

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación

“Diseño conceptual y simulación de un sistema de diagnóstico de enfermedades del aparato urinario por medición y análisis de flujo y volumen de orina, desarrollado en plataforma LabVIEW”

PROYECTO INTEGRADOR

Previo la obtención del Título de:

INGENIERO EN ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN

Presentado por:

Henry David Puhueyestewa Sarango

Carlos Emilio Arias Izurieta

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2022

DEDICATORIA

El presente trabajo se lo dedico a mi madre Nancy Sarango y a mi padre Alfredo Puhueyestewa, por su apoyo y respaldo durante mi carrera universitaria.

A mis hermanos Carlos y Darío, quienes son personas muy importantes en mi vida.

A mi novia Johanna Parrales quien siempre estuvo a mi lado dándome consejos y motivación para seguir adelante y no darme por vencido.

Henry Puhueyestewa

El presente trabajo se lo dedico a mi padre Carlos Arias y a mi madre Paulina Izurieta por haberme dado su amor, apoyo e incontables sacrificios para hacer de mí el hombre y profesional que soy ahora. También dedico este logro a mi hermana Valeria Arias, quien me motivó durante toda mi carrera a ser un buen ejemplo a seguir.

Carlos Arias

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por darme salud y bienestar para poder culminar con éxito mi etapa universitaria.

A mi familia por su apoyo incondicional.

A mis profesores de toda mi carrera universitaria, quienes aportaron con sus conocimientos a mi formación académica.

Henry Puhueyestewa

Agradezco primero a Dios por permitirnos gozar de vida y salud a mí y a mis seres amados, en especial mis abuelos Rodrigo y Cecilia, para celebrar este momento tan especial en mi vida y por haberme dado la constancia y dedicación que fueron fundamentales para poder culminar mi carrera. Agradezco a mi familia entera por haberme brindado su apoyo incondicional durante toda mi vida. Agradezco a cada uno de los ingenieros que aportaron a mi formación con sus conocimientos y enseñanzas. Quiero agradecer también a mi novia Bianca por el gran apoyo que ha sido para mí en un momento tan crucial de mi vida. Finalmente, quiero agradecer a mis amigos, por todos los buenos momentos que pasamos dentro y fuera de las aulas, que son definitivamente lo que hicieron de esta etapa de mi vida inolvidable.

Carlos Arias

DECLARACIÓN EXPRESA

"Los derechos de titularidad y explotación, nos corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; Henry David Puhueyestewa Sarango y Carlos Emilio Arias Izurieta damos nuestro consentimiento para que la ESPOL realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual"



Henry David
Puhueyestewa Sarango



Carlos Emilio Arias
Izurieta

EVALUADORES

M.Sc. Dennys Cortez Álvarez

PROFESOR DE LA MATERIA

PhD. Douglas Plaza Guingla

PROFESOR TUTOR

RESUMEN

El trabajo mostrado a continuación tiene como objetivo diseñar un sistema que facilite el diagnóstico de enfermedades del aparato urinario, utilizando la medición de flujo y volumen de la orina, procesando la información en un programa implementado en LabVIEW.

Para el desarrollo de este proyecto se utilizó el sistema embebido Arduino Uno como medio de adquisición de datos, un medidor de caudal YF-S201 para obtener una señal eléctrica proporcional al flujo de orina del paciente, un recipiente para almacenar la muestra de orina y LabVIEW para procesar la señal proveniente del Arduino y mostrar indicadores y curvas, todo esto basado en el principio de funcionamiento de un flujómetro.

De la señal obtenida se verificó si el nivel de flujo y volumen fue alto, normal o bajo, dependiendo del sexo y edad del paciente, permitiendo así llevar un control detallado acerca de la evolución del cuadro del paciente y notar en tiempo real anomalías en el flujo urinario.

De esta manera se concluyó que el programa desarrollado ofrece un método viable para el análisis de flujo y volumen de la orina capaz de ser implementado en hospitales y consultorios para ayudar a diagnosticar enfermedades en el aparato urinario.

Palabras Clave: Sistema embebido, Arduino Uno, YF-S201, Flujómetro, LabVIEW.

ABSTRACT

This work's objective is to design a system that helps diagnose urinary system related diseases using a measurement of urine flow and volume and processing the obtained data in a program developed on LabView.

An embedded system Arduino Uno was used for the development of this task as a data acquisition media, also, a YF-201 flow indicator was used to obtain an electrical signal that is proportional to the patient's urine flow. A plastic container was needed in order to store the taken urine and finally LabVIEW was used to process the signals coming from the Arduino and show graphics, indicators and generate a report. All of this was based on the working principle of a flowmeter.

From the obtained signal it was verified if the flow and volume levels were high, normal or low, depending on the sex and age of the patient, which allows to keep a detailed control of the patient's clinical condition and notice any issues in real time.

This is how it was concluded that the developed program offers a viable method to analyze the urine's flow and volume and it can be implemented in hospitals and consulting rooms to help diagnose urinary system related diseases.

Keywords: *Embedded system, Arduino Uno, YF-S201, Flowmeter, LabVIEW*

ÍNDICE GENERAL

EVALUADORES	5
RESUMEN	I
<i>ABSTRACT</i>	II
ÍNDICE GENERAL	III
ABREVIATURAS.....	VI
SIMBOLOGÍA.....	VII
ÍNDICE DE FIGURAS	VIII
ÍNDICE DE TABLAS	X
CAPÍTULO 1	1
1. Introducción.....	1
1.1 Descripción del problema.....	1
1.2 Justificación del problema.....	2
1.3 Objetivos	2
1.3.1 Objetivo General.....	2
1.3.2 Objetivos Específicos	2
1.4 Marco teórico	2
1.4.1 Aparato urinario	2
1.4.2 Composición del aparato urinario	3
1.4.3 Origen de la orina	3
1.4.4 Micción	3
1.4.5 Enfermedades del aparato urinario.....	4
1.4.6 LabVIEW	6
CAPÍTULO 2	7
2. Metodología.....	7
2.1 Prototipo.....	9
2.2 Diagrama de flujo del proceso.....	10

2.3	Medidor de caudal YF-S201.....	11
2.4	Arduino UNO.....	11
2.5	Comunicación serial en LABVIEW.....	12
2.5.1	VISA Configure Serial Port.....	13
2.5.2	VISA Enable Event.....	13
2.5.3	VISA Discards Events.....	13
2.5.4	VISA WAIT on Event.....	14
2.5.5	VISA Read.....	14
2.5.6	VISA Close.....	15
2.5.7	Conexión de la comunicación serial.....	15
2.6	Programación en LABVIEW.....	16
2.6.1	Spreadsheet String To Array.....	17
2.6.2	Index Array.....	17
2.6.3	Case Structure.....	18
2.6.4	Waveform Charts.....	19
2.6.5	Indicadores.....	19
2.6.6	Exportación de datos a Excel.....	20
2.7	Panel frontal.....	21
CAPÍTULO 3.....		23
3.	ANÁLISIS de resultados.....	23
3.1	Simulación experimental del sistema.....	23
3.2	Pruebas reales del sistema.....	29
3.2.1	Caso de paciente masculino.....	29
3.2.2	Caso de paciente femenino.....	32
3.2.3	Caso de paciente infante.....	35
3.3	Análisis de costos.....	38
CAPÍTULO 4.....		39

4. Conclusiones Y Recomendaciones	39
Conclusiones.....	39
Recomendaciones	40
BIBLIOGRAFÍA	41
ANEXOS	43
Diagrama de bloque, configuración para un paciente de sexo masculino.....	43
Diagrama de bloque, configuración para un paciente de sexo femenino	44
Diagrama de bloque, configuración para un infante	45
Programación implementada para realizar la medición de flujo urinario	46
Hoja de especificaciones técnicas del medidor de caudal YF-S201	47
Carta de consentimiento de Andrea Yusset Sarango Lalangui	48
Carta de consentimiento de Johanna Maribel Parrales Lucin	49

ABREVIATURAS

ESPOL Escuela Superior Politécnica del Litoral

LABVIEW Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench

DAQ Data Acquisition

VISA Virtual Instrument Software Architecture

SIMBOLOGÍA

ml	Mililitro
l	Litro
s	Segundo
min	Minutos
mA	Miliamperios
V	Voltios
MPa	Megapascales
°C	Grados Celsius
mm	Milímetros
RH	Humedad relativa
"	Pulgadas
MΩ	Megaohmios

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Prototipo experimental para recepción de la orina	9
Figura 2.2 Diagrama de flujo del proceso.....	10
Figura 2.3 Medidor de caudal YF-S201.....	11
Figura 2.4 Sistema embebido Arduino UNO utilizado como adquisición de datos	12
Figura 2.5 Datos recibidos en el sistema embebido Arduino UNO.....	12
Figura 2.6 Bloque Visa Configure Serial Port utilizado para iniciar la comunicación serial.....	13
Figura 2.7 Bloque VISA Enable Event utilizado para detectar un dato.....	13
Figura 2.8 Bloque VISA Discards Events utilizado para descartar datos innecesarios	14
Figura 2.9 Bloque VISA WAIT on Event utilizado para definir tiempo de espera	14
Figura 2.10 Bloque VISA Read utilizado para lectura de datos.....	15
Figura 2.11 Bloque VISA Close utilizado para cerrar la comunicación serial ...	15
Figura 2.12 Comunicación Serial entre el sistema embebido Arduino UNO con el computador	16
Figura 2.13 Bloque Spreadsheet String To Array utilizado para crear una matriz	17
Figura 2.14 Bloque Index Array utilizado para separar los datos de flujo y volumen.....	17
Figura 2.15 Bloque Case Structures utilizados para configurar el tipo de paciente hombre, mujer o infante	18
Figura 2.16 Bloque Waveform Charts utilizado para generar gráficas de flujo y volumen.....	19
Figura 2.17 Indicadores tipo strings y leds utilizados para mostrar mensajes al usuario	19
Figura 2.18 Exportación de datos a Excel para generar un reporte con resultados	20
Figura 2.19 Panel frontal	21
Figura 3.1 Valores de flujo y volumen por debajo de los limites normales	23

Figura 3.2 Valores de flujo y volumen dentro de los límites normales.....	24
Figura 3.3 Valores de flujo y volumen por encima de los límites normales	25
Figura 3.4 No se detecta flujo y volumen total acumulado	26
Figura 3.5 Inicio de la micción, flujo y volumen incrementando.....	29
Figura 3.6 Flujo y volumen dentro de los valores normales	30
Figura 3.7 Fin de la micción, flujo decreciente y volumen constante.....	30
Figura 3.8 Inicio de la micción, flujo y volumen incrementando.....	32
Figura 3.9 Flujo por debajo del rango normal y volumen dentro de los valores normales.....	33
Figura 3.10 Fin de la micción, flujo decreciente y volumen constante.....	33
Figura 3.11 Inicio de la micción, flujo y volumen incrementando.....	35
Figura 3.12 Flujo y volumen dentro de los valores normales	35
Figura 3.13 Fin de la micción, flujo decreciente y volumen constante.....	36

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3-1 Reporte de resultados	27
Tabla 3-2 Reporte de resultados de un paciente de sexo masculino	31
Tabla 3-3 Reporte de resultados de un paciente de sexo femenino	34
Tabla 3-4 Reporte de resultados de un infante	37
Tabla 3-5 Costos del proyecto.....	38

CAPÍTULO 1

1. INTRODUCCIÓN

El aparato urinario puede presentar enfermedades que de alguna manera se puedan relacionar con irregularidades en el flujo o el volumen de la orina a la hora de realizar la micción.

El objetivo principal del presente trabajo es diseñar un sistema que facilite el diagnóstico de enfermedades del aparato urinario, utilizando la medición de flujo y volumen de la orina, procesando la información en un programa implementado en LabVIEW.

Para esto se han utilizado varias herramientas como un medidor de caudal YF-S201 a través del cual fluye la orina tomada del paciente y entrega una señal eléctrica proporcional al flujo de orina; un sistema embebido Arduino Uno para realizar la adquisición de datos y enviar los mismos mediante comunicación serial a un computador el cual cuenta con el software LabVIEW para realizar el respectivo análisis y generar un reporte con los datos de interés para ser revisados por especialista.

1.1 Descripción del problema

El aparato urinario puede presentar una considerable variedad de enfermedades, algunas de las cuales pueden ser identificadas mediante el análisis de flujo y volumen de la orina.

El problema consiste en diseñar un sistema cuyo funcionamiento se basa alrededor del software LabVIEW que permita obtener las mediciones de flujo y volumen de orina de un paciente, para ayudar a identificar dichas enfermedades contrastando estas mediciones con parámetros normales para un paciente de la respectiva edad y sexo.

1.2 Justificación del problema

El desarrollo de un programa en LabVIEW permite tener cierta exactitud y confiabilidad a la hora de realizar el diagnóstico, sin mencionar que el mismo puede editarse con el fin de corregir errores e implementar mejoras continuas.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Diseñar un sistema que facilite el diagnóstico de enfermedades del aparato urinario, utilizando la medición de flujo y volumen de la orina, procesando la información en un programa implementado en LabVIEW.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Desarrollar un programa en LabVIEW que permita el diagnóstico enfermedades del aparato urinario de manera eficaz.
- Parametrizar las medidas de flujo y volumen de la orina para que de esta manera se genere un reporte con los datos de interés para el respectivo análisis del especialista.
- Implementar un prototipo que realice las mediciones de flujo y volumen de la orina, el cual valide los resultados obtenidos.

1.4 Marco teórico

1.4.1 Aparato urinario

El aparato urinario está conformado por un grupo de órganos que tiene el papel de producir orina, la cual se encarga de eliminar los desechos del organismo como lo son el ácido úrico, la urea y la creatinina, también está encargado de regular la presión osmótica equilibrando los líquidos osmóticos del cuerpo. (Sinche, 2014)

1.4.2 Composición del aparato urinario

El aparato urinario está compuesto de dos partes fundamentales: los órganos secretores y los órganos excretores.

Los órganos secretores están conformados por los riñones capaces de producir orina.

