

# **IEC 61069-6**

## **Edición 2.0 2016-06**

### **NORMA INTERNACIONAL**

---

**Medición, control y automatización de procesos industriales –  
Valoración de las propiedades del sistema para fines de su  
evaluación – Parte 6: Evaluación de la operabilidad del sistema.**

COMISIÓN  
ELECTROTÉCNICA  
INTERNACIONAL



ICS 25.040.40 ISBN 978-2-8322-3448-8

**¡Advertencia! Asegúrese de obtener esta publicación de un distribuidor autorizado.**

## CONTENIDO

PREFACIO	4
INTRODUCCIÓN	7
1 Alcance	9
2 Referencias normativas	9
3 Términos, definiciones, términos abreviados, acrónimos, convenciones y símbolos	9
3.1 Términos y definiciones	9
3.2 Términos abreviados, acrónimos, convenciones y símbolos	9
4 Base de evaluación específica para la operabilidad	9
4.1 Propiedades de operabilidad	9
4.1.1 Generalidades	10
4.1.2 Eficiencia	11
4.1.3 Intuitividad	12
4.1.4 Transparencia	12
4.1.5 Robustez	13
4.2 Factores que influyen en la operabilidad	13
5 Método de evaluación	14
5.1 Generalidades	14
5.2 Definición del objetivo de la evaluación	14
5.3 Diseño y maquetación de la evaluación	14
5.4 Planificación del programa de evaluación	15
5.5 Ejecución de la evaluación	16
5.6 Informe de la evaluación	16
6 Técnicas de evaluación	16
6.1 Generalidades	16
6.2 Técnicas de evaluación analítica	17
6.2.1 Generalidades	17
6.2.2 Eficiencia	18
6.2.3 Intuitividad	18
6.2.4 Transparencia	19
6.2.5 Robustez	19
6.3 Técnicas de evaluación empírica	19
6.3.1 Generalidades	19
6.3.2 Eficiencia	19
6.3.3 Intuitividad	20
6.3.4 Transparencia	20
6.3.5 Robustez	20
6.4 Temas adicionales para las técnicas de evaluación	20
Anexo A (informativo) Lista de comprobación y / o ejemplo de SRD para la operabilidad del sistema	21
A.1 Generalidades	21
A.2 Factores resultantes del propio proceso industrial	21
A.3 Factores relacionados con la tarea de los operadores, su frecuencia, porcentaje de tiempo invertido, número de acciones requeridas, etc.	22
A.4 Factores debidos a la estrategia de control requerida	23
A.5 Factores relacionados con el diseño de la interfaz hombre-máquina	24
A.6 Influencia del lugar de trabajo en los requisitos de operabilidad	25

A.7 Factores humanos generales	25
Anexo B (informativo) Lista de control y / o ejemplo de SSD para la operabilidad del sistema	26
B.1 Información SSD	26
B.2 Puntos de control para la operabilidad del sistema	26
Anexo C (informativo) Ejemplo de lista de elementos de evaluación (información de IEC TS 62603-1)	27
C.1 Resumen	27
C.2 Propiedades de operabilidad de la interfaz hombre-máquina (HMI)	27
C.2.1 Generalidades	27
C.2.2 Hardware HMI de la sala de control: configuración del sistema	27
C.2.3 Hardware HMI de la sala de control – máquinas	28
C.2.4 Hardware HMI de la sala de control: monitores	28
C.2.5 Control sala de HMI hardware - pantallas especiales	28
C.2.6 Software HMI de la sala de control	28
C.2.7 Requisitos para la interfaz de operador local	30
C.2.8 Localización BPCS	30
Anexo D (informativo) Fase del ciclo de vida de un sistema	31
Bibliografía	32
Figura 1 - Disposición general de IEC 61069	8
Figura 2 – Operabilidad	11
Tabla D.1 - Fases del ciclo de vida de un sistema	31

## COMISIÓN ELECTROTÉCNICA INTERNACIONAL

---

### MEDICIÓN, CONTROL Y AUTOMATIZACIÓN DE PROCESOS INDUSTRIALES - VALORACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL SISTEMA CON FINES DE SU EVALUACIÓN -

#### Parte 6: Evaluación de la operabilidad del sistema.

#### PREFACIO

1) La Comisión Electrotécnica Internacional (IEC) es una organización mundial de normalización que comprende todos los comités electrotécnicos nacionales (Comités Nacionales IEC). El objeto de IEC es promover la cooperación internacional en todas las cuestiones relativas a la normalización en los campos eléctrico y electrónico. Con este fin y además de otras actividades, IEC publica Normas Internacionales, Especificaciones Técnicas, Informes Técnicos, Especificaciones Disponibles al Público (PAS) y Guías (en lo sucesivo denominadas "Publicaciones IEC"). Su preparación se encomienda a comités técnicos; Cualquier Comité Nacional IEC interesado en el tema tratado podrá participar en este trabajo preparatorio. Las organizaciones internacionales, gubernamentales y no gubernamentales que se relacionan con la IEC también participan en esta preparación. IEC colabora estrechamente con la Organización Internacional de Normalización (ISO) de acuerdo con las condiciones determinadas por acuerdo entre las dos organizaciones.

2) Las decisiones o acuerdos formales de IEC en asuntos técnicos expresan, en la medida de lo posible, un consenso internacional de opinión sobre los temas relevantes, ya que cada comité técnico tiene representación de todos los Comités Nacionales de IEC interesados.

3) Las publicaciones de IEC tienen la forma de recomendaciones para uso internacional y son aceptadas por los Comités Nacionales de IEC en ese sentido. Si bien se realizan todos los esfuerzos razonables para garantizar que el contenido técnico de las publicaciones de IEC sea preciso, IEC no se hace responsable de la forma en que se utilizan o de cualquier mala interpretación por parte de cualquier usuario final.

4) Para promover la uniformidad internacional, los Comités Nacionales de IEC se comprometen a aplicar las Publicaciones de IEC de manera transparente en la mayor medida posible en sus publicaciones nacionales y regionales. Cualquier divergencia entre cualquier Publicación IEC y la correspondiente publicación nacional o regional se indicará claramente en esta última.

5) La propia IEC no proporciona ninguna certificación de conformidad. Los organismos de certificación independientes proporcionan servicios de evaluación de la conformidad y, en algunas áreas, acceso a las marcas de conformidad IEC. IEC no es responsable de ningún servicio realizado por organismos de certificación independientes.

6) Todos los usuarios deben asegurarse de tener la última edición de esta publicación.

7) No se impondrá responsabilidad a IEC o sus directores, empleados, servidores o agentes, incluidos expertos individuales y miembros de sus comités técnicos y Comités Nacionales de IEC por cualquier lesión personal, daño a la propiedad u otro daño de cualquier naturaleza, ya sea directo o indirecto, o por los costos (incluidos los honorarios legales) y los gastos que surjan de la publicación, el uso o la dependencia de esta Publicación de la IEC o cualquier otra Publicación de la IEC.

8) Se llama la atención sobre las referencias normativas citadas en esta publicación. El uso de las publicaciones referenciadas es indispensable para la correcta aplicación de esta publicación.

9) Se llama la atención sobre la posibilidad de que algunos de los elementos de esta Publicación IEC puedan estar sujetos a derechos de patente. IEC no se hace responsable de identificar alguno o todos los derechos de patente.

