

Diseño de un Modelo para el Diseño y Construcción de Maquetas para Laboratorios Remotos

Custodio Ángel, Urdaneta Elizabeth, Díaz Ángela y Oviedo Asdrúbal
 acustodio@unexpo.edu.ve, ecurdaneta@unexpo.edu.ve
 UNEXPO Puerto Ordaz – Centro Instrumentación y Control

Resumen— El Centro de Investigación y Control de la UNEXPO Puerto Ordaz, está desarrollando un Sistema SCADA didáctico con diversos módulos que dan solución a la limitante de Virtu@I Unexpo en la ejecución de prácticas de laboratorios. Haciendo uso de un tipo de investigación proyectiva, se desarrolla una metodología que normaliza el módulo denominado maqueta didáctica, encargado de ejemplificar el proceso de las prácticas de laboratorio. La metodología define una serie de procedimientos a realizar en la confección de las maquetas a fin de ejecutarlas dentro de la normativa y reglas definidas en la misma, dichos procedimientos están divididos en tres etapas denominadas conceptualización de la práctica y proceso, construcción de la maqueta didáctica y constitución de la práctica y maqueta a través del manual de usuario. Esta metodología fue implementada en dos maquetas independientes demostrando en ellas, la viabilidad y funcionalidad del proyecto presentado.

Palabras clave— Virtu@I UNEXPO, Maqueta Didáctica, Educación a Distancia.

I. INTRODUCCIÓN

La mayoría de las instituciones de educación superior en Venezuela trabajan bajo la modalidad presencial tradicional, y en muchos casos han ido incorporando el uso de las tecnologías de la información y las comunicaciones: El Aula Virtual. Esta es aquella herramienta en la cual se permite un proceso de enseñanza y aprendizaje a través del internet, en donde se resuelven problemas de disposición, tiempo y recursos económicos que trae la enseñanza presencial tradicional; puede decirse, que es el método de aprendizaje por excelencia de mayor provecho de la educación a distancia.

Las aulas virtuales poseen limitaciones en los teórico-prácticos, ya que requieren la implementación de experimentos en refuerzo al aprendizaje sobre la teoría impartida. Caso específico se observa en las carreras de ingeniería donde es necesario el uso de laboratorios. Esta carencia se genera debido a que Moodle, que es la plataforma en la cual se ha basado Virtu@I Unexpo, no presenta el software ni hardware necesario para realizar los experimentos requeridos por las materias teórico-prácticas.

En función de cubrir las carencias se ha propuesto la implementación de Laboratorios Remotos en forma de un SCADA didáctico, en donde el alumno tendrá la capacidad de controlar un conjunto de equipos físicos encontrados en una localización específica desde un lugar distante. Este Laboratorio Remoto estará conformado por un software gestor, tarjeta de red, controlador, tarjeta de adquisición de datos y una maqueta didáctica. Sin embargo, la implementación de estos Laboratorios remotos no ha es fácil, debido a la diversidad de contenido, recursos y experiencias que se exigen en las prácticas de las diferentes materias dictadas por la Universidad.

Se requiere entonces la investigación y desarrollo de la metodología para la creación de uno de los elementos esenciales de los Laboratorios Remotos, como lo es la maqueta didáctica a utilizar, buscando así la organización y unificación de la estructura a usar por los diversos cursos que deseen implementar la educación virtual.

Dominguez y Fuertes [1] realizaron el diseño y desarrollo de una maqueta para procesos industriales, manejando en forma independiente o conjunta cuatro (4) variables, junto a un software constituido por una arquitectura cliente/servidor de tres capas que facilitó el intercambio, manejo y supervisión de forma remota del sistema físico. El proyecto partió de la necesidad de facilitar el acceso a los profesores y alumnos en forma fácil y flexible, sin restricciones de horarios a instalaciones reales, complejas, costosas y en las que se pueda interactuar sobre ellas de forma real y no simulada. Esta investigación aporta especificaciones y elementos esenciales a tomar en cuenta para el correcto diseño de una maqueta didáctica a implementar en un Laboratorio Remoto, fijando así requisitos indispensables para un funcionamiento y uso adecuado.