Los órganos excretores se conforman por la vejiga, uretra y uréteres que son los encargados de transportar la orina para ser desechada. (Tumbaco, 2013)

1.4.3 Origen de la orina

1.4.3.1 Reabsorción

Los componentes obtenidos de la filtración del plasma en el glomérulo vuelven a la sangre, este proceso se centra en que las sustancias ingresen por la parte interna del tubo renal hasta los capilares peri tubulares (la sangre). Lo que hace este proceso es recuperar el agua, sales, azúcares y aminoácidos que han sido filtrados en el glomérulo. (Martín & Nieto, 2011)

1.4.3.2 Secreción

Cuando se forma la orina en los glomérulos, pasan por los conductos hasta la pelvis renal donde pasa al uréter hasta llegar a la vejiga, donde se acumula. Cuando el volumen de la vejiga pasa el rango de 250 cm³ a 500 cm³ da la sensación de querer orinar, ya que se produjeron las contracciones y la relajación del esfínter, que da origen a la micción. La presencia de micción varía según el sujeto debido a que influyen los hábitos, estado emocional y la cantidad de bebidas alcohólicas que consumen.

1.4.4 Micción

La micción es conocida como el vaciado vesical el cual se basa en la liberación de la orina, cuando la capacidad de orina está por debajo de los 350 ml, los esfínteres uretrales internos y externos están contraídos, por lo tanto, el orificio uretral permanece cerrado. Cuando el volumen de orina es más elevado da origen al reflejo de la micción, lo que provoca la contracción del músculo vesical y la relajación del esfínter. El diafragma pélvico es el que tiene

la capacidad de controlar voluntariamente la micción, esto se da gracias al esfínter uretral externo el cual está formado por fibras de gran musculo estriado. La hidratación de forma correcta del cuerpo humano tiene relación con el volumen exacto del agua presente en el organismo.(Sinche, 2014)

1.4.5 Enfermedades del aparato urinario

1.4.5.1 Cistitis

Es una inflamación crónica de la vejiga que se puede encontrar infectada o no, la cual se origina por gérmenes que primero ingresan a la uretra y después a la vejiga, estos gérmenes pueden causar infecciones y esta puede esparcirse a los riñones. Generalmente el cuerpo humano puede deshacerse de estos gérmenes, pero estos suelen quedarse impregnados en las paredes de la uretra o de la vejiga, multiplicándose de forma rápida. (Calahorra Fernández et al., 1989)

1.4.5.2 Uretritis

Se trata de una inflamación en la uretra que puede durar semanas o incluso meses, generalmente se da en personas que son muy susceptibles a productos químicos utilizados en cremas, jaleas o espumas anticonceptivas. (Gabriel & La, 2012)

1.4.5.3 Obstrucción Urinaria

Es una enfermedad común que se centra en la obstrucción de una de las vías uréteres, las cuales están encargadas de conducir la orina de los riñones a la vejiga, los síntomas suelen ser muy leves presentándose como fiebre, dolor o alguna infección. Cuando no se toma en cuenta estos síntomas suelen agravarse, generando septicemia, disfunción renal y en el peor de los casos la muerte.(Ramos & Villar, 2016)

1.4.5.4 Diabetes insípida

Es una enfermedad que se da con poca frecuencia, donde los riñones no tienen la capacidad de evitar deshacerse del agua, se suele confundir la diabetes insípida con la diabetes mellitus, pero cabe recalcar que este último tipo de diabetes hace que la persona tenga los niveles de azúcar elevados, mientras que la diabetes insípida mantiene el nivel de azúcar en la sangre de forma normal. Son los riñones los que no tienen la capacidad de equilibrar los líquidos y la sal del cuerpo. La diabetes insípida suele ser causada por el elemento químico litio, algún medicamento, algún problema en la genética, una gran cantidad de calcio en el cuerpo o alguna enfermedad renal. (Zimmerman & Uramoto, 2003)

1.4.5.5 Diabetes mellitus

Se da por la producción de forma anormal de la insulina y diferentes grados de resistencia periférica a la misma, lo que ocasiona hiperglucemia, donde los principales síntomas suelen ser visión borrosa, poliuria, polidipsia. También hay síntomas que tardan en aparecer como las enfermedades vasculares, el riesgo de desarrollar infecciones, nefropatía, entre otros síntomas. La forma de tratar esta enfermedad se basa en una buena dieta, ejercicio físico y medicamentos que reducen la hiperglucemia como la insulina. (Garc, 2008)

1.4.5.6 Retención urinaria

Es la incapacidad de poder orinar de forma completa o parcial, cuando se presenta, las personas suelen padecer incontinencia urinaria. Esta enfermedad se ocasiona por la contracción del músculo vesical, el cual impide el paso de la orina por el tracto de salida de la vejiga o la falta de coordinación entre la contracción muscular vesical y la relajación del músculo del esfínter urinario. Esta enfermedad es más frecuente en varones, debido a que suele aumentar las dimensiones de la próstata. (Duque et al., 2008)

1.4.6 LabVIEW

La palabra LabVIEW es una abreviatura de origen inglés, cuyo significado es Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench. Este programa fue creado por una compañía llamada National Instruments Corp. en Estados Unidos, una de sus principales ventajas es que se enfoca a una programación gráfica, con el fin de diseñar aplicaciones de ingeniería para adquirir datos y mostrar la información mediante una interfaz amigable con el usuario. (Cabezas, 2010)

1.4.6.1 Aplicaciones de LabVIEW

Se puede dar origen a algoritmos que analizan información y crean interfaces para sus usuarios, en un inicio este software se dirigía al manejo de instrumentos o también conocido como instrumentación electrónica, en la actualidad se ha ampliado su uso, llegando a las telecomunicaciones y a la programación incrustada, ayudando a que otros profesionales de diversas disciplinas dispongan de nuevas herramientas que faciliten su trabajo y optimicen el tiempo en cualquier área, ya que se puede realizar mediciones de sistemas físicos con sensores y con la presencia de actuadores. (Ortiz, 2005)

CAPÍTULO 2

2. METODOLOGÍA

Uno de los temas a solucionar es el método con el que se realizará la adquisición de datos. Para esto se consideraron las siguientes alternativas:

- Sistema embebido Raspberry Pi.
- Tarjeta de adquisición de datos 779026-01 DAQ.
- Sistema embebido Arduino UNO.

El sistema embebido Raspberry Pi cuenta con su propio procesador y además posee un sistema operativo, lo que facilita varios aspectos de su uso como la programación y la interfaz de usuario. Sus capacidades son prácticamente las de un pequeño computador.

Por otro lado, la tarjeta de adquisición de datos 779026-01 DAQ es propia de National Instruments y fue diseñada para LabVIEW, lo cual es conveniente para el trabajo que se llevó a cabo, sin embargo, el costo de esta tarjeta oscila alrededor de los \$260 y las capacidades de este dispositivo sobrepasan con creces las necesidades del proyecto, por lo tanto, estaría sobredimensionado.

Finalmente, se optó por el Arduino UNO debido a que su costo es muy inferior al correspondiente a la tarjeta de adquisición de datos 779026-01 DAQ y las necesidades de cómputo requeridas no son lo suficientemente demandantes como para elegir el sistema embebido Raspberry Pi ya que únicamente se realizó una adquisición de los datos de un caudalímetro.

En cuanto a lo que respecta al dispositivo de toma de muestras de orina se mencionó previamente que el principio de diseño estaría basado en el de un flujómetro. La interrogante en este punto fue determinar de qué manera se podría obtener una señal eléctrica que fuera una fiel representación de la muestra de orina tomada en tiempo real a lo largo del examen.

Inicialmente, se consideró utilizar una balanza digital, a la cual se le podría verter el fluido en cuestión y por medio de los pines del puerto serial integrado en la balanza extraer la señal de voltaje que representa la lectura del volumen de fluido con lo cual se podría realizar el respectivo análisis e incluso mostrar gráficas en tiempo real del flujo y volumen de la muestra. Sin embargo, esta solución si bien podría permitir tener una idea de la condición del paciente por medio de una comparación gráfica, puede no tener la exactitud que se requiere además de no ser una solución práctica por motivos de portabilidad y espacio.

Posteriormente se consideró utilizar un potenciómetro cuyo valor varíe de forma proporcional al flujo de la muestra de orina tomada, pero esto requeriría de un circuito electrónico más elaborado y posiblemente un prototipo de mayor complejidad.

La solución seleccionada finalmente fue utilizar un sensor de efecto Hall, específicamente el medidor de caudal YF-S201, el cual genera una señal de voltaje ante la presencia de un campo magnético generado por el paso de un fluido a través de las aspas internas con las que cuenta el sensor. A medida que el flujo incrementa, la intensidad del campo magnético incrementa de manera proporcional y esto se ve reflejado en la señal de voltaje de salida del sensor.

2.1 Prototipo



Figura 2.1 Prototipo experimental para recepción de la orina

En la figura 2.1 se observa el prototipo experimental que se realizó para analizar la orina de un paciente. El prototipo consta de un codo PVC el cual permitió conectar el embudo y el medidor de caudal YF-S201, a continuación, se conecta un recipiente que se encargó de recibir la orina del paciente. El medidor de caudal está conectado mediante cables jumper al sistema embebido Arduino UNO. Con la ayuda de un Cable USB tipo A/B se realizó la conexión entre el Arduino UNO y el computador.

2.2 Diagrama de flujo del proceso

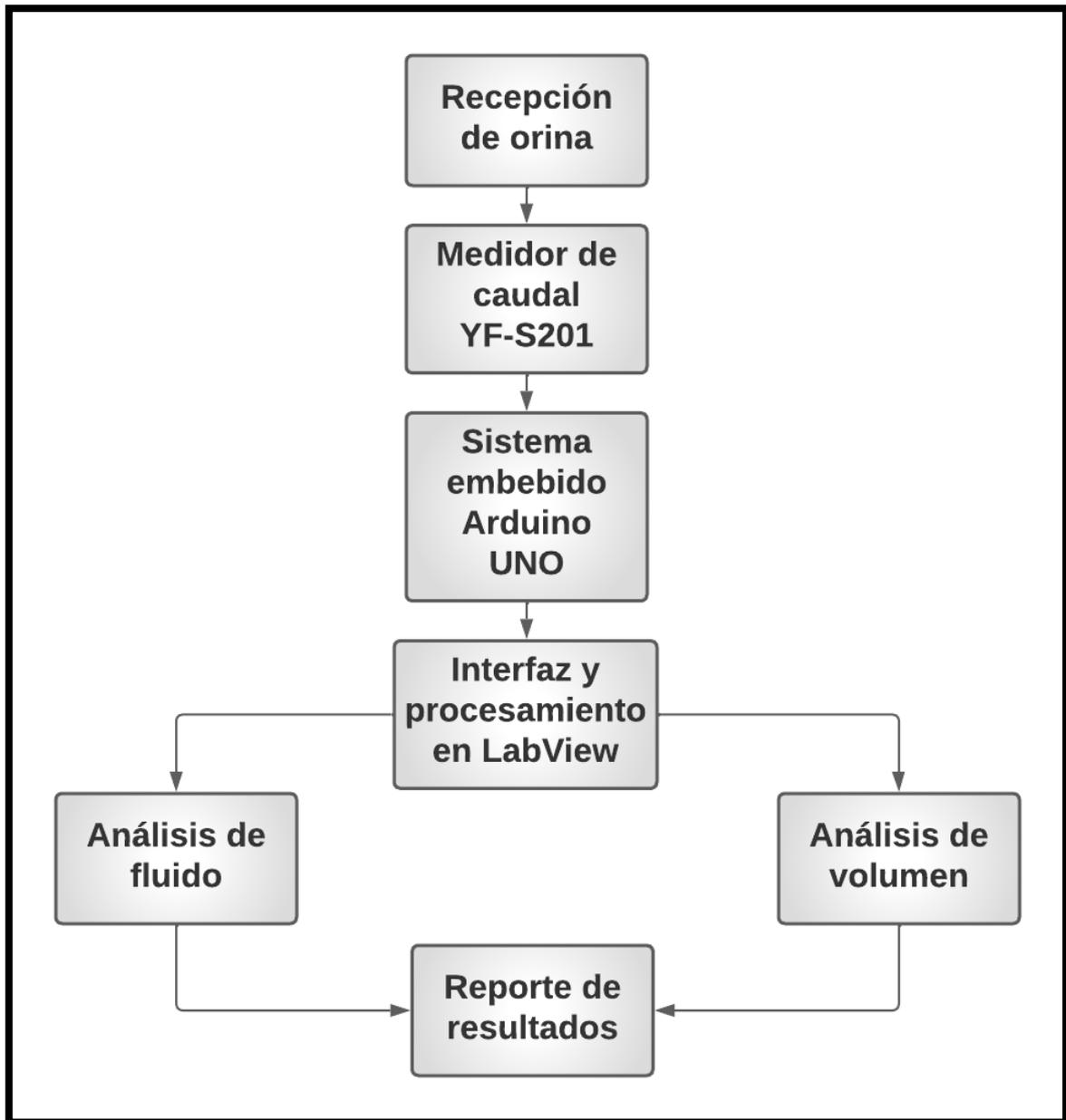


Figura 2.2 Diagrama de flujo del proceso

En la figura 2.2 se puede apreciar el diagrama de flujo del proceso, utilizando el prototipo experimental implementado, se inició con la recepción de la orina. Una vez que el fluido fue depositado en el embudo, llega al medidor de caudal YF-S201, el cual nos permitió realizar las mediciones de flujo y volumen de la orina. Estas mediciones son enviadas al sistema embebido Arduino UNO y mediante una comunicación serial se enviaron estos datos al computador para ser procesados en software LabVIEW.

2.3 Medidor de caudal YF-S201

En la figura 2.3 se observa el medidor de caudal YF - S201, el mismo que permitió adquirir una señal eléctrica, la cual ayudó a representar el flujo y volumen de la orina de un paciente durante el proceso de micción, esta señal fue leída por el sistema embebido Arduino UNO.

