

Xochipiltecatl Carreto Henry ^[1,3,4], Álvarez Rogelio ^[2] Xalteno Altamirano Jorge Eduardo ^[3],
Calvario Miguel Enrique ^[4]

[1] Alumno del Posgrado CIATEQ

[2] CIATEQ Querétaro

[3] Universidad Politécnica de Tlaxcala

[4] Nemilis S.R. L de M.I.

xochipiltecatl@yahoo.com

RESUMEN

Este trabajo se enfoca en la obtención de un prototipo de localización de objetos por tecnología de RFID, la cual presenta un nuevo sistema a base de RFID, difiriendo a las actuales porque en esta se hace uso de transponder del tipo activo. Para localizar los objetos se usan técnicas de RSSI (Received Signal Strength Indicator), o bien técnicas basadas en triangulación, como Proximity, TOA, TDOA, además de modelos de propagación y modelos probabilísticos. Un algoritmo de filtrado de señal permite que los resultados sean más precisos. El presente artículo describe las características del prototipo, sus ventajas respecto a la tecnología existente, el potencial de inserción en el mercado de diferentes industrias como la automotriz, la aplicación en diferentes sectores como TI, logística y manufactura. Además, se muestran los retos que enfrenta esta tecnología y las nuevas oportunidades ante los constantes desarrollos tecnológicos.

Palabras clave: RFID activo, localización, proximidad.

INTRODUCCIÓN

Los continuos desarrollos tecnológicos actuales, permiten desarrollar nuevos sistemas informáticos que pueden ser ocupados en diferentes ramos industriales. En el caso de las tecnologías de localización, existen diferentes tipos que debido a sus características técnicas; se utilizan en determinadas condiciones, aunado a diferentes métodos de localización, pueden diseñarse sistemas más precisos y fiables.

Este artículo está basado en el desarrollo de un sistema propio que permite obtener un grado alto de localización además de trabajar con tecnologías transponder activos, tecnología que hasta hace poco

no era común debido a su alto consumo energético, además de una combinación de métodos de localización que hacen de este un sistema fiable.

FUNDAMENTOS

Un sistema de localización es el conjunto de elementos que permiten estimar la ubicación de un objeto por medio de su búsqueda y localización, clasificándose en dos tipos: 1) Externo, OPS por sus siglas en inglés e 2) Interno, IPS también en inglés (1).

Es importante mencionar que cada tipo posee diversas tecnologías que en términos técnicos los hace diferentes entre sí. La externa - OPS utiliza sistemas de navegación global por satélite entre ellas

tecnologías GNSS, GPS entre otras, las cuales carecen de precisión en interiores [1]. Por otro lado en la interna – IPS, existen diversas tecnologías que buscan ser fiables en la localización de objetos, siendo esta compleja, debido a las condiciones propias de los espacios cerrados, como la estructura de las construcciones, paredes, ventanas o puertas, objetos que se encuentren fijos o en movimiento, y objetos que puedan interferir en la localización real [1].

En los IPS se encuentran tecnologías como: sonidos audibles (Beep), Sistemas de visión, Magnetismo, Rayos infrarrojos (IR), Ultrasonido, GPS, Sistemas de navegación inercial (giroscopios, acelerómetros 3D), Radio frecuencia (Bluetooth, UWB, WLAN, Zigbee, FM, RFID, Rubee), por mencionar algunos [2, 1]

En el comparativo de estas tecnologías [1], RFID (Identificación por Radiofrecuencia) posee características técnicas que lo hacen idóneo para el desarrollo del prototipo; representa la segunda mejor opción en cuanto a rango de precisión alrededor de 1 a 2 metros, solo después del ultrasonido de 3cm a 1 metro. El RFID, es de bajo consumo energético, y a diferencia de las otras tecnologías tiene la capacidad de localización en tiempo real (RTLS, en inglés), además de ser de bajo costo; los principios de localización usados en esta tecnología son: Proximity, TOA, RSSI y Modelos de propagación [1].

Un RFID se compone de tres dispositivos; 1) Antena con transreceptor y decodificador o lector RF, 2) Transponder o tag RF y 3) Servidor, almacenamiento de información o datos.

