

Contador Electrónico de Puntos con Comando Inalámbrico

Rodrigo F. Castañeda ^a; Matías E. Pereira ^a; Guillermo A. Fernandez ^{a, b}

^a Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Misiones (FI-UNaM), Oberá, Misiones, Argentina.

^b GID-IE, FI-UNaM, Juan Manuel de Rosas 325, Oberá, Misiones, Argentina

e-mails: Castaeda.rodrido15@gmail.com, maesli45@gmail.com, guillermo.fernandez.fio@gmail.com

Resumen

En diferentes ámbitos deportivos, es frecuente la utilización de carteles indicadores para visualizar fácilmente los puntos o tantos correspondientes a los equipos que participan del juego. Este trabajo presenta el diseño e implementación de contador electrónico de puntos para dos equipos (de fútbol, vóley, básquet, etc.) con comando inalámbrico y es realizado en el marco de la actividad integradora final propuesta en la asignatura Técnicas Digitales 2 de la carrera Ingeniería Electrónica. El diseño se vale de un sistema embebido basado en el microcontrolador ATmega 328p. El prototipo desarrollado permite la visualización, conteo y manipulación en forma inalámbrica de los puntos de ambos equipos. Las características de comando inalámbrico hacen que el sistema desarrollado sea fácil de montar en el área de juego y además permita un ahorro en cables necesarios para comunicar al comando (transmisor) con la etapa de visualización de puntos (receptor). A continuación, describe el diseño e implementación del contador electrónico de puntos, mostrándose las características constructivas y de funcionamiento del hardware y software desarrollado para sus partes constitutivas. Los resultados obtenidos son aceptables, debido mediante el comando inalámbrico puede manipularse (incrementarse, decrementarse y borrarse) los valores del conteo de puntos para ambos equipos.

Palabras Clave – Contador, Comunicación Inalámbrica, Microcontrolador, Sistema Embebido.

1. Introducción

La comunicación inalámbrica es aquella en la cual emisor y receptor no se encuentran unidos por un medio de propagación como ser cables o fibra óptica, sino que se utiliza las ondas electromagnéticas de radiofrecuencia que viajan a través del aire. Estas ondas son de baja potencia y operan en una banda específica (de uso libre para este caso) para transmitir datos entre emisor y receptor. Este tipo de comunicación facilita la transmisión de datos en lugares donde las partes a comunicar no se encuentran fijas y están a distancias importantes una de otra, permitiendo ahorrar en gran medida por ejemplo en material de cableado.

La problemática que se aborda en este trabajo es la realización de un tablero electrónico contador de puntos (o tantos) para juego de bochas. Para esto se hace uso del microcontrolador ATmega328P [1] [2] [3] a través de la plataforma de desarrollo Arduino NANO [4]. El prototipo desarrollado muestra los puntos de cero a cien a través de seis displays de 7 segmentos del tipo SA08-11EWA [5], tres para cada equipo. Para reducir el número de puertos usados en el microcontrolador, la escritura en estos displays utiliza la técnica de multiplexación en el tiempo, implementada mediante un registro de desplazamiento 74HC595 [6]. Para incrementar, decrementar y resetear los tantos indicados en los displays, se utilizan dos grupos de tres pulsadores cuya acción se lleva a cabo a través de la comunicación inalámbrica implementada con los módulos de bajo costo TWS-BS-3 [7] y RWS-371 [8], emisor y receptor respectivamente. Estos módulos permiten un alcance aproximado de 100 m (a

la vista), operan con 5V de corriente continua y proporcionan modulación por desplazamiento de amplitud (*Amplitude-shift keying*, ASK). Estas características los hacen ideales para conectarse a microcontroladores como los utilizados en este trabajo.

Los objetivos planteados en este trabajo integrador apuntan a interpretar una situación problemática y plantear una solución mediante el desarrollo de un sistema embebido en base a microcontroladores, aplicando conocimientos y capacidades adquiridas durante el desarrollo de la asignatura Técnicas Digitales 2 que pertenece a la carrera Ingeniería Electrónica.

