INFORME PROYECTOS— 2024

INTERFACES HMI PARA EL CONTROL DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN DE MÁQUINAS MEDIANTE LENGUAJE NATURAL "VOZES"

Informe: "Final de Resultados"

Expediente: IMAMCA/2024/2

Coordinado en AIDIMME por: Juan del Agua Navarro

GENERALITAT VALENCIANA
IVACE+i INSTITUTO VALENCIANO DE COMPETITIVIDAD E INNOVACIÓN
AIDIMME INSTITUTO TECNOLÓGICO

ÍNDICE

1 INTRODUCCIÓN. OBJETIVOS DEL PROYECTO 1

2 DESARROLLO DEL PROYECTO. ACTIVIDADES REALIZADAS 3

2.1 ANÁLISIS DE NECESIDADES Y DEFICIENCIA EN LA INTERACCIÓN H-M EN SISTEMAS DE INFORMACIÓN DE MÁQUINAS. 3

2.1.1 INTRODUCCIÓN A LOS SISTEMAS DE CONTROL Y MONITORIZACIÓN DE PROCESOS 3

2.1.2 SISTEMAS DE CONTROL MES (MANUFACTURING EXECUTION SYSTEM) 4

2.1.3 INTERACCIONES DE UN OPERARIO CON UN SISTEMA MES 5

2.1.4 REGISTRO DE INCIDENCIAS 9

2.1.5 MOTIVOS PARA ERRORES O NO COMPLETAR LA INFORMACIÓN 10

2.2 DEFINICIÓN DE REQUISITOS DE LA NUEVA INTERFAZ BASADA EN INTERPRETACIÓN DEL LENGUAJE NATURAL. 12

2.3 DEFINICIÓN DE ELEMENTOS DEL SISTEMA Y SUS INTERACCIONES. 13

2.3.1 METODOLOGÍA PARA LA DEFINICIÓN DE ELEMENTOS DEL SISTEMA 13

2.3.2 APLICACIÓN DE LA MATRIZ QFD 13

2.3.3 INTERACCIÓN ENTRE LOS ELEMENTOS DEL SISTEMA 16

3 RESULTADOS OBTENIDOS 18

4 RESUMEN Y CONCLUSIONES 19

5 ANEXOS Y BIBLIOGRAFÍA 20

1 Introducción. Objetivos del proyecto

El objetivo general del proyecto es investigar sobre interfaces HMI para el control de los sistemas de información de máquinas basadas en la interpretación del lenguaje natural, que faciliten la captura de datos manuales de cualquier proceso de fabricación.

Este tipo de investigación plantea un objetivo importante para mejorar la eficiencia y la precisión de las operaciones industriales, ya que busca evitar la pérdida de información que, normalmente, se produce cuando existe una gran dependencia de la disponibilidad humana para su registro en los sistemas de información de control de procesos.

Este proyecto se enmarca en las investigaciones que AIDIMME está realizando en los últimos años, relativas al desarrollo de sistemas de interacción Humano-Máquina (H-M) que simplifiquen y faciliten el uso a personal no experto en tecnología (personal de fábrica) de sistemas, máquinas o dispositivos que forman parte del paradigma de la industria 4.0 o la fabricación inteligente. En concreto, el proyecto se centra en investigar el problema de cómo aplicar tecnologías de reconocimiento de voz y de interpretación del lenguaje natural para que el operario pueda interactuar con sistemas de información de control de máquina o proceso. Además, requiere del desarrollo de sistemas de control y APIs que permitan la comunicación bidireccional de la nueva interfaz y los sistemas de información de máquina.

Los sistemas información para el control de proceso (por ejemplo, los “Manufacturing Execution System”, más conocidos por sus siglas MES), están cada vez más extendidos en la industria, ya que permiten monitorizar el estado de una máquina, proceso u órdenes de fabricación. Las fuentes de datos de estos sistemas son señales automáticas procedentes de sensores externos o del propio controlador del proceso/máquina, y datos que deben ser introducidos manualmente por los operadores del proceso. Esta dependencia de la introducción manual de datos por parte del operario hace que, la mayor parte de sistemas de control generen resultados incorrectos o bien directamente se queden con registros sin rellenar por falta de tiempo del operario (tiempo para ir a un punto de la fábrica donde hay un teclado y escribir información de alguna incidencia), desvirtuando la utilidad de estos.