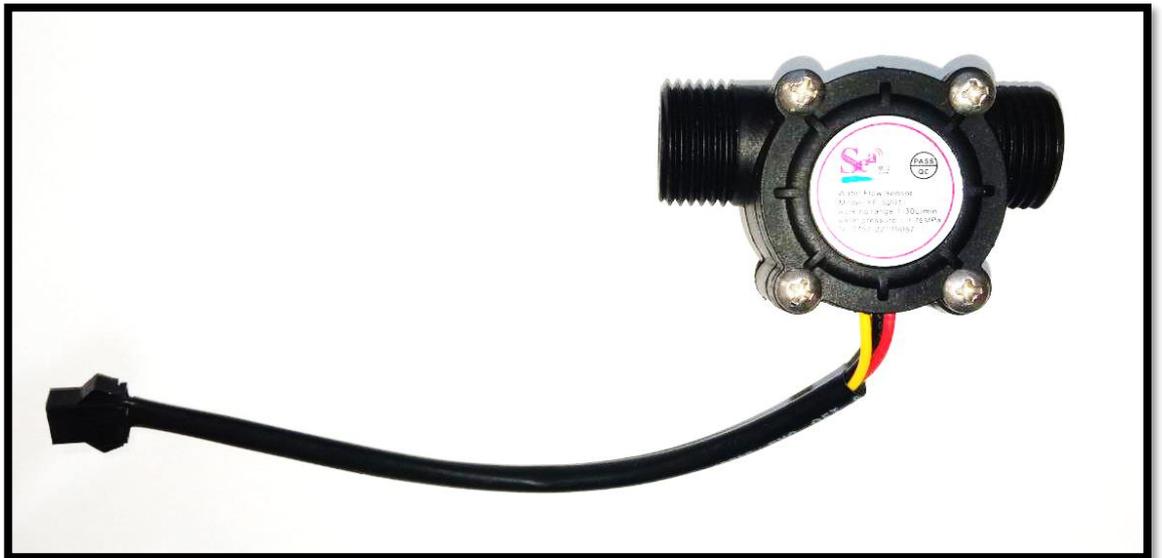


Figura 2.3 Medidor de caudal YF-S201

2.4 Arduino UNO

En la figura 2.4 se tiene el sistema embebido Arduino UNO, el cual se utilizó como una tarjeta de adquisición de datos y recibe la señal enviada por el medidor de caudal YF-S201 en una de sus entradas digitales. Una vez que se realizó la debida programación en la tarjeta de Arduino se obtuvieron los valores de flujo y volumen para posteriormente ser enviados en tiempo real al computador a través de una comunicación serial.

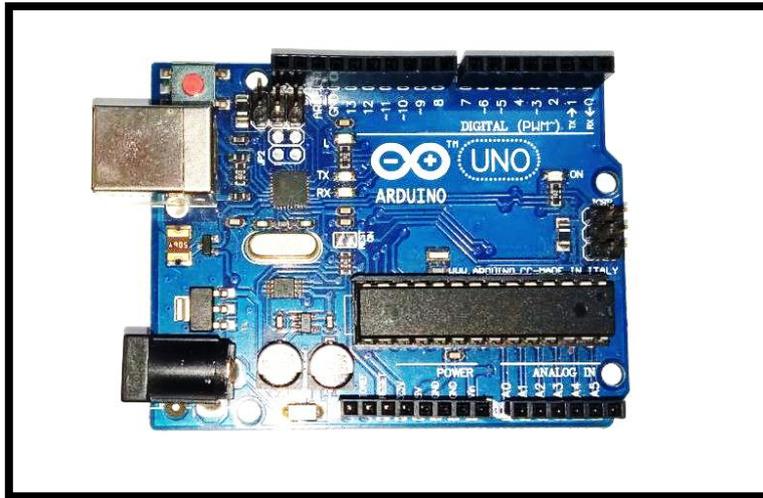


Figura 2.4 Sistema embebido Arduino UNO utilizado como adquisición de datos

2.5 Comunicación serial en LABVIEW

Al iniciar la programación en el software de LABVIEW, lo primero que se definió es la respectiva comunicación serial, para poder recibir en tiempo real los datos enviados por el sistema embebido de Arduino UNO.



Figura 2.5 Datos recibidos en el sistema embebido Arduino UNO

En la figura 2.5 se observan el arreglo de datos que recibió el sistema embebido Arduino UNO, siendo la primera columna el flujo de la orina y la segunda columna el volumen.

2.5.1 VISA Configure Serial Port

En la figura 2.6 se puede apreciar el bloque VISA Configure Serial Port, el cual permitió iniciar una comunicación serial, mediante una debida configuración se seleccionó manualmente el puerto serial correspondiente para una correcta comunicación con el sistema embebido Arduino UNO.

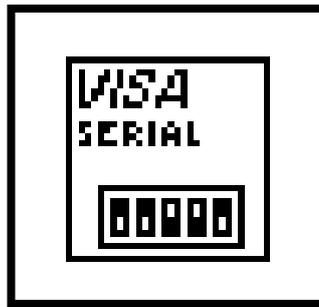


Figura 2.6 Bloque Visa Configure Serial Port utilizado para iniciar la comunicación serial

2.5.2 VISA Enable Event

Para realizar una correcta sincronización con los datos recibidos en el puerto serial, se utilizó el bloque VISA Enable Event mostrado en la figura 2.7, el cual permitió detectar cuando se recibe un dato y se le debe especificar el tipo de datos que va a recibir, en este caso serán caracteres.

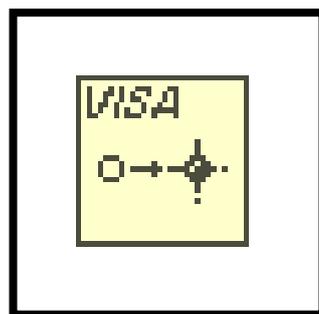


Figura 2.7 Bloque VISA Enable Event utilizado para detectar un dato

2.5.3 VISA Discards Events

En la figura 2.8 se observa el bloque VISA Discards Events, el cual se encargó de descartar datos que ya no necesite el programa para evitar cualquier tipo de error.

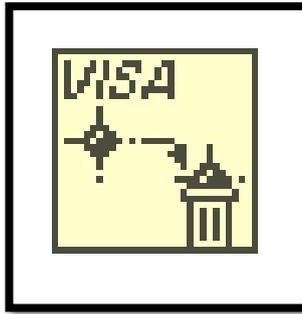


Figura 2.8 Bloque VISA Discards Events utilizado para descartar datos innecesarios

2.5.4 VISA WAIT on Event

En la figura 2.9 se puede apreciar el bloque VISA WAIT on Event, este bloque espera recibir un dato durante un período de tiempo, el tiempo de espera es especificado por el programador.

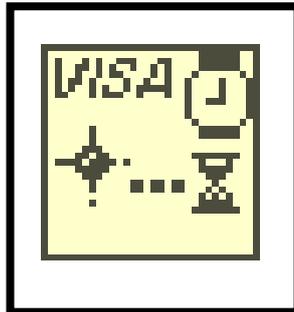


Figura 2.9 Bloque VISA WAIT on Event utilizado para definir tiempo de espera

2.5.5 VISA Read

En la figura 2.10 se tiene el bloque VISA Read, el cual permitió realizar la lectura del número especificado de bytes y devuelve estos datos en un búfer de lectura.

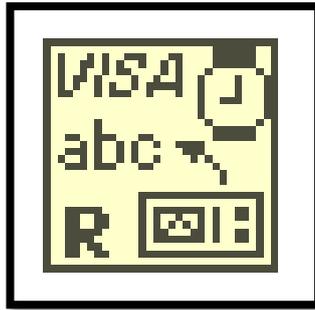


Figura 2.10 Bloque VISA Read utilizado para lectura de datos

2.5.6 VISA Close

En la figura 2.11 se puede observar el bloque VISA Close, el cual se encargó de cerrar la comunicación serial, una vez que el programa se haya detenido.

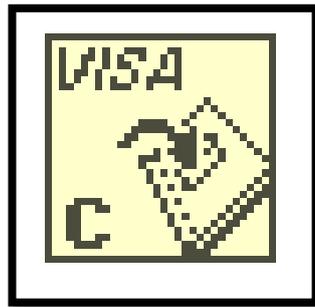


Figura 2.11 Bloque VISA Close utilizado para cerrar la comunicación serial

2.5.7 Conexión de la comunicación serial

A continuación, se muestra la programación de la comunicación serial en el software de LabVIEW.

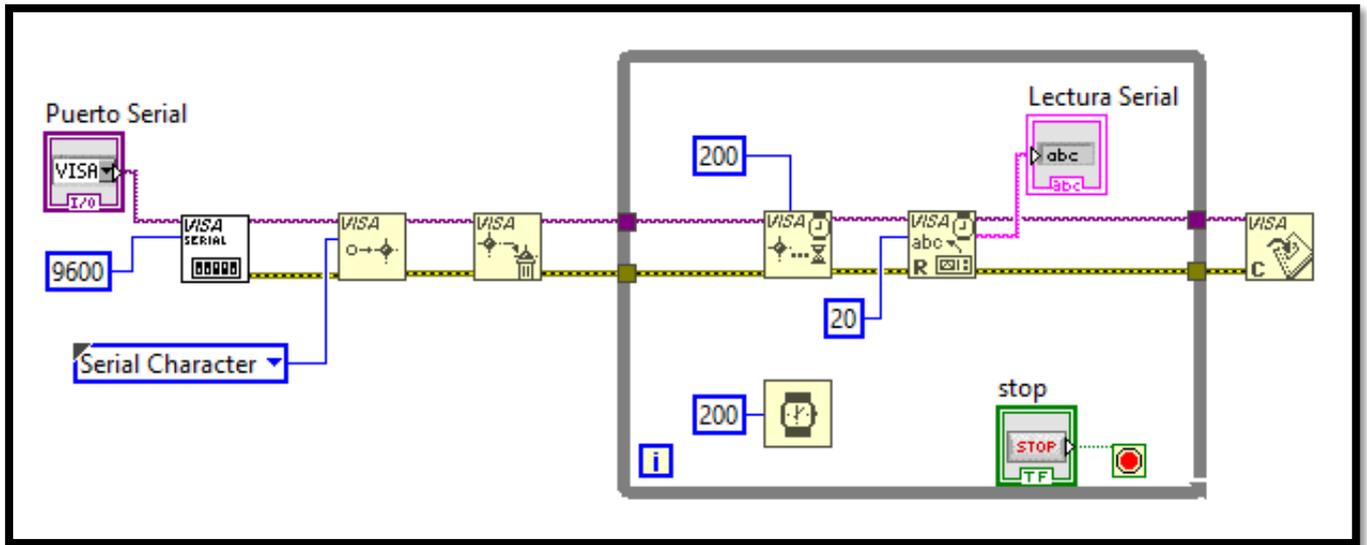


Figura 2.12 Comunicación Serial entre el sistema embebido Arduino UNO con el computador

En la figura 2.12 se puede observar el conexionado que se utilizó para la comunicación serial con el sistema embebido Arduino UNO, hemos usado todos los bloques anteriormente descritos, en el lado derecho se selecciona el mismo puerto serial que tenga configurado la tarjeta electrónica de Arduino, además hemos usado un bloque While Loop, el cual permitió realizar una lectura de datos de manera continua hasta que el usuario detenga el programa.

2.6 Programación en LABVIEW

Una vez que se realizó la comunicación serial, se procedió con la programación para analizar las mediciones de flujo y volumen recibidos del medidor de caudal.

Al utilizar el bloque VISA Read, se obtuvieron los valores enviados del sistema embebido Arduino UNO, estos dos datos se encuentran en forma de caracteres separados por un “;”, como se puede apreciar en la figura 2.5.

2.6.1 Spreadsheet String To Array

Para realizar el respectivo análisis de las mediciones de flujo y volumen de la orina, lo primero que se utilizó es el bloque Spreadsheet String To Array mostrado en la figura 2.13, este bloque permitió crear una matriz con los datos que recibe el bloque VISA Read, se le debe especificar qué tipo de datos está recibiendo y el carácter que los separa, en este caso el “;”.

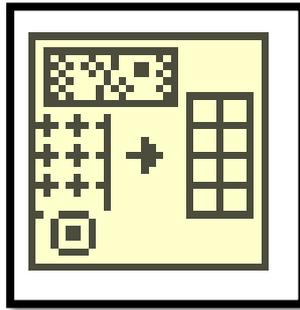


Figura 2.13 Bloque Spreadsheet String To Array utilizado para crear una matriz

2.6.2 Index Array

En la figura 2.14 se tiene el bloque Index Array, el cual permitió separar cada elemento de una matriz, en este caso sirvió para tener por separado los valores de flujo y volumen de la orina para su posterior análisis.

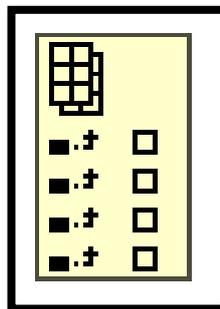


Figura 2.14 Bloque Index Array utilizado para separar los datos de flujo y volumen

2.6.3 Case Structure

En este proceso se utilizaron dos Case Structure, como se observa en la figura 2.15, esto permitió analizar por separado el fluido y volumen de una muestra específica.

Cada Case Structure permite seleccionar entre varias opciones, las cuales el usuario debe decidir cual elegir, en este caso hay tres opciones, las cuales son: hombre, mujer o infante. Este bloque permitió realizar diferentes programaciones correspondientes a la opción que se seleccione. Cada una de estas estructuras recibió el valor de fluido y volumen, con estos valores estableceremos los diferentes rangos para determinar si una medición se encuentra dentro de los parámetros normales.

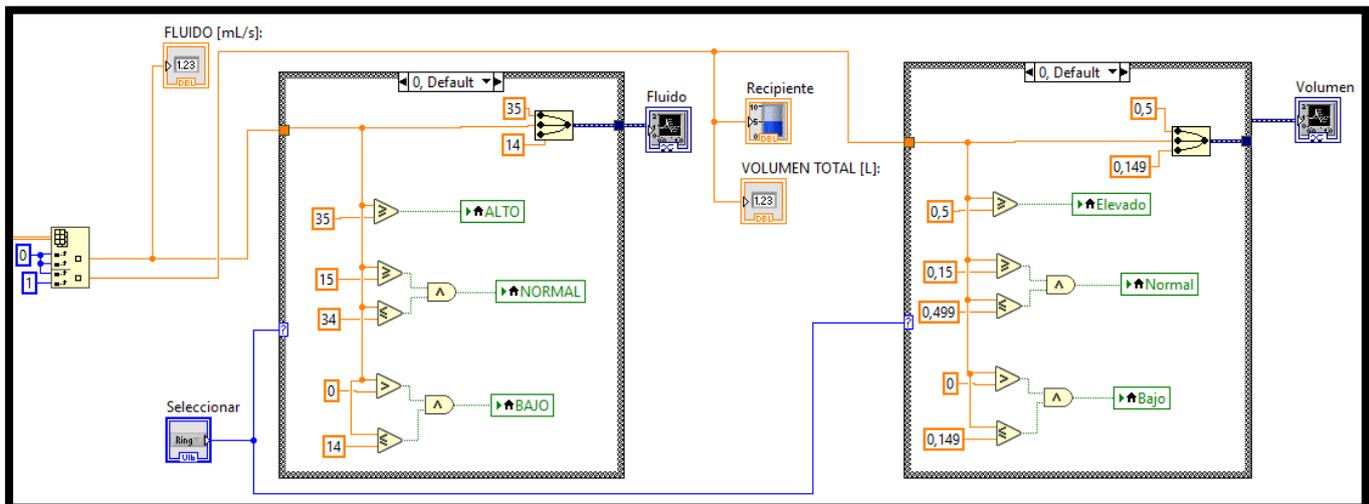


Figura 2.15 Bloque Case Structures utilizados para configurar el tipo de paciente hombre, mujer o infante

En la figura 2.15 se puede observar que se utilizaron dos indicadores tipo numéricos, los cuales permiten mostrar los valores en tiempo real del fluido y volumen, también se utilizó un indicador tipo tanque el cual ayudó a simular la cantidad de orina recibida en una muestra.