Dormido y Domínguez [2] desarrollaron un laboratorio remoto basado en web que permite interactuar y aplicar técnicas de control sobre una maqueta didáctica, facilitando la utilización para la docencia e investigación en control automático. El software de control web fué desarrollado bajo la herramienta de SCADA con la finalidad de monitorear y supervisar el proceso por medio del entorno LabVIEW 7.1 de

National Instruments. El laboratorio presentado ha mostrado algunos requisitos que se consideran indispensables para la correcta comunicación de la maqueta y los demás elementos como el controlador y tarjeta de adquisición de datos, brindando así un posible modelo a consultar al momento de integrar los módulos, considerados en la elaboración de la metodología del presente trabajo de grado.

De la Cruz y Zerpa [3] presentaron un laboratorio remoto que permite a los alumnos interactuar y realizar desde Internet, prácticas de automatización y control de procesos, desarrollando un Hardware-Software encargado del monitoreo y control de variables remotamente desde una página web de una maqueta de proceso industrial y ubicada en el Laboratorio de Automatización Industrial del Departamento de ingeniería Electrónica de la Universidad Politécnica “Antonio José de Sucre” UNEXPO, Vicerrectorado Barquisimeto, Venezuela. El laboratorio consta de un computador servidor, un Controlador Lógico Programable o PLC y una cámara IP encargada de la monitorización remota de la maqueta que simula un proceso de fabricación de alimentos. Como resultado se obtuvo que a pesar de que el laboratorio remoto fue usado en caso de que las prácticas no se culminaban en horario habitual, el desarrollo de las mismas se realizaba a cabalidad y con buenos resultados. Como aspectos importantes tomados de esta investigación se considera la aplicación del panel de seguridad de esta maqueta como elemento fundamental, ya que en caso de existir errores en los laboratorios serán informados por medio de elementos visuales como leds, evitando así malas ejecuciones prácticas, y al presentarse algún problema de funcionamiento en los elementos electrónicos de la maqueta se pueda tener control.

Gallardo y Custodio [4] diseñaron e implementaron Laboratorios Virtuales para las prácticas de Instrumentación Industrial de Ingeniería Electrónica. Elaboraron una maqueta de control de nivel conjunto a una tarjeta de adquisición de datos encargada del control y manejo de la misma. La maqueta didáctica contenía una webcam a través de la cual se observaban los datos en forma real y gráfica, que permitía el control de la maqueta con precisión.

Todos estos trabajos fueron realizados con equipos y sistemas propietarios condicionados a las arquitecturas que sus fabricantes proveían, lo cual no es compatible para aplicaciones de diversas materias. Por tanto se plantea la necesidad de estandarizar el diseño y construcción de las maquetas didácticas que permitan uniformizar y facilitar el proceso de construcción de laboratorios virtuales.

El desarrollo de este trabajo de investigación se llevó a cabo siguiendo las fases siguientes: se determinaron los tipos de señales y sensores predominantes en los procesos académicos de enseñanza, así como la forma de estandarizarlas; se estableció el esquema general de una maqueta didáctica; se elaboró la metodología de diseño y desarrollo de la elaboración de la maqueta didáctica estándar; y finalmente se aplica la metodología a dos casos concretos, un maqueta nueva y la modificación de una existente.

II. OBJETIVO

Diseñar una metodología para la estandarización de las maquetas a ser usadas en laboratorios remotos.

III. DISEÑO

La propuesta consiste en estandarizar y normalizar la estructura en la elaboración de las maquetas didácticas para la implementación del SCADA didáctico por medio de la investigación y análisis de los componentes y previos diseños de maquetas en empresas y otras casas de estudio (Universidades).

El diseño de la metodología posee una estructura basada en 3 etapas, la primera denominada definición de la práctica y proceso, la segunda construcción de la maqueta y la última constitución del manual de usuario de la maqueta. Cada etapa representa una serie de actividades o normas que implican gran importancia en el desarrollo de la elaboración de la maqueta.

El resultado de esta metodología está representado por un manual de elaboración de las maquetas, el cual tiene la función principal de guiar a los estudiantes y profesores al momento de construir una práctica de laboratorio que se desee adaptar al sistema SCADA didáctico. Esta guía contendrá todas las actividades, normas y procedimientos que se deben cumplir en la elaboración de las maquetas en forma normalizada.