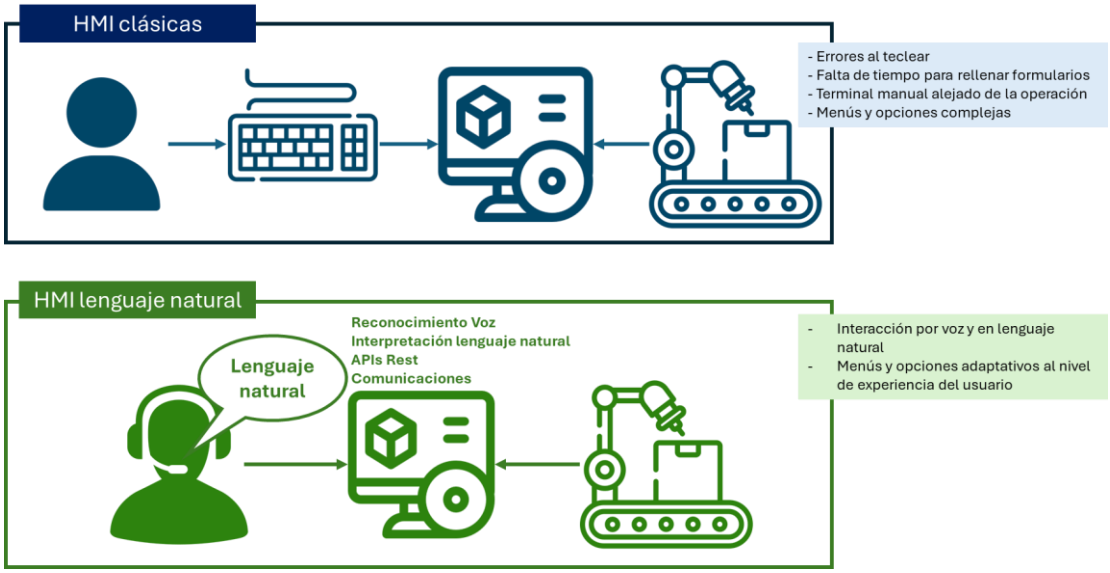

Figura 1.- Comparativa entre interfaces H-M actuales y el desarrollo del proyecto

Por tanto, el proyecto se enfoca a entornos industriales con procesos monitorizados mediante sistemas tipo MES, donde la captura de datos manual por parte de un operario provoca errores u omisión de información. Esta descripción encaja tanto con PYMES industriales con procesos de fabricación automatizados, como con grandes empresas industriales.

2 Desarrollo del proyecto. Actividades realizadas

2.1 Análisis de necesidades y deficiencia en la interacción H-M en sistemas de información de máquinas.

2.1.1 Introducción a los sistemas de control y monitorización de procesos

Los sistemas de información para el control y la monitorización de máquinas y procesos industriales han evolucionado significativamente con el avance de la digitalización y la Industria 4.0. Estos sistemas permiten la supervisión en tiempo real, la toma de decisiones basada en datos y la optimización de la eficiencia operativa en entornos industriales. Entre las principales funciones de este tipo de sistemas se encuentran las siguientes:

1. Adquisición de datos: Captura de información de sensores, dispositivos IoT y máquinas.
2. Procesamiento y almacenamiento: Uso de bases de datos y sistemas en la nube para gestionar grandes volúmenes de datos.
3. Visualización y análisis: Dashboards, gráficos y reportes para interpretar el estado de los procesos.
4. Control en tiempo real: Implementación de sistemas SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) y PLCs (Programmable Logic Controllers) para la automatización.
5. Seguridad y trazabilidad: Registro de eventos y accesos para garantizar integridad y cumplimiento normativo.

Este tipo de sistemas de información pueden procesar diversos tipos de datos, por ejemplo:

- Datos en tiempo real: Variables como temperatura, presión, velocidad y consumo energético.
- Históricos: Registros de producción, fallos y mantenimiento.
- Alarmas y eventos: Notificaciones sobre condiciones anómalas en los procesos.
- Datos operacionales y de negocio: Información integrada con ERP y MES para la toma de decisiones estratégicas.

Dentro de los diferentes tipos de sistemas de información para el control y monitorización de procesos, los sistemas MES han cobrado gran importancia en la última década. Un Sistema MES (Manufacturing Execution System) es un software especializado que actúa como puente entre la planificación estratégica (a través de sistemas ERP) y las operaciones reales en la planta de producción. Su misión es controlar, monitorear y gestionar los procesos de producción en tiempo real.

En el presente proyecto se toma como sistema de información referencia el caso de uso de los sistemas MES, ya que se considera que reflejan perfectamente la problemática sobre la que el proyecto pretende aportar nuevas soluciones tecnológicas.

2.1.2 Sistemas de control MES (Manufacturing Execution System)

El principal objetivo de un sistema MES es calcular y mostrar el Overall Equipment Effectiveness (OEE) es un indicador clave en la gestión de la productividad en entornos industriales.

La fórmula general del OEE es:

$$OEE = Disponibilidad \times Rendimiento \times Calidad$$

Se utiliza para evaluar la eficiencia operativa de una máquina o proceso y se basa en tres factores principales: Disponibilidad, Rendimiento y Calidad.

1. Disponibilidad (AAA)

La disponibilidad mide el tiempo efectivo de operación en comparación con el tiempo planificado. Se calcula como:

$$Disponibilidad = \frac{Tiempodeoperación}{Tiempoplanificado}$$

- Tiempo de operación: Tiempo total disponible menos paros no planificados.
- Tiempo planificado: Tiempo total de producción programado.

2. Rendimiento (PPP)

El rendimiento evalúa la eficiencia con la que una máquina opera en relación con su capacidad teórica.

$$Rendimiento = \frac{(Unidadesproducidas \times Tiempodecicloideal)}{Tiempodeoperación}$$

- Unidades producidas: Cantidad total de piezas fabricadas.
- Tiempo de ciclo ideal: Tiempo mínimo teórico necesario para producir una unidad.

Otra forma común de calcularlo es:

$$Rendimiento = \frac{Producciónreal}{Producciónteórica}$$

Donde:

- Producción real: Unidades efectivamente fabricadas.
- Producción teórica: Cantidad máxima de unidades que se podrían haber producido en condiciones óptimas.

3. Calidad (QQQ)
Este indicador mide la proporción de productos buenos respecto al total de productos fabricados.

$$Calidad = \frac{Unidadesbuenas}{Unidadesproducidas}$$

- Unidades buenas: Productos sin defectos.
- Unidades producidas: Total de unidades fabricadas.

Para poder calcular estos indicadores el sistema necesita recoger datos e información de diversas fuentes:

- Máquinas y Equipos: Datos de rendimiento, tiempos de ciclo, paradas y fallos.
- Sensores: Información sobre temperatura, presión, velocidad, etc.
- Sistemas de Control: Información de sistemas SCADA y PLCs.
- Operarios: Datos manuales sobre incidencias, ajustes y cambios en el proceso.

