



**SEMANA DEL CONTROL  
AUTOMATICO**

**XVII CONGRESO ARGENTINO DE  
CONTROL AUTOMATICO**

Buenos Aires, 11 al 13 de Septiembre de 2000

**TRABAJOS  
PRESENTADOS**

NMO of:



Organizado por:



NMO of:



**Buenos Aires, Argentina - 11 al 13 de Septiembre de 2000**  
**Organizado por AADECA**

RO102	Monitoreo domótico por medio de la web <i>Luis Antonio Olsina, E. Echeverria, A. Giles, F. Miguel</i>	189
RO103	Diseño del control supervisor para un sistema de teleoperación robótico <i>Cecilia E. García, José Postigo, Ricardo Carelli</i>	195
RO104	Sistema de teleoperación de robots con realimentación de fuerza basado en redes TCP/IP <i>Alfredo Crisanto Castro, José Postigo, Jorge Manzano, Benjamín Kuchen</i>	201
RO105	Urbantag: Dispositivo para la navegación de una persona disminuida visual <i>Martín Duval, Favio Masson, Gustavo Bortolotto</i>	207

### **Sesión Plenaria II**

	Telemedicine and Dialysis <i>Pierre-Yves Durand, Jacques Chanliau, Agnes Mariot, Michèle Kessler, Jean-Pierre Thomesse, Laurant Romary, François Charpillat, Robert Hervy."</i>	213
--	--	-----

### **Teoría - III**

TE301	Aislamiento activo de vibraciones mediante control por regímenes deslizantes muestreados <i>Eduardo Alberto Cirera, Santiago Orestes Llanes</i>	221
TE302	Análisis de la robustez del predictor de smith con incertidumbre paramétrica <i>Eduardo J. Adam, D. Crisalle, H. Latchman</i>	227
TE303	Diseño de filtros de Wiener de datos muestreados para sistemas inciertos <i>Ruben Milocco, Carlos H. Muravchik</i>	233
TE304	Control de sistemas mecánicos subactuados por técnicas de moldeo de energía <i>Eduardo E. Paolini, Diego M. Alonso, Romeo Ortega</i>	239
TE305	Linear Robust adaptative deconvolution using orthogonal basis <i>Pedro Doñate, C. Muravchik, J. Cousseau</i>	245

### **Potencia - II**

PT201	Estimación de las potencias de los componentes de la propulsión de un autobus de propulsión híbrida <i>Gustavo M. Taraba, Diego J. M. Serangeli, José Pablo Cebreiro, Hernán E. Tacca</i>	251
PT202	Control y estimación por estructura variable de un motor sincrónico de imán permanente con factor de potencia unitario <i>Gerardo Sánchez, G. Bortolotto, C. Busada</i>	257
PT203	Control para la extensión del rango de velocidad en máquinas de C.A. de imanes permanentes <i>Roberto Leidhold, G. García, G. Bossio, M.I. Valla</i>	263
PT204	Control de velocidad de un motor sincrónico de imán permanente <i>Jorge Solsona, María I. Valla</i>	269
PT205	Control Directo de cupla y flujo de un motor de inducción según la teoría de modos deslizantes <i>Mónica Romero, M. I. Valla</i>	275

## ROBOTICA - I

(R0105)

### URBANTAG: DISPOSITIVO PARA LA NAVEGACIÓN DE UNA PERSONA DISMINUIDA VISUAL

Martin Duval\*, Favio Masson\*, Gustavo Bortolotto\*\*

*Universidad Nacional del Sur, Departamento de Ingeniería Eléctrica  
Av. Alem 1253 – (8000) Bahía Blanca – BA – Argentina  
fmasson@criba.edu.ar*

**Resumen:** Se presenta el desarrollo de un dispositivo que le permita a una persona disminuida visual, la posibilidad de detectar y reconocer un sitio urbano específico, tal como una parada de transporte colectivo. Dicho dispositivo es parte de un proyecto que intenta desarrollar un sistema que le permita navegar en forma segura a un disminuido visual en un ambiente urbano.

