

Instalación y Calibración de una Unidad de Análisis Automático de Orina

Pedro Neptalí Villena Aguirre⁽¹⁾ M.Sc. Miguel Eduardo Yapur Auad^{(2)*}

Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación^{(1) (2)}

Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL)

Campus Gustavo Galindo, Km 30.5 vía Perimetral

Apartado 09-01-5863. Guayaquil-Ecuador

pevillena@yahoo.es⁽¹⁾ myapur@fiec.espol.edu.ec⁽³⁾

Resumen

A lo largo de la última década el laboratorio clínico del hospital Alfredo J. Valenzuela ha entrado a un proceso de modernización de los diversos procedimientos de análisis clínicos, entre los que se encuentra el uro-análisis; para lo cual el hospital realizó la adquisición de una unidad de análisis automático de orina, a fin de agilizar el procedimiento y mejorar la calidad del análisis del mismo. Al ser autorizada la compra e instalación del equipo aparecieron diversos problemas relacionados a la distribución eléctrica, espacio físico, climatización, los cuales al ser detectados llevaron a la realización de un estudio exhaustivo del área, para posteriormente, realizar las correcciones necesarias a fin de salvaguardar al nuevo equipo, y mejorar la operatividad de los equipos ya instalados. Por otro lado, la unidad de análisis de orina, la cual es de procedencia húngara, es un complejo sistema robótico automatizado con una diversidad de sensores y actuadores, los cuales necesitan de calibración previo a ponerla en operatividad. A lo largo de este informe se detallan las correcciones a las instalaciones del lugar, y las diversas calibraciones realizadas al equipo previo a su puesta en marcha en el laboratorio.

Palabras Claves: Uro-análisis, análisis químico urinario, análisis de sedimento urinario, transformador.

Abstract

Over the last decade, the hospital's clinical laboratory Alfredo J. Valenzuela has entered into a process of modernization of several clinical analysis procedures between them the uro-analysis is found, for which the hospital performed the acquisition of a automatic urine analyzer unit in order to expedite the process and improve the quality of the analysis thereof. Once being authorized the purchase and installation of the equipment appeared various problems related to electricity distribution, physical space, air conditioning which to be detected led to the completion of a comprehensive study of the area to make the necessary corrections in order to safeguard the new equipment and improve operation of existing equipments. On the other hand, the urine analyzer unit which is of Hungarian origin is a complex automated robotic system with a variety of sensors and actuators which require calibration prior to putting it into operation. Throughout this report are outlined the corrections to the workplace and various calibrations made to the equipment prior to its start up in the laboratory.

Keywords: Uro-analysis, chemical urine analysis, sediment urine analysis, transformer.

1. Introducción.

Desde tiempos antiguos el análisis de orina ha sido utilizado como medio de diagnóstico de enfermedades, basado en la observación de la orina. Uno de los pioneros en este tipo de análisis fue el médico griego Galeno, el cual mediante las propiedades del color y del olor de la orina, podía reconocer ciertas patologías. A este método se lo denomina uroscopía.

El método uroscópico, usando las propiedades del olor y color, permite hasta la actualidad un diagnóstico inmediato de numerosas enfermedades, pero el avance en la tecnología ha convertido al análisis de orina en un procedimiento más preciso y confiable en su diagnóstico.

1.1 Importancia del uro-análisis.

El análisis de orina es un procedimiento físico-químico, su fin es reconocer las propiedades que constituyen indicadores importantes de la salud en los pacientes.

La orina es un líquido acuoso transparente, de color amarillento, de olor desagradable, secretado por los riñones y eliminado por el aparato urinario.

Las características más útiles del análisis de orina son: lo fácil y rápidamente disponible de la muestra a analizar, la posibilidad de obtener información sobre muchas funciones metabólicas importantes de nuestra fisiología, y al ser un método de laboratorio simple. Los elementos que constituyen la orina son dinámicos

y pueden variar con la forma de alimentación, actividad, consumo de medicamentos y otras causas.



Figura 1. Muestra de orina

1.2. Antecedentes

El Hospital Neumológico Alfredo J. Valenzuela fue fundado en el año de 1948 en la ciudad de Guayaquil, como lugar especializado en la lucha contra las enfermedades pulmonares, principalmente la tuberculosis. Debido al posible deterioro del organismo en los pacientes debido a los medicamentos de amplio espectro para tratar las enfermedades pulmonares, se necesita llevar un seguimiento de la situación de todo el organismo del paciente frente al tratamiento. Este factor hace que el laboratorio clínico del hospital Valenzuela sea uno de los más completos de la ciudad.