Justamente en las interacciones de un operario como fuente de datos del sistema es donde se producen errores o ineficiencias que hacen que los resultados e información generada por este tipo de sistemas sea errónea o incompleta.

2.1.3 Interacciones de un operario con un Sistema MES

El operario interactúa con el sistema MES a través de interfaces de usuario diseñadas para permitir la entrada y consulta de datos. Se describen a continuación los principales tipos de consultas o registros de información que pueden darse en un sistema tipo MES. Para la generación de ejemplos que evidencien las conclusiones de este análisis se han empleado capturas de pantalla de un sistema MES de desarrollo propio de AIDIMME , denominado software PLAMSA.

2.1.3.1 Registro de Datos de Producción

El operario puede tener que ingresar en el sistema datos sobre:

- Inicio y Fin de Operaciones: Registro de tiempos de inicio y finalización de cada tarea.
- Incidencias: Reporte de problemas o interrupciones en el proceso.

- Ajustes de Máquina: Cambios en configuraciones o parámetros de operación.

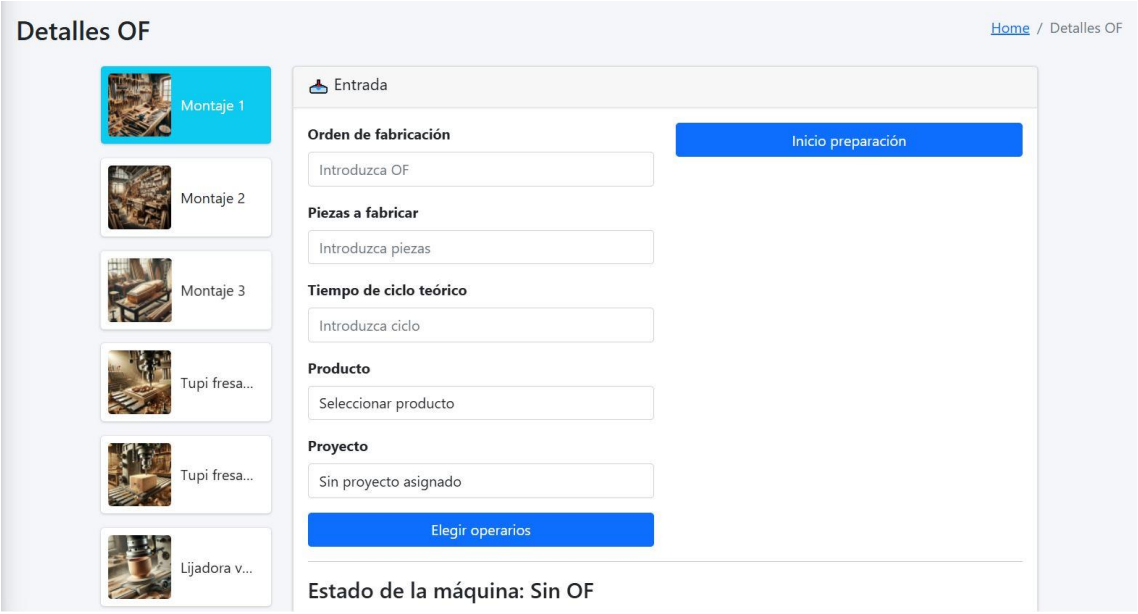

Figura 2.-Ejemplo de registro de información de una orden de fabricación

2.1.3.2 Monitorización proceso en Tiempo Real

Un operario puede utilizar el sistema MES para consultar información sobre:

- El Estado de las Máquinas: Verificar el funcionamiento y detectar anomalías.
- Órdenes de Trabajo: Acceder a instrucciones y prioridades de producción.
- Indicadores: Revisar métricas de rendimiento y calidad en tiempo real.

Figura 3.-Ejemplo de pantalla de consulta de información (i)

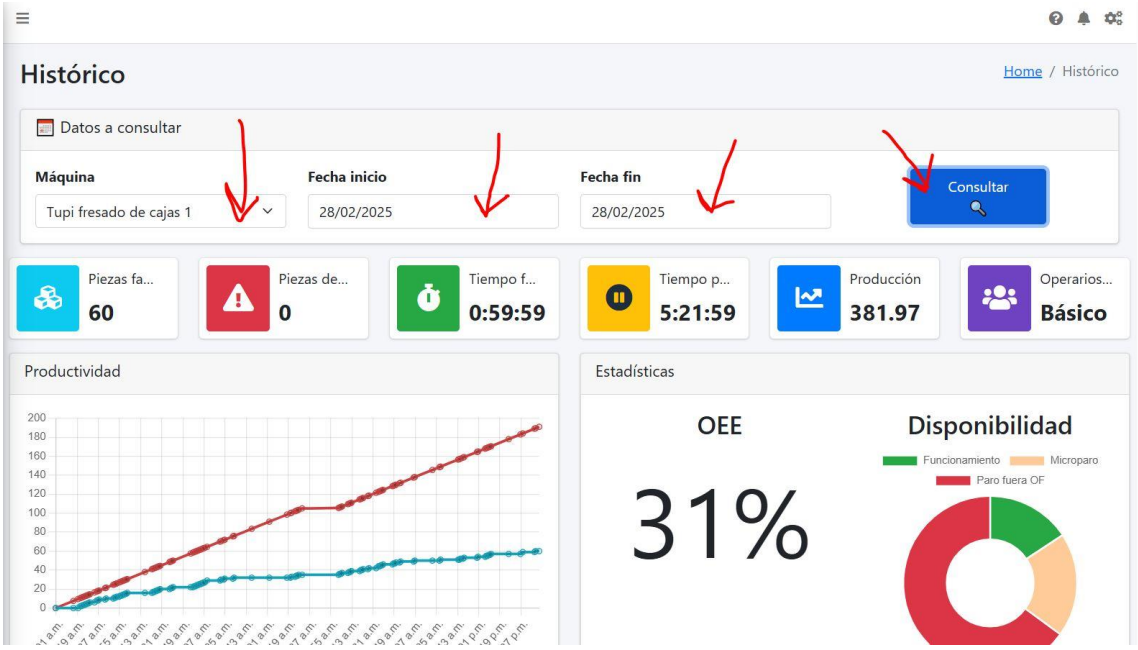

Figura 4.-Ejemplo de pantalla de consulta de información (ii)

