



**Control de Ingresos y Egresos de Vehículos en Patios de  
Distribución mediante Redes Neuronales Convolucionales y  
RFID en Raspberry Pi con Unidad Hailo-8L**

**Profesora Titular: Ing. Grettel Barceló Alonso, PhD**

**Equipo #20**

- A01794188 - Francisco Xavier Bastidas Moreno
- A01794653 - Raúl Jesús Coronado Aguirre
- A01794327 - Juan Sebastián Ortega Briones

## Tabla de contenido

<b>Antecedentes.....</b>	<b>3</b>
Descripción de la Empresa .....	3
Procesos de Negocio Impactados .....	3
Limitaciones de la Tecnología Actual .....	3
Necesidad de Innovación Tecnológica.....	5
<b>Entendimiento del negocio .....</b>	<b>5</b>
Problema y contexto .....	5
Preguntas clave.....	5
Involucrados .....	6
<b>Entendimiento de los datos .....</b>	<b>6</b>
Descripción de los datos .....	7
Técnica de ML .....	8
Identificación de las variables.....	8
Convenios .....	8
<b>Bibliografía .....</b>	<b>8</b>

# Antecedentes

## Descripción de la Empresa

Moviltrack es una empresa líder en el desarrollo de soluciones avanzadas de identificación por radiofrecuencia (RFID). Su enfoque es crear e implementar sistemas que permiten leer información almacenada en etiquetas RFID mediante ondas de radio a distancias de entre tres y seis metros. Estas soluciones se usan para detectar y rastrear mercancías en entornos logísticos, de almacenamiento y producción.

## Procesos de Negocio Impactados

La tecnología RFID implementada por Moviltrack ha demostrado ser eficiente para detectar el paso de mercancías dentro de los almacenes. Sin embargo, en operaciones logísticas más complejas, no solo es necesario identificar la presencia de mercancía, sino también determinar la dirección de su movimiento, es decir, si las mercancías están entrando o saliendo de las instalaciones. Hasta hace poco, esta determinación de dirección dependía exclusivamente de la intervención humana, lo que introducía posibles errores y limitaba la automatización del proceso.

## Limitaciones de la Tecnología Actual

En los últimos años, se ha incorporado la tecnología de beamforming<sup>1</sup> en los equipos RFID para intentar resolver el desafío de la detección de la dirección del movimiento de las mercancías. El beamforming permite determinar la dirección de los objetos al analizar los cambios de fase de las ondas de radio entre un arreglo de varias antenas. Como ejemplo el fabricante Impinj usa 13 antenas dispuestas en línea.

Por ejemplo, este arreglo de 13 antenas se divide en 3 sectores (*ilustración 1*) un patrón de detección de 2-1-3 indicaría una salida, mientras que el patrón inverso 3-1-2

---

<sup>1</sup> **Beamforming** es una técnica de procesamiento de señales utilizada en sistemas de radiofrecuencia que dirige de manera focalizada las ondas electromagnéticas hacia una dirección específica. Esto se logra mediante la coordinación de múltiples antenas, lo que mejora la precisión en la detección de la ubicación y el movimiento de los objetos.

señalaría una entrada.