A. Etapa 1. Definición de la Práctica

Esta etapa está fundamentada en los aspectos esenciales de la ingeniería conceptual (técnica que con frecuencia se utiliza en el desarrollo de proyectos en instrumentación industrial). Esta primera parte tiene como finalidad la realización de un estudio previo que se logrará con la realización de las

siguientes actividades.

- Conceptualización de la práctica y proceso: Tiene la finalidad de definir la función, área y materia a estudiar de la práctica de laboratorio, por medio de las respuestas a una serie de preguntas que se plantean. Observar Anexos (manual de elaboración de las maquetas didácticas de Virtu@Unexpo).
- Descripción de la maqueta didáctica: Si la maqueta ya existe deberá adaptarse al modelo de maqueta didáctica representado en la figura 1. También se deberá hacer un análisis de costos para evaluar la viabilidad del proyecto. Los instrumentos y equipos a usar se deberán agrupar en cuatro grupos: Actuadores, sensores, fluidos y otros. En el caso de tener que construirse una maqueta nueva, se utilizará la figura 1, y se clasificarán los dispositivos según lo indicado anteriormente. Se debe tomar en cuenta señales estándares de tensión y corriente.
- Hacer los diagramas de la maqueta: Se realizarán los diagramas que correspondan a saber: diagramas de bloque (ejemplo en la figura 2), diagrama general de la maqueta (plano mecánico de la maqueta), diagrama de flujo de procesos, diagrama de instrumentación y tuberías, y diagramas de lazo.

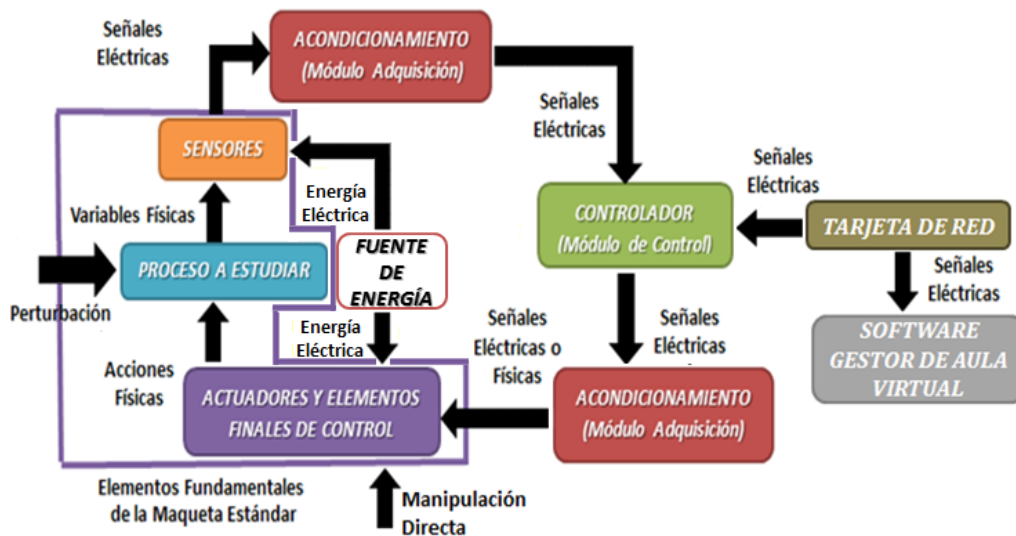


Figura 1. Sistema de Medición y Actuación General de la Maqueta Didáctica.