2.1.3.3 Gestión de Calidad

El operario puede tener que registrar datos e información para:

- Registrar Inspecciones: Documentar resultados de controles de calidad.
- Reportar Defectos: Ingresar detalles sobre productos no conformes.
- Realizar Ajustes: Modificar parámetros de producción para corregir desviaciones.

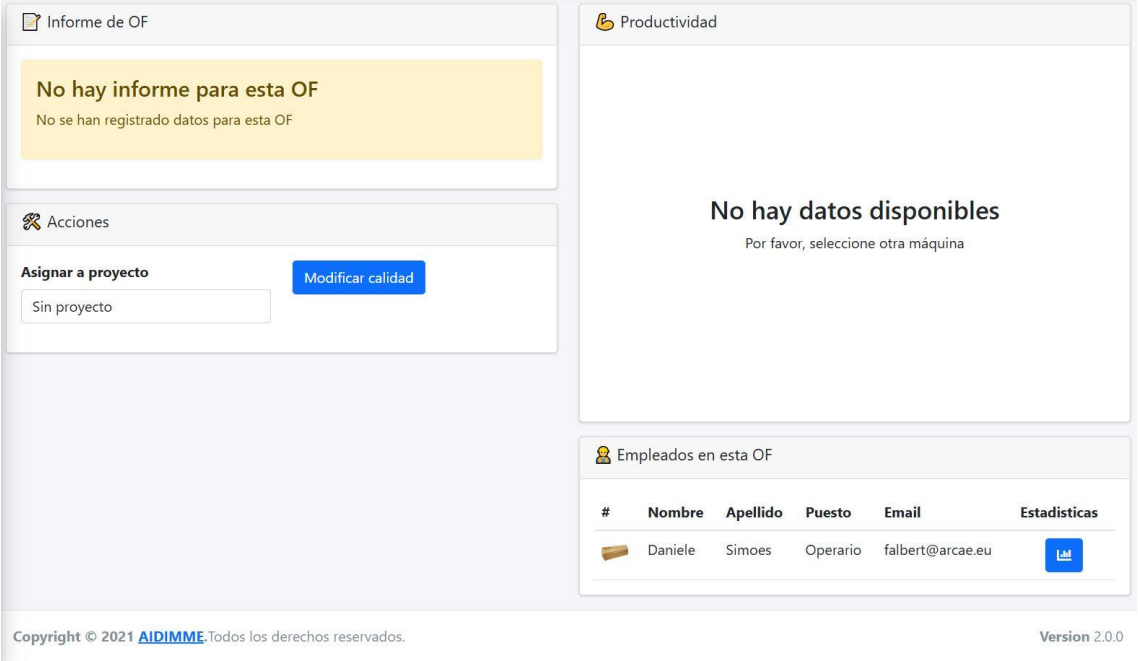

Figura 5.-Ejemplo de pantalla de registro de calidad

2.1.3.4 Mantenimiento y Trazabilidad

Según el tipo de sistema MES y su integración con otro tipo de áreas de una fábrica, un operario puede interactuar en el área de mantenimiento de las siguientes formas:

- Programar Mantenimiento: Planificar y registrar actividades de mantenimiento preventivo.
- Rastrear Materiales: Seguir el movimiento y uso de materiales a lo largo del proceso.
- Generar Informes: Crear reportes detallados sobre la producción y el rendimiento.