A continuación, se describe el diseño e implementación de las partes que constituyen al prototipo del contador electrónico de puntos con comando inalámbrico.

2. Metodología

Como situación problemática a resolver, se propone el diseño e implementación de un sistema electrónico que permita llevar el conteo de puntos en un juego de bochas, pero que también pueda aplicarse a otros deportes como ser básquet, vóley, fútbol y handball. En el desarrollo del sistema que permite resolver la problemática planteada, se considera lo siguiente:

- El sistema permanecerá en un área con acceso a energía eléctrica de la red (tanto transmisor como receptor).
- El conteo de puntos se realizará de 0 a 100 para dos equipos.
- A los efectos de establecer un montaje sencillo y ahorrar costos en cableado, el sistema cuenta con comunicación inalámbrica entre transmisor y receptor.

A partir del problema planteado y las consideraciones indicadas, se obtiene un sistema electrónico conformado por una placa transmisora y otra receptora, cada una de las cuales posee un microcontrolador y un módulo de comunicación inalámbrica. Además del hardware, para cada placa se desarrolla el software encargado de gestionar a los periféricos asociados a cada microcontrolador y también de posibilitar la interacción entre el usuario y el contador electrónico implementado. Seguidamente se describen las características principales relacionadas con el hardware y software que hacen a las partes del sistema propuesto.

2.1. Circuito del receptor

Este circuito cumple la tarea de recibir los datos provenientes del módulo transmisor e interpretar los mismos gracias a su hardware y software asociado. Una vez realizado lo anterior, el circuito actúa sobre los periféricos de la placa donde se encuentra según lo requiera el mensaje recibido. La recepción del mensaje se lleva a cabo gracias al módulo RWS-371, el cual se encuentra alimentado con una tensión de 5V proveniente directamente del Arduino NANO. Más adelante se explica con mayor detalle la tarea que realiza este circuito.