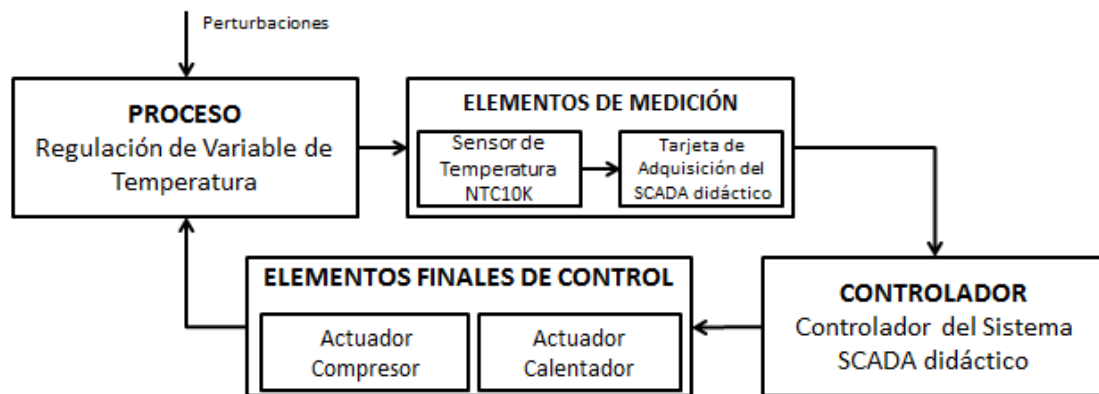


Figura 2. Ejemplo de Diagrama de Bloques

B. Etapa 2. Construcción de la Maqueta Didáctica

Se construye la maqueta tomando en cuenta los siguientes lineamientos:

- Lineamientos del sistema de señales eléctricas: se refiere a las normas relacionadas con el cableado de los sensores y actuadores que se encargarán de la comunicación y transferencia de datos de la maqueta. En la figura 3 se muestra la descripción de los lineamientos.

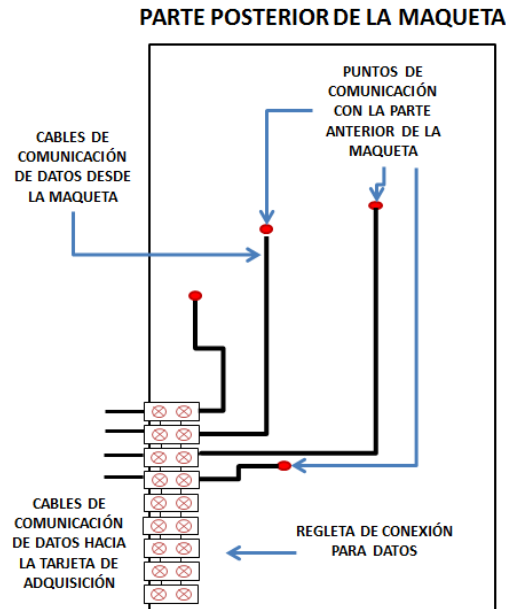


Figura 3. Esquema de los Lineamientos del sistema eléctrico

Cada dispositivo y señal eléctrica tendrá un nombre único denominado TAG el cual se describe en la figura 4.



Figura 4. Esquema del TAG

- Lineamientos del sistema de comunicaciones: Algunas maquetas o procesos pueden tener un sistema de comunicación por medio de cualquier método, razón por la cual es importante disponer de un espacio para colocar un adaptador hembra-hembra del tipo de conector utilizado, tales como USB, RS232, RJ45, PS2, entre otros. El lugar donde colocar el conector se ha dispuesto en la parte inferior derecha encima de la regleta de conexiones, con la finalidad de mantener esa parte de la maqueta como el área de conexiones y transferencia de datos del proceso de la maqueta.
- Lineamientos del sistema de alimentación: Las normas del sistema de alimentación son semejantes al del sistema eléctrico de comunicación, sin embargo es importante acotar que: Los cables de alimentación al igual que los de conexión deben ir en la parte posterior de la maqueta y deben estar identificados a su vez con las mismas etiquetas que se coloca en el cable de datos, la diferencia entre estos y los cables que comunican datos, recaerá en que el color de los cables de alimentación deberán ser según las normas COVENIN del código eléctrico nacional (figura 5).