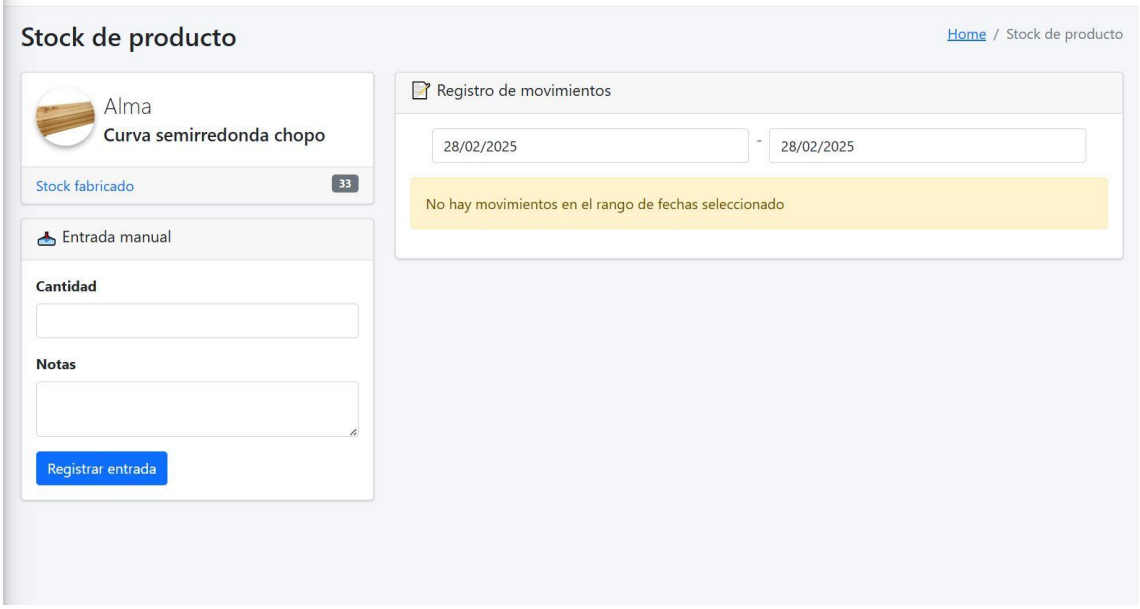

Figura 6.-Ejemplo de pantalla de movimiento de materiales

2.1.4 Registro de incidencias

El registro de incidencias por parte del operario requiere de una entrada de datos manual más intensiva que en otras categorías. Además, que este registro se haga de forma correcta y fiel a la realidad es muy importante ya la gestión y análisis posterior de estas incidencias dependen de la calidad de este tipo de registros.

En un sistema MES, las incidencias pueden clasificarse en varias categorías, cada una de las cuales requiere que un operario proporcione información específica. A continuación, se detallan algunas de las categorías más comunes y la información que debe registrarse.

1. Paradas de Máquina
Se trata de incidencias relacionadas con la detención inesperada de una máquina.
Información tipo a Registrar:

- Fecha y Hora: Momento exacto de la parada.
- Máquina Afectada: Identificación de la máquina.
- Causa de la Parada: Razón específica (e.g., fallo mecánico, falta de material).
- Duración de la Parada: Tiempo total de inactividad.
- Acciones Tomadas: Medidas adoptadas para resolver el problema.

2. Defectos de Producción
Problemas relacionados con la calidad del producto.
Información a Registrar:

- Fecha y Hora: Momento en que se detectó el defecto.
- Producto Afectado: Identificación del lote o unidad.

- Tipo de Defecto: Descripción del defecto (e.g., dimensiones incorrectas, acabado deficiente).
- Cantidad de Productos Defectuosos: Número de unidades afectadas.
- Acciones Correctivas: Medidas tomadas para corregir el defecto.

3. Problemas de Suministro
Incidencias relacionadas con la falta o retraso de materiales.
Información a Registrar:

- Fecha y Hora: Momento en que se detectó el problema.
- Material Afectado: Tipo y cantidad de material faltante.
- Proveedor: Identificación del proveedor.
- Impacto en la Producción: Descripción de cómo afecta la falta de material al proceso.
- Acciones Tomadas: Medidas adoptadas para mitigar el impacto.

4. Incidentes de Seguridad
Descripción: Situaciones que ponen en riesgo la seguridad de los operarios o el entorno de trabajo.
Información a Registrar:

- Fecha y Hora: Momento del incidente.
- Descripción del Incidente: Detalles sobre lo ocurrido.
- Personas Afectadas: Identificación de los operarios involucrados.
- Medidas de Seguridad: Acciones tomadas para garantizar la seguridad.
- Recomendaciones: Sugerencias para prevenir futuros incidentes.

2.1.5 Motivos para errores o no completar la información

Existen varios motivos por los cuales un operario puede cometer errores al rellenar los reportes de incidencias en un sistema MES, o incluso no completarlos:

1. Falta de Formación Adecuada
Los operarios no reciben la capacitación necesaria para utilizar el sistema MES correctamente. Por tanto, existe desconocimiento sobre cómo ingresar datos correctamente, lo que lleva a errores o a la omisión de información importante.

2. Complejidad del Sistema
El sistema MES puede ser demasiado complejo o no estar bien diseñado para ser intuitivo. Los operarios pueden sentirse abrumados o confundidos, lo que resulta en datos incorrectos o incompletos.

3. Falta de Tiempo

Los operarios están bajo presión para cumplir con los tiempos de producción y pueden no tener tiempo suficiente para completar los reportes. Priorizan la producción sobre la documentación, lo que lleva a reportes incompletos o no realizados.

4. Resistencia al Cambio
Los operarios pueden resistirse a adoptar nuevas tecnologías o procesos. Pueden ignorar o minimizar la importancia de los reportes de incidencias, resultando en datos faltantes o incorrectos.

5. Errores Humanos
Simplemente, los operarios pueden cometer errores al ingresar datos debido a distracciones, cansancio o falta de atención. Por tanto, la información es inexacta o queda mal registrada en los reportes.

6. Falta de Retroalimentación
No se proporciona retroalimentación a los operarios sobre la importancia de los datos que ingresan y si están correctamente generados.

Todos estos motivos justifican la necesidad de investigación en nuevas interfaces de comunicación humano-máquina, como la del presente proyecto mediante el empleo de sistemas de reconocimiento de voz e interpretación del lenguaje natural.

2.2 Definición de requisitos de la nueva interfaz basada en interpretación del lenguaje natural.

En base a las deficiencias de las interfaces humano-máquina actuales y las necesidades detectadas se ha generado un listado de requisitos a cumplir por la nueva interfaz a desarrollar.

