Capítulo I: Introducción

* Introducción. Agua como recurso limitado. Problema de los sistemas críticos. Problema del agua como sistema crítico a través de sistemas de sistemas/ciudades inteligentes. Presentación del problema (se dice qué hacer, pero no cómo).
* Antecedentes
* Planteamiento del Problema
* Justificación
* Objetivos
* Metodología

Esta propuesta adopta la metodología de investigación holística, por lo tanto, aunque existan múltiples enfoques de percibir un sistema (mediante herramientas para observar, conocer y entender lo percibido cualitativamente y cuantitativamente), estos más que pensamientos contrarios, se consideran complementarios. De esta forma, en esta propuesta se entiende que la investigación es un proceso continuo y organizado el cual pretende conocer algún evento (característica, proceso o situación) y obtener respuestas a una necesidad (Hurtado, 2012).

* Estructura del Documento

Capítulo II: Marco Teórico

* Ciudades Inteligentes
* Industria 4.0
  + SCF
  + IIoT
  + Manufactura Inteligente
  + Analítica de datos
* I4.0: Gemelo Digital
* Planteamiento del gemelo digital en manufactura
* Proceso de cómo construir un Gemelo Digital
* Modelo de conocimiento
* Modelo formal híbrido
* Sistemas holónicos (Visión del proyecto)
* WSS (Sistemas de suministro de agua potable) hacia la I4.0
* Visión: A partir del concepto de I4.0, y de procesos industriales (CSF), se plantea (como referencia) una solución desde el punto de vista holónico, teniendo la información para tomar decisiones.

Capítulo III: Caso de Estudio

* Plantear el proceso como modelos UHP
* ¿Cómo simular el comportamiento UHP \*\*
* Caso de estudio:
  + Hidrológicas
  + Descripción de la potabilización
  + Descripción del Modelo Híbrido
  + Condiciones de Operación
  + Propuesta de supervisor y coordinador (Condiciones)

Capítulo IV: Implementación

* Epanet
* MATLAB
* ¿Cómo hacer la simulación híbrida o partida? \*\*
* Simulación

Conclusiones y Recomendaciones

Determinar los modelos de comportamiento de la unidad de potabilización (Modelo de comportamiento del proceso, flujo del producto y recursos).

Establecer las condiciones de conmutación de los modelos obtenidos desde el punto de vista de sistemas a eventos discretos.

Generar el modelo de comportamiento desde el punto de vista de los sistemas híbridos.

Implementar el modelo de comportamiento de la unidad de potabilización en un ambiente de simulación.

Establecer condiciones para generar el gemelo digital e incorporarlas al ambiente de simulación.

Desinfección: Eliminación de microorganismos presentes en el agua y obtener agua apta para el consumo humano

\*\*\*\*\*

En los procesos de producción se deben describir simultáneamente dos modelos, con el fin de determinar el flujo de producto y flujo de proceso:

\begin{itemize}

\item Modelos de modos de operación.

\item Modelos de comportamiento para el modo de operación.

\end{itemize}

Se puede decir, que la dinámica de un proceso puede representarse como:

\begin{equation}

\label{eq-process}

SDC(U,Y,X,\Phi(.,.,.),\Psi(.,.,.),\Gamma,x(0))

\end{equation}

donde,

$U:$ es el espacio de las entradas,

\*\*\*\*

Turbidez

Se debe a partículas que estando en suspensión, como los coloides, le dan al líquido la capacidad de dispersar la luz. Por ejemplo, tierras finamente divididas.

Como puede deducirse, la calidad intrínseca de los cuerpos de agua es el factor a partir del cual se derivan los demás aspectos implicados, entre ellos el tren de potabilización que se aplicará al agua de la fuente de suministro (subterráneo y superficial). [29]

Actualmente, la tendencia es instrumentar y tener cada día más control en las plantas potabilizadoras. Por ello, se incluye este apartado que contiene aspectos de interés práctico para los organismos operadores. Entre los parámetros que pueden ser monitoreados en línea y tiempo real se encuentra el cloro residual, el pH, los sólidos suspendidos, la turbiedad y algunos iones específicos como los nitratos y nitritos. [29]

[29] como se mide el cloro

Gradiente de velocidad con paletas (características de diseño) [29] p.118

Condiciones de operación y equipo: [29]

La coagulación floculación es sensible a muchas variables como la naturaleza de la turbiedad, tipo y dosis del coagulante, pH del agua, composición química de la misma y condiciones de mezclado. De todas, las que se pueden controlar en la práctica son cantidad y tipo tanto de coagulante como del floculante y condiciones de mezclado.