2.6.4 Waveform Charts

En la figura 2.16 se puede apreciar el bloque Waveform Charts, el cual se encargó de generar las diferentes gráficas de flujo y volumen en tiempo real que se mostraran en la interfaz con el usuario.

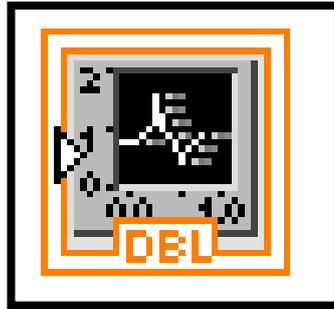


Figura 2.16 Bloque Waveform Charts utilizado para generar gráficas de flujo y volumen

2.6.5 Indicadores

En esta sección se cuenta con indicadores tipo string e indicadores tipo leds, los cuales se activarán de acuerdo a los parámetros que nos indiquen las muestras analizadas.

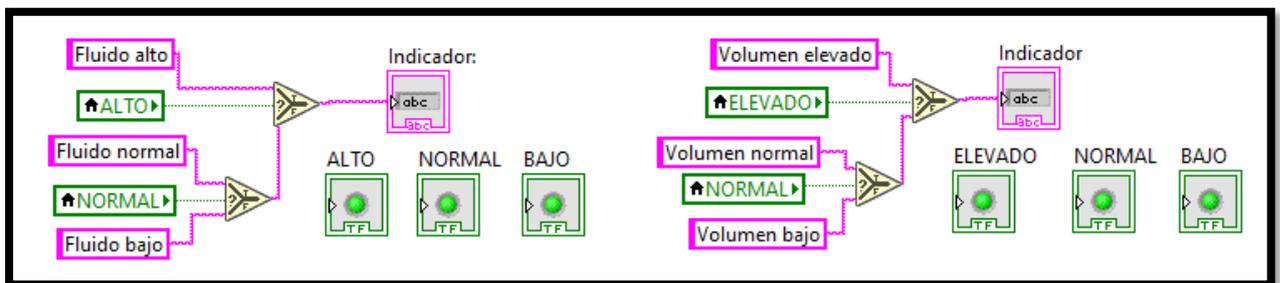


Figura 2.17 Indicadores tipo strings y leds utilizados para mostrar mensajes al usuario

En la figura 2.17 podemos observar que se mostraran mensajes cuando el flujo sea alto, normal o bajo, lo mismo ocurrirá con el volumen. Podemos

observar que contamos con unos leds, los cuales se encenderán de acuerdo a la situación que se presente con el paciente.

2.6.6 Exportación de datos a Excel

En la figura 2.18 se puede apreciar el bloque Write To Measurement File, el cual permite generar un archivo Excel con todos los datos que adquiere del medidor de caudal YF-S210, esto permite mostrar un reporte con los resultados al usuario. También se puede observar los bloques Dynamic Data Attributes, los cuales se encargan de identificar con algún nombre específico cada columna del archivo.

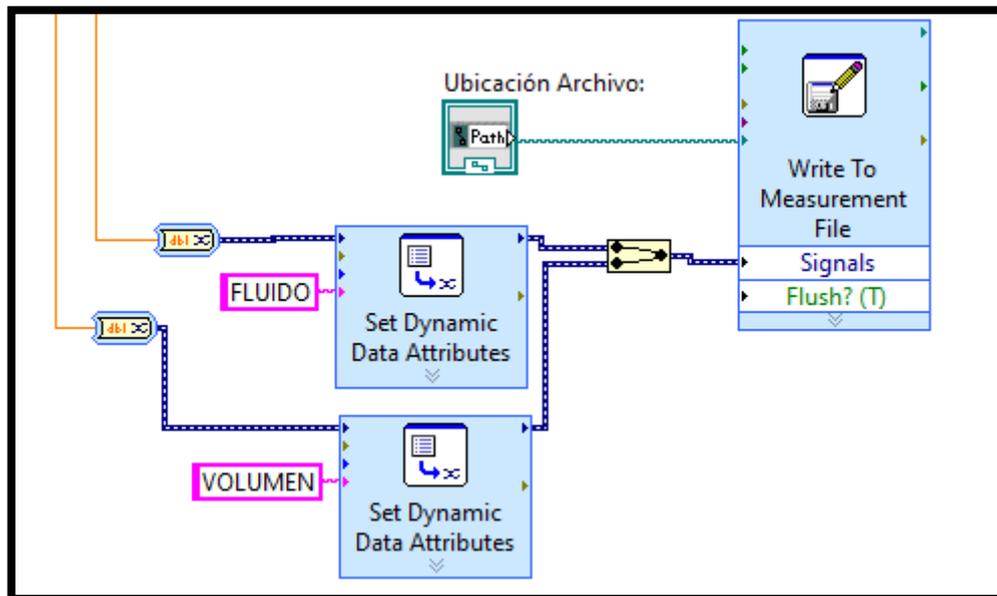


Figura 2.18 Exportación de datos a Excel para generar un reporte con resultados

2.7 Panel frontal

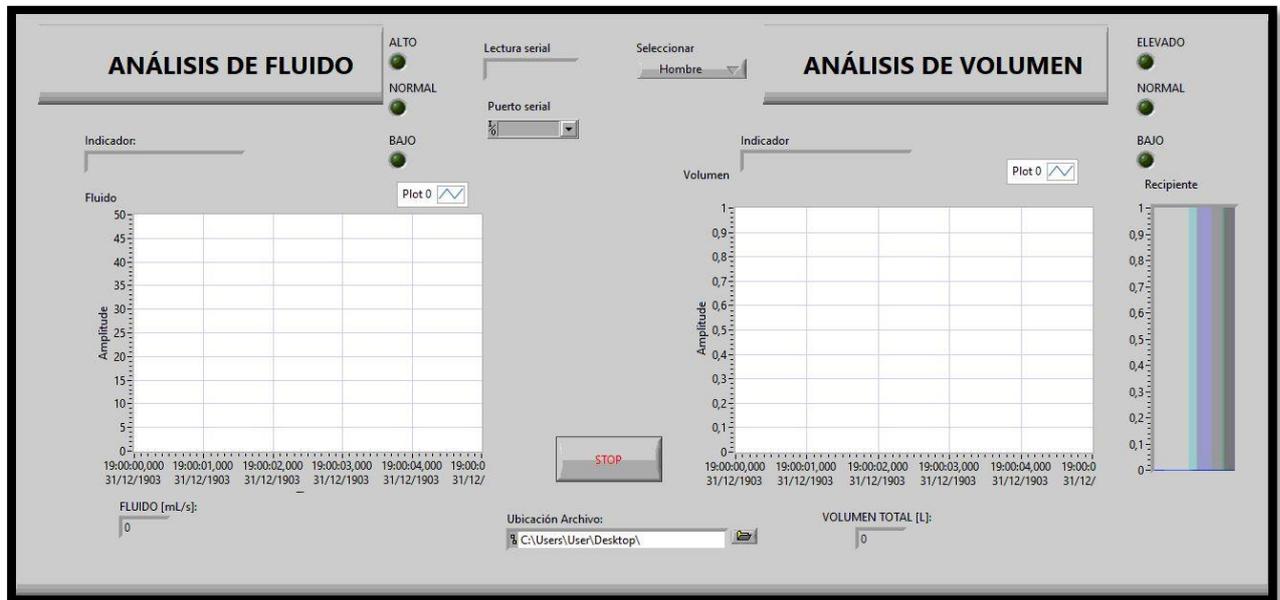


Figura 2.19 Panel frontal

En la figura 2.19 podemos observar el panel frontal de la programación realizada en el software de LabVIEW, la cual servirá como interfaz con el usuario y se podrá observar los resultados de la muestra en tiempo real.

En el lado izquierdo se observa el análisis de flujo de la orina, donde se tiene una gráfica de fluido vs tiempo, se cuenta con algunos indicadores, en la parte superior de la gráfica se encuentra un indicador que mostrará el nivel de flujo que se está midiendo, los mensajes son: "Flujo bajo", "Flujo normal" y "Flujo alto". También se observan indicadores tipo leds, los cuales se encenderán de acuerdo al nivel que se encuentre la muestra. En la parte inferior hay otro indicador que muestra el valor de fluido en ml/s.

En el lado derecho se observa el análisis de volumen de la orina, donde se tiene una gráfica de volumen vs tiempo, se puede observar que tiene indicadores similares a al análisis de flujo, un indicador mostrará los siguientes mensajes: "Volumen elevado", "Volumen normal" y "Volumen bajo". El indicador de la parte inferior muestra el valor de volumen en litros.

En la parte central hay 2 opciones, donde el usuario tendrá que elegir el tipo de paciente al que se le realizará la prueba y también deberá seleccionar el respectivo puerto serial para una correcta comunicación con el sistema embebido Arduino UNO.

Por último, en la parte inferior se puede seleccionar la ubicación donde el usuario desee guardar archivo de Excel generado.

CAPÍTULO 3

3. ANÁLISIS DE RESULTADOS

3.1 Simulación experimental del sistema

A continuación, se presentan los resultados obtenidos luego de realizar la simulación de manera experimental de una medición del flujo y volumen de agua procesada con el programa desarrollado en el presente trabajo, asumiendo que el paciente es un hombre:

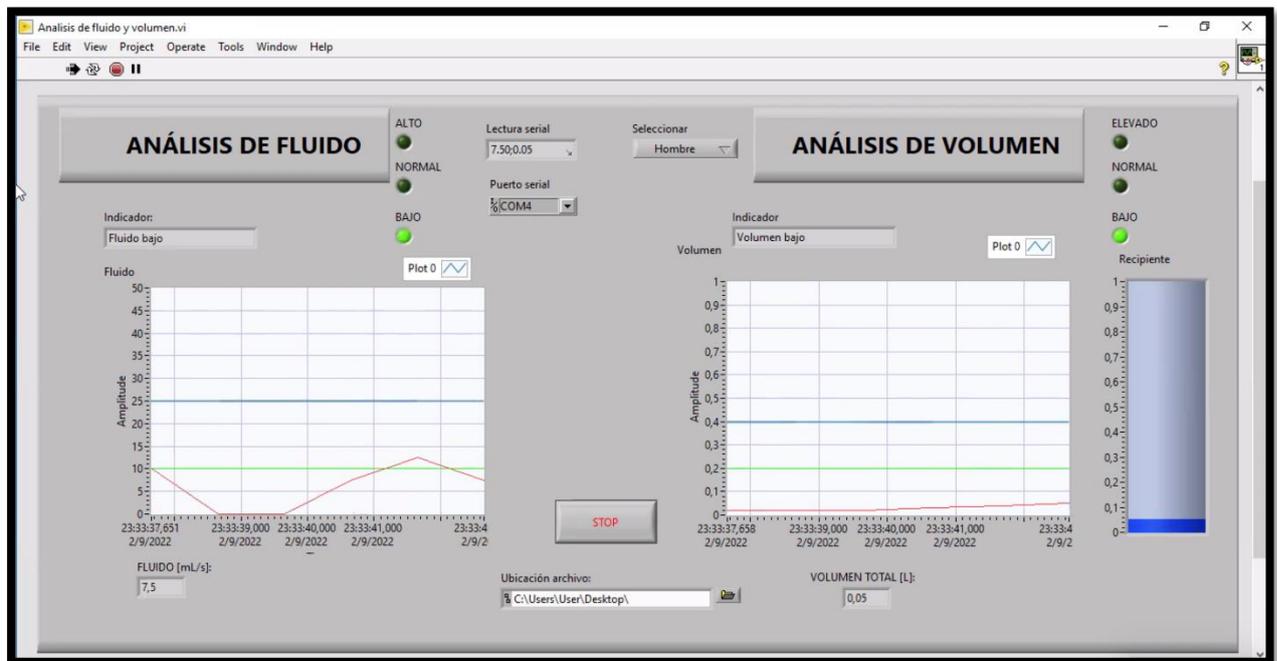


Figura 3.1 Valores de flujo y volumen por debajo de los límites normales

En la figura 3.1 se observa el inicio del experimento, donde se tiene una señal de color rojo en la gráfica izquierda que representa el flujo de orina de la muestra y sus respectivos límites que determinan el valor máximo (azul) y mínimo (verde) de un flujo urinario dentro del rango normal. En el instante donde se realizó la captura, se aprecia que la señal de flujo se encuentra por debajo del límite inferior y es por tal razón el led de flujo bajo se encuentra encendido. Por otro lado, en la gráfica ubicada al lado derecho se observa la señal de volumen acumulado de la muestra en color rojo, la cual es creciente

en todo momento como se esperaba debido a que se recoleta fluido durante todo el transcurso del experimento. Esto además se puede corroborar con el indicador tipo tanque ubicado al lado derecho de la gráfica mencionada, el cual muestra el volumen acumulado de orina en el recipiente. Se aprecia también que el indicador led de volumen bajo se encuentra encendido debido a que el volumen actual de la muestra se encuentra por debajo del límite inferior.



Figura 3.2 Valores de flujo y volumen dentro de los límites normales

En la figura 3.2 se observa que ambas gráficas se encuentran dentro de los rangos normales de flujo y volumen respectivamente junto con sus indicadores led que corroboran la lectura de estos datos. Además, se tiene el indicador de volumen tipo tanque mostrando un volumen acumulado superior a los 300[m].



Figura 3.3 Valores de flujo y volumen por encima de los límites normales

En la figura 3.3 se apreció que la señal de flujo sobrepasó el límite máximo, lo cual dio paso a que se encienda el indicador led de flujo alto. De la misma forma, la señal de volumen sobrepasó su valor máximo, encendiendo el led de volumen elevado.