1. Reconocimiento de Voz Preciso: La interfaz debe ser capaz de reconocer y transcribir con precisión las instrucciones verbales de los operarios, incluso en entornos ruidosos.
2. Interpretación de Lenguaje Natural: Debe comprender y procesar comandos en lenguaje natural, permitiendo a los operarios interactuar de manera intuitiva.
3. Registro Automático de Datos: La interfaz debe registrar automáticamente la información proporcionada por los operarios en el sistema MES.
4. Confirmación de Comandos: Debe proporcionar retroalimentación inmediata para confirmar que los comandos han sido entendidos y ejecutados correctamente.
5. Corrección de Errores: Debe permitir a los operarios corregir errores en los comandos de voz de manera sencilla.
6. Interfaz Intuitiva: La interfaz debe ser fácil de usar, con un diseño que minimice la curva de aprendizaje para los operarios.
7. Compatibilidad con un Sistema MES: La interfaz debe integrarse con un sistema MES existente, permitiendo la transferencia de datos sin problemas.

2.3 Definición de elementos del sistema y sus interacciones.

2.3.1 Metodología para la definición de elementos del sistema

Para la definición de los elementos de la nueva interfaz y sus interacciones se va a emplear la metodología de trabajo de la matriz QFD. Esta matriz (Quality Function Deployment) es una herramienta de planificación y gestión de la calidad que se utiliza para traducir las necesidades y expectativas de los clientes en características técnicas y operativas específicas de un producto o servicio. Esta metodología, se centra en asegurar que la "voz del cliente" se integre en todas las etapas del proceso de diseño y producción de un producto.

La matriz QFD se compone de varios elementos clave:

- Requisitos del Cliente (QUEs): Representan las necesidades y expectativas del cliente. Estos requisitos se identifican a través de investigaciones de mercado, encuestas y entrevistas.
- Características Técnicas (COMOs): Son las especificaciones técnicas y operativas que el producto o servicio debe cumplir para satisfacer los requisitos del cliente.
- Relaciones entre QUEs y COMOs: Se establecen relaciones entre los requisitos del cliente y las características técnicas, indicando la fuerza de la relación (fuerte, moderada o débil).
- Matriz de la Calidad: Es el núcleo del QFD, donde se visualizan las relaciones entre los QUEs y los COMOs. Esta matriz ayuda a priorizar las características técnicas en función de su impacto en la satisfacción del cliente.
- Evaluación de la Competencia: Comparación de las características del producto con las de la competencia para identificar áreas de mejora.
- Prioridades Técnicas: Asignación de prioridades a las características técnicas en función de su importancia relativa y su capacidad para satisfacer los requisitos del cliente.

La matriz QFD ha sido aplicada fuera del ámbito de diseño de producto, adaptándose para la definición y desarrollo de interfaces humano-máquina, por ejemplo, en el trabajo de Tang, J. et a. (2024). Se ha considerado que la matriz QFD puede ser útil en esta etapa de identificación y definición inicial de los componentes de la nueva interfaz humano-máquina (HMI) por dos razones principales:

- Permite asegurar que la interfaz se diseñe teniendo en cuenta las necesidades y requisitos identificados en fases anteriores del proyecto, alineando la solución a desarrollar con los objetivos y resultados esperados.
- Ayuda a identificar y priorizar las características técnicas más importantes para el diseño de la interfaz, garantizando que los recursos se asignen de manera eficiente.

2.3.2 Aplicación de la matriz QFD

Se toman los requisitos funcionales definidos en el apartado anterior como los QUEs que se ubican en filas horizontales en la matriz.

Requisitos Funcionales (QUEs)

1. Reconocimiento de Voz Preciso
2. Interpretación de Lenguaje Natural
3. Registro Automático de Datos
4. Confirmación de Comandos
5. Corrección de Errores
6. Interfaz Intuitiva
7. Compatibilidad con un Sistema MES

Se han identificado las características técnicas de la nueva interfaz, que dan lugar a los COMOs de la matriz (ubicados en columnas de forma vertical)

Características Técnicas (COMOs)

1. Algoritmos de Reconocimiento de Voz Avanzados
2. Procesamiento de Lenguaje Natural (PLN)
3. Integración con Bases de Datos
4. Sistema de Retroalimentación Inmediata
5. Mecanismos de Corrección de Comandos
6. Diseño de Interfaz de Usuario (UI) Amigable
7. Compatibilidad e Integración con MES
8. Pruebas en Entornos Reales

Explicación de las Relaciones

A continuación, se explican las relaciones identificadas entre los QUEs y los COMOs

1. Algoritmos de Reconocimiento de Voz Avanzados: Son esenciales para el reconocimiento de voz preciso y deben ser probados en entornos reales para asegurar su eficacia, especialmente en condiciones de un entorno industrial donde puede haber ruido de maquinaria o voces de fondo de otros operarios diferentes al usuario.
2. Procesamiento de Lenguaje Natural (PLN): Fundamental para la interpretación de comandos en lenguaje natural, teniendo en cuenta las diferentes formas de expresarse.
3. Integración con Bases de Datos: Necesaria para el registro automático de datos y la compatibilidad con un sistema MES.
4. Sistema de Retroalimentación Inmediata: Crucial para la confirmación de comandos, asegurando que los operarios reciban retroalimentación en tiempo real.
5. Mecanismos de Corrección de Comandos: Permiten a los operarios corregir errores de manera eficiente.
6. Diseño de Interfaz de Usuario (UI) Amigable: Facilita la usabilidad y minimiza la curva de aprendizaje.
7. Compatibilidad e Integración con MES: Asegura que la interfaz funcione sin problemas con un sistema MES existente.

8. Pruebas en Entornos Reales: Garantizan que la interfaz funcione correctamente en condiciones de trabajo reales.

Además de estas relaciones, se han identificado otras relaciones más débiles entre los requisitos del diseño (QUEs) y características de las partes (COMOs).

Por ejemplo, el registro automático de datos tendrá relación con la Interfaz de usuario en la medida que se evite que el usuario tenga que realizar acciones manuales.

