linea:
  fecha: "2023-10-04 09:58:56"
  velocidad_linea: 2
  num_piezas_A: 0
  num_piezas_B: 0
  num_piezas_C: 0
  calidad_pieza: 65.4
  pulsador_UR: 0
  estado_camara: 0
  estado_UR: 0
  estado_marcha_UR: "parado"
  estado_scara: 0
  barrera_seguridad_alimentadores: 1
  barrera_seguridad_UR: 1
  escaner_seguridad: 1
  estado_puertas_seguridad: 1
  estado_alimentador_1: 0
  estado_alimentador_2: 0
  estado_alimentador_3: 0
  estado_cinta: 0
  velocidad_alimentador_1: 186
  velocidad_alimentador_2: 183
  velocidad_alimentador_3: 182
  velocidad_cinta: 32
produccion:
  fecha: "2023-10-04 09:59:04"
  OEE: 64.5
  piezas_hora: 75
  tiempos_parada: 65
  tiempos_disponibilidad: 650
  microparos: 35
  paradas_mantenimiento: 32

```

Lo campos del json son:

De la linea:

- velocidad_linea 1,2,3
- num_piezas_A Número de piezas de tipo A (cuerpo) reconocidas
- num_piezas_B Número de piezas de tipo B (pen) reconocidas
- num_piezas_C Número de piezas de tipo C (tapa) reconocidas
- calidad_pieza Porcentaje de la calidad de la pieza que acaba de reconocer la cámara (0..100)
- pulsador_UR 0,1 pulsador entrega pieza se mantiene en 1 hasta que la pieza entregada
- estado_camara 0,1 apagada/encendida
- estado_UR 0 parado 1 marcha 2 reducido robot que monta la llave USB
- estado_marcha_UR parado / montando cuerpo / montando tapa / montando usb / paletizando / entregando
- estado_scara 0 parado 1 marcha robot del medio... el que coge piezas pieza del alimentador
- barrera_seguridad_alimentadores 0 malo 1 bueno 0-> salta la alarma y pasa a estado reducido
- barrera_seguridad_UR 0 malo 1 bueno 0-> salta la alarma y pasa a estado reducido
- escaner_seguridad 0 malo 1 bueno
- estado_puertas_seguridad 0 malo 1 bueno
- estado_alimentador_1 0 parado 1 marcha motores para que funcionen los alimentadores de piezas de tipo A... 2 B, 3 C
- estado_alimentador_2 0 parado 1 marcha
- estado_alimentador_3 0 parado 1 marcha
- estado_cinta 0 parado 1 marcha
-
- velocidad_alimentador_1 valor en rpm (de 0..1000 rpm) aprox 180 rpm
- velocidad_alimentador_2 valor en rpm (de 0..1000 rpm) aprox 180 rpm
- velocidad_alimentador_3 valor en rpm (de 0..1000 rpm) aprox 180 rpm
- velocidad_cinta

De la producción:

- OEE, (es un porcentaje: 0..100)

- piezas_hora, (número de piezas a la hora)
- tiempos_parada, (segundos de paradas)
- tiempos_disponibilidad, (segundos de disponibilidad)
- microparos, (segundos de microparos)
- paradas_mantenimiento (segundos de paradas de mantenimiento)

Estos valores se adquieren tanto del PLC de la línea como del sistema MES que se ha implantado (Dooet)

- cambiar la velocidad de la línea

[http://dpdesarrollo.aidimme.es/fempa/api/configuracion/cambio/\[velocidad\]](http://dpdesarrollo.aidimme.es/fempa/api/configuracion/cambio/[velocidad])

En [velocidad] se indica la velocidad a que se quiere poner la línea (1/2/3)

Este endpoint cambia la velocidad y devuelve un texto como que se ha cambiado la velocidad

- obtener la simulacion de los OEE según la velocidad

[http://dpdesarrollo.aidimme.es/fempa/api/simulacion/\[velocidad\]](http://dpdesarrollo.aidimme.es/fempa/api/simulacion/[velocidad])

En [velocidad] se indica la velocidad de la que se quiere obtener la simulación (1/2/3)

Se devuelve un json con la velocidad y los datos de OEE para la simulación:

JSON	Datos sin procesar	Cabeceras
Guardar	Copiar	Contraer todo
Expandir todo	Filtrar JSON	
velocidad_linea:	3	
▼ produccion:		
OEE:	67.5	
piezas_hora:	79	
tiempos_parada:	69	
tiempos_disponibilidad:	644	
microparos:	46	
paradas_mantenimiento:	32	

4. Resultados

Los resultados del proyecto son tres nuevos demostradores, montados en las instalaciones de FEMPA, manteniéndose la sala de control, montada en las instalaciones de AIDIMME, con los equipos de comunicación necesarios para mostrar la conexión digital entre ambos centros.

Demostrador de tecnologías de fabricación aditiva (FA). En este demostrador se ha instalado un equipo de fabricación aditiva que procesa materiales metálicos.

Demostrador de tecnologías de fabricación inteligente. Se ha complementado la línea de producción automatizada, diseñada para montar memorias USB, con un robot móvil AMR que integra un brazo robótico UR 5 a bordo, para la manipulación de las piezas a transportar.

Demostrador de RA/RV. En el demostrador se ha implementado el gemelo digital de la línea de producción anterior, así como aplicaciones relacionadas con seguridad y prevención de riesgos.



Nueva máquina de fabricación aditiva



Aplicación de realidad virtual

AIDIMME

INSTITUTO TECNOLÓGICO

Domicilio fiscal —

C/ Benjamín Franklin 13. (Parque Tecnológico)
46980 Paterna. Valencia (España)
Tlf. 961 366 070 | Fax 961 366 185

Domicilio social —

Leonardo Da Vinci, 38 (Parque Tecnológico)
46980 Paterna. Valencia (España)
Tlf. 961 318 559 - Fax 960 915 446

aidimme@aidimme.es

www.aidimme.es