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 \*\*
* Propuesta \*\*
* 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.

Sedimentación

Entrada

Agua tratada con coagulante y flóculos formados en suspensión.

Proceso

En la unidad de sedimentación se depositan los flóculos que se encuentran en suspensión; la velocidad de caída dependerá de la concentración de las partículas, gradiente de velocidad del sistema y distribución de tamaños. El efecto de las variables que intervienen en el proceso se determina mediante la prueba de Jarras.

La masa de agua debe permanecer entre 2 y 4 horas en decantación, donde las partículas caerán al fondo de la unidad de modo que la zona clarificada del flujo pase a la siguiente unidad del proceso. En la parte superior del tanque de sedimentación se disponen de canales recolectores a lo largo del tanque, unidos por filas de ductos perforados que recolectan el agua de la zona clarificada. En la parte inferior del tanque de sedimentación existe inclinación a un punto de desagüe, que permita la fácil remoción de los flóculos por apertura de una compuerta o válvula.

El diseño estructural de los sedimentadores puede ser de flujo vertical, horizontal, laminar, dependiendo de la cantidad y calidad del agua a tratar.

Los procesos que deben ser controlados en la unidad de sedimentación son:

- Caudal de entrada a la unidad conocido y controlado. La calidad de agua debe ser conocida.

- Nivel del agua según la capacidad del tanque.

- Tiempo de retención según los estudios previos, basados en la calidad del agua.

- Salida de agua clarificada, caudal y calidad de agua como parámetros conocidos.

- Verificación semanal de crecimiento de algas.

- Medición del nivel de lodos depositados, evitando que supere la zona de lodos según el diseño de la planta. Por lo general esta medición es indirecta asociada al nivel de agua en el tanque.

- Remoción de lodos, incluye el manejo de las válvulas de descarga y los tiempos de acción. Se realiza por gravedad o con bombas de lodos hacia el desagüe de la planta.

Salida

Agua clarificada; calidad y cantidad de flujo.

El mantenimiento de la unidad gira en torno a la calidad del agua; de recibir agua con baja turbidez, usualmente en periodos sin lluvia, el manto de lodos puede vaciarse cada X días, el flujo de salida se verá interrumpido pero sin afectar la producción de la planta. Con periodos de tiempo más distanciados, cercano a dos meses, debe realizarse una limpieza profunda de la unidad, con vaciado total para el lavado, con el fin de evitar la formación de algas y organismos que afecten la calidad del agua.

En la planta Jáuregui se tienen dos unidades de sedimentación de tipo laminar FOTO, cada una con dos canales de recolección, es decir, cuatro pasillos de tubos recolectores. El agua proveniente de la unidad de floculación entra por la parte inferior del tanque de sedimentación, de forma que los flóculos se asienten en las láminas y el agua clarificada se mantenga en la superficie. Los cuatro canales recolectores se unen en un canal común que se dirige a la unidad de filtración.

Filtración

Entrada

Agua clarificada.

Proceso

Filtración se denomina al proceso de separación de partículas suspendidas en un líquido al hacerlo pasar por un material poroso, capaz de retener partículas hasta de 20 micras; en el caso de la potabilización aquellas partículas que quedaron de la etapa de sedimentación. El proceso se puede realizar por filtración rápida o filtración lenta, según la calidad del agua a tratar.

La filtración rápida es utilizada como pulimento final en la cadena de potabilización, previo a la desinfección; por su parte, la filtración lenta se lleva a cabo cuando no hay una cadena de potabilización, sino un proceso de prefiltrado, como tratamiento único o como pretratamiento a algún proceso que lo amerite. Las velocidades de filtración son 120-360 m3/m2/día para filtros rápidos y 7-14 m3/m2/día en filtros lentos.

El diseño de filtros consta de un falso fondo, compuesto por lechos que pueden variar en composición (arena, grava, antracita, o mezcla de varios componentes), elección ligada a la calidad de agua a tratar. Debido a este fondo se hace difícil la medición de caudal en la salida de cada filtro, pudiendo utilizarse sensores en la tubería de recolección o realizar el cálculo aproximado mediante aforo. En la figura BUSCARLA se tiene el detalle de los componentes del filtro, el agua proveniente de la unidad de sedimentación ingresa por la parte superior, el agua es recolectada por la parte inferior, bajo el lecho filtrante. Se tienen válvulas de retro lavado (el agua se impulsa de abajo hacia arriba) para el mantenimiento de la unidad y canales superiores que dirigen el agua de lavado hacia el desagüe.

En esta unidad se debe ejecutar un protocolo para limpieza de filtros una vez esté colmatado. El lavado debe realizarse con agua potable, la mínima cantidad posible, alrededor de 3% mensual de consumo de agua tratada como máximo. La frecuencia de limpieza depende de la calidad de agua a tratar, esta puede variar desde 2 días hasta dos meses según sea el caso.

La condición operacional sobre la colmatación de los filtros, es dada por el flujo de salida del filtro, si el flujo de salida es menor a la velocidad de filtración (rango asociado a la estructura del filtro, calidad del agua, etc.), considerando también el caudal de entrada, se debe proceder al lavado, sin embargo esta medición puede ser difícil de obtener dependiendo del diseño de la unidad, es por ello que se utiliza una medición indirecta de la colmatación de los filtros asociadas a la turbulencia y/o nivel en el tanque de filtración. Una unidad con poca turbulencia, o con nivel máximo de agua, debe pasar a retro lavado.

Los procesos que deben mantenerse controlados en la unidad de filtración son:

- Entrada a la unidad, control de caudal y conocimiento de color y turbiedad.

- Nivel del tanque de filtrado, debe estar en el rango de operación determinado por el diseño de la planta.