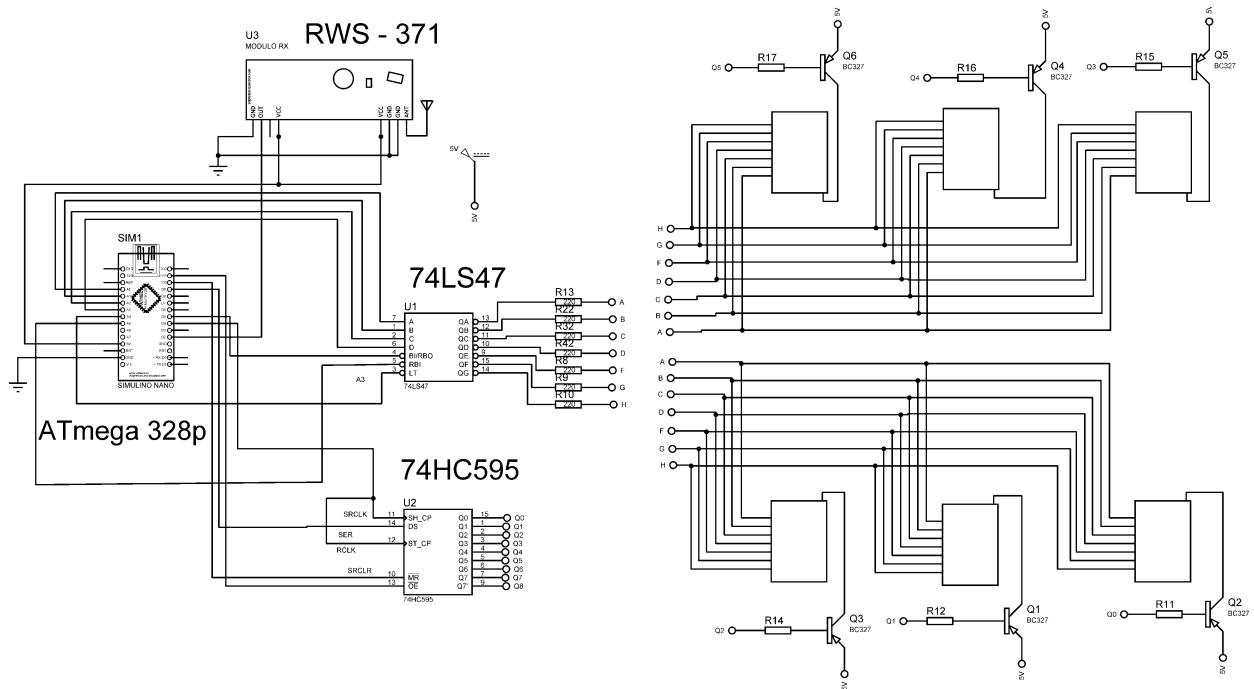


Fig. 1. Esquema eléctrico del receptor.

En la Fig. 1 puede observarse la conexión entre el módulo receptor RWS-371 y el microcontrolador ATmega 328p (bajo plataforma Arduino NANO). El funcionamiento de esta etapa consiste en lo siguiente: El módulo mencionado recibe el mensaje por medio de su antena y a través de su salida se comunica con el microcontrolador asociado. Los datos son comunicados en forma serial entre ambos dispositivos. El programa desarrollado para esta etapa del sistema es capaz de reconocer el código recibido discriminando datos erróneos. En caso de que el código recibido corresponda a una acción correcta requerida por el usuario (a través del transmisor), el microcontrolador genera las señales correspondientes para realizar la escritura en los displays en forma multiplexada en el tiempo haciendo uso del decodificador de BCD a siete segmentos 74LS47 [9] y el registro de desplazamiento 74HC595. El objetivo de la utilización de esta forma de escribir en los displays, es el de ahorrar líneas de entrada/salida del microcontrolador. Para implementar la escritura mencionada, los valores mostrados en los displays (puntos de los equipos en juego) se escriben en forma secuencial, de a una cifra a la vez y a una alta velocidad de manera tal que la escritura individual sea imperceptible al ojo humano. De esta forma, se visualiza la información como si todos los displays se escribieran a la vez. Para efectuar la escritura en cada display, el programa desarrollado para el microcontrolador proporciona el código BCD al decodificador y envía una serie de pulsos al registro de desplazamiento para habilitar el display correspondiente.

2.2. Circuito del Transmisor

Este circuito cumple con la función de decodificar la tecla pulsada por el usuario y enviar el código correspondiente a través del módulo TWS-BS-3.