El laboratorio clínico del hospital Valenzuela es un área vital de realimentación para los médicos tratantes del hospital. Esta área trabaja de lunes a viernes de 7:00 a 24:00 horas, sábados y domingos de 7:00 a 17:30 en turnos rotativos; cuenta con una plantilla de 23 personas entre tecnólogos, licenciados y médicos. La demanda diaria de pacientes (60 pacientes entre internos y externos) exige la rapidez en la entrega de resultados de los análisis, lo que ha llevado paulatinamente a la modernización del área mediante la adquisición de equipos automáticos, para la realización de los análisis en las diversas ramas de la medicina.



Figura 2. Laboratorio Clínico del hospital Valenzuela

El análisis de orina hasta antes de la instalación del equipo se había venido realizando de manera tradicional presentando consigo los inconvenientes

asociados a la realización de una tarea tediosa con la intervención humana.

1.3. Ventajas de la automatización.

En un laboratorio clínico las ventajas de automatizar el análisis de orina son las siguientes:

1. Un control de calidad más eficiente, ya que el software de procesamiento de imágenes permite la repetitividad a la hora del análisis de una muestra.
2. Incremento en la eficiencia del proceso ya que el análisis se realiza en un estrecho margen de tiempo (2 minutos) y sin la utilización de equipos como centrífugas o microscopios, y un manejo más higiénico de los desechos.
3. Aceleración del despacho de los análisis hacia los médicos que los solicitan.
4. Reducción de la carga trabajo de los laboratoristas a simplemente la supervisión del proceso.

2. Unidad de análisis de orina

La unidad de análisis de orina es un sistema, el cual consta de entradas, procesos y salidas; el fin de éste, es proporcionar de manera confiable, rápida y segura, los resultados de pruebas químicas, de análisis patológico y de sedimento en la orina.

La unidad de análisis de orina está formada por tres módulos, estos son: CombiScan XL (Módulo de análisis químico de orina), Cobio XS (Módulo de análisis de sedimento) y la unidad de proceso de datos (Módulo de análisis patológico).

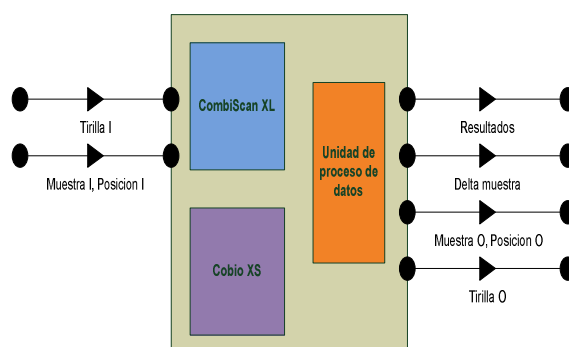


Figura 3. Diagrama de bloques del módulo

2.1. Modulo de análisis químico

La primera etapa de análisis en el sistema es el químico, realizada por el módulo CombiScan XL.

Para poder llevar a cabo esta tarea se necesitan unas tirillas especiales, estar preparadas las muestras de orina en la banda transportadora y el ingreso de

datos pertinentes al módulo; datos pertinentes como: cantidad de muestras y la orden de inicio.

A continuación, se presenta el diagrama de bloques del analizador químico.

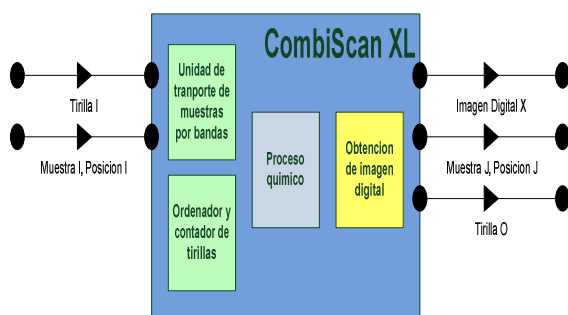


Figura 4. Módulo de análisis químico

El módulo CombiScan necesita de dos entradas: las tirillas de prueba y la muestra de orina. Las tirillas de prueba “CombiScreen”, son las utilizadas por el módulo CombiScan XL, éstas constan de reactivos químicos, los cuales al entrar en contacto con la muestra de orina, reaccionan cambiando de color.

Las pruebas químicas a realizarse nos dan información acerca del estado de: Bilirrubina, urobilinógeno, cetonas, ácido ascórbico, glucosa, proteínas, sangre, pH, nitritos, leucocitos y la densidad. Existe un reactivo específico para cada parámetro a medir en la muestra de orina. Así mismo, un tiempo de espera es necesario para cada reacción, estando éste entre 60 y 120Seg.

