

## Sistema inteligente de vigilancia para la empresa tecnológica de alimentos

Intelligent system of surveillance for the food technology company

Sistema inteligente de vigilância para a empresa de tecnologia alimentar

Jesús Daniel Ocaña Velásquez\*

---

### Resumen

Esta investigación consistió en el diseño de un Sistema Inteligente denominado VIGITRON, un robot vigilante para ayudar al personal de vigilancia a mejorar el control de seguridad, en el área de almacén de la empresa Tecnología de Alimentos SA. (TASA), ejecutando rutas programadas que permite al robot poder desplazarse de un lugar a otro de manera óptima y segura, cuenta con sensores para evitar obstáculos, visión térmica, visión nocturna por medio de infrarrojos para resguardar sin necesidad de iluminación. El objetivo de esta investigación es diseñar un sistema inteligente de vigilancia para la empresa Tecnológica de Alimentos S.A. de Chimbote. La metodología utilizada consta de cuatro etapas, tales como la recopilación de información, análisis, diseño y pruebas simuladas. Como resultado de las pruebas simuladas, se logró un funcionamiento deseado, con una asertividad de 90 % aproximadamente. El consumo total del sistema es de 6.5 Amperios, dando un estimado de 10 horas de duración. Se simuló que el robot VIGITRON puede desplazarse en todas las direcciones sin ningún problema. El sistema permitió configurar los patrones de reconocimiento de voz del santo y seña para autorizar a acceder al almacén.

**Palabras clave:** Sistema Inteligente; seguridad; visión térmica; visión nocturna.

---

### Abstract

This investigation consisted of the design of an Intelligent System called VIGITRON, a vigilant robot to help the surveillance personnel to improve the security control, in the warehouse area of the company Tecnología de Alimentos SA. (RATE), executing programmed routes that allow the robot to move from one place to another optimally and safely, has sensors to avoid obstacles, thermal vision, night vision by infrared to protect without the need for lighting. The objective of this research is to design an intelligent surveillance system for the company Tecnológica de Alimentos S.A. of Chimbote. The methodology used consists of four stages, such as the collection of information, analysis, design and simulated tests. As a result of the simulated tests, a desired performance was achieved, with an assertiveness of approximately 90%. The total consumption of the system is 6.5 Amps, giving an estimated 10 hours. It was simulated that the VIGITRON robot can move in all directions without any problem. The system allowed to configure the patterns of speech recognition of the saint and sign to authorize access to the store.

**Keyword:** Intelligent system; security; thermal vision; night vision.

---

### Resumo

Esta investigação envolveu o desenho de um sistema inteligente chamado Vigitron, um robô de guarda para ajudar o pessoal de segurança para melhorar o controle de segurança na área de armazém de Food Technology Company SA. (TASA), correndo rotas regulares que permite que o robô para se deslocar de um lugar para outro de forma otimizada e segura, tem sensores para evitar obstáculos, visão térmica, visão noturna por infravermelho para proteger sem iluminação. O objetivo desta pesquisa é projetar um sistema de vigilância inteligente para a empresa Tecnológica de Alimentos S.A. de Chimbote. A metodologia utilizada consiste em quatro etapas, como coleta de informações, análise, projeto e testes simulados. Como resultado dos testes simulados, um desempenho desejado foi alcançado, com uma assertividade de aproximadamente 90%. O consumo total do sistema é de 6,5 Amps, dando uma estimativa de 10 horas. Foi simulado que o robô VIGITRON pode se mover em todas as direções sem nenhum problema. O sistema permitiu configurar os padrões de reconhecimento de fala do santo e assinar para autorizar o acesso à loja.

**Palavras-chave:** Sistema inteligente; segurança; visão térmica; visão noturna.

---

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo, Centenario 200, Huaraz, Perú.

\*Autor para correspondencia: [jesus68@hotmail.com](mailto:jesus68@hotmail.com) (J. Ocaña).

## Introducción

El inicio de los robots surge en la década de los cuarentas, construyéndose robots sensibles a la luz y capaces de esquivar obstáculos. Más tarde el primer robot con visión por cámara, medidor de distancia y con sensores de choque fue realizado por el Stanford Research Institute en 1968. Después de estos desarrollos, empezó a surgir en muchos países, pero fue Japón quien empezó a tomar la batuta de la industria desde los sesentas. Los robots empiezan a ser parte de la vida de las personas para hacerles la vida más fácil, cómoda e independiente, un ejemplo claro se da en las personas discapacitadas. En la actualidad nos encontramos autómatas en todos lugares a nuestro alrededor, en lavadoras, en brazos de prótesis, en las fábricas, etc. (Vázquez, 2008).