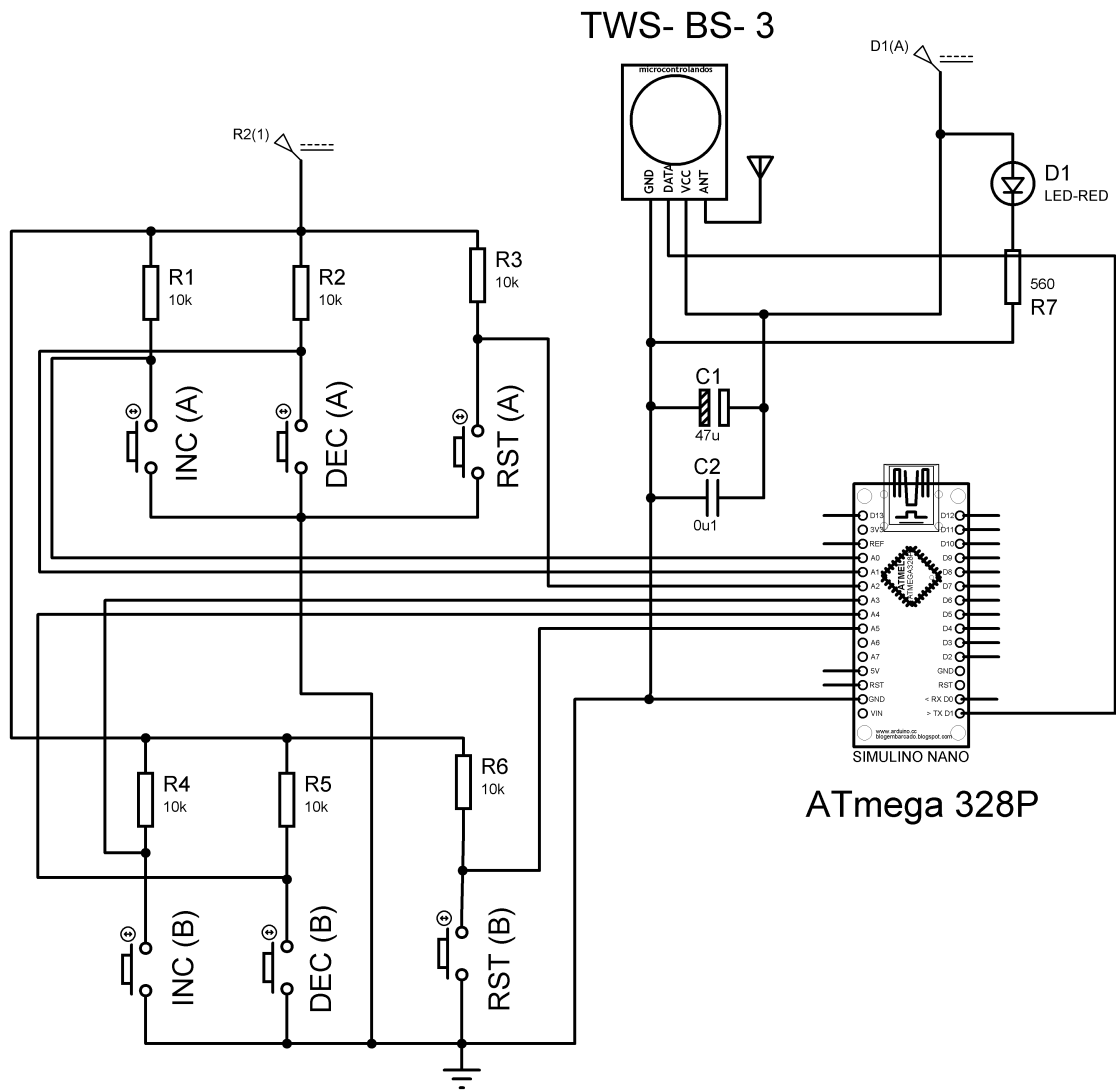


Fig. 2. Esquema eléctrico del transmisor.

Como se observa en el circuito de la Fig. 2, el circuito transmisor incorpora el módulo TWS-BS-3, un microcontrolador ATmega 328P (bajo la plataforma Arduino NANO) y dos grupos (A y B) de tres pulsadores. Cada grupo corresponde a un equipo y está constituido por un pulsador para incrementar (INC), decrementar (DEC) y borrar (RST) los puntos mostrados en el display correspondiente al receptor. Cada pulsador cuenta con un resistor pull-up a modo que en los puertos de entrada GPIO del microcontrolador, siempre exista un estado lógico alto cuando no se ha presionado alguno de ellos. El diodo led que posee el circuito del transmisor, permite indicar a través de una señal luminosa cuando está energizado el mismo. Los capacitores del circuito están para estabilizar y filtrar la tensión de alimentación.

Debido a que los circuitos indicados en las Fig. 1 y 2 corresponden a un prototipo, los mismos no presentan la etapa correspondiente a la fuente de alimentación. Durante las pruebas realizadas, se utiliza una fuente de alimentación de laboratorio para energizar a los mismos.

A continuación, se explica el programa desarrollado para el microcontrolador de cada uno de los circuitos anteriores, responsable de proporcionar las funciones correspondientes al transmisor y receptor.