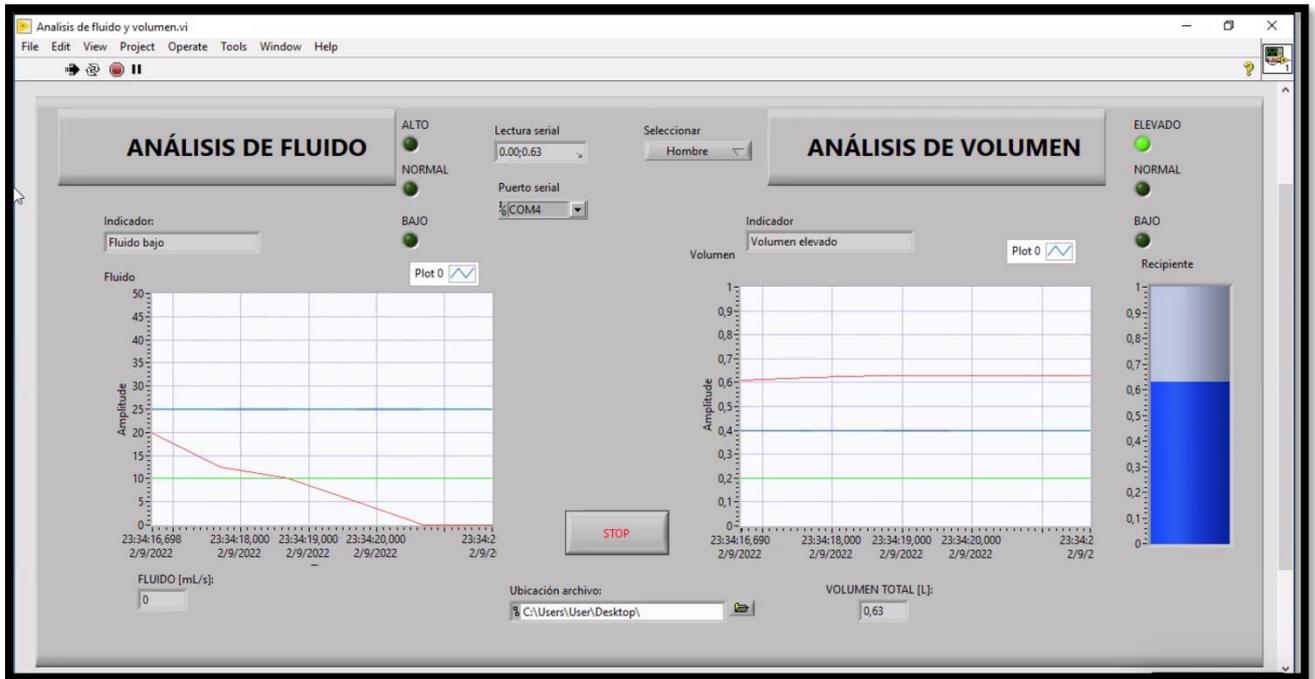


Figura 3.4 No se detecta flujo y volumen total acumulado

Finalmente, en la figura 3.4 se observa que la señal de flujo decrece hasta llegar a 0 donde permanece constante y la señal de volumen llega a un valor máximo donde permanece constante, indicando así el fin del proceso de micción.

Tabla 3-1 Reporte de resultados de la simulación

ANÁLISIS DE FLUJO Y VOLUMEN		
Paciente:	Hombre	
FLUJO MÍNIMO ESPERADO [ml/s]:	10	
FLUJO MÁXIMO ESPERADO [ml/s]:	25	
VOLUMEN MÍNIMO ESPERADO [l]:	0,2	
VOLUMEN MÁXIMO ESPERADO [l]:	0,4	
RESULTADOS		
FLUJO PROMEDIO [ml/s]:	15,48	
FLUJO MÍNIMO [ml/s]:	5	
FLUJO MÁXIMO [ml/s]:	32,49	
VOLUMEN DE LA MUESTRA [l]:	0,63	
POSIBLE DIAGNÓSTICO	SÍNTOMA	1=SI - 0=NO
Obstrucción Urinaria	Flujo Bajo	0
Cistitis	Volumen Bajo	0
Uretritis	Volumen Bajo	0
Diabetes insípida	Volumen Elevado	1
Diabetes mellitus	Volumen Elevado	1
Retención urinaria	Volumen Bajo	0

En la tabla 3.1 se muestra el reporte final que se obtuvo a partir de los datos recolectados por el Arduino y que fueron procesados por LabVIEW y exportados a una hoja de cálculo de Excel a modo de reporte donde el especialista puede verificar los resultados obtenidos.

Primero, se mostraron los valores máximos y mínimos esperados de flujo y volumen para el tipo de paciente al que se le está tomando la muestra, estos pueden ser hombres, mujeres o niños. Luego, se muestran los resultados obtenidos en la muestra de flujo promedio, mínimo y máximo además del volumen total de orina recolectado.

Por último, se enlistaron enfermedades relacionadas a los valores de flujo y volumen de orina obtenidos junto con su respectivo síntoma y se muestra mediante unos y ceros las posibles enfermedades que pueda padecer el paciente, con el fin de facilitar el diagnóstico o dar una idea al especialista de los exámenes que deberá solicitarle al paciente para determinar la enfermedad que padece.

Para determinar si el paciente presentó flujo bajo, se comparan el flujo promedio obtenido con el flujo mínimo esperado, y si el flujo promedio fue menor, se concluye que la muestra presenta un flujo urinario bajo.

Para el caso de volumen bajo se compararon los valores de volumen obtenido de la muestra y volumen mínimo esperado y si el volumen obtenido es menor, se concluye que la muestra presenta un bajo volumen de orina.

Finalmente, si el valor de volumen obtenido de la muestra es superior al de volumen máximo esperado, se concluye que la muestra presenta un nivel de volumen alto.

3.2 Pruebas reales del sistema

3.2.1 Caso de paciente masculino

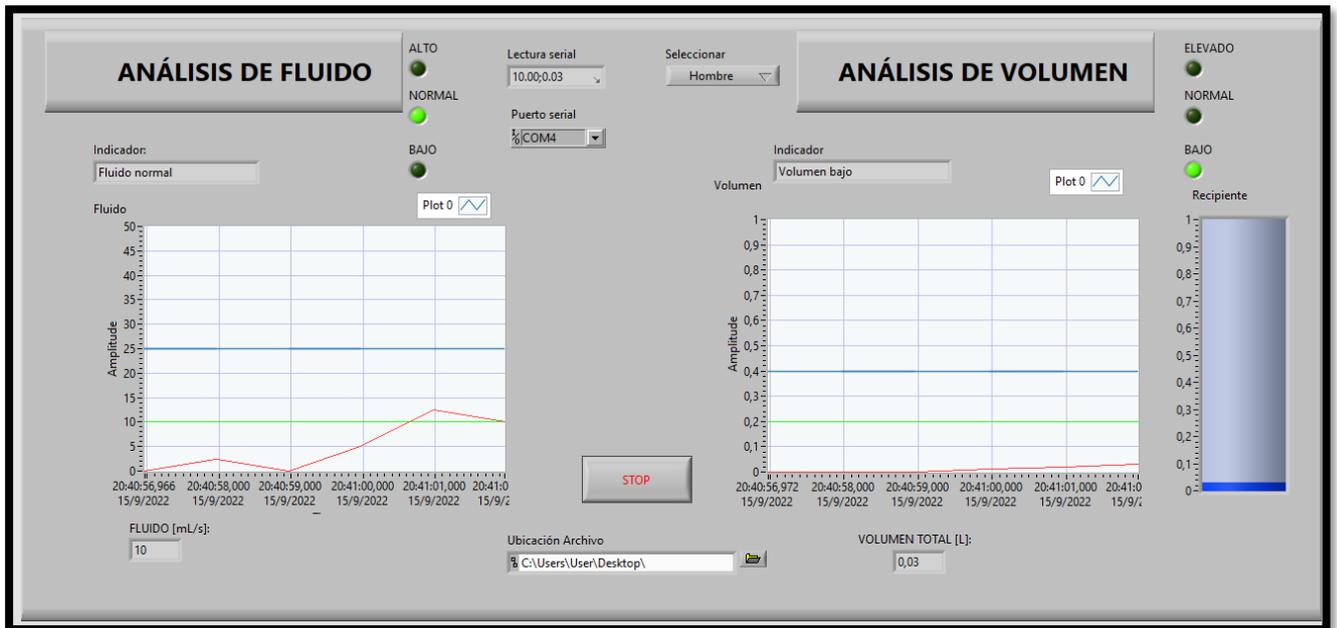


Figura 3.5 Inicio de la micción, flujo y volumen incrementando

En la figura 3.5 se muestran los primeros valores medidos de flujo y volumen de orina de un paciente adulto de sexo masculino. Se observa que el flujo ubicado en la gráfica izquierda inicia en 0 e incrementa con respecto al tiempo hasta alcanzar valores dentro del rango normal, mientras que el volumen incrementa de manera continua, por el momento se encuentra por debajo del valor mínimo esperado.

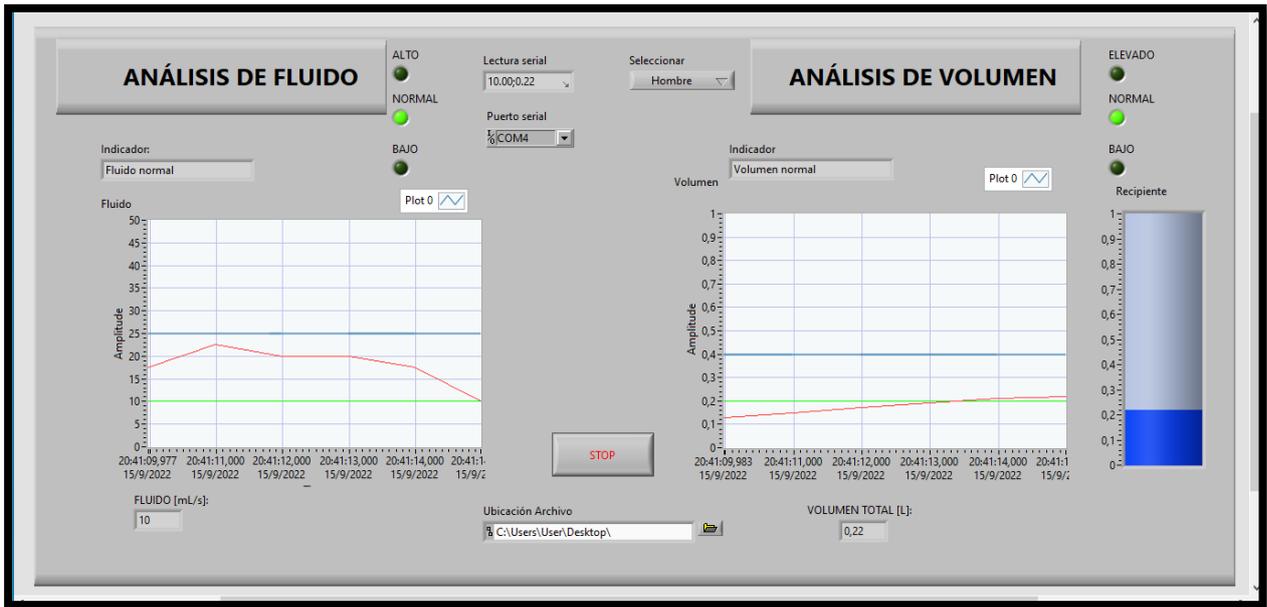


Figura 3.6 Flujo y volumen dentro de los valores normales

En la figura 3.6 se muestra que tanto el flujo como el volumen han alcanzado valores dentro de los rangos normales, lo que se puede corroborar con los indicadores led.

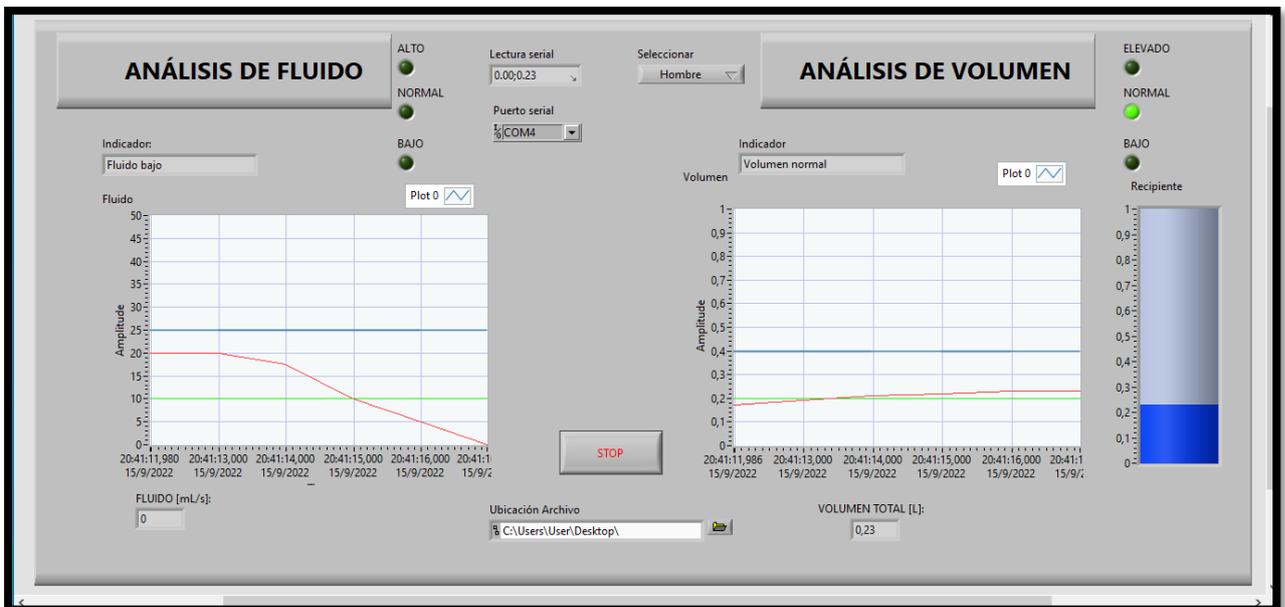


Figura 3.7 Fin de la micción, flujo decreciente y volumen constante

En la figura 3.7 se muestra el proceso final de la micción, se puede observar que el flujo decrece hasta alcanzar el valor de 0 y el volumen alcanza su valor máximo donde permanece constante, lo que indica que ha terminado el proceso de micción.