La Robótica es una ciencia relativamente nueva, ha demostrado ser un importante motor para el avance tecnológico en todos los ámbitos (industria de manufactura, ciencia, medicina, industria espacial; entre otros), lo que genera expectativas muy interesantes para un tiempo no muy lejano (Ardila, 2012).

En respuesta a pérdidas de materiales e insumos en el área del almacén de la empresa TASA, se planteó el diseño de un robot vigilante, capaz de vigilar y monitorear, esta tecnología ayudará al vigilante a realizar sus rondas al área de almacén, siendo capaz de cumplir con esta tarea (Alvarado, 2012).

El robot para desplazarse, tendrá una plataforma con cuatro ruedas asignadas de un sistema de control automático, con inteligencia artificial; capaz de realizar el recorrido por el perímetro del área, emitiendo imágenes y a la vez el robot reacciona a las anomalías y a eventos inesperados (Sánchez y Sánchez, 2010).

La problemática que se muestra en el control de vigilancia de las rondas nocturnas del área de almacén de la empresa TASA son: hay pérdidas de materiales por las noches, hubo un tiempo de hubo una fuga de gas, la ronda de vigilancia en el área de almacén no es permanente, no utiliza tecnología de vanguardia, esto implica que el control de vigilancia debe ser solo mediante personal de vigilancia, mediante rondas típicas que se realizan en toda la empresa. La vigilancia realizada por el personal de seguridad son rondas planificadas, y en el área de almacén solo hacen su ronda cada cierto tiempo; al

utilizar un modelo de robot de vigilancia ayudará a rondar constantemente el área de almacén, haciéndole más seguro el sistema de vigilancia y si existiera cualquier percance, el robot avisará al personal de seguridad; es por eso que es necesario presentar alternativas que puedan satisfacer las necesidades antes planteadas.

Este trabajo tuvo como principal objetivo diseñar un sistema inteligente de vigilancia que apoye al personal de seguridad del área de almacén de la empresa Tecnológica de Alimentos S.A. de Chimbote.

## Material y métodos

### Recopilación de datos

En esta etapa se identificó los requerimientos necesarios para el diseño del VIGITRON, un sistema inteligente de vigilancia y seguridad, tales como: robot móvil, Microcontrolador, sensores, actuadores, y otros.

### Análisis

Se realizó un análisis detallado del robot vigilante, los tipos de movimiento, trayectorias, tiempo de operación, capacidad de carga, velocidad, los componentes que integran el sistema: sensores, actuadores y sistema de control.

Se analizó las tecnologías de los Microcontroladores y las hojas técnicas del procesador, el módulo de procesador de voz, transmisor y receptor RF. También se realizó el análisis de los requerimientos para el diseño del proyecto, teniendo en cuenta los recursos materiales necesarios y el costo de los dispositivos

### Diseño

En esta etapa se realizó el diseño de hardware y software del robot vigilante.

En el diseño de hardware se desarrolló el diseño de la estructura del robot, el dimensionamiento de los elementos que integran, el sistema de control, fuentes de alimentación, la parte de potencia y otros.

En el diseño de software se describió el programa de control de los Microcontroladores en lenguaje estructurado, de tal manera que se programó las trayectorias del robot vigilante, los diferentes sensores tales como sensores de presencia, sensor térmico, sensor de temperatura y otros.

### Pruebas simuladas

En la etapa de diseño no sólo requirió del análisis y del esquema del circuito a mano, sino

que se introdujo herramientas informáticas de verificación y simulación de circuitos electrónicos. La herramienta fundamental que se realizó para la verificación del comportamiento del circuito, fue el simulador. No se pudo considerar que el circuito esté correctamente diseñado hasta que la simulación dio como resultado el comportamiento deseado.

Para la simular los circuitos del robot vigilante, se utilizó el programa Proteus 8.6 Profesional, pues tiene un entorno gráfico sencillo de manejar y permitió realizar todas las simulaciones necesarias.

### Resultados y discusión

En la tabla 1 se puede ver que un número significativo de encuestados, afirman que el área a vigilar por el robot móvil es Amplio. Un reducido grupo, respondió que el área a vigilar por el robot móvil es muy amplia o el área es reducida.

**Tabla 1**  
El área a vigilar por el robot móvil

Respuesta	Cantidad	Porcentaje
Muy Amplio	3	25,00
Amplio	7	58,33
Reducida	2	16,67
Muy Reducida	0	0,00
Total	12	100

En la tabla 2 se puede señalar que un número significativo de personas encuestadas, afirman que el robot debe funcionar iniciado su actividad de vigilancia entre 6 a 10 horas. Un reducido grupo, respondió que el robot debe funcionar iniciado su actividad de vigilancia entre 3 a 6 horas.