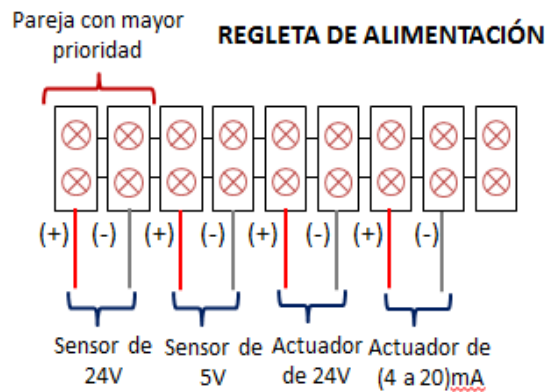


Figura 5. Ejemplo para los Lineamientos del Sistema de Alimentación

- Lineamientos de suministros especiales: En muchos de los procesos que se dan en las prácticas de laboratorio usan suministros especiales como lo son el agua, gas, aire comprimido entre otros, es por esta razón por la que se han definido una serie de normas en los mismos. Estas normas varían según el tipo de suministro. Cabe destacar que la posición de cualquier conector indiferente el tipo de suministro (Agua, gas o aire comprimido) se ha definido en la parte anterior izquierda de la maqueta a fin de mantener una distancia con la regleta de conexiones y regleta de alimentación evitando así algún accidente que ponga en riesgo el correcto funcionamiento de la maqueta didáctica.

C. Constitución de la práctica y maqueta a través del manual de usuario.

Esta última etapa fue diseñada con el objetivo de complementar la maqueta con un documento que será el presentado al estudiante en forma de manual de usuario. El manual de usuario guiará al estudiante al momento de comprender el funcionamiento de la maqueta, la importancia del proceso ejemplificado dentro de la práctica y en lo que se espera del mismo, así como presentará las actividades que se realizarán (Manipulación de las variables representadas en el proceso) en la práctica y los objetivos que se desean alcanzar con la realización de esta.

Debido a que esta metodología está destinada a la realización de cualquier tipo de maqueta, es importante establecer un formato que defina una organización del contenido del manual de usuario, a fin de normalizar unificar las estructuras del documento que representa de las prácticas de laboratorio. Cabe destacar que el manual de usuario deberá contener diversos esquemas y definiciones que han sido de suma importancia en la metodología y que están contempladas en las Etapas 1 y 2, como los son: objetivos, explicación del proceso, diagramas de la maqueta, entre otros. El estilo escogido para sus tipo de letras y márgenes, coincide con el del manual de elaboración de maquetas didácticas a fin de mantener una organización y estilo para la creación de las maquetas que pertenecen al SCADA didáctico. (figura 6).

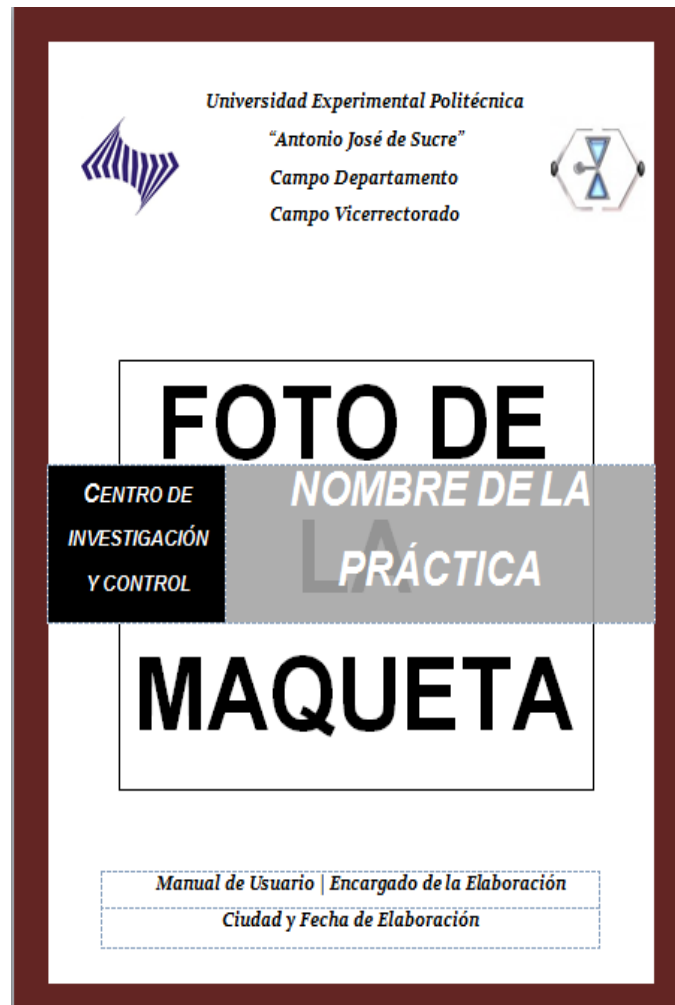


Figura 6.Formato de la portada del Manual de Usuario

IV. RESULTADOS

Debido a que la metodología fue diseñada bajo las modalidades de la modificación de una maqueta didáctica previa y la creación de una maqueta didáctica desde cero, es necesario realizar el diseño y creación de dos maquetas que cumplan con estas dos modalidades en forma independiente, a fin de afirmar la viabilidad y funcionalidad del proyecto planteado, así como su versátil aplicabilidad en cualquiera de las materias.

