***AUTOMATIZACION Y CONTROL***

**Sistema para el Manejo de un Tablero Electrónico de Béisbol**

**Control System for an Electronic Baseball Scoreboard**

**Agustín Pérez (1), Manuel May (1), Santiago Castillejos (1) y Norma Ontiveros (2)**(1) Universidad Autónoma del Carmen (UNACAR), Av. 56 Nº 4 Edificio de Rectoría Av. Aviación, CP 24180, Cd. del Carmen, Campeche-México (e-mail: [aperez@pampano.unacar.mx](mailto:aperez@pampano.unacar.mx); [mmay@pampano.unacar.mx](mailto:mmay@pampano.unacar.mx); [santiagocastillejos@yahoo.com.mx](mailto:santiagocastillejos@yahoo.com.mx))   
(2) Instituto Tecnológico de Zacatepec, Calzada Tecnológico Nº27 Colonia Centro, CP 62780, Zacatepec Morelos-México (e-mail: [njoh\_314@yahoo.com.mx](mailto:njoh_314@yahoo.com.mx))

**Resumen**

El objetivo de este artículo es presentar un sistema controlador para un tablero electrónico de béisbol. El sistema permite la captura de las anotaciones durante un partido de béisbol, las cuales serán utilizadas para realizar las estadísticas. También permite almacenar un listado de los equipos y jugadores participantes dentro de la liga. A través de un puerto paralelo el sistema controla remotamente el tablero electrónico que se encuentra en el fondo del estadio. Los datos del marcador también pueden ser consultados desde una página *web*. La página web es útil para mantener informado al público interesado ya que permite ver las estadísticas de los juegos y el seguimiento del partido en tiempo real.

***Palabras clave:*** *tablero marcador, control electrónico,  béisbol, página  web*

**Abstract**

The aim of this paper is to present a controller system for an electronic baseball scoreboard. The system allows capturing baseball games scores, which will be used for statistical purposes. It also allows storing a list of teams and players who are league members. The system remotely controls  the electronic board located at the end of the stadium, through the parallel port. The score data can be also consulted from a web page. The web page is useful to keep the users informed since all statistics of a game can be followed in real time.

***Keywords:*** *scoreboard, electronic control, baseball, web page*

**INTRODUCCIÓN**

La tarea más importante que este sistema realiza es: llevar de manera electrónica y con más facilidad las anotaciones y/o estadísticas tanto del partido como de cada jugador durante el encuentro. Algunos de los datos almacenados son: el número de carreras anotadas así como quienes las anotan, y al igual los hits, errores, ponches, entre otros.

Para almacenar los datos de cada jugador y de cada partido se diseñó una base de datos relacional (Date, 1993). Por otro lado para poder automatizar las anotaciones en los partidos de béisbol se hizo un estudio de éstas, de tal forma que estas anotaciones se hicieran de una forma automática y fácil para la persona que manejará el sistema.

El sistema permite simultáneamente registrar anotaciones y controlar de forma automática el tablero electrónico de béisbol, que muestra el marcador de un partido. Dicho tablero se encuentra en el fondo del estadio, por lo que es controlado por el sistema de forma remota. Además en caso de que no se quiera manejar el tablero electrónico y sólo obtener los datos, se puede deshabilitar el control del tablero. Esto último por que como ya se ha dicho el tablero electrónico está en el estadio y el equipo local puede ir a jugar a otros estadios, y aun así se puede utilizar el sistema para obtener los datos y revisar estadísticas.

 Los datos también pueden ser consultados desde una página *web* (ASP, 2004), esto con la finalidad de que las personas puedan seguir el marcador del partido de béisbol desde otras partes.

**DESARROLLO**

Como se mencionó en la introducción, el sistema maneja un tablero electrónico de béisbol. Este consta de casillas y en cada casilla se pone una letra o un número. La comunicación entre el tablero electrónico de béisbol y el sistema se lleva a cabo a través del puerto paralelo (Puerto, 2004) de la computadora. 6 líneas del puerto paralelo son utilizadas para la dirección de cada casilla del tablero y otras 4 líneas son utilizadas para poner el dato en cada casilla. El tablero es manejado desde una computadora que se encuentra en la cabina de narración del partido.

Antes de iniciar el juego se debe verificar que tanto los equipos como los jugadores que van a participar en el encuentro se encuentren ya dados de alta en la base de datos, de lo contrario se deberán dar de alta en el módulo de equipos y jugadores para que puedan estar disponibles. Seguidamente se deberán de capturar los datos del partido tales como fecha, hora, equipos participantes, entre otros. Una vez hecho lo anterior se procede a seleccionar el orden en que los jugadores pasaran a tomar su turno al bat (*Line Up*) y seleccionar cual de los dos equipos iniciará el juego. Lo anterior se realiza con el formulario mostrado en la [figura 1](http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=s0718-07642006000400008&script=sci_arttext#f1).

