

VI CONGRESO NACIONAL DE TECNOLOGÍA APLICADA A CIENCIAS DE LA SALUD 4, 5 y 6 de junio de 2015 “Generación de Nuevas Técnicas de Diagnóstico y Tratamiento”

CLASIFICADOR FUZZY-TRIAGE EN SALA DE URGENCIAS, APLICANDO MAQUINA DE ESTADOS EN LABVIEW

Sánchez Velarde Emmanuel Salvador^a, Rico Ascensión Itzamna Omar^a, Sotelo-de Ávila Alejandro Artemio^a, Sánchez González Rodrigo^a, Ramírez Sotelo María Guadalupe^b, Cabrera Llanos Agustín Ignacio^a.

^aDepartamento de Biorprocesos, Unidad Profesional Interdisciplinaria de Biotecnología, Instituto Politécnico Nacional, México D.F., esanchezv1991@outlook.com, aiellbuda@yahoo.com, omarrico1990@gmail.com

^bDepartamento de Bioingeniería, Unidad Profesional Interdisciplinaria de Biotecnología, Instituto Politécnico Nacional, México D.F., gramirez55120@gmail.com

RESUMEN

En este trabajo se presenta un clasificador fuzzy del estado de salud de un paciente al momento de ingresar en la sala de urgencias, mediante el uso del TRIAGE, que es un método usado internacionalmente para determinar la prioridad de atención médica. El software clasificador, tiene una estructura llamada máquina de estados, la cual, ayuda a determinar el orden de las etapas de proceso, se dividen en tres: La primera etapa es la adquisición de datos dados por el usuario del estado del paciente, como son: Presión Arterial, Frecuencia Respiratoria, Frecuencia cardiaca, Temperatura, Aspecto y Escala de Glasgow, la segunda etapa consiste en la evaluación de los datos proporcionados mediante el uso de un control fuzzy, el cual dará la prioridad del paciente en valor numérico e indicará la prioridad del paciente encendiendo un indicador, siendo rojo para pacientes de primera prioridad (graves), amarillo para pacientes de segunda prioridad (paciente estable pero con riesgo a ser grave) y verde para pacientes de la tercera prioridad (paciente estable), y, en la tercer etapa se crea un reporte en Word, el cual contiene toda la información dada por el usuario y su evaluación final del controlador. El programa está diseñado para población adulta entre 18 y 40 años.

1. INTRODUCCIÓN

El área de urgencias es una de las zonas más sensibles de atención a la salud, esta sensibilidad se basa habitualmente de factores como el estado de salud del paciente y la acumulación de pacientes en el área. Para una gestión eficiente, el área de urgencias se requiere de personal capaz de identificar de manera correcta las necesidades de los pacientes, estableciendo prioridades e implementando el tratamiento y seguimiento adecuado, mediante procedimientos y protocolos ordenados [1].

De acuerdo a una encuesta hecha por la Secretaria de Salud para evaluar el servicio de la sala de urgencias, los usuarios perciben una deficiencia en la atención, debido a los largos periodos de tiempo para brindar atención médica, estos largos periodos de tiempo son causados por la falta de cultura de la sociedad [3].

VI CONGRESO NACIONAL DE TECNOLOGÍA APLICADA A CIENCIAS DE LA SALUD

4, 5 y 6 de junio de 2015
“Generación de Nuevas Técnicas
de Diagnóstico y Tratamiento”

Por esta razón la Secretaría de Salud implementó un formato de TRIAGE, para llevar a cabo una correcta evaluación y clasificación del paciente (Figura 1), mejorando la eficiencia de la sala de urgencias, aun así el formato es muy lento y poco eficiente para su llenado [3].

HOJA DE TRIAGE

HOSPITAL: _____

Nombre: _____ Edad _____

Motivo de consulta: _____

Aspecto: Grave Inestable Tranquilo

S. Vitales PA _____ FC _____ FR _____ T _____

Pulso Regular Irregular

Glasgow Ocular Verbal Motora TOTAL
1 a 4 1 a 5 1 a 6 15

ALERTA OBNUBILADO ESTUPOR COMA

Antecedentes Relevantes _____

PRIORIDAD I II III

Nombre y Firma _____

Figura 1. Formato TRIAGE, implementado por la Secretaría de Salud.