Tabla 3-2 Reporte de resultados de un paciente de sexo masculino

ANÁLISIS DE FLUJO Y VOLUMEN		
Paciente:		Hombre
FLUJO MÍNIMO ESPERADO [ml/s]:	10	
FLUJO MÁXIMO ESPERADO [ml/s]:	25	
VOLUMEN MÍNIMO ESPERADO [l]:	0,2	
VOLUMEN MÁXIMO ESPERADO [l]:	0,4	
RESULTADOS		
FLUJO PROMEDIO [ml/s]:	12,23	
FLUJO MÍNIMO [ml/s]:	2,5	
FLUJO MÁXIMO [ml/s]:	22,49	
VOLUMEN DE LA MUESTRA [l]:	0,23	
POSIBLE DIAGNÓSTICO	SÍNTOMA	1=SI - 0=NO
Obstrucción Urinaria	Flujo Bajo	0
Cistitis	Volumen Bajo	0
Uretritis	Volumen Bajo	0
Diabetes insípida	Volumen Elevado	0
Diabetes mellitus	Volumen Elevado	0
Retención urinaria	Volumen Bajo	0

En la tabla 3.2 se observa el reporte de resultados del paciente de sexo masculino, se obtuvo un flujo promedio de 12,23 ml/s, un flujo mínimo de 2,5 ml/s, flujo máximo de 22,49 ml/s y un volumen total de 0,230 litros. En base a los resultados obtenidos se concluyó que el paciente no presenta ninguno de los síntomas correspondientes a las enfermedades enlistadas.

3.2.2 Caso de paciente femenino

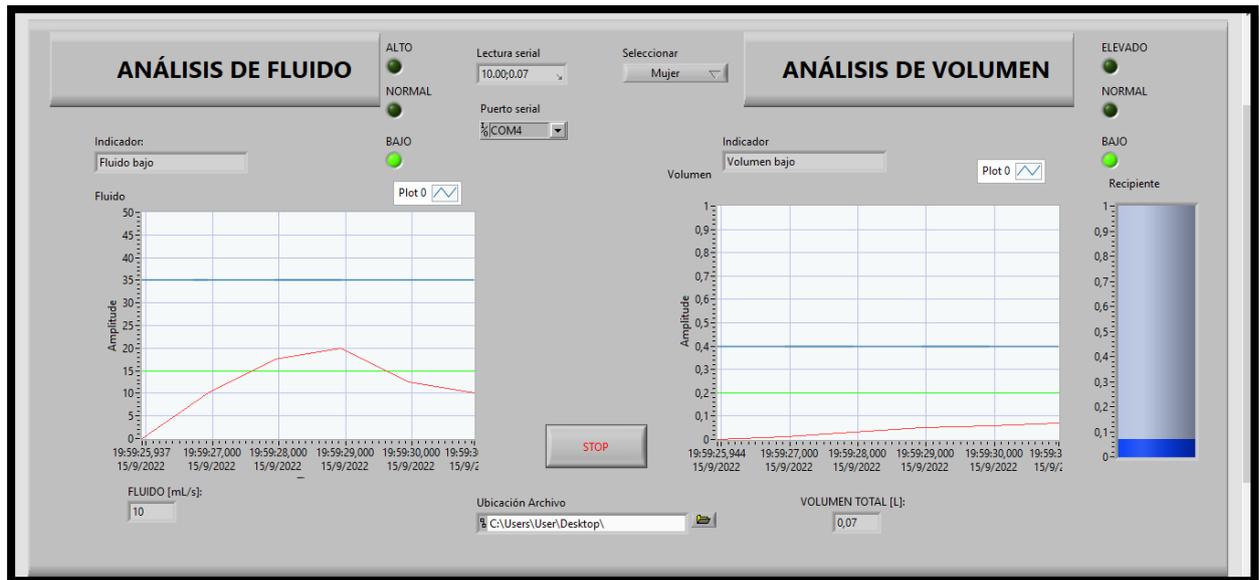


Figura 3.8 Inicio de la micción, flujo y volumen incrementando

En la figura 3.8 se muestran los primeros valores medidos de flujo y volumen de orina de un paciente adulto de sexo femenino. Se observa que el flujo inicia en 0 e incrementa con respecto al tiempo hasta alcanzar valores dentro del rango normal, sin embargo, el flujo posteriormente decrece hasta quedar por debajo del valor mínimo esperado, mientras que el volumen incrementa de manera continua y por el momento se encuentra por debajo del valor mínimo esperado.

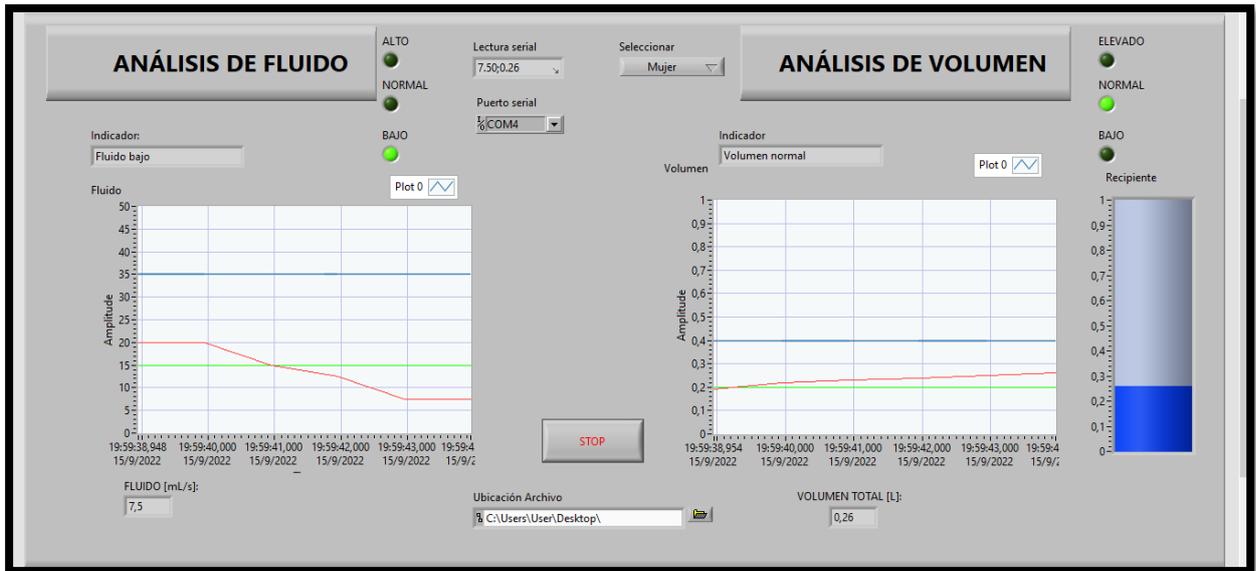


Figura 3.9 Flujo por debajo del rango normal y volumen dentro de los valores normales.

En la figura 3.9 se puede observar que el flujo de orina continúa decreciendo y permanece por debajo del rango normal, mientras que el volumen permanece creciente y se encuentra dentro del rango normal.

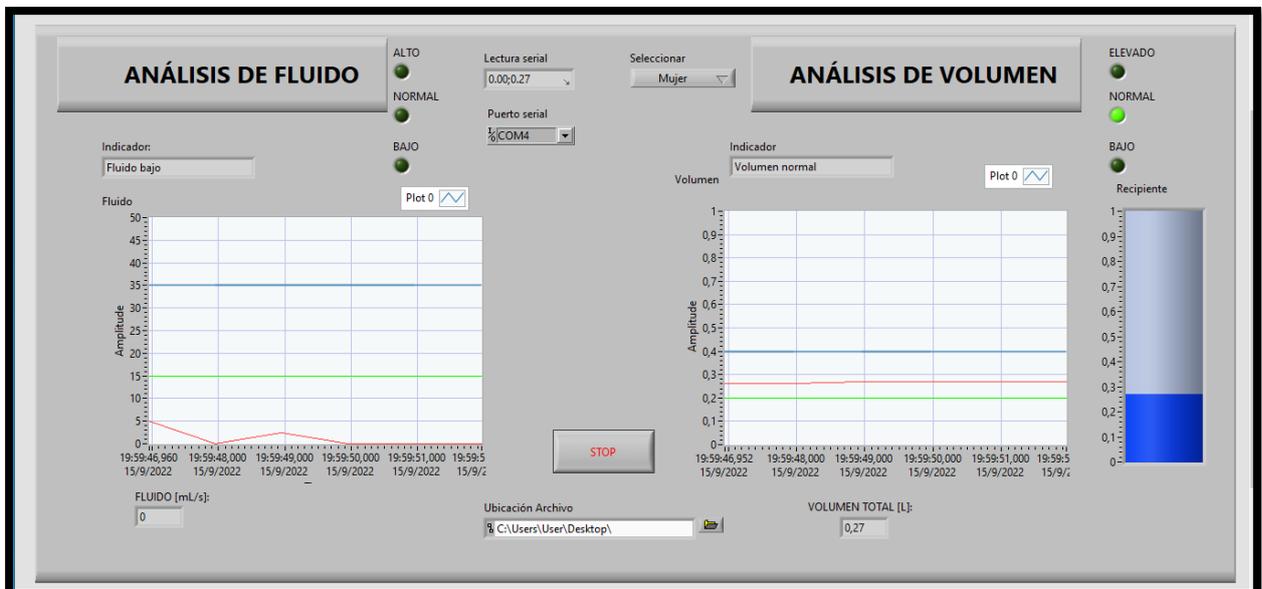


Figura 3.10 Fin de la micción, flujo decreciente y volumen constante

En la figura 3.10 se muestra el proceso final de la micción, se puede observar que el flujo decrece hasta alcanzar el valor de 0 y el volumen alcanza su valor máximo, lo que indica que ha terminado el proceso de micción.

Tabla 3-3 Reporte de resultados de un paciente de sexo femenino

ANÁLISIS DE FLUJO Y VOLUMEN		
Paciente:		Mujer
FLUJO MÍNIMO ESPERADO [ml/s]:	15	
FLUJO MÁXIMO ESPERADO [ml/s]:	35	
VOLUMEN MÍNIMO ESPERADO [l]:	0,2	
VOLUMEN MÁXIMO ESPERADO [l]:	0,4	
RESULTADOS		
FLUJO PROMEDIO [ml/s]:	12,73	
FLUJO MÍNIMO [ml/s]:	2,5	
FLUJO MÁXIMO [ml/s]:	24,99	
VOLUMEN DE LA MUESTRA [l]:	0,27	
POSIBLE DIAGNÓSTICO	SÍNTOMA	1=SI - 0=NO
Obstrucción Urinaria	Flujo Bajo	1
Cistitis	Volumen Bajo	0
Uretritis	Volumen Bajo	0
Diabetes insípida	Volumen Elevado	0
Diabetes mellitus	Volumen Elevado	0
Retención urinaria	Volumen Bajo	0

En la tabla 3.3 se observa el reporte de resultados del paciente de sexo femenino, se obtuvo un flujo promedio de 12,73 ml/s, un flujo mínimo de 2,5 ml/s, flujo máximo de 24,99 ml/s y un volumen total de 0,270 litros. En base a los resultados obtenidos se concluyó que la paciente presenta un flujo bajo, lo cual es síntoma de obstrucción urinaria y con esta información el especialista podrá decidir con mayor precisión como proceder de acuerdo con el cuadro de esta paciente.

3.2.3 Caso de paciente infante

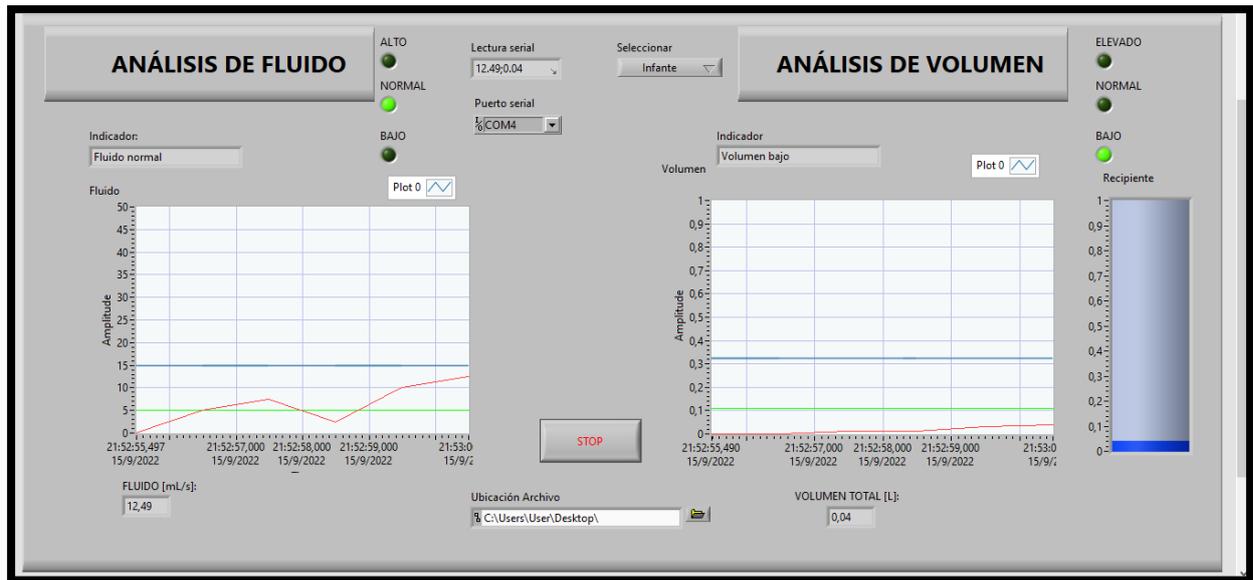


Figura 3.11 Inicio de la micción, flujo y volumen incrementando

En la figura 3.11 se muestran los primeros valores medidos de flujo y volumen de orina de un paciente infante. Se observa que el flujo inicia en 0 e incrementa con respecto al tiempo hasta alcanzar valores dentro del rango normal, mientras que el volumen incrementa de manera continua, por el momento se encuentra por debajo del valor mínimo esperado.