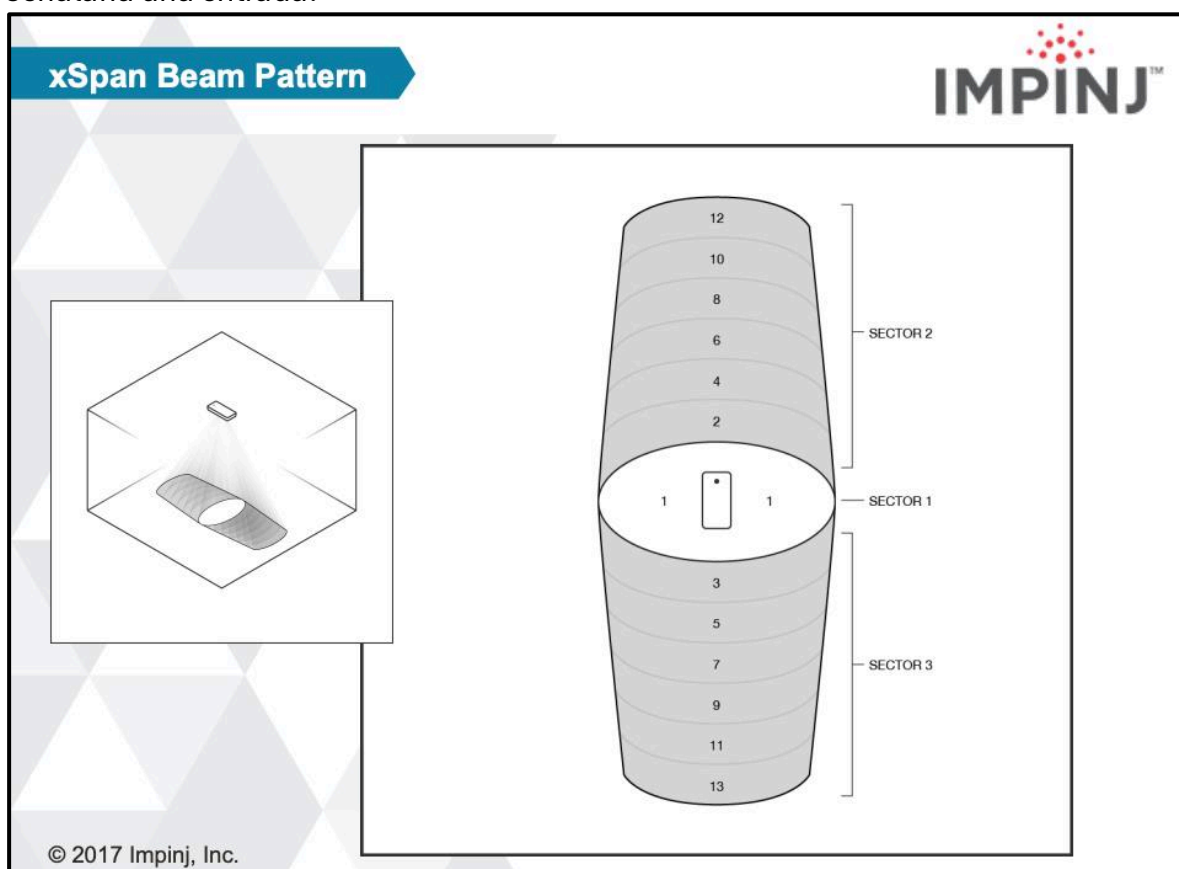


Ilustración 1

No obstante, esta tecnología presenta varias limitaciones:

1. **Configuración de Antenas:** Requiere un arreglo grande de antenas en línea, lo que incrementa la complejidad y el tamaño de los equipos.
2. **Fiabilidad en Detección:** Si los objetos permanecen estáticos durante períodos prolongados, la precisión en la detección de la dirección disminuye significativamente.
3. **Costo Elevado:** La necesidad de equipos más grandes y complejos implica un aumento considerable en los costos de implementación.
4. **Interferencia con la Memoria de Usuario:** Las etiquetas RFID no solo almacenan un número estandarizado, sino que también contienen bancos de memoria adicionales, como el "User Memory Bank". El protocolo de comunicación ISO-18000-6C/EPC Gen2 requiere múltiples operaciones para leer esta memoria, lo que impide la utilización simultánea del beamforming durante la lectura de la información adicional. Esto crea una situación en la que, si la lectura de la memoria de usuario se realiza desde una antena central (por ejemplo, la antena o sector 1), no queda tiempo suficiente para detectar el

cambio de fase necesario para determinar la dirección del movimiento, afectando así la precisión del sistema.

Un ejemplo práctico de la importancia de la memoria de usuario es la lectura de números de serie de vehículos nuevos en etiquetas fabricadas por el gobierno de México, donde se requiere información específica almacenada en el "User Memory Bank".

## Necesidad de Innovación Tecnológica

Dadas las limitaciones actuales, surge la necesidad de desarrollar una nueva tecnología que permita determinar la dirección del movimiento de las mercancías y, simultáneamente, leer la memoria de usuario de las etiquetas RFID. Esta innovación no solo mejorará la eficiencia y precisión de los procesos logísticos, sino que también permitirá una mayor automatización y reducción de costos operativos, posicionando a Moviltrack como un referente aún más destacado en el mercado de soluciones RFID.

# Entendimiento del negocio

## Problema y contexto

Moviltrack tiene un cliente que es un distribuidor muy grande de vehículos nuevos en todo México, y que como parte de sus operaciones logísticas todos los vehículos nuevos, llegan a centros de distribución en algunas zonas del país. Este cliente actualmente cada vez que ingresa o sale un vehículo de sus centros de distribución, tiene una persona que manualmente copia el número de serie del vehículo que es un número de 17 caracteres. Este número es usado como identificador único del vehículo a nivel mundial y es el número que aparece en la factura de los vehículos y en las tarjetas de circulación, por lo que es indispensable que este número no contenga errores al ser 17 caracteres que incluyen letras y números, el operador puede confundir, por ejemplo, "l" con "I", "O" con "0", etc. O confundirse, de muchas otras formas, esto se convierte en un problema muy fuerte de documentación legal. Además, cómo es parte de la logística, se necesita saber si está entrando o saliendo para actualizar el inventario de cada centro de distribución.

El cliente requiere cambiar este proceso manual a un sistema automatizado que de forma eficiente y sin errores, detecte los números de serie y la dirección de los vehículos en los portales de entrada/salida del centro de distribución.