**Tabla 2**  
Cuántas horas debe funcionar el robot, iniciado su actividad de vigilancia

Respuesta	Cantidad	Porcentaje
Mayor de 11 horas	0	0,00
Entre 6 horas a 10 horas	8	66,67
Entre 3 horas a 6 horas	4	33,33
menor a 3 horas	0	0,00
Total	12	100

**Tabla 3**  
Nivel de resistencia, flexibilidad y corrosión de la estructura física del robot

Respuesta	Cantidad	Porcentaje
Muy alto	7	58,33
Alto	3	25,00
Bajo	2	16,67
Muy bajo	0	0,00
Total	12	100

De la tabla anterior se puede señalar que un número significativo de personas encuestadas, afirman que el nivel de resistencia, flexibilidad y corrosión que debe tener la estructura física del robot sea muy alto. Un reducido grupo, respondió que el lugar a vigilar por el robot móvil es alto.

**Tabla 4**  
Cuál es el peso óptimo que debe tener robot

Respuesta	Cantidad	Porcentaje
Mayor a 50 kg	3	25,00
Entre 30 kg y 50 kg	9	75,00
Entre 10 kg y 30 kg	0	0,00
Menor a 10 kg	0	0,00
Total	12	100

De la tabla anterior se puede señalar que un número significativo de personas encuestadas, afirman que el peso óptimo que debe tener robot vigilante esta entre 30 kg a 50 kg. Un reducido grupo, respondió que el peso óptimo que debe tener robot sea mayor a 50 kg.

**Tabla 5**  
Tamaño del Robot a diseñar

Respuesta	Cantidad	Porcentaje
Muy Grande (más de	0	0,00
Grande (entre 1m a 1.5m)	7	58,33
Mediano (entre 0.5m a	5	41,67
Pequeño (menor a 0.5 m)	0	0,00
Total	12	100,00

De la tabla anterior se puede señalar que un número significativo de personas encuestadas, afirman que el tamaño del robot vigilante a diseñar sea grande, entre 1m a 1,5 m. Un reducido grupo, respondió que el tamaño del robot vigilante debe ser mediano, entre 50 cm a 1 m.

La tabla 6 muestra que un número significativo de personas encuestadas, afirman que el robot móvil vigilante a diseñar debe tener la capacidad de subir y bajar pendientes bajas. Un reducido grupo, respondió que el robot móvil vigilante debe tener la capacidad de subir y bajar pendientes muy bajas y una minoría respondió que el robot móvil vigilante pueda subir y bajar pendientes altas.

**Tabla 6**  
Angulo de la Pendiente

Respuesta	Cantidad	Porcentaje
Pendiente muy alta	0	0,00
Pendiente alta	1	8,33
Pendiente baja	6	50,00
Pendiente muy baja	5	41,67
Total	12	100,00

**Tabla 7**

Tipo de locomoción

Respuesta	Cantidad	Porcentaje
Con ruedas	7	58,33
Con patas	3	25,0
Con cinta de desplazamiento	2	16,67
Con cadenas	0	0,00
Total	12	100,00

De la tabla 7 se puede señalar que un número significativo de personas encuestadas, afirman que el tipo de locomoción que debe tener el robot vigilante es con ruedas. Un reducido grupo, respondió que el tipo de locomoción que debe tener el robot vigilante es con patas o con cadenas.

**Tabla 8**

Velocidad del robot móvil vigilante

Respuesta	Cantidad	Porcentaje
Velocidad muy alta	0	0,00
Velocidad alta	1	8,33
Velocidad lenta	7	58,33
Velocidad muy lenta	4	33,33
Total	12	100,00

De la tabla 8 se puede señalar que un número significativo de personas encuestadas, afirman que la velocidad que debe tener el robot móvil vigilante sea lenta. Un reducido grupo, respondió que el tipo velocidad que debe tener el robot móvil vigilante sea muy lenta o alta.

**Tabla 9**

Nivel de detección personas considera que debe tener el robot móvil

Respuesta	Cantidad	Porcentaje
Muy alto	7	58,33
Alto	5	41,67
Bajo	0	0,00
Muy bajo	0	0,00
Total	12	100,00

De la tabla 9 se puede señalar que un número significativo de personas encuestadas, afirman el nivel de detección de personas que debe tener el robot móvil vigilante sea muy alto. Un reducido grupo, respondió que el nivel de detección de personas que debe tener el robot móvil vigilante sea alto.