Posteriormente, ya en el juego, se presenta otro formulario (ver [figura 2](http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=s0718-07642006000400008&script=sci_arttext#f2)) donde se van anotando las estadísticas del partido y además de forma automática cuando el sistema detecte que ha sido marcado alguno de los datos que se deben de reflejar en el tablero, el sistema enviará la señal al tablero para anotarlas en él, esto sin la necesidad de que el usuario lo pida.

Por otro lado puede ser que no se quiera manejar el tablero electrónico de béisbol, para este caso sólo hay que usar el sistema de la misma forma, ya que el sistema al no detectar el tablero no provoca ningún error y funciona perfectamente para llevar el control de las estadísticas. Además se diseño una página *web* donde se pueden seguir las anotaciones del equipo al mismo tiempo que se está jugando en el estadio donde se encuentra instalado el tablero. Las [figuras 3a](http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=s0718-07642006000400008&script=sci_arttext#f3a) y [3b](http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=s0718-07642006000400008&script=sci_arttext#f3b) muestran las páginas *web* diseñada para el sistema.

Por último se diseñaron los formularios necesarios para poder consultar los resultados del equipo y de una forma más particular las estadísticas de cada jugador.

**SISTEMA DE COMUNICACIÓN**

Existen dos maneras de comunicar equipos que se encuentran a distancias largas, *comunicación digital en serie* y *comunicación analógica en corriente* (Couch, 2002) y (Carlson, 1986). Cuando se hace una comunicación serie la complejidad electrónica aumenta y trae como consecuencia un aumento de los costos. Sin embargo, este tipo de comunicación es muy versátil ya que se pueden transportar señales muy complejas como las de video o audio, la desventaja es que cada 100 metros se necesita un reforzador de señal y para ésta aplicación queda sobrado debido a que el dato es de 10 bits a una frecuencia de 1 Hz, consecuente de la dinámica del marcador de béisbol. La otra técnica de comunicación es la de corriente. En este método se utiliza una corriente constante para que la resistencia y la inductancia  de cableado a través del circuito serie  no le afecte (Horenstein, 1997). El problema es que se necesitan cables especiales para blindar las señales analógicas transportadas con la finalidad de evitar la interferencia electromagnética producida por motores o cargas inductivas.

|  |
| --- |
| http://www.scielo.cl/fbpe/img/infotec/v17n4/fig8-1.jpg |
| Fig. 1: Formulario que realiza  el line-up en el sistema. |

|  |
| --- |
| http://www.scielo.cl/fbpe/img/infotec/v17n4/fig8-3a.jpg |
| Fig. 2: Formulario de anotaciones del partido y de control del  tablero |

|  |
| --- |
| http://www.scielo.cl/fbpe/img/infotec/v17n4/fig8-2.jpg |
| Fig. 3a: Página web de las estadísticas. |
| http://www.scielo.cl/fbpe/img/infotec/v17n4/fig8-3b.jpg |
| Fig. 3b: Página *web* que permite ver las anotaciones de cada  equipo. |

El método que se propone en este artículo es la comunicación paralela en forma de corriente no constante utilizando señales digitales. Esta técnica consiste en aplicar la señal digital de la PC a un circuito Opto-acoplador para conmutar Q1 y a la vez proteger a la computadora de algún  posible problema externo, asegurando con ello la  vida útil de la PC (ver [figura 4](http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=s0718-07642006000400008&script=sci_arttext#f4)). La señal a transmitir por el campo de béisbol es una señal con lógica negada debido a la inversión producida por Q1 y Q2 lo que es de gran ayuda para evitar interferencias. De cualquier manera, la comunicación viaja en forma de corriente ya que el receptor es un fotodiodo que necesita una corriente mínima para trabajar la cual es inversamente proporcional a la resistencia de cableado y la resistencia de 22W. En la simulación del circuito de la [figura 4](http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=s0718-07642006000400008&script=sci_arttext#f4), con Pspice (Farbank, 1989), se pudo observar que existe un sobretiro de tensión en Q2 esto se debe a que el cableado introduce una inductancia de 1 mH por cada uno de los 10 hilos con longitud de 400 m. Este comportamiento no involucra problemas para la comunicación. Sin embargo, tener una inductancia de gran valor provoca una fuente de corriente constante en intervalos pequeño dada por la siguiente expresión (Rodríguez, 2001):

|  |
| --- |
| http://www.scielo.cl/fbpe/img/infotec/v17n4/fig8-4.jpg |
| Fig. 4: Transmisor y receptor de señal de comunicación. |

http://www.scielo.cl/fbpe/img/infotec/v17n4/ec8-1.jpg                                       (1)

donde

*i*L          es la corriente a través de L.   
*v*(*L*)     es voltaje a través de L.   
*dt*         es tiempo que se encuentra presente el pulso de Q1.   
L          es la inductancia.

Debido a este comportamiento el voltaje en el fotodiodo receptor se mantiene aparentemente como un voltaje constante que tarda mucho tiempo en declinar hacia cero, además la estructura interna de un fotodiodo involucra un capacitor entre sus extremos y debido a esto, el voltaje en el fotodiodo siempre queda cargado, aún cuando este potencial sea más positivo que el voltaje de Q1, lo que es reflejo del  desalojo de cargas (Sze, 2002).