## Preguntas clave

¿Es posible implementar identificación por radio frecuencia y resolver las limitaciones de la tecnología de beamforming, o encontrar algún otro método de detección de

dirección para dejar la obtención del número de serie exclusivamente identificación por radiofrecuencia?

¿Un desarrollo de visión por computadora puede detectar y dar seguimiento a los vehículos y agregar la información del número de serie en las condiciones operativas?

¿Se puede implementar una caja negra autónoma que soporte desconexiones, apagado y prendido sin aviso, a la que se le conecte una cámara, un equipo de RFID y que entregue en una base de datos el número de serie y si es entrada o salida?

¿Es económicamente viable y tiene retorno de inversión?

Estos son los costos del equipo con detección de dirección (xSpan) y sin detector de dirección (Speedway) más los componentes para implementar visión por computadora.

Precios en USD			
xSpan (USA)	\$2,875	Speedway R220 (FCC)	\$ 1,315
		Antena	\$ 278
		Cable	\$ 45
		Camara IP	\$ 30
		Raspberry pi 5	\$ 80
		Hailo 8l Kit	\$ 70
Total	\$2,875	Total	\$ 1,818
		diferencia	\$ 1,057

## Involucrados

En este proyecto está involucrada en el área de investigación y desarrollo de Moviltrack.

Ing. Roberto Casas Gonzáles, gerente de proyectos de RFID  
Edgar Rodríguez, implementaciones RFID

## Entendimiento de los datos

Para obtener los datos se instaló una cámara de video en el punto de paso de los vehículos que apunta al lugar en donde está la antena de RFID. (Ilustración 2)

Por lo que se podrán obtener videos de las operaciones de entrada y salida. Así como números de serie de los vehículos.



Ilustración 2

## Descripción de los datos

Los datos de número de serie se obtienen del lector de RFID con un desarrollo en JAVA, este desarrollo usa un SDK del equipo para configurar el lector y obtener los datos, estos se publican a una API donde los podemos obtener para usarlos. (Ilustración 3)

```

dalton@dalton: ~
-----
20-09-2024 16:45:55 VIN( HEX Antes de conversión a ASCII)= 4D6232424638433335523030353934383230 Tamaño: 36
IN( ASCII antes del post)= NR2BF8C35800594820 Tamaño: 19
los primeros 17 caracteres del VIN son: NR2BF8C3580059482
se pone filtro de EPC: 323739323434393520202020
medio el tiempo de espera para reportar dirección
httpResponse en Utils-PostRequest: false
last Read Timestamp en post= 1727044111399742
sending NO-Direction Report to the server: ("VIN": "NR2BF8C3580059482", "LastReadTimestamp": 1727045170425000, "Location": "PREVIA3100L", "Type": "READ_VIN", "Event": "NO MOVEMENT", "Error": "timeoutError")
response status code: 201
rfMode=3 SearchMode=SingleTarget Session=2
se quita filtro de EPC

PC leído: 3237 3932 3434 3935 2020 2020
SER leído: 4D6232424638433335523030353934383230

PC leído: 3237 3932 3434 3935 2020 2020
SER leído: 4D6232424638433335523030353934383230
-----
20-09-2024 16:47:55 VIN( HEX Antes de conversión a ASCII)= 4D6232424638433335523030353934383230 Tamaño: 36
IN( ASCII antes del post)= NR2BF8C35800594820 Tamaño: 19
los primeros 17 caracteres del VIN son: NR2BF8C3580059482
se pone filtro de EPC: 323739323434393520202020

```

Ilustración 3

## Técnica de ML

Se propone una técnica de aprendizaje profundo. Que requiere datos supervisados.

## Identificación de las variables

La variable de entrada sería un stream video de una cámara en tiempo real, y la salida sería una clasificación como entrada o salida.

## Convenios

Los datos los estará generando Moviltrack, no se requiere ningún convenio de privacidad entre las personas implicadas en este proyecto y la empresa.

## Bibliografía

*Impinj xSpan Beam pattern.* (s. f.).

[https://support.impinj.com/hc/article\\_attachments/360001589579/xspan\\_xarray\\_beam\\_patterns.pdf](https://support.impinj.com/hc/article_attachments/360001589579/xspan_xarray_beam_patterns.pdf)

RFID4U. (2020, 19 septiembre). *RFID EPC Gen2 Memory Bank layout including TID, User.* <https://rfid4u.com/rfid-epc-gen2-memory/>

EPC™ Radio-Frequency Identity Protocols Generation-2 UHF RFID. (s. f.). GS1. [https://www.gs1.org/sites/default/files/docs/epc/Gen2\\_Protocol\\_Standard.pdf](https://www.gs1.org/sites/default/files/docs/epc/Gen2_Protocol_Standard.pdf)

*RFID impinj java SDK.* (s. f.). <https://support.impinj.com/hc/en-us/articles/215089687-Setting-up-Octane-SDK-Java-with-Netbeans>