2. TEORÍA

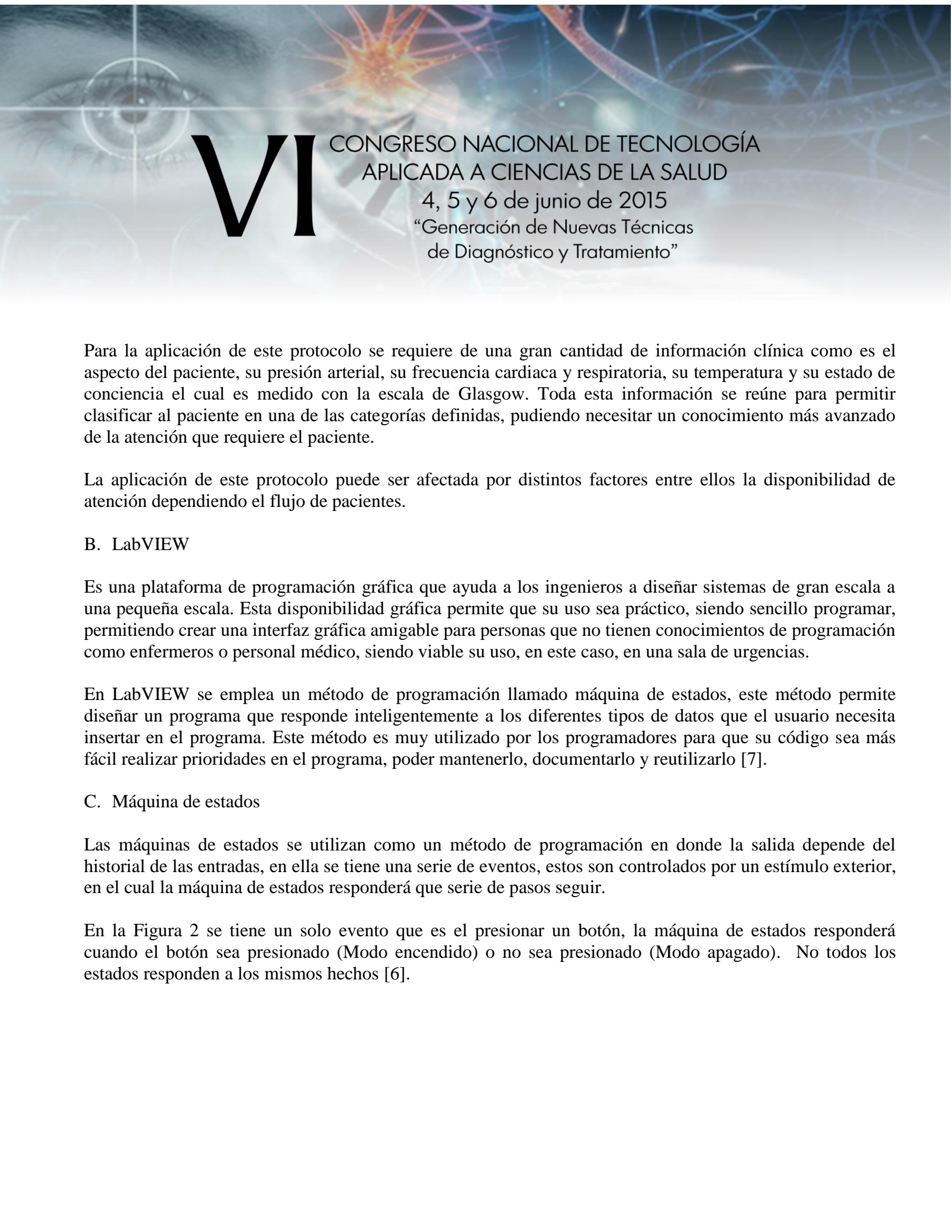
A. TRIAGE

Es un protocolo utilizado mundialmente para la correcta clasificación de pacientes de acuerdo a la prioridad de atención que requieran, gestionando de manera segura el flujo de pacientes, de tal manera que los recursos materiales y humanos sean empleados en pacientes que requieran una atención médica inmediata [2].

Hay muchas variaciones de este protocolo con diferente nomenclatura y definición, por lo cual se realizó un acuerdo de una nomenclatura (Tabla 1) y definición común [3].

Tabla 1. Nomenclatura del protocolo TRIAGE.