La Norma Internacional IEC 61069-6 ha sido preparada por el subcomité 65A: Aspectos del sistema, del comité técnico 65 de IEC: Medición, control y automatización de procesos industriales.

Esta segunda edición anula y reemplaza la primera edición publicada en 1998. Esta edición constituye una revisión técnica.

Esta edición incluye los siguientes cambios técnicos significativos con respecto a la edición anterior:

a) reorganización del material de IEC 61069-6: 1998 para que el conjunto general de normas sea más organizado y coherente;

b) IEC TS 62603-1 se ha incorporado a esta edición.

El texto de esta norma se basa en los siguientes documentos:

FDIS	Informe de votaciones.
65A/794/FDIS	65A/804/RVD

La información completa sobre la votación para la aprobación de esta norma se puede encontrar en el informe de votación indicado en la tabla anterior.

Esta publicación ha sido redactada de acuerdo con las Directivas ISO / IEC, Parte 2.

En el sitio web de IEC se puede encontrar una lista de todas las partes de la serie IEC 61069, publicada bajo el título general Medición, control y automatización de procesos industriales - Evaluación de las propiedades del sistema con el fin de evaluar el sistema.

El comité ha decidido que el contenido de esta publicación se mantendrá sin cambios hasta la fecha de estabilidad indicada en el sitio web de IEC en "<http://webstore.iec.ch>" en los datos relacionados con la publicación específica. En esta fecha, la publicación será

- reconfirmado,
- retirado,
- reemplazado por una edición revisada, o
- modificado.

**IMPORTANTE** - El logo ' color dentro' en la portada de esta publicación indica que contiene colores que se consideran útiles para la correcta comprensión de su contenido. Por lo tanto, los usuarios deben imprimir este documento con una impresora a color.

## INTRODUCCIÓN

IEC 61069 trata sobre el método que debe usarse para evaluar las propiedades del sistema de un sistema de control básico (BCS). IEC 61069 consta de las siguientes partes.

Parte 1: Terminología y conceptos básicos.

Parte 2: Metodología de evaluación.

Parte 3: Evaluación de la funcionalidad del sistema.

Parte 4: Evaluación del rendimiento del sistema.

Parte 5: Evaluación de la confiabilidad del sistema.

Parte 6: Evaluación de la operabilidad del sistema.

Parte 7: Evaluación de la seguridad del sistema.

Parte 8: Evaluación de otras propiedades del sistema.

La evaluación de un sistema es el juicio, basado en la evidencia, de la idoneidad del sistema para una misión específica o variedad de misiones.

Para obtener evidencia total se requeriría una evaluación completa (por ejemplo, bajo todos los factores que influyen) de todas las propiedades relevantes del sistema para la misión específica o variedad de misiones.

Dado que esto rara vez es práctico, el fundamento en el que debe basarse una evaluación de un sistema es:

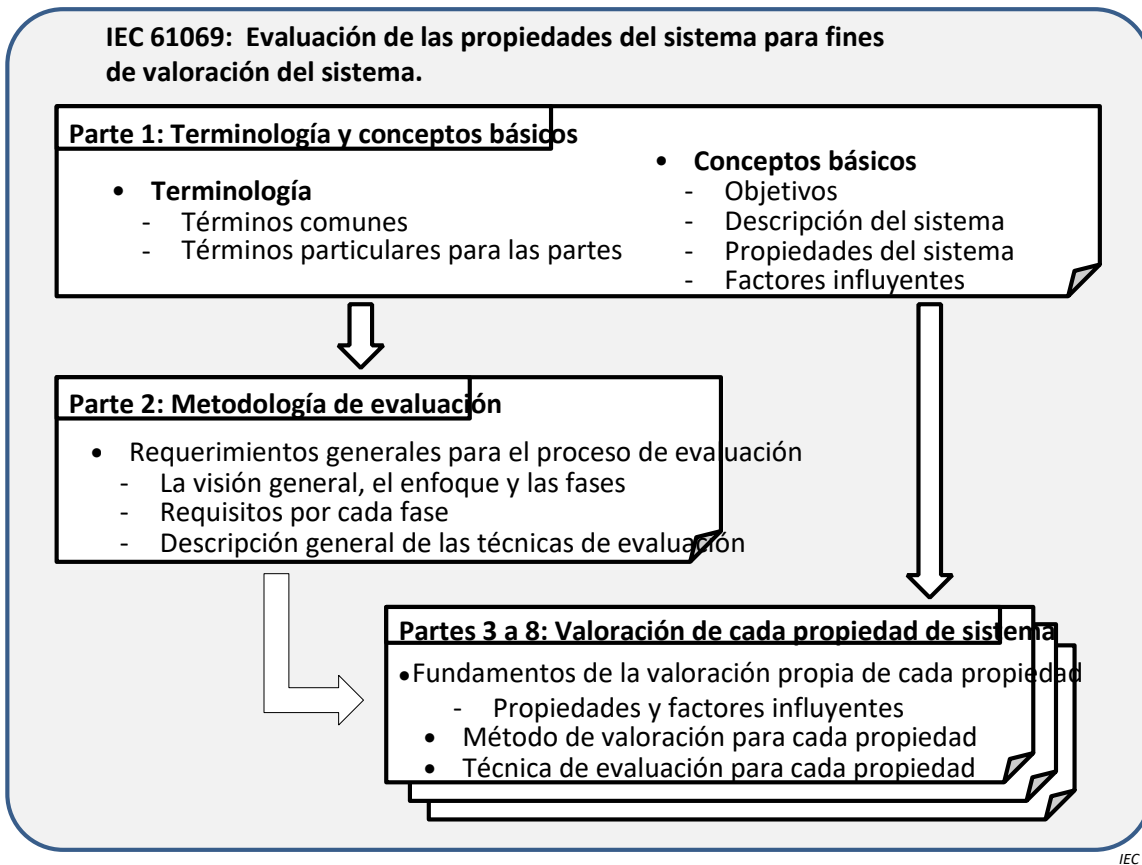
- la identificación de la importancia de cada una de las propiedades relevantes del sistema;
- la planificación para la evaluación de las propiedades relevantes del sistema con una dedicación rentable de esfuerzo a las diversas propiedades del sistema.

Al realizar una evaluación de un sistema, es crucial tener en cuenta la necesidad de obtener el máximo de confianza en la idoneidad de un sistema dentro de las limitaciones prácticas de costo y tiempo.

Una evaluación solo puede llevarse a cabo si se ha declarado (o dado) una misión, o si se puede hipotetizar alguna misión. En ausencia de una misión, no se puede hacer una evaluación; sin embargo, es posible examinar el sistema para recopilar y organizar datos para una evaluación posterior realizada por otros. En tales casos, el estándar puede usarse como una guía para planificar una valoración y proporciona métodos para realizar evaluaciones, ya que las valoraciones son una parte integral de la evaluación.

Al preparar la evaluación, se puede descubrir que la definición del sistema es demasiado limitada. Por ejemplo, una instalación con dos o más sistemas de control que comparten recursos, por lo que la revisión de la red debería considerar cuestiones de coexistencia e interoperabilidad. En este caso, el sistema a investigar no debe limitarse al "nuevo" BCS; Debe incluir ambos. Es decir, debería cambiar los límites del sistema para incluir suficiente del otro sistema para abordar estas preocupaciones.