**DESCRIPCIÓN DEL TABLERO ELECTRONICO DE BEISBOL**

En este trabajo se presenta una alternativa innovadora y económica para la implementación de un tablero electrónico de béisbol, desarrollado por la Universidad Autónoma del Carmen (UNACAR). El control se acopla con un sistema remoto de comunicación en corriente. Sin embargo lo hace versátil para trabajarlo a distancias muy largas. Además, el sistema cuenta con etapas de potencia optimizadas para el menor consumo de corriente sin contaminar la red eléctrica. A continuación se explica de manera detallada sólo el sistema electrónico.

En la [Figura 5](http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=s0718-07642006000400008&script=sci_arttext#f5) se puede observar que el sistema de comunicación de datos consiste de tres etapas (etapa de acondicionador de señal de salida, etapa de acondicionador de señal de entrada y decodificador de señal y la etapa de potencia) muy simples. El compromiso en este caso es optimizar la etapa de potencia para que el sistema electrónico general no sea muy caro y actúe como ahorrador de energía.

|  |
| --- |
| http://www.scielo.cl/fbpe/img/infotec/v17n4/fig8-5.jpg |
| Fig. 5: Diagrama a bloques general del sistema electrónico. |

El tablero electrónico se controla por medio de un software instalado en una PC, la cual se comunica por el puerto paralelo con una interfaz muy sencilla (ver [figura 6](http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=s0718-07642006000400008&script=sci_arttext#f6)) que se encarga de acoplar la señal óptimamente y acondicionarla para una distancia de comunicación de aproximadamente 400 m que es la distancia comprendida entre la PC y el acondicionador de la señal de entrada del tablero electrónico, de igual manera la señal proveniente del campo de béisbol se acopla y después es enviada a una etapa en donde se decodifica la información que fue generada por la PC  (ver [figura 7](http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=s0718-07642006000400008&script=sci_arttext#f7)). Después los datos se envían al desplegado en donde se encuentra una etapa de potencia por cada módulo (ver figura 8).

Antes del diseño electrónico, fue conveniente realizar una investigación de campo con respecto a la visibilidad de los números a una distancia crítica establecida por las dimensiones del estadio de béisbol, después se determinó que tipo de lámpara era conveniente utilizar, consultando para ello, diferentes fabricantes. Por lo anterior se utilizaron focos de 10 W. En la [Figura 9](http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=s0718-07642006000400008&script=sci_arttext#f9) se muestra el panel frontal del tablero electrónico con las dimensiones resultantes a la investigación anterior.

|  |
| --- |
| http://www.scielo.cl/fbpe/img/infotec/v17n4/fig8-6.jpg |
| Fig. 6: Acondicionamiento de salida. |

|  |
| --- |
| http://www.scielo.cl/fbpe/img/infotec/v17n4/fig8-7.jpg |
| Fig. 7: Acondicionamiento de entrada y decodificador de señal. |

|  |
| --- |
| http://www.scielo.cl/fbpe/img/infotec/v17n4/fig8-8.jpg |
| Fig. 8: Etapa de potencia montada en el desplegado para cada módulo. |

|  |
| --- |
| http://www.scielo.cl/fbpe/img/infotec/v17n4/fig8-9.jpg |
| Fig. 9: Tablero  implementado. |

Algunas características básicas que tiene este tablero son las siguientes:

Tiene una capacidad de 99 carreras por entrada. Una falla de la energía eléctrica podría arruinar el despliegue de la puntuación, en el sistema desarrollado este problema queda solventado con una UPS (fuente de poder ininterrumpidle - uninterruptible power suply). Además se puede reenviar la información cuando se reestablezca la energía. El control por medio de un computador ofrece la ventaja de una interfaz gráfica, así como 2 puertos paralelos para el envió de cualquier información adicional.

El precio comercial de un tablero de béisbol es de $144,000.00 con la empresa Kokai, el tablero construido en la Universidad Autónoma del Carmen es de $60,000.00.

La potencia de consumo del sistema propuesto en el caso crítico es de 8,500 W, a diferencia de otros fabricantes como Kokai que consume 17,000 W, resultando en un ahorro de energía eléctrica de aproximadamente el 50%.

La operación y mantenimiento es muy simple, debido a que el programa está implementado de manera visual sobre Windows el cual hace un ambiente muy amigable. La estructura y soportes están construidos en acero galvanizado, el cual es anticorrosivo y resistente a esfuerzos mecánicos.

**CONCLUSIONES**

La unión del hardware del tablero de béisbol y el software del mismo, a si como la base de datos y la pagina web permitieron la automatización en el manejo y presentación de la información de un partido de béisbol.

La automatización en el manejo y presentación de la información facilita la tarea tanto del entrenador para obtener estadísticas rápidas y confiables, como del anotador y/o el encargado del marcador.

El automatizar las anotaciones simplifica la complejidad de estas tareas y además que se capturan los datos de forma inmediata. Antes se realizaba en hoja de papel.

La página *web* es útil para mantener informado al público interesado. Esto es porque permite ver las estadísticas de los juegos, y el seguimiento del partido en tiempo real.