Tipo de Urgencia	Color	Numero	Tiempo máximo de espera (Minutos)
Cadáver o posibilidad de recuperación nula	Negro	N/A	N/A
Inmediata	Rojo	1	0
Urgente	Amarillo	2	60
Menor	Verde	3	120



VI CONGRESO NACIONAL DE TECNOLOGÍA APLICADA A CIENCIAS DE LA SALUD 4, 5 y 6 de junio de 2015 “Generación de Nuevas Técnicas de Diagnóstico y Tratamiento”

Para la aplicación de este protocolo se requiere de una gran cantidad de información clínica como es el aspecto del paciente, su presión arterial, su frecuencia cardíaca y respiratoria, su temperatura y su estado de conciencia el cual es medido con la escala de Glasgow. Toda esta información se reúne para permitir clasificar al paciente en una de las categorías definidas, pudiendo necesitar un conocimiento más avanzado de la atención que requiere el paciente.

La aplicación de este protocolo puede ser afectada por distintos factores entre ellos la disponibilidad de atención dependiendo el flujo de pacientes.

B. LabVIEW

Es una plataforma de programación gráfica que ayuda a los ingenieros a diseñar sistemas de gran escala a una pequeña escala. Esta disponibilidad gráfica permite que su uso sea práctico, siendo sencillo programar, permitiendo crear una interfaz gráfica amigable para personas que no tienen conocimientos de programación como enfermeros o personal médico, siendo viable su uso, en este caso, en una sala de urgencias.

En LabVIEW se emplea un método de programación llamado máquina de estados, este método permite diseñar un programa que responde inteligentemente a los diferentes tipos de datos que el usuario necesita insertar en el programa. Este método es muy utilizado por los programadores para que su código sea más fácil realizar prioridades en el programa, poder mantenerlo, documentarlo y reutilizarlo [7].

C. Máquina de estados

Las máquinas de estados se utilizan como un método de programación en donde la salida depende del historial de las entradas, en ella se tiene una serie de eventos, estos son controlados por un estímulo exterior, en el cual la máquina de estados responderá que serie de pasos seguir.

En la Figura 2 se tiene un solo evento que es el presionar un botón, la máquina de estados responderá cuando el botón sea presionado (Modo encendido) o no sea presionado (Modo apagado). No todos los estados responden a los mismos hechos [6].

VI CONGRESO NACIONAL DE TECNOLOGÍA APLICADA A CIENCIAS DE LA SALUD 4, 5 y 6 de junio de 2015 “Generación de Nuevas Técnicas de Diagnóstico y Tratamiento”

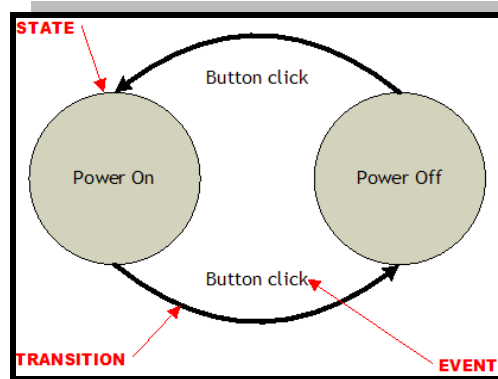


Figura 2. Ejemplo de una máquina de estados.

Este método de programación es de gran utilidad cuando se tiene un programa que ocupa una serie de eventos de entrada y múltiples estados en función de estos, siendo sencillo poner en práctica estados y transiciones manualmente.

D. Lógica Difusa

Es un sistema de control inteligente debido a las características que presenta en su estructura. Su estructura consiste en 3 etapas, la primera etapa (Fuzzificación) es en donde se lleva a cabo una conversión de las variables lingüísticas de entrada y de salida, además del diseño de las funciones de membresía. En la segunda etapa se emplean unas reglas de inferencia, que son construidas de acuerdo a la experiencia de un experto entre los datos de entrada con respecto a los de salida. En la tercer y última etapa (Defuzzificación), el valor de salida es convertido de un valor fuzzy a un valor numérico. En la Figura 3 se muestra un esquema general de lógica difusa [5].

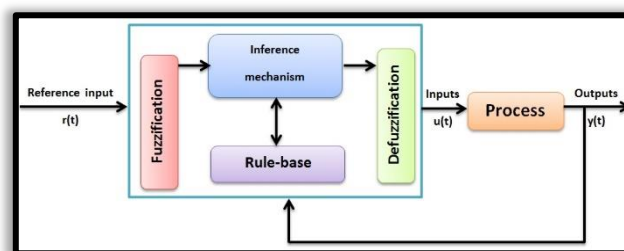


Figura 3. Arquitectura de un controlador difuso.

