

# Adaptación tecnológica al Test de Navette

## *Technological adaptation to the Navette test*

Javier Augusto Núñez Cruz\*  
Jairo Alejandro Fernández Ortega\*\*  
John Jairo Arévalo\*\*  
Pedro Alexander Vela\*\*  
Julián Gualteros\*\*  
Jorge Eliécer Ortiz Saavedra\*\*

Recibido: 30 / 10 / 2009 aprobado 10 / 10 / 2009

### Resumen

#### *Adaptación tecnológica al Test de Navette*

El grupo de trabajo diseñó un software y un hardware que mejora la aplicación del test y genera de manera inmediata los resultados de velocidad, metros recorridos, tiempo transcurrido y etapa alcanzada al igual que realiza el cálculo del VO2 max. Adicionalmente el equipo fue adaptado con señales visuales para realizar esta prueba a personas con discapacidad auditiva.

**Palabras clave:** software, hardware, adaptación tecnológica al test de Navette

### Abstract

#### *Technological adaptation to the Navette test*

The working group designed a software and hardware that better the application of the test and immediately generates speed results, meters traveled, out time and stage reached, as the calculation of VO2 max. Additionally, the team was adapted with visual signals for perform this test for the people with hearing disability.

**Keywords:** software, hardware, technological adaptation to the Navette test

### Abordaje del problema

El Test de Navette es una prueba de campo para la evaluación del VO2 max., lo cual implica que tiene implícito márgenes de error ligados entre otros a la subjetividad y experticia del evaluador, al registro y cálculo manual de los datos y resultados de la prueba. Otra de las posibles fuentes de error es la ausencia de un mecanismo fiable del cumplimiento de la distancia estipulada a la velocidad requerida.

Finalmente el protocolo original está regulado a través de señales auditivas, situación que imposibilita que sea desarrollada por personas con discapacidad auditiva.

### Objetivos

#### *Objetivo general*

Desarrollar una adaptación tecnológica para la aplicación de la prueba del test de Navette.

#### *Objetivos específicos*

- Crear un software que capture y procese la información durante la realización del test.
- Diseñar un hardware que desarrolle la prueba y verifique el cumplimiento real de ésta por parte de cada uno de los participantes.

---

\* [Javiaugus@gmail.com](mailto:Javiaugus@gmail.com)

\*\* Corporación Nacional de Educación Cenda

- Implementar dentro del hardware un dispositivo de señales visuales que permita la realización del test a personas con discapacidad auditiva.

### Diseño del prototipo

Este software fue creado en visual Fox Pro (versión 9) y controla la ejecución general de la prueba, lee la información enviada por el hardware durante su ejecución y realiza los cálculos de velocidad, números de etapas alcanzadas, metros recorridos y consumo máximo de oxígeno para cada uno de los participantes. El sistema está encargado de la interacción del con el usuario, de tal forma que éste:

- Inicia el sistema.
- Despliega formularios de presentación del software.
- Recolecta los datos requeridos por el sistema para realizar la evaluación.
- Marca los tiempos necesarios por la interfaz durante el test.
- Coordina con la interfaz y da por terminado el test cuando los resultados lo ameriten.
- Filtra y despliega los resultados de la evaluación.

Para instalar el Software se requiere:

- PC Portátil con procesador de 600 Mhz o mayor
- Espacio de disco duro 2 Gb
- 16 MB Memoria RAM, mínimo
- Puerto serial disponible
- Sistema Operativo Windows 98 o XP

La interfaz es un sistema microprocesador encargado de:

- “Muestrear” en campo los sensores.
- Anunciar y coordinar de manera visual o luminica (semáforos) el desarrollo del test.
- Coordinar con el software los carriles a ser utilizados.
- Informar al sistema cuando no se cumpla el objetivo de sobrepasar una distancia específica en un tiempo determinado.
- Durante la ejecución del test y por medio de un sistema visual da aviso con anticipación (2 s) del tiempo disponible para dar por terminado el recorrido.
- Al finalizar la prueba dará aviso de que ésta ha terminado.

La comunicación será a través de un puerto serial con dos microcontroladores: **MC68HC908GP32** de *freescale* con las siguientes características:

- Microcontrolador de 8 bits.
- Frecuencia interna de bus 8Mhz
- 32Kb memoria Flash
- 512 bytes memoria Ram
- Comunicación serial
- 8 canales de conversión ADC
- *Timer* de 16 bits
- 29 pines I/O (in/Out)
- Empaque plástico de 40 pines en línea dual
- 16 modos de direccionamiento

### Hardware

Está constituido por prismas cuadrangulares de 60 cm de alto, 10 cm de largo y 10 cm de ancho, dentro de los cuales se instaló un sistema de señales visuales que dan

tonalidades de color rojo, amarillo y blanco. Al interior de cada torre se ubicó un sensor infrarrojo, conectado con un cable *duplex* polarizado, calibre 20, que lo comunica con una interface.