2.2. Modulo de análisis de sedimento

La etapa posterior al análisis químico en la orina, es el análisis de sedimento. Para poder llevar a cabo esta tarea se necesita de unas cubetas especiales, al mismo tiempo que estén listas las muestras de orina en la banda transportadora.



Figura 5. Módulo de análisis de sedimento

El módulo Cobio XS necesita de tres entradas: las cubetas, la muestra de orina y agua destilada.

Las cubetas de prueba “Urised”, son las utilizadas por el módulo Cobio XS, estas han sido diseñadas para contener una pequeñísima muestra de orina, la cual

posteriormente será ubicada en la centrífuga y luego al microscopio.

El proceso de toma del delta de la muestra de orina es realizado por una pipeta, integrada en el módulo. El delta de la muestra de orina es depositado en la cubeta Urised, para luego realizar el centrifugado y posteriormente la toma de las imágenes digitales.

Debido al hecho que la pipeta integrada al módulo Cobio XS entra en contacto con la muestra de orina, ésta necesita un proceso de asepsia, para impedir dos hechos: la cristalización del delta de orina en las paredes de la pipeta y la contaminación entre muestras de orina en la pipeta.

La intervención del operario dentro del proceso de análisis de sedimento en el módulo Cobio XS, es de cargar las cubetas en su respectivo contenedor, antes de iniciar el análisis.

2.4. Unidad de proceso de datos

La etapa final, luego del análisis químico y de sedimento, es el procesamiento de los datos digitalizados por los módulos anteriores. Esto lo realiza el software cargado en la PC adjunta al módulo Cobio XS.

En esta etapa se obtienen los resultados patológicos, gracias a la información obtenida por los módulos CombiScan XL y Cobio XS. La unidad de proceso de datos a más de realizar el análisis de la información recabada por los módulos anteriormente nombrados, es la base de datos de todo el sistema, la cual almacena toda la información obtenida por los módulos, y es desde aquí que se genera la impresión de los reportes patológicos, químicos y de sedimento. A continuación, se presenta el diagrama de bloques de la unidad de procesamiento.

2.3. Instalación eléctrica del laboratorio hospital Valenzuela

Antes de instalar la unidad se realizó una revisión general de toda la instalación eléctrica del área; los tomacorrientes desde los que el equipo sería alimentado, los niveles de voltaje y todo lo relacionado con la seguridad eléctrica.

2.1.3. Estado de los tomacorrientes. Algunos de los tomacorrientes eran muy antiguos y habían perdido su sujeción a los aparatos conectados a ellos, otros que habían sido añadidos posteriormente presentaban los típicos problemas de cableado, en el cual la línea y el neutro estaban invertidos, otros eran tomacorrientes no polarizados de dos patas, los cuales no son aptos

para una instalación moderna, y otros aun siendo polarizados no habían sido conectados a tierra.

2.1.3. Tensión de alimentación. Durante la inspección física a los tomacorrientes se aprovechó también para realizar la medición del voltaje de alimentación en los mismos. Al poner las puntas de prueba del multímetro en las ranuras de los tomacorrientes, el instrumento marcaba 127Vac para monofásico, mientras que para las cargas bifásicas el voltaje era de 220Vac. Esta situación pasaba desapercibida para los trabajadores del hospital, donde el voltaje de lunes a viernes cae hasta los 121Vac, pero los fines de semana se hace notorio el problema, esto motivó a realizar una revisión en la alimentación de energía del laboratorio clínico.

2.1.3. Transformador de distribución del área de laboratorio clínico. Las líneas del panel de distribución del laboratorio clínico viajaban hasta el panel principal, donde se conectaba a un disyuntor de 50A 2 polos, y posteriormente a dos de las fases del banco de transformadores el cual consiste de tres transformadores monofásicos de distribución de 50KVA cada uno, radiales con relación de transformación de 13800/120Vac en conexión Y-Y.