Del mismo modo, que la interfaz sea amigable e intuitiva se logra además del propio diseño de la interfaz, con el sistema de retroalimentación, los mecanismos de corrección de comandos y como se materialice la integración con un sistema MES.

En la siguiente imagen se muestra la materialización de la matriz QFD y las relaciones entre los QUEs y los COMOs siendo los valores “3” los que indican una relación más fuerte y el valor “1” el que indica una relación más débil.

QFD Quality Function Deployment Matrix	Características de las partes - COMOs	Micrófono	1. Algoritmos de Reconocimiento de Voz	2. Procesamiento de Lenguaje Natural (PLN)	3. Integración con Bases de Datos	4. Sistema de Retroalimentación	5. Mecanismos de Corrección de Comandos	6. Interfaz de Usuario (UI)	7. Sistemas de Integración con MES	8. Pruebas en Entornos Reales	Importancia QUEs	Absoluta	Relativa
Requisitos del diseño - QUEs													
1. Reconocimiento de Voz Preciso		3	3									10	17%
2. Interpretación de Lenguaje Natural				3								10	17%
3. Registro Automático de Datos					3			1				10	17%
4. Confirmación de Comandos				1		3	3					7	12%
5. Corrección de Errores							3					5	8%
6. Interfaz Intuitiva						2	2	3	1			8	13%
7. Compatibilidad con un Sistema MES									3			10	17%
Importancia COMOs	Absoluta	3	3	4	3	5	8	4	4				
	Relativa	9%	9%	12%	9%	15%	24%	12%	12%				

Figura 7.-Matriz QFD generada

Además, se ha identificado que el tipo y modelo de micrófono empleado puede tener un impacto elevado en la funcionalidad de reconocimiento de voz preciso.

A la derecha de la matriz, se ha llevado a cabo una priorización de los requisitos, siendo los relacionados con el reconocimiento de voz, interpretación del lenguaje natural, la automatización del registro y la integración con sistemas tipo MES los más importantes.

Requisitos del diseño - QUEs	Absoluta	Relativa
1. Reconocimiento de Voz Preciso	10	17%
2. Interpretación de Lenguaje Natural	10	17%
3. Registro Automático de Datos	10	17%
4. Confirmación de Comandos	7	12%
5. Corrección de Errores	5	8%
6. Interfaz Intuitiva	8	13%
7. Compatibilidad con un Sistema MES	10	17%

Figura 8.-Priorización de requisitos

2.3.3 Interacción entre los elementos del sistema

A continuación, se describen los principales elementos de la nueva Interfaz H-M, sus principales funciones, así como los inputs que requiere cada componente, y el output que genera.

1. Micrófono
    - Función: Captura las instrucciones verbales de los operarios.
    - Input: Voz del operario.
    - Output: Señal de audio.

2. Algoritmos de Reconocimiento de Voz Avanzados
    - Función: Convierte la señal de audio en texto transcrito.
    - Input: Señal de audio del micrófono.
    - Output: Texto transcrito.

3. Procesamiento de Lenguaje Natural (PLN)
    - Función: Interpreta el texto transcrito y lo convierte en comandos comprensibles para el sistema.
    - Input: Texto transcrito de los algoritmos de reconocimiento de voz.
    - Output: Comandos interpretados.

4. Integración con Bases de Datos
    - Función: Almacena y gestiona los datos registrados por los operarios.
    - Input: Comandos interpretados del PLN.
    - Output: Datos registrados.

5. Sistema de Retroalimentación Inmediata
    - Función: Proporciona confirmación visual y/o auditiva de los comandos recibidos y ejecutados.
    - Input: Comandos interpretados del PLN.
    - Output: Confirmación visual/auditiva.

6. Mecanismos de Corrección de Comandos
    - Función: Permite a los operarios corregir errores en los comandos de voz.
    - Input: Comandos interpretados del PLN.
    - Output: Comandos corregidos.

7. Interfaz de Usuario (UI)
    - Función: Proporciona una plataforma visual para la interacción del operario con el sistema.
    - Input: Confirmación visual/auditiva del sistema de retroalimentación, comandos corregidos de los mecanismos de corrección, datos del sistema MES.

- Output: Interacción visual con el operario.

8. API de Integración con MES
    - Función: Facilita la comunicación y transferencia de datos entre la interfaz H-M y el sistema MES.
    - Input: Datos registrados de la integración con bases de datos.
    - Output: Datos del sistema MES.

En la siguiente imagen se muestra una visión conjunta e integrada de los distintos componentes de la nueva interfaz planteada, así como las interacciones entre sus elementos.