Cada torre con su respectivo semáforo, tiene otra en la cual se encuentran los sensores que reciben la señal emitida por el de la torre paralela. Las cuatro torres se colocarán en trípodes graduables para darle estabilidad y paralelismo a los sensores.



#### Mecanismo de seguimiento semáforos:

- Amarillo: marca que se enciende cuando faltan 2 s para cumplir cada uno de los recorridos de 20 m.
- Verde: indica el cumplimiento por parte del participante, del recorrido de los 20 m.
- Rojo: indica que el participante no recorrió la distancia de los 20 m en el tiempo establecido.

El sistema permite un solo error durante el desarrollo de la prueba, si el participante comete un nuevo error el sistema da por terminada la prueba.

Dado que el sistema es totalmente móvil y desarmable, es posible que los sensores no se ubiquen perfectamente frontales, así que habrá pequeñas variaciones de voltaje. Para filtrar éstos y permitir que los sensores trabajen en posiciones con alguna variación, se utilizaron los conversores ADC del microcontrolador.

Para los sensores son rayos infrarrojos con un codificador/decodificador de pulsos y calibrados a una frecuencia de 1Khz – 2.5 KHz. Esto con el fin de filtrar el ruido proveniente de otras fuentes de luz como la solar, la artificial, etc.

Dentro de las especificaciones eléctricas se tuvo en cuenta el consumo:

- Semáforos: 1.2 A.
- Interfaz: 500m A.

Dentro del rango de voltaje:

- Batería 12v +/- 10%. 1 A interfaz.
- Batería 12 y +1-10%. 2 A por semáforo.

Dentro del Rango de temperatura:

- 40 a 85 grados centígrados.

Dentro de las especificaciones mecánicas:

- Medidas semáforos: 70 cm x 10 cm x 10 cm.
- Separación entre semáforos: entre 60 cm y 80 cm.

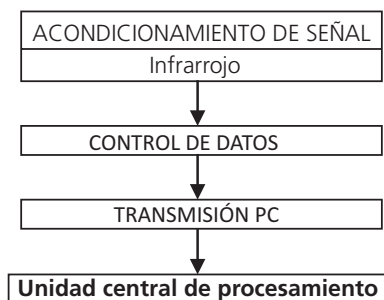
Funcionamiento general del equipo:

1. El software recibe información del usuario.
2. Datos generales de los participantes: nombres, edad, documento, etc.
3. Organizar datos en una tabla y asignar número de carril a cada participante.
4. Establecer comunicación con interfaz.
5. Enviar una palabra digital de 8 bits por puerto serial y esperar respuesta para continuar.
6. Esperar orden de inicio por parte del usuario.
7. El Software calcula tiempos y envía señales de: 2 s antes de terminar el tiempo de recorrido de cada 20 m y orden de encendido de semáforos amarillos (advertencia). Termina-

do el tiempo de cada tramo, envía otra señal para informar a la interfaz sobre éste.

8. Durante este proceso la interfaz, por medio de uno de los microcontroladores, va muestreando los sensores para registrar cuál de ellos ha sido traspasado y compararlo con los tiempos marcados por el software si se culminó o no el recorrido en el tiempo especificado.
9. La interfaz envía información sobre el número de fallas por carril para que el software las compare y evalúe.
10. El software devuelve a la interfaz la información correspondiente a qué canales pueden continuar y cuáles, por sobrepasar el número de fallas permitido, han terminado la prueba.
11. De acuerdo con lo anterior, la interfaz mostrará al competidor una señal de encendido de semáforos diferente a la habitual (encendido y apagado-pulsos del bombillo rojo), que le indicará que el test para él ha finalizado.
12. El software filtrará, calculará y visualizará en una tabla, las variantes y datos requeridos por el usuario.
13. Después de terminada la prueba en todos los carriles, se esperará por más datos para continuar con el siguiente test.

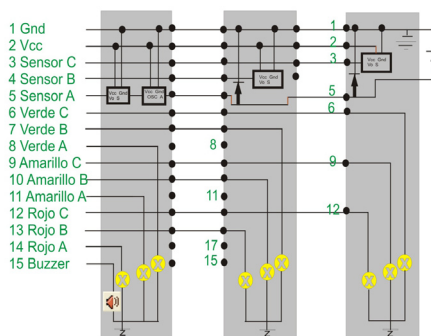
Para la construcción del instrumento y software fue importante definir el diagrama electrónico:



Para el diseño electrónico del prototipo se realiza un diagrama en bloques y un diagrama electrónico del instrumento, donde se parte de los sensores infrarrojos, éstos envían la información de cada llegada al sistema de acondicionamiento de la señal. Posteriormente, la información es recibida en el control de datos, la cual es almacenada en un microcontrolador, teniendo en esta fase un primer software que es bidireccional porque transmite la señal al PC para iniciar la prueba y por otra parte, para registrar las llegadas realizadas por el participante en cada carril.