La estructura de la parte y la relación entre las partes de IEC 61069 se muestran en la Figura 1.



**Figura 1 - Diseño general de IEC 61069.**

Algunos elementos de evaluación de ejemplo se integran en el anexo C.



# **MEDICIÓN, CONTROL Y AUTOMATIZACIÓN DE PROCESOS INDUSTRIALES**

## **- VALORACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL SISTEMA PARA FINES DE SU EVALUACIÓN -**

### **PARTE 6: EVALUACIÓN DE LA OPERABILIDAD DEL SISTEMA**

#### **1 Alcance.**

Esta parte de IEC 61069:

- especifica el método detallado de evaluación de la operabilidad del sistema de control básico (BCS), basado en los conceptos básicos de IEC 61069-1 y la metodología de IEC 61069-2;
- define la categorización básica de las propiedades de operabilidad;
- describe los factores que influyen en la operabilidad y que deben tenerse en su evaluación;
- proporciona orientación en la selección de técnicas, de un conjunto de opciones (con referencias) para evaluar la operabilidad.

#### **2 Referencias normativas.**

Los siguientes documentos, en su totalidad o en parte, están referenciados normativamente en este documento y son indispensables para su aplicación. Para las referencias con fecha, sólo se aplica la edición citada. Para referencias sin fecha, se aplica la última edición del documento de referencia (incluidas las enmiendas).

IEC 61069-1: 2016, Medición, control y automatización de procesos industriales. Valoración de las propiedades del sistema para fines de su evaluación. Parte 1: Terminología y conceptos básicos.

IEC 61069-2: 2016, Medición, control y automatización de procesos industriales. Valoración de las propiedades del sistema para fines de su evaluación. Parte 2: Metodología de evaluación.

#### **3 Términos, definiciones, términos abreviados, acrónimos, convenciones y símbolos.**

##### **3.1 Términos y definiciones.**

Para los propósitos de este documento, se aplican los términos y definiciones dados en IEC 61069-1.

##### **3.2 Términos abreviados, acrónimos, convenciones y símbolos.**

Para los propósitos de este documento, se aplican los términos abreviados, acrónimos, convenciones y símbolos dados en IEC 61069-1.

#### **4 Base de evaluación específica para la operabilidad.**

##### **4.1 Propiedades de operabilidad.**

### 4.1.1 Generalidades

Para que un sistema sea operable, el sistema le brinda al operador una ventana transparente y consistente con las tareas a realizar, a través de su interfaz hombre-máquina. La medida en que los medios para la interacción con estas tareas, proporcionados por el sistema son eficientes, intuitivos, transparentes y robustos se puede expresar mediante la propiedad del sistema de operabilidad.

Las funciones de interfaz hombre-máquina son parte del sistema y permiten al operador monitorear y manipular el sistema en sí, los sistemas externos y el proceso.

Los requisitos de operabilidad se ven fuertemente afectados por la habilidad y el conocimiento del personal que opera el sistema.

El grado de operabilidad del sistema varía según las fases de la misión del sistema durante su ciclo de vida.

Los requisitos de operabilidad pueden diferir entre estas fases del ciclo de vida del sistema. Dependen de las tareas a realizar durante la fase y la duración de la fase.

Los requisitos de operabilidad pueden ser altos cuando la duración de una fase es corta y su relevancia para la misión del sistema es crítica. Los requisitos pueden ser bajos cuando la duración de una fase es larga, de modo que el operador pueda aprender las secuencias de acciones necesarias para ciertas operaciones a largo plazo durante el uso del sistema.

En la evaluación de la operabilidad, se detalla la forma en que el sistema procesa la información proporcionada por el operador al sistema (como comandos y solicitudes). Además, es importante la transparencia de la información que viene del sistema al operador, como el estado y los valores del proceso / sistema, las tendencias, los informes, etc.

Si bien a veces se necesitan medidas especiales de operabilidad durante las fases de diseño y / o mantenimiento del sistema, los requisitos de operabilidad se entienden principalmente como aquellos necesarios durante la fase operativa de una planta de proceso industrial.

Todas las fases del ciclo de vida del sistema deben tenerse en cuenta para la evaluación de las propiedades de operabilidad del sistema. Durante cada fase, el sistema será operado típicamente por un grupo diferente de operadores, con diferentes requisitos de operabilidad.

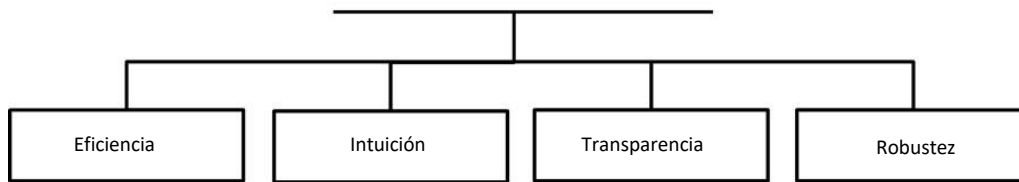
Además, la operación de la planta planificada, no planificada y perturbada puede necesitar diferentes esquemas operativos y, por lo tanto, requisitos de operabilidad.

El anexo D muestra las distintas etapas, los operadores que utilizan el sistema durante estas fases, sus tareas típicas y el tipo de interfaces utilizadas.

La percepción de la propiedad del sistema de operabilidad se ve fuertemente afectada por la propiedad de rendimiento del sistema (especialmente la velocidad de respuesta) y la propiedad de funcionalidad del sistema.

Las propiedades de operabilidad se clasifican como se muestra en la Figura 2.

## Operabilidad



IEC

**Figura 2 – Operabilidad**

La operabilidad no se puede evaluar directamente y no se puede describir por una sola propiedad. La operabilidad solo se puede determinar mediante el análisis y la prueba de cada una de sus propiedades individualmente.

Algunos aspectos pueden cuantificarse analizando los aspectos ergonómicos de las propiedades y midiendo el número de acciones y el tiempo necesario para realizar una determinada tarea (la eficiencia de la interfaz hombre-máquina), otros pueden calificarse de forma descriptiva.

La eficiencia, la intuición, la transparencia y la robustez no se pueden cuantificar como un solo número. Sin embargo, pueden expresarse mediante una descripción cualitativa que contenga algunos elementos cuantificados, como:

- un factor de cobertura, obtenido comparando los medios operativos proporcionados por el sistema con los requisitos específicos según se indica en el documento de requisitos del sistema;
- normas ergonómicas aplicables; y
- el tiempo necesario para dar una orden y solicitar información.

### 4.1.2 Eficiencia.

Un sistema tiene eficiencia operativa si permite al operador, con un riesgo mínimo de cometer errores, realizar su (s) tarea (s) con una cantidad mínima de esfuerzo físico y mental dentro de un marco de tiempo aceptable.

La medida en que los medios operativos proporcionados por el sistema, minimizan el tiempo y el esfuerzo necesario para que el operador realice sus tareas dentro de las limitaciones establecidas es la medida de la eficiencia operativa del sistema.