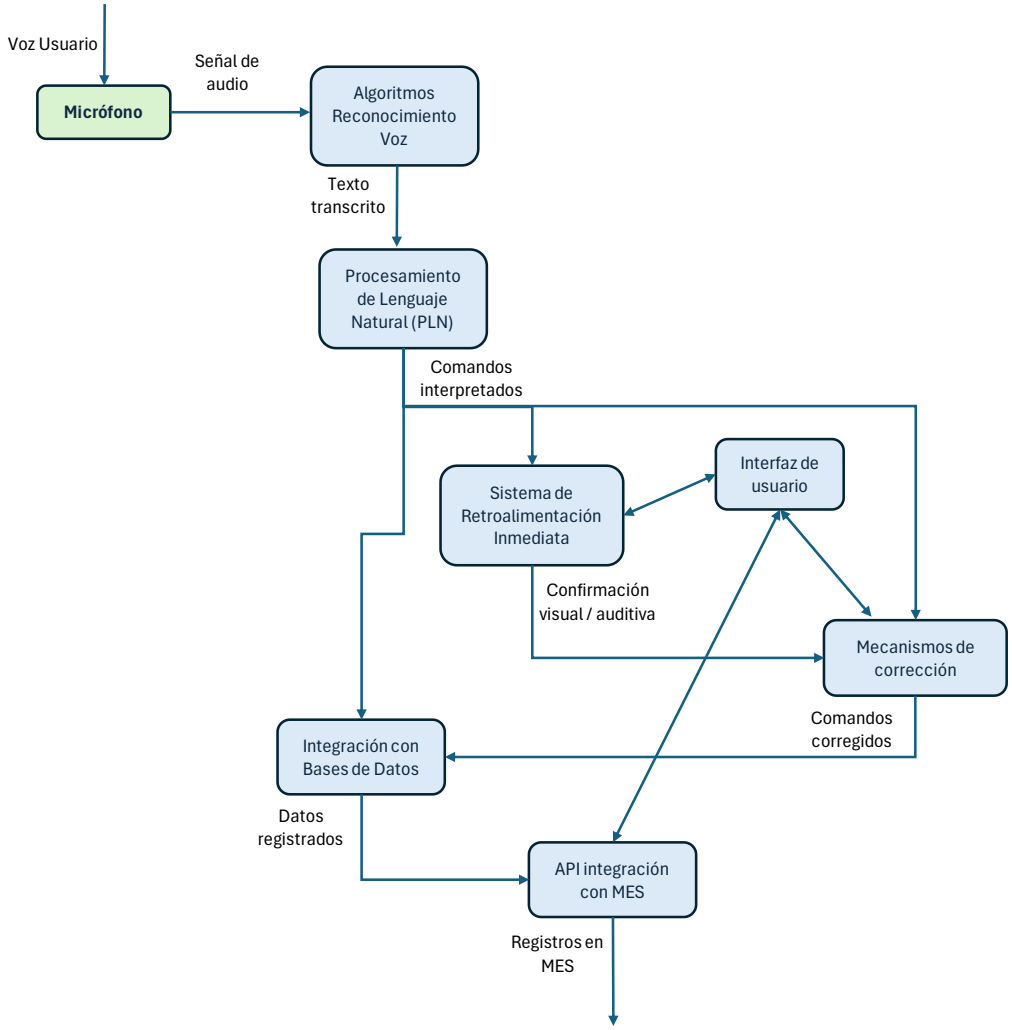

Figura 9.-Componentes de la nueva solución y sus interacciones

3 Resultados obtenidos

Mediante la ejecución de este proyecto se han obtenido tres tipos de resultados relacionados con la investigación en nuevas interfaces HMI para el control de los sistemas de información de máquinas mediante lenguaje natural.

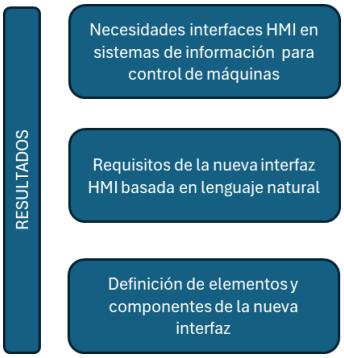

Figura 10.-Tipo de resultados generados

Se han identificado los principales motivos por los que un operario puede cometer errores o no completar los registros de información:

1. Falta de Formación Adecuada
2. Complejidad del Sistema
3. Falta de Tiempo
4. Resistencia al Cambio
5. Errores Humanos
6. Falta de Retroalimentación

Requisitos de la nueva interfaz basada en reconocimiento por voz e interpretación del lenguaje natural:

1. Reconocimiento de Voz Preciso
2. Interpretación de Lenguaje Natural
3. Registro Automático de Datos
4. Confirmación de Comandos
5. Corrección de Errores
6. Interfaz Intuitiva
7. Compatibilidad con un Sistema MES

Elementos que componen la nueva interfaz:

1. Micrófono
2. Algoritmos de Reconocimiento de Voz Avanzados
3. Procesamiento de Lenguaje Natural (PLN)
4. Integración con Bases de Datos
5. Sistema de Retroalimentación Inmediata
6. Mecanismos de Corrección de Comandos
7. Interfaz de Usuario (UI)
8. API de Integración con MES

4 Resumen y conclusiones

Con el presente trabajo se ha realizado un estudio de las necesidades y deficiencias en la interacción Humano-Máquina en sistemas de información, focalizado en el caso de los sistemas tipo MES (Manufacturing Execution System).

Estos sistemas ofrecen datos e información en tiempo real de máquinas y / o procesos de fabricación, pero requieren de forma frecuente y repetitiva registros manuales de operarios para su correcto funcionamiento. Sin embargo, durante estas acciones de registro manual de información se producen errores y omisiones que socaban el buen funcionamiento del sistema.

Se han identificado como principales razones para esta situación la complejidad de las interfaces humano-máquina, la falta de capacitación y de tiempo de los operarios, así como la resistencia al cambio.

Una nueva interfaz humano-máquina basada en el reconocimiento por voz del lenguaje natural puede ayudar a mitigar esta situación. Para ello, se han definido los principales requisitos funcionales de una solución de este tipo.

Finalmente, se han definido los principales elementos y componentes de la nueva interfaz, así como las relaciones entre ellos y los inputs / outputs de información que van a procesar.

5 Anexos y bibliografía

Tang, J., Liu, L., Yang, R., Lin, Y., & Gao, Z. (2024). QFD-Based Human-Machine Interface Design and Usability Evaluation of Digital Twin PHM System. En S. Long et al. (Eds.), *Man-Machine-Environment System Engineering* (pp. 627-635).

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