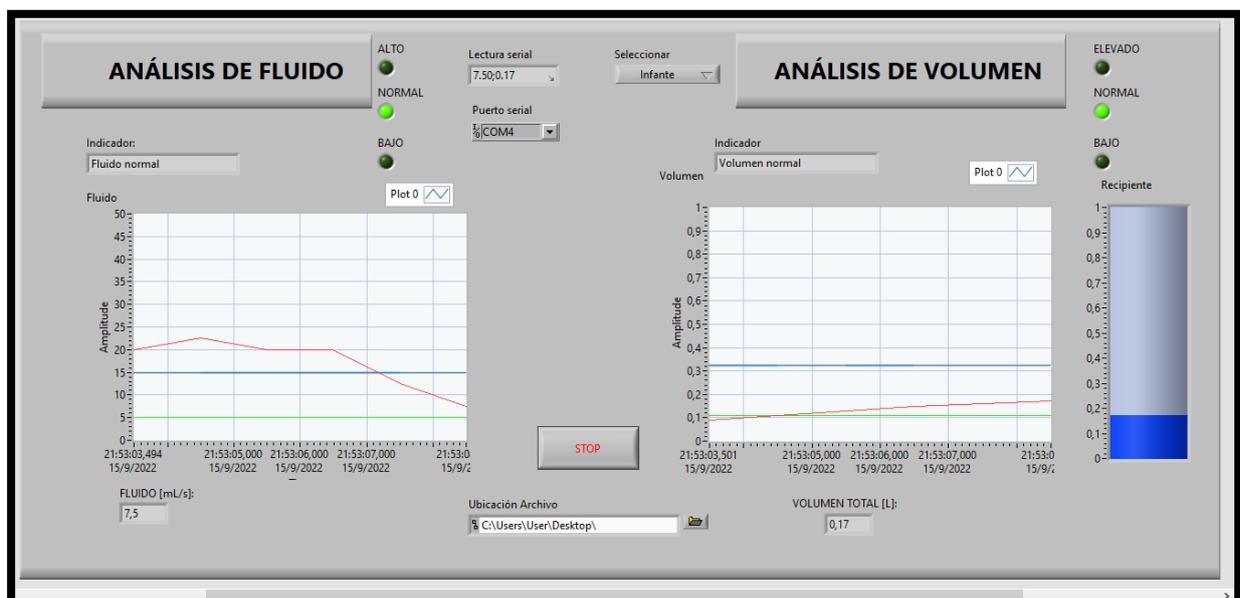


Figura 3.12 Flujo y volumen dentro de los valores normales

En la figura 3.12 se puede observar que el flujo de orina se encontraba por encima del máximo esperado, luego empezó a decrecer hasta quedar dentro de los rangos normales, mientras que el volumen permanece creciente y se encuentra dentro del rango normal.

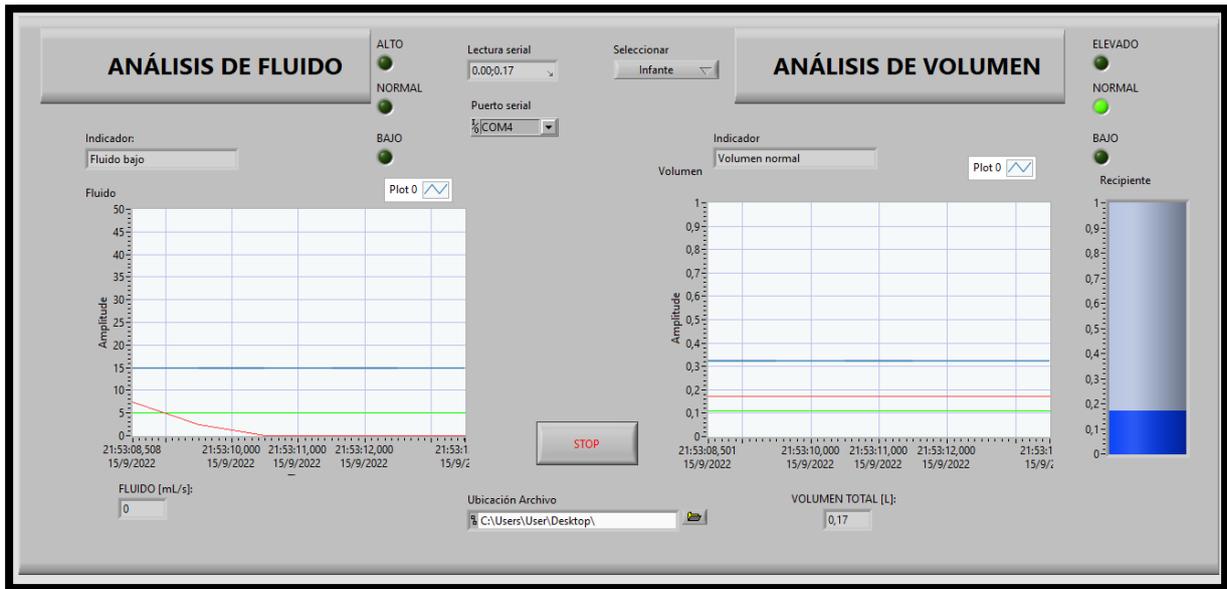


Figura 3.13 Fin de la micción, flujo decreciente y volumen constante

En la figura 3.13 se muestra el proceso final de la micción, se puede observar que el flujo decrece hasta alcanzar el valor de 0 y el volumen alcanza su valor máximo y se encuentra dentro del rango normal.

Tabla 3-4 Reporte de resultados de un infante

ANÁLISIS DE FLUJO Y VOLUMEN		
Paciente:	Infante	
FLUJO MÍNIMO ESPERADO [ml/s]:	5	
FLUJO MÁXIMO ESPERADO [ml/s]:	15	
VOLUMEN MÍNIMO ESPERADO [l]:	0,1	
VOLUMEN MÁXIMO ESPERADO [l]:	0,324	
RESULTADOS		
FLUJO PROMEDIO [ml/s]:	12,14	
FLUJO MÍNIMO [ml/s]:	2,5	
FLUJO MÁXIMO [ml/s]:	22,49	
VOLUMEN DE LA MUESTRA [l]:	0,17	
POSIBLE DIAGNÓSTICO	SÍNTOMA	1=SI - 0=NO
Obstrucción Urinaria	Flujo Bajo	0
Cistitis	Volumen Bajo	0
Uretritis	Volumen Bajo	0
Diabetes insípida	Volumen Elevado	0
Diabetes mellitus	Volumen Elevado	0
Retención urinaria	Volumen Bajo	0

En la tabla 3.4 se observa el reporte de resultados de un infante, se obtuvo un flujo promedio de 12,14 ml/s, un flujo mínimo de 2,5 ml/s, flujo máximo de 22,49 ml/s y un volumen total de 0,17 litros. En base a los resultados obtenidos se concluyó que el paciente no presenta ninguno de los síntomas correspondientes a las enfermedades enlistadas.

3.3 Análisis de costos

Tabla 3-5 Costos del proyecto

Material	Cantidad	Costo unitario (\$)
Arduino UNO	1	26.79
Sensor YF-S201	1	7.99
Licencia software LabVIEW	1	493.00
Embudo	1	3.00
Cables Jumper	1	2.50
Codo PVC	1	0.50
Cable USB tipo A/B	1	3.00
Total		536.75

Los valores mostrados en la tabla 3.5 corresponden al costo de los materiales requeridos para la producción de este trabajo, lo que comprende software y prototipo experimental.

CAPÍTULO 4

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- Al finalizar este proyecto se logró facilitar el diagnóstico de posibles enfermedades en el aparato urinario o enfermedades relacionadas a los niveles de flujo y volumen de orina, proporcionando un reporte con los valores de interés al especialista.
- En base a los reportes obtenidos se puede concluir que los resultados concuerdan con lo que se esperaba debido a que el volumen total fue de 0,23 litros para el paciente adulto de sexo masculino, 0,27 litros para el paciente adulto de sexo femenino y 0,17 litros para un infante, los niños tienen una vejiga de menor tamaño que los pacientes adultos y por ende almacena una menor cantidad de orina.
- De acuerdo con los resultados obtenidos para el caso del paciente de sexo femenino, se llegó a la conclusión de que presentó un nivel de flujo urinario bajo debido a que el valor promedio de flujo fue de 12,73 ml/s el cual se encuentra por debajo del valor mínimo esperado de 15 ml/s.
- El paciente de sexo masculino obtuvo un flujo promedio de 12,23 ml/s, mientras que el infante tuvo un flujo promedio de 12,14 ml/s, estos valores se encuentran dentro de los rangos normales y por lo tanto no presentan ningún síntoma con respecto al flujo urinario.
- El prototipo realizado para este proyecto permitió obtener las mediciones de flujo y volumen de la orina de los pacientes, para su posterior procesamiento y análisis en el software LabVIEW, lo cual ayudo a validar los resultados obtenidos.
- Mediante el trabajo realizado se pudo implementar los conocimientos de ingeniería para ayudar a otra rama de la ciencia, como es el caso del campo de la medicina.

Recomendaciones

- En caso de implementar un prototipo experimental se recomienda utilizar un embudo para facilitar la recolección de la orina de los pacientes.
- Se recomienda ejecutar el programa en un ordenador de buena capacidad de procesamiento, debido a que la lectura de datos se realiza en tiempo real, se debe considerar como características mínimas: 8GB de RAM, procesador i3 octava generación o superior y una unidad de estado sólido.
- Debido a su bajo costo, se recomienda utilizar un sistema embebido Arduino Uno para adquirir los datos enviados por el medidor de caudal YF-S201, ya que las tarjetas de adquisición de datos de National Instruments tienen precios muy elevados.

BIBLIOGRAFÍA

- Cabezas, E. (2010). *Diseño e implementación de un módulo con interface en Labview para evaluar el sistema cardiovascular.* 97. <http://repositorio.espe.edu.ec:8080/handle/21000/3058>
- Calahorra Fernández, F. J., Díaz González, R., Pamplona, M., Rodríguez, A., Castro, M. A., Passas, J., & Leiva, O. (1989). Cistitis enfisematosa. *Actas Urológicas Españolas*, 13(5), 384–387. <https://doi.org/10.51481/amc.v52i2.645>
- Duque, S., Sanchez, J., & Rangel, J. (2008). *Retención urinaria aguda por migración uretral de proyectil de arma de fuego.*
- Gabriel, S., & La, M. (2012). *Uretritis.* 3030(interno 149), 4911.
- Garc, C. (2008). Diabetes mellitus gestacional. *Revista Da Associacao Medica Brasileira*, 54(6), 477–480. <https://doi.org/10.1590/S0104-42302008000600006>
- Manetti, D. (2021). *Pielonefritis.* 33(3), 349–355. <http://ebookcentral.proquest.com/lib/utpl/detail.action?docID=736996>
- Ortiz, M. (2005). CONTROL Y MONITOREO MEDIANTE LABVIEW DE UN SISTEMA NEUMÁTICO DE PRODUCCIÓN MARCO. *Rom J Morphol Embryol*, 46(2),(Neurofibroma, schwannoma or a hybrid tumor of the peripheral nerve sheath), 113-116.
- Ramos, F. D., & Villar, M. A. (2016). ¿Qué son los biocombustibles y qué lugar ocupan en el panorama energético argentino y mundial? *Universidad Nacional Del Sur-Conicet*, 25, 69–73. http://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/25791/CONICET_Digital_Nro.cf291889-a370-4b7a-915b-4de3e1058c97_A.pdf?sequence=2&isAllowed=y
- Rodríguez, M., Ileana, B., & Bermúdez, S. (2007). Patologías benignas de la próstata: prostatitis e hiperplasia benigna. *Rev Biomed*, 18(1), 47–59.
- Sinche, A. (2014). *Licenciada En Enfermería Tema : “ Caracterización De Las Infecciones De Vías Urinarias En Las Mujeres De 20 a 49 Años En El Centro De Salud ‘ El Bosque ‘ Del Año 2012 ” Alba Irene Sinche Quezada Directora De Tesis : Lcda . Mgs . Jovanny Santos Luna Machal.* 112.
- Tumbaco, A. (2013). *FACTORES DE RIESGO QUE INFLUYEN EN LA PREDISPOSICIÓN DE INFECCIONES URINARIAS EN MUJERES 15 – 49 AÑOS*

QUE ACUDEN AL SUBCENTRO VIRGEN DEL CARMEN DEL CANTÓN LA
LIBERTAD. 187.

[http://repositorio.upse.edu.ec:8080/bitstream/123456789/993/1/TESIS CRISTINA
ARIAS.pdf](http://repositorio.upse.edu.ec:8080/bitstream/123456789/993/1/TESIS%20CRISTINA%20ARIAS.pdf)

Zimmerman, D., & Uramoto, G. (2003). Diabetes Insipidus in Pediatrics. *Endocrine Replacement Therapy in Clinical Practice*, 80(3), 3–20. <https://doi.org/10.1385/1-59259-375-5:3>