Existen tres diferentes tipos de Tag, 1) Pasivo, 2) Semiactivo y 3) Activo; los primeros son de menores frecuencias, no disponen de fuente de energía, asimismo su distancia de transmisión es corta, a diferencia de los segundos, que al disponer de fuente de energía pueden transmitir a una distancia y frecuencia mayor. En los últimos la fuente de energía solo es para energizar el chip, por lo tanto su duración de batería es mayor que la activa, porque solo transmiten cada que se cumple una condición establecida, a diferencia de los activos, que transmiten continuamente.

RFID, trabaja a una amplia gama de frecuencias como: LF 125 KHz, HF 13.56 MHz, UHF 860-960 MHz y MW 2.45GHz, comúnmente es utilizado para identificar y dar seguimiento a objetos de forma inalámbrica; además es capaz de enviar y recibir información, almacenarla y modificarla.

La clasificación de acuerdo a su uso es: 1) Seguimiento y autorización, donde el tag se coloca o incrusta en el objeto a seguir, de esa manera siempre está identificado y 2) Temporal, donde se coloca de temporalmente como código de identificación como tarjetas de acceso o relojes [3, 4].

Uno de los grandes retos tecnológicos es desarrollar la tecnología de apoyo para que RFID localice objetos, y permita una mejor gestión lo que se le denomina como Facilities Management (FM), cuyo fin es obtener mejores servicios de localización, donde se puede reconocer de forma automática el objeto, ubicación y actividad [5, 6 y 7].

Para que un RFID funcione es necesario un protocolo de comunicación, según [8] los elementos son: 1) Sintaxis, como el

formato de datos y nivel de señal, 2) Semántica, el control y coordinación, y 3) Temporización, la secuencia y sincronización. Actualmente existen diferentes protocolos que siguen la tendencia de mejorar la seguridad de transmisión [9].

Las regulaciones ISO permiten mantener la compatibilidad entre tecnologías RFID, son de la nomenclatura ISO-18000-x, que va de la 1 a la 7. Estas establecen como principal diferenciación la frecuencia de operación y definen atributos técnicos como, ancho de banda, potencia máxima, emisiones, modulación, ciclo de trabajo, codificación, velocidad de bits, canal de operación, secuencias, tipo de chip, entre otros [9].

Un algoritmo de localización permite obtener mejores estimaciones y para ellos se utilizan diversas técnicas de estimación; en un sistema de localización es la tag la que se busca, mediante el envío y recepción de señales a través de los transreceptores; posteriormente se estima la distancia, existiendo diferentes técnicas y algoritmos para cada tipo de tecnología [2 y 10].

Entre los sistemas de posicionamiento podemos encontrar la triangulación avanzada (Trilateration), que utiliza la distancia percibida en tres antenas; este sistema se basa en la dirección, distancia y propiedad de la señal [11].

En la triangulación basada en la distancia encontramos los métodos de TOA, TDOA, POA, RSSI y RTT, aunque por sus características solo resaltaremos las primeras dos y la penúltima, por ser las que se adaptan al desarrollo del prototipo. TOA (Time of Arrival), calcula y detecta intersecciones circulares en modelos lineales mediante los tiempos de

llegada de la señal, requiere sincronización y algoritmos de mínimos cuadrados para minimizar el error de localización [6]. TDOA (Time Difference of Arrival) determina la distancia por el cálculo de la intersección de dos hipérbolas, la cual es la posición; se calcula por la diferencia de tiempo del arribo de la señal, por eso las mediciones deben ser precisas [12] y Finalmente la RSSI donde se estima la distancia por la atenuación de la señal (RSSI- Received Signal Strength Intensity)

Actualmente existen diversas soluciones de localización de radiofrecuencia, las basadas en triangulación como SpotOn y Landmarc, las cuales por RSSI y diversos algoritmos optimizan la localización y posición de la tag. SpotOn, utiliza una combinación de RSS con un algoritmo sea MinMax, ROC RSSI, Análisis de la escena, Maximum Likelihood o Función empírica [12]. Landmarc, por su parte solo usa RSSI y KNN (K Nearest Neighbor) lo cual proporciona una probabilidad del 50% una precisión de un metro [12], este sistema adapta complejidad y dinamismo identificando antenas y tags utilizando un promedio ponderado [5 y 13]. Otras menos comunes son MS Radar, Wave LAN, UWB Ubisense, PintPoint 3D-ID y VIRE.