### URBANTAG: NAVIGATION AID DEVICE FOR THE VISUALLY IMPAIRED PERSON

**Abstract** A navigation aid device for the visually impaired is presented. This device is intended to detect and recognize a specific urban site such as a bus stop or any other relevant place. This device is a minor constituent of a larger set of electronic equipment and data fusion techniques designed to allow autonomous navigation of visually impaired people in urban areas.

**Palabras Claves:** RFID, navegación autónoma, no videntes.

#### 1. INTRODUCCIÓN

Para los disminuidos visuales la posibilidad de lograr independencia y de mejorar su productividad y su participación en la comunidad, está seriamente condicionada a la aptitud de transitar en forma segura e independiente en un ambiente urbano. Así, según la distancia a recorrer existirán distintas clases de limitaciones, las que podemos resumir en aquellas que presentan los medios de transporte masivos, en las barreras físicas (arquitectónicas o del medio ambiente) y en la necesidad de conocer (en todo momento) su ubicación precisa para poder ejecutar un plan de viaje. La situación es tanto peor cuanto más desconocido es el lugar que se transita. El problema a resolver puede ser resumido entonces en dos objetivos: *la navegación*, que implica tanto sortear obstáculos como resolver indicaciones visuales de tránsito (paradas de transporte colectivo, etc.) y la ubicación geográfica absoluta.

Existen varios trabajos que intentan resolver el problema de sortear obstáculos básicamente como el único objetivo de navegación (Borenstein et al., 1997; Shoval et al., 1998a; 1998b). Pero pocos apuntan a desarrollar sistemas que le permitan al no vidente no sólo resolver indicaciones visuales de tránsito sino resolver el problema de la ubicación absoluta. En este trabajo se intenta avanzar en el primero de éstos, esto es, detectar indicaciones esencialmente visuales, entre ellas los indicadores de tránsito como las paradas de colectivos o ingreso a edificios públicos, etc. Para esto se presentan primeras versiones de un dispositivo basado en distintas tecnologías. El objetivo del dispositivo es detectar a una distancia no menor de tres metros una indicación de tránsito y que además permita una identificación unívoca de la misma. Luego esa información será presentada al usuario en forma no invasiva. La distancia de activación es del orden de los 3 a 5 metros dado que el problema principal es

\* UNS – Dto. Ing. Eléctrica

\*\* UNS – Dto. Ing. Eléctrica - CONICET

encontrar la ubicación física de la señal, luego su identidad.

En este trabajo se presenta una descripción del problema general de las ayudas electrónicas para los disminuidos visuales, luego una breve descripción de las tecnologías usadas y los prototipos desarrollados. En las últimas secciones se presentan resultados experimentales, conclusiones y futuros desarrollos.

## 2. LAS AYUDAS ELECTRÓNICAS PARA LOS DISMINUIDOS VISUALES

El hombre está equipado con un conjunto refinado de sistemas de sentido espacial, los cuales son en orden decreciente de importancia, la visión binocular, la audición binaural y el tacto activo.

Para compensar la pérdida de visión binocular un transeúnte no vidente puede ser auxiliado con *ayudas electrónicas para la navegación*, las cuales sensan que sucede o existe en el espacio circundante a una razonable distancia y luego "muestran" su información para que pueda ser interpretada fácilmente por el resto de los sentidos disponibles, el auditivo y el táctil. Un vidente, con un único sensor (la vista) es capaz de obtener gran parte de la información de su entorno y tener así un viaje seguro. Sin embargo, un disminuido visual debe utilizar el resto de los sentidos para suplir a la visión, siendo esto insuficiente, las ayudas electrónicas le permitirían aumentar su seguridad e independencia.

Como datos adicionales, es importante saber que la edad está fuertemente correlacionada con los rangos de deficiencia visual y que los ingresos económicos están inversamente relacionados con la existencia de problemas visuales severos. Más del 50 % de la población con algún tipo de problema serio de visión tiene más de 65 años. Y este dato no sólo es importante en número e implicancia sociológica sino además tiene una significación psicológica, dado que estas personas resisten mucho al uso de ayudas alternativas.