La maqueta escogida bajo la primera modalidad de la modificación de una maqueta didáctica previa corresponde a una maqueta perteneciente a la práctica de laboratorio de la materia de instrumentación industrial del departamento de ingeniería electrónica de la UNEXPO Vicerrectorado Puerto Ordaz, y la maqueta escogida bajo la segunda modalidad de la creación desde cero corresponde a una maqueta de una práctica de laboratorio del Departamento de Estudios Generales de la UNEXPO Vicerrectorado Puerto Ordaz, específicamente de la materia laboratorio de física I (figura 7).

Al aplicar la metodología se obtuvo un diagrama general (figura 8), y entre otros el diagrama de instrumentación y tuberías (figura 9).

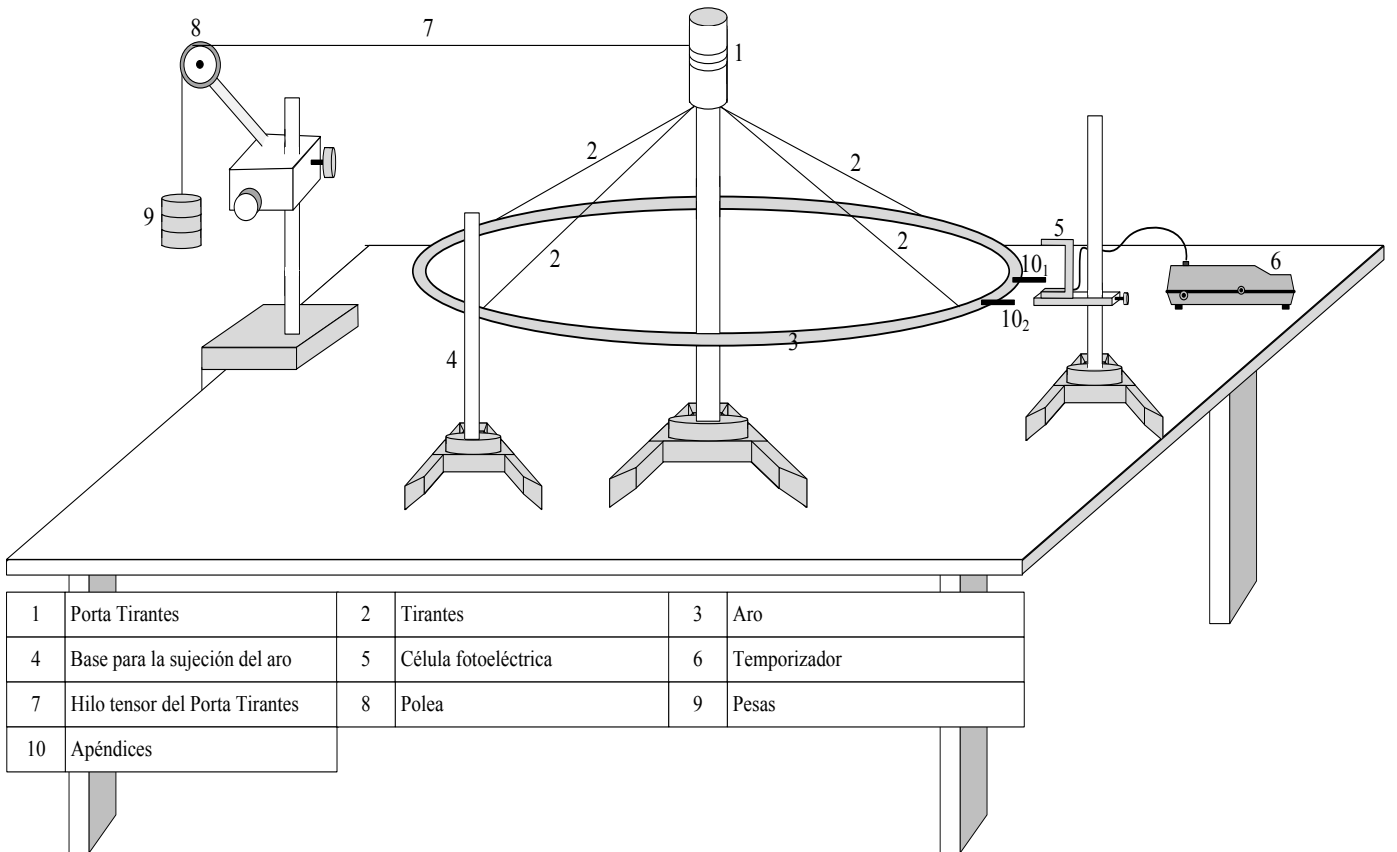


Figura 7. Montaje para la Práctica de Movimiento Circular

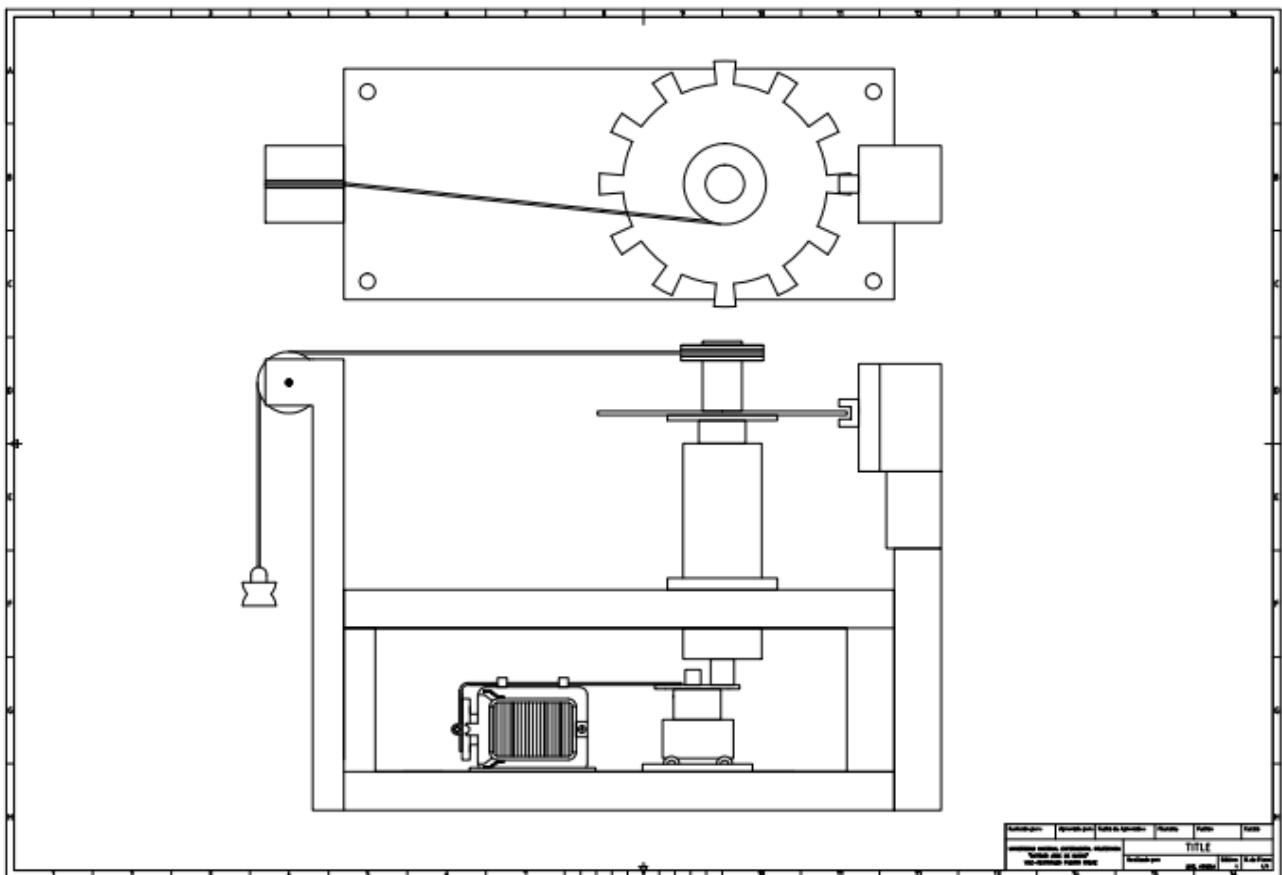


Figura 8. Diagrama General de la Maqueta Didáctica de la práctica de Movimiento Circular de las Prácticas de Laboratorio de Física I



Figura 11. Vista Frontal de la Maqueta Didáctica de Medición de Nivel con Transmisor de Presión Diferencial luego de ser modificada

En la figura 12 se muestra la portada del informe de constitución de la práctica.



Figura 12. Portada del informe de constitución de la maqueta

V. ANALISIS DE RESULTADOS

El proceso de construcción de cada una de las maquetas que certificaron la viabilidad del presente proyecto, no mostraron grandes dificultades al momento de cumplir la mayoría de las normas establecidas, sin embargo la selección de los sensores y actuadores resultó un tanto difícil de cumplir, puesto que muchas características eléctricas que se exigen en esta metodología no concordaban con las características de los elementos electrónicos encontrados con mayor regularidad en el mercado nacional, por lo que es importante recomendar que previo al diseño de la maqueta se haga una investigación en el mercado de los elementos electrónicos que se quieran utilizar a fin de facilitar la construcción de la misma.

La aplicación de la metodología en ambas maquetas pudo demostrar no sólo su viabilidad sino la capacidad de adaptarse a diferentes procesos que se quieran representar, ya que en las diversas carreras de ingeniería se pueden encontrar prácticas de laboratorio que varían tanto en complejidad del proceso como en número de elementos que posean.

VI. CONCLUSIONES

La metodología presentada otorga a los futuros diseñadores de maquetas didácticas una buena orientación en el proceso de constitución y construcción, certificando un producto organizado y normalizado que asegura un correcto funcionamiento dentro de un sistema de laboratorios remotos.

El sistema de medición y actuación planteado ofrece una versatilidad a la maqueta didáctica permitiéndole ser controlada en forma automatizada o manual.

El manual de usuario de la maqueta fue diseñado en función de presentar un doble propósito: servir de guía para el controlador en el entendimiento del funcionamiento del proceso a representar facilitando una adaptación al sistema, y como documento guía a mostrar a los estudiantes al momento de realizar la práctica de laboratorio que la maqueta representa.

La consideración tomada en la metodología para la realización de las maquetas desde la perspectiva inicial de construcción y la perspectiva de modificación de una maqueta previa, representa una buena decisión ya que amplía la visión de la implementación del sistema de laboratorios remotos didácticos de un sistema constituido desde cero a un sistema que puede ser adaptado a cualquier situación o maqueta ya existente en la universidad.

Durante la certificación de la funcionalidad de la metodología, se realizaron algunas modificaciones en el proceso de construcción de la maqueta didáctica prototipo sobre la metodología ideal, lo que simboliza las posibles adversidades que se encuentran fuera del alcance del diseñador de la metodología, e impiden en muchas ocasiones que se cumpla los procedimientos y normas a un 100%. Sin embargo es notable acatar que estas modificaciones no representan en lo absoluto un fracaso a la metodología sino que muestran ciertos aspectos que deberán ser profundizados y mejorados en un futuro.

REFERENCIAS

- [1] Domínguez M, Fuentes. J. (2004). Maqueta Industrial para Docencia e Investigación. Revista Iberoamericana de Automática e Informática Industrial, II(2), 58-63.
- [2] Dormido S, Domínguez. M. (2005). Laboratorio Remoto para el Proceso de los Cuatro Tanques y su Aplicación en Docencia de Control Multivariable. Madrid, España: EIWISA2005.
- [3] De la Cruz F, Zepa. S. (2010). Web-LABAI: Laboratorio Remoto de Automatización Industrial. Revista Iberoamericana De Automática e Información Industrial, VII(1), 101-106..
- [4] Gallardo M, Custodio. A. (2011). Diseño e Implementación de Laboratorios Virtuales Para Las Prácticas de Instrumentación Industrial De Ingeniería Electrónica. Puerto Ordaz, Bolívar, Venezuela: UNEXPO.