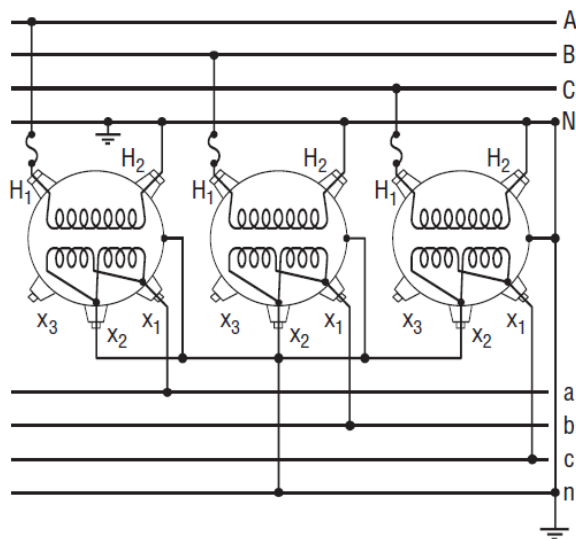


Figura 6. Esquema de la conexión del transformador de distribución

Siendo cada transformador de 50KVA y estando sus devanados conectados en paralelo, se aprovecha eficazmente la capacidad del mismo, no obstante, durante las mediciones de corriente se observó valores que la potencia entregada está muy próxima a la capacidad del banco (150KVA) esto debido al incremento en las cargas pertenecientes a las áreas que abastece el banco de transformadores a lo largo de las últimas décadas.

El otro inconveniente observado fueron los valores de voltaje en la salida del transformador (127Vac monofásico), si bien los equipos pueden trabajar a

esos niveles, sus especificaciones de placa no recomiendan tal voltaje (los equipos médicos son diseñados para funcionar a 115Vac con un cinco por ciento de error).

2.1.3. Situación de las cargas. De acuerdo a la información proporcionada por los trabajadores del laboratorio la instalación actual ha variado poco desde su fundación, más allá de unas pocas modificaciones en los tomacorrientes del área, pensada para una cubrir una demanda de 10KVA la cual hasta antes del 2000 era adecuada.

Después de revisar la instalación y los equipos existentes en el laboratorio, se observa de acuerdo al plano eléctrico del hospital, que la carga se ha incrementado a lo largo del tiempo como se había supuesto antes del inicio del análisis. Una situación común en todo el hospital.

3. Actividades realizadas

3.1. Cálculo de carga dimensionamiento de protecciones eléctricas y transformador

Se realizó un estudio técnico tomando en cuenta todas las cargas haciendo una redistribución de las cargas hacia los disyuntores en el panel principal y realizaron las correcciones al servicio de tomacorrientes e instalación eléctrica en general.

El cálculo de carga muestra que el laboratorio clínico del hospital Valenzuela representa un consumo de potencia proyectado de aproximadamente 15KW con una corriente de 65A tal y como se muestra en la tabla.

Por lo tanto se procedió a la selección de un transformador monofásico de 25KVA pad-mounted pensando en un posterior incremento de las cargas del área o una posible expansión del laboratorio en años venideros. La razón de no haber usado un transformador radial fueron las condiciones poco favorables para la instalación del mismo ya sea la necesidad de un poste o la adecuación de un cuarto para el transformador.

3.2. Adecuaciones físicas, UPS, climatización y suministro de agua destilada

Al momento de comenzar la inspección al laboratorio clínico, se pudo apreciar que la instalación física no era la adecuada para mantener en funcionamiento a la unidad. La unidad de análisis de orina tiene un peso en total de 160 kg y sus longitudes son: 0.60 m de alto, 0.50 m de profundidad y 2.40 m de ancho, debido a esto, fue necesaria la adaptación de los mesones del laboratorio para que soporte el peso, y se pueda ubicar firmemente sin riesgo latente a caerse.

La unidad de análisis de orina tiene un consumo total máximo de potencia eléctrica de 700W.

Debido al hecho que, la unidad de análisis de orina es un sistema de control automático, ésta pasa de una etapa a otra y a otra consecutivamente hasta que llega a un estado final y regresa al inicial, se han seleccionado UPS's con abastecimiento eléctrico de 20 minutos para una carga que consuma continuamente 700 vatios.

Tomando en consideración los períodos transitorios, los cuales todo equipo los tiene, se debería seleccionar unidades de respaldo eléctrico de 1400 W, pero por buenas prácticas eléctricas se escoge uno de mayor capacidad de 2100 W, siendo este el triple de la potencia máxima consumida, pero al no encontrarla comercialmente, se seleccionó de 2200 W.

El cálculo de BTU del laboratorio se hizo tomando en cuenta las dimensiones del mismo, siendo estas 8 metros de largo, 5 de ancho por 3.5 de altura; entonces el volumen total es de 137 metros cúbicos. Considerando 350 BTU por cada metro cubico, da como resultado 24000, necesarios para enfriar el laboratorio apropiadamente.