2.3 Software del transmisor y el receptor.

La Fig. 3a presenta el diagrama de flujo correspondiente al programa desarrollado para la etapa de transmisión. En primera instancia, el programa define las variables incremento, decremento y reseteo (para cada equipo), asociándolas a las entradas del microcontrolador donde se encuentran conectados los pulsadores homónimos. Esto permite interpretar de manera inequívoca la acción que se desea realizar cuando el usuario manipula la placa transmisora. Seguidamente el programa ingresa a un bucle donde espera el accionamiento de alguno de los pulsadores que posee el circuito transmisor. Antes de efectuar la acción correspondiente al pulsador accionado, se ejecuta una rutina anti-rebote (por razones de simplicidad no está indicada en la Fig. 3a) la cual asegura que la señal recibida al accionar el pulsado no produzca un comportamiento erróneo del programa. Eliminado el efecto del rebote, dependiendo del pulsador que se presione, el programa determina la acción a realizar, es decir, incrementar, decrementar o borrar el contador correspondiente al equipo. Cada una de estas acciones se corresponde con un código que se carga en un vector de seis entradas. De esta forma, el vector contiene la información referente a la acción que debe efectuarse sobre los contadores de cada equipo en el circuito receptor. Para insensibilizar la comunicación ante posibles errores, el vector mencionado incorpora un protocolo de seguridad que le permite al receptor obtener la información de forma adecuada. Finalmente, el programa transmite el vector y repite la secuencia para enviar nueva información ante algún cambio en el estado de los pulsadores.

De manera análoga a lo mencionado, la Fig. 3b muestra el diagrama de flujo del programa desarrollado para el circuito receptor. El programa interpreta el mensaje enviado por el transmisor considerando el protocolo de seguridad mencionado. Para esto, comprueba si los caracteres recibidos cumplen con la condición de la cadena de caracteres enviada, teniendo en cuenta la longitud del vector recibido. En caso de cumplir con esta condición, el programa realiza la extracción de información del mensaje, determina y ejecuta la acción a realizar sobre los contadores de puntos de cada equipo y los actualiza. El programa del receptor también se encarga de manejar el registro de desplazamientos que posee el circuito (74HC595), a los efectos de escribir en forma multiplexada en los displays, para visualizar los puntos que poseen los equipos durante el juego.

Las funciones utilizadas para desarrollar el código de los programas correspondientes al transmisor y al receptor, son propias de la librería [VirtualWire.h](#) [10], la cual fue de gran utilidad para lograr el intercambio de datos entre los módulos de comunicación utilizados.