Cuando individuos con una visión normal llegan a una esquina, rápidamente localizan las señales, tanto de las calles como de los semáforos, ubicándolos primero en la visión periférica y luego moviendo los ojos hasta estos, fijando así su atención en ellos. Es claro que para una persona ciega o con visión reducida, esta tarea, es mucho más compleja y con un consumo de tiempo mucho más importante. Es una tarea vital por lo tanto, analizar la posibilidad de que las señalizaciones sean útiles también para los disminuidos visuales.

Podemos pensar entonces en desarrollar un sistema que cumpla con los siguientes requerimientos:

- Portabilidad: el tamaño del sistema debe ser pequeño tratando de interferir lo menos posible con la movilidad normal y/o el resto de los sentidos del no vidente.
- Simplicidad: el sistema debe ser simple de utilizar, esto es, los resultados que arroje deben ser simples de interpretar para el no vidente y además no interferir con el resto de los sentidos.

Las ayudas electrónicas pueden por lo tanto ser clasificadas según una aproximación *filosófica* al problema. **Substitución de sensores**, esto es, usar algunos de los sentidos existentes en el no vidente para reemplazar la visión perdida. La ayuda electrónica por lo tanto debe traducir y transformar la información visual en información que pueda ser procesada por los otros sentidos. Las críticas a este tipo de aproximaciones apuntan al hecho que la transformación de la información visual, en acústica por ejemplo, recarga el sistema auditivo al punto que puede perturbar la funcionalidad propia de ese sentido. **Anexo de sensores**, se basa en el hecho que mucha gente no vidente, logra un buen nivel de movilidad sin las ayudas electrónicas. Por lo tanto las ayudas electrónicas deben proveer información adicional que es crítica y no está disponible de otra manera. El problema reside en descubrir qué información del ambiente es necesaria para la movilidad y tan importante como eso, cuándo es necesaria.

Así, el dispositivo aquí presentado es parte de un desarrollo más general que tiene que ver con un sistema de navegación completo, fusionando información de varios sensores. Esto es, GPS diferencial ofreciendo información absoluta de posición, la combinación de medidas de velocidad por efecto doppler y un compás electrónico que permita inferir un vector velocidad, el detector de señales visuales aquí presentado, etc. Todo esto implementado sobre procesadores tipo DSP que junto con la información de planos en forma electrónica, permitiría ayudar a solucionar el objetivo planteado en la introducción, la independencia de un disminuido visual.

## 3. RFID

Una de las tecnologías usadas es la identificación por radio frecuencia (RFID en inglés). Método relativamente nuevo que apareció por primera vez en 1980 para seguimiento y control de accesos. Estos sistemas inalámbricos permiten la lectura sin

contacto y por lo tanto son efectivas en ambientes hostiles y donde tecnologías como los códigos de barra no pueden subsistir o utilizarse. Actualmente se emplean en diversas aplicaciones como por ejemplo sistemas de seguridad (para automóviles por ejemplo) y seguimiento de especies animales. Son sus atributos más importantes el bajo costo de elaboración, capacidad de almacenaje de información y la no necesidad de enfocar o alinear el lector con el dispositivo a leer.

Un sistema básico de RFID consiste de tres componentes: una antena, un transceiver y un transponder (denominado comúnmente tag) que está electrónicamente programado con una información determinada.

La antena emite señales de radio para activar el tag y leer los datos de éste. Las antenas son los conductos entre el tag y el transceiver el cual controla la adquisición de datos del sistema y la comunicación. El campo electromagnético producido por una antena puede estar constantemente presente cuando se espera la lectura de múltiples tags. A menudo la antena esta empaquetada junto con el transceiver constituyendo el lector o interrogador. Cuando un tag pasa por una zona electromagnética generada por el lector, detecta esto y envía una señal con la información almacenada en él.

Los tags de RFID se clasifican en pasivos o activos. Los activos toman potencia de una pila y son tags que generalmente no sólo se los puede leer sino que también escribir, esto es, modificar la información almacenada. Los tamaños de la memoria de los tags varía pero puede llegar al megabyte. La batería permite en general extender las distancias de lectura pero dependiendo de la aplicación, ésta dura a lo sumo diez años.