Valores para parshall [36] p62

Metodología de Mantenimiento [40] p20 sedim. P25 filtro

Valores finales de calidad de agua ficha-sobre-

Mantenimiento: Preventivo, Correctivo, Predictivo ([https://repositorio.sena.edu.co/sitios/calidad\_del\_agua/operacion\_potabilizacion/index.html#](https://repositorio.sena.edu.co/sitios/calidad_del_agua/operacion_potabilizacion/index.html))

El lavado de un filtro se determina bajo los siguientes criterios:

• El tiempo de trabajo del filtro

• La calidad del agua filtrada

• El nivel del agua dentro del filtro

Calibración de dosificadores

Filtros: El tiempo de lavado del filtro se determina cuando se tiene una pérdida de carga predeterminada, cuando la turbiedad del efluente es mayor de 5 UNT o cuando se cumplen unas horas de trabajo determinadas.

Turbiedad del efluente.

Está regulada por el decreto 2105 de julio 26 de 1.983 del Ministerio de Salud, el cual debe consultar en el Anexo No. 1. Queda a criterio del operador de la planta, suministrar el agua por encima de los valores estipulados en el Decreto, en caso de emergencia, porque es preferible suministrarla con un bajo nivel de potabilización, con la debida advertencia a la población, que no suministrarla.

Lavado de filtros

Secuencia en la operación de lavado de filtro.

La operación de lavado de un filtro se lleva a cabo efectuando los siguientes pasos:

1. Cerrar las válvulas de agua sedimentada (A) y dejar abierta la válvula de agua filtrada (B) hasta que el nivel del agua en el filtro llegue aproximadamente a 15 cms. por debajo de las canaletas Depende de si los filtros tienen lodo superficial.

2. Cerrar la válvula de agua filtrada. (B)

3. Abrir la válvula de desagüe. (C)

4. Abrir la válvula de lavado superficial (D) durante el tiempo estipulado en las normas de la planta.

5. Abrir lentamente la válvula de lavado ascensional (E) e incrementar el flujo gradualmente hasta obtener una rata capaz de expandir el lecho entre el 25 y el 50% de su espesor inicial. De acuerdo con las normas de la planta se obtiene la velocidad del agua de lavado.

6. Cerrar la válvula de lavado superficial. (D)

7. Cerrar la válvula de agua de lavado (E) cuando a criterio del operador, el filtro esté limpio y se elimine completamente el agua sucia.

8. Cerrar la válvula de desagüe. (C)

9. Abrir la válvula de agua sedimentada (A) hasta alcanzar el nivel normal.

10. Abrir la válvula de agua filtrada (B) para poner el filtro en servicio.

Los movimientos de operación de las válvulas deben ser lentos.

La cantidad utilizada de agua de lavado está comprendida entre el 1.0% y 2.5% del agua filtrada y se calcula así:

• Cantidad de agua gastada en lavado x 100

• Cantidades de agua filtrada

Una cantidad mayor puede ser síntoma de una anomalía en el tratamiento o lecho del filtro.

Unidad de sedimentación.

Para realizar el mantenimiento de rutina se apertura la compuerta de descarga de lodos, hasta que el nivel de agua baje 30 cm. Durante el mantenimiento la unidad queda fuera de operación por un periodo de tiempo de aproximadamente TANTOS MINUTOS, con caudal de entrada 300 L/s (caso de estudio), contando el tiempo que tarda en volver al nivel de operación una vez cerrada la compuerta de descarga. En mantenimientos profundos, realizados cada 2 meses en sequía y mensual en tiempos de lluvia, se debe proceder de la siguiente manera:

Unidad de Desinfección:

Arreglar la tabla de operación, agregar los químicos en degradado. Y las mediciones en falla

En los procesos de producción se deben describir simultáneamente dos modelos:

• Modelo de modos de operación

• Modelos de comportamiento para el modo de operación

con el fin de determinar el flujo de producto y flujo de proceso.

Sin pérdida de generalidad, se puede decir que una dinámica de un proceso puede representarse como

SDC(U, Y, X, f(.,,.;..), h(.,;..),,x(0)), (1)

donde

U: es el espacio de las entradas,

Y: es el espacio de las salidas,

X: es el espacio de estados,

: es el espacio de los parámetros.

x(0) : Condición inicial del sistema

(.,.,.;.):XxUx→X, función de transición de estado,

(.,.;.):Xx→Y, función de salida,

Como estamos hablando de equipos/plantas/unidades cuyo flujo de producto es continuo, se requiere definir los modos de operación de una unidad. Así, sin perder generalidad tenemos que todo equipo/planta/unidad, inicia, opera, y se para, asociado a estados de arranque, operación y parada. Con la salvedad que la parada puede efectuarse por parada condicionada por finalización de producción o por falla y la operación puede ser normal o degradada. Una descripción más precisa de los modos de operación la podemos definir como: arranque (A), Vacio (V), Operando (O), Parado (P). Para cada modo se debe tener un modelo de comportamiento que puede estar dado en función de su desempeño como Normal (N), Degradado (D), Fallo (F).