La eficiencia de operabilidad depende, entre otros, de los siguientes elementos:

- el diseño ergonómico de los dispositivos (teclado, mouse, entrada de voz, perillas dedicadas, pantallas, indicadores, etc.) utilizados como medio operativo en apoyo de la interfaz hombre-máquina;

- la distribución geográfica, el número de estos dispositivos y su ubicación relativa en el lugar de trabajo de los operadores;
- la forma del lugar de trabajo de los operadores;
- las limitaciones impuestas por el entorno operativo y la ropa protectora (interior, exterior, día, noche, gafas, guantes, etc.);
- los métodos que se utilizarán para recuperar información, emitir comandos, etc.

#### **4.1.3 Intuitividad.**

La intuición representa la simplicidad y la comprensión instantánea que proporciona el sistema, lo que permite a los operadores dar comandos y presentar información. Adicionalmente, la intuición tiene en cuenta las habilidades, el nivel educativo y la cultura general de los operadores, que están realizando tareas, utilizando las funciones proporcionadas por el sistema.

El grado en que los medios operativos son consistentes con las prácticas de trabajo comunes es una medida de la intuición de la operabilidad del sistema.

La intuición de la operabilidad depende de los siguientes factores:

- la medida en que se siguen las reglas y métodos genéricos estándar para la operación de elementos de "acción";
- las convenciones seguidas para presentar información al operador, por ejemplo, rojo para situaciones de emergencia, etc..;
- las convenciones seguidas para dar comandos, por ejemplo, girar un botón en el sentido de las agujas del reloj para aumentar un valor, etc.

A diferencia de otras propiedades de operabilidad, la intuición no es una propiedad totalmente inherente al sistema. Parte de la intuición puede depender del dominio de usuario en particular.

Este dominio se puede definir en términos de cultura, estándares internacionales y / o propietarios, etc.

#### **4.1.4 Transparencia**

La transparencia representa la capacidad de los medios operativos proporcionados por el sistema de poner aparentemente al operador en contacto directo con sus tareas. Esto permite al operador dar comandos y ver información, devuelta por el sistema, con una vista realista de las acciones (y su secuencia).

La medida en que se proporcionan estos medios es una medida de la transparencia del sistema.

La transparencia depende de los siguientes factores:

- los principios lógicos seguidos para presentar la estructura funcional y geográfica del proceso y las tareas que debe realizar el operador;
- la forma en que se utilizan las etiquetas y los nombres para identificar los medios operativos y la coherencia de su uso;
- la coherencia en la aplicación de colores, nombres, señales acústicas, etc. en todas las tareas y niveles de información;
- la forma de la dinámica de las tareas se simula de forma realista, para dar al operador una sensación "real" de la tarea a realizar, etc.

La transparencia incluye que la información presentada por el sistema sea clara, concisa, inequívoca y no contradictoria. La información que no se explica por sí misma se puede explicar mediante una descripción más detallada en la documentación de fácil acceso o una función de ayuda para la transparencia.

#### **4.1.5 Robustez**

La robustez incluye que los medios operativos proporcionados por el sistema para permitir al operador dar comandos, interpreten correctamente y respondan a cualquier acción del operador. Si los medios operativos son ambiguos, el sistema puede solicitar información adicional para eliminar las ambigüedades.

La robustez depende de los siguientes factores:

- la medida en que se permite y se interpreta la desviación de las reglas genéricas estándar;
- la medida en que el sistema puede detectar y notificar desviaciones y acoplar estas desviaciones con solicitudes de información adicional, etc.

#### **4.2 Factores que influyen en la operabilidad.**

Las propiedades de operabilidad de un sistema pueden verse afectadas por los factores de influencia enumerados en IEC 61069-1: 2016, 5.3.

Para cada una de las propiedades de operabilidad enumeradas en 4.1, los principales factores de influencia son los siguientes:

- tareas:

- Escenarios operativos inusuales o poco frecuentes, durante la puesta en servicio, emergencia, etc.

- personal:

- La operabilidad de un sistema no está en sí misma influenciada por las habilidades de la persona que opera el sistema. Sin embargo, los requisitos para la operabilidad se basan generalmente en un operador imaginario que tiene los valores medios estadísticos de las calificaciones, tales como habilidad y

conocimiento, del personal que opera el sistema. Las desviaciones de estos valores medios pueden influir en cada una de las propiedades de operabilidad.

- proceso:

- ruido en las líneas de proceso entrantes - utilidad:
- distorsiones y perturbaciones que se originan en los servicios públicos.

- medio ambiente:

- temperatura, EMC, envejecimiento, montaje, sustancias corrosivas y polvo.

La operabilidad también depende, de otros factores que influyen:

- procedimientos para acceder e ingresar información y datos en el sistema;
- el alcance de la información obtenida mediante una sola solicitud;
- formatos de información utilizados;
- dispositivos de interfaz utilizados (por ejemplo, pantalla táctil, lápiz óptico, teclado).

## **5 Método de evaluación.**

### **5.1 Generalidades**

La evaluación debe seguir el método establecido en IEC 61069-2: 2016, Cláusula 5.

### **5.2 Definición del objetivo de la evaluación.**

La definición del objetivo de la evaluación debe seguir el método establecido en IEC 61069-2: 2016, 5.2.

### **5.3 Diseño y maquetación de la evaluación.**

El diseño y la disposición de la evaluación deben seguir el método establecido en IEC 61069-2: 2016, 5.3.

La definición del alcance de la evaluación debe seguir el método establecido en IEC 61069-2: 2016, 5.3.1.

La recopilación de información documentada debe realizarse de acuerdo con IEC 61069-2: 2016, 5.3.3

Las declaraciones compiladas de acuerdo con IEC 61069-2: 2016, 5.3.3 deben incluir lo siguiente además de los elementos enumerados en IEC 61069-2: 2016, 5.3.3:

- las propiedades de operabilidad requeridas para cada una de las tareas y para el sistema, ordenadas por la fase o fases relevantes del ciclo de vida del sistema;
- el conocimiento, la experiencia y la habilidad de los operadores que utilizan la interfaz para realizar cada una de las tareas definidas en el SRD;
- el número de, por ejemplo, fuentes de información, sensores y su asociación con tareas que requieren que los operadores utilicen la interfaz hombre-máquina simultáneamente.

Dependiendo de la fase del ciclo de vida del sistema, la evaluación de la operabilidad solo se puede realizar con sistemas existentes o similares en funcionamiento. Estas evaluaciones deben incluir el conocimiento, la habilidad y la experiencia previos del diseñador del sistema, los supervisores de turno de la planta, el personal de mantenimiento del sistema, etc.

La documentación de la información recopilada debe seguir el método de IEC 61069-2: 2016, 5.3.4.

La selección de elementos de evaluación deberá seguir I EC 61069-2: 2016, 5.3.5.

La especificación de evaluación debe desarrollarse de acuerdo con IEC 61069-2: 2016, 5.3.6.

La comparación del SRD y el SSD debe seguir la norma IEC 61069-2: 2016, 5.3.

NOTA 1 Se proporciona una lista de verificación de SRD para la confiabilidad del sistema en Anexo A.

NOTA 2 En el Anexo B se proporciona una lista de verificación de SSD para la confiabilidad del sistema.

#### **5.4 Planificación del programa de evaluación.**

La percepción de la propiedad del sistema de operabilidad también puede ser sensible a factores internos del sistema, relacionados con la funcionalidad y las propiedades de rendimiento, especialmente la respuesta en el tiempo y la frecuencia de actualización.