PROCEDIMIENTO

Se desarrolló un prototipo de localización de objetos de la forma básica, utilizando tecnología RFID activa, para ello utilizamos el kit de desarrollo de Texas Instruments RFID activo EZ430-RF2500, el cual contiene el microcontrolador MSP430 y el transreceptor de RF CC2500, el cual contiene un Hub y un End Device, con ellos se establece comunicación mediante programación en lenguaje C

los dos dispositivos, mediante el ambiente de desarrollo Code Compose Studio (CCS).



Figura 1: Kit EZ430-RF2500 [16]

Nuestro objetivo es utilizar la característica de estos dispositivos para tener una lectura continua del RSSI, y con ello determinar si uno u otro están alrededor o en cercanía, también nos permitirán en el siguiente paso determinar la distancia.

El prototipo que consta de un hub, un end device, una pc, y software processing.

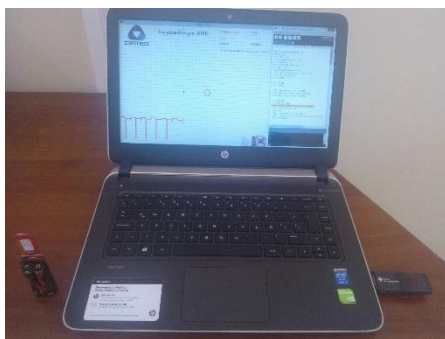


Figura 2: Elementos del sistema de localización por RFID activo.

Para ello se utiliza el software processing (lenguaje Java) con la modificación del programa de [15], donde mediante el puerto USB COM3, se obtiene del End device vía Hub el valor RSSI. Este valor es capturado por el Hub y es trasladado hacia la PC leyéndose los datos por el software processing, este reporta en

forma gráfica el valor RSSI del HUB y del End Device.

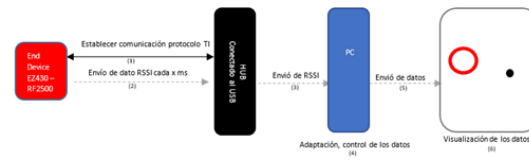


Figura 3: Proceso de escucha de un sistema de localización por RFID activo.

En la pantalla se puede observar por un lado los datos leídos por el programa processing mediante lectura del puerto serial – com3, este los muestra de forma numérica y se transforman en forma gráfica mediante dos círculos de diferentes colores, el círculo pequeño muestra el Hub, el segundo círculo se observa el End Device, la dimensión de este último círculo observa el valor RSSI graficado de tal forma que nos permita reconocer la potencia leída del dispositivo, en este primer paso únicamente se está leyendo datos en una dimensión, se reconoce la presencia del dispositivo End Device, pero no se reconoce en qué dirección se encuentra.

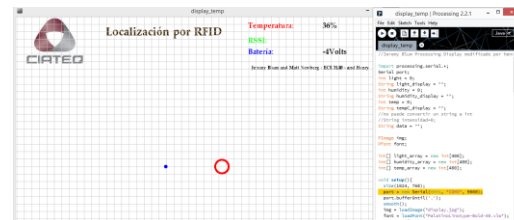


Figura 4: Elementos del sistema de localización por RFID activo.

El trabajo presentado actualmente hace el análisis de la escena por la técnica de proximidad, se utiliza el método de proximidad, midiendo el valor RSSI con y sin línea de vista, Con una frecuencia de 2.45 GHz, con el estándar ISO 18000, con una área de cobertura de 20 metros de radio.

RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

Se obtiene un algoritmo que permite mostrar en interfaz de computadora la posibilidad de monitorear el tag activo, esto es crucial para implementar los algoritmos de localización utilizando la técnica de triangulación con diferentes HUBs, que nos permitan reconocer la distancia, la intención posterior es observar la posición y la distancia.

CONCLUSIONES

Es posible utilizando un Hub y un End Device del EZ430-RF2500 hacer un sistema que permita monitorear la proximidad y ser mostrada en una interfaz de computadora para su monitoreo

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] **FARID Z.**; **NORDIN R.**; **ISMAIL M.** Recent. 2013. *Advances in Wireless Indoor Localization Techniques and System. Journal of Computer Networks and Communications*, Volume 2013, Article ID 185138, 12.