Los tags pasivos operan sin fuentes de potencia externa y obtienen la energía de la potencia transmitida por el lector. Consecuentemente son pequeños, mas baratos y con una vida útil ilimitada. Sin embargo los rangos de lectura son menores y programados con un único tipo de información (generalmente entre 32 y 128 bits) que no puede ser modificada.

La principal ventaja de todos los tipos de sistemas de RFID es el hecho de ser inalámbricos y que además no necesitan alineación entre el lector y el tag. Además se pueden leer a través de humo, niebla, hielo, pintura, suciedad, y todo otro tipo de condiciones que hacen imposible la utilización de códigos de barra o elementos ópticos.

Existen tres tipos de sistemas que implementan esta tecnología. Los *inductivos*, que son excitados por un campo electromagnético generado por el interrogador y al resonar a una determinada frecuencia producen una perturbación mensurable en dicho campo. Los *doble-camino*, tags activos que incorporan transmisor y receptor y de esta manera el tag puede ser no sólo interrogado sino transmitir para ser detectado. Finalmente están los denominados *back scatter* que son tags pasivos o activos pero que esencialmente reflejan una porción de la energía de radio frecuencia emitida por el interrogador, modulada o codificada con información almacenada en él. Los pasivos convierten una porción de la energía de radio frecuencia emitida por el interrogador en potencia. El tag genera un flujo de datos compuesto de la señal de reloj y los datos almacenados en el tag.

#### 4. URBANTAG

Las versiones del dispositivo que se presentan aquí tienen como objetivos los planteados en la sección 2 y usa como tecnología la presentada en la sección 3 y otra óptica. Resumiendo, sus características básicas serán:

- Económico
- Muy bajo mantenimiento
- Permite distinguir y diferenciar varias indicaciones al mismo tiempo

La figura 1 muestra un esquema simple donde se describe el sistema, independientemente de la tecnología usada. La señal de trafico (el tag) puede estar colocada incluso sobre una chapa (paradas de colectivos) y el lector, en la mano del navegante, del tamaño de un celular pequeño. Éste tendrá un botón que al ser accionado comienza a emitir señal para detectar uno o varios tags. Los detectados son procesados por un microcontrolador que identifica de manera unívoca las señales. Esta información puede llegar al navegante por medio de una señal auditiva que es una voz digitalizada.

Debemos recordar aquí que este sistema es parte de uno más general, que incorpora otro tipo de medidas que le permitiría a una persona disminuida visual navegar en forma segura en un ambiente urbano. Por lo tanto no es importante para este dispositivo cómo presenta la información ya que esta es una tarea del sistema en su conjunto. Por otro lado, el objetivo a resolver aquí es la identificación unívoca de la señal para luego poder procesarla por la aplicación particular y más importante aún es lograr el alcance deseado con una direccionalidad tal que permita descubrir el tag fácilmente en la dirección correcta.

4.1. URBANTAG con RFID

En las figuras 2 y 3 se muestran los esquemas eléctricos de parte del sistema en el caso de la utilización de tags pasivos de RFID. Se utilizaron tags marca TEMIC e5550 que trabajan a una frecuencia de 125Khz, son CMOS, pasivos y tienen una memoria EEPROM de 256 bits. El lector se construyó a partir de un circuito integrado de TEMIC el U2270B que permite, a partir de pocos componentes, desarrollar un interrogador. Es un sistema experimental dónde aún no se incorporó el microcontrolador. El desarrollo apunta a analizar las características y limitaciones técnicas del RFID para la aplicación propuesta.

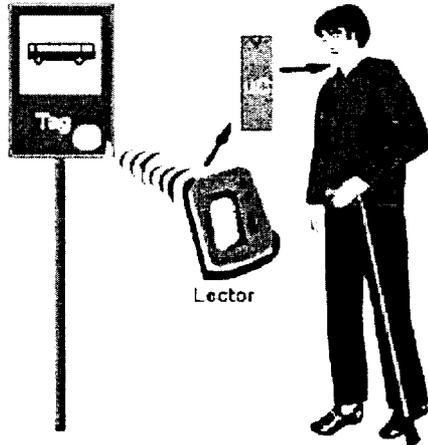


Figura 1: Esquema básico de funcionamiento del dispositivo.