Por lo tanto, la evaluación de la propiedad del sistema de operabilidad siempre debe ir precedida de una evaluación de las propiedades de funcionalidad y rendimiento, a menos que se disponga de resultados de evaluaciones anteriores.

La planificación del programa de evaluación debe seguir el método establecido en IEC 61069-2: 2016, 5.4.

Las actividades de evaluación se deben desarrollar de acuerdo con IEC 61069-2: 2016, 5.4.2.

El programa de evaluación final debe especificar los puntos especificados en IEC 61069-2: 2016, 5.4.3.

## **5.5 Ejecución de la evaluación.**

La ejecución de la evaluación se realizará de acuerdo con IEC 61069-2: 2016, 5.5.

## **5.6 Informe de la evaluación.**

El informe de la evaluación debe estar de acuerdo con IEC 61069-2: 2016, 5.6.

El informe debe incluir la información especificada en IEC 61069-2: 2016, 5.6. Además, el informe de evaluación debe abordar los siguientes puntos:

- No se anotan elementos adicionales.

## **6 Evaluaciones técnicas.**

### **6.1 Generalidades**

Dentro de este estándar, se sugieren varias técnicas de evaluación. Se pueden aplicar otros métodos, pero, en todos los casos, el informe de evaluación debe proporcionar referencias a documentos que describan las técnicas utilizadas.

Estas técnicas de evaluación se clasifican como se describe en IEC 61069-2: 2016, Cláusula 6.

Se recomiendan las técnicas dadas en 6.2, 6.3 y 6.4 para evaluar la operabilidad.

No es posible evaluar la propiedad del sistema de operabilidad como una entidad. En su lugar, la propiedad del sistema de operabilidad debe abordarse por separado.

- a) Satisfacción como medida de operabilidad.

La satisfacción puede ser una medida de la operabilidad y es la impresión subjetiva de los operadores de la operabilidad del sistema o, en otras palabras, es una medida de la aceptabilidad por parte de los operadores de la interfaz humana. Sin embargo, debe tenerse en cuenta que las medidas de satisfacción describirán la comodidad y la aceptabilidad de todo el sistema para el operador y no se limitan a la propiedad del sistema de operabilidad únicamente. La satisfacción solo se puede determinar cualitativamente cuestionando una muestra representativa de operadores y, a veces, se puede cuantificar estadísticamente utilizando una escala de calificación de actitud durante la vida operativa del sistema mediante la evaluación del número de comentarios positivos o negativos obtenidos durante su uso.

El nivel de aceptabilidad de operabilidad del sistema por parte de los operadores depende de los siguientes puntos:

- cómo los operadores pueden realizar las solicitudes y acciones al sistema;



- cómo la información proporcionada por el sistema, en respuesta a la solicitud y las acciones, puede ser reconocida por los operadores;
- cómo la información y su procesamiento por parte del sistema es coherente y lógica y cómo se ajusta a las expectativas de los operadores;
- cómo el sistema induce el nivel de estrés positivo en las capacidades mentales y físicas del operador.

Por lo tanto, las preguntas, dirigidas al grupo de operadores seleccionados a evaluar para obtener una medida de satisfacción, deben estar redactadas con cuidado y solo estar relacionadas con los aspectos de operabilidad del sistema.

Las medidas de satisfacción pueden proporcionar una indicación útil de la percepción de operabilidad de los operadores, incluso si no es posible obtener medidas de eficacia o eficiencia.

#### b) Consideración de las calificaciones de los operadores

El objetivo de la evaluación es comprobar la operabilidad como propiedad del sistema y no las calificaciones del operador para realizar una tarea, sin embargo, sus calificaciones deben tenerse en cuenta al diseñar la evaluación.

Las calificaciones de los operadores están formadas y afectadas por las siguientes habilidades y aspectos:

- habilidades físicas como la sensibilidad del ojo (señales ópticas, daltonismo, alturas de letras y símbolos, etc.), sensibilidad del oído (señales acústicas, rango de audibilidad), dimensiones de manos, pies, estatura humana (mecánica acciones, dimensiones de pomos, etc.), etc.;
- habilidades mentales como aptitud, nivel de educación, experiencia, etc.;
- aspectos psicológicos como temperamento, carácter, origen cultural y étnico, herencia, etc., pero también expectativas, etc.

Por tanto, el grupo de operadores seleccionados para la evaluación de la satisfacción debe elegirse con cuidado y de acuerdo con la fase operativa para la que se evaluará la interfaz hombre-máquina.

Este grupo debe contar con el soporte del sistema recomendado por el proveedor del sistema.

El soporte del sistema se trata en IEC 61069-8.

NOTA En el Anexo C se proporciona un ejemplo de una lista de elementos de evaluación.

## **6.2 Técnicas de evaluación analítica.**

### **6.2.1 Generalidades**

Una evaluación analítica es un análisis cualitativo complementado, si es posible, con la cuantificación de las declaraciones realizadas.

Para realizar una evaluación analítica de la operabilidad de un sistema, se debe definir un modelo representativo del sistema a evaluar. Este modelo incluirá al menos cada una de las clases típicas de tareas que los operadores encontrarán durante las fases de la vida útil del sistema.

Todas las tareas deben examinarse individual y colectivamente para comprobar si la interfaz hombre-máquina utiliza medidas y métodos de acuerdo con los estándares y requisitos existentes.

### **6.2.2 Eficiencia.**

Para evaluar analíticamente la eficiencia de la operabilidad, se determinará el tiempo y el esfuerzo.

Una estimación del tiempo para cumplir con cada tarea se realiza mediante:

- subdividir cada una de las tareas o clases de tareas en acciones y / o pasos,
- contando el número de pasos,
- utilizar tiempos conocidos para cada paso (si no se conocen los tiempos de paso, se pueden utilizar asumiendo que cada paso requiere aproximadamente el mismo tiempo), y
- multiplicar el tiempo y los pasos, para obtener el tiempo total.

Una estimación del esfuerzo para cumplir con cada tarea se realiza mediante:

- subdividir cada una de las tareas o clases de tareas en acciones y / o pasos,
- comparar el diseño (posición, posición relativa, orden, etc.),
- comparar dimensiones físicas (del diseño, tamaños de botones, etc.),
- utilizar estándares ergonómicos como ISO 9241-10 [7] 1 e ISO 11064-7 [13] <sup>1</sup>, y
- agregar cada aspecto, para producir el esfuerzo total.

### **6.2.3 Intuitividad**

Para evaluar analíticamente la intuición, las soluciones de interfaz del sistema deben compararse cuidadosamente con el documento de requisitos del sistema y el grado de correspondencia cuantificado. A menos que el análisis sea seguido de una evaluación empírica, los datos obtenidos son subjetivos.

<sup>1</sup> Los números entre corchetes se refieren a la Bibliografía.

#### **6.2.4 Transparencia.**

Debe comprobarse que las acciones del operador y las correspondientes reacciones y presentaciones del sistema están relacionadas con la tarea de manera cognitiva. Esto significa que no se requieren trámites o procesos mentales extensos para convertir la comprensión humana de la tarea en su representación del sistema.