[2] **GU, Y.**; **LO, A.** 2015. *A Survey of Indoor Positioning Systems for Wireless Personal Networks* Senior Member, IEEE, and Ignas Niemegeers, [6] **Vossiek, M.**; **Wiebking, L.**; **Gulden, P.**; **Wiehardt, J.**; **Hoffmann, C.**; **Heide, P.** 2003, "Wireless Local Positioning", *IEEE Microwave Mag.*, vol. 4, Issue 4, December, pp. 77-86.

[3] **SONG, W.** 2012. *Localization in Supermarket Based on RFID Technology*, [en línea], Mengli LI, 2012, [9 de junio 2014] International Workshop on Information and Electronics Engineering (IWIEE) , International School, Beijing University of Posts and Telecommunications, Beijing , China *Procedia Engineering* 29 (2012) 3779 – 3782.

[4] **HASSAN T.**; **CHATTERJEE. S.** 2006. A taxonomy for RFID. In *Proc. of HICSS, System Sciences, 2006. HICSS '06. Proceedings of the 39th Annual Hawaii International Conference on (Volume:8)*

[5] **MOTAMEDI, A.** 2014. *Localization of RFID-equipped assets during the operation phase of Facilities* [en línea]. Mohammad Mostafa Soltani b, Amin Hammadc, Special Individualized Program (SIP), Concordia University, Montreal, Quebec, Canada [ref 6 de junio 2014]. Elsevier.

[6] **Papapostolou, A.**; **Chaouchi, H.** 2011. *RFID-assisted indoor localization and the impact of interference on its performance.* *Journal of Network and Computer Applications* 34 (3) (2011) 902–913.

[7] **Zhao, Y.**; **Liu, Y.**; **Ni, L. M.** 2007. *VIRE: active RFID-based localization using virtual reference elimination*, in: *Proceedings of the 2007 International Conference on Parallel Processing*, IEEE, Piscataway, NJ, USA, 2007

[8] **BATEMAN**, J.; CORTÉS, C.; CRUZ, P.; PAZ-PENAGOS, H. 2009. *Diseño de un protocolo de identificación por radiofrecuencia (RFID) propietario para una aplicación específica Fecha de recepción:*. Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito.

[9] **ZAWARI**, A.; SHAKIBA, M.; ISLAM, M.; SUNDARARAJAN; SINGH, M. 2013. *Computational Cost Analysis on Securing RFID Protocols Conforming to EPC class-1 Generation-2 Standard*, 4th International Conference on Electrical Engineering and Informatics (ICEEI 2013), Malasia.

2013

[10] **MOHAPATRA**, D.; Suma ,B. 2005. *Survey of location based wireless services*. 7th IEEE International Conference on Personal Wireless Communications (ICPWC '05), pp. 358–362, January 2005. Scopus

[11] **KOUTSOU**, K.; RAMOS, F.; JIMENEZ A.R. 2010 . *Localización y Exploración en Entornos Inteligentes*, Centro de Automática y Robotica (CAR), Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)-UPM. España.

[12] **LUO**, X.; O'BRIEN, W.J.; JULIEN C.L. 2010. Comparative evaluation of Received Signal-Strength Index (RSSI) based indoor localization techniques for

construction jobsites. University of Texas, USA. Science Direct. Advanced Engineering Informatics. Elsevier.

[13] **Li**, N.; Becerik-Gerber, B. 2011. *Performance-based evaluation of RFID-based indoor location sensing solutions for the built environment*. Advanced Engineering Informatics 25 (3) (2011) 535–546.

[14] **LIU**, H.; DARABI H.; BANERJEE, P.; LIU, J., 2007. *Survey of wireless indoor positioning techniques and systems*. IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics Part C, vol. 37, no. 6, pp. 1067–1080, 2007. Scopus

[15] **BLUM**, Jeremy. Cornell University. <http://www.jeremyblum.com/2011/05/14/msp430-wireless-weather-station/>

[16] <http://www.digikey.com/product-detail/es/EZ430-RF2500/296-23031-ND/1785839>