Así para Modo , con comportamiento J, según lo definido en (1), se tiene

(2) .

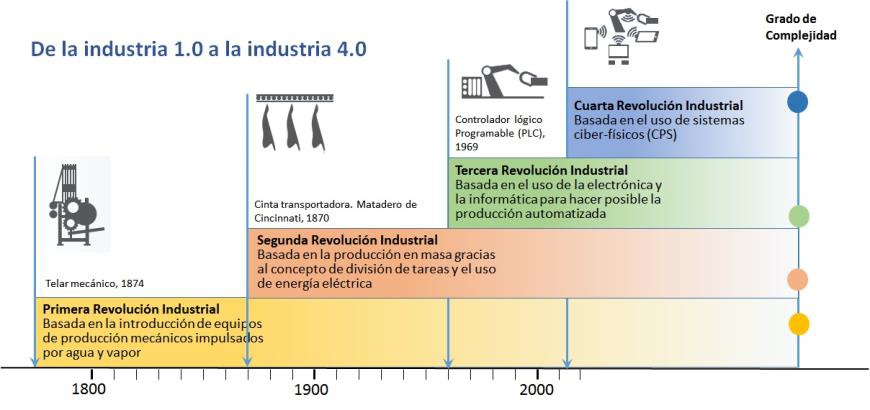
donde

.

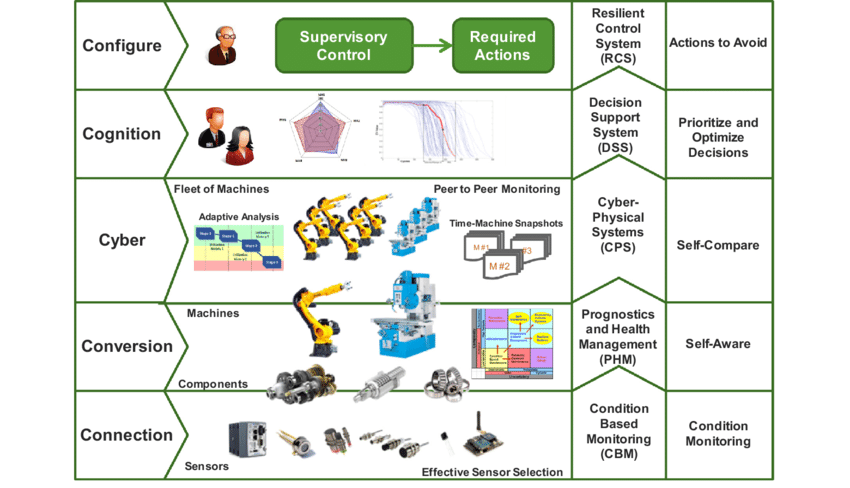
que definen las regiones de operación y por lo tanto la conmutaciones están definidas como:

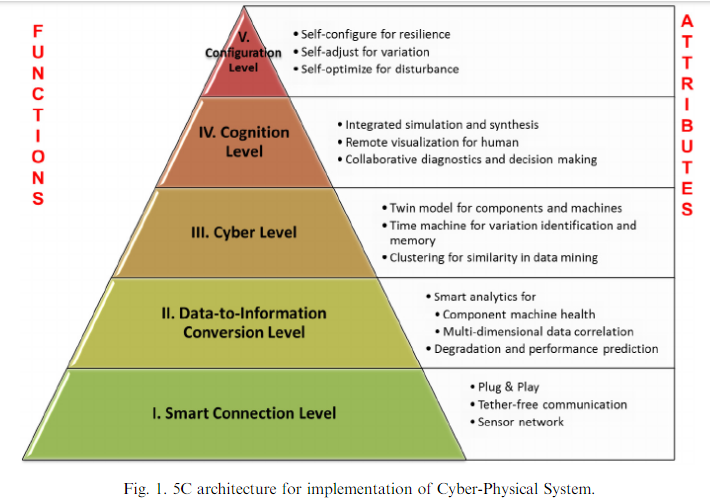
Estas conmutaciones para todo j se presenta en la figura

·



[12]

[66]



[66]

Sistemas Ciber-Físicos



[63]

Sistemas de suministro de agua potable hacia la I4.0