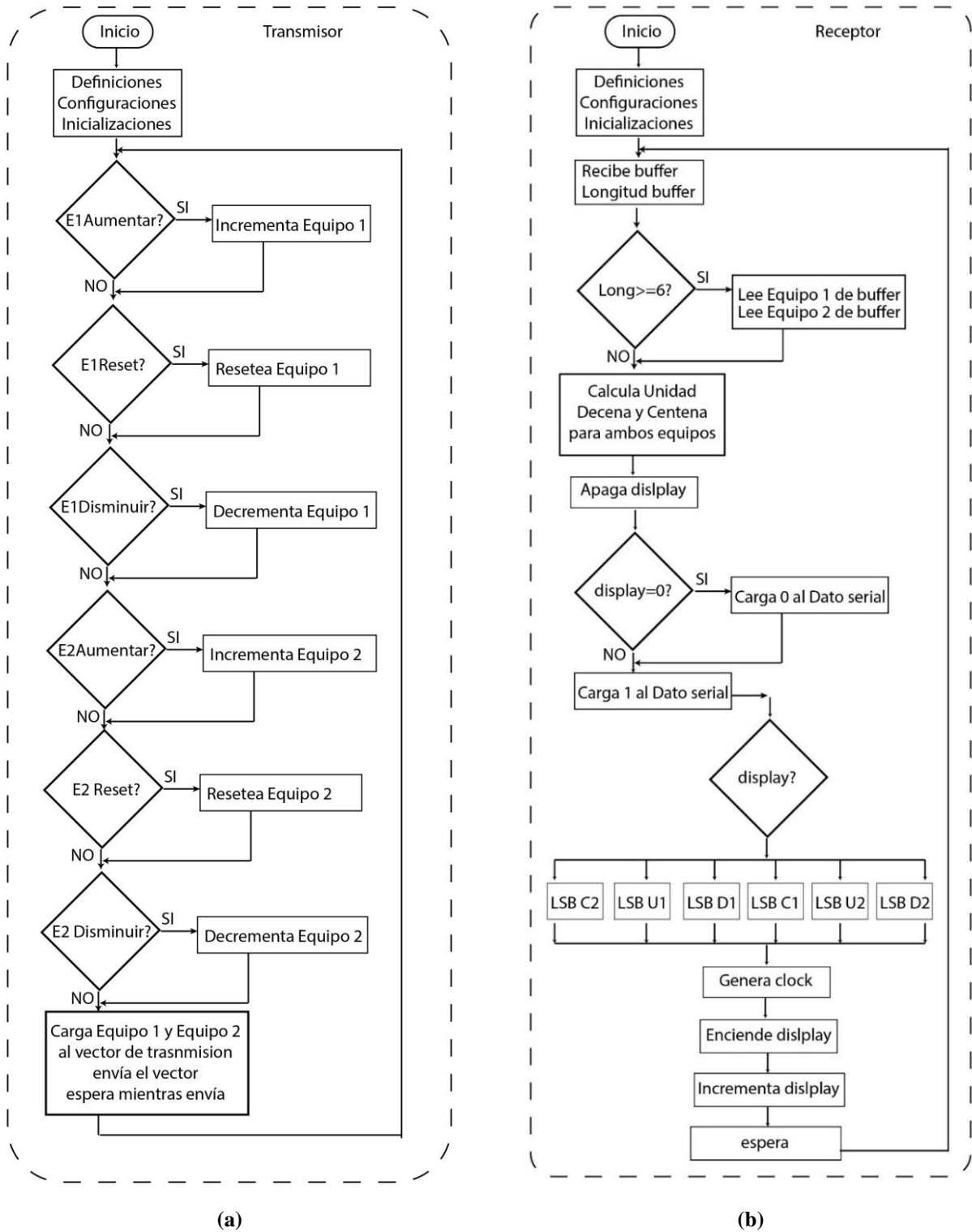
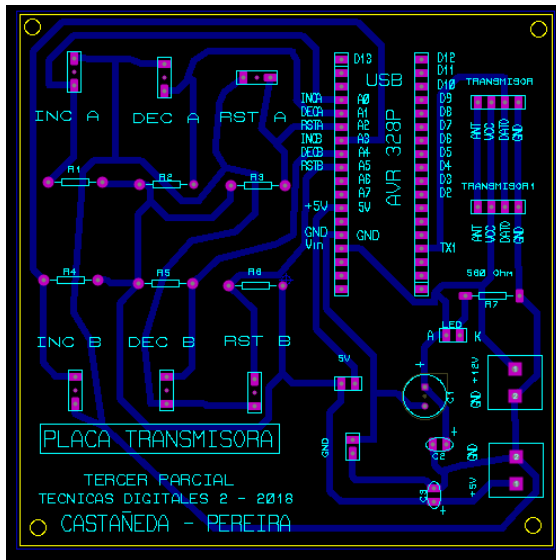


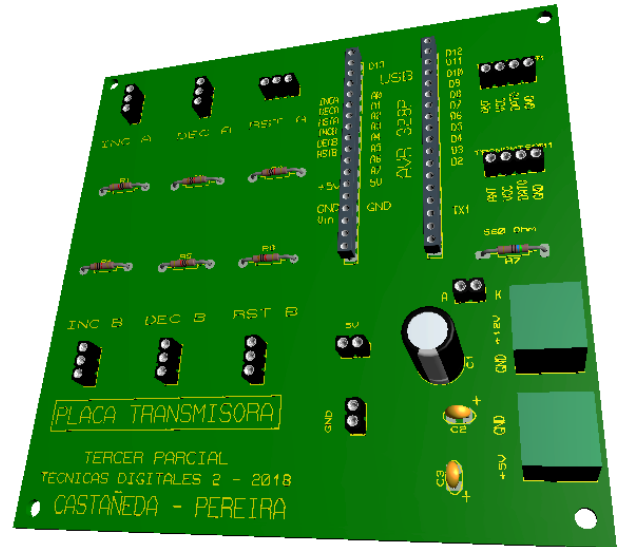
Fig. 3. Diagramas de Flujo: (a) Transmisor; (b) Receptor.