#### **6.2.5 Robustez**

Las funciones documentadas (hardware y / o software) proporcionadas en el sistema para garantizar la solidez deben analizarse para verificar si cubren, por ejemplo:

- un método para acusar recibo de información durante la transferencia de datos entre módulos;
- la capacidad de detectar errores causados por ruido externo y / o información falsa o no autorizada;
- la aplicación de redundancia, por ejemplo, retransmisión, verificación de redundancia de ciclo ;
- la inclusión de un control de razonabilidad, etc.

### **6.3 Técnicas de evaluación empírica.**

#### **6.3.1 Generalidades**

La evaluación empírica siempre debe ir precedida de una evaluación analítica.

Para la evaluación empírica, un modelo de sistema debe ser similar. Esto debería comprender una selección de funciones del sistema, que representen fielmente las tareas a realizar y los medios de comunicación bidireccionales de la interfaz hombre-máquina.

#### **6.3.2 Eficiencia.**

Se debe monitorear el desempeño de una selección de tareas, por parte de un grupo de operadores típicos.

La secuencia de pasos que realmente toma cada operador debe registrarse junto con el tiempo total del operador (pero excluyendo el tiempo de ejecución de la función del sistema) y el número de errores del operador cometidos.

Para cada una de las tareas (o clase de tareas), el número de pasos requeridos por el operador debe compararse con el número de pasos establecido en el desglose de tareas analítico y teórico.

Si bien de esta forma los números obtenidos no pueden expresarse en un número de eficiencia real, permite la clasificación de sistemas, cuando el objetivo de la evaluación es comparar la operabilidad de los sistemas.

### **6.3.3 Intuitividad.**

Utilizando las observaciones de la evaluación analítica, la evaluación empírica de la intuición debe ejecutarse en la práctica en paralelo con la evaluación de la eficiencia como se describe en 6.3.2.

Se debe registrar la secuencia de pasos realizados por los operadores, el número de vacilaciones, repeticiones y errores cometidos, y los pasos en los que ocurren estas acciones. El número de registros y su importancia es inversamente proporcional a la intuición.

### **6.3.4 Transparencia.**

El análisis ejecutado en 6.2.4 y los datos obtenidos en 6.3.3 deben analizarse cuidadosamente, ya que parte de los registros de repeticiones y errores cometidos pueden deberse a falta de transparencia.

### **6.3.5 Robustez.**

La robustez operativa se puede evaluar por el grado de desviación aceptada de la entrada correcta y la reacción del sistema en entradas de varias teclas o entradas incorrectas (erratas). El sistema puede proporcionar plausibilidad y funciones de autocorrección.

El método de evaluación de la eficiencia se puede utilizar y, si es posible, llevarse a cabo al mismo tiempo, pero debe incluir lo siguiente:

- variaciones del método y procedimiento documentados;
- ausencia / presencia de advertencias y avisos del sistema cuando el método / procedimiento utilizado es ambiguo;
- si o no el operador logró recuperar la operación requerida.

## **6.4 Temas adicionales para las técnicas de evaluación.**

La operabilidad puede verse afectada por los factores que influyen como se indica en 4.2.

Debe tenerse en cuenta que, durante algunas fases del ciclo de vida del sistema, se requiere operabilidad en condiciones bastante diferentes a las que normalmente existen en una sala de control. Durante estas fases, por ejemplo, durante la puesta en servicio y la fase de mantenimiento, el sistema puede estar expuesto a las condiciones que prevalecen en el área de proceso.

## **Anexo A**

### **(informativo)**

#### **Lista de verificación y / o ejemplo de SRD para la operabilidad del sistema**

##### **A.1 Generalidades**

La interfaz hombre-máquina no solo da a los operadores una visión del sistema en sí, sino que también controlan, monitorean y regulan el proceso industrial conectado al sistema a través de sus dispositivos de entrada / salida.

Los requisitos para la operabilidad de un sistema no solo provienen de todos los diferentes aspectos, que se encontrarán durante las fases de diseño, ingeniería, puesta en servicio, operación y mantenimiento del ciclo de vida del sistema, sino que también están fuertemente influenciados por el personal que utiliza el sistema y el entorno en el que se instala.

Se debe prestar especial atención a comprobar que, para cada una de las tareas del sistema, se cumplen los requisitos de operabilidad con respecto a:

- la fase del ciclo de vida del sistema durante la cual se debe realizar la tarea;
- la duración de cada fase y tarea (s);
- el número mínimo y máximo de operadores que deben utilizar la interfaz humana al mismo tiempo para realizar la (s) tarea (s);
- información sobre los perfiles de los operadores implicados, como su formación, responsabilidad, rol, habilidad y conocimientos previos, etc.;
- protocolos y métodos a utilizar, especialmente los aspectos que requieren que los operadores utilicen el sistema al mismo tiempo.

Los requisitos de operabilidad deberían haberse abordado tanto en relación con las tareas individuales como en relación con la misión total.

##### **A.2 Factores resultantes del propio proceso industrial.**

Algunos de los factores de operabilidad del sistema tienen que ver con el proceso industrial bajo control. Ejemplos de estos factores son:

- a) La estructura del proceso influye en la presentación de la estructura jerárquica de la información, como el número de subprocesos, operaciones únicas o integradas; la ubicación física y geográfica de las instalaciones; operación por lotes o continua, etc.;

- b) Modos de operación del proceso (incluyendo arranques y paradas), su frecuencia de ocurrencia y duración; funcionamiento continuo en configuraciones estándar fijas u operación por lotes que requieren cambios frecuentes de un modo de operación a otro en diferentes configuraciones, etc.;
- c) Número y características de las variables del proceso, tales como: precisión requerida, son las variables medibles, determinación del estado del proceso, interacción mutua de las variables del proceso, etc.;
- d) Características del proceso en sí, especialmente aspectos dinámicos como constantes de tiempo de los (sub) procesos, duración del lote, características cambiantes con carga (lineal / no lineal), estabilidad y predictibilidad del proceso, etc.;
- e) Condiciones potencialmente peligrosas del proceso (atmósfera explosiva, toxicidad, etc.).

Cada uno de estos factores posiblemente requiera un cambio en la interfaz hombre-máquina y se implemente, ya sea planeado, no planeado o cuando ocurra una perturbación.

### **A.3 Factores relacionados con la tarea de los operadores, su frecuencia, porcentaje de tiempo dedicado, número de acciones requeridas, etc.**

Algunos de los factores de operabilidad del sistema tienen que ver con los operadores, su frecuencia, porcentaje de tiempo invertido, número de acciones requeridas. Ejemplos de estos factores son:

#### a) Tareas de control de procesos:

- 1) modos de control (encendido / apagado, estabilización, optimización);
- 2) control de sintonización en bajada;
- 3) seguimiento de procesos;
- 4) programación y planificación de la operación del proceso (lote, etc.);
- 5) gestión de averías;
- 6) administración;
- 7) informes;
- 8) diagnóstico de mantenimiento (preventivo, curativo);
- 9) comunicaciones, etc.