- Operación de lavado del filtro, frecuencia y modalidad, dependiendo de la calidad del agua determinada en la prueba de jarras.

- Tiempos para limpieza y acondicionamiento.

- Salida de la unidad de filtración, conocimiento de caudal, color, turbiedad y pH.

- Determinación de la eficiencia de la unidad, empleando la siguiente expresión :

Salida

Agua sin sedimentos.

En la planta Jáuregui la unidad de filtración consta de seis filtros rápidos instalados en serie, con un lecho filtrante de X cm, compuesto por LA FOTO DE LA VAINA. Se realiza retro lavado con agua y aire, proceso que dura alrededor de 10 minutos.

Cuando un filtro sale de producción, los demás tienen la capacidad para recibir el caudal de éste, lo que denota la robustez del proceso y la redundancia estructural, de modo que no se pierda la continuidad en la producción.

Desinfección

Desinfectar el agua significa eliminar de ella los microorganismos existentes capaces de producir enfermedades. En la desinfección se usa un agente físico o químico para destruir los microorganismos patógenos, que pueden transmitir enfermedades utilizando el agua como vehículo pasivo.

La dosis de desinfectante (mg/l) se determina en el laboratorio, con el método concentración – tiempo

Procesos que deben ser controlados en la unidad de desinfección:

- Entrada al tanque de desinfección, control de caudal y conocimiento de pH, color y turbiedad (< 1 UNT).

- Nivel del tanque dentro del rango de operación.

- Dosificación de desinfectantes, según la cantidad determinada en estudios previos en el laboratorio.

- El pH del agua debe ser menor a 7,5.

- Mantener medición del cloro residual.

- Salida de agua potable hacia la unidad de almacenamiento.

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) .

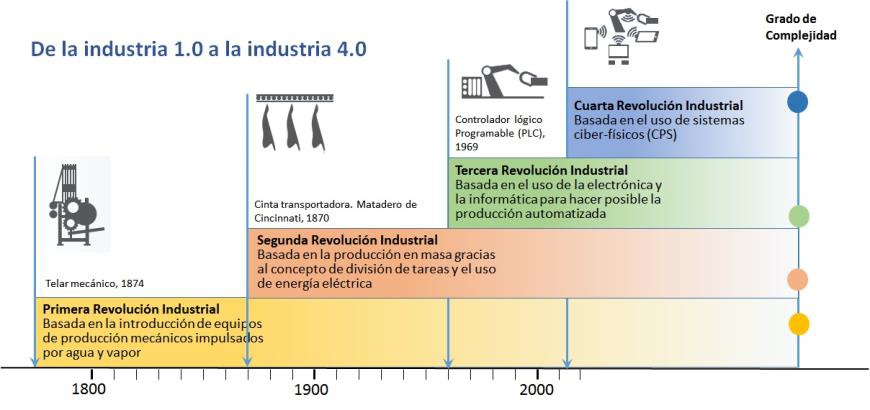
donde

.

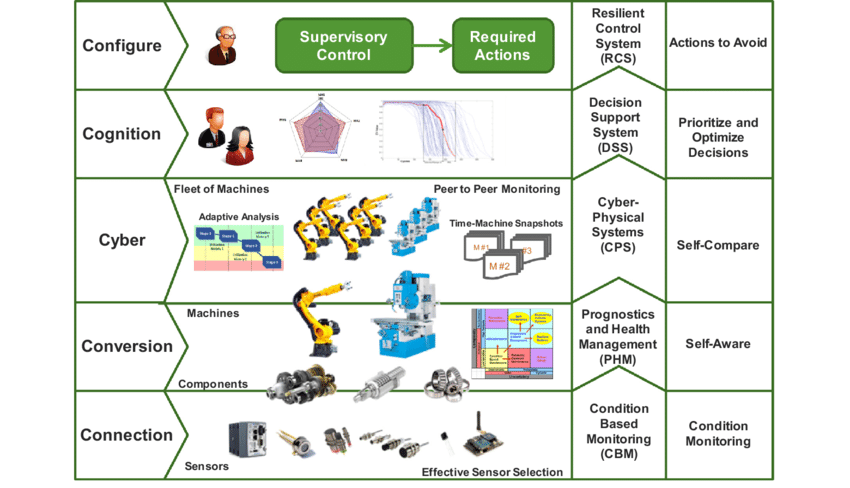
que definen las regiones de operación y por lo tanto la conmutaciones están definidas como:

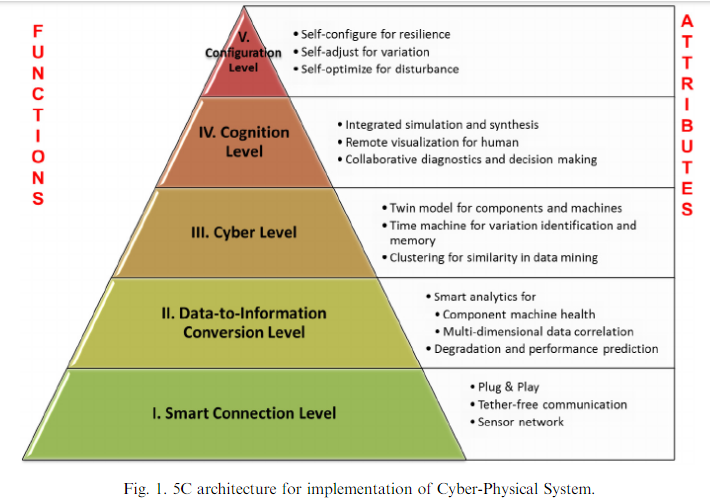
Estas conmutaciones para todo j se presenta en la figura

·



[12]

[66]



[66]

Sistemas Ciber-Físicos



[63]

Sistemas de suministro de agua potable hacia la I4.0