3. Resultados obtenidos

A continuación, se muestran los resultados obtenidos en el presente trabajo y con ello se pretende dejar en claro que los mismos son satisfactorios. Las Fig. 4 y Fig. 5 muestran, tanto para transmisor como para receptor, el circuito impreso (PCB) y una vista en 3D para ambas etapas.

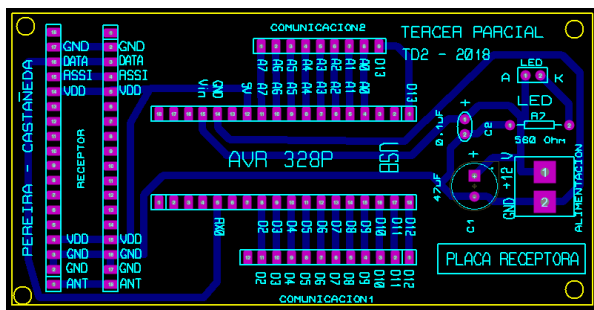


(a)

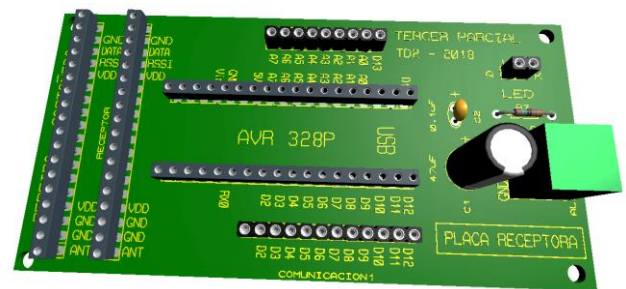


(b)

Fig. 4. Placa del Transmisor: (a) Diseño del circuito impreso; (b) Vista en tres dimensiones de la placa.



(a)



(b)

Fig. 5. Placa del receptor: (a) Diseño del circuito impreso; (b) Vista en tres dimensiones de la placa.

Para comprobar la operación del sistema desarrollado, se realizaron pruebas donde se comunicaron las placas a una distancia considerable. Ante los ensayos realizados, la respuesta obtenida fue casi instantánea ante el accionamiento de los pulsadores y el efecto correspondiente visualizado en los displays. Esto da a entender un correcto funcionamiento final del prototipo, lo que verifica el correcto dimensionamiento y montaje de los componentes, el diseño adecuado de los circuitos y la

funcionalidad de los programas desarrollados. Además, el proyecto se llevó a cabo en tiempo y forma, lo que indica también una buena utilización del tiempo disponible, como así también de una correcta organización de las actividades realizadas.

Las Fig. 6 y Fig. 7 muestran las partes del sistema propuesto, como así también su prototipo en funcionamiento.