#### b) Criterios de desempeño de las tareas:

- 1) precisión requerida del desempeño de la tarea;
- 2) velocidad requerida para el desempeño de la tarea;
- 3) tiempo de respuesta requerido de la interfaz hombre-máquina;
- 4) fallas permisibles del operador (cantidad y naturaleza);
- 5) prioridades de tareas, etc.

c) Características del operador:

- 1) número de operadores (campo, sala de control);
- 2) requisitos de comunicación entre operadores / supervisores / otro personal;
- 3) antecedentes (edad, nivel de educación, experiencia, formación), etc.

d) Organizacional:

- 1) asignación de tareas entre el personal de campo y de sala de control;
- 2) niveles de autoridad en el uso de la (s) interfaz (es) hombre-máquina;
- 3) instrucciones y procedimientos;
- 4) estructura organizativa, etc.

#### **A.4 Factores debidos a la estrategia de control requerida**

Algunos de los factores de operabilidad del sistema tienen que ver con la estrategia de control requerida.

Ejemplos de estos factores son:

a) Grado de automatización:

- 1) número de lazos de control (analógico / discreto, PID / multivariable, elementos de control final);
- 2) el número de bucles de protección de las plantas.;
- 3) número de acciones de conmutación ejecutadas por el sistema, etc.

b) Estrategias de control:

1) simple, cascada, ratio, adaptativo, multivariable, programable libre, etc., y el número de cada tipo.

c) Funciones de control ejecutadas por el sistema:

1) encendido / apagado, estabilización, optimización, limitación y control de emergencia, alarma y análisis de alarmas, monitorización, informes, etc.

d) Aspectos operativos:

1) interacción entre lazos de control;

2) mal funcionamiento de los bucles (hardware y software);

3) límites a los ajustes manuales permitidos / no permitidos, etc.

### **A.5 Factores relacionados con el diseño de la interfaz hombre-máquina.**

Algunos de los factores de operabilidad del sistema tienen que ver con el diseño de la interfaz hombre-máquina. Ejemplos de estos factores son:

a) Información específica, que puede ser requerida por los operadores y otros aspectos generales como cantidad, complejidad, frecuencia de actualización, secuencia, presentación en serie / paralelo, presentación redundante, etc. de los siguientes elementos:

1) información general sobre el estado del proceso, valores operativos, etc.;

2) información sobre ocurrencia y ubicación de desviaciones de la operación requerida;

3) información agrupada sobre variables esenciales del proceso;

4) información sobre el comportamiento histórico y futuro previsto del proceso, etc.

b) Intervenciones permitidas:

1) cambio de equipo de la planta de proceso;

2) cambiar los puntos de ajuste, ajustar los parámetros, adquirir información;

3) activar y / o desactivar el hardware y software del sistema de control, etc.

c) Medios de manipulación:

1) aspectos de información (forma, cantidad requerida de acciones antes de la ejecución del comando, codificación, secuencia de acciones de entrada, complejidad, cantidad de códigos diferentes, etc.);



2) flexibilidad en el diseño de códigos;

3) uso de joystick, trackball, lápiz óptico, pantalla táctil, teclado, mouse, tableta gráfica, entrada de voz, etc.

d) Medios para proporcionar información:

1) unidades de visualización de video: resolución, frecuencia de actualización, parpadeo, contraste entre el símbolo y el fondo, colores, tamaño, nitidez y estabilidad de la imagen, perfil de la pantalla, orientación de la pantalla;

2) impresoras;

3) acústico;

4) registradores, indicadores, lámparas, etc.

#### **A.6 Influencia del lugar de trabajo en los requisitos de operabilidad.**

El diseño del lugar de trabajo es el siguiente:

a) postura de trabajo (de pie o sentado, posición y movimiento de la cabeza, carga postural);

b) reposapiés, reposabrazos;

c) dimensiones de la estación de trabajo (espacio de trabajo, altura del escritorio, forma, posición de los dispositivos de salida), etc.

d) distancia entre el operador y los medios de manipulación y las fuentes de información;

e) iluminación, ruido, clima, vibración, suciedad / polvo, comodidad, etc.;

f) diseño de la sala de control: los materiales y colores utilizados para paredes, piso, escritorios, techo, etc.

#### **A.7 Factores humanos generales.**

Algunos de los factores de operabilidad del sistema tienen que ver con los factores humanos generales. Ejemplos de estos factores son:

a) Carga física: postura de trabajo, movimientos a ejecutar, fuerzas a ejercitar, número y frecuencia de acciones, etc.

b) Carga mental: carga de memoria (a corto y largo plazo), procesamiento de información requerido (cantidad y velocidad), etc.

## **Anexo B**

### **(informativo)**

#### **Lista de comprobación y / o ejemplo de SSD para la operabilidad del sistema.**

##### **B.1 información SSD.**

El documento de especificaciones del sistema debe revisarse para verificar que las propiedades proporcionadas en el SRD se enumeran como se describe en IEC 61069-2: 2016, Anexo B.

##### **B.2 Puntos de control para la operabilidad del sistema**

Se debe prestar especial atención a comprobar que se proporciona información, tarea por tarea, sobre:

- las funciones propuestas para apoyar los aspectos de operabilidad de cada tarea;
- para cada función los módulos y elementos, tanto hardware como software, que soportan la función;

El nivel de detalle de la implementación de la (s) tarea (s) y el grado de subdivisión en módulos y elementos debe ser solo el necesario, pero suficiente para demostrar que se cumplen los requisitos.

- la forma en que el sistema propuesto proporciona la interacción al operador en términos de dispositivos, métodos y procedimientos;

Dependiendo de la arquitectura del sistema, las tareas pueden estar respaldadas por conjuntos alternativos de funciones, que pueden requerir secuencias alternativas de operaciones en la interfaz hombre-máquina.

- las habilidades, la experiencia, etc. que deben requerir los operadores para operar el sistema correctamente, y las herramientas proporcionadas para apoyar la operación a través de la interfaz hombre-máquina;
- la justificación subyacente si el sistema propuesto difiere de los requisitos o si se sugieren soluciones alternativas diferentes, respaldadas por datos, por ejemplo, estándares, experiencia de campo, informes de prueba, cálculos, etc.

La revisión debería examinar en particular si para cada fase operativa se proporciona la información necesaria sobre cómo se pueden realizar las tareas requeridas con el grupo de personal dado.

## **Anexo C**

### **(informativo)**

#### **Ejemplo de una lista de elementos de evaluación (información de IEC TS 62603-1)**

##### **C.1 Resumen.**

El Anexo C proporciona algunos ejemplos sobre factores de influencia relacionados con esta norma que se extrajeron de IEC TS 62603-1.

Las clasificaciones de los valores de propiedades descritas en este documento son solo ejemplos.

##### **C.2 Propiedades de operabilidad de la interfaz hombre- máquina (HMI).**

###### **C.2.1 Generalidades**

En esta guía, el término HMI se refiere a las pantallas, computadoras y software que sirven como interfaz con un BPCS. La HMI tiene tres funciones principales:

- a) proporcionar visualización de los parámetros y métodos del proceso con los que controlar el proceso;
- b) proporcionar alarmas e indicaciones al operador cuando el proceso está fuera de control o el sistema ha fallado;
- c) proporcionar un método que permita al operador comprender hacia dónde se dirige el proceso y qué tan rápido (funcionalidad de tendencia).

Para implementar las funcionalidades de HMI, se debe proporcionar la especificación de los requisitos de hardware y software requeridos. Es importante distinguir las funciones de la HMI en la sala de control y la interfaz de operador local. Para ambas opciones, se deben indicar los requisitos de hardware y software.