VI CONGRESO NACIONAL DE TECNOLOGÍA APLICADA A CIENCIAS DE LA SALUD 4, 5 y 6 de junio de 2015 “Generación de Nuevas Técnicas de Diagnóstico y Tratamiento”

3. PARTE EXPERIMENTAL

En este sistema se implementó una máquina de cuatro estados; en el primer estado, se insertan datos proporcionados por el paciente, como son la edad, el nombre del paciente, la razón de la consulta y el nombre del Hospital donde está siendo atendido, todo esto es mostrado en la Figura 4.

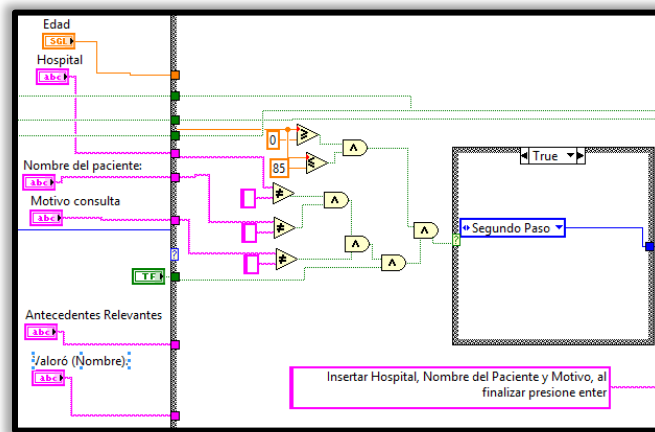


Figura 4. Diagrama a bloques en LabVIEW del primer estado del programa.

En el segundo estado (Figura 5), la máquina de estados solicita al usuario insertar datos clínicos del paciente, que son de gran relevancia en el clasificador, como son la frecuencia cardiaca, frecuencia respiratoria, presión arterial sistólica y diastólica, temperatura y Escala de Glasgow.

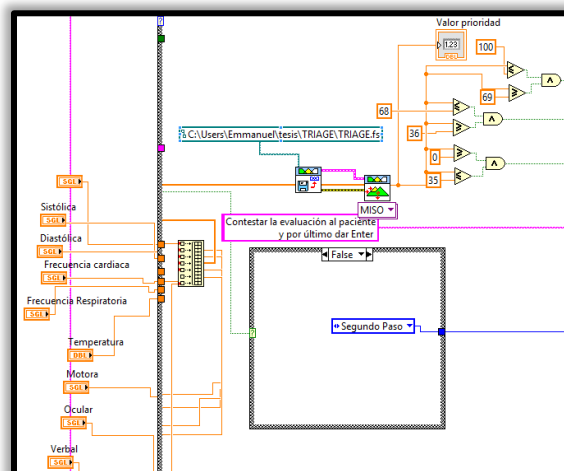


Figura 5. Diagrama a bloques en LabVIEW del segundo estado del programa.

VI CONGRESO NACIONAL DE TECNOLOGÍA APLICADA A CIENCIAS DE LA SALUD

4, 5 y 6 de junio de 2015
“Generación de Nuevas Técnicas
de Diagnóstico y Tratamiento”

En el tercer estado, se pide al usuario insertar antecedentes relevantes del paciente y el nombre del usuario que valoró al paciente. Al insertar los datos se emplea un controlador fuzzy usando el toolkit “Control and Simulation” de LabVIEW, en el cual entran los siete parámetros clínicos ingresados por el usuario, y usando 40 reglas de inferencia que en conjunto con las funciones de membresía, se tiene a la salida del controlador la prioridad del paciente. En la Figura 6 se muestra el panel frontal del programa LabVIEW en donde se encuentra todo el formulario que el usuario debe de llenar, además de una ventana que indica el estado en el que se encuentra la máquina de estados y el despliegue del resultado de la prioridad del paciente.

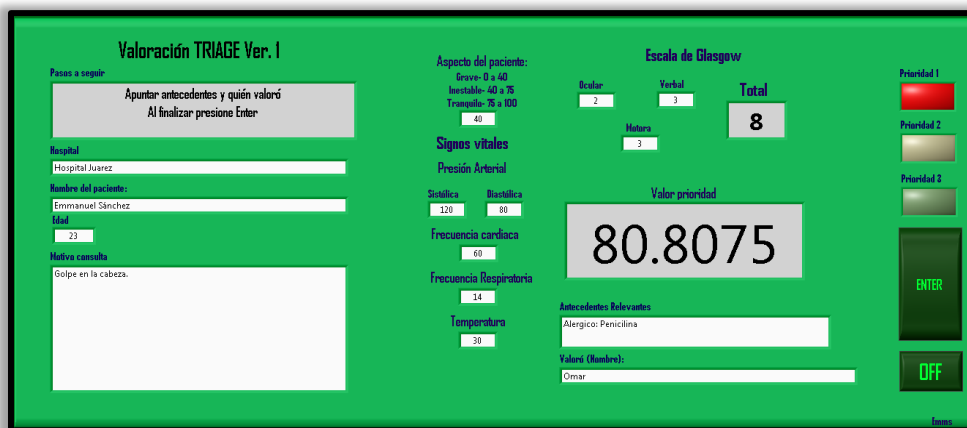


Figura 6. Panel frontal del programa en LabVIEW.