**Tabla 10**

Distancia máxima que el robot detecte a las personas

Respuesta	Cantidad	Porcentaje
Mayor de 4 metros	7	58,33
Entre 3 a 4 metros	5	41,67
Entre 2 a 3 metros	0	0,00
Menor a 2 metros	0	0,00
Total	12	100,00

De la tabla 10 se puede señalar que un número significativo de personas encuestadas, afirman que la distancia máxima que el robot detecte a las personas debe ser mayor a 4 metros. Un reducido grupo, respondió que la distancia máxima que el robot detecte a las personas sea entre 3 metros a 4 metros.

**Tabla 11**

Nivel de programación del robot para detectar fuego, humo, gas y agua

Respuesta	Cantidad	Porcentaje
Muy alto	9	75,00
Alto	3	25,00
Bajo	0	0,00
Muy Bajo	0	0,00
Total	12	100,00

De la tabla 11 se puede señalar que un número significativo de personas encuestadas, afirman que los sensores deben tener un nivel de programación muy alta. Un reducido grupo, respondió que el nivel de programación sea alto.

**Tabla 12**

Grado de inteligencia del robot móvil

Respuesta	Cantidad	Porcentaje
Muy alto	5	41,67
Alto	7	58,33
Bajo	0	0,00
Muy bajo	0	0,00
Total	12	100,00

De la tabla 12 se puede señalar que un número significativo de personas encuestadas, afirman que robot debe tener el grado de inteligencia alto. Un reducido grupo, respondió que robot debe tener el grado de inteligencia muy alto.

Se logró la simulación del desplazamiento del robot vigilante, con un sistema de percepción compuesto por un arreglo de seis sensores ultrasónicos HC-SR04, que proveen una detección del entorno hasta 5 metros.

El sistema de control remoto se utilizó el transceptor NRF24L01, que por medio de código se configura para transmisor y receptor, según el datasheet este módulo tiene un alcance hasta 1 km, pero realizando las pruebas se pudo comprobar hasta 500 m, pero en línea directa.

Se utilizó siete módulos Arduino NANO, cada módulo de Arduino cumple una función específica, uno para controlar el nivel de carga y descarga de la batería, un segundo para controlar los seis sensores ultrasónicos, un tercer para controlar los motores, un cuarto

para controlar los sensores de humedad, temperatura, gas y el sensor térmico, el quinto se usó para transmisor y el sexto para receptor. De esta manera todo el sistema funciona correctamente y se comunican entre ellos.

El consumo total del sistema es de 6,5 A, dando un tiempo estimado de 10 horas de funcionamiento, iniciado su actividad de vigilancia, Se obtuvo un buen resultado de la simulación del sensor de temperatura el LM35, se realizó todas las variaciones de temperatura y se comparó los valores con el multímetro, tomando en cuenta que cada 10mV es igual a 1 °C según nos indica el datasheet del LM35, lo cual se comprueba que estos sensores son muy eficientes en su trabajo.

### Conclusiones

Se identificó los requerimientos necesarios para el diseño del sistema inteligente de vigilancia y seguridad del área de almacén de la empresa Tecnológica de Alimentos S.A. de Chimbote, tales como las funciones que debe cumplir un robot vigilante, los distintos sensores a utilizar como sensores ultrasónicos, sensor térmico, sensor de humo, sensor de temperatura, sensor de humedad, módulo de reconocimiento de voz, el Microcontrolador Arduino NANO y entre otros.

Se diseñó el robot móvil vigilante, con las siguientes características: la altura de 1,28 metro, hecho de estructura metálica, utilizará una cámara para el sistema de visión nocturna, tiene un sistema de reconocimiento de voz, se instalará sensores de presencia, sensores de humo, sensores de gas, sensores de fuego y sensor de humedad, y para el desplazamiento se conectará 4 motores CC.

Para el control de desplazamiento y programar los eventos ocurridos por los diferentes sensores, se utilizó el software de Arduino IDE, que nos permitió programar el robot móvil vigilante; además, se usará RNA para control y detección del robot móvil vigilante.

### Referencias bibliográficas

- Alvarado, M. 2012. Robots de vigilancia. Notas de Robótica. Disponible en:  
<http://notas-robotica.blogspot.com/>
- Ardila, F. 2012. Historia de la Robótica. Notas de Robótica. Disponible en:  
<http://www.roboticbananero.blogspot.com/2011/03/>
- Sánchez, M.; Sánchez, O. 2010. Diseño y construcción del prototipo de un robot de seguridad para un local comercial. Tesis de grado. Escuela superior politécnica de Chimborazo, Ecuador.
- Vásquez, J. 2008. Móvil escalador autónomo. Tesis de grado, Universidad de las Américas Puebla, México, Disponible en:  
[http://catarina.udlap.mx/u\\_dl\\_a/tales/documentos/lmt/vazquez\\_m\\_jj/](http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lmt/vazquez_m_jj/)