

Recibido: Ago. 25, 2020 | Aceptado: Nov. 15, 2021

Aplicación de la teoría de señales a la medición de desplazamiento de fluidos en una tubería – Sistema SIMTU

Application of signal theory to the measurement of fluid displacement in a pipe – SIMTU System

DOI: <https://doi.org/10.21803/ingecana.1.1.409>

Andersson Leonardo Moreno Ascanio¹ · Miguel Ángel Torres Hoyos² · Flavia Cuesta Díaz³ · David Alberto García Arango⁴

¹Ingeniería de Sistemas. Corporación Universitaria Americana, morenoandersson5828@coruniamericana.edu.co. ²Ingeniería de Sistemas. Corporación Universitaria Americana, torresmiguel9115@coruniamericana.edu.co. ³Ingeniería de Sistemas. Corporación Universitaria Americana, cuestaflavia4753@coruniamericana.edu.co. ⁴Magíster en Matemáticas Aplicadas, licenciado en educación. Corporación Universitaria Americana. dagarcia@coruniamericana.edu.co

Resumen

La aplicación de la teoría de señales a la medición de desplazamiento de fluidos muestra cómo por medio de las señales inalámbricas se pueden transmitir datos en tiempo real a un sistema de información realizado para observar los cambios que difieren de dicha señal. El proyecto se basa en medir estadísticamente resultados de valores transmitidos por medio de dispositivos en red; de igual forma es un medio de prevención a desastres futuros ya sean ecológicos y monetarios. La idea del proyecto general es que por medio de los fluidos que pasan y recorren a través de una tubería, impulsen una hélice y esta rotación permite generar un voltaje gracias a un motor; este voltaje será transmitido desde un dispositivo inalámbrico o alámbrico a un receptor en un computador; donde el sistema de información "SIMTu" generará una vista de los resultados obtenidos en los datos recibidos, estos archivos son por lo general valores numéricos y se establecen para dar mediciones y de esta misma forma generar estadísticas adecuadas para su estudio previo.

Palabras clave: Teoría de señales; Sistema de información; Desplazamiento de fluidos; Señales inalámbricas.

Abstract

The application of the theory of signals to the measurement of fluid displacement shows how, through wireless signals, data can be transmitted in real time to an information system made to observe the changes that differ from said signal. The project is based on statistically measuring results of values transmitted through network devices; Likewise, it is a means of preventing future disasters, whether ecological or monetary. The idea of the general project is that by means of the fluids that pass and run through a pipe, they drive a propeller and this rotation allows a voltage to be generated thanks to a motor; this voltage will be transmitted from a wireless or wired device to a receiver in a computer; where the "SIMTu" information system will generate a view of the results obtained in the received data, these files are generally numerical values and are established to give measurements and in this way generate adequate statistics for their previous study.

Keywords: Signal Theory, Information System, Fluid Displacement, Wireless Signals



Introducción

En el presente estudio se observa la necesidad de prevenir las alteraciones tempranas para detectar las anomalías que se presentan en las tuberías transportadoras de fluidos, puesto que no se realizan los controles necesarios y oportunos para evitar los problemas o dificultades que esto conlleva [1].

Adicionalmente, se pretende conocer y optimizar el mecanismo mediante el cual se monitorea el transporte de los fluidos y recopilar la información en cuanto a las características que el fluido ejerce en su movimiento, realizando diferentes controles en su recorrido constante en un área determinada, concluyendo su viscosidad y densidad en posiciones relativas [2].

De esta manera, se quiere reconocer las longitudes del recorrido de los fluidos con ecuaciones y funciones, clasificando las variables del sistema para descubrir su comportamiento dinámico.

Se procura identificar las consecuencias que tienen los fluidos al momento de ser transportados por un área específica (tuberías) y reconocer las dificultades que ejerce la fuerza de presión sobre dicho fluido; es posible realizarlo si se logra calcular la magnitud de la fuerza sobre la superficie donde el fluido hace su trayectoria [3].

Al transportar fluidos por una tubería debemos tener presente que estos contienen gran cantidad de aire disuelto. El cual forma burbujas y bolsas que causan errores en los elementos de medición y

roturas de las tuberías. La presencia del aire en las tuberías puede causar errores en la medición del desplazamiento del fluido, puesto que la velocidad del aire es mucho mayor que la del agua [4].

MATERIALES Y MÉTODOS

El tipo de investigación desarrollada en este proyecto es cuantitativa y cualitativa, con una pauta de ser aplicado a la sociedad para obtención de beneficios en múltiples formas con herramientas tecnológicas. De igual forma es de tipo analítico, ya que se estudian las diferentes variables que se utilizarán en este proyecto, las cuales probarán las teorías propuestas anteriormente.

El proyecto alcanza a ser un tipo de investigación de campo, la cual se utiliza para solucionar problemas físicos en cuestión y demostrar resultados con variables en un sistema integrado como el software.

A continuación, se realizará una breve explicación de cada uno de los componentes que el dispositivo tiene para su funcionamiento.

- Molino de agua o hélice: Está formado por aspas movidas por el agua que permiten realizar la generación de energía y de igual forma, drenar grandes áreas de humedales utilizando la energía potencial del agua liberada al fluir. La energía hidráulica es la energía producida por el movimiento del agua y puede ser convertida en electricidad o directamente en forma de energía mecánica, es decir, rotación.

El movimiento del agua lleva energía cinética y energía potencial que se puede aprovechar como fuente de energía.

- **Dinamo:** Es un dispositivo que convierte la energía mecánica en energía eléctrica. “Dentro del generador eléctrico (dinamo), la rotación de una espira de alambre en un campo magnético produce un voltaje que sale y cuya polaridad se invierte cada medio ciclo. El voltaje alterno origina una corriente alterna si la espira de alambre se conecta a un circuito completo” [5].
- **PIC (conversor analógico - digital):** La conversión analógica digital, permite transformar una señal análoga, en una representación digital del valor correspondiente a la tensión en el pin de entrada para trabajar con esos valores.
- **Antena:** Es un dispositivo generalmente metálico especialmente diseñado para radiar y recibir ondas de radio que adapta la salida del transmisor o la entrada del receptor al medio. Según el modo de radiación hay cuatro grupos de antenas; las antenas de elementos de corriente, las de onda progresiva, los arrays y las aperturas.
- **Computador:** Es el dispositivo digital donde se procesan los datos generales informáticos; tiene la función de tratar y almacenar la información binaria. Es lo que realiza el computador para su análisis.
- **Software:** Es el programa por el cual se mostrarán los datos y registros necesarios para determinar los procesos que definan el estado del fluido dentro del tubo.

El enfoque en la investigación, es de énfasis mixto, es decir, cuantitativo y cualitativo; puesto que el análisis de la recolección de datos se puede expresar de las dos formas, integrando

las propuestas medibles y las no medibles en las que los resultados son de gran importancia numéricamente como descriptivamente [6]. El proceso para desarrollar un software que monitoree el estado de las tuberías transportadoras de fluidos a partir de un análisis dinámico, requiere en principio el análisis de las señales enviadas del dispositivo hacia el software, para establecer puntos de cambios o estabilidad, posteriormente se genera la elaboración el diseño tecnológico del dispositivo generador de señales, cuantificable en las tuberías transportadoras de fluidos para el testeo necesario del software utilizando metodologías de prototipado y atendiendo a la filosofía CDIO [7], posteriormente se procede a interpretar los factores que producen las señales que son medibles a través del software para hacer una calibración de éste y finalmente diseñar un prototipo y la simulación del proceso que se lleva a cabo en la medición y monitoreo del estado de movimiento de un fluido en una tubería.

RESULTADOS

Se construyó un dispositivo de simulación físico por la necesidad de recopilar información de las señales a enviar, éste es un componente muy importante para este proyecto puesto que es un esquema el cual recolectó datos necesarios para que el software “SIMTu” pueda analizar y mostrar los resultados obtenidos en las pruebas con el dispositivo. El dispositivo que se construyó es un prototipo a escala de una red de tuberías real, cuya función principal es la de transportar líquidos desde un punto de inicio a un punto final (ver Figura 1).

El dispositivo simula el transporte del fluido, en algunos casos con una baja presión en el transporte de este, haciendo una especie de fuga y es allí donde comienza el análisis derivado de la aplicación del software. Cuando el prototipo simula una fuga en la red de tuberías, hay un dispositivo que mide ese tipo de anomalías por

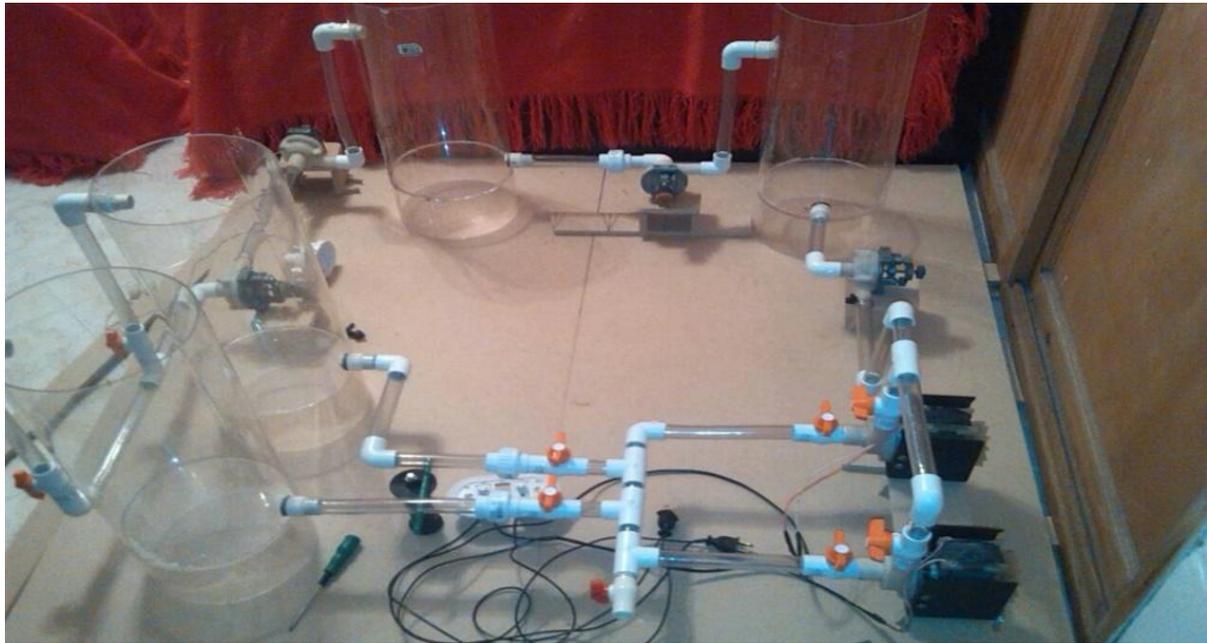


Figura 1. Prototipo del dispositivo “Red de tuberías”.
Elaboración propia.

medio de la presión del fluido, el dispositivo de medición está conectado a un PIC o CHIP que recibe las mediciones tipo análogas y las convierte en digitales, a lo cual serán enviadas por medio de señales inalámbricas a un dispositivo receptor en donde los datos serán enviados al Computador y decodificados en el software “SIMTu”, a lo cual se puede observar y analizar el estado del prototipo de la red de tuberías y en dónde o qué área se registró la inconsistencia y/o advertencia.

El sistema de información a utilizar es llamado “SIMTu” Sistema Integrado de Monitoreo de Tuberías (Figura 2), encargado de almacenar y analizar información mediante valores estadísticos recibidos desde el dispositivo de monitoreo.



Figura 2. Sistema SIMTu.
Elaboración propia.

“SIMTu” procede a realizar gráficas de los valores obtenidos del dispositivo los cuales muestran el estado de la tubería y los cambios que sucedan en el transporte del líquido. También permite realizar un análisis en conjunto de las zonas a monitorear y en tiempo real observar sus cambios para hacer las correcciones pertinentes.

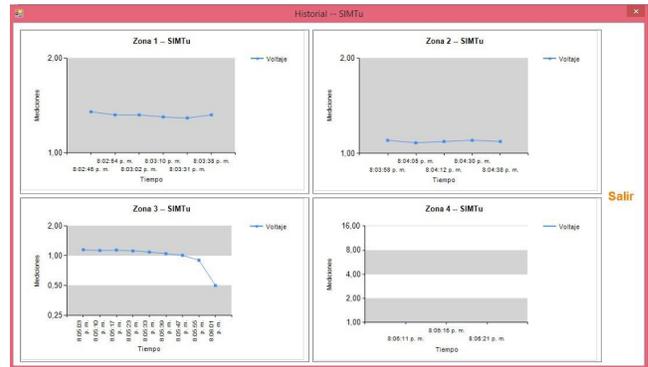


Figura 3. Historial de SIMTu.
Elaboración propia.

“SIMTu” permite generar historial de los datos para realizar modelos comparativos de los estados de las zonas para verificar los cambios que ocurran en cada zona mediante cierto tiempo

y así hacer un cuadro comparativo de los periodos de éstas. Mediante lo anteriormente establecido del historial, detectar la zona que requiera la atención adecuada para su mantenimiento previo a un desastre futuro. Un factor importante son las consultas que se pueden realizar en el sistema, ya que permiten establecer medidas preventivas de seguridad. Las consultas pueden ser generales o específicas acerca de las zonas monitoreadas para observar el estado de cada etapa del dispositivo de monitoreo, tal y como se puede observar en la Figura 4.



Figura 4. Consulta del análisis por zona.
Elaboración propia.

Se realizaron varias las pruebas necesarias con el dispositivo, las señales utilizadas y el software, la conclusión es que, de acuerdo a la investigación, como el desarrollo del proyecto, las pruebas finales resultaron satisfactorias, por el motivo de que las señales se envían adecuadamente y el software los muestra gráficamente. Estableciendo un monitoreo constante de la red de tuberías, acabando con resultados estables y normales, pero cuando se sufre una anomalía, el sistema de información lo representa con advertencias e inclusive con diferentes estados (Normal, Advertencia o Crítico).

De acuerdo con las funcionalidades del sistema de información “SIMTu”, los valores se pueden representar a nivel estadístico en gráficas que demuestran la viabilidad y la importancia de las características de los datos. Mediante las gráficas se pueden establecer los puntos de cambios y demostrar la estabilidad del estado del tubo, al igual que puede presentar inconsistencias en la Red de Tubería según se presenta en la Figura 5.



Figura 5. los puntos de cambios y demostrar la estabilidad del estado del tubo. Elaboración propia.

DISCUSIÓN

La medición de las vibraciones es un proceso importante para comprender el desarrollo y desplazamiento de las ondas que son producidas por los cambios alternativos entre diversos puntos de estado del movimiento. El análisis que se realiza de las vibraciones es utilizado comúnmente como técnica para el diagnóstico de fallas o para la evaluación de la integridad de dispositivos y diversas estructuras. Las mediciones necesarias para seguir el análisis de las vibraciones constituyen una cadena de etapas como el acondicionamiento de la señal, el mismo análisis, el registro, entre otros [8].

Las oscilaciones mecánicas de un sistema dinámico son comúnmente establecidas como definiciones que provienen del estudio de la medición de las vibraciones, puesto que así se

puede determinar las diferentes señales que se transmiten. La medición de las vibraciones es una técnica para establecer un punto central de las señales que ocurren por este tipo de eventos, la finalidad de este sistema es la recopilación de los datos para realizar conclusiones, los cuales permiten generar un entendimiento y comprensión del comportamiento de las señales obtenidas.

Existen instrumentos o dispositivos que permiten medir las velocidades dinámicas de un fluido que circula por un conducto (caudal); estos dispositivos dan a conocer la presión que se produce en el conducto por el cual el agua es transportada. El caudal se calcula de dos formas, de forma indirecta o de forma directa. La medición directa, calcula el valor de la magnitud desconocida, el cual se obtiene por comparación de una unidad conocida, es decir, un patrón. La medición indirecta, se obtiene cuando se calcula a partir de fórmulas que vinculan una o más medidas directas y este por defecto da uno, al igual que varios valores representativos [9].

Las magnitudes de los cálculos realizados de las mediciones directas o indirectas, pueden arrojar resultados o procesos erróneos sistemáticos aleatorios; esto sucede porque las condiciones son diferentes al momento de calcular las mediciones y la comprensión de los resultados son diferentes. Se observa la necesidad de prevenir las alteraciones tempranas para detectar las anomalías que se presentan en las tuberías transportadoras de fluidos, puesto que no se realizan los controles necesarios y oportunos para evitar los problemas o dificultades que esto conlleva.

Adicionalmente, se ha logrado conocer y optimizar el mecanismo mediante el cual se monitorea el transporte de los fluidos y recopilar la información en cuanto a las características que el fluido ejerce en su movimiento, realizando diferentes controles en su recorrido constante en un área determinada, concluyendo su viscosidad

y densidad en posiciones relativas. De esta manera, se requiere reconocer las longitudes del recorrido de los fluidos con ecuaciones y funciones, clasificando las variables del sistema para descubrir su comportamiento dinámico.

En este sentido, el proyecto logra identificar las consecuencias que tienen los fluidos al momento de ser transportados por un área específica (tuberías) y reconocer las dificultades que ejerce la fuerza de presión sobre dicho fluido; es posible realizarlo si se logra calcular la magnitud de la fuerza sobre la superficie donde el fluido hace su trayectoria [3].

CONCLUSIONES

El dispositivo utilizado para el envío de señales es de gran importancia, puesto que necesariamente es el factor determinante para que los datos se puedan transmitir por medio de la red inalámbrica o alámbrica. De igual forma el compuesto de los componentes es muy factible y recomendado ya que el alcance de radio frecuencia en la señal está en un promedio de 100 a 300 metros de cobertura. La utilización de las herramientas tecnológicas es muy factible y más si se utilizan los módulos de señales conocidos como XBEE para la transmisión de datos en una red inalámbrica.

Los componentes utilizados en el dispositivo son los módulos XBEE (emisor y receptor), una BOARD, un PIC (análogo/digital), un medio de salida, es decir, una pantalla LCD o ánodos de cátodo común, energía externa, entre otros. Se elaboró una serie de pruebas las cuales se hicieron de forma manual y automática, es decir, se tomó medidas manualmente y se permitió el envío de los datos por medio de las señales.

El resultado se reflejó en las variantes que se demostró en el sistema de información gráficamente con valores representativos, enviados desde el dispositivo y por tal motivo son recibidos

por el sistema de información “SIMTu” para su pronto análisis y de igual forma tomar decisiones si se presentan los casos para determinar acciones a las prevenciones futuras.

La medición de señales a través de un dispositivo como el mostrado en el presente trabajo depende de un sinnúmero de variables tales como los materiales de medición, la estructura del dispositivo, el prototipo de la red de tuberías, factores de fricción e interferencia, entre otros, en ese caso se logró un acercamiento a la identificación de los valores a analizar. Como futuros temas de investigación se propone la modelación del proceso de identificación de las fugas y su respectiva simulación.

REFERENCIAS

- [1] American Petroleum Institute, «PI 1130: Computational Pipeline Monitoring,» American Petroleum Institute, 2002.
- [2] R. P. García, Flujo Estacionario de Fluidos Incomprensibles en Tuberias, Valencia: UPV, 2005.
- [3] R. Mott, Mecánica de Fluidos, Ciudad de México: Pearson Educación, 2006.
- [4] P. A. Tipler, Física para la ciencia y la tecnología, Loreto: Reverté S.A., 2005.
- [5] J. D. Wilson y A. J. Buffa, Física, Ciudad de México: Pearson Educación, 2003.
- [6] R. Hernández Sampieri, C. Fernandez Collado y P. Baptista Lucio, Metodología de la Investigación, México, D.F.: McGraw-Hill, 2003.
- [7] CDIO, «CDIO Universities,» (2016). [En línea]. Available: <http://www.cdio.org/>.
- [8] J. Ballcells, Interferencias electromagnéticas en sistemas electrónicos, Barcelona: Marcombo, 1992.