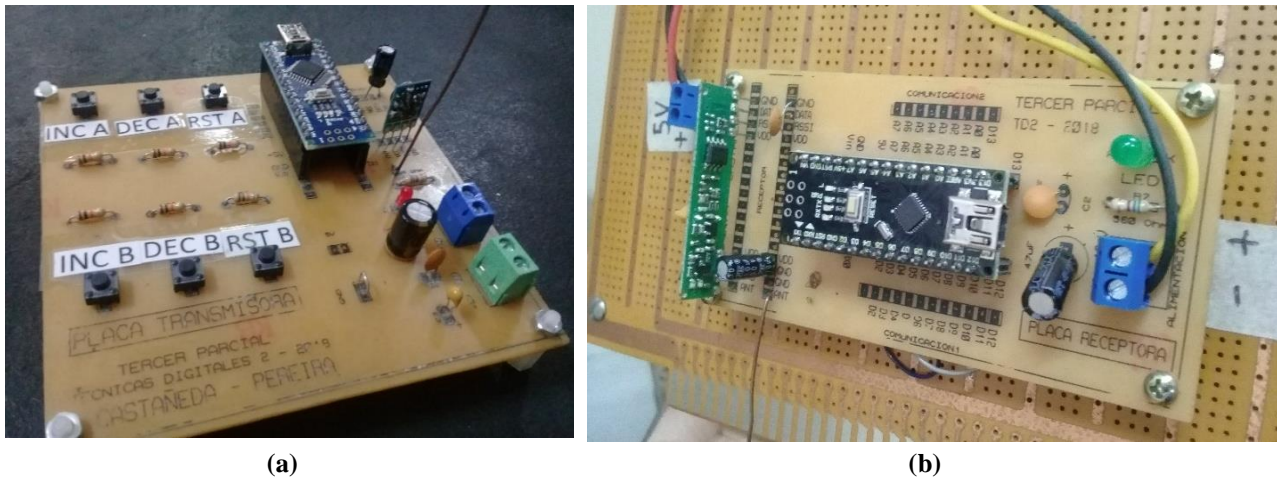


Fig. 6. Placas: (a) Transmisor; (b) Receptor.



Fig. 7. Placa receptora en funcionamiento.

4. Conclusiones

En este trabajo se ha mostrado el diseño y la implementación de un contador electrónico de puntos para diferentes deportes, el cual puede ser comandado en forma inalámbrica por el usuario. Este sistema electrónico es capaz de contar de cero a cien los tantos de cada equipo, por lo cual puede utilizarse en cualquier deporte que requieran el conteo mencionado, además de poder extender su conteo hasta 999 si se requiere. Las características de comando inalámbrico que posee, permite el ahorro en material para cableado y facilita la instalación del mismo.

Por otra parte, el desarrollo de este sistema ha permitido articular teoría con práctica, lo cual es de suma importancia para la solución de un problema de ingeniería. El sistema embebido implementado no solo permitió aplicar los conocimientos desarrollados en la asignatura Técnicas Digitales 2, sino que también integró varios conceptos vistos en asignaturas anteriores, como así también permitió incursionar en el aprendizaje de nuevos lenguajes y entornos de desarrollo para sistemas embebidos.

5. Agradecimientos

Se destaca la participación de los docentes de la cátedra durante el transcurso de los días que duro el desarrollo de las actividades de tipo integradora.

Un agradecimiento especial al Mgter. Ing. Guillermo Fernandez por estar presente en los momentos más críticos de la etapa de desarrollo.

6. Referencias

- [1] Atmel. [En línea]. Available: http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/Atmel-7810-Automotive-Microcontrollers-ATmega328P_Datasheet.pdf.
- [2] M. A. Mazidi, *The AVR Microcontroller and Embedded Systems Using Assembly and C*, USA: Prentice Hall, 2011.
- [3] R. Barnett, *Embedded C Programming and the Atmel AVR*, USA, 2007.
- [4] Arduino. [En línea]. Available: <https://www.arduino.cc/en/Guide/ArduinoNano>.
- [5] Kingbright. [En línea]. Available: <http://www.us.kingbright.com/images/catalog/SPEC/SA08-11EWA.pdf>.
- [6] T. Instruments. [En línea]. Available: <http://www.ti.com/lit/ds/symlink/sn74hc595.pdf>.
- [7] W. Elctronics. [En línea]. Available: <http://www.rf.net.tw/product/showproduct.php?id=247&lang=en>.
- [8] W. Elctronics. [En línea]. Available: <http://www.rf.net.tw/product/showproduct.php?id=325&lang=en>.
- [9] O. Semiconductor. [En línea]. Available: <https://www.onsemi.com/pub/Collateral/SN74LS47-D.PDF>.
- [10] PJRC. [En línea]. Available: https://www.pjrc.com/teensy/td_libs_VirtualWire.html.