En el PC se instalará un segundo software que incluirá una tabla de datos y las diferentes variantes para la medición de la prueba.

El diseño mecánico del funcionamiento de los semáforos y las correspondientes conexiones se aprecian en el siguiente plano:



### Fase experimental

Se realizaron cerca de mil pruebas en diferentes colegios y al interior de la Universidad para verificar la estabilidad del sistema, la sensibilidad de los sensores y la fiabilidad de los resultados. Estas pruebas se realizaron utilizando simultáneamente el Test de Navette tradicional.

### Criterios adicionales al protocolo de ejecución de la prueba de Navette

1. Ubicarse en el carril de salida que le haya sido asignado por el evaluador.
2. La prueba inicia cuando simultáneamente suena el buzzer y dejan de encenderse las

- luces de los semáforos correspondientes al carril en el costado opuesto.
3. Dos segundos antes que se cumpla el tiempo del recorrido se encenderá el bombillo amarillo de su carril para dar aviso al participante de que el tiempo se agota.
  4. El participante debe estar interrumpiendo la línea del sensor (ubicada en la línea media de los semáforos que componen cada carril a la altura del pie), con su pie más alejado de la demarcación hecha en el piso, en el momento que el buzzer suena y la luz amarilla se apaga, automáticamente el bombillo de color verde de su correspondiente carril se encenderá indicando que puede continuar con el test.
  5. Recordar que interrumpir la línea del sensor significa tener el pie en el piso entre los dos semáforos que componen el carril, justo en el momento en que suena el buzzer y se apaga el bombillo amarillo.
  6. Si el participante no alcanza a cumplir el recorrido antes de que se apague el bombillo amarillo y suene el buzzer (no alcanza a interrumpir el sensor), se encenderá el color rojo, indicando así que este participante lleva una falla.
  7. Si el participante no alcanza a cumplir el recorrido por segunda vez, antes que se apague el bombillo amarillo y suene el buzzer (no interrumpe el sensor), no aparecerán bombillos encendidos en su carril, indicando entonces que la prueba para este participante ha concluido.

### **Conclusiones**

Las adaptaciones tecnológicas realizadas al test original no modificaron la validez del test, por el contrario, mejoraron su fiabilidad. Para ello presentamos un paralelo que se realizó durante la ejecución de estos. Paralelo entre protocolo original y protocolo sistematizado.

CARACTERÍSTICAS	PROTOCOLO ORIGINAL	PROTOCOLO SISTEMATIZADO
Distancia	A 20 m de distancia entre línea inicial y línea final.	A 21 m (semáforos) para asegurar el cumplimiento de la distancia con el último pie (20 m) .
Señal de aviso	Cinta magnetofónica de baja calidad y aviso con pito por parte del testeador.	Aviso sonoro con buzzer y visual con luces de los semáforos.
Participación	Gran cantidad de participantes dependiendo del espacio del terreno.	Por la utilización de los carriles semaforizados, sólo tres participantes.
Resultados	Demandan tiempo organizando la información de cada uno de los participantes. Y el cálculo es manual.	De manera inmediata en cuanto acaba la prueba el participante.
Aviso anticipado de la señal sonora	No tiene.	Luz amarilla indica que faltan dos segundos para cumplir tiempo.
Errores permitidos	Depende de la subjetividad del evaluador.	Permite un error por el participante.
Recolección de datos	De manera manual (verificar el palier alcanzado y confrontar con la tabla de predicción).	De manera sistematizada (el software automáticamente suministra los resultados y almacena los datos).
Consulta histórica	Se realiza con los registros físicos que se tienen de cada participante.	Se realiza de forma sistematizada.
Tiempo de análisis	Relacionado con la capacidad y velocidad del testeador para realizar los análisis.	Al almacenar automáticamente los datos, en una tabla de Excel se facilita el análisis. Suministra además el nivel alcanzado según las tablas de Fisher.
Control de la velocidad	Está dada en un registro de audio CD pero depende de la calidad de la grabación y el estado del equipo que lo va a leer.	Está controlada con microprocesadores.

### Referencias

Fernández, J. y Hoyos, L. (2007). Perfil de las cualidades físicas y antropométricas de los escolares; aspectos teóricos y metodológicos. Bogotá, Colombia: Fondo Editorial Universidad Pedagógica Nacional.