En la Figura 7 se muestra el cuarto estado que es la creación de un informe en Microsoft Word; este reporte incluye la evaluación realizada por el control difuso y los datos introducidos durante el proceso, teniendo un registro y control en la sala de urgencias.

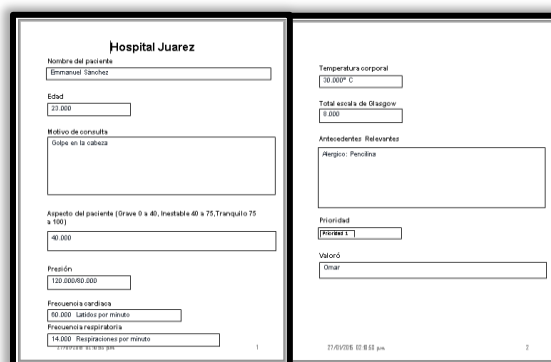


Figura 7. Reporte final generado por el programa clasificador.

VI CONGRESO NACIONAL DE TECNOLOGÍA APLICADA A CIENCIAS DE LA SALUD 4, 5 y 6 de junio de 2015 “Generación de Nuevas Técnicas de Diagnóstico y Tratamiento”

Por último, se muestra en la Figura 8, la respuesta de superficie del controlador difuso, graficando la escala de Glasgow y el aspecto del paciente contra la prioridad del paciente y la escala de Glasgow y la presión arterial contra la prioridad del paciente.

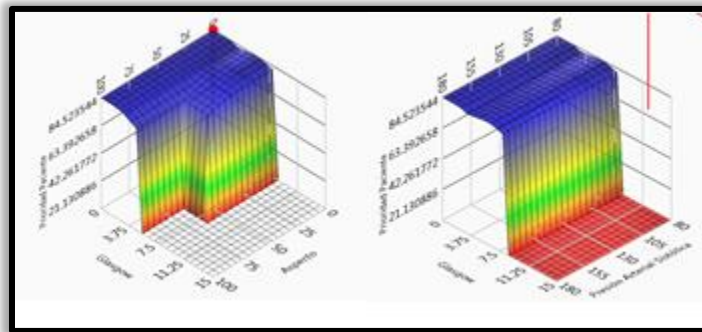


Figura 8. Superficie de respuesta del controlador.

4. CONCLUSIONES

Se obtuvo un software con un controlador difuso para una clasificación oportuna de los pacientes en sala de urgencias, a través de la implementación de reglas en el control, también, se obtuvo a la salida un valor difuso, el cual por medio de una defuzzificación se obtiene un valor numérico, permitiendo indicar, según el valor, la prioridad del paciente. Después de la evaluación, los datos introducidos por el usuario fueron almacenados en una plantilla de Word, estos se podrían guardar en el historial clínico del paciente, teniendo una evaluación completa en el archivo electrónico generado, siendo de gran utilidad para futuras referencias.

BIBLIOGRAFÍA

1. Meza Fernández, Eduardo et al. (2010), “Protocolo de valoración inicial del paciente al ingreso en la unidad de cuidados de enfermería”, Nure Investigación, España.
2. Mackway-Jones K, Marsden J, Windle J (2001), “Emergency Triage: Manchester Triage Group”. 2nd edition. BMJ Book. Blackwell Publishing Limited. Blackwell, London
3. Reyes Flores, Arturo G et al. (2010), “Triage en la sala de urgencias”, Secretaría de Salud de Tamaulipas, México.
4. Navío Serrano, Ana María. (2011),” Manejo del paciente en shock en urgencias”, La Paz, Madrid.
5. Passino,-Kevin M, et al, (1998), “Fuzzy Control”, Department of electrical engineering, The Ohio State University, USA.
6. Thomas-Dave, Hunt-Andy, (2000), “State Machines Software construction”, 0740-7459/02/\$17.00 © 2002 IEEE.
7. Bitter, Rick et al (2001), “State Machines LabVIEW Advanced Programming Techniques”, Boca Raton: CRC Press LLC.