ANEXOS

Diagrama de bloque, configuración para un paciente de sexo masculino

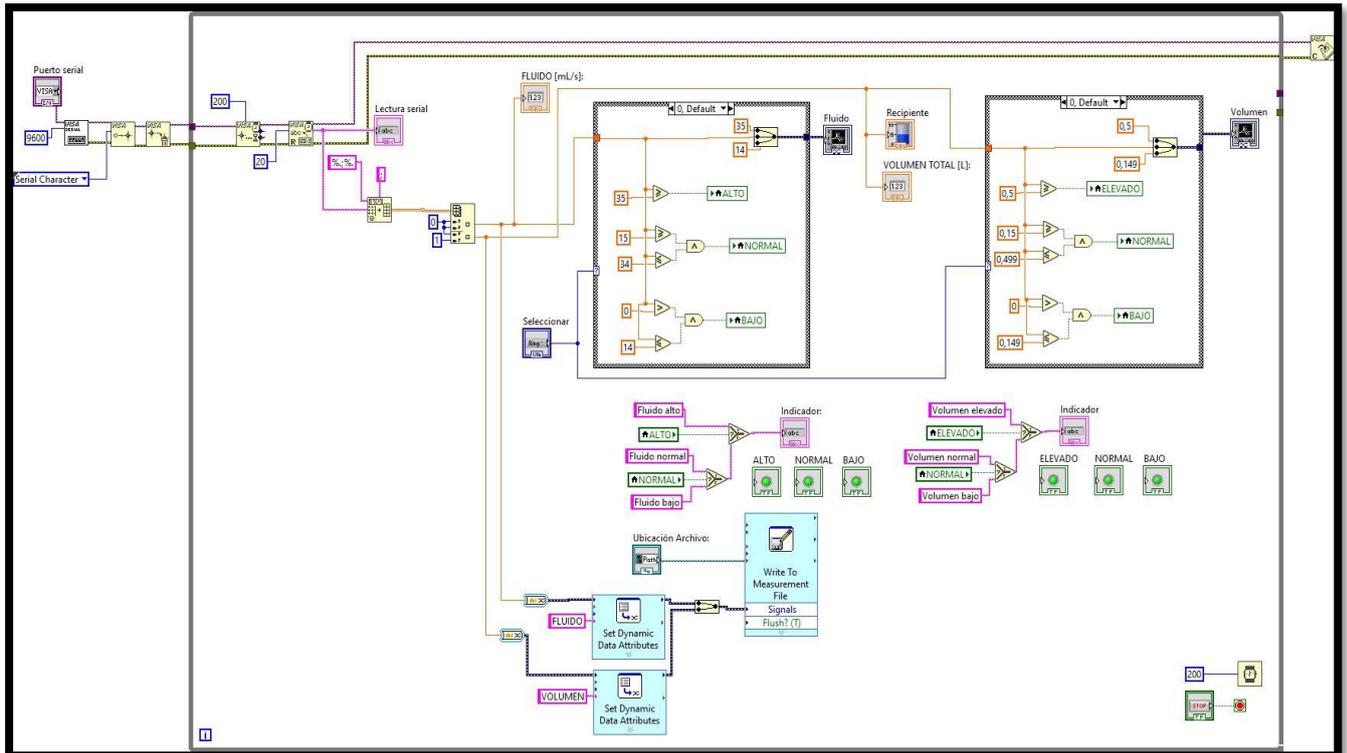


Diagrama de bloque, configuración para un paciente de sexo femenino

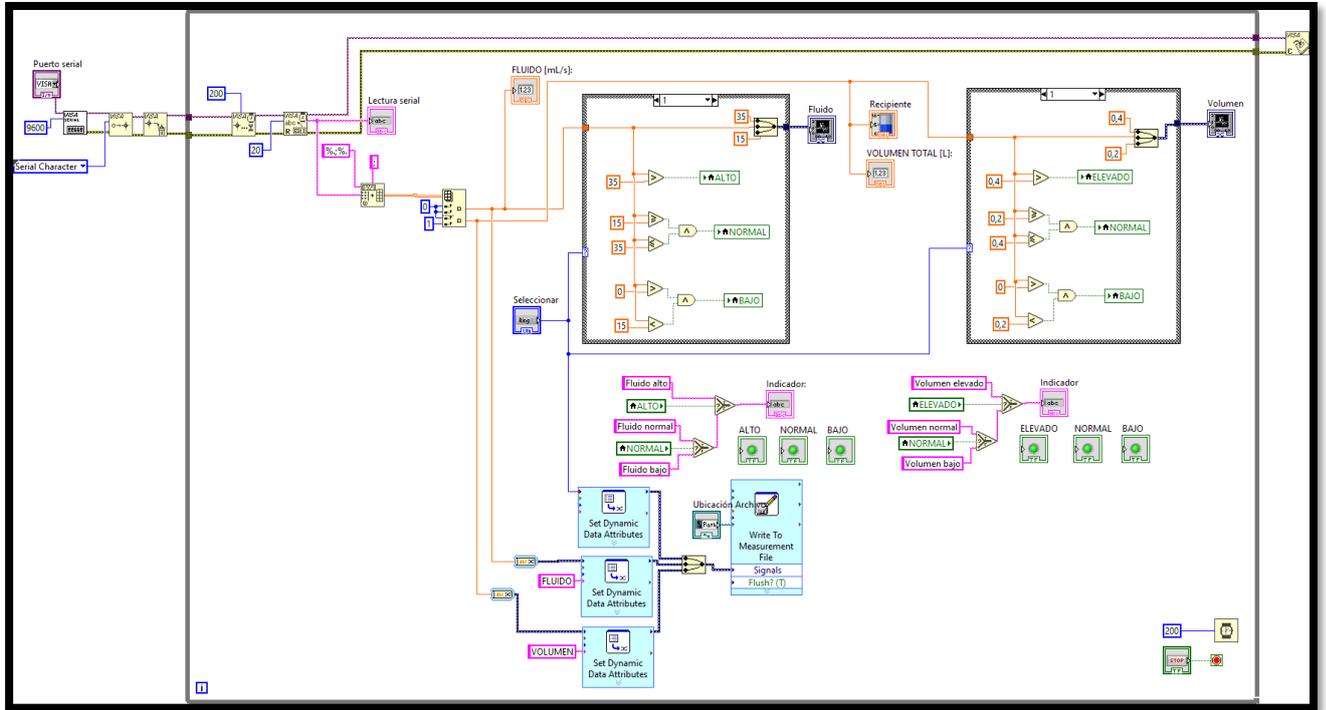
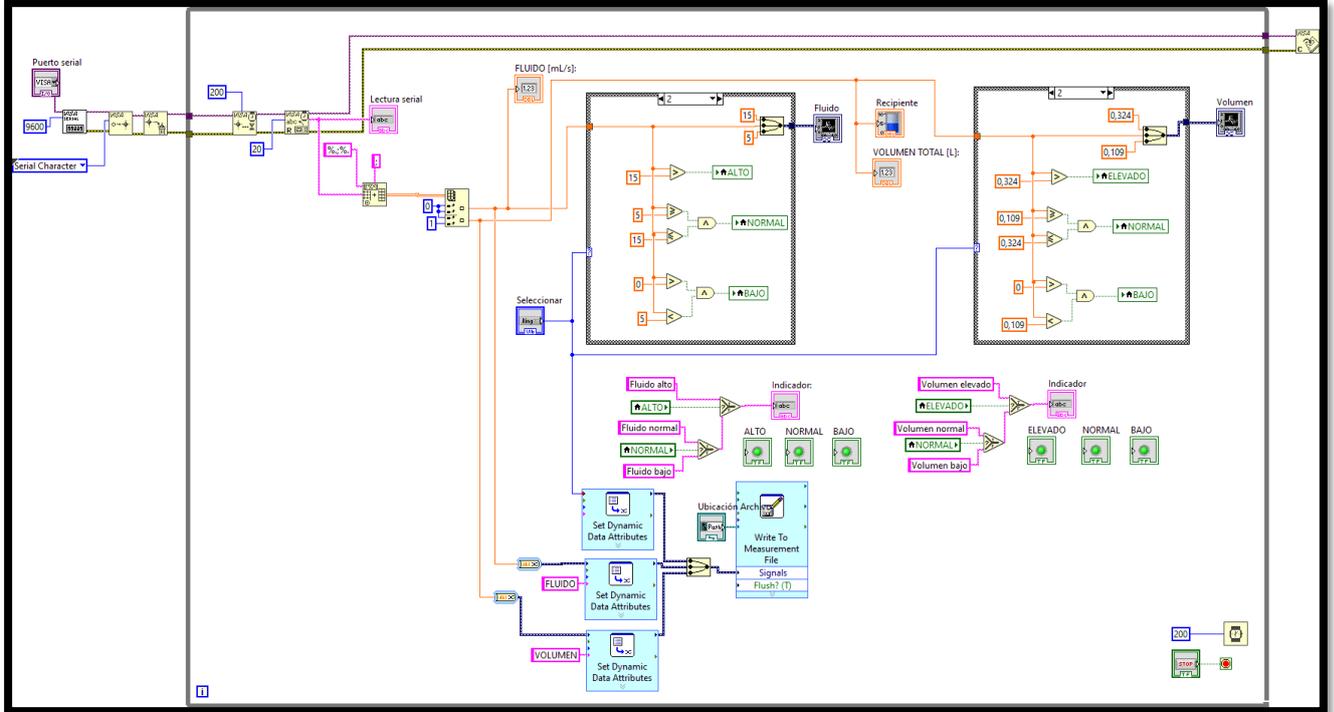


Diagrama de bloque, configuración para un infante



Programación implementada para realizar la medición de flujo urinario

Codigo_Arduino Arduino 1.8.19

Archivo Editar Programa Herramientas Ayuda

```
Codigo_Arduino $
volatile int pulsos; // Cantidad de pulsos del sensor. Como se usa dentro de una interrupcion debe ser volatile
unsigned int litrosPorHora; // Calculated litres/hour
unsigned int mililitrosPorSegundo;
unsigned char sensorDeFlujo = 2; // Pin al que esta conectado el sensor
unsigned long tiempoAnterior; // Para calcular el tiempo
unsigned long pulsosAcumulados; // Pulsos acumulados
float litros; // Litros acumulados
float mL;
void flujo () // Funcion de interrupcion
{
pulsos++; // Simplemente sumar el numero de pulsos
}
void setup()
{
pinMode(sensorDeFlujo, INPUT);
Serial.begin(9600);
attachInterrupt(0, flujo, RISING); // Setup Interrupt
interrupts(); // Habilitar interrupciones
tiempoAnterior = millis();
}
void loop ()
{
// Cada segundo calcular e imprimir Litros/seg
if( millis() - tiempoAnterior > 1000)
{
tiempoAnterior = millis(); // Updates cloopTime
pulsosAcumulados += pulsos;
float litrosPorHora = (pulsos * 60 / 6.67); // (Pulse frequency x 60 min) / 7.5Q = flow rate in L/hour
float mililitrosPorSegundo=(pulsos*16.667/6.67);

pulsos = 0; // Reset Counter
Serial.print(mililitrosPorSegundo); //mililitros/segundos
float litros = pulsosAcumulados*1.0/400; //Cada 400 pulsos = 1 litro
Serial.print(";");
Serial.println(litros);
}
}
```

Hoja de especificaciones técnicas del medidor de caudal YF-S201

MODEL: YF-S201

Description:

Water flow sensor consists of a plastic valve body, a water rotor, and a hall-effect sensor. When water flows through the rotor, rotor rolls. Its speed changes with different rate of flow. The hall-effect sensor outputs the corresponding pulse signal. This one is suitable to detect flow in water dispenser or coffee machine. We have a comprehensive line of water flow sensors in different diameters. Check them out to find the one that meets your need most.

Features:

- Compact, Easy to Install
- High Sealing Performance
- High Quality Hall Effect Sensor
- RoHS Compliant

Specifications:

- Working Voltage: DC 4.5V~24V
- Normal Voltage: DC 5V~18V
- Max. Working Current: 15mA (DC 5V)
- Load capacity: ≤ 10 mA (DC 5V)
- Flow Rate Range: 1~30L/min
- Load Capacity: ≤10mA (DC 5V)
- Operating Temperature: ≤80°C
- Liquid Temperature: ≤120°C
- Operating Humidity: 35%~90%RH
- Allowing Pressure: ≤1.75MPa
- Storage Temperature: -25~+ 80°C
- Storage Humidity: 25%~95%RH
- Electric strength 1250V/min
- Insulation resistance ≥ 100MΩ
- External threads: 1/2"
- Outer diameter: 20mm
- Intake diameter: 9mm
- Outlet diameter: 12mm



Application:

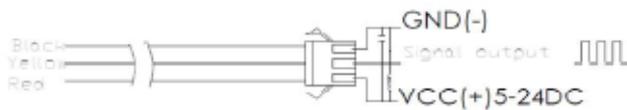
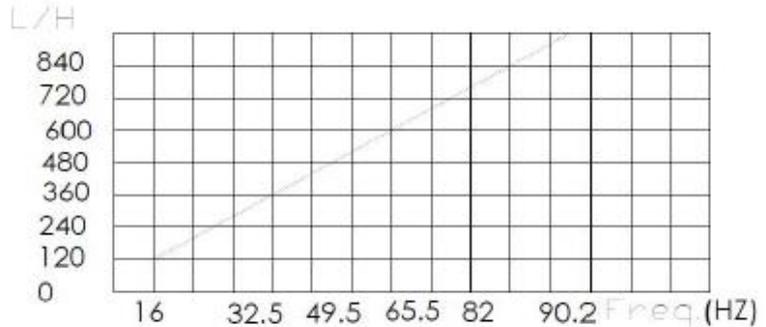
Water heaters, credit card machines, water vending machine, flow measurement device!

Cercuit:

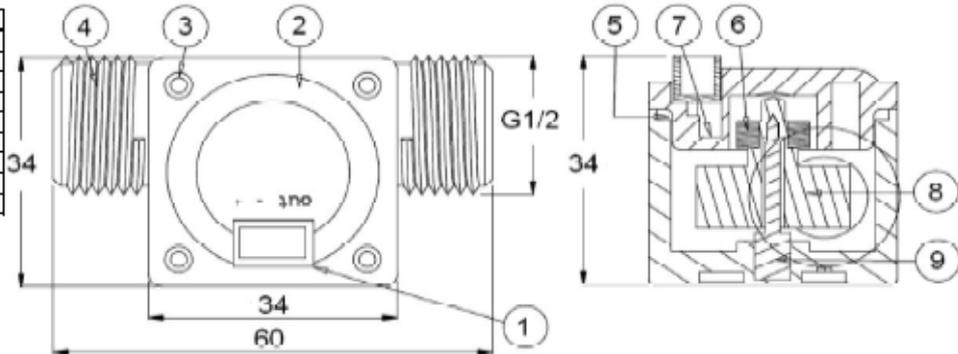
- Red: Positive
- Black: GND
- Yellow: Output signal

Flow Range: 100L/H/1800H-L/H

Flow (L/H)	Freqz.(Hz)	Erro range
120	16	±10 5%
240	32.5	
360	49.3	
480	65.5	
600	82	
720	90.2	



N°	Item	Material
1	Wire	PVC
2	Bonnet	PA
3	Screw	Zinc Plated
4	Valve Body	PA
5	Press Valve	
6	Magnet	
7	Hall	
8	Impeller	POM
9	Steel Shaft	SUS304



Closed

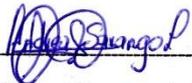
Carta de consentimiento de Andrea Yusset Sarango Lalangui

CARTA DE CONSENTIMIENTO

Por medio del presente documento:

Yo, **Andrea Yusset Sarango Lalangui**, con número de cédula **0704623446**, expreso mi aceptación para la participación de mi hijo en el trabajo titulado: Diseño conceptual y simulación de un sistema de diagnóstico de enfermedades del aparato urinario por medición y análisis de flujo y volumen de orina, desarrollado en plataforma LabVIEW.

Tomando en consideración que se me ha sido explicado acerca de la finalidad de la evaluación, así como la confidencialidad y su uso solo con fines académicos; razón por la cual decido participar libremente.



Andrea Yusset Sarango Lalangui

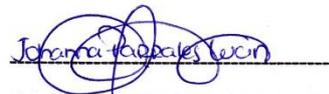
Carta de consentimiento de Johanna Maribel Parrales Lucin

CARTA DE CONSENTIMIENTO

Por medio del presente documento:

Yo, **Johanna Maribel Parrales Lucin**, con número de cédula **2450293960**, expreso mi aceptación para participar en el trabajo titulado: Diseño conceptual y simulación de un sistema de diagnóstico de enfermedades del aparato urinario por medición y análisis de flujo y volumen de orina, desarrollado en plataforma LabVIEW.

Tomando en consideración que se me ha sido explicado acerca de la finalidad de la evaluación, así como la confidencialidad y su uso solo con fines académicos; razón por la cual decido participar libremente.


Johanna Maribel Parrales Lucin