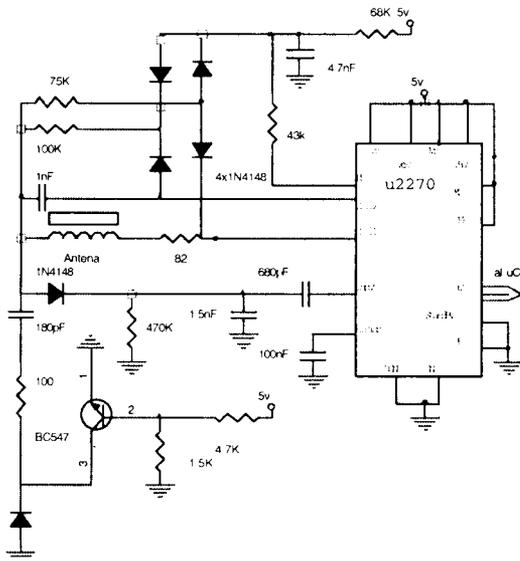


Figura 2: Esquema eléctrico del dispositivo lector.

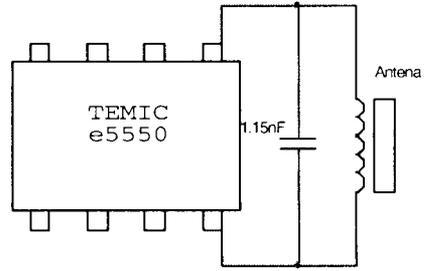


Figura 3: Esquema eléctrico del tag.

Las aplicaciones típicas de estos componentes y los desarrollos observados los usan para distancias del orden de los centímetros (no más allá de 20 cm.). En realidad, el rango de lectura se define como la distancia máxima de comunicación entre el tag y el lector. En general este rango está afectado por los siguientes parámetros tales como la frecuencia de operación, el desempeño de las antenas, el factor de calidad de la antena y el circuito sintonizado, la corriente y voltaje de excitación, la sensibilidad del receptor, etc.

*Diseño de la antena.* En aplicaciones de RFID la antena es necesaria por dos razones, para transmitir la señal de RF para alimentar el tag y para recibir los datos enviados por el tag.

Una señal de radio frecuencia puede ser radiada efectivamente si la dimensión lineal de la antena es comparable con la longitud de onda de la frecuencia de operación. En esta aplicación la frecuencia es de 125KHz por lo que corresponde una longitud de onda de 2.4Km. Por esto es necesario diseñar un pequeño lazo como antena que resuene a la frecuencia de trabajo. Este tipo de antenas utiliza el acoplamiento magnético entre la antena transmisora y la receptora.

Para una bobina de gran diámetro la fuerza del campo cae en una relación de  $r^{-3}$ , donde  $r$  es el radio de la antena. Esta es la limitación más importante para el rango o distancia de lectura.

Cuando un campo magnético variante pasa a través de una bobina (antena), éste induce un voltaje entre los terminales de la misma. Este voltaje se utiliza para activar el tag pasivo. La bobina de la antena debe ser diseñada para maximizar el voltaje inducido.

*Teoría Básica de diseño de antenas.* (Microchip, 1998) En la figura 4 se muestra una configuración para las antenas del lector y el tag en una aplicación de RFID. La tensión  $V_0$  inducida por una antena sintonizada está dada por:

$$V_0 = 2\pi f_0 N Q S B_0 \cos\alpha \quad (1)$$

donde  $f$  es la frecuencia de resonancia,  $N$  es el

número de vueltas de la bobina de la antena,  $S$  es el área en metros cuadrados,  $B_0$  es la intensidad del campo magnético y  $\alpha$  es el ángulo de arribo de la señal.