###### **C.2.2 Hardware HMI de la sala de control: configuración del sistema.**

El conjunto mínimo de información para la definición de hardware de la sala de control incluye:

- a) el número requerido de máquina;
- b) el número requerido de monitores;
- c) las funcionalidades de cada máquina;
- d) pantallas especiales, por ejemplo, retroproyectores, pantallas anchas, etc. (si las hubiera)

La configuración del sistema de la sala de control se puede especificar de forma eficaz mediante un plano de distribución.

### **C.2.3 Hardware HMI de la sala de control: máquinas.**

Las especificaciones de las máquinas HMI incluyen:

- a) tipo de procesador;
- b) memoria RAM;
- c) tipo y tamaño de disco duro;
- d) sistema operativo;
- e) puertos de comunicación;
- f) conexión y comunicación con almacenamiento de datos externo.

La red de la sala de control se puede especificar eficazmente mediante un dibujo de la configuración del sistema de hardware.

### **C.2.4 Hardware HMI de la sala de control: monitores.**

Las especificaciones de los monitores HMI incluyen:

- a) la tecnología de pantalla utilizada;
- b) el tamaño de la pantalla;
- c) la resolución de la pantalla;
- d) el número de monitores múltiples en la consola;
- e) la cantidad de colores admitidos.

### **C.2.5 Hardware HMI de la sala de control: pantallas especiales.**

Las pantallas especiales se especifican de acuerdo con la tecnología requerida, por ejemplo, retroproyectors, pantallas grandes de plasma o LED, retroproyectors, etc.

### **C.2.6 Software HMI de la sala de control.**

Las especificaciones del software HMI incluyen varias familias, como se indica a continuación:

a) Tecnología.

- 1) Sistema operativo, por ejemplo, Windows XP.
- 2) Admite controladores ActiveX.
- 3) Basado en arquitectura OPC.
- 4) cliente o servidor VBA.

b) Arquitectura

1) Aplicación principal:

i) Una sola estación ii) Un solo servidor iii) Múltiples servidores iv) Múltiples clientes.

2) HMI basada en etiquetas.

3) Número máximo de servidores / clientes.

4) Soporte de clientes ligeros.

5) Soporte de multiusuario.

6) Soporte de configuración remota en tiempo de ejecución.

7) Redundancia del servidor de datos.

8) Redundancia del servidor HMI.

c) Funciones de navegación y visualización.

1) Animación.

2) Número de páginas a crear.

3) Número de páginas mostradas.

4) Visibilidad.

5) Color.

6) Posición horizontal y vertical.

- 7) Control deslizante horizontal y vertical.
- 8) Soporte de alarma remota; por ejemplo, correo electrónico o sms.

### **C.2.7 Requisitos para la interfaz de operador local.**

Debe definirse cuántas interfaces de operador local deben instalarse en el sistema. Para cada interface de operador local los requisitos que deben definirse son:

- a) la tecnología del panel: táctil o tecla de función;
- b) el teclado especial: botones para operar los parámetros del proceso, botones para abrir pantallas y botones para las teclas alfabéticas;
- c) el tamaño de la pantalla;
- d) la resolución de la pantalla en píxeles;
- e) el sistema operativo compatible;
- f) los puertos de comunicación admitidos.

### **C.2.8 localización BPCS.**

La localización es la capacidad de un BPCS para admitir idiomas locales para diferentes funciones, tales como:

- a) la programación;
- b) la documentación;
- c) la HMI.

Se especificarán los idiomas y funciones requeridos.

**Anexo D****(informativo)****Fase del ciclo de vida de un sistema**

La Tabla D.1 muestra las distintas fases, los operadores que utilizan el sistema durante estas fases, sus tareas típicas y el tipo de interfaces utilizadas.

**Tabla D.1 - Fases del ciclo de vida de un sistema.**

<b>Fases del ciclo de vida de un sistema</b>	<b>Operador</b>	<b>Tarea</b>	<b>Ejemplo típico de interface</b>
<b>Diseño</b>	ingeniero diseñador	Diseño del programa	CAE Estación de trabajo
<b>Ingeniería</b>	Ingeniero	Selección de la configuración	Computadora personal
<b>Montaje y puesta en marcha</b>	Ingeniero Técnico montador	Instalación, integración, prueba y verificación	Mesa de control y unidad de programación portátil
<b>Producción</b>	Operación	Operación de plantas y equipos	Mesa de control, pantallas y dispositivos de consigna
<b>Mantenimiento</b>	Técnico	Prueba, reemplazo y verificación	Multímetro, analizador de redes
<b>Desactivación</b>	montador	Desmontaje	

## Bibliografía

- [1] IEC 61069-3: 2016, Medición, control y automatización de procesos industriales. Evaluación de las propiedades del sistema con el fin de evaluar el sistema. Parte 3: Evaluación de la funcionalidad del sistema.
- [2] IEC 61069-4: 2016, Medición, control y automatización de procesos industriales. Evaluación de las propiedades del sistema con fines de evaluación del sistema. Parte 4: Evaluación del rendimiento del sistema.
- [3] IEC 61069-8, Medición, control y automatización de procesos industriales. Evaluación de las propiedades del sistema con el fin de evaluar el sistema. Parte 8: Evaluación de otras propiedades del sistema.
- [4] IEC TS 62603-1, Sistemas de control de procesos industriales. Directriz para evaluar sistemas de control de procesos. Parte 1: Especificaciones.
- [5] ISO 3864 (todas las partes), símbolos gráficos: colores y señales de seguridad.
- [6] ISO 6385, Principios ergonómicos en el diseño de sistemas de trabajo.
- [7] ISO 9241-10, Requisitos ergonómicos para el trabajo de oficina con terminales de visualización visual (VDT) - Parte 10: Principios del diálogo
- [8] ISO 9355-1, Requisitos ergonómicos para el diseño de pantallas y actuadores de control. Parte 1: Interacción humana con pantallas y actuadores de control.
- [9] ISO 9355-2, Requisitos ergonómicos para el diseño de señales y actuadores de control. Parte 2: Pantallas.
- [10] ISO 10075-1, Principios ergonómicos relacionados con la carga de trabajo mental - Términos generales y Definiciones.
- [11] ISO 10075-2, Principios ergonómicos relacionados con la carga de trabajo mental - Parte 2: Diseño principios.
- [12] ISO 11064-1, Diseño ergonómico de centros de control. Parte 1: Principios para el diseño de centros de control.
- [13] ISO 11064-7, Diseño ergonómico de centros de control - Parte 7: Principios para la evaluación de centros de control
- [14] ISO 11428, Ergonomía - Señales visuales de peligro - Requisitos generales, diseño y pruebas
- [15] ISO 11429, Ergonomía - Sistema de información y peligro auditivo y visual. señales
- [16] Mil. Estándar 1472, Ingeniería humana, Datos de diseño.



- [17] Kantowitz, BH Sorkin, RD: 1983, Factores humanos: comprensión de las relaciones entre las personas y el sistema; John Wiley, Chichester
- [18] Irwan, B; Ainsworth, LK: 1992, Una guía para el análisis de tareas; Taylor y Francis, Londres
- [19] Wilson, JR y Corlett, EN (eds): 1995, Evaluación del trabajo humano: una metodología de ergonomía práctica (segunda edición) ; Taylor y Francis, Londres