Para el proceso de limpieza que realiza el módulo Cobio XS a la pipeta utilizamos agua bi-distilada; su uso se debe a la pureza que ésta presenta, al estar limpia químicamente y biológicamente. Para conseguir ello fue necesaria la instalación de una unidad de destilado, la cual se presenta a continuación:



Figura 7. Destilador de agua

3.3. Instalación y calibración de unidad de análisis automático de orina

Tras el viaje desde Hungría, donde se realizó la compra de la unidad de análisis de orina, se procedió a la comprobación de calidad y funcionamiento de cada uno de los componentes de la unidad. Se realizó comprobaciones a la centrífuga, el microscopio y los sensores presentes en la unidad.

Posteriormente, se procedió a ensamblar la unidad, instalar sus periféricos y configurar la intercomunicación de los módulos, para finalmente

dar lugar a la primera prueba del análisis de orina, la cual dio un resultado favorable.

4. Resultados

Una vez realizado el estudio técnico, las adecuaciones respectivas a las instalaciones del laboratorio clínico del Hospital Neumológico Alfredo J. Valenzuela, para el correcto funcionamiento de la unidad de análisis de orina, se procede a documentar dichos logros.

4.1. Transformador de distribución eléctrica

Finalizado el cálculo de cargas se instalo el transformador pad-mounted en el área lateral derecho edificio. A continuación se presenta la foto del equipo instalado.



Figura 8. Transformador Pad-Mounted instalado

4.2. Sistema de climatización

Luego del cálculo de los BTU's necesarios para el área de se procedió a la compra e instalación de dos unidades de climatización marca RUUD de 24000 BTU cada una. A continuación se presentan los dos equipos instalados funcionando en el laboratorio.



Figura 9. Acondicionadores de aire instalados

4.3. Unidad de análisis de orina en su lugar

La unidad de análisis de orina, la cual consta de: módulo CombiScan XL, módulo Cobio XS (incluye Unidad de proceso de datos), se presenta a

continuación sobre su mesa de trabajo, en el área de laboratorio clínico.



Figura 10. Unidad de análisis de orina instalado

Como podemos apreciar, a más de los módulos CombiScan XL y Cobio XS, también consta el contenedor de agua destilada, para el lavado de la pipeta, y el contenedor de agua ya usada en el lavado. En la Figura 4.2 podemos ver la Unidad de proceso de datos, el computador, donde se realizan los análisis de las imágenes digitales obtenidas por cada módulo, para finalmente presentar un informe patológico.

El módulo de análisis químico sobre el mesón adecuado para sus dimensiones y peso, podemos observar la pantalla táctil integrada, como la banda transportadora de gradilla(s).

El módulo de análisis de sedimento y la unidad de análisis patológico en su mesa de trabajo, adecuada para sus dimensiones y pesos, ya encontrándose interconectadas.

5. Conclusiones

1. La actividad ingenieril realizada en la instalación de la unidad de análisis de orina jugó un papel preponderante en el diseño de las adecuaciones eléctricas, físicas, de ventilación; de manera que, se asegura el funcionamiento correcto de la unidad y el cumplimiento de lo requerido por el fabricante.

2. Gracias a la nueva instalación eléctrica del laboratorio se garantiza el buen desempeño eléctrico del área, en los años venideros; además, se mejoró la calidad de la energía de la que se le provee al mismo.
3. Estando instaladas las dos nuevas unidades de climatización centralizadas se ofrecen una mejor distribución del frío en el laboratorio, y de forma más eficiente que los de ventana antes existente.
4. La automatización de los diversos análisis clínicos, en este caso el de orina, mejora notablemente la calidad de los resultados. Esto lleva consigo a un diagnóstico más preciso por parte de los médicos y a una posterior corrección temprana de cualquier patología.
5. La capacitación al grupo de operarios, tras la adquisición de un equipo nuevo, genera una disminución en el trabajo correctivo a los equipos. De manera que, mientras ellos se encuentren mejor formados, utilizaran correctamente el equipo y por ende, la vida útil del mismo aumentará.
6. Muchas instalaciones eléctricas hospitalarias en nuestro medio han sido hechas sin pensar en una proyección de crecimiento a futuro, llevando al límite la capacidad de las mismas.

7. Referencias

- [1] Métodos de Laboratorio, Lynch, Raphael, Mellor, Spamm, Inwood, 2 ed, 1979.
- [2] Webster y Cook, Principios de Ingeniería Clínica, 3 ed.
- [3] Distribution Transformer Handbook, Richard Alexander, 3ed, 2006.
- [4] CombiScan XL, Manual del Usuario, V 1.0, 2006.
- [5] CombiScan XL, Manual de Servicio, V 1.0, 2006.
- [6] Cobio XS, Manual del Usuario, V1.8.2, 2009.
- [7] Cobio XS, Manual de Servicio, V2.0, 2009.