El factor de calidad  $Q$  se define para un circuito paralelo como

$$Q = R \sqrt{\frac{C}{L}} \quad (2)$$

donde  $R$  es la resistencia de carga y  $L$  y  $C$  son la capacidad e inductancia del circuito resonante. Para el caso de un circuito serie, este factor está dado por

$$Q = \frac{1}{R} \sqrt{\frac{L}{C}} \quad (3)$$

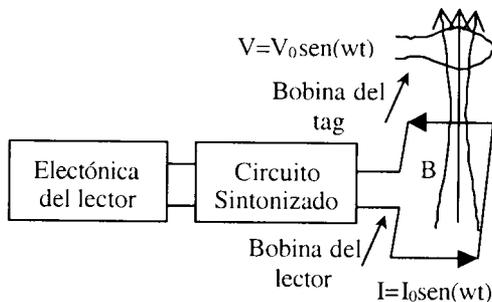


Figura 4: Configuración geométrica del tag y el lector en una aplicación típica.

Cuando se diseña la antena para el circuito lector, la tentación es diseñar una con el  $Q$  más alto posible. Sin embargo existen tres limitaciones importantes a esta aproximación:

- El ancho de banda reducido implica limitaciones en el ancho de banda de la información transmitida.
- Es crítica la sintonía del circuito
- A medida que el  $Q$  del circuito crece, la amplitud de la señal de retorno relativa a la potencia de la portadora, es proporcionalmente menor, complicando la posibilidad de recuperar la información.

Para el caso de antenas con núcleos de aire, la inductancia depende de las características físicas del conductor y del las medidas geométricas de la misma. Esto es:

$$L = \frac{0.31 \mu_0 a N^2}{6a + 9h + 10b} \mu H \quad (4)$$

donde las distintas constantes se describen en la figura 5.

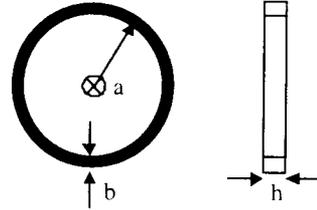


Figura 5: Antena circular de núcleo de aire con  $N$  vueltas

#### 4.2. URBANTAG con Infra Rojo

Otra alternativa que se implementó es un dispositivo basado en emisores y receptores infrarrojos. La figura 6 muestra el esquema eléctrico utilizado. Para este caso se incorporó una celda solar y una batería recargable para disminuir al mínimo el mantenimiento necesario para el dispositivo. Básicamente, un lector consiste en un diodo IR (infrarrojo) que emite una señal de activación. Esta impele al tag a emitir la señal que tiene almacenada en un registro de desplazamiento que emite de nuevo en IR con un factor de trabajo muy bajo. Esto es, pulsos de duración muy corta que definan los flancos de datos en serie en código Manchester. Si por ejemplo se envían 1000 bits en un segundo, existirán 2000 pulsos por segundo. Si la relación entre el tiempo de encendido y de apagado del LED es de 1:100 (1%) para una corriente promedio de  $100 \mu A$ , el diodo recibirá una corriente de  $10 mA$  y ésta durante el corto período donde el LED esta emitiendo (entre 1 y 2 seg.). Pensando en esto se desarrolló el dispositivo para minimizar el consumo y por lo tanto el mantenimiento. Por otro lado el LED emite la luz en un cono de  $45^\circ$  aproximadamente, lo que me permite tener una direccionalidad aceptable para la aplicación.

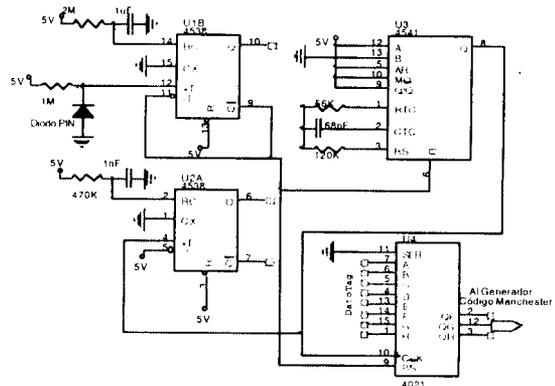


Figura 6: Esquema eléctrico del tag infrarrojo

Frente al dispositivo anterior, este tiene dos desventajas a saber, el mantenimiento necesario para el funcionamiento permanente del sistema y el problema normal de todo medio óptico como es la presencia de suciedad tanto en el lector como el receptor.

5. RESULTADOS EXPERIMENTALES

En el caso del dispositivo basado en RFID, se trabajo sobre el desarrollo de las antenas, tanto del lector como del tag, y sobre el  $Q$  de los circuitos resonantes.

Para el primer caso se diseñaron antenas de núcleo de aire y de núcleo de ferrite. En la tabla 1 se muestran alcances detectados para un conjunto de antenas ejemplo que se conectaron en tres configuraciones. Para un antena de núcleo de ferrite se probó con la utilización de antenas de núcleo de aire y de ferrite en el tag, y para una antena en el lector de núcleo de aire, otra similar en tag.

Tabla 1: Alcances de transmisión para distintos tipos de antenas.

Antena	Alcance [cm]
Ferrite Lector / Ferrite Tag	16.5
Ferrite Lector / Aire Tag	15
Aire Lector / Aire Tag	16
Ferrite Lector/ Aire Cuadrada Tag	25

En la figura 7 se muestra la tensión medida en la salida del lector. Esta señal es la que corresponde para la distancia considerada como alcance.

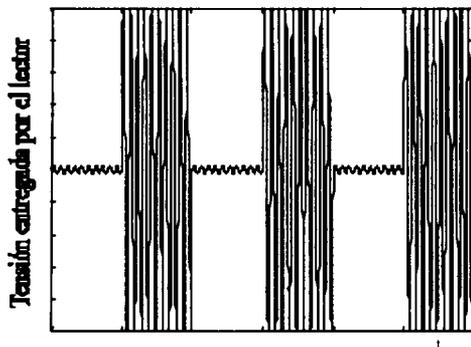


Figura 7: Señal entregada por el lector para ser procesada por el microcontrolador

Para el caso del dispositivo IR, el alcance logrado fue de 3 metros en todos los casos ensayados.

6. CONCLUSIONES Y FUTUROS DESARROLLOS

Este trabajo presenta los resultados preliminares en el desarrollo de un dispositivo que denominamos URBANTAG y está destinado a ser parte de un sistema de navegación para disminuidos visuales.

Los resultados indican que la tecnología seleccionada (RFID) se adapta a los requerimientos propuestos sólo que el rango de lectura aún está acotado. Para mejorar esto se analiza la alternativa de utilizar tags activos (esto es alimentado externamente). Sin embargo, se presentó el desarrollo de un sistema de IR que bien puede adaptarse a los requerimientos iniciales. Considerando esto se resolverá sobre la conveniencia de la tecnología a utilizar.

Es interesante recalcar que las aplicaciones de estos sistemas pueden extenderse y no sólo dedicarse a personas disminuidas visuales. También pueden servir como señales de tránsito no visibles para vehículos o aplicaciones turísticas; permitiendo de esta manera desarrollar un aspecto económico que permita facilitar el acceso de este recurso a los ciegos.

7. BIBLIOGRAFÍA

*Working Group on Mobility Aids for the Visually Impaired and Blind, Electronic Travel Aids: New Directions For Research Committee on Vision, National Research Council. Washington, D.C. 1986*

*Johann Borenstein, I. Ulrich. The GuideCane – A computerized Travel Aid for the Active Guidance of Blind Pedestrian. Proceedings of the IEEE International Conference on Robotics and Automation, Albuquerque, Apr 21-27, 1997, pp. 1283-1288.*

*Microchip, microID 125 kHz RFID System Design Guide. www.microchip.com. December 1998.*

*Shraga Shoval, J. Borenstein, Y. Koren, Auditory Guidance with the Navbelt – A computerized Travel Aid for the Blind. IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics. Part C: Applications and reviews. Vol. 28, No. 3, pp. 459-467, August 1998.*

*Shraga Shoval, J. Borenstein, The Navbelt – A computerized Travel Aid for the Blind Based on Mobile Robotics Technology. IEEE Transactions on Biomedical Engineering. Vol. 45, No. 11, pp. 1376-1386, November 1998.*