

# Arquitectura para un Sistema de Información Web de medición de datos en línea.

Jesus Leonardo López Hernández, Ignacio Rodrigo Cervantes Mendieta,  
Ana María Chávez Trejo, Giner Alor Hernández

Instituto Tecnológico de Orizaba  
Division de Estudios de Posgrado e Investigación  
jleonardolh@gmail.com, igrodcer@gmail.com,  
achavezt@prodigy.net.mx, ginalor@hotmail.com  
*Paper received on 02/07/10, Accepted on 05/10/10.*

**Abstract.** El Departamento de Operación de PEMEX Refinación Sector Mendoza, realiza actividades de transporte por ducto y requiere un proceso de análisis de las condiciones operativas, en base a reportes operativos que contienen la información de cada Estación de Bombeo y Terminal de Almacenamiento y Reparto. Este trabajo presenta una propuesta para la arquitectura de un Sistema de Información Web de medición de datos en línea que permita la comunicación en tiempo real con los dispositivos físicos (Sensores) y la computadora. Finalmente se describe el dispositivo electrónico utilizado en el proceso de adquisición y conversión de datos analógico-digital.

**Palabras Clave:** Arquitectura, Tarjeta de Adquisición Datos, Aplicación Web.

## 1. Introducción

La actualidad informática de las empresas requiere que sus sistemas informáticos se diseñen aplicaciones Web o aplicaciones locales, cubran las necesidades operativas ya que dependen de los resultados obtenidos de estos sistemas. En PEMEX Refinación Sector Mendoza, el Departamento de Operación se encarga de la lógica del transporte por ducto y para llevar a cabo esta actividad realiza una monitorización constante que permite a los encargados conocer los datos de campo generados. Una problemática actual, es la generación de reportes operativos diarios, que requieren de personal para realizar esta tarea repetidas veces, es aquí donde el trabajo se vuelve complicado, porque requiere de comunicación diaria y constante vía Trunking Radio a cada EB (Estación de Bombeo) y TAR (Terminal de Almacenamiento y Reparto), para conocer las condiciones operativas diarias y novedades, esto causa errores de inconsistencia y problemas de tiempo de entrega y sincronización de captura en otras aplicaciones informáticas. La interpretación de las variaciones de presión entre las EB, es otra problemática encontrada ya que en ocasiones se necesita verificar visualmente si existe una toma clandestina o los equipos de la empresa presentan fallas mecánicas que generan datos erróneos. El requerimiento de un Sistema de In-

formación que cubra la necesidad de la presentación de reportes finales de condiciones operativas y la detección y seguimiento de variaciones de presiones de bombeo, será de gran impacto para el Departamento de Operación al facilitar la monitorización de las condiciones operativas durante el proceso de bombeo de producto (crudo o procesado) tanto para el área de Poliducto y Oleoducto. El sistema detectará presiones fuera de los rangos permitidos para la operación y generará avisos que permitan tomar medidas pertinentes, esto se traducirá en la reducción de la pérdida de producto por robo. Además reducirá el tiempo de captura e inconsistencias producidas al generar los reportes, ya que éstos actualmente se elaboran en forma manual y requieren la comunicación constante entre operadores de diferentes estaciones para llenar todos los datos necesarios. Todo esto aunado a que el sistema tendrá la capacidad de realizar cálculos específicos para la presentación visual de estos informes finales.

Un “Sistema de Información de medición en línea” se define como un Sistema Informático que interactúa con medios físicos (dispositivos electrónicos) por medio de los cuales recibe datos para procesarlos y presentar resultados [1].

Cada Sistema de Información debe diseñarse en base a una arquitectura con el objetivo a cumplir para los fines planteados. La siguiente sección presenta la Arquitectura Propuesta para el Sistema, en base al estilo arquitectónico en capas y el patrón arquitectural MVC (Modelo-Vista-Controlador)

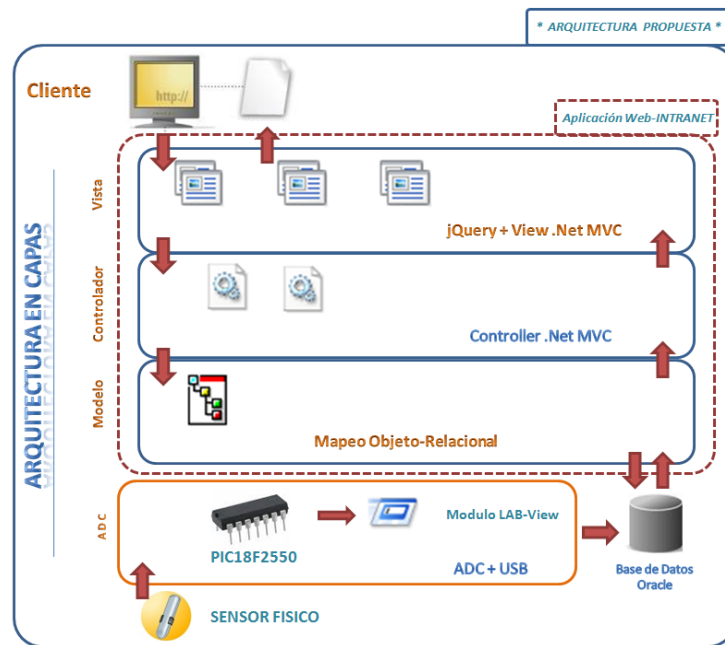
## 2. Arquitectura Propuesta para el Sistema de Información Web

La arquitectura que se propone para el sistema Web, se basa en la arquitectura general de aplicaciones ASP.Net MVC, el cual se instala en el mismo servidor que contiene al Sistema Gestor de Base de Datos (Oracle), para así mediante un mapeo Objeto-Relacional (O-R) realizar la conectividad entre estas tecnologías. Cualquier usuario que tenga acceso y haga una petición de la aplicación Web no se le tendrá que instalar el software para hacer uso de la aplicación. Los componentes principales para las aplicaciones que se desarrollan en el marco de trabajo .Net MVC, tienen la característica de distinguir a éste, no permiten que se mezclen los elementos propios de cada componente o capa, es decir, si un elemento vista requiere a un elemento de la base de datos (Modelo), esta petición se tiene que hacer vía controlador, ya que es el encargado de cómo su nombre lo indica, controlar las peticiones entre la aplicación.

La Figura 1, muestra la arquitectura en capas propuesta y dentro de cada capa los elementos software o elementos electrónicos para la aplicación.

- **Capa Vista.** En esta capa se tienen a los componentes que desplegarán la presentación o interfaz de usuario y los datos solicitados en base al tipo de usuario.
- **Capa Controlador.** Esta es la capa más importante del marco de trabajo, ya que funciona como un intermediario entre las diferentes capas de la aplicación, cualquier petición de consulta que se realice por parte del usuario o de almacenamiento a la base de datos tendrá que ser gestionada por el controlador, éste realiza las llamadas a los métodos o instancias necesarias para hacer dichas tareas.

- **Capa Modelo.** En esta capa se tienen a los componentes necesarios para construir el mapeo Objeto-Relacional (O-R), para manejar como objetos a las entidades de la base de datos. La representación O-R es como el marco de trabajo sugiere se trabaje hacia las bases de datos.
- **Capa ADC.** La capa Convertidor Analógico-Digital, se encarga de adquirir los datos de los dispositivos físicos, procesarlos y almacenar mediante un módulo software (LAB-View) a la base de datos. El componente USB establece la comunicación entre la tarjeta de adquisición de datos y la computadora. El micro-controlador PIC18F2550 es el dispositivo electrónico que realiza las tareas de adquisición y comunicación.



**Fig. 1.** Arquitectura Propuesta.

La tecnología de esta aplicación permite integrar a este proyecto a jQuery, un *framework* que permite construir mejores interfaces de usuario.

A continuación la sección 3 describe la tecnología usada para la construcción de la Tarjeta de Adquisición de Datos de la capa ADC, en base al micro-controlador PIC18F2550, detallándose las características más importantes.

### 3. Tecnología para la construcción de la Tarjeta de Adquisición de Datos

El núcleo de la tarjeta de adquisición de datos es un micro-controlador PIC18F2550 de Microchip. La función de este dispositivo es convertir los datos analógicos a digitales, y establecer una comunicación mediante el protocolo USB con una computadora personal. El micro-controlador mencionado dispone de un módulo para realizar la comunicación serial compatible con el SIE (serial interface engine o máquina con comunicación serie) USB “full-speed” (2.0) y “low-speed” (1.0). El micro-controlador PIC18F2550 puede alimentarse con un voltaje de 2.5 hasta 5.5 Volts, por lo que la tarjeta de adquisición de datos será alimentada por medio del puerto USB o desde una fuente de alimentación externa. En la tabla siguiente se muestran las características del micro-controlador PIC18F2550.

**Tabla. 1.** Descripción de características del PIC 18F2550.

Tipo de memoria programable	Flash
Memoria de programa (bytes)	32.768
Memoria RAM de datos (bytes)	2.048
Frecuencia de operación	Hasta 48 MHz
Líneas de E/S	24
Canales de Conversión A/D de 10 bits	10 canales
Puertos USB	1, Full Speed, USB 2.0
Temperatura de operación (c)	-40 hasta 85
Rango de voltaje de operación	2 hasta 5.5
Numero de pines	28

A la tarjeta de adquisición de datos se agrega un cristal de cuarzo de 20 MHz encargado de llevar el ritmo del PIC 18F2550, éste trabaja cuánticamente pasando de un estado a otro en un lapso de tiempo, determinado por el control del Cristal, que interpreta cada cuánto va a dar su siguiente salto, en nuestro caso dado que el cristal es de 20 MHZ cambiará de estado una vez cada 0,00000005 segundos (0.05µs), que es lo que se conoce como el Ciclo de Reloj. En la figura 2, se describen los elementos de la tarjeta de adquisición de datos para la aplicación. A continuación se mencionaran los componentes más importantes.

1. Componente USB es un conector tipo B, el cual tiene la funcionalidad de proveer la comunicación con la computadora, para así transmitir los datos que se están adquiriendo desde los medios físicos.
2. Elemento indicador del estado de la tarjeta de adquisición de datos es un “LED” que indica el estado de la tarjeta, activa o inactiva.
3. Botón de reinicio del PIC, cargará nuevamente las funciones de la tarjeta en el caso de que se encuentre bloqueada o los datos obtenidos sean inconsistentes.

4. Para el proceso de lectura de los datos, la tarjeta contiene un grupo de borneras, cuya función es obtener el dato analógico del medio físico.

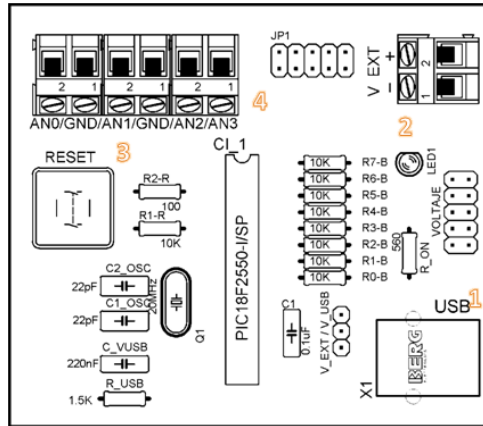


Fig.2. Diagrama de la Tarjeta de Adquisición de Datos.

#### 4. Resultados

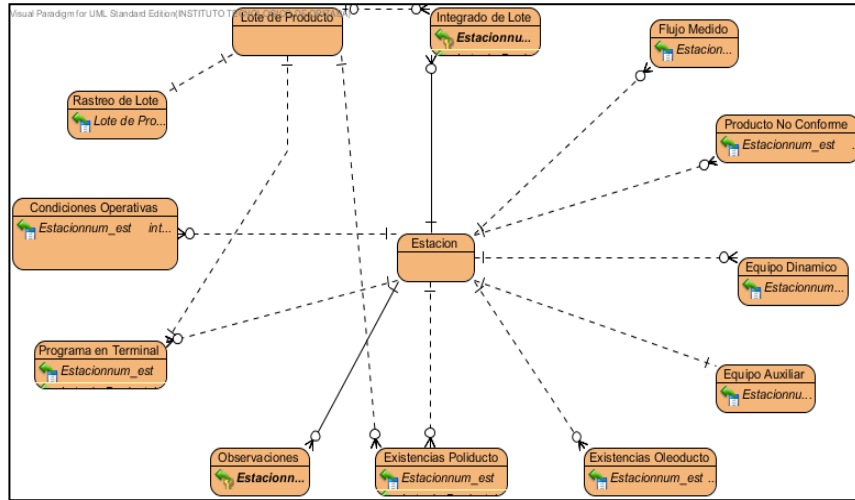
A continuación se presentan los objetivos alcanzados hasta este momento para el proyecto. Cabe mencionar que todos los elementos contemplados para la arquitectura, se ajustan a las tecnologías con las que la empresa ya tiene sistemas implementados, por lo que se siguió la misma línea de trabajo, el elemento hardware como la Tarjeta de Adquisición de Datos se construyó en base a las necesidades de la empresa. Con el análisis de los datos operativos y de campo necesarios para la presentación de informes finales y el proceso de adquisición de datos, se realizó el diseño y codificación de la base de datos bajo la tecnología Oracle. Uno de los objetivos primordiales de este proyecto es la eliminación de la inconsistencia y redundancia de datos, ya que en la actualidad el Departamento de Operación no hace uso de una base de datos. A continuación en la Figura 3, se presenta el diseño de la base de datos, para el Sistema de Información Web.

Para el proceso de conversión de datos analógico-digitales el micro-controlador PIC18F2550 cubre en gran medida los requerimientos técnicos para el desarrollo de esta aplicación, la integración de este dispositivo con distintos lenguajes de programación justifican su uso, en este caso el componente para conectividad por USB a la computadora viene listo para su implementación.

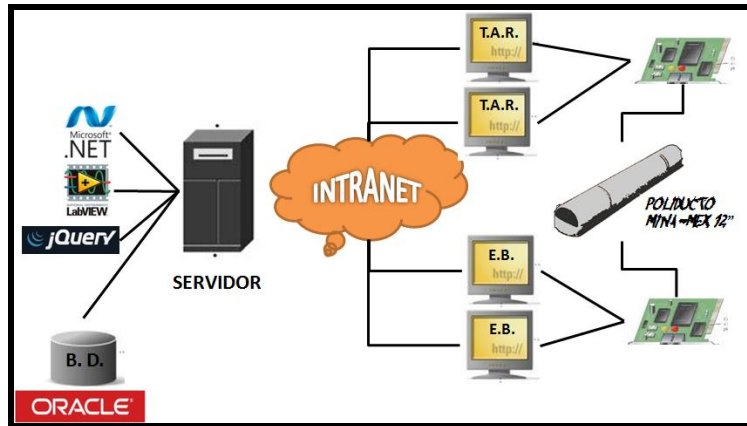
Además este micro-controlador proporciona confiabilidad en la lectura de datos según el ámbito de aplicación y problema a resolver, la alimentación con la que trabaja puede ser suministrada por el componente USB que se usa para el envío de los datos, con esto no se quiere decir que sea la única opción a utilizar para este proyecto, pero en base a las necesidades de la empresa se optó por este dispositivo electrónico.

La vista física de la arquitectura del Sistema de Información Web, se presenta en la Figura 4, esta vista muestra características de distribución de los componentes

software con el hardware, así como el medio de comunicación de la Intranet en la cual va a interactuar la aplicación. Esta aplicación será utilizada desde máquinas de EB y TAR. El ambiente Intranet, en el cual el Sistema trabajara tiene el objetivo de brindar seguridad a los datos ya que sólo tendrán acceso los usuarios autorizados.



**Fig. 3** Esquema lógico de la Base de Datos.



**Fig. 4.** Arquitectura física del Sistema

Se presenta a continuación el diseño de interfaces de usuario del sistema mediante algunos prototipos para el proceso de captura de datos y para el proceso de consulta. El proceso de captura se realiza de manera independiente por cada EB y

TAR, a excepción de los datos (Presiones) que se adquieran mediante el proceso de conversión analógico digital, los cuales no podrán ser manipulados por los usuarios.

Este proceso te permite capturar los datos operativos diarios, requiere que a la tabla Condiciones Operativas no podrás modificar los valores. Cada caja de texto tiene un validador que te permite en caso de errores verificar el contenido.

Una vez concluido el registro de las tablas pulsa el boton Guardar para almacenar los datos y si no estas seguro pulsa el boton Cancelar y verifica los datos.

CondicionID	Fecha	Presion de Succión	Presion de Descarga	Flujo	Numero de Estacion

Guardar Cancelar

Fig. 5 Prototipo de Interfaz de usuario para Captura de Datos.

Captura De Datos

Consultar Informes

Generar Informes

Acerca De...

CondicionID	Fecha	Presion de Succión	Presion de Descarga	Flujo	Numero de Estacion
30/04/2010 12:00 a.m.	13.5	8.6	350	1	
30/04/2010 01:00 a.m.	13.1	8.8	340	1	
30/04/2010 12:00 a.m.	13.3	8.3	330	2	
30/04/2010 01:00 a.m.	12.1	8.8	351	2	

Tabla de Condiciones Operativas

©2010 Primer Petróleo, Copyright ©PEBL

Fig. 6 Prototipo de interfaz de usuario para consultas.

## 5. Trabajos Relacionados

En [9] se presenta un sistema de información, para seguridad industrial y protección ambiental, que minimiza el proceso de elaboración manual de elaboración de reportes operativos e informes, para el área de Mantenimiento, el cual calcula au-

tomáticamente las condiciones de desempeño, vinculando la eficacia de las acciones a las metas establecidas.

El SISPA (Sistema de información industrial protección al medio ambiente), fue desarrollado para un ambiente Web, con una tecnología ASP, que permite su uso en las estaciones que comprende el Sector Mendoza, cabe mencionar que el gestor de base de datos que ocupa es Oracle.

En [10] se describe un sistema de información gerencial llamado SIGOR (Sistema de Información Gerencial de Operación de Refinación), la tarea de los sistemas de información gerenciales es el apoyo al procesar la información para el apoyo a la toma de decisiones importantes que influyan en el funcionamiento de la empresa.

En [11] se presenta una técnica para el desarrollo de una aplicación Web para un sistema de información en tiempo real, que permita la conexión remota y concurrente de diferentes equipos en la red a la base de datos histórica del sistema, sin necesidad de que se instale ningún componente de software en el equipo remoto del usuario que realiza la consulta.

En [12] se describe SITRAC (Sistema de Transferencia en Custodia para PEMEX Refinación) un sistema de información de aplicación general para Pemex Refinación, cuyo objetivo es obtener un balance de los hidrocarburos transportados, por cada TAR (Terminal de Almacenamiento y Reparto) requiere capturar la información con referencia los productos Px. Magna, Px. Premium y Px. Diesel.

En [13] se muestra como un sistema basado en sensores inalámbricos que tiene por objetivo detectar, localizar y cuantificar las fugas y otras anomalías comunes durante el proceso de transporte de agua por tuberías. También se utiliza para monitorear la calidad del agua y para medir los niveles en los colectores del alcantarillado. Se menciona que el sistema recoge vibraciones hidráulicas y acústica y mencionan los algoritmos que ocuparon para el análisis de estos datos para detectar y localizar fugas.

XStream [14] es un sistema de gestión de flujos de datos que soporta eficientemente aplicaciones de procesamiento de señales de rango amplio. Las aplicaciones de motivación para este sistema provienen de una variedad de dominios como los son industriales, científicos, y de ingeniería. Estas aplicaciones usan sensores integrados de vibración, sísmicos, de presión, magnéticos, acústicos, de red y sensores médicos que obtienen muestra de datos que están en el orden de millones de muestras por segundo. Estos flujos de muestra de datos de alta frecuencia se procesan y analizan en cuestión de milisegundos.

El sistema combina la secuencia de eventos y el procesamiento de la señal. XStream tiene como objetivo mejorar tanto la productividad del programador, facilitando el desarrollo de funciones de procesamiento definidas por el usuario; así como un alto desempeño, procesando varios millones de muestras por segundo en una computadora estándar.

## **6. Trabajo a Futuro**

De los trabajos a futuro pendientes para concluir este proyecto, se encuentra la integración de la tarjeta de adquisición de datos con el módulo de software (LabVIEW), que permitirá almacenar en la base de datos del sistema, la información ad-

quirida de los medios físicos, ésta es una de las tareas de mayor prioridad. Una vez realizada esta tarea de almacenar los datos desde el sensor se procederá a realizar las vistas de informes finales de condiciones operativas.

## 7. Conclusiones

Con la tecnología .Net MVC y la arquitectura propuesta se permite el uso de la aplicación Web a múltiples usuarios en una manera concurrente, se realizarán consultas a la base de datos del sistema, sin tener que instalar componentes de software en los equipos y sin generar ningún conflicto entre ellos.

Debido a que todos los procesos son ejecutados en el Servidor utilizando la tecnología de .Net el “Common Language RunTime”, permite a los usuarios invocar a funciones por medio de los objetos de la interfaz gráfica de la aplicación Web, que de igual manera se encarga de visualizar los resultados.

## Agradecimientos.

Se agradece al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) por las becas otorgadas para la realización de los estudios de posgrado.

Se agradece la colaboración del Dr. Gerardo Águila Rodríguez y el Ing. Juan Pablo Gómez Nieto, del Laboratorio de Interfaces del Instituto Tecnológico de Orizaba, por su apoyo para la creación de la tarjeta de adquisición de datos, para la aplicación Web.

## Referencias

1. A. Burns y A. Wellings. Real-time Systems and their Programming Languages. Addison Wesley. 1996.
2. Definiciones de Arquitectura de Software, <http://www.sei.cmu.edu/architecture/start/community.cfm>
3. Carlos Billy Reynoso, Introducción a la Arquitectura de Software, Marzo de 2004.
4. Visual Studio .NET Introducción a la plataforma Microsoft Visual Studio .NET.
5. Morales-Chaparro, R.; Linaje, M.; Preciado, J. C.; Sánchez-Figueroa F MVC Web design patterns and Rich Internet Applications, <http://www.sistedes.es/sistedes/pdf/2007/SCHA-07-Morales-MVC.pdf>
6. Data Sheet PIC 18F2550, <http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/39632b.pdf>.
7. PIC18F2550, <http://www.microchip.com/wwwproducts/Devices.aspx?dDocName=en010280>.
8. Alfredo Espinosa R., Brisa M. Silva F. y Agustín Quintero R, Desarrollo de una aplicación Web para un sistema de información en tiempo real.
9. PEMEX Refinación “Sistema Industrial de Seguridad y Protección al Medio Ambiente” <http://sispanet.dco.pemex.com/sispa2/iniciodelsispa/Default.html>
10. PEMEX Refinación “Sistema de Información Gerencial de Operación de Refinación” SIGOR, 2004
11. Alfredo Espinosa R., Brisa M. Silva F. y Agustín Quintero R. “Desarrollo de una aplicación web para un sistema de información en tiempo real”. Boletín IIE, abril-junio del 2007 pp. 52-58.

12. CIATEQ “Sistema de transferencia de custodia”  
<http://www.mexicocyt.org.mx/investigaciones/2974>
13. I. Stoianov, L. Nachman, S. Madden, and T. Tokmouline, “PIPENET: A wireless sensor network for pipeline monitoring,” in *IPSN '07: Proceedings of the sixth international conference on Information processing in sensor networks*. New York, NY, USA: ACM Press, 2007
14. L. Girod, Y. Mei, R. Newton, S. Rost, A. Thiagarajan, H. Balakrishnan, S. Madden, “XStream: a Signal-Oriented Data Stream Management System” In *Proceedings of the International Conference on Data Engineering (ICDE'08)*, Cancun